ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ: ΜΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΟΣΚΙΝΑΣ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2006

Στη Ροζίνα, την Ηλέκτρα και τον Αλέξανδρο

ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ
ΜΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ

ΝΔ: 15485
ΚΘΕ: 15354.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ



ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Τριμελής Επιτροπή:
Επιβλέπων: Αναπληρωτής Καθηγητής Κωνσταντίνος Κοσκινάς
Καθηγητής Παύλος Σπυράκης
Επίκουρος καθηγητής Γεράσιμος Προδρομίτης

Επταμελής Επιτροπή
Πρόεδρος: Αναπληρωτής Καθηγητής Κωνσταντίνος Κοσκινάς
Καθηγητής Χρήστος Κακλαμάνης
Καθηγητής Στάμος Παπαστάμου
Καθηγητής Παύλος Σπυράκης
Επίκουρος καθηγητής Γεράσιμος Προδρομίτης
Λέκτορας Γιώργος Αλεξιάς
Λέκτορας Σμαράγδα Καζή

ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν και με στήριξαν κατά την διάρκεια εκπόνησης της διατριβής αυτής.

Θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα της διδακτορικής διατριβής Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Κοσκινά ο οποίος με καθοδήγησε σε κάθε βήμα αυτής της δουλειάς, συμβουλεύοντάς με, με υπομονή. Κοντά του έμαθα πολλά περισσότερα από αυτά που αρχικά φανταζόμουν. Οφείλω να ομολογήσω ότι πολλές φορές σε ολόκληρη αυτή την περίοδο με την στήριξή του ξεπέρασα δυσκολίες εμπόδια και απογοητεύσεις.

Για τους ίδιους λόγους θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή κ. Παύλο Σπυράκη. Επιπλέον όμως σε αυτόν οφείλω την προτροπή να ασχοληθώ με την μελέτη του συναρπαστικού αντικειμένου της θεωρίας των παιγνίων.
Επίσης θέλω θερμά να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γεράσιμο Προδρομίτη για τις συμβουλές και τις κριτικές του παρατηρήσεις.
Επιθυμώ να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της επταμελούς Επιτροπής και συγκεκριμένα τον καθηγητή κ. Χρήστο Κακλαμάνη, τον καθηγητή κ. Στάμο Παπαστάμου, την Λέκτορα καθηγήτρια κα Σμαράγδα. Καζή και τον Λέκτορα καθηγητή κ. Γιώργο Αλεξιά για τις συμβουλές και παρατηρήσεις τους.

Τις ευχαριστίες μου οφείλω στην κα Άννα Κουλούρη Μηχανικό Η/Υ για την σημαντική της βοήθεια στον προγραμματισμό του μοντέλου της εργασίας μου.

Τέλος ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου την οικογένειά μου στην οποία και αφιερώνω την παρούσα εργασία σαν ελάχιστο δείγμα ευγνωμοσύνης για την αγάπη τους και την στήριξή τους.

Μανωλόπουλος Χρήστος
Μάρτιος 2006

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή αποσκοπεί στην διερεύνηση φαινομένων κοινωνικής δυναμικής και μεταβολής, με εργαλεία και μεθοδολογίες από την επιστήμη της πολυπλοκότητας και μοντέλα προσομοίωσης πολλών φορέων (Multi Agent Models).
Βασική της υπόθεση αποτελεί η θέση πως μια προσέγγιση βασισμένη σε μοντέλα προσομοίωσης πολλών φορέων, μοντελοποιεί τις συμπεριφορές και όχι τις οντότητες. Οι συμπεριφορές, που μοντελοποιούνται με τον τρόπο αυτό, λειτουργούν τοπικά και σε καθεστώς απουσίας μιας κεντρικής ρυθμιστικής αρχής. Τα φαινόμενα που παράγονται προέρχονται από την αυτοοργάνωση, η οποία αποδίδει νέα αναδυόμενα φαινόμενα, τελείως διακριτά και παρατηρήσιμα, που αποτελούν απόρροια της δυναμικής εξέλιξης των συστημάτων . Τα αναδυόμενα αυτά φαινόμενα αποτελούν είτε συμπεριφορές που γενικεύονται, είτε οντότητες. Επίσης η ουσία της ανάδυσης συνίσταται στο γεγονός ότι τα φαινόμενα που τελικώς προκύπτουν δεν περιγράφονται από τις αρχικές συνθήκες του συστήματος.

Η μεθοδολογία που ακολουθούμε στην εργασία αυτή είναι η ακόλουθη:
Η εργασία είναι χωρισμένη σε τέσσερα μέρη.

Στο πρώτο μέρος παραθέτουμε την θεωρητική διαμάχη ανάμεσα στους εκπροσώπους του ολισμού και του αναγωγισμού, το επιστημολογικό υπόβαθρο των δυο θέσεων και τις συνέπειές τους στη θεωρητική έρευνα, με έμφαση στην έρευνα των κοινωνικών επιστημών και της οικονομικής επιστήμης.
Ταυτόχρονα παρουσιάζουμε το ιστορικό της ανάπτυξης των θεωριών της πολυπλοκότητας για την ερμηνεία του φυσικού και του κοινωνικού κόσμου.
Παραθέτουμε επίσης μια σύντομη αναφορά για τον ρόλο που διαδραματίζει στην θεωρητική έρευνα ο ρόλος του παρατηρητή.
Τέλος παρουσιάζουμε την πρόοδο που επιτεύχθηκε στη μελέτη της πολυπλοκότητας, την ειδική κατηγορία συστημάτων που η θεωρία την προσδιορίζει ως Πολύπλοκα Προσαρμοζόμενα Συστήματα και την αλληλουχία προσεγγίσεων της μελέτης αυτής της κατηγορίας συστημάτων και των μεθοδολογιών που αναπτύχθηκαν.

Στο δεύτερο μέρος εμβαθύνουμε στην ανάλυση των Πολύπλοκων Προσαρμοζόμενων Συστημάτων, παραθέτουμε την ανάλυση για την προσομοίωση ως μεθοδολογία μοντελοποίησης και ανάλυσης των συστημάτων αυτών, παρουσιάζουμε τις θεωρητικές προτάσεις για την χρήση της προσομοίωσης στις κοινωνικές επιστήμες, τις θεωρητικές απόψεις, τις επιφυλάξεις και κριτική που έχει ασκηθεί για την χρήση τους, ενώ στο τέλος προβαίνουμε σε μια σύντομη ιστορική παράθεση των προσομοιωτικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν μέχρι σήμερα για την μελέτη της κοινωνικής δυναμικής.

Στο τρίτο μέρος αναπτύσσουμε ένα προσομοιωτικό μοντέλο για την μελέτη ενός απλού συστήματος στο οποίο κυριαρχούν οι καταστάσεις ανταγωνισμού συνεργασίας και επικοινωνίας. Το μοντέλο αυτό (COMSCAPE) σχεδιάζεται με τρόπο ώστε να είναι εφικτή η μελέτη των αναδυτικών του φαινομένων με πειραματικό τρόπο. Θέτουμε τις προϋποθέσεις που είναι απαραίτητες για την μοντελοποίηση του συστήματος και για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν.
Προβαίνουμε στην βασική περιγραφή του μοντέλου, στις μετρικές που θα χρησιμοποιούν για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων του και παραθέτουμε τα πειράματα που εκτελούμε για την παραγωγή των αποτελεσμάτων αυτών. Το μέρος

αυτό της εργασίας ολοκληρώνεται με την παράθεση των αποτελεσμάτων ανά εκτελούμενο πείραμα.

Στο τέταρτο μέρος της εργασίας προβαίνουμε στην εξαγωγή συνολικών συμπερασμάτων από τα πειράματα, ανάλυση των αποτελεσμάτων αυτών με βάση τα κριτήρια που θέσαμε και μια συνολική τοποθέτηση για τις ιδιότητες του μοντέλου μας και την χρήση της μεθοδολογίας που ακολουθήσαμε. Επίσης παραθέτουμε τα ανοικτά θέματα για μελλοντική έρευνα και εντοπίζουμε τα σημεία για την ερμηνεία των οποίων ο σχεδιασμός του μοντέλου μας δεν επαρκεί εντοπίζοντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη επεξεργασίας των αρχικών υποθέσεων και την σημασία του πειραματισμού ως αποδεικτικής μεθόδου.
Η εργασία συνοδεύεται τέλος από παραρτήματα στα οποία παρέχονται οι λεπτομέρειες του τεχνικού και λειτουργικού σχεδιασμού του μοντέλου μας και σε ηλεκτρονική μορφή ο κώδικας που χρησιμοποιήσαμε και αναπτύξαμε σε δυο εκδοχές (versions).

ABSTRACT

The purpose of this study is the exploration of the emergence of phenomena which belong to some classes of social dynamics and change. This exploration is based on research tools and methodologies derived from complexity theory and Multi Agent Simulation Models.

The key assumption involved in this study is that we model the behavior of a system and its constituent parts, not the entities. So this modeling design leads to outcomes produced by the local operation of behaviors modeled in an environment where no central force governs the observed behaviors or directs the produced outputs.

Those outputs therefore, derive from the system's self- organization dynamics, revealing the emergence of distinct and observable phenomena. Those emerged phenomena, therefore, represent the effect of the evolution of a system and constitute either global behavioral forms or system entities. In essence, those emerged phenomena are nohow primarily described in the design of the system.

In order to examine this emergence, our study has been divided into four parts.

In part one we examine the theoretical debate of reductionists and holists.
We portrait the epistemological base of the above theoretical tendencies, as well as, their effects on the theoretical and applied research, emphasizing in social sciences and economics.

Besides, we set out the historical steps and the advances in the development of the complexity theory and related fields. We mention the endeavor of those theories to provide working interpretations of the physical and social world.
We also refer briefly to the role of the observer of such procedures, concerning mainly the way this role and its effects are captured by the theory.

In the last chapter of part 1 we examine a particular system class which complexity theory entitles as complex adaptive systems.

In the second part of this study we provide an in depth presentation of complex adaptive systems and we focus on the description of multi agent social simulation methodology, as an effective modeling tool for the design and analysis of such systems.
We also provide the theoretical notions for appropriate use of multi agent simulation for the design and analysis of social phenomena, as well as the expressed critiques and arguments of social scientists,

In the last chapter of Part 2 we set out some simulation models, developed for the study of social formation and dynamics.

In the third Part we design a simulation model of a simple system, which incorporates competition and cooperation forces as prevailing behaviors interrelated with the operation of communication.
The purpose of that model design, (which following VUSCAPE we have called COMSCAPE), is the study of the emergent social phenomena derived from experimental procedures.
We set out some necessary preconditions for both appropriate design of the model and accurate examination of the produced outcomes.
The model consists of a basic system and behavioral descriptions, as well as variables and metrics for the analysis of the outcomes.
Based on this design we execute a series of experiments.
In the last chapter of this Part 3 we site and analyze the produced outcomes per experiment.

In the last fourth part of this study we examine the outcomes in the light of the presuppositions we have earlier set, we present our conclusions concerning the model properties and the documentation of the simulation methodology used in COMSCAPE.
We briefly present some issues for future research and we classify some others, which bring into question the capability of our model to appropriately capture them.

We finally conclude that, social simulation experimental method can provide evidence in social dynamics analysis.

The study also contains annexes, which provide technical details and information concerning COMSCAPE.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΜΕΡΟΣ Α :ΟΛΙΣΜΟΣ – ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ

Α.1 Η ΔΙΑΜΑΧΗ ΟΛΙΣΜΟΥ – ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ /ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ- ΝΕΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ.....ΣΕΛ 11
Α.1.1 ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ
Α.1.2 Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΩΡΙΩΝ ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ
Α.1.3 ΟΛΙΣΜΟΣ- ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΣ – ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
Α.1.4 ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΣ
Α.1.5 ΟΛΙΣΜΟΣ
Α.1.5.1 ΙΣΧΥΡΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ
Α.1.5.2 ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

Α.2. Η ΑΝΤΙΘΕΣΗ ΟΛΙΣΜΟΥ – ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ..... ΣΕΛ 15
Α.2.1 Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΥ
Α.2.2 ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ
Α.2.3 ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ
Α.2.4 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΤΟΜΙΣΜΟΥ ΤΟΥ POPPER

Α.3. Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ / ΑΝΤΙΛΗΠΤΟΡΑ.....ΣΕΛ 18

Α.4. ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΠΠΣ)..... .....ΣΕΛ.19
Α.4.1 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΠΠΣ
Α.4.2 ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΠΣ
Α.4.2.1 ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
Α.4.2.2 ΧΑΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
Α.4.2.2.1 ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ
Α.4.2.2.2 ΘΕΩΡΙΑ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΧΑΟΥΣ
Α.4.2.2.3 ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ
Α.4.2.2.4 ΚΥΨΕΛΙΚΑ ΑΥΤΟΜΑΤΑ

ΜΕΡΟΣ Β: ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Β.1. ΜΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΠΛΟΚΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (ΠΠΣ) ΚΑΙ Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ ΠΟΛΛΩΝ ΦΟΡΕΩΝ (AGENT BASED MODELS) ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΟΥΣ.....ΣΕΛ.25
Β.1.1 ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ
Β.1.2 ΙΕΡΑΡΧΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
Β.1.3 ΣΧΕΔΟΝ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
Β.1.4 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΟΥΣ ΙΕΡΑΡΧΙΑΣ

Β.2. ΠΡΟΣ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΠΟΛΥΠΛΟΚΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ(ΠΠΣ)..... .....ΣΕΛ.33
Β.2.1 ΤΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ
Β.2.2 Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΠΣ
Β.2.2.1 AGENTS META - AGENTS ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ
Β.2.2.2 Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΩΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ
Β.2.2.3 ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
Β.2.2.4 BOIDS ΕΝΑ ΑΥΤΟ – ΟΡΓΑΝΟΥΜΕΝΟ ΚΟΠΑΔΙ
Β.2.2.5 ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

Β.2.2.6 Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ
Β.2.2.7 MULTI –AGENT MODELS
Β.2.2.8 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ AGENTS & AGENCY
α) ΓΝΩΣΗ- ΠΙΣΤΗ – ΑΠΟΨΗ
β) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ
γ) ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
δ) ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ
ε) ΣΚΟΠΟΙ – ΣΤΟΙΧΟΙ
στ) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ
ζ) ΓΛΩΣΣΑ
η) ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΑ
Β.2.2.9 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ
α) ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗ
β) ΣΗΜΑΝΣΗ
γ) ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΤΗΤΑ
δ) ΡΟΕΣ
ε) ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ
στ) ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ
ζ) ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Β.3 Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ SIMULATION ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ- Η ΕΙΔΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ MULTI AGENT ΜΟΝΤΕΛΩΝ ..... .ΣΕΛ 56

Β.3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ
Β.3.2 AGENT BASED MODELS
Β.3.3 ΠΕΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕ ABM ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Β.4 Η ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΩΝ/ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ vs ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ- BOTTOM UP vs TOP DOWN..... ΣΕΛ 61

Β.5. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΤΩΝ AGENTS ..... ΣΕΛ 67

Β.6. ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΤΩΝ CA MODELS ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ..... ΣΕΛ 71
Β.6.1 ΜΟΝΤΕΛΟ SAKODA
Β.6.2 ΜΟΝΤΕΛΟ SCELLING
Β.6.3 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ Sugars cape ΤΩΝ Epstein- Axtell

Β.7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΛΛΩΝ ABM ΜΟΝΤΕΛΩΝ..... .....ΣΕΛ 79
Β.7.1 ΔΙΑΧΥΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ, ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ MANAGEMENT
Β.7.2 ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΑΝΑΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΜΕΡΟΣ Γ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ COMSCAPE ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Γ.1. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ..... ..... ΣΕΛ 83

Γ.2 ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ- ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΣ ΚΑΙ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ..... ...ΣΕΛ 84

Γ.2.1. ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 1: ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΠΣ ΜΕ ΥΠΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ
Γ.2.2 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 2:ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ
Γ.2.2.1. ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ- ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ
Γ.2.2.1.1ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
Γ.2.2.1.2ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ
Γ.2.2.1.3ΠΑΙΚΤΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΠΑΙΓΝΙΩΝ
Γ.2.2.1.4 ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ (Evolutionary Game Theory)
Γ.2.2.1.5 ΟΙ ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ- ΜΙΑ ΟΠΤΙΚΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Γ.2.3 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 3: ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Γ.2.4 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 4: ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
Γ.2.4.1 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΩΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
Γ.2.4.2 Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ – Η ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΟΥ ABBOT.
Γ.2.4.3 ΟΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΙΚΡΟ –ΟΜΑΔΕΣ
Γ.2.4.4 ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ- Η ΑΝΑΔΥΣΗ ΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ

Γ.3. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ COMSCAPE.....ΣΕΛ 111
Γ.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
Γ.3.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ
Γ.3.3 ΥΠΟΒΑΘΡΟ
Γ.3.4 Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΜΕ.
Γ.3.5 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ COMSCAPE ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΥΜΕ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥ VUSCAPE.
Γ.3.6. ΦΟΡΜΑΛΙΣΤΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ.
Γ.3.6. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ – ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ COMSCAPE.
Γ.3.6.2 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΠΑΙΓΝΙΩΝ.
Γ.3.6.3 Η ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗ ΩΣ ΠΤΥΧΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ – ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ.
Γ.3.6.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ COMSCAPE ΩΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ - TRUST GAME.

Γ.3.7 ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ COMSCAPE..... .... **ΣΕΛ 126**
Γ.3.7.1 ΣΕ ΠΟΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΑΠΑΝΤΑ
Γ.3.7.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΕΙΣΑΓΟΝΤΑΙ.
Γ.3.7.2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΡΩΝ.
Γ.3.7.2.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΦΟΡΕΙΣ.
Γ.3.7.2.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ TRUST GAME.
Γ.3.7.2.4 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ - ΑΤΕΛΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ
Γ.3.7.2.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ CONTROL LOOP ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ.
Γ.3.7.2.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ.

Γ.4. ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΩΝ..... ..... ΣΕΛ 143

Γ.5 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....ΣΕΛ 150
Γ.5.1. ΠΕΙΡΑΜΑ 1.
Γ.5.2. ΠΕΙΡΑΜΑ 2.
Γ.5.3. ΠΕΙΡΑΜΑ 3.
Γ.5.4. ΠΕΙΡΑΜΑ 4.
Γ.5.5. ΠΕΙΡΑΜΑ 5
Γ.5.6. ΠΕΙΡΑΜΑ 6

Γ.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ..... ΣΕΛ 155
Γ.6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΤΗΝ VERSION A COMSCAPE

Γ.6.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΤΗΝ VERSION B COMSCAPE

ΜΕΡΟΣ Δ : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δ.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... ....ΣΕΛ 217

Δ.2. ΓΕΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....ΣΕΛ 217

Δ.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ COMSCAPE.....ΣΕΛ 218

Δ.4. ΑΝΟΙΧΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....ΣΕΛ 226

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: SUGARSCAPE – ΒΑΣΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ..... **ΣΕΛ 229**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: VUSCAPE-ΒΑΣΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΑΙ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΠΟΥ ΑΠΟΤΙΜΑ..... **ΣΕΛ 233**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ COMSCAPE ..... **ΣΕΛ 241**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ (ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: ΚΩΔΙΚΑΣ COMSCAPE VERSION1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6: ΚΩΔΙΚΑΣ COMSCAPE VERSION2

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΠΟΛΛΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Η προσομοίωση αποτελεί μια μέθοδο παρουσίασης ανάλυσης και ερμηνείας φαινομένων. Παρά το γεγονός ότι η μέθοδος αυτή αξιοποιεί ως εργαλείο την τεχνολογία των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και της Πληροφορικής η ιστορία της ξεκινά πριν από την ραγδαία ανάπτυξη της Πληροφορικής. Οι απαρχές της βρίσκονται στον John Von Newman, τον Sacoda και τον Shelling με τις εργασίες που ανέπτυξαν από την δεκαετία του 40.
Η προσομοίωση διερευνά τα αντικείμενα- στόχους της βασιζόμενη στην ανάπτυξη μοντέλων.
Επίσης η προσομοίωση εμφανίζεται με ποικιλία τύπων.
Βασικοί τύποι προσομοίωσης είναι η μέθοδος μακρο προσομοίωσης (macro – Simulation) μικρό –προσομοίωσης (micro- Simulation) η μεθοδολογία προσομοίωσης περιβαλλόντων πολλών αυτόνομων φορέων (Agent Based Models) που βασίζεται σε μοντέλα δυο ή τριών διαστάσεων και σε μια ποικιλία μεθόδων τεχνολογιών, και επιστημονικών προσεγγίσεων που ξεκινούν από τα κυψελικά αυτόματα και φθάνουν στις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης.

Η προσομοίωση ως μεθοδολογικό εργαλείο αξιοποιείται τόσο από τις φυσικές όσο και από τις κοινωνικές επιστήμες. Στον χώρο των κοινωνικών επιστημών η χρήση της μεθοδολογίας της προσομοίωσης προσανατολίζεται στην διερεύνηση φαινομένων τα οποία αντιμετωπίζονται ως δυναμικές και διαδικασίες.
Η παρούσα εργασία εξετάζει ένα τέτοιο φαινόμενο βασισμένη σε αυτόν τον χαρακτήρα της προσομοίωσης και χρησιμοποιώντας την προσομοίωση περιβαλλόντων πολλών φορέων.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΕΥΕΤΑΙ Η ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΥΤΗ

Η παρούσα εργασία επιχειρεί την διερεύνηση της ανάδυσης δυναμικών αυτοοργάνωσης ενός τεχνητού κόσμου, ο οποίος αποτελεί το προϊόν μιας μοντελοποίησης βασισμένης στη θεωρία των παιγνίων.
Ο συνδυασμός μοντελοποίησης και προσομοίωσης αποσκοπεί στην διερεύνηση ανάδυσης μοτίβων και δυναμικών που αποτελούν απόρροια της δράσης αυτόνομων φορέων εξοπλισμένων με οριακές δυνατότητες και οι οποίοι εκδηλώνουν συμπεριφορές τοπικά και επηρεάζουν ο ένας τον άλλο.
Η ανάδυση αυτή επέρχεται δίχως την παρέμβαση οποιουδήποτε είδους κεντρικής ρυθμιστικής αρχής.

Ο σχεδιασμός των συμπεριφορών των φορέων, των δυνατοτήτων τους και του περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργούν αποτελεί αντικείμενο της μοντελοποίησης. Οι εκδηλούμενες από τους φορείς συμπεριφορές εμπεριέχουν τα στοιχεία του ανταγωνισμού της συνεργασίας και της επικοινωνίας. Τα στοιχεία αυτά ενσωματώνονται στις ατομικές τους συμπεριφορές με μορφές αλληλεπιδράσεων από την θεωρία των παιγνίων αναφορικά με τα στοιχεία του ανταγωνισμού και της συνεργασίας και με μορφές πρωτοκόλλων επικοινωνίας σε ότι αφορά την επικοινωνία μεταξύ τους.

Το μοντέλο περιλαμβάνει ένα αρχικά αδιαφοροποίητο πληθυσμό φορέων, ο καθένας από τους οποίους διαθέτει οριακές ικανότητες κίνησης, λήψης και εκπομπής πληροφορίας, μεταβολισμό, πεπερασμένο χρόνο ζωής, ικανότητες κίνησης στο χώρο, ικανότητα αναπαραγωγής, ικανότητα αξιολόγησης των στοιχείων του περιβάλλοντος του τεχνητού αυτού κόσμου. Οι φορείς αυτοί είναι διαρκώς εκτεθειμένοι στον κίνδυνο

εξαφάνισης ανάλογα με τις επιδόσεις τους στην αναζήτηση και συλλογή πόρων. Η ανάλωση πόρων στο μοντέλο της εργασίας αυτής αποτελεί βασικό όρο της ατομικής επιβίωσης του κάθε φορέα. Η διαδικασία αυτή όμως αφενός προϋποθέτει την μόνιμη επιδίωξη κάθε φορέα να μεγιστοποιεί την ποσότητα πόρων που κατέχει και αφετέρου την διαρκή του αλληλεπίδραση με άλλους φορείς προκειμένου αυτή η συγκομιδή να καθίσταται εφικτή.

Η αλληλεπίδραση όμως στον τεχνητό αυτό κόσμο διεξάγεται με όρους από την θεωρία των παιγνίων και συγκεκριμένα από την διεξαγωγή ενός παιγνίου που αποτελεί παραλλαγή του Διλήμματος του Φυλακισμένου, έτσι ώστε η διανομή του πόρου που συλλέγεται εξαρτάται από τις συμπεριφορές των φορέων που εμπλέκονται.
Εάν όλοι οι εμπλεκόμενοι εκδηλώσουν συνεργατική συμπεριφορά κατά τους όρους της θεωρίας των παιγνίων τότε το προϊόν της συλλογής ισοκατανέμεται ανάμεσά τους.
Εάν όμως έστω και ένας εξ αυτών εκδηλώσει ανταγωνιστική συμπεριφορά τότε τα αποτελέσματα είναι τελείως διαφορετικά. Είτε μόνο αυτός λαμβάνει θετική ποσότητα ίση με το σύνολο του προς διανομή πόρου και οι υπόλοιποι μηδενική ποσότητα, είτε όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς λαμβάνουν μηδενική ποσότητα.

Το μοντέλο λοιπόν περιλαμβάνει όρους αλληλεπίδρασης που η θεωρία των παιγνίων προσδιορίζει ως κοινωνικό δίλημμα. Η προσπάθεια μεγιστοποίησης του ατομικού οφέλους επιφέρει ενδεχόμενα μηδενικά οφέλη στους αλληλεπιδρώντες φορείς. Κατά την θεωρία των παιγνίων τα αποτελέσματα αυτά είναι τα καλύτερα δυνατά που μπορεί να επιτύχει ο κάθε φορέας δεδομένης της συμπεριφοράς του άλλου και περιγράφονται ως σημεία ισορροπίας του παιγνίου. Στο μοντέλο που αναπτύσσει η εργασία αυτή η πιθανότητα επιλογής ανταγωνιστικής συμπεριφοράς είναι αρχικά ορισμένη ως Π= 0,5.Με βάση αυτή τη μοντελοποίηση, επιχειρούμε με την προσομοίωση να διαπιστώσουμε τα συναθροιστικά φαινόμενα που επιφέρουν οι τοπικά εκδηλούμενες συμπεριφορές.
Τα αναδυτικά φαινόμενα προκαλούνται επομένως από την προσομοιωτική διαδικασία, η οποία μετατρέπει ένα απλό μοντέλο σε δυναμική διαδικασία και με τον τρόπο αυτό δημιουργεί ένα σύστημα αλληλεπιδράσεων όπου οι τοπικές συμπεριφορές που εκδηλώνουν οι φορείς αλληλεξαρτούν τον καθένα από τους άλλους. Και τα φαινόμενα που παράγονται συνθέτουν μια πολύπλοκη κατάσταση παρά το γεγονός ότι προέρχονται από εξαιρετικά απλές συνθήκες.
Η εργασία αυτή επιχειρεί να διερευνήσει κατά πόσο με την διαδικασία της προσομοίωσης αναδύονται καταστάσεις που διαθέτουν σταθερότητα, αντοχή στο χρόνο και ομαδοποίηση.
Στο βαθμό που μπορούμε να παρατηρήσουμε τέτοιες δυναμικές τότε τις αποδίδουμε στην ανάδυση, την αυτοοργάνωση του συστήματος του τεχνητού αυτού μοντελοποιημένου κόσμου και στη μη γραμμικότητα της εξέλιξής του.
Ως κριτήριο επαλήθευσης η εργασία θέτει την βιωσιμότητα του πληθυσμού.

Εάν επικρατήσουν από την προσομοίωση ανταγωνιστικές στρατηγικές τότε ο πληθυσμός των φορέων θα εξαφανισθεί. Επομένως εάν ο πληθυσμός αυτός επιδεικνύει αντοχή στην εξαφάνιση τότε αυτό θα αποδίδεται στην επικράτηση συνεργατικών συμπεριφορών. Σε αυτό το ενδεχόμενο αυτή η επικράτηση δεν θα αποτελεί εξωτερική παρέμβαση αλλά προϊόν συντονισμού των φορέων. Καθοριστικό στοιχείο σε αυτή την διαδικασία συντονισμού είναι η επικοινωνία.
Με βάση τις σχεδιαστικές παραδοχές του μοντέλου οι φορείς προκειμένου να προβούν στη συγκομιδή πόρων είναι υποχρεωμένοι να χρησιμοποιήσουν την περιορισμένη ικανότητα επικοινωνίας που διαθέτουν προκειμένου να προσελκύσουν άλλους φορείς για τη συγκομιδή του πόρου.

Η εργασία αυτή χρησιμοποιεί δυο μορφές επικοινωνίας την «δημόσια» και την «ιδιωτική». Αυτές οι δυο μορφές παρουσιάζουν διαφορές.

Η δημόσια επικοινωνία ορίζεται στο μοντέλο σαν η αποστολή πληροφοριών από τον φορέα- πομπό σε όσους φορείς βρίσκονται εντός μιας εμβέλειας αποστολής του μηνύματος.

Η ιδιωτική επικοινωνία αντιθέτως ορίζεται ως η αποστολή πληροφοριών μόνο σε συγκεκριμένους αποδέκτες με κριτήριο την αμοιβαία συνεργατική συμπεριφορά στο παρελθόν.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρά τις εξαιρετικά απλές συνθήκες του μοντέλου αυτού είναι απείρως δύσκολος ο προσδιορισμός των αποτελεσμάτων με τρόπο διαφορετικό από την χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία της προσομοίωσης. Και ο λόγος είναι ότι τα αποτελέσματα που παράγονται είναι μη γραμμικά και επισωρεύουν πολυπλοκότητα στην εξέλιξη του χρόνου.

Η προσομοίωση επομένως του μοντέλου αποτελεί μια μεθοδολογία σύνθεσης των επιμέρους ατομικών συμπεριφορών σε μια δυναμική, η εξέλιξη της οποίας συνεπάγεται αναδυτικά φαινόμενα, τα οποία η εργασία επιχειρεί να καταγράψει και να ερμηνεύσει.

Κατά κύριο λόγο αντικείμενο της εργασίας είναι η διαπίστωση της αντοχής του πληθυσμού έναντι της εξαφάνισης. Επιπλέον όμως αντικείμενο αποτελεί η αποτύπωση των συμπεριφορών του πληθυσμού που επιβιώνει. Στο βαθμό που αυτή η σύνθεση επιφέρει επαναλαμβανόμενες συνεργατικές συμπεριφορές βασισμένες στην επικοινωνία τότε τα παραγόμενα αποτελέσματα πρέπει να συσχετισθούν με την δημιουργία ομάδων ως όρου που εμφανίζεται αναδυτικά από την προσομοιωτική διαδικασία.

Σε αυτή την περίπτωση επίσης η εργασία οφείλει να αξιολογήσει τα αποτελέσματα με βάση όχι μόνο την κλασσική θεωρία παιγνίων αλλά κυρίως με τα θεωρητικά πορίσματα της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων καθώς και να εξετάσει τη σχέση αυτών των αποτελεσμάτων με τα θεωρητικά πορίσματα που έχουν διατυπωθεί γι' αυτού του είδους την ανάδυση από κοινωνικούς επιστήμονες.

Η εργασία συγκρίνει τα αποτελέσματα με την θεωρητική κατασκευή του Luchmann για την αναπαραγωγή της πληροφορίας, την θεωρητική πρόταση του Abbott για την σχέση κοινωνικών οντοτήτων και συνόρων που τις προσδιορίζουν και προβαίνει σε μια σύντομη σύγκριση με τις θεωρίες για τις μικροομάδες.

Επίσης συγκρίνει τα αποτελέσματα με το μοντέλο οικονομικής ιστορίας του North.

ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η συνεισφορά της εργασίας αυτής εδράζεται στον σχεδιασμό μιας πρωτότυπης μοντελοποίησης μελέτης των φαινομένων ανταγωνισμού και συνεργασίας εκφρασμένων σε όρους από την θεωρία των παιγνίων.

Η κλασσική θεωρία παιγνίων αποφαίνεται ότι σε αυτές τις καταστάσεις οι παίκτες λαμβάνουν οφέλη τα οποία δεν είναι μεν ικανοποιητικά, είναι όμως τα μέγιστα που μπορούν να λάβουν δεδομένης της συμπεριφοράς των άλλων παικτών.

Η σχετική ορολογία που χρησιμοποιεί η θεωρία παιγνίων για τα οφέλη από παίγνια τύπου διλήμματος του φυλακισμένου είναι minim ax payoffs. Η εργασία συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση του γεγονότος ότι όταν το παίγνιο αυτό εξελίσσεται σε περιβάλλοντα πολλών παικτών και με διάρκεια στο χρόνο τότε η minim ax λύση ανατρέπεται και το κοινωνικό δίλημμα κατά την ορολογία της θεωρίας των παιγνίων επιδέχεται διαφορετικές λύσεις οι οποίες βρίσκονται πλησιέστερα σε αυτές που προβλέπει η εξελικτική θεωρία παιγνίων.

Η εξελικτική θεωρία παιγνίων προβλέπει την ύπαρξη εξελικτικά σταθερών στρατηγικών με βάση τις οποίες ένας πληθυσμός παικτών ανθίσταται στην εισβολή άλλων στρατηγικών.

Και η ακριβής της συνεισφορά δεν εδράζεται στη διατύπωση μαθηματικών μοντέλων προς τούτο αλλά στην δυναμική προσομοιωτική μοντελοποίηση καταδεικνύοντας τις

δυνατότητες αυτής της μεθοδολογίας αναφορικά με την ανάλυση αποτελεσμάτων που εμπεριέχουν πολυπλοκότητα και αποτελούν μη γραμμικά φαινόμενα.
Επιπλέον όμως η εργασία αυτή θεωρούμε ότι συνεισφέρει και στις κοινωνικές επιστήμες δεδομένου ότι η φύση του προβλήματος που πραγματεύεται αποτελεί βασικό θέμα που απασχολεί τους κοινωνικούς επιστήμονες, ενώ ταυτόχρονα η εργασία επιχειρεί να αναπτύξει μια διαφορετική μεθοδολογία προσέγγισης στη διερεύνηση τέτοιας φύσεως προβλημάτων.
Με την μεθοδολογία της προσομοίωσης παρέχεται η δυνατότητα μοντελοποίησης της κοινωνικής δυναμικής και η διερεύνησή της σαν σύστημα που εξελίσσεται ως πολύπλοκη διαδικασία στο χρόνο.

Η χρήση φυσικά φορέων που αποτελούν τεχνητές υπολογιστικές μονάδες λήψης απόφασης δεν είναι δυνατό να εξομοιωθούν με πραγματικά υποκείμενα. Επιπλέον οι καταστάσεις των συνθηκών ανταγωνισμού και συνεργασίας που πραγματεύεται η εργασία αυτή είναι διατυπωμένες σε ένα υψηλής αφαίρεσης επίπεδο.
Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται προσοχή αναφορικά με την έκταση των συμπερασμάτων που εξάγονται.
Παρόλα αυτά η συνεισφορά της εργασίας αυτής βρίσκεται στο γεγονός ότι έρχεται να προσθέσει στην προσπάθεια κατανόησης των φαινομένων κοινωνικής δυναμικής με χρήση προσομοιωτικών μοντέλων, μεθοδολογία που διαφαίνεται χρήσιμη ως επικουρικό μεθοδολογικό ανάλυσης λόγω της ικανότητάς της να καταγράφει μη γραμμικές δυναμικές και αναδυτικά φαινόμενα από αρχικές καταστάσεις απλών αλληλεπιδράσεων.
Επίσης η συνεισφορά της εργασίας θεωρούμε ότι βρίσκεται στο γεγονός ότι λειτουργεί ως σύνδεσμος περιγραφών κοινωνικής μεταβολής και αλλαγής με τις διατυπώσεις και το εννοιολογικό περιεχόμενο της θεωρίας παιγνίων για την καλύτερη κατανόηση της κοινωνικής δυναμικής και μεταβολής.

ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η μεθοδολογία που ακολουθούμε στην εργασία αυτή είναι η ακόλουθη:
Η εργασία είναι χωρισμένη σε τέσσερα μέρη.

Στο πρώτο μέρος παραθέτουμε την θεωρητική διαμάχη ανάμεσα στους εκπροσώπους του ολισμού και του αναγωγισμού, το επιστημολογικό υπόβαθρο των δυο θέσεων και τις συνέπειές τους στη θεωρητική έρευνα, με έμφαση στην έρευνα των κοινωνικών επιστημών και της οικονομικής επιστήμης.
Ταυτόχρονα παρουσιάζουμε το ιστορικό της ανάπτυξης των θεωριών της πολυπλοκότητας για την ερμηνεία του φυσικού και του κοινωνικού κόσμου.

Παραθέτουμε επίσης μια σύντομη αναφορά για τον ρόλο που διαδραματίζει στην θεωρητική έρευνα ο ρόλος του παρατηρητή.
Τέλος παρουσιάζουμε την πρόοδο που επιτεύχθηκε στη μελέτη της πολυπλοκότητας, την ειδική κατηγορία συστημάτων που η θεωρία την προσδιορίζει ως Πολύπλοκα Προσαρμοζόμενα Συστήματα και την αλληλουχία προσεγγίσεων της μελέτης αυτής της κατηγορίας συστημάτων και των μεθοδολογιών που αναπτύχθηκαν.

Στο δεύτερο μέρος εμβαθύνουμε στην ανάλυση των Πολύπλοκων Προσαρμοζόμενων Συστημάτων, παραθέτουμε την ανάλυση για την προσομοίωση ως μεθοδολογία μοντελοποίησης και ανάλυσης των συστημάτων αυτών, παρουσιάζουμε τις θεωρητικές προτάσεις για την χρήση της προσομοίωσης στις κοινωνικές επιστήμες, τις θεωρητικές απόψεις, τις επιφυλάξεις και κριτική που έχει ασκηθεί για την χρήση τους, ενώ στο τέλος προβαίνουμε σε μια σύντομη ιστορική παράθεση των προσομοιωτικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν μέχρι σήμερα για την μελέτη της κοινωνικής δυναμικής.

Στο τρίτο μέρος αναπτύσσουμε ένα προσομοιωτικό μοντέλο για την μελέτη ενός απλού συστήματος στο οποίο κυριαρχούν οι καταστάσεις ανταγωνισμού συνεργασίας και επικοινωνίας. Το μοντέλο αυτό (COMSCAPE) σχεδιάζεται με τρόπο ώστε να είναι εφικτή η μελέτη των αναδυτικών του φαινομένων με πειραματικό τρόπο. Θέτουμε τις προϋποθέσεις που είναι απαραίτητες για την μοντελοποίηση του συστήματος και για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν.
Προβαίνουμε στην βασική περιγραφή του μοντέλου, στις μετρικές που θα χρησιμοποιούν για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων του και παραθέτουμε τα πειράματα που εκτελούμε για την παραγωγή των αποτελεσμάτων αυτών. Το μέρος αυτό της εργασίας ολοκληρώνεται με την παράθεση των αποτελεσμάτων ανά εκτελούμενο πείραμα.

Στο τέταρτο μέρος της εργασίας προβαίνουμε στην εξαγωγή συνολικών συμπερασμάτων από τα πειράματα, ανάλυση των αποτελεσμάτων αυτών με βάση τα κριτήρια που θέσαμε και μια συνολική τοποθέτηση για τις ιδιότητες του μοντέλου μας και την χρήση της μεθοδολογίας που ακολουθήσαμε. Επίσης παραθέτουμε τα ανοικτά θέματα για μελλοντική έρευνα και εντοπίζουμε τα σημεία για την ερμηνεία των οποίων ο σχεδιασμός του μοντέλου μας δεν επαρκεί εντοπίζοντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη επεξεργασίας των αρχικών υποθέσεων και την σημασία του πειραματισμού ως αποδεικτικής μεθόδου.

Η εργασία συνοδεύεται τέλος από παραρτήματα στα οποία παρέχονται οι λεπτομέρειες του τεχνικού και λειτουργικού σχεδιασμού του μοντέλου μας και σε ηλεκτρονική μορφή ο κώδικας που χρησιμοποιήσαμε και αναπτύξαμε σε δυο εκδοχές (versions).

ΜΕΡΟΣ Α :ΟΛΙΣΜΟΣ – ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ

Α.1. Η ΔΙΑΜΑΧΗ ΟΛΙΣΜΟΥ – ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ /ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ- ΝΕΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ

Α.1.1 *ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ.*

Από την εποχή των θεμελιωτών των κοινωνικών επιστημών έγινε αντιληπτή η πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει τον κοινωνικό κόσμο και επιχειρήθηκαν προσεγγίσεις οι οποίες προσπαθούσαν να υπερβούν τις δυσκολίες που έθετε αυτή η διαπιστούμενη πολυπλοκότητα στη μελέτη και ερμηνεία του κοινωνικού μας κόσμου.
Υπάρχει μια παρατεταμένη διαμάχη στις κοινωνικές επιστήμες ανάμεσα στον μεθοδολογικό ατομισμό (methodological Individualism) και τον μεθοδολογικό ολισμό (methodological Holism).
Αυτή η διαμάχη μπορεί να διακριθεί σε τρεις περιόδους.Udehl (2002).
Η πρώτη εντοπίζεται χρονικά την περίοδο ανάμεσα στο τέλος του 19^{ου} αιώνα και στις αρχές του 20^{ου}.
Η δεύτερη ξεκινά μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και μεσουρανεί γύρω στο 1950.
Η Τρίτη αρχίζει γύρω στα 1980 και συνεχίζεται με διάφορες μορφές μέχρι σήμερα.
Αυτή, η τρίτη περίοδος είναι στενά συνδεδεμένη με την ταχεία διάδοση στην κοινωνική θεωρία της λεγόμενης ορθολογικής επιλογής (rational choice) η οποία αποτελεί ιδέα προερχόμενη από την οικονομική επιστήμη.
Τόσο ο μεθοδολογικός ατομισμός, όσο και ο ολισμός εμφανίζονται με πολλές παραλλαγές.

Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο L.Udehl (2002)ο λόγος ύπαρξης αυτής της διαμάχης ανάμεσα στον ολισμό και τον αναγωγισμό εντοπίζεται κύρια στο γεγονός ότι αγγίζει τις πιο βαθιές μας πεποιθήσεις αναφορικά με τη φύση του ατόμου και της κοινωνίας, τη γνώση μας για τις οντότητες αυτές και αναμφίβολα τα ιδανικά μας αναφορικά με το τι συνιστά μια «καλή κοινωνία».

Στην πραγματικότητα, επισημαίνει ο Udehl, οι δυσκολίες προέρχονται από το γεγονός ότι η φύση αυτών των εννοιών έχει χαρακτήρα φιλοσοφικό. Επειδή εισάγουν ερωτήματα μη άμεσα υπαγόμενα (amenable) στον εμπειρικό έλεγχο και αυτή η δυσκολία συνοδεύεται από μια δυσκολία διατύπωσης καθαρών απαντήσεων.

Α.1.2 *Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΩΡΙΩΝ ΤΗΣ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ.*

Ταυτόχρονα, κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα αναπτύσσεται και η ιδέα της πολυπλοκότητας σε μια συγκεκριμένη ερευνητική κατεύθυνση. Η πολυπλοκότητα δεν συσχετίζεται πλέον με τις αναγωγιστικές θέσεις και υποθέσεις τύπου ceteris paribus της οικονομικής επιστήμης, αλλά επιχειρείται η προσέγγιση μιας μεθοδολογίας περιγραφής του φυσικού και κοινωνικού κόσμου σε όρους συστημάτων που θεωρούνται πολύπλοκα, καθώς και της συμπεριφοράς και των ιδιοτήτων των συστημάτων αυτών. Σταδιακά η πολυπλοκότητα αναγορεύεται σε ένα διακριτό αντικείμενο σπουδής πολλών επιστημών κυρίως των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών.

Κατά τον Simon (1996) αυτό το ενδιαφέρον ακολουθεί μια ιστορική αλληλουχία τριών επιστημονικών θεωρήσεων.
Ενώ μοιράζονται το ενδιαφέρον τους για την πολυπλοκότητα αυτές οι τρεις προσεγγίσεις επιλέγουν διαφορετικά θέματα ειδικού ενδιαφέροντος.

Σταθμοί αυτού του ενδιαφέροντος:

- **Ολισμός** (μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο) ενδιαφέρον για την «δημιουργική εξέλιξη/creative evolution».
  Η ολιστική θεώρηση της πολυπλοκότητας εστιάζει στη θέση ότι το όλον υπερβαίνει το άθροισμα των μερών και με την έννοια αυτή η θεώρηση είναι ισχυρά αντι-αναγωγική.

- **Κυβερνητική**. Στην φάση αυτή, που εμφανίζεται μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, οι όροι που χρησιμοποιούνται είναι ανάδραση (feedback), πληροφορία, και γενικά συστήματα.
  Η φάση αυτή είναι ουδέτερη αναφορικά με τον αναγωγισμό εστιάζοντας στο ρόλο της ανάδρασης [feedback] και της ομοιόστασης [homeostasis - self-stabilization] για την διατήρηση των πολύπλοκων συστημάτων.

- **Θεωρίες χάους και προσαρμοστικών συστημάτων.** Στην Τρίτη περίοδο το ενδιαφέρον στρέφεται γύρω από τις έννοιες του χάους, προσαρμοζόμενων συστημάτων, γενετικών αλγορίθμων και cellular automata.
  Αυτή η προσέγγιση εστιάζει στους μηχανισμούς που δημιουργούν και διατηρούν την πολυπλοκότητα, καθώς και στην ανάπτυξη εργαλείων τα οποία μπορούν να την περιγράψουν και να την αναλύσουν.

Α.1.3 *ΟΛΙΣΜΟΣ- ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΣ – ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ*

Η διαμάχη ανάμεσα στον αναγωγισμό και τον ολισμό συνεχίζεται μέχρι σήμερα.
Στην πραγματικότητα αποτελεί δυο πόλους προσέγγισης της επιστημονικής ερμηνείας του φυσικού και του κοινωνικού κόσμου και με την έννοια αυτή δεν περιορίζεται μόνο στις κοινωνικές επιστήμες. Όπως σημειώνει ο L.Udehn (2002), αναφορικά με την θεωρητική ερμηνευτική ικανότητα του αναγωγισμού και του ολισμού, είναι απαραίτητο «να γνωρίζουμε εάν είμαστε αντιμέτωποι με μια οντολογική θέση για την κοινωνική πραγματικότητα, μια επιστημολογική θέση αναφορικά με την πιθανή να αποκτηθεί επιστημονική γνώση, ή με έναν αυστηρά μεθοδολογικό κανόνα αναφορικά με τη στρατηγική που θα ακολουθήσουμε για την θεμελίωση γνώσης.

Είναι επίσης απαραίτητο να γνωρίζουμε ειδικότερα για τον μεθοδολογικό ατομισμό εάν πρέπει να αποτελέσει έναν κανόνα κατανόησης της πραγματικότητας που είτε αφορά ιδέες, είτε ερμηνείες, είτε νόμους [Lars Udehn,2002].

Είμαστε επομένως αντιμέτωποι με ένα γενικότερο επιστημολογικό προσανατολισμό. Μας υποχρεώνει να δούμε πιο συγκεκριμένα τόσο τον αναγωγισμό όσο και τον ολισμό, τις θέσεις και τα ασθενή τους σημεία.
Η αναζήτηση από την άλλη θεωρητικών διατυπώσεων για την ανάλυση των κοινωνικών φαινομένων, βασισμένων στις θεωρίες και μεθοδολογίες της πολυπλοκότητας συμβάλει στην κατανόησή μας και σε ένα βαθμό ξεπερνά ή και πιθανά γεφυρώνει τις μικρό-μακρό θεωρήσεις.
Μας υποχρεώνει όμως επίσης να εξετάσουμε τον ρόλο του παρατηρητή/ αντιλήπτορα σύμφωνα με την διατύπωση του Μωρέν.

Ας τα εξετάσουμε συνοπτικά.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Α.1.4 *ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΣ.*

Όπως το διατυπώνει ο Edmonds [1999], η επιστημονική μέθοδος δεν είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα καλά ορισμένη, αλλά έχει προέλθει από την επιδίωξη της επιστημονικής αλήθειας. Ορισμένοι φιλόσοφοι ιστορικά έχουν υιοθετήσει μια «απλή φόρμα» ιδανικής επιστημονικής πρακτικής η οποία ανακεφαλαιώνεται στην αναγωγική προσέγγιση. Υπάρχουν πολλές τυποποιήσεις του αναγωγισμού.
Ο Edmonds αναφέρει χαρακτηριστικά:

«Μερικά παραδείγματα είναι τα ακόλουθα:
Κάθε φαινόμενο μπορεί αυθαίρετα να προσεγγισθεί ικανοποιητικά εάν ερμηνευθεί σε όρους φυσικών νόμων του μικρόκοσμου.
Κάθε προσδιορίσιμη διαδικασία μπορεί να τύχει ακριβούς υπολογισμού.
Κάθε διαδικασία με αιτιακή προέλευση μπορεί να τυποποιηθεί με μέθοδο που επιδέχεται σύνταξη.
Κάθε πρόβλημα είναι εν δυνάμει αποσυνθέσιμο σε αυτόνομα προβλήματα κατώτερης τάξης.
Η ερμηνεία του όλου μπορεί να επιτευχθεί με ερμηνεία των μερών που το συνθέτουν.

Παρά την φαινομενική διαφορά αυτών των διατυπώσεων όλες ανακεφαλαιώνουν ένα συγκεκριμένο και διακριτό στυλ έρευνας. Προδιαγράφουν ότι κάθε φαινόμενο, ανεξάρτητα από το πόσο σύνθετο ή πολύπλοκο είναι μπορεί να μοντελοποιηθεί επαρκώς σε όρους περισσότερο βασικών στοιχειωδών και τυποποιημένων νόμων. Ως εκ τούτου έχουν τις ρίζες τους σε ένα είδος προσέγγισης που επιχειρεί να ανακαλύψει επαρκή μοντέλα έρευνας απλών θεμελιωδών νόμων.
Ποικίλουν δε σε βαθμό ώστε στο ένα άκρο βρίσκεται το ερώτημα εάν όλα τα πραγματικά συστήματα μπορούν να μοντελοποιηθούν με ένα απλό τυποποιημένο τρόπο και στο άλλο άκρο βρίσκονται πολλά πρακτικά θέματα αναφορικά με το ικανοποιητικό είδος αναγωγισμού που αποδίδει με επάρκεια στην πραγματική επιστημονική αναζήτηση».
Η διαμάχη αναγωγισμού – ολισμού αντανακλάται γενικότερα στον χώρο τόσο των φυσικών όσο και των κοινωνικών επιστημών και δοκιμάζει βασικές επιστημολογικές παραδοχές που χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση και ερμηνεία των υπό παρατήρηση φαινομένων.

Κατά τον Edmonds πρωτίστως το ασθενές σημείο του αναγωγισμού βρίσκεται στην ίδια τη αναγωγική τοποθέτηση η οποία αφενός δεν είναι επιστημονικά ελέγξιμη και αφετέρου δεν είναι δυνατό να αναχθεί σε απλούστερα για επίλυση προβλήματα. Φιλοσοφικά η ένσταση αυτή ανάγεται στον Καντ και στην θέση του αναφορικά με την εμπειρία και την νόηση.
Γι αυτό, το ερώτημα της ερμηνευτικής αλήθειας αυτής της προσέγγισης, τοποθετείται έξω από το πεδίο της παραδοσιακής επιστήμης και επομένως έξω από το πεδίο του ίδιου του αναγωγισμού.

Α.1.5 *ΟΛΙΣΜΟΣ*

Σύμφωνα με τον J.C. Smuts 1929]:
«Ο ολισμός θεωρεί τα φυσικά αντικείμενα σαν ολότητες..... Αντιλαμβάνεται τη φύση σαν αποτελούμενη από διακριτά, συμπαγή σώματα και πράγματα τα οποία δεν είναι εντελώς ευδιάλυτα στα μέρη τους και ..... τα οποία ξεπερνούν το σύνολο των αθροισμάτων των μερών τους. Η μηχανική τοποθέτηση των συνθετικών τους μερών μαζί δεν τα παράγει ή τα ερμηνεύει ως προς τον χαρακτήρα και τη συμπεριφορά τους».
Ο ολισμός εμφανίζεται με δυο ειδών αναπαραστάσεις, ασθενείς κα ισχυρές.

A.1.5.1 *ΙΣΧΥΡΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ.*

Αυτές εμφανίζονται στην αναπαράσταση ζωντανών συστημάτων όπου η θέση «τοποθετώντας μαζί τα συνθετικά μέρη δεν παράγουμε το συνολικό σύστημα», υπονοεί μια ζωτικοκρατία. Όταν εφαρμόζεται στη νόηση χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει τη θέση ότι αυτή εμπεριέχει περισσότερα από την διάταξη και τη συμπεριφορά των νευρωνίων.

Όταν εφαρμόζεται σε πολύπλοκα συστήματα γενικότερα, υποθέτει την εμφάνιση νέων ιδιοτήτων και συμπεριφορών που εμφανίζουν τα υποσυστήματα στο επίπεδο του συστήματος οι οποίες δεν ανιχνεύονται στα συνθετικά μέρη του συστήματος. Η ερμηνεία που δίνει ο ολισμός σε αυτή τη συνθήκη είναι η ανάδυση, μια «δημιουργική» αρχή.

A.1.5.2 *ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ*

Σε αυτή τη διατύπωση του ολισμού, η ανάδυση σημαίνει ότι τα τμήματα ενός πολύπλοκου συστήματος αναπτύσσουν αμοιβαίες σχέσεις οι οποίες δεν υπάρχουν όταν τα τμήματα λειτουργούν σε απομόνωση.
Η ασθενής ανάδυση γίνεται καταφανής με ποικιλία τρόπων. Προκειμένου να περιγράψουμε ένα πολύπλοκο σύστημα εισάγουμε νέες θεωρητικές έννοιες για να περιγράψουμε ποσότητες οι οποίες δεν καθίστανται παρατηρήσιμες άμεσα, αλλά ορίζονται από τις σχέσεις των παρατηρούμενων.
Ο Edmonds παρατηρεί ότι αποδεχόμενοι την έννοια των ασθενών αναπαραστάσεων της ανάδυσης, μπορούμε να προσχωρήσουμε στον αναγωγισμό επί της αρχής ακόμη και αν δεν είναι εύκολο να συμπεράνουμε αυστηρά τις ιδιότητες του όλου από τη γνώση των ιδιοτήτων των μερών.
Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να δομήσουμε σχεδόν ανεξάρτητες θεωρίες για κάθε διαδοχικό επίπεδο πολυπλοκότητας ενώ ταυτόχρονα να δομήσουμε θεωρίες που να γεφυρώνουν ερμηνείες αναφορικά με το πώς κάθε υψηλότερο επίπεδο μπορεί να ερμηνεύεται σε όρους των στοιχείων και των σχέσεων που υπάρχουν στο αμέσως κατώτερο επίπεδο.
Η επιστημονική φιλολογία του ολισμού βρίθει αντί-παραδειγμάτων της αναγωγιστικής θέσης. Τείνουν να ομαδοποιούνται σε δυο κατηγορίες; Τα πρακτικά τα οποία είναι αδύνατο να αποδειχθούν σε απόλυτους όρους και τα θεωρητικά τα οποία παρουσιάζουν αποδεικτικά ελαττώματα.

Μερικά παραδείγματα προσφέρουν οι Rosen (1991), Fiscler and Firchein (1987), Kampis (1991).

Το βασικό πρόβλημα με τις θέσεις του ολισμού είναι ότι κάθε επιχείρημα αποτελεί υποχρεωτικά μια αφαίρεση. Αυτή η αφαίρεση καθίσταται σε διαφορετικούς βαθμούς τυποποιημένη ή όχι.

Στο βαθμό που δεν περιβάλλεται τυποποίηση επιτρέπει αμφισβητήσεις. Στο βαθμό πάλι που καθίσταται απόλυτη και τυποποιημένη εισέρχεται υποχρεωτικά στο γνωστικό πεδίο των μαθηματικών όπου η θέση Church –Turing είναι πολύ ισχυρή και επομένως μετατρέπεται σε ταυτολογία.

Επιπρόσθετα, ισχύει ότι ενώ τα μη τυποποιημένα ολιστικά επιχειρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες ολιστικές θέσεις, για την αντιπαράθεση με τον αναγωγισμό απαιτείται να προσλάβουν τυποποίηση [Edmonds,1999].

Α.2. Η ΑΝΤΙΘΕΣΗ ΟΛΙΣΜΟΥ – ΑΝΑΓΩΓΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Επανερχόμενοι στον Udehn, διαπιστώνουμε ότι επιχειρεί να φωτίσει την ποικιλία στις εκφάνσεις του μεθοδολογικού ατομισμού, θεωρώντας ότι αυτή η ποικιλία αποτελεί αιτία της διαμάχης με τους οπαδούς του ολισμού από την άποψη ότι δημιουργεί μια σύγχυση. Επιχειρεί λοιπόν να σκιαγραφήσει αυτές τις διαφορετικές εκδοχές μέσα από μια σύντομη ιστορική τους παράθεση.

Τα βασικότερα ρεύματα που παραθέτει είναι τα ακόλουθα:

- Η θεωρία του Κοινωνικού Συμβολαίου
- Κλασσική Οικονομική Θεωρία
- Νεοκλασική οικονομική Θεωρία
- Το Αυστριακό Μοντέλο του Μεθοδολογικού Ατομισμού
- Το Μοντέλο του μεθοδολογικού Ατομικισμού του Popper
- Η Κοινωνιολογική θεωρία της Ανταλλαγής

Αναλυτικότερα:

Θα εξετάσουμε περιληπτικά την θεωρία του κοινωνικού συμβολαίου, την κλασική οικονομική θεωρία, την νεοκλασική οικονομική θεωρία και το μοντέλο του μεθοδολογικού ατομισμού.

Α.2.1 *Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟΥ.*

Οι βασικοί εκπρόσωποι της θεωρίας είναι ο Hobbes και ο Lock. Οι ιδέες τους είναι εν πολλοίς επηρεασμένες από τους έλληνες Σοφιστές και Επίκουρους και την προσπάθειά τους να εξηγήσουν την άνοδο των κοινωνικών θεσμών και της κοινωνικής τάξης γενικότερα.

Το σημείο αναφοράς της θεωρίας του κοινωνικού συμβολαίου είναι η κατάσταση της φύσης (state of nature). Κατά τον Hobbes αυτή η κατάσταση είναι ιδιαίτερα ανατριχιαστική. Απουσιάζουν η γεωργία, η βιομηχανία, οι τέχνες και ο πολιτισμός.

Είναι η κατάσταση πολέμου όλων εναντίον όλων. Προκειμένου τα ανθρώπινα όντα να ξεφύγουν από την κατάσταση αυτή και καθοδηγούμενα από ορθολογισμό και κίνητρα ατομικού συμφέροντος θεσμοθετούν νόμους, εισέρχονται στην κατάσταση του κοινωνικού συμβολαίου και υπόσχονται αμοιβαία σεβασμό σε αυτό το καθεστώς.
Αυτό είναι το πρωτογενές κοινωνικό συμβόλαιο το οποίο όμως πάσχει στο γεγονός ότι όταν τα άτομα έχουν ατομικό κίνητρο να το παραβούν, η ισορροπία που το συμβόλαιο αυτό εγγυάται ανατρέπεται. Για να αποφευχθεί ένα τέτοιο ενδεχόμενο εισάγεται ένα δεύτερο συμβόλαιο, με το οποίο θεσμοθετείται ένας ηγεμόνας ο οποίος προικίζεται με εξουσία να επιβάλλει τη συμμόρφωση με το συμβόλαιο.

Η θεωρία του Hobbes εκλαμβάνεται σαν η πρώτη διατύπωση της ορθολογικής επιλογής και οδήγησε στην ανάλυση της θεωρίας των παιγνίων.
Είναι ακραία ατομιστική ερμηνεία δεδομένου ότι ερμηνεύει την ανάδυση της πολιτισμένης κοινωνίας όχι απλά σε όρους ατόμων αλλά και σε όρους αρχικής κατάστασης της φύσης [Peacok,1986], [Pizzorno 1991].

Το πλέον καταφανές χαρακτηριστικό της κατάστασης της φύσης είναι η απουσία κοινωνίας και κουλτούρας (asocial).

Η θεωρία αυτή δεν μας επιτρέπει να εκλάβουμε τα επιμέρους άτομα ως απομονωμένα, δεδομένου ότι δέχεται ότι αλληλεπιδρούν (με τον δικό τους τρόπο της βίας).
Κατά τον Watkins (1965) ο Hobbes εισήγαγε τον μεθοδολογικό ατομισμό. Η θεωρία του προεξέχει σαν το πρώτο «παράδειγμα» ατομιστικής εξήγησης της κοινωνικής τάξης.

Α.2.2 *ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ.*

Η θεωρία του κοινωνικού συμβολαίου έθρεψε την ιδέα ότι πλείστα κοινωνικά φαινόμενα έχουν αυτενεργό χαρακτήρα και ότι η κοινωνία η ίδια είναι αυτενεργός ανάδυση.

Αυτό σημαίνει ότι τα κοινωνικά φαινόμενα αποτελούν τις χωρίς πρότερη πρόθεση συνέπειες των από πρόθεση εκδηλωμένων ενεργειών των ατόμων.

Η ιδέα της αυτενεργούς τάξης συχνά συνδέεται με τους Adam Smith, Adam Ferguson και David Hume (Scottish Enlightenment).
Εξ αυτών ο Smith θεωρείται ο θεμελιωτής της οικονομικής επιστήμης. Ο Smith όμως δεν αναγνωρίζει την ύπαρξη του α- κοινωνικού όντος, αλλά θεωρεί τα άτομα σαν κοινωνικό–πολιτισμικές οντότητες που μορφώνονται από κοινωνικούς θεσμούς και αποτελούν προϊόν της ιστορίας της κοινωνίας. Υπήρξαν όμως άλλοι κλασσικοί οικονομολόγοι περισσότερο εστιασμένοι στην ατομιστική εκδοχή σε σχέση με τον Smith με πιο περίοπτο παράδειγμα τον John Stuart Mill.
Ο Mill στο έργο του A System of Logic (1843) επιχειρηματολόγησε υπέρ της θέσης ότι όλες οι κοινωνικές επιστήμες βασίζονται σε νόμους της νόησης ή της ανθρώπινης φύσης.

Είναι εύκολο κατά τον Mill να βρούμε εμπειρικούς νόμους και γενικεύσεις που να περιγράφουν μεγάλης κλίμακας κοινωνικά φαινόμενα αλλά μια αιτιοκρατική εξήγηση αυτών των εμπειρικών νόμων απαιτεί και προϋποθέτει την επίκληση και υποστήριξη «ψυχολογικών νόμων».

Εξαιτίας αυτής της θέσης ο Mill χαρακτηρίσθηκε σαν «psychological reductionist» και επίσης «methodological individualist» (Popper, [1945] 1966), (Agassiz, 1960).

Σύγχρονος οπαδός του μεθοδολογικού ατομισμού και του Mill είναι ο George C. Homans(1958), (1961), (1969),(1970).

Επίσης υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στον Mill και μερικούς οπαδούς των μικρο-θεμελιώσεων οι οποίοι ενστερνίζονται την θεώρηση του Mill ότι οι μακρο-θεωρίες αποτελούν τυπικές εμπειρικές γενικεύσεις προκειμένου να επιτευχθεί μια αιτιοκρατική ερμηνεία σε όρους ατόμων και των αλληλεπιδράσεών τους.

Α.2.3 *ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ.*

Η νεοκλασική οικονομική Θεωρία αναπτύσσεται μετά το 1870 (marginalist revolution). Έκτοτε η οικονομική επιστήμη μετατρέπεται οριστικά σε επιστήμη ατομιστικών ερμηνειών, η οποία ερμηνεύει τα οικονομικά φαινόμενα σε όρους υποκειμενικών αξιολογήσεων των επιμέρους ατόμων.

Παραδείγματα ατομιστικής επιστημονικής σκέψης αποτελούν:

Α) Η Αυστριακή Σχολή (Austrian School of Economics).
Β) Η Βρετανική Ωφελιμιστική Παράδοση που ξεκίνησε με τον Stanley Jevons.

Η περισσότερο εντούτοις ατομιστική θεώρηση ήταν η Θεωρία της Γενικής Ισορροπίας η οποία προέρχεται από τον Leon Warlas([1874] 19840.
Σύμφωνα με τον Warlas η καθαρή θεωρητική οικονομική επιστήμη είναι μια φυσική επιστήμη πραγμάτων, όπου απομονωμένα άτομα ανταποκρίνονται σε διαπροσωπικές τιμές. Η θεωρία δεν είχε επαρκή εξήγηση για την προέλευση αυτών των τιμών και ο Warlas επεχείρησε να δώσει απάντηση εισάγοντας την έννοια του πλειστηριασμού προκειμένου να απαλλάξει την θεωρία της γενικής ισορροπίας από τις ανθρώπινες σχέσεις και τους θεσμούς.

Μεταγενέστεροι συνεχιστές της θεωρίας της Γενικής Ισορροπίας είναι οι Kenneth Arrow, Gerard Debreu (1954), Von Neumann ([1945] 2001).
Οι Arrow και Debreu σε ένα άρθρο τους του 1954 απέδειξαν μαθηματικά την ύπαρξη αν όχι την μοναδικότητα ενός σημείου γενικής ισορροπίας, σε ένα μοντέλο στα πλαίσια του προγράμματος Warlas.

Αναφορικά με τον μεθοδολογικό ατομικισμό ο Arrow είναι σαφής.

"...Κάθε άτομο εκλαμβάνεται σαν ενεργών με ένα τρόπο που καθορίζεται εν μέρει από την ψυχολογική του προδιάθεση και το φυσικό του περίγυρο, και εν μέρει από τις ενέργειες των άλλων ατόμων. Ως εκ τούτου δεδομένης της αντίδρασης του κάθε ατόμου στο συνολικό του κοινωνικό και άλλο περιβάλλον .....και δεδομένων των μη κοινωνικών περιβαλλοντολογικών παραγόντων τους οποίους μπορούμε να ονομάσουμε εξωγενείς, μπορούμε να προσδιορίζουμε την συμπεριφορά κάθε μεμονωμένου ατόμου στο κοινωνικό σύνολο. (Arrow, [1951] 1968)."

Σύμφωνα με αυτό το πλαίσιο κάθε μεταβλητή με εξαίρεση αυτές που ρητά θεωρούνται εξωγενείς του συνολικού οικονομικού συστήματος, είναι το αποτέλεσμα αποφάσεων εκ μέρους κάποιων ατομικών μονάδων της οικονομίας. (Arrow 1959).

Σύμφωνα με αυτές τις παραδοχές η συλλογική συμπεριφορά ερμηνεύεται από τη συνάθροιση των συμπεριφορών των επιμέρους ατόμων. Σύμφωνα με τον Boland (1982) όχι μόνο το μοντέλο Γενικής Ισορροπίας αλλά το σύνολο των απόψεων και παραδοχών της Νεοκλασικής Σχολής αποτελεί μια εκδήλωση ψυχολογικού ατομισμού.

Αυτή η μορφή ατομισμού αναφέρεται σε ένα κοινό κανόνα ερμηνείας που καθορίζει ότι καμιά οικονομική εξήγηση δεν μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματική εάν προηγουμένως δεν έχει επιτευχθεί η αναγωγή όλων των εξωγενών μεταβλητών σε ψυχολογικές καταστάσεις των ατόμων και σε φυσικούς περιορισμούς.
Κοινωνικοί θεσμοί είναι δυνατό να εμφανίζονται στα μοντέλα των νεοκλασικών οικονομικών αλλά μόνο σαν ενδογενείς μεταβλητές.

Η νεοκλασική οικονομική σκέψη κατά τον Haussmann (1992) εμφανίζεται σαν η πιο ατομιστική εκδοχή όλων των κοινωνικών επιστημών.
Στα πρόσφατα χρόνια έχουν αναφερθεί πολύ σοβαρές αμφισβητήσεις της γενικής Θεωρίας Ισορροπίας, κυρίως ως προς το γεγονός της ύπαρξης απροσδιοριστίας των νεοκλασικών μοντέλων και της ενυπάρχουσας παραδοχής των μοντέλων αυτών αναφορικά με τον με μεθοδολογικό ατομισμό (Kirman, 1989, Arrow, 1994).

Για κάποιο χρονικό διάστημα θεωρήθηκε ότι η θεωρία παιγνίων θα μπορούσε να αποτελέσει μια επαρκή λύση στο πρόβλημα της γενικής ισορροπίας, δεδομένου ότι διέθετε το πλεονέκτημα της στρατηγικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των agents. Τελικώς όμως και η θεωρία παιγνίων εμφανίσθηκε με εσωτερικές ανεπάρκειες στην ερμηνευτική της αποστολή δεδομένου ότι αποδείχθηκε ότι η ύπαρξη πολλών σημείων ισορροπίας αποτελεί τον κανόνα παρά την εξαίρεση (Kreps, 1990).

Για μια ακόμη φορά, διατυπώθηκε η άποψη ότι η παραδοχή του μεθοδολογικού ατομισμού ενδέχεται να είναι η ενδογενής προβληματική συνθήκη. (Mirowski, 1986), (Ferejohn, 1991), (Hargreaves et al. 1995).

Α.2.4 *ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΤΟΜΙΣΜΟΥ ΤΟΥ POPPER.*

Ο Karl Popper ([1945] 1966) είναι πιθανά ο περισσότερο γνωστός εκπρόσωπος του μεθοδολογικού ατομισμού. Θεωρείται από σύγχρονους κοινωνιολόγους ότι οι θεωρήσεις του δεν έχουν ερμηνευθεί τόσο καθαρά.

Ο Popper προσπάθησε να θεμελιώσει μια θεωρία μεθοδολογίας της κοινωνικής έρευνας έξω από τα πλαίσια individualism & institutionalism τα οποία ήσαν παραδοσιακά αντίθετα δόγματα. Παρόλα αυτά δεν κατόρθωσε να τα ενοποιήσει.
Το έργο του συνέχισε ο Agasi (1960), (1972), (1975) δημιουργώντας την προσέγγιση institutional individualism.

Σύμφωνα με τον Popper ο μεθοδολογικός ατομισμός αποτελεί το αξίωμα το οποίο οφείλουμε να κατανοήσουμε προκειμένου να ερμηνεύσουμε όλα τα κοινωνικά φαινόμενα σε όρους ατόμων και των επιδιώξεων τους, των στόχων τους, των πεποιθήσεών τους, των προσδοκιών, των ενεργειών και των αλληλεπιδράσεών τους (Popper, 1957,1961). Αυτή η θέση πρέπει να διακρίνεται από την θεωρία του Mill.

Α.3. Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ / ΑΝΤΙΛΗΠΤΟΡΑ.

Το πρόβλημα του παρατηρητή απασχολεί κατά κύριο λόγο τις φυσικές επιστήμες. Δεδομένου ότι ο στόχος αυτής της εργασίας είναι η προσέγγιση με βάση την μεθοδολογία της πολυπλοκότητας στις κοινωνικές επιστήμες μνημονεύεται η αναφορά στον παρατηρητή/ αντιλήπτορα που κάνει ο Μορέν [1998] στο έργο του Κοινωνιολογία.

Είναι γεγονός ότι τόσο στο σύνολο των κοινωνικών επιστημών όσο και στην οικονομική επιστήμη ο ρόλος του παρατηρητή/ αντιλήπτορα δεν έχει επαρκώς αναλυθεί, ούτε και η επίδρασή του στα υπό παρατήρηση φαινόμενα.

Ο Μορέν διαπιστώνει:
Την απουσία ενός παγκόσμιου παρατηρητή
Τη σχέση με το υπό παρατήρηση κοινωνικό του περιβάλλον, αναφέροντας χαρακτηριστικά ότι ο παρατηρητής διαταράσσει και διαταράσσεται.
Διαταράσσεται από την κοινωνία την οποία επιθυμεί να παρατηρήσει γιατί δεν της είναι εξωτερικός παράγοντας.

Εντοπίζει την μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις φυσικές και τις κοινωνικές επιστήμες αναφορικά με τον ρόλο του παρατηρητή στο γεγονός ότι «στις πρώτες μπορούμε να αποκλείσουμε σε πρώτο στάδιο το υποκείμενο, όχι όμως και τον παρατηρητή, ενώ στις δεύτερες δεν μπορούμε να αποκλείσουμε σε πρώτο στάδιο ούτε το υποκείμενο ούτε τον παρατηρητή».

Το κοινωνιολογικό πρόβλημα κατά τον Μορέν μπορεί να διατυπωθεί ως ακολούθως:

Υπάρχει άραγε ένα σημείο από το οποίο ο κοινωνιολόγος να μπορεί να μελετήσει την κοινωνία του, παρά το ότι βρίσκεται στο εσωτερικό της, παρά το ότι αποτελεί τμήμα της, και το ότι εκείνη αποτελεί τμήμα του;

Πρέπει να έχουμε συνείδηση, συνεχίζει ο Μορέν της ακατάλυτης περιοδικής θέσης ανάμεσα σε αυτό που μπορούμε να αποκαλούμε άτομο και σε αυτό που μπορούμε να αποκαλούμε κοινωνία. Τα άτομα δεν είναι μέσα σε μια κοινωνία όπως μέσα σε ένα κουτί. Είναι οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε άτομα που παράγουν την κοινωνία, η οποία δεν μπορεί να υπάρξει ποτέ χωρίς τα άτομα. Αλλά αυτή η ίδια η κοινωνία δημιουργεί αναδράσεις πάνω στα άτομα για να τα συνθέσει ως ανθρώπινα άτομα, γιατί εκείνη τους δίνει την κουλτούρα, την γλώσσα, τις έννοιες, την παιδεία, την ασφάλεια κλπ. Συνθέτουμε επομένως μια κοινωνία που μας συνθέτει. Αποτελούμε μέρος της κοινωνίας που αποτελεί μέρος μας. Δεν είμαστε μόνο σε μια ιδιαίτερη θέση της κοινωνίας, είναι επίσης η κοινωνία που ως ιδιότυπο σύνολο, είναι μέσα μας σε ιδιαίτερη θέση.

Η ενδιαφέρουσα αυτή θέση του Μορέν αντανακλά την απόπειρα κατανόησης της αλληλεξάρτησης όχι μόνο των μερών από το όλο που συνιστά σχέση υπαγωγής, ούτε όμως την αναγωγή του όλου σε ανεξάρτητα μέρη που με τη σειρά της αντανακλά την απλή συνάθροιση των μερών, αλλά την δυναμική σχέση όλου- μέρους, σχέση που συνιστά το περιεχόμενο της επιστήμης της πολυπλοκότητας.
Παρόλα αυτά πρέπει να επισημανθεί ότι και η προσέγγιση του Μορέν για την επίδραση του παρατηρητή στο υπό παρατήρηση φαινόμενο είναι σχετικά ασαφής εάν αποτιμηθεί με όρους μοντελοποίησης.

Α.4. ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΠΠΣ).

Α.4.1 *Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΠΠΣ.*

Το γενικό ενδιαφέρον για τα ΠΠΣ αναπτύσσεται ραγδαία από την στιγμή που η αντίθεση ολισμού – αναγωγισμού διαφαίνεται αδιέξοδη, ενώ ταυτόχρονα η νέα πρόοδος που επιτυγχάνεται στην κατανόηση των συστημάτων, καθώς και η νέα πρόοδος στα χρησιμοποιούμενα εργαλεία (μαθηματικά, υπολογιστική τεχνολογία) που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της πολυπλοκότητας οδηγούν στην αντίληψη περί Πολύπλοκων προσαρμοζόμενων Συστημάτων και προσπάθεια έκφρασης των ιδιοτήτων τους.

Κατά τον Bat ram [1998] για να κατανοήσουμε την επιστήμη της πολυπλοκότητας πρέπει να εξετάσουμε τις ρίζες της παραδοσιακής επιστήμης. Οι απαρχές της δυτικής επιστημονικής προσέγγισης βρίσκονται γύρω στα 500-600 π.Χ. με το Δημόκριτο ο οποίος διατύπωσε τις πρώτες θεωρίες περί του ατόμου. Αυτή η ορθολογική φιλοσοφία αναπτύχθηκε περαιτέρω από τον Καρτέσιο με τη θεωρία του για το δυϊσμό νου και σώματος. Επομένως όλες οι επιστήμες σήμερα αποτελούν προέκταση της ελληνικής σκέψης. Η βάση της ελληνικής προσέγγισης ήταν η άποψη ότι «υπάρχουν σταθερά πράγματα τα οποία αλλάζουν κατά διαστήματα». Η άποψη αυτή κυριάρχησε της αντίθετης άποψης που υπερασπιζόταν ο Ηράκλειτος, την οποία ο Fritz Perl's συνοψίζει με τη φράση «δεν μπορεί κανείς να μπει στο ίδιο ποτάμι δυο φορές. Όλα αλλάζουν συνεχώς σε μια διαδικασία γίγνεσθαι. Η άποψη αυτή απηχεί την έννοια της αναδυτικότητας στα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα, τις απόψεις μας για τα έμβια συστήματα και τις προσεγγίσεις της ανατολικής φιλοσοφίας.

Ετυμολογικά η λέξη πολυπλοκότητα έχει ελληνική ρίζα και σημαίνει «πλεγμένα πολλά πράγματα μαζί». Αυτό όμως που συνιστά το περιεχόμενο της πολυπλοκότητας δεν είναι απλώς η ύπαρξη ποικιλίας και πλήθους συστατικών μερών αλλά ο τρόπος που αυτά διασυνδέονται μεταξύ τους.
Με τα φαινόμενα της πολυπλοκότητας σπουδαία ερευνητική προσπάθεια αναπτύσσεται στο Santa Fe Institute από το οποίο προέρχεται και ο περισσότερο περιεκτικός ορισμός της . Αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι σήμερα δεν έχει προκύψει ένας ομόφωνα αποδεκτός ορισμός της πολυπλοκότητας.
Κατά την επιστημονική ομάδα ειδικών της πολυπλοκότητας του Σαντα Φε ,ο ορισμός της είναι ο ακόλουθος:
«Η πολυπλοκότητα αναφέρεται στην κατάσταση του σύμπαντος το οποίο είναι μεν ολοκληρωμένο, παρ' όλα αυτά όμως είναι εξαιρετικά πλούσιο και πολύμορφο για να μπορέσουμε να το κατανοήσουμε με απλούς κοινούς μηχανιστικούς ή γραμμικούς τρόπους. Με αυτές τις μεθόδους μπορούμε να κατανοήσουμε πολλά μέρη του σύμπαντος, ωστόσο, τα μεγαλύτερα και πιο στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους φαινόμενα μπορούν να γίνουν αντιληπτά μόνο με βάση αρχές και μοτίβα – όχι λεπτομερώς. Η πολυπλοκότητα ασχολείται με τη φύση της αναδυτικότητας, της καινοτομίας, της μάθησης και της προσαρμογής».[A. Bat tram, 1998]

Στο θεωρητικό έργο εμφανίζονται νέες προσεγγίσεις όπως του Kaufmann[1993],[1995] ο οποίος συνδέει την επιστήμη της πολυπλοκότητας με την παραδοσιακή επιστήμη ως ακολούθως:

18^{ος} αιώνας	Νευτώνεια Επανάσταση	Αναπτύσσει τις επιστήμες της οργανωμένης απλότητας
19^{ος} αιώνας	Στατιστική Μηχανική	Επικεντρώνεται στην ανόργανη πολυπλοκότητα
20^{ος} αιώνας	Αναγέννηση της Βιολογίας	Αντιμετωπίζει τις επιστήμες της οργανωμένης Πολυπλοκότητας

Αντιστοίχως ο M. Gel – Man [1995] μελετά την πολυπλοκότητα από την άποψη της πληροφορίας δηλαδή την ποσότητα των δεδομένων που απαιτούνται για να περιγράψουμε κάτι πολύπλοκο. Προτείνει μια διάκριση ανάμεσα στην «ακατέργαστη» και την «αποτελεσματική» πολυπλοκότητα. Στη συνέχεια συνδέει την ακατέργαστη πολυπλοκότητα με την αλγοριθμική πολυπλοκότητα της επιστήμης των υπολογιστών. Η αλγοριθμική πολυπλοκότητα αναφέρεται στην μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται μια υπολογιστική μηχανή για να επιλύσει ένα πρόβλημα χρησιμοποιώντας τις διαδικασίες της. Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος υπολογισμού τόσο πιο πολύπλοκο αλγοριθμικά είναι το προς επίλυση πρόβλημα.

Η πολυπλοκότητα δεν είναι μια αυτόνομη θεωρία, αλλά αντιθέτως συνιστά μια συλλογή διαφορετικών πεδίων μελέτης, συνδετικό στοιχείο των οποίων είναι η προσπάθεια για την διατύπωση ενός συνόλου εννοιών οι οποίες αφενός δεν έχουν ακόμη ορισθεί τέλεια και αφετέρου διαρθρώνονται σταδιακά.

Οι επιστήμες της πολυπλοκότητας περιλαμβάνουν:

Α) Τεχνητή Νοημοσύνη
Β) Γνωστική Επιστήμη
Γ) Οικολογία
Δ) Πληροφορική
Ε) Οικονομική Επιστήμη
Στ) Θεωρία Παιγνίων

Ζ) Γλωσσολογία
Η) Κοινωνικές Επιστήμες
Θ) Φιλοσοφία
Ι) Γενετική

Σε αντίθεση με την παραδοσιακή επιστήμη, η οποία μελετά «ιδανικά» φαινόμενα, η θεωρία της πολυπλοκότητας μελετά τα πιο συνήθη φαινόμενα του πραγματικού κόσμου: το στροβιλισμό και την αστάθεια, την αυτό- οργάνωση, την προσαρμογή, τη συστημική μάθηση, την αύξουσα απόδοση κλπ. Αυτές είναι όλες αναδυόμενες συμπεριφορές που εμφανίζονται ξανά και ξανά στο πλαίσιο των βιολογικών, τεχνολογικών, υπολογιστικών κοινωνικών και οικονομικών συστημάτων.

Α.4.2 *ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΠΠΣ.*

Η προσέγγιση της πολυπλοκότητας διέρχεται από στάδια, αμέσως μετά την εμφάνιση των ολιστικών θεωρητικών απόψεων, που συνοπτικά σκιαγραφούνται πιο κάτω.

Α.4.2.1 *ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.*

Στην ιδέα της κυβερνητικής (N.Wiener, 1948) υπάρχει ένας συνδυασμός servomechanism theory (feedback control systems) και information theory[IT] (C. Shannon and W. Weaver, 1949) μαζί με την ανάπτυξη των Η/Υ.

Η I.T. ερμηνεύει την οργανωμένη πολυπλοκότητα σε όρους της μείωσης της εντροπίας (disorder), η οποία επιτυγχάνεται όταν τα συστήματα απορροφούν ενέργεια από εξωτερικές πηγές και την μετατρέπουν σε πρότυπα ή δομή. Στην IT η ενέργεια, η πληροφορία και το πρότυπο αντιστοιχούν στην αρνητική εντροπία.

Ο έλεγχος ανάδρασης (feedback control) δείχνει πως ένα σύστημα μπορεί να λειτουργεί προσανατολισμένο σε σκοπούς και να προσαρμόζεται σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον, και για το λόγο αυτό να εξαλείφει το μυστήριο της τελεολογίας (Rosenblueth A., N. Wiener and J. Bigelow (1943).

Κομβικό σημείο της κυβερνητικής αποτελεί η ικανότητα αναγνώρισης του σκοπού, η ανίχνευση και αποκάλυψη των διαφορών μεταξύ της υπάρχουσας κατάστασης και αυτής του στόχου καθώς και η δυνατότητα δράσης η οποία επιτρέπει την μείωση αυτής της διαφοράς. Αυτές οι δεξιότητες ενσωματώθηκαν σε συστήματα τύπου General problem Solver. Εφαρμόσθηκαν στην κατασκευή ρομπότ με αυτονομία στην κίνηση, σε συστήματα από εφαρμογές υπολογιστών με επίπεδα πολυπλοκότητας που δεν είχαν μέχρι τότε ερμηνευθεί, γεγονός που οδήγησε στην τεχνητή νοημοσύνη.

Αυτές οι εξελίξεις ενθάρρυναν αφενός την μελέτη των πολύπλοκων συστημάτων (ειδικότερα των προσαρμοζόμενων κατευθυνόμενων στον στόχο συστημάτων) ως ολότητες και ταυτόχρονα αφετέρου την αναγωγική ερμηνεία των ιδιοτήτων των συστημάτων σε όρους μηχανισμών. Τα μεταπολεμικά χρόνια αναπτύχθηκε το πλαίσιο μιας Γενικής Θεωρίας Συστημάτων η οποία δημιουργώντας αφαιρέσεις από τις ειδικές ιδιότητες των φυσικών, βιολογικών ή κοινωνικών συστημάτων μπορούσε να εφαρμοσθεί σε όλες αυτές τις διαφορετικές κατηγορίες.

Το πρόβλημα όμως με αυτή τη θεώρηση έγκειται στην αδυναμία του να διακρίνει τις διαφορές ανάμεσα σε διαφορετικά συστήματα με αποτέλεσμα να συλλαμβάνονται τετριμμένες κοινές ιδιότητες. Η μεταφορά και η αναλογία μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη ή

παραπλανητική και αυτό εξαρτάται από κατά πόσο οι ομοιότητες που η μεταφορά συλλαμβάνει είναι ουσιώδεις ή επιφανειακές.

Α.4.2.2. *ΧΑΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.*

Η τρίτη φάση μοιράζεται ορισμένα από τα χαρακτηριστικά της δεύτερης και ενδιαφέρεται για την κατανόηση συστημάτων μεγάλης κλίμακας.
Συνοδεύεται με νέες έννοιες και ιδέες από το χώρο των μαθηματικών και των υπολογιστικών αλγορίθμων.

Α.4.2.2.1 *ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ.*

Αποτελεί ένα συμπαγές σώμα μαθηματικών (R. Thom, 1975) και ασχολείται με την ταξινόμηση μη γραμμικών δυναμικών συστημάτων σύμφωνα με τα μοντέλα συμπεριφοράς τους.

Καταστροφικά γεγονότα συμβαίνουν σε μια ειδική κατηγορία συστημάτων.
Σε τέτοια συστήματα μπορούμε να υποθέσουμε δυο ή περισσότερα σημεία σταθερής κατάστασης (steady states, static Equilibria). Όταν όμως το σύστημα βρίσκεται σε μια από τις καταστάσεις αυτές, μια μέτρια μεταβολή στις παραμέτρους του συστήματος μπορεί να προκαλέσει μια ξαφνική μετάβαση στην άλλη ή σε μια Τρίτη, διάφορη μη σταθερή κατάσταση, στην οποία οι μεταβλητές αυξάνονται χωρίς όριο.

Α.4.2.2.2 *ΘΕΩΡΙΑ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΧΑΟΥΣ.*

Τα χαοτικά συστήματα αποτελούν ντετερμινιστικά δυναμικά συστήματα στα οποία εάν οι αρχικές τους καταστάσεις διαταραχθούν έστω και απειροελάχιστα, μπορούν να μεταβάλλουν τις διαδρομές που ακολουθούν απρόβλεπτα και δραστικά.
Δηλαδή συστήματα για τα οποία μικρές διαταραχές προκαλούν μεγάλες μεταβολές στην πορεία τους.

Προοδευτικά οι επιστήμονες διαφόρων θεματικών περιοχών άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι σημαντικά φαινόμενα με την κατανόηση των οποίων καταπιάνονταν ήταν σε αυτή τη τεχνική τους όψη χαοτικά.

Η θεωρία χάους οδήγησε στην αναγνώριση μια νέα έννοιας ισορροπίας του επονομαζόμενου παράξενου Ελκυστή (strange attractor).
Στην κλασσική μη γραμμική θεωρία ένα σύστημα μπορούσε να έλθει σε μια κατάσταση σταθερής ισορροπίας ή να ταλαντεύεται (oscillate) μόνιμα σε μια οριακά κυκλική τροχιά.
Στα χαοτικά συστήματα ισχύει ότι αυτά μπορούν να εισέλθουν σε μια περιοχή των εν δυνάμει καταστάσεων τους (state space) στο οποίο θα μπορούσαν να παραμένουν μόνιμα [A. Andronov, E.A. Leontovich, I.I. Gordon and A. G. Maier, 1973].
Στο εσωτερικό του strange attractor η κίνηση δεν θα έπαυε αλλά και δεν θα μπορούσε να προβλεφθεί με αποτέλεσμα να εμφανιζόταν τυχαία παρά τον ντετερμινιστικό της χαρακτήρα.

Αυτό σημαίνει ότι διαφορετικές διευθύνσεις εισόδου ή μικρές διαταραχές στην περιοχή του παράξενου ελκυστή θα οδηγούσαν το σύστημα σε απολύτως διαφορετικές διαδρομές.

Κατά τον Simon [1996] δεν θα έπρεπε να θεωρούμε ότι όλα τα πολύπλοκα συστήματα είναι χαοτικά, ούτε όμως ότι αυτό ισχύει μόνο για ορισμένα από αυτά.
Επιπλέον δεν θα έπρεπε να εκλαμβάνεται κάθε χαοτικό σύστημα σαν υποχρεωτικά μη διαχειρίσιμο σύστημα.

Από την εποχή του Νεύτωνα οι αστρονόμοι μπορούσαν να υπολογίσουν την κίνηση ενός συστήματος δυο σωμάτων τα οποία ασκούν αμοιβαία βαρυτική έλξη. Με την προσθήκη στο σύστημα ενός τρίτου και πλέον σώματος διαπίστωναν ότι ο υπολογισμός αυτός έφθανε το πολύ σε μια προσέγγιση τιμής, και υπάρχουν ενδείξεις ότι βαρυτικά συστήματα τριών και πλέον σωμάτων αποτελούν χαοτικά συστήματα.

Μια αντίστοιχη παρατήρηση ισχύει στα κοινωνικά φαινόμενα με διμελή και τριμελή σύνολα.

Α.4.2.2.3 *ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ.*

Ο γενετικός αλγόριθμος συνδέεται με την προσαρμοστικότητα.
Από εξελικτική άποψη ένας οργανισμός μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένα σύνολο ή διάνυσμα χαρακτηριστικών (τα γονίδιά του). Η εξέλιξη φαίνεται να αποτιμά αυτά τα χαρακτηριστικά σε όρους ικανότητας επιβίωσης. Από γενιά σε γενιά η κατανομή συχνότητας αυτών των χαρακτηριστικών και οι συνδυασμοί τους στα μέλη ενός ζωικού είδους μεταβάλλονται διαμέσου της αναπαραγωγής, διασταύρωσης [crossover], αντιστροφής [inversion] και μεταλλαγής [mutation].
Η φυσική επιλογή προκαλεί χαρακτηριστικά και συνδυασμούς αυτών οι οποίοι συμμετέχουν στην ικανότητα ταχύτερου πολλαπλασιασμού του είδους και τελικά αντικατάστασης χαρακτηριστικών που οδηγούν σε μικρότερη ικανότητα επιβίωσης.

Με τεχνικές προγραμματισμού αυτής της δυναμικής σε ένα Η/Υ δημιουργούμε ένα υπολογιστικό μοντέλο αυτής της εξελικτικής διαδικασίας.

Η προσομοίωση στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να μελετήσει τις σχετικές τιμές ή ρυθμούς με τους οποίους εξέλιξη του είδους θα αναπτυχθεί κάτω από ένα σύνολο διαφορετικών υποθέσεων αναφορικά με το μοντέλο, συμπεριλαμβανομένων και των υποθέσεων μετάλλαξης και διασταύρωσης.

Α.4.2.2.4 *ΚΥΨΕΛΙΚΑ ΑΥΤΟΜΑΤΑ.*

Η υπολογιστική τεχνολογία χρησιμοποιείται όχι μόνο για την εκτίμηση της στατιστικής της εξέλιξης αλλά και για την προσομοίωση της εξελικτικής διαδικασίας σε ένα περιληπτικό και σχετικά αφηρημένο επίπεδο.

Αυτή η γραμμή έρευνας ξεκινά από τον John von Neumann [1946],[1958],[1966] ο οποίος χτίζοντας πάνω σε μερικές ιδέες του Stanislav Ulam όρισε ένα σύστημα το οποίο ήταν ικανό να αναπαράγει τον εαυτό του.

Η ιδέα αυτή εξελίχθηκε αργότερα όταν η υπολογιστική τεχνολογία παρείχε τις αναγκαίες δυνατότητες, από τον C. Langton [1989], [1991], ο οποίος ανέπτυξε ένα πρόγραμμα υπολογιστή το οποίο προσομοίωνε ένα αυτοπαραγόμενο σύστημα.

Η τεχνολογία των υπολογιστών μπορεί να δημιουργήσει ένα συμβολικό αντικείμενο μεγάλης ποικιλίας ειδών και να εφαρμόσει κανόνες για την αντιγραφή του ή την καταστροφή του σαν μια λειτουργία του περιβάλλοντος το οποίο περιλαμβάνει άλλα παρόμοια αντικείμενα. Με κατάλληλη επιλογή των παραμέτρων του συστήματος τέτοιες προσομοιώσεις μπορούν να παρέχουν ζωντανές αναπαραστάσεις της εξέλιξης ενός αυτό-αναπαραγόμενου συστήματος.

Αυτή η γραμμή εξερεύνησης βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης και δεν διαθέτει ένα πλήρες αναπτυγμένο σώμα συστηματικής θεωρίας.

ΜΕΡΟΣ Β: ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Β.1. ΜΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΠΟΛΥΠΛΟΚΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (ΠΠΣ) ΚΑΙ Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ ΠΟΛΛΩΝ ΦΟΡΕΩΝ (AGENT BASED MODELS) ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΟΥΣ.

Β.1.1 *ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ.*

Πολλές ερευνητικές προσπάθειες κατανόησης και ερμηνείας των πολύπλοκων συστημάτων εστιάζουν στην ανάδυση της πολυπλοκότητας δηλαδή στην εξέλιξη των συστημάτων. Στην προηγούμενη ενότητα είδαμε την εξέλιξη των θεωριών της πολυπλοκότητας. Στην παρούσα ενότητα θα εξετάσουμε λεπτομερέστερα την ανάδυση σαν τον μηχανισμό εξέλιξης των συστημάτων.

Υπάρχουν αρκετοί φορμαλιστικοί ορισμοί οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της πολυπλοκότητας. Ο Simon χρησιμοποιεί τον ακόλουθο ορισμό.

Ένα πολύπλοκο σύστημα αποτελείται από ένα (πολύ) μεγάλο αριθμό συνθετικών μερών τα οποία αναπτύσσουν μεταξύ τους αμοιβαίες αλληλεπιδράσεις. Σε τέτοιας φύσεως συστήματα το όλον το οποίο αναδύεται από τις αλληλεπιδράσεις των μερών δεν συμπίπτει με το άθροισμα των μερών σύμφωνα με την ασθενή ολιστική αναπαράσταση, έτσι ώστε το συμπέρασμα για τις ιδιότητες του όλου ως απόρροια της γνώσης που διαθέτουμε για τις ιδιότητες των μερών και τους νόμους της αλληλεπίδρασης τους, να μην είναι εύκολο ή τετριμμένο θέμα (Platt, J.R., 1 (1961)

Αρχικές υπολογιστικές τεχνικές ήσαν ο γενετικός αλγόριθμος [genetic algorithm] που ανέπτυξε ο Holland (1975)και οι υπολογιστικοί αλγόριθμοι για τα Cellular automata(A.W. Burks, 1970) (C.G. Langton (ed.) Artificial Life. Santa Fe Institute Studies in the Science of Complexity, proceedings, Vol. 6(Redwood City, CA: Addison – Wesley, 1989) τα οποία χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση του ανταγωνισμού και της αλληλεπίδρασης οργανισμών, αλγόριθμοι που είναι γνωστοί ως Game of Life.

Προκειμένου όμως να κατανοήσουμε καλύτερα τα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα απαιτείται ο εντοπισμός των διαφορών τους από τα πολύπλοκα και τα απλά συστήματα.

Ο Bat tram [1998] περιγράφει τις βασικές τους διαφορές με τον ακόλουθο πίνακα.

	ΑΠΛΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΧΑΟΣ: ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΑ ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	Λίγες δυνατές καταστάσεις	Περισσότερες δυνατές καταστάσεις	Πολύ μεγάλος αριθμός δυνατών καταστάσεων
ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΤΗΤΑ	Οι συνδέσεις μεταξύ των συστατικών μερών είναι σταθερές	Τα συστατικά μέρη είναι διασκορπισμένα και απολύτως ελεύθερα να αλληλεπιδρούν τοπικά	Τα συστατικά μέρη (φορείς) είναι διασκορπισμένα και ελεύθερα να αλληλεπιδρούν τοπικά στο πλαίσιο μιας ιεραρχικής δομής
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ	Απλή προβλέψιμη συμπεριφορά	Ανόργανη(χαοτική) συμπεριφορά – απρόβλεπτη σε μεγάλο βαθμό	Αναδυόμενη συμπεριφορά με θυλάκους απροβλεψιμότητας
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	¨Ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης- μια τηλεόραση	Ο καιρός, μια βρύση που στάζει, ένας σωρός άμμου που ξαφνικά καταρρέει καθώς προστίθεται περισσότερη άμμος	¨όλα τα έμβια όντα, οι κοινωνικοί οργανισμοί, οι πολιτισμοί, οι πολιτικοί οργανισμοί
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	I & II	III	IV

Ο Bat tram στη συνέχεια προβαίνει στη παροχή επεξηγήσεων ορισμένων από τους όρους που χρησιμοποιεί στον πίνακα.

Τοπικό: Αλληλεπιδράσεις που πραγματοποιούνται μεταξύ γειτονικών συστατικών μερών, όπως αλληλεπιδράσεις μεταξύ ατόμων στη στάση ενός λεωφορείου, ένα σμήνος πουλιά που κυνηγούν έντομα κλπ.

Φορείς: Διαφέρουν από την απλή έννοια συστατικά μέρη ως προς το ότι καθορίζουν μόνοι τους τη συμπεριφορά τους. Έτσι τα πουλιά μέσα σε ένα σμήνος, οι άνθρωποι σε ένα πλήθος, οι παίκτες του χρηματιστηρίου είναι φορείς, ενώ από την άλλη τα μόρια του νερού, ή οι λυχνίες μιας τηλεόρασης είναι απλώς συστατικά στοιχεία.

Καταστάσεις: Ένας λέβητας μπορεί να βρίσκεται μόνο εντός ή εκτός λειτουργίας. Πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο εκτελεί περιοδική ταλάντωση με δυο μόνο καταστάσεις, επομένως μπορεί να μεταδώσει μια μικρή ποσότητα πληροφοριών. Ο αριθμός από την άλλη των ενδεχομένων καταστάσεων στις οποίες μπορεί να βρεθεί ένα ανθρώπινο ον είναι σχεδόν απεριόριστος, λόγου χάρη, η ίδια είδηση μπορεί να χαροποιήσει, να δυσαρεστήσει, ή να εξοργίσει κάποιον. Επίσης ο όγκος των πληροφοριών που μπορεί να μεταδοθεί είναι τεράστιος.

Υπολογιστική Κατάσταση: Στην επιστήμη της Πολυπλοκότητας συναντώνται τέσσερις κλάσεις συμπεριφοράς:

Κλάση I Σταθερότητα
Κλάση II Τάξη
Κλάση III Χάος
Κλάση IV Πολυπλοκότητα

Οι πρώτες τρεις κλάσεις ανακαλύφθηκαν κατά την έρευνα σε μη γραμμικά δυναμικά συστήματα, δηλαδή συστήματα που εκδηλώνουν χαοτική συμπεριφορά.
Η τέταρτη κλάση (το όριο του χάους) ανακαλύφθηκε αργότερα από τους θεμελιωτές της επιστήμης της πολυπλοκότητας. Μεγάλη συνεισφορά σε αυτό είχαν οι Kauffman (ο οποίος μελετά τα δίκτυα τύπου Boole NK) και ο John Conway [1976] ο οποίος μελετά τα κυψελικά αυτόματα όπως είναι το παιχνίδι της ζωής. Η κλάση IV πολυπλοκότητα εμφανίζεται μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης. Και αυτό γιατί η πολυπλοκότητα υπάρχει στο όριο του χάους, το οποίο βρίσκεται μεταξύ της τάξης και του χάους. Κατά τον Langton το όριο του χάους είναι μια κλάση συμπεριφορών.

Καθώς το σύστημα στο οποίο επικρατεί τάξη αρχίζει να διαταράσσεται, όπως τα κύματα στη θάλασσα, τα ξεσπάσματα γίνονται όλο και πιο συχνά ωσότου το σύστημα αποβεί τελείως χαοτικό. Ένα τετριμμένο παράδειγμα αποτελεί το surfing στο οποίο η περιοχή κάτω από ένα κύμα έτοιμο να σπάσει (ο σωλήνας στην ορολογία) είναι η περιοχή στην οποία οι σέρφερ προσπαθούν να ανέβουν. Στην αναλογία αυτού του παραδείγματος αυτή είναι η ζώνη της πολυπλοκότητας.

Β.1.2 *ΙΕΡΑΡΧΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.*

Η πολυπλοκότητα κατά τον Simon [1996] λαμβάνει συχνά ιεραρχική μορφή και τα ιεραρχικά συστήματα έχουν κάποιες κοινές ιδιότητες, ανεξάρτητα από το περιεχόμενο τους. Η ιεραρχική οργάνωση είναι ένα από τα κεντρικά δομικά σχήματα της πολυπλοκότητας.

Με τον όρο Ιεραρχικό Σύστημα, ορίζεται κατά τον Simon ένα σύστημα το οποίο διαρθρώνεται από αλληλεξαρτημένα υποσυστήματα, καθένα από τα οποία διαθέτει ιεραρχική δομή μέχρι κάποιο κατώτατο επίπεδο στοιχειωδών υποσυστημάτων.
Στα περισσότερα φυσικά υποσυστήματα είναι αυθαίρετο ως πιο σημείο εγκαταλείπουμε τη διαίρεση και επομένως ποιο υποσύστημα εκλαμβάνουμε σαν στοιχειώδες.
Η φυσική κάνει εκτεταμένη χρήση της ιδέας του στοιχειώδους σωματιδίου αν και τα σωματίδια έχουν μια συγκεχυμένη τάση να μην παραμένουν στοιχειώδη για πολύ καιρό. Για παράδειγμα τα άτομα καιρό πριν θεωρούνταν στοιχειώδη σωματίδια, ενώ σήμερα αντιθέτως θεωρούνται πολύπλοκα συστήματα.

Αποτελεί ένα ενδιαφέρον ερώτημα το κατά πόσο ένας επιστήμονας μπορεί να θεωρεί ένα υποσύστημα σαν στοιχειώδες ενώ στην πραγματικότητα αυτό το σύστημα είναι πολύπλοκο. Για παράδειγμα η βασική αντίθεση στις κοινωνικές επιστήμες ολισμού – αναγωγισμού σχετίζεται με την κυρίαρχη υπόθεση σχέσης άτομο- κοινωνία όπου το ερώτημα είναι αν το άτομο αποτελεί σύστημα ή η κοινωνία αποτελεί σύστημα.

Ο Langton αναφέρει σχετικά με αυτόν τον προβληματισμό.
«Θα πρέπει να εξετάζετε τα συστήματα με βάση τη συμπεριφορά τους και όχι με βάση τη σύστασή τους. Όταν το κάνετε αυτό, ανακαλύπτετε τα δυο άκρα της τάξης και του χάους. Ανάμεσα στα δυο άκρα, σε ένα είδος αφηρημένης μετάβασης φάσης που αποκαλείται «όριο του χάους», μπορείτε να βρείτε την πολυπλοκότητα: μια κατηγορία συμπεριφορών στην οποία τα συστατικά μέρη του συστήματος σχεδόν ποτέ δεν εγκλωβίζονται επιτόπου ούτε όμως διασκορπίζονται στην αναταραχή. Αυτά τα συστήματα είναι αφενός αρκετά ευσταθή ώστε να αποθηκεύσουν πληροφορίες και αφετέρου αρκετά παροδικά ώστε να τις μεταδίδουν. Τα συστήματα αυτά μπορούν να

οργανωθούν έτσι, ώστε να εκτελούν πολύπλοκους υπολογισμούς, να αντιδρούν στο κόσμο, να είναι αυθόρμητα, προσαρμόσιμα και ζωντανά».

Ο όρος ιεραρχικό σύστημα έχει συχνά χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσει ένα σύστημα το οποίο έχει υποσυστήματα που το καθένα είναι υποτελές με μια σχέση εξουσίας στο σύστημα στο οποίο ανήκει.

Αυτή η έννοια δεν μπορεί να συμπεριλάβει συστήματα στα οποία δεν υπάρχει σχέση υπαγωγής μεταξύ των υποσυστημάτων
Ελλείψει ενός καλύτερου όρου ο Simon χρησιμοποιεί τον όρο ιεραρχία με ένα ευρύτερο τρόπο προκειμένου να αναφερθεί σε πολύπλοκα συστήματα τα οποία μπορούν να αναλυθούν σε διαδοχικά σύνολα υποσυστημάτων.

Ιεραρχικά συστήματα ανιχνεύονται στον φυσικό, τον βιολογικό και τον κοινωνικό κόσμο. Στον προσλαμβανόμενο κόσμο της νόησης επίσης διακρίνουμε τον χώρο των συμβολικών συστημάτων. Ένα βιβλίο για παράδειγμα μπορεί να θεωρηθεί σαν συμβολικό ιεραρχικό σύστημα σύμφωνα με την ορολογία που χρησιμοποιεί ο Simon, δεδομένου ότι είναι οργανωμένο σε κεφάλαια, τα κεφάλαια σε τμήματα, τα τμήματα σε παραγράφους, οι παράγραφοι σε προτάσεις, οι προτάσεις σε φράσεις, οι φράσεις σε λέξεις. Μπορούμε να εκλάβουμε τις λέξεις σαν τις στοιχειώδεις μονάδες ή να προχωρήσουμε το διαχωρισμό στο επίπεδο των γραμμάτων και των συμβόλων. Παρόμοιας φύσης ανάλυση μπορούμε να πραγματοποιήσουμε και για τη μουσική. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον υπάρχει για την απεικόνιση των κοινωνικών συστημάτων ως ιεραρχικών.

Μια τυπική τέτοια ιεραρχία εμφανίζεται στους κοινωνικούς οργανισμούς.
Η τυπική ιεραρχία ενός τυπικού οργανισμού δεν αποτελεί το μοναδικό παράδειγμα κοινωνικής ιεραρχίας. Όλες σχεδόν οι κοινωνίες εμπεριέχουν στοιχειώδεις μονάδες.

Εάν δημιουργήσουμε ένα γράφημα κοινωνικών αλληλεπιδράσεων επικοινωνίας τα συμπλέγματα πυκνών αλληλεπιδράσεων που θα δημιουργηθούν προσδιορίζουν μια σχετικώς καλά ορισμένη ιεραρχική δομή.
Οι ομαδοποιήσεις σε αυτή τη δομή μπορούν να προσδιορισθούν λειτουργικά με μια μέτρηση της πυκνότητας αλληλεπιδράσεων.

Αναφορικά τώρα με την εξέλιξη των πολύπλοκων συστημάτων προερχόμενων από απλά συνθετικά στοιχεία, σπουδαίος παράγοντας αναδεικνύεται ο χρόνος που απαιτείται για την μεταβολή σε συνδυασμό με την ύπαρξη ή όχι ενδιάμεσων σταθερών μορφών του συστήματος.

Ο Simon δείχνει αυτή τη συνθήκη με μια παραβολή δυο τεχνιτών ρολογιών.
Και οι δυο κατασκευάζουν ένα ρολόι το οποίο αποτελείται από 1000 τμήματα.

Η μέθοδος κατασκευής του πρώτου είναι η ακόλουθη.
Συναρμολογεί όλα τα τμήματα του ρολογιού σειριακά έτσι ώστε εάν παρουσιαστεί ανάγκη να διακόψει την συναρμολόγηση προτού ολοκληρώσει και το τελευταίο τμήμα του ρολογιού, η συναρμολόγηση καταρρέει και ο τεχνίτης χρειάζεται να ξεκινήσει την συναρμολόγηση από την αρχή.

Ο δεύτερος ακολουθεί μια άλλη διαδικασία συναρμολόγησης.
Η διαδικασία συνίσταται στο να δημιουργεί επιμέρους συναρμολογημένα τμήματα καθένα από τα οποία αποτελείται από δέκα στοιχεία (εκ των 1000).
Κατασκευάζει δηλαδή 100 τμήματα των 10 στοιχείων προκειμένου να ολοκληρώσει την κατασκευή (ας ονομάσουμε το καθένα A subassembly).

Δέκα τέτοια τμήματα στη συνέχεια τα συναρμολογεί σε 10 ευρύτερα τμήματα(ας ονομάσουμε το καθένα B Subassembly).

Έχουμε:

10 στοιχεία = 1 A Subassembly
10 A subassembly = 1 B Subassembly
10 B subassembly = το ρολόι

Ο τεχνίτης αυτός (B) κάθε φορά που διακόπτει την συναρμολόγηση χάνει, εν αντιθέσει με τον τεχνίτη (A) μόνο ένα μικρό μέρος της εργασίας που εκτελεί.

Εάν υποθέσουμε ένα αριθμό διακοπών τόσο στον τεχνίτη (A) όσο και στον (B) τότε συμπεραίνουμε εύκολα ότι ο (B) τελικά χρειάζεται μόνο ένα ποσοστό του χρόνου που χρειάζεται ο (A) για να ολοκληρώσει ένα πλήρες ρολόι. Στην προκειμένη περίπτωση η διαδικασία που ακολουθεί ο (B) αποδίδει ενδιάμεσες σταθερές μορφές.

Αυτή η διαδικασία είναι εμφανής στα βιολογικά συστήματα αλλά και στις κοινωνικές αλλά και τις γνωστικές διαδικασίες.
Δηλαδή η ύπαρξη μιας ιεραρχίας ενδεχόμενων σταθερών μορφών του βιολογικού ή του κοινωνικού συστήματος μειώνει δραστικά τον απαιτούμενο χρόνο εξέλιξης του συστήματος.

Η περιγραφή αυτή των πολύπλοκων συστημάτων με ιεραρχική μορφή, αναφέρει ο Simon [1996] επιδέχεται τρεις παρατηρήσεις.

1. Η υπόθεση των ενδιάμεσων σταθερών μορφών εξέλιξης δεν συνεπάγεται κανενός είδους τελεολογικό μηχανισμό. Οι πιο σύνθετες μορφές μπορούν να προκύψουν από τις απλούστερες με τυχαίο τρόπο. Το στοιχείο της κατεύθυνσης παρέχεται σε αυτό το σχήμα των σταθερών σύνθετων μορφών μόνο όταν αυτές προκύψουν.
2. Δεν είναι όλα τα πολύπλοκα συστήματα ιεραρχικά. Παρόλα αυτά μπορούμε να τα θεωρήσουμε σαν τέτοια με εύρος ένα.
3. Ο Simon διαπιστώνει ότι αυτή η εξελικτική διαδικασία δεν παραβιάζει το δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής. Για την διαδικασία αυτή απαιτούνται μόνο τοπικά σημεία ισορροπίας.

Παρά το γεγονός ότι όλα τα συστήματα δεν είναι ιεραρχικά, πρέπει να παρατηρήσουμε ότι αυτά που εξελίσσονται μέσω εξειδίκευσης αποκτούν μια δομή του τύπου "boxes within boxes". Σε αυτά τα συστήματα τα οποία χαρακτηρίζονται από ταχεία εξέλιξη, η δημιουργία «σταθερών» υποσυστημάτων σημαίνει ότι το καθένα λειτουργεί σχεδόν ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα (συνθήκη που υπάρχει και στα πρωτογενή συνθετικά μέρη και για το λόγο αυτό επηρεάζονται μόνο από τα καθαρά inputs – outputs των υπολοίπων υποσυστημάτων. Αυτή η διαπίστωση οδηγεί στην ιδέα των σχεδόν αποσυνθέσιμων συστημάτων.

Αυτή η θέση του Simon αποτελεί και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

B.1.3 *ΣΧΕΔΟΝ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.*

Στα ιεραρχικά συστήματα μπορούμε να διακρίνουμε ανάμεσα σε αλληλεπιδράσεις μεταξύ υποσυστημάτων και σε αλληλεπιδράσεις στο εσωτερικό των υποσυστημάτων, δηλαδή μεταξύ των τμημάτων του υποσυστήματος.

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών επιπέδων μπορεί να είναι και διαφορετικού βαθμού σπουδαιότητας. Σε ένα τυπικό οργανισμό γενικά θα υπάρχουν κατά μέσο όρο περισσότερες αλληλεπιδράσεις μεταξύ δυο ατόμων του ίδιου τμήματος παρά μεταξύ δυο ατόμων διαφορετικών τμημάτων.

Μπορούμε γενικότερα να μεταχειριστούμε τα ξεχωριστά άτομα σαν σχετικά ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Τα συστήματα στα οποία ανήκουν άτομα στα οποία προσδίδουμε μια τέτοια θεώρηση περιγράφονται σαν σχεδόν αποσυνθέσιμα συστήματα. Τουλάχιστον ορισμένα ιεραρχικά συστήματα μπορούν να προσεγγισθούν σαν σχεδόν αποσυνθέσιμα συστήματα.

Το κύριο θεωρητικό εύρημα μιας τέτοιας προσέγγισης μπορεί να συνοψισθεί σε δυο προτάσεις:

1. Σε ένα «σχεδόν αποσυνθέσιμο» σύστημα η βραχυχρόνια συμπεριφορά κάθε συνθετικού αυτού υποσυστήματος είναι περίπου ανεξάρτητη από την βραχυχρόνια συμπεριφορά των άλλων συνθετικών.
2. Στην μακροχρόνια περίοδο η συμπεριφορά κάθε συνθετικού μέρους εξαρτάται μόνο με αθροιστικό τρόπο από τη συμπεριφορά των άλλων συνθετικών μερών.

Μπορούμε να αναζητήσουμε εμπειρική επαλήθευση σε αυτή τη θεωρητική διατύπωση σε ποικιλία φαινομένων του φυσικού, βιολογικού και κοινωνικού κόσμου.
Η οικονομική επιστήμη βρίθει παραδειγμάτων.

Ο D. North [2000] περιγράφει μια θεωρία οικονομικής ιστορίας βασισμένη στα ιδιοκτησιακά δικαιώματα έναντι σπανιζόντων πόρων. Το μοντέλο του περιγράφει την διαμόρφωση και εξέλιξη ιεραρχικών κοινωνικών συστημάτων όπου η ανακάλυψη και εφαρμογή των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων μπορεί να θεωρηθεί το ισότιμο των ενδιάμεσων εκάστοτε σταθερών μορφών.

Ο Paul Krugman [1996] σε μια ενδιαφέρουσα αποτύπωση των οικονομιών σαν αυτό-οργανούμενα συστήματα διαπιστώνει ότι η οικονομία αποτελεί ένα δυναμικό πολύπλοκο σύστημα το οποίο δεν μπορεί να ερμηνευθεί με όρους απλής αιτιότητας. Διαπιστώνει όμως ότι κατακυριαρχεί σε αυτήν η δυναμική της δημιουργίας τάξης. Εξετάζει την ανάπτυξη των οικονομιών των πόλεων και του διαδικτύου που αναπτύσσονται προς την κατεύθυνση ανάδυσης δυναμικής τάξης και προβαίνει στην περιγραφή ιεραρχικών συστημάτων.

Κατά τον Simon όταν ένα δυναμικό σύστημα μπορεί να περιγραφεί με όρους σχεδόν αποσυνθέσιμου πίνακα (nearly decomposable matrix) τότε διαθέτει τις ιδιότητες ενός σχεδόν αποσυνθέσιμου συστήματος.

Την ιδέα αυτή παρέχει με ένα απλό παράδειγμα [H. Simon and A. Ando, 1961], Θεωρείστε ένα οικοδόμημα του οποίου οι εξωτερικοί τοίχοι παρέχουν τέλεια θερμομόνωση από το περιβάλλον. Εκλαμβάνουμε τους τοίχους του οικοδομήματος ως το όριο του συστήματος από το περιβάλλον του.

Το εσωτερικό του κτιρίου αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό δωματίων οι διαχωριστικοί τοίχοι των οποίων προσφέρουν καλή αλλά όχι τέλεια θερμομόνωση. Εκλαμβάνουμε τα δωμάτια αυτά σαν υποσυστήματα του κύριου συστήματος (κτίριο) και αντιστοίχως τους τοίχους που τα διαχωρίζουν σαν τα όρια του υποσυστήματος με το κύριο σύστημα. Κάθε δωμάτιο διαχωρίζεται σε τμήματα με διαχωριστικά. Τα διαχωριστικά αυτά δεν παρέχουν ικανοποιητική θερμομόνωση. Σε κάθε τμήμα δωματίου τοποθετούμε ένα θερμόμετρο.

Προβαίνουμε σε μια πρώτη παρατήρηση των θερμοκρασιών των τμημάτων. Διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμοκρασιών από τμήμα σε τμήμα και από δωμάτιο σε δωμάτιο. Θεωρούμε ότι τα διάφορα τμήματα μέσα στο κτίριο βρίσκονται σε μια κατάσταση ανισορροπίας ως προς την θερμοκρασία.

Προχωρούμε σε μια δεύτερη παρατήρηση των θερμοκρασιών των τμημάτων και των δωματίων μερικές ώρες αργότερα.
Σε αυτή τη δεύτερη παρατήρηση θα υπάρχουν:

Α) Πολύ μικρές διαφορές ανάμεσα στα τμήματα που ανήκουν στο ίδιο δωμάτιο,
Β) Μεγάλες διαφορές μεταξύ δωματίων.

Προχωρούμε σε μια τρίτη παρατήρηση μερικές ώρες μετά την δεύτερη.
Διαπιστώνουμε μια σχεδόν ενιαία θερμοκρασία σε όλο το εσωτερικό του κτιρίου.
Οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ δωματίων έχουν εξαφανισθεί.

Την διαδικασία δημιουργίας ισορροπίας ως προς την θερμοκρασία μπορούμε να την εκφράσουμε τυποποιημένα θέτοντας τις εξισώσεις μετάδοσης της θερμοκρασίας. Οι εξισώσεις μπορούν να αποτυπωθούν με ένα πίνακα συντελεστών $[r_{ij}]$ όπου $[r_{ij}]$ είναι ο βαθμός με τον οποίο η θερμότητα ρέει (μεταδίδεται) από το I_{th} τμήμα δωματίου στο j_{th} τμήμα δωματίου ανά μονάδα διαφοράς των θερμοκρασιών τους.

Εάν δυο τμήματα i, j δεν έχουν ένα κοινό διαχωριστικό τοίχο τότε το r_{ij} θα ισούται με το μηδέν.
Εάν τα δυο τμήματα έχουν ένα κοινό διαχωριστικό και βρίσκονται στο ίδιο δωμάτιο τότε η τιμή r_{ij} θα είναι μεγάλη.
Εάν τα τμήματα διαχωρίζονται από ένα τοίχο δωματίου τότε η τιμή r_{ij} θα είναι διάφορη του μηδενός αλλά μικρή.

Ως εκ τούτου ομαδοποιώντας μαζί σε ένα πίνακα όλα τα τμήματα που βρίσκονται στο ίδιο δωμάτιο μπορούμε να δομήσουμε ένα πίνακα συντελεστών έτσι ώστε όλοι οι συντελεστές με μεγάλη τιμή να βρίσκονται κατά μήκος μιας διαγωνίου του πίνακα και ταυτόχρονα σε μια αλληλουχία (string) τετραγώνων πινάκων. Όλα τα στοιχεία τα οποία βρίσκονται έξω από την διαγώνιο αυτή των τετραγώνων έχουν τιμή είτε μηδέν είτε πολύ μικρή. Θα ονομάσουμε ένα πίνακα που έχει αυτές τις ιδιότητες σχεδόν αποσυνθέσιμο πίνακα (nearly decomposable matrix).

Ένα δυναμικό σύστημα το οποίο μπορεί να περιγραφεί σε όρους σχεδόν αποσυνθέσιμου πίνακα διαθέτει τις ιδιότητες που περιγράφηκαν προηγουμένως και αποτελεί ένα σχεδόν αποσυνθέσιμο σύστημα.

Στο παράδειγμα της μετάδοσης της θερμότητας αυτό σημαίνει ότι στη βραχυχρόνια περίοδο κάθε δωμάτιο θα φθάσει ένα σημείο ισορροπίας (θερμοκρασίας) δηλαδή ένα μέσο όρο της αρχικής θερμοκρασίας των τμημάτων του σχεδόν ανεξάρτητα από τις θερμοκρασίες των άλλων δωματίων καθώς και ότι κάθε δωμάτιο θα παραμείνει περίπου σε σημείο ισορροπίας κατά την διάρκεια της μεσοχρόνιας περιόδου όπου σταδιακά ένα σημείο ισορροπίας δημιουργείται για ολόκληρο το κτίριο.

Αν εστιάσουμε στα κοινωνικά συστήματα και τις δυναμικές τους μπορούμε να τα εκλάβουμε ως δυναμικά πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα. Αυτή η θεώρηση μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε ενδιαφέρουσες δυναμικές τους.

Εάν θεωρήσουμε ένα συντελεστή [ε] ως τον όρο που περιγράφει σαν μαθηματική σχέση την διασύνδεση των μερών και ο όρος αυτός είναι πολύ μικρός, τότε αποδίδει λίγα σε τάξη δυναμικά συστήματα που διαθέτουν τις ιδιότητες σχεδόν αποσυνθέσιμων. Έτσι μπορούμε όταν αναφερόμαστε στα κοινωνικά συστήματα και εξετάζουμε όρους όπως ομάδες κοινωνικά σύνολα, οργανισμοί να επιχειρούμε να τα κατατάσσουμε με κριτήριο αυτήν την ιδιότητα αποσυνθεσιμότητας.

Συστήματα στα οποία κάθε μεταβλητή διασυνδέεται με την ίδια ένταση με σχεδόν όλα τα άλλα μέρη του συστήματος είναι σπανιότερα και λιγότερο τυπικά. Σε μια κατάσταση σχέσεων πολλών διαστάσεων όπως ισχύει σε κοινωνικά και οικονομικά φαινόμενα πολλές φορές η ίσης έντασης διασύνδεση χαρακτηρίζει συναθροίσεις τυχαίες και πρόσκαιρες.
Η ιδιότητα της αποσυνθεσιμότητας διαπιστώνεται στην οικονομία όπου για παράδειγμα στις δυναμικές που αναπτύσσονται σε αυτήν οι κύριες μεταβλητές είναι οι τιμές και οι ποσότητες των αγαθών.

Στις δυναμικές των κοινωνικών συστημάτων όπου τα μέλη ενός συστήματος επικοινωνούν και επηρεάζουν τα άλλα μέλη, η αποσυνθεσιμότητα κυριαρχεί.
Αυτό είναι περισσότερο προφανές στους τυπικούς οργανισμούς.
Σε αυτούς η τυπική σχέση εξουσίας διασυνδέει κάθε μέλος της οργάνωσης με ένα άμεσο ανώτερο και με ένα μικρό αριθμό κατώτερων.
Από τους τυπικούς οργανισμούς προκύπτει η παρατήρηση ότι τα σύνορα των τμημάτων παίζουν τον ίδιο ρόλο με τους τοίχους στο παράδειγμα της θερμοκρασίας των δωματίων.

Β.1.4 *Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΟΥΣ ΙΕΡΑΡΧΙΑΣ.*

Το εύρος των ιεραρχιών εμφανίζεται άλλοτε πολύ μεγάλο και άλλοτε πολύ μικρό.
Η κατανόηση των λόγων για τους οποίους αυτό συμβαίνει προϋποθέτει την εξέταση των αλληλεπιδράσεων που παράγονται.

Μια γενική συνθήκη είναι ο βαθμός στον οποίο η αλληλεπίδραση δύο ή λίγων υποσυστημάτων γίνεται η αιτία να μην ενεργοποιούνται αλληλεπιδράσεις αυτών με άλλα υποσυστήματα.

Μια ειδικότερη θεώρηση αφορά τις περιπτώσεις ενός συστήματος στοιχείων τα οποία διαθέτουν ικανότητες ισχυρών και ασθενών αλληλεπιδράσεων και στο οποίο οι ισχυροί δεσμοί είναι εξαντλητικοί στη διαδικασία των συνδυασμών τους.

Σε αυτή την περίπτωση οι ισχυροί δεσμοί θα δημιουργήσουν υποσυστήματα μέχρι το σημείο που θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία τους όλες οι δυνατότητες ισχυρών διασυνδέσεων. Στη συνέχεια αυτά τα υποσυστήματα θα συνενωθούν μέσω των ασθενών « δεύτερης τάξης» διασυνδέσεων σε ένα μεγαλύτερο σύστημα.
Ένα τέτοιο παράδειγμα στον κοινωνικό κόσμο αποτελεί το διαδίκτυο.
Άλλα τέτοια παραδείγματα αποτελούν η οικονομία και η αγορά, η τεχνολογία, η λειτουργία του κράτους, κλπ.

Στα κοινωνικά συστήματα όπως ακριβώς και στα φυσικά, υπάρχουν γενικώς όρια στην ταυτόχρονη αλληλεπίδραση μεγάλου αριθμού υποσυστημάτων.

Αυτά τα όρια σχετίζονται με το γεγονός ότι κάθε άτομο λειτουργεί περισσότερο σε ένα σειριακό σύστημα διαδικασίας πληροφόρησης παρά σε ένα παράλληλο τέτοιο σύστημα.

Κάθε άτομο για παράδειγμα αποτελεί φορέα, συνήθως μιας επικοινωνίας κάθε φορά (στη μονάδα του χρόνου), και παρά το γεγονός ότι αυτό καθορίζει το μέγεθος του ακροατηρίου στο οποίο μια κρίσιμη επικοινωνιακή διαδικασία απευθύνεται, ορίζει ταυτόχρονα το πλήθος των ατόμων τα οποία ταυτόχρονα συμμετέχουν σε πολλά άλλα είδη κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Εκτός από τις προϋποθέσεις καθαυτές της άμεσης αλληλεπίδρασης, οι περισσότεροι κοινωνικοί ρόλοι επιβάλλουν ενέργειες και υπευθυνότητες οι οποίες αναλώνουν διαθέσιμο ατομικό χρόνο.

Είναι πιθανά αληθές για τα κοινωνικά συστήματα όπως και για τα φυσικά αντιστοίχως, ότι οι υψηλότερης συχνότητας δυναμικές συναρτώνται με τα υποσυστήματα, ενώ οι χαμηλότερης συχνότητας δυναμικές συναρτώνται με τα μεγαλύτερα συστήματα.

Πιστεύεται για παράδειγμα ότι ο σχετικός ορίζοντας προγραμματισμού των επιτελών είναι μεγαλύτερος όσο υψηλότερη είναι η θέση τους στην οργανωσιακή ιεραρχία.
Είναι επίσης πιθανά αληθές ότι η μέση διάρκεια μιας αλληλεπίδρασης μεταξύ επιτελών και το μέσο διάστημα μεταξύ αλληλεπιδράσεων είναι μεγαλύτερο στα υψηλότερα παρά στα χαμηλότερα επίπεδα.

Οι ιεραρχίες διαθέτουν την ιδιότητα της αποσυνθεσιμότητας .
Οι δεσμοί στο εσωτερικό των συνθετικών μερών είναι γενικώς ισχυρότεροι από τους αντίστοιχους μεταξύ των συνθετικών. Σε αυτό το γεγονός οφείλεται η επίδραση του διαχωρισμού των υψηλής συχνότητας δυναμικών μιας ιεραρχίας (η οποία εμπλέκει την εσωτερική δομή των συνθετικών μερών) από τις χαμηλής συχνότητας δυναμικές (οι οποίες εμπλέκουν την αλληλεπίδραση μεταξύ συνθετικών μερών).

Αυτή η ανάλυση θέτει μερικά θεωρητικά ερωτήματα αναφορικά με:
- τη σχέση ορίου και υποσυστήματος
- Υποσυστημάτων και οντοτήτων
- Υποσυστημάτων και φορέων

Επίσης, ορισμένα ερωτήματα για την εσωτερική αναπαραγωγή των συστημάτων καθώς και την εξωτερική τους αναπαραγωγή μέσω της αλληλεπίδρασης με άλλα συστήματα.

Για τα θέματα αυτά έχει προσφέρει θεωρητικές προτάσεις ο Abbot τις οποίες και παραθέτουμε στη συνέχεια στο μέρος Γ συνδυάζοντάς τις με τα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα και ιδιαίτερα τα ιεραρχικά συστήματα.

Β.2. ΠΡΟΣ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΠΟΛΥΠΛΟΚΩΝ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (ΠΠΣ)

Β.2.1 *ΤΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ*

Η ιδέα των πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων προέκυψε όπως προεκτάθηκε από την ίδια την εξέλιξη και συσχέτιση επιστημονικών κλάδων όπως των μαθηματικών, της βιολογίας κλπ, της μεγαλύτερης ικανότητας υπολογισμού που

προέκυψε από την εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και από την απόπειρα εξεύρεσης τρόπων προσέγγισης της επιστημονικής αλήθειας οι οποίοι να είχαν την ικανότητα αποφυγής των περιορισμών που προέκυπταν από τον ολισμό και τον αναγωγισμό.

Όπως όμως αποτελεί κοινή διαπίστωση των επιστημόνων της πολυπλοκότητας δεν έχει μέχρι σήμερα προκύψει ένα συμπαγές σώμα θεωρίας για τις γενικές αρχές της πολυπλοκότητας. Απόρροια αυτού είναι η σχετική δυσκολία εξέτασης όλων των παρατηρούμενων πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων με ενιαία θεώρηση.
Βεβαίως η επιστημονική πρόοδος μέχρι σήμερα έχει αποδώσει σημαντικές αποσαφηνίσεις πολλές από τις οποίες προεκτάθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Δύο ζητήματα τείνουν να απασχολούν την ερευνητική φιλολογία των πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων.
Η διατύπωση συμπαγούς θεωρίας και η αποσαφήνιση της μεθόδου.

Στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου παρατίθενται τα θεωρητικά ερωτήματα που έχουν διατυπωθεί αναφορικά με τα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα.
Στο επόμενο κεφάλαιο εξειδικεύονται οι μέθοδοι αποτύπωσης και ερμηνείας της διαδικασίας εξέλιξης των πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων.

Ο J.Holland υποστηρίζει ότι δεν υφίστανται μοναχικά πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα. Αυτό συμβαίνει γιατί όλα τα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα αποτελούν μέρη άλλων πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων.
Επομένως πράγματι, τα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα δημιουργούνται μόνο μέσα σε ήδη υπαρκτά πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τους βιολογικούς οργανισμούς στο πλαίσιο ενός οικοσυστήματος. [M.M. Waldrop, 1994].

Τα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα συνεχώς αναθεωρούν και ανακατατάσσουν τα συστατικά τους ανταποκρινόμενα στην ανάδραση του περιβάλλοντος. Παραδείγματα αυτής της διαδικασίας μπορεί να βρει κανείς στην εξέλιξη των βιολογικών οργανισμών, στις μεταβαλλόμενες συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων στον εγκέφαλο, στην ανασυγκρότηση της δομής των τμημάτων ενός οικονομικού οργανισμού, στην αναδιοργάνωση των συμμαχιών κάθε χώρας.

Κατά βάθος στη βάση τους όλες αυτές οι διαδικασίες μάθησης, εξέλιξης και προσαρμογής είναι όμοιες. Και ένας από τους βασικούς μηχανισμούς προσαρμογής σε οποιοδήποτε σύστημα είναι ο μηχανισμός αναθεώρησης και ανασυνδυασμού των δομικών μονάδων. (A. Bat tram, 2000).

Αυτή η ικανότητα ή ιδιότητα των πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων δεν προϋποθέτει κανενός είδους κεντρικό σχέδιο ή κεντρική αρχή.

Παρατηρώντας για παράδειγμα τις δυναμικές που αναπτύσσονται στην αγορά ο Holland διαπιστώνει ότι αυτή εξελίσσεται χωρίς κανενός είδους ορατό σχεδιασμό και επιπρόσθετα τα άτομα τα οποία συμμετέχουν στις διαδικασίες αγοράς λειτουργούν με την πεποίθηση ότι αυτή η κατάσταση όχι μόνο υπάρχει αλλά και λειτουργεί αρμονικά.
Επομένως τίθεται το ακόλουθο ερώτημα:
Πως καταφέρνουν οι οικονομίες να αποφεύγουν σαρωτικές παλινδρομήσεις μεταξύ ελλείψεων και καταστάσεων κορεσμού;

Η ίδια διαπίστωση και βαθύ μυστήριο προκύπτει όταν παρατηρούμε τη φύση των μεγάλων πόλεων.

Σε αυτές, οι πωλητές, οι αγοραστές, οι διοικήσεις, οι δρόμοι, τα κτίρια, κλπ., διαρκώς μεταβάλλονται έτσι ώστε η συνάφεια και η συνεκτικότητα της πόλης επιβάλλονται από μια διαρκή διακύμανση ανθρώπων και δομών.

Μια πόλη αποτελεί ένα μοτίβο.
Τι καθιστά τις πόλεις ικανές να διατηρούν την συνεκτικότητά τους παρά τις συνεχείς διασπάσεις [disruptions] και την απουσία ενός κεντρικού σχεδιασμού.

Το επιστημονικό ερώτημα που εγείρεται δεν είναι η παρατήρηση η ίδια αλλά η κατανόηση του πως συμβαίνει αυτό.
Η ερώτηση «πως συμβαίνει αυτό» είναι που αποτελεί μυστήριο.

Ο φυσικός, βιολογικός και κοινωνικός κόσμος είναι γεμάτος από πολλά άλλα μοτίβα τα οποία επίσης παρουσιάζονται σαν τέτοια αινίγματα.

Μερικά μόνο παραδείγματα αποτελούν:
α) Ανοσοποιητικό σύστημα
β) Οικοσυστήματα
γ) Δάση, κλπ

Όλα αυτά παρουσιάζουν στοιχεία πολύπλοκων συστημάτων και διατηρούν την ποικιλία τους μέσω ενός σύνθετου συνόλου αλληλεπιδράσεων.
Μια σημαντική διαπίστωση είναι ότι όλα αυτά τα μοτίβα παράγουν ποικιλία.
Πολλά πολύπλοκα συστήματα επιδεικνύουν συνεκτικότητα έναντι της αλλαγής την οποία υφίστανται.
Ακόμη και αν αυτά τα συστήματα διαφέρουν θεμελιωδώς στις λεπτομέρειες, η παρατηρούμενη ικανότητα που διαθέτουν αναφορικά με την διατήρηση της συνάφειας έναντι της διαρκούς αλλαγής αποτελεί κεντρικό ερώτημα.

Ο ορισμός του Santa Fe Institute "Complex Adaptive Systems [CAS]" εμπεριέχει υπόρρητα την θέση ότι γενικές αρχές κατευθύνουν την συμπεριφορά τους.
Επομένως η βασική αναζήτηση είναι η εξαγωγή αυτών των γενικών αρχών.

Αυτή η ίδια η εξαγωγή γενικών αρχών προϋποθέτει διατύπωση θεωρίας για μοχλικά σημεία [level points].
Ένα τέτοιο μοχλικό σημείο ανιχνεύεται στη συμπεριφορά πολλών ΠΠΣ τα οποία εμφανίζουν μια ιδιότητα σύμφωνα με την οποία μια μικρή εισαγωγή μπορεί να προκαλέσει μεγάλης κλίμακας κατευθυνόμενες μεταβολές [Amplifier Effect].

Γνωρίζουμε και άλλα μοχλικά σημεία των ΠΠΣ αλλά δεν διαθέτουμε ακόμη περιεκτικές μεθόδους διερεύνησής τους (J.Holland, 1995).

Η διατύπωση θεωρίας για τα ΠΠΣ είναι εξαιρετικά δύσκολη απόπειρα δεδομένου ότι η συμπεριφορά του όλου είναι κάτι περισσότερο από το απλό άθροισμα της συμπεριφοράς των μερών.

Β.2.2 *Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΠΣ.*

Β.2.2.1 *AGENTS ΜΕΤΑ - AGENTS ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ.*

Τα ΠΠΣ απαρτίζονται χωρίς εξαίρεση από μεγάλους αριθμούς ενεργών στοιχείων τα οποία ποικίλουν τόσο στην μορφή φόρμα, όσο και στις ικανότητες. Όπως προεκτέθηκε υπάρχει σαφής διάκριση στους τύπους ενεργών στοιχείων.
Μια ενδιαφέρουσα κατηγορία είναι οι φορείς. Οι φορείς επιδεικνύουν συμπεριφορές.

Επίσης τα πολύπλοκα προσαρμοζόμενα συστήματα έχουν πολλές εσοχές, κάθε μια από τις οποίες μπορεί να αξιοποιηθεί από ένα φορέα προσαρμοσμένο ώστε να πληροί μια συγκεκριμένη εσοχή. Το σύστημα πάντα δημιουργεί ευκαιρίες.
Επομένως, ουσιαστικά δεν έχει κανένα νόημα να λέμε ότι ένα σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία: το σύστημα δεν μπορεί να ισορροπήσει ποτέ. Συνεχώς κινείται προς τα εμπρός. Οι φορείς ενός συστήματος δεν μπορούν επίσης ποτέ να βελτιστοποιήσουν την προσαρμογή ή τα οφέλη για τους ίδιους.

Ταυτόχρονα όμως σύμφωνα με τον Bat tram (2000) επειδή ο χώρος δυνατοτήτων είναι πάρα πολύ μεγάλος, πρακτικά δεν υπάρχει τρόπος να εξευρεθεί το βέλτιστο. Το βέλτιστο σημείο που μπορούν κάποτε να φτάσουν οι φορείς είναι να αλλάξουν και να βελτιωθούν οι ίδιοι κατ' αναλογία με το τι πράττουν οι άλλοι φορείς.

Απόρροια αυτών των αλληλεπιδράσεων των φορέων είναι ότι οι οργανισμοί αυξάνουν την πολυπλοκότητα των αλληλεπιδράσεων με άλλους οργανισμούς κατά τέτοιο τρόπο ώστε να φτάνουν στο όριο μεταξύ τάξης και χάους.
Αυτή η διαπίστωση αποτελεί συνισταμένη της προσέγγισης των θεωρητικών των συστημάτων, των θεωρητικών της εξελικτικής θεωρίας των παιγνίων, ενώ πρόσφατα αυτές οι απόψεις κερδίζουν έδαφος ανάμεσα στους οικονομολόγους και τους κοινωνικούς επιστήμονες.
Αναφορικά με την μέθοδο πρέπει να διατυπωθούν μερικές αρχικές επισημάνσεις:
Τα Πολύπλοκα Προσαρμοζόμενα Συστήματα δεν μπορούν να κατανοηθούν χωρίς την εξέταση των ενεργών τους στοιχείων.
Τα ενεργά στοιχεία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Αυτή η αλληλεπίδραση είναι διαρκής.
Το Πολύπλοκο Προσαρμοζόμενο Σύστημα δεν ισορροπεί ποτέ. Αντιθέτως αυξάνει διαρκώς την πολυπλοκότητά του η οποία αντανακλά την αύξουσα πολυπλοκότητα των υποσυστημάτων του και των συστατικών του στοιχείων.

Η αύξηση της πολυπλοκότητας κινείται ως διάνυσμα παράλληλα με το διάνυσμα του χρόνου. Τα πολύπλοκα Προσαρμοζόμενα Συστήματα κινούνται συνεχώς προς τα εμπρός.
Αυτό που είναι σημαντικό για την κατανόηση των πολύπλοκων Προσαρμοζόμενων Συστημάτων είναι οι συμπεριφορές που αναδύονται σαν προϊόν των αλληλεπιδράσεων και όχι μια ασαφής έκφραση των δομών και λειτουργιών.

Το υπό παρατήρηση σύστημα αποκτά ιδιότητες από την αλληλεπίδραση των υποσυστημάτων και των στοιχείων του αφενός και από την αλληλεπίδρασή του με άλλα συστήματα αφετέρου, οι οποίες δεν είναι παρατηρήσιμες στο επίπεδο των συνθετικών στοιχείων και υποσυστημάτων ή άλλων συστημάτων σε απομόνωση.

Τα πολύπλοκα Προσαρμοζόμενα Συστήματα αυτό- οργανώνονται. Η αυτό-οργάνωσή τους συνιστά το περιεχόμενο της προσαρμογής τους. Η αυτό-οργάνωση δεν συνεπάγεται την έλλειψη ιεραρχίας. Η ιεραρχική διάταξη των συστημάτων επιταχύνει την διαδικασία εξέλιξης.

Για να παρατηρήσουμε ένα σύστημα πρέπει να περιγράψουμε όσο γίνεται ακριβέστερα τα υποσυστήματα και τα συστατικά του στοιχεία. Ορισμένα συστήματα όπως τα βιολογικά και κοινωνικά περιλαμβάνουν μια τάξη συστατικών στοιχείων που καλούμε φορείς. Οι φορείς πρέπει να εκλαμβάνονται ως υποσυστήματα.

Ο τρόπος μελέτης ενός συστήματος συνιστά σύνθεση αλληλεπιδράσεων των συνθετικών μερών με έντονο το στοιχείο της ανάδρασης με τα υποσυστήματα, άλλα συστήματα και την αλληλεπίδραση της αναδυόμενης συμπεριφοράς.

Προκειμένου να προσδιορίζουμε την έννοια «ενεργά στοιχεία» χωρίς να απαιτείται να επικαλούμεθα συγκεκριμένα περιβάλλοντα δανειζόμαστε τον όρο agent από την οικονομική επιστήμη.

Προκειμένου να αντιληφθούμε την δυναμική της αλληλεπίδρασης μεταξύ μεγάλων αριθμών agents πρέπει πρώτα να καταστούμε ικανοί να περιγράψουμε τις ικανότητες συμπεριφοράς των agents.

Προκειμένου να κατανοήσουμε την συμπεριφορά αυτή είναι χρήσιμο να την θεωρήσουμε σαν μια συλλογή από κανόνες.
Τέτοιες απλές συλλογές είναι οι κανόνες τύπου Stimulus-Response, όπου:

If Stimulus (s) occurs, then Response [r] is given.
Παρά το γεγονός ότι οι κανόνες S-R είναι οριακής εμβέλειας, υπάρχουν απλοί τρόποι επέκτασης της εμβέλειας αυτής. Με μικρές αλλαγές η εμβέλεια αυτή μπορεί να επεκταθεί ώστε συμπλέγματα κανόνων να μπορούν να δημιουργήσουν συμπεριφορές οι οποίες μπορούν να περιγραφούν υπολογιστικά.

Ορίζοντας την έκταση των πιθανών S και το σύνολο των επιτρεπόμενων R για κάθε δοσμένο agent έχουμε αποφασίσει για το είδος των κανόνων που μπορούν να ισχύουν στους agents.
Επομένως με την σειριακή ενεργοποίηση των κανόνων φθάνουμε σε συμπεριφορές των agents. Στο σημείο αυτό εισέρχεται η προσαρμογή (adaptation) ή η εκμάθηση.
Γίνεται αντιληπτό ότι οι κανόνες συμπεριφοράς που σκιαγραφήθηκαν δημιουργούν τοπικές αλληλεπιδράσεις. Αυτές από μόνες τους δεν μπορούν να μας πληροφορήσουν για την συνολική συμπεριφορά του υπό εξέταση συστήματος.

Ταυτόχρονα όμως αδυνατούμε να κατανοήσουμε το συνολικό σύστημα χωρίς σαφή προσδιορισμό αυτών των αλληλεπιδράσεων.
Επιπλέον αυτές οι αλληλεπιδράσεις είναι πάντα συνάρτηση του χρόνου.
Άρα η μέθοδος αποτύπωσης της συνολικής συμπεριφοράς του πολύπλοκου προσαρμοζόμενου συστήματος πρέπει να εμπεριέχει τους agents τους κανόνες συμπεριφοράς τους, σύνθεση των αλληλεπιδράσεων και την αλληλουχία των αλληλεπιδράσεων αυτών.

Ποια είναι όμως η δυναμική αυτών των αλληλεπιδράσεων. Αν ορίσουμε αυθαίρετα ως σύστημα ένα πληθυσμό ομοειδών φορέων και αγνοήσουμε την ύπαρξη άλλων κατηγοριών φορέων τότε αυθαίρετα έχουμε αποκλείσει την ύπαρξη και αλληλεπίδραση άλλων συστημάτων.

Για τον λόγο αυτό οι Epstein και Axtell [1996] προτείνουν μια συνθήκη αλληλεπίδρασης περισσότερο πλήρη.

Οι αλληλεπιδράσεις ορίζονται στο επίπεδο,
- Agent- Agent
- Agent- environment
- Environment- environment

Με τον τρόπο αυτό παρακάμπτουμε τη δυσκολία ακριβούς αποτύπωσης όλων των ομάδων φορέων αναλυτικά και οδηγούμεθα ήδη προς ένα μοντέλο.

Β.2.2.2 *Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΩΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΗΣΗΣ.*

Όπως σημειώνει ο Gilbert, εάν επιχειρήσουμε να περιγράψουμε τι είναι ακριβώς η προσομοίωση θα πρέπει να την ορίσουμε σαν ένα ιδιαίτερο είδος μοντελοποίησης.

«Η δημιουργία ενός μοντέλου αποτελεί έναν τρόπο αντίληψης του κόσμου. Ένα μοντέλο αποτελεί μια απλοποίηση μιας δομής ή ενός συστήματος. Με το μοντέλο η δομή ή το σύστημα περιγράφεται απλούστερο μικρότερο λιγότερο πολύπλοκο λιγότερο λεπτομερειακό.
Τα περισσότερο σχετικά και συναφή με τις κοινωνικές επιστήμες μοντέλα είναι τα στατιστικά μοντέλα τα οποία αξιοποιούνται στην πρόβλεψη τιμών εξαρτημένων μεταβλητών.

Παρόμοια με τα στατιστικά μοντέλα, τα μοντέλα προσομοίωσης εφοδιάζονται με «εισαγόμενα στοιχεία (inputs)» καθώς και «εξαγόμενα στοιχεία (outputs)» τα οποία προκύπτουν ως αποτελέσματα παρατήρησης από την διαδικασία της προσομοίωσης.

Πολύ συχνά τα εισαγόμενα στοιχεία αποτελούν τα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα σε ένα μοντέλο προκειμένου να εναρμονίζεται με ένα κοινωνικό περιβάλλον ή υπόβαθρο, ενώ τα εξαγόμενα από το μοντέλο στοιχεία αποτελούν την συμπεριφορά του στην πορεία του χρόνου.

Β.2.2.3 *ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.*

Αυτή η τεχνική έχει τις απαρχές της σε πολλούς επιστήμονες της πολυπλοκότητας ή άλλων πεδίων που χρησιμοποίησαν την πολυπλοκότητα με επινοημένα τέτοια μοντέλα.
Ο Kaufmman μελέτησε τη συνδετικότητα των δικτύων προκειμένου να κατανοήσει τον ρόλο που διαδραματίζουν τα γονίδια στην ανάπτυξη.

Πειραματίστηκε με δίκτυα τύπου Boole NC.
Πρόκειται για δίκτυα διασυνδεδεμένων λαμπτήρων οι οποίοι αποτελούν μεγάλο πλήθος ανεξάρτητων φορέων ή συστατικών μερών.
Σε ένα τέτοιου τύπου δίκτυο οι λαμπτήρες συνδέονται μεταξύ τους με διάφορους τρόπους. Διακόπτες ελέγχουν τις καταστάσεις στις οποίες μπορούν να βρίσκονται οι λαμπτήρες.
Ο όρος Boole χαρακτηρίζει τους κανόνες με τους οποίους ανοιγοκλείνουν οι διακόπτες. Οι κανόνες αυτοί βασίζονται στις αναλύσεις της άλγεβρας τύπου Boole (π.χ. «αν Α τότε Β», «αν Α και Β τότε Γ» κλπ.).

Τα στοιχεία NC σημαίνουν:
N node
C Connection

Ο Kauffman προσπάθησε να κατανοήσει με το δίκτυο αυτό τα μαθηματικά αυτής της συνδετικότητας. Είχε υπολογίσει πως αν στο δίκτυο υπήρχαν πολλές συνδέσεις τότε αυτό θα «τρελαινόταν», με αποτέλεσμα τα φώτα να αναβοσβήνουν με τελείως τυχαίο τρόπο γιατί κάθε αλλαγή θα πυροδοτούσε μια ακόμη αλλαγή στην άλλη άκρη του δικτύου. Επίσης έχοντας μόνο μια σύνδεση ανάμεσα σε κάθε κόμβο, το δίκτυο θα ήταν πολύ απλό με αποτέλεσμα να αναβοσβήνει απλώς ένα στατιστικό μοτίβο.

Δημιούργησε μια τεράστια προσομοίωση με αριθμό δυνατών καταστάσεων 2^{100}.
Όταν ολοκληρώθηκε η προσομοίωση διαπίστωσε ότι αντί για τις αναμενόμενες χαοτικές διατάξεις λαμπτήρων που αναβοσβήνουν το δίκτυο γρήγορα ηρέμησε σε σχετικά λίγες, απλές καταστάσεις. Αντί δηλαδή το δίκτυο να διερευνήσει το «χώρο» του ενός εννεάκις

εκατομμυρίου καταστάσεων, μετακινήθηκε σχεδόν αμέσως σε μια μικρή γωνία του χώρου και έμεινε εκεί.

Από το χώρο όλων των δυνατών συνδυασμών το δίκτυο επέλεξε γρήγορα ένα εύτακτο και ευέλικτο κύκλο καταστάσεων ο αριθμός των οποίων είναι κατά προσέγγιση ίσος με την τετραγωνική ρίζα του αριθμού των προσομοιωμένων φορέων.

Το φαινόμενο που παρατήρησε ο Kauffman το βρίσκουμε στη συνέχεια σε δυο άλλες εφαρμογές αυτήν των Boids και αυτήν του The Game of Life.

Β.2.2.4 *BOIDS: ΕΝΑ ΑΥΤΟ – ΟΡΓΑΝΟΥΜΕΝΟ ΚΟΠΑΔΙ.*

Ο Κέβιν Κέλυ ονομάζει τη συνάθροιση σε σμήνη ως το αγαπημένο σχέδιο οργάνωσης της φύσης. Η συνάθροιση σε σμήνη συναντάται σε ποικιλία μορφών. Κοπάδια ψαριών, σμήνη πουλιών, σμήνη από μέλισσες και μυρμήγκια αποτελούν συντονισμένα πλήθη αποτελούμενα από μεμονωμένους ανεξάρτητους φορείς.

Η προσομοίωση των BOIDS είναι εξαιρετικά απλό και σύντομο πρόγραμμα σε Η/Υ το οποίο ανέπτυξε ο Craig Reynolds (1987) το οποίο αποτυπώνει την ουσία της αγελαίας συμπεριφοράς.
Η βασική ιδέα του πειράματος ήταν να δημιουργήσει ένα μεγάλο αριθμό ψηφιακών αυτόνομων φορέων που μοιάζουν με πουλιά (Boids) σε ένα περιβάλλον γεμάτο εμπόδια.

Κάθε Boid διέθετε ένα εσωτερικό προγραμματισμό συμπεριφοράς βασισμένο σε τρεις απλούς κανόνες:

1. Να διατηρεί μια ελάχιστη απόσταση από τα άλλα αντικείμενα που υπήρχαν στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των άλλων Boids,

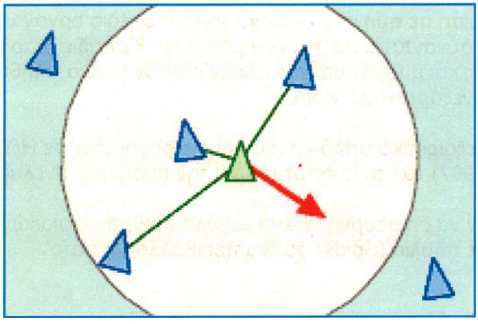
2. Να εναρμονίζει την ταχύτητά του με εκείνες των γειτονικών Boids,

3. Να τείνει να μετακινείται προς το νοητό κέντρο του πλήθους των Boids που βρίσκονταν κοντά του.

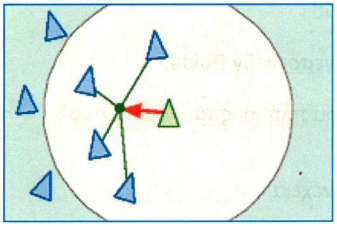
Οι κανόνες αυτοί φαίνονται διαγραμματικά στην συνέχεια.

Πηγή: http://www.red3d.com/cwr/boids/

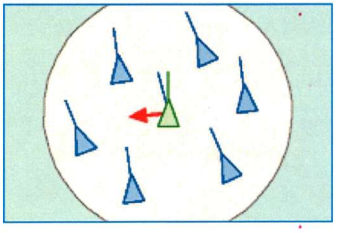
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 : ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΚΑΝΟΝΑ BOIDS



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΚΑΝΟΝΑ BOIDS

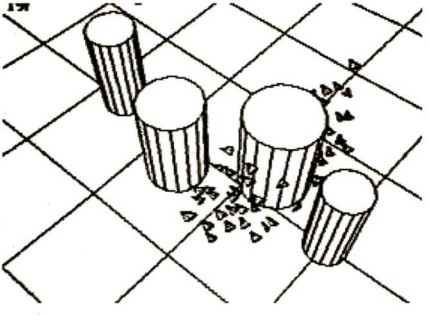


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΥ ΚΑΝΟΝΑ BOIDS



Μια ελαφρώς διαφορετική παραλλαγή συμπεριφορικών μοντέλων BOIDS χρησιμοποιήθηκε από τα πρώτα κιόλας πειράματα. Συμπεριλάμβανε την αποφυγή εμποδίων και την αναζήτηση στόχων και απέδωσε την προσομοίωση πτήσεων του κοπαδιού σε περιβάλλοντα στατικών εμποδίων τα οποία το κοπάδι είχε την ικανότητα να αποφεύγει. ΠΗΓΗ Πηγή: http://www.red3d.com/cwr/boids/

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΟΠΑΔΙΟΥ BOID ΠΟΥ ΑΠΟΦΕΥΓΕΙ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΑ ΕΜΠΌΔΙΑ (1986)
(early motion tests, 20 second clip, QuickTime, 10 MB)



Μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε ότι στην προσομοίωση αυτή απουσιάζει οποιουδήποτε είδους γενικός κανόνας όπως σχηματίστε κοπάδι, ακολουθήστε ένα αρχηγό κλπ. Ο σχηματισμός κοπαδιού επομένως δημιουργείται με συμπεριφορές που προκύπτουν από κάτω προς τα πάνω.

Η προσομοίωση των Boids έγινε διάσημη για την ικανότητά της να αποτυπώνει με ακρίβεια την αγελαία συμπεριφορά.
Από την προσομοίωση των Boids τέθηκε το ερώτημα ότι εάν μπορούμε να εξηγήσουμε την συνάθροιση σε σμήνη (ένα φαινόμενο με απίστευτη πολυπλοκότητα) με τρεις απλούς κανόνες, τότε μήπως υπάρχουν και άλλα φαινόμενα που φαίνονται πολύπλοκα και παρόλα αυτά μπορούν να ερμηνευθούν με παρόμοιους τρόπους;
Αυτό το ερώτημα απέδωσε στη συνέχεια ένα πλούσιο ερευνητικό πεδίο και μέθοδο για την μελέτη πολύπλοκων φαινομένων.

Β.2.2.5 *ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΗΣ ΖΩΗΣ.*

Το παιχνίδι της ζωής είναι μια εφαρμογή κυψελικού αυτομάτου, ένα είδος υπολογιστικού προγράμματος το οποίο εφηύρε στη δεκαετία του 50 ο John von Neumann για να μελετήσει την αυτό- αντιγραφή.

Τα κυψελικά αυτόματα αποτελούν μοντέλα προσομοίωσης ενός κόσμου στον οποίο ο χώρος αναπαρίσταται σαν ένα ομοιόμορφο πλέγμα, η πάροδος του χρόνου με βήματα και οι «νόμοι» αυτού του κόσμου με ένα ομοιόμορφο σύνολο κανόνων.

Κάθε κυψέλη αυτού του αυτομάτου μπορεί να βρίσκεται σε δυο καταστάσεις οι οποίες καθορίζονται αφενός από την προηγούμενη κατάσταση της κυψέλης και αφετέρου από την κατάσταση των γειτονικών της κυψελών.

Στο Παιχνίδι της Ζωής, αυτές οι καταστάσεις είναι αντιστοίχως
1. Ζωντανή κυψέλη και αποτυπώνεται ως μαύρη κυψέλη,
2. Νεκρή Κυψέλη και αποτυπώνεται ως λευκή κυψέλη.

Οι κανόνες του παιχνιδιού της Ζωής είναι:
- Μια νεκρή κυψέλη ζωντανεύει αν έχει ακριβώς τρεις ζωντανούς γείτονες.
- Μια ζωντανή κυψέλη νεκρώνεται αν έχει λιγότερους από δυο ή περισσότερους από τρεις ζωντανούς γείτονες.

Το Παιχνίδι Επαναλαμβάνεται πολλές φορές δημιουργώντας «γενιές» ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5 : ΟΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

1. **Μια νεκρή κυψέλη με τρεις ζωντανές γειτονικές μετατρέπεται σε ζωντανή.**



2. **Μια ζωντανή κυψέλη με δυο ή τρεις ζωντανές γειτονικές κυψέλες παραμένει ζωντανή.**



3. **Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις μια κυψέλη μετατρέπεται σε νεκρή ή παραμένει σε αυτή την κατάσταση**



Πηγή: http://www.math.com/students/wonders/life/life.html

Το Παιχνίδι της Ζωής αποδεικνύει το φαινόμενο της αναδυτικότητας. Παρά το γεγονός ότι οι κανόνες του είναι αιτιοκρατικοί, είναι αδύνατο να προβλεφθεί η συμπεριφορά που αναδύεται στο πλέγμα. Τα κυψελικά αυτόματα του παιχνιδιού της Ζωής αποτελούν μια ισχυρή απόδειξη ότι ένα απίστευτα απλό σύστημα μπορεί να επιδείξει μια εξαιρετικά πολύπλοκη συμπεριφορά.

Από την εξέλιξη των γενεών του παιχνιδιού προκύπτουν μορφώματα τα οποία αποτελούν μοτίβα εξέλιξης της αλληλεξάρτησης των καταστάσεων των κυψελών.
Τα μορφώματα αυτά αλλάζουν καθώς εφαρμόζονται σε αυτά οι κανόνες του παιχνιδιού επαναληπτικά.
ΤΑ μορφώματα αυτά επίσης διαθέτουν ποικιλία αλλά ορισμένα από αυτά έχουν την τάση να εμφανίζονται συχνά στο πλέγμα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 : ΕΙΔΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΠΛΕΓΜΑ

1. Το περισσότερο σύνηθες μόρφωμα περιγράφεται ως Block και αποτελεί ένα 2X2 τετράγωνο αποτελούμενο από ζωντανές κυψέλες.



2. Ορισμένα άλλα μορφώματα που εμφανίζονται συχνά παρουσιάζονται στη συνέχεια με την ονοματολογία που τους έχει δοθεί.


beehive


boat


ship


loaf

3.Ταλαντωτές-Oscillators
Οι ταλαντωτές (Oscillators) είναι αντικείμενα τα οποία μεταβάλλονται από βήμα σε βήμα αλλά τελικώς αναπαράγουν τον εαυτό τους. Τα πιο συχνά παρατηρούμενα είδη ταλαντωτών είναι ο ταλαντωτής 2 περιόδων ή κάποιοι άλλοι που επαναλαμβάνουν τον εαυτό τους σε κάθε δυο βήματα. are objects that change from step to step, but eventually repeat themselves. Το απλούστερο είδος ταλαντωτή είναι αυτό που φέρει τον τίτλο Blinker το οποίο αποτελείται από τρεις κυψέλες.



Ένας άλλος συχνά παρατηρούμενος ταλαντωτής 2 περιόδων φέρει τον τίτλο toad:



Ανεμόπτερα-Gliders
Στις προσομοιώσεις παρατηρείται η εμφάνιση κινούμενων αντικειμένων τα οποία αποτελούν μοτίβα που αποτελούνται από πέντε κυψέλες.



Πηγή: http://www.math.com/students/wonders/life/life.html

Το παιχνίδι της Ζωής αποδεικνύει τη θέση του Kauffman ότι η τάξη προκύπτει αυθόρμητα ακόμη και σε απλά συστήματα.

Β.2.2.6 *Η ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ.*

Η χρήση προσομοίωσης στον Η/Υ από τις κοινωνικές επιστήμες είναι τελείως πρόσφατη εξέλιξη, παρά το γεγονός ότι οι πρώτες προσπάθειες και τα πρώτα παραδείγματα εντοπίζονται στην δεκαετία το 1960.

Η προσομοίωση σε Η/Υ εισάγει ένα νέο τρόπο σκέψης αναφορικά με τις κοινωνικές και οικονομικές δυναμικές και διαδικασίες. Αυτός ο τρόπος θεώρησης και σκέψης βασίζεται στην αναγνώριση της ανάδυσης πολύπλοκης συμπεριφοράς ως αποτέλεσμα και παράγωγο απλών δραστηριοτήτων. Οι ιδέες αυτές για την χρήση προσομοίωσης αλλά και την αιτιολογική της βάση έχουν εισαχθεί όχι μόνο στον χώρο των κοινωνικών επιστημών, αλλά επίσης και στις φυσικές επιστήμες και στην βιολογία.
Οι ιδέες αυτές εν γένει εδράζονται στις θεωρίες πολυπλοκότητας [Waldrop, 1992].

Η προσέγγιση της προσομοίωσης χρησιμοποιείται για ποικιλία λόγων.
Άλλοτε για την κατανόηση φαινομένων, άλλοτε για την πρόβλεψη, την υποκατάσταση (substitute) των ανθρωπίνων δεξιοτήτων, την εκπαίδευση κλπ.
Στις κοινωνικές επιστήμες, ο κύριος λόγος χρήσης μεθοδολογιών προσομοίωσης είναι η ικανότητά τους να συνεισφέρουν στην ανακάλυψη την ερμηνεία και την προτυποποίηση.

Οι κοινωνικοί επιστήμονες που χρησιμοποιούν μοντέλα προσομοίωσης έχουν την δυνατότητα να εστιάσουν σε μερικά απλά χαρακτηριστικά του κοινωνικού κόσμου και με τον τρόπο αυτό να ανακαλύψουν τις συνέπειες θεωριών που έχουν διατυπωθεί στο

περιβάλλον της τεχνητής κοινωνίας που έχει δημιουργήσει το μοντέλο προσομοίωσης. Προκειμένου να επιτευχθεί κάτι τέτοιο πρέπει να μετατρέψουν θεωρίες και έννοιες, εκφρασμένες σε μορφή κειμένου 'η άλλου τύπου, σε όρους αποδεκτούς για προγραμματισμό σε Η/Υ.

Β.2.2.7 *MULTI – AGENT MODELS (M.A.A).*

Τα Multi Agent Models (M.A.M) αποτελούν την ανάπτυξη αυτομάτων προκειμένου να αναπτυχθούν μέθοδοι προσομοίωσης για την μελέτη κοινωνικών δυναμικών και φαινομένων. Τα ABM αποτελούν συστήματα προσομοιώσεων περισσότερο πολύπλοκα στις εσωτερικές σχέσεις που αναπτύσσουν τα αντίστοιχα μοντέλα και κατά συνέπεια περισσότερο πολύπλοκα στην συμπεριφορά που παράγουν [N.Gilbert and Kl. G. Troitzsch (1999)].

Καθοριστικό δομικό στοιχείο των Multi Agent Models (M.A.M) αποτελεί η οντότητα του Agent. Δεν υπάρχει μέχρι σήμερα γενικός αποδεκτός ορισμός του agent.
Ο όρος συνήθως χρησιμοποιείται για να περιγράψει "self – contained programs".

Οι agents ως self-contained programs έχουν την ικανότητα να ελέγξουν τις ενέργειές τους, ικανότητα η οποία βασίζεται στις προσλήψεις του λειτουργούντος περιβάλλοντός τους [Jennings, 1996].

Ο σκοπός της σχεδίασης περιβαλλόντων προσομοίωσης με χρήση agents είναι η δημιουργία ενός προγράμματος το οποίο αλληλεπιδρά «έξυπνα» με το περιβάλλον.
Το λογισμικό που αναπτύσσεται σε προσομοιώσεις Multi Agent Models (MAM) έχει επηρεασθεί από την έρευνα στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης (AI), κατά κύριο λόγο δε μιας συγκεκριμένης περιοχής της (AI) η οποία καλείται distributed Artificial Intelligence (DAI) [Bond and Gasser, 1998].

Η περιοχή DAI ασχολείται με τις ιδιότητες και τον σχεδιασμό δικτύων που αποτελούν αλληλεπιδρώντες agents.
Επειδή βασικός σκοπός αλλά και ενδιαφέρον της DAI είναι η δημιουργία δικτύων «έξυπνων» agents καθώς και η διερεύνηση των ιδιοτήτων αυτών των δικτύων, η ανάλυση αυτή σχετίζεται με την προσομοίωση των κοινωνικών φαινομένων.

Ταυτόχρονα έχει φανεί ότι η ενασχόληση με τα DAI επηρεάσθηκε από ιδέες και έννοιες των κοινωνικών επιστημών [Conte et al.,1997].
Έχει απασχολήσει την κοινωνική έρευνα το ενδεχόμενο χρήσης των MAM για την προσομοίωση των κοινωνιών.

Β.2.2.8 *ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ AGENTS ΚΑΙ AGENCY.*

Σχετικά με την θεωρητική διάσταση της έννοιας agency ως κατηγορίας, υπάρχει σαφής διάκριση των περιπτώσεων στις οποίες αυτή αναφέρεται ή εφαρμόζεται σε ανθρώπινα όντα από τις περιπτώσεις αντίστοιχα στις οποίες αναφέρεται σε προγράμματα υπολογιστών.
Στην πρώτη περίπτωση προσπαθεί να διερευνήσει την φύση της ανθρώπινης δραστηριότητας η οποία διαθέτει το χαρακτηριστικό της σκοπιμότητας με την έννοια της υπαγωγής της σε προσδοκώμενα αποτελέσματα. Με την έννοια αυτή η κατηγορία agency συνδέεται στενά με έννοιες όπως «πρόθεση», «ελεύθερη βούληση» εν δυνάμει ικανότητα να πετύχει κανείς κάποιους τεθέντες εκ των προτέρων από αυτόν σκοπούς.
Όταν όμως εφαρμόζεται σε προγράμματα υπολογιστών (computer agents) η εμβέλεια της είναι γενικώς μικρότερη.

Σύμφωνα με τους Wooldridge ,Jennings (Wooldridge M, and Jennings N.R. (1995), οι computer agents τυπικά έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- **Αυτονομία (autonomy):** οι agents διαθέτουν εσωτερικές καταστάσεις (internal states), ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν χωρίς άλλοι να έχουν τον άμεσο έλεγχο των ενεργειών τους.

- **Κοινωνικότητα (social ability):** Οι agents αλληλεπιδρούν με άλλους μέσω ενός είδους γλώσσας (γλώσσα Η/Υ παρά φυσική).

- **Ικανότητα αντίδρασης (reactivity):** Οι agents διαθέτουν την ικανότητα πρόσληψης του περιβάλλοντος (το οποίο μπορεί να είναι ο φυσικός κόσμος, ένας κόσμος αποτελούμενος από ηλεκτρονικά δίκτυα, ή ένας κόσμος προϊόν προσομοίωσης ο οποίος περιλαμβάνει και άλλους agents. Επίσης οι agents διαθέτουν την ικανότητα να ανταποκρίνονται σε αυτήν την πρόσληψη του περιβάλλοντος στην οποία προβαίνουν.

- **Πρωτοβουλία (pro- activity):** Εκτός από την αντίδραση- απόκριση στα ερεθίσματα και τις προσλήψεις του περιβάλλοντος οι agents έχουν την ικανότητα να προβαίνουν και σε πρωτοβουλιακές ενέργειες οι οποίες εντάσσονται σε στοχοθετημένη συμπεριφορά.

Επιπρόσθετα οι agents θεωρούνται ότι διαθέτουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα σκοπιμότητας τύπου intentionality.
Αυτό σημαίνει ότι επιχειρείται η παρουσίαση των συμπεριφορών τους σε όρους απόψεων, επιθυμιών, προθέσεων ή και συναισθημάτων, έννοιες που όπως είναι γνωστό έχουν εφαρμογή σε ανθρώπους και ανώτερα έμβια όντα μάλλον, παρά σε προγράμματα υπολογιστών.

Αυτή η τάση κατά τον Shoham (1990) είναι υπεύθυνη για το ενδεχόμενο να προκληθεί φιλοσοφική σύγχυση στον ανυποψίαστο. Για τους σκοπούς της προσομοίωσης παρόλα αυτά μπορούμε να προσλάβουμε την απόδοση αυτών των χαρακτηριστικών της έννοιας intentionality σαν ένα θέμα μοντελοποίησης των agents. Με την έννοια αυτή ένας computer agent δεν χαρακτηρίζεται από intentionality, απλά είναι κατασκευασμένος να προσομοιάζει σε κάποια απλά χαρακτηριστικά ανθρώπινης συμπεριφοράς προθέσεων.

Στην συνέχεια παρατίθενται ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά όπως τα κωδικοποιούν οι Gilbert N & Troitzsch K. (1999).

α) ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΠΙΣΤΗ – ΑΠΟΨΗ.

Οι agents είναι χρήσιμο να βασίζουν τις ενέργειες τους στην γνώση τους για το περιβάλλον τους (στον όρο αυτό του περιβάλλοντος συμπεριλαμβάνονται και άλλοι agents). Ορισμένες από τις πληροφορίες που λαμβάνουν ενδέχεται να είναι εσφαλμένες, σαν αποτέλεσμα εσφαλμένης πρόσληψης, εσφαλμένης εξαγωγής συμπεράσματος, ή ατελούς γνώσης. Οι Gilbert N & Troitzsch K. (1998) ορίζουν αυτή την εσφαλμένη πληροφόρηση δηλαδή τη διαδικασία που οδηγεί σε ένα αποτέλεσμα, «πίστη-πεποίθηση» του agent (μια μοντελοποίηση δηλαδή του περιβάλλοντος και του το τι συμβαίνει σε αυτό , η οποία διακρίνεται από την αληθινή γνώση).

β) ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ.

Με δεδομένο ένα σύνολο «πεποιθήσεων», οι agents είναι δυνατόν να προβαίνουν σε συμπεράσματα βασιζόμενα σε αυτές τις πεποιθήσεις.

Ένα παράδειγμα αποτελεί το ακόλουθο:
Επειδή ο Agent A πιστεύει ότι ο Agent B κατανάλωσε κάποια τροφή, πόρο ή πλούτο, συμπεραίνει ότι ο τόπος στον οποίο χρειάζεται να ψάξει για τροφή, πόρο ή πλούτο είναι κοντά στην θέση που βρίσκεται ο Agent B. Ένα πιο αληθοφανές παράδειγμα αποτελεί το συμπέρασμα των ερασιτεχνών ψαράδων ότι θα βρουν ψάρια κοντά στην περιοχή που βρίσκεται ένας άλλος ψαράς για τον οποίο έχουν την πεποίθηση ότι έχει ψαρέψει ή δη αρκετά.
Στη κατασκευή μηχανισμών εξαγωγής συμπεράσματος με βάση ένα σύνολο πεποιθήσεων του Agent θα μπορούσαν όπως θα δούμε και στη συνέχεια να εφαρμοσθούν κάποιες παρατηρημένες διαδικασίες που εφαρμόζουν τα ανθρώπινα όντα όπως η υποκειμενική πιθανότητα τα Heuristics και τα Biases.
Για περισσότερη εμβάθυνση στο θέμα αυτό [Kahneman et. Al., 1982].

γ) ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Ορισμένοι agents είναι ικανοί να μάθουν ποιες είναι οι σχέσεις άλλων agents μεταξύ τους. Για παράδειγμα ότι ο agent A έχει πρόσφατα αλληλεπιδράσει με τον agent B. Στην βάση μιας τέτοιας αποσπασματικής πληροφορίας (βασισμένης δηλαδή σε αποσπασματικά δεδομένα) ένας agent μπορεί να διαθέτει την ικανότητα να δημιουργήσει μια εικόνα των κοινωνικών σχέσεων που διαμείβονται στο περιβάλλον του, διαδικασία που αποτελεί την κατασκευή ενός κοινωνικού μοντέλου. Επίσης οι agents μπορούν να διαθέτουν την ικανότητα δημιουργίας μοντέλων για άλλα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντός τους όπως για παράδειγμα να αναπτύσσουν ένα μοντέλο για τη γεωγραφία του περιβάλλοντός τους.

Στα προηγούμενα πρέπει να παρατηρηθεί μια σημαντική διαφορά με άλλα μοντέλα προσομοίωσης. Στο συγκεκριμένο τύπο οι ίδιοι οι agents έχουν την δυνατότητα μοντελοποίησης κατά την διάρκεια εκτέλεσης της προσομοίωσης.

δ) ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Η ικανότητα ενός agent να κατασκευάζει μοντέλα του περιβάλλοντός του (της δομής, της συμπεριφοράς, των ιδιοτήτων αυτού του περιβάλλοντος) προϋποθέτει εκ μέρους του ικανότητα αναπαράστασης των πεποιθήσεών του με κάποιους τρόπους.

Οι επιστήμονες που ασχολούνται με AI έχουν επεξεργασθεί τεχνικές για αυτού του είδους τις αναπαραστάσεις τις οποίες προσδιορίζουν με τον όρο "Knowledge Representation".

Μια γενικώς αποδεκτή προσέγγιση αποτελεί η χρήση σημειολογικών κατηγορημάτων προκειμένου να αποθηκεύονται επεξηγηματικές αναφορές του τύπου:
Υπάρχει τροφή στην θέση X.
Η επεξηγηματική αυτή αναφορά μπορεί να αποδώσει φόρμουλες του τύπου:
Εάν ένας agent καταναλώνει τροφή στη θέση X τότε υπάρχει τροφή στη θέση X.

Η μεταβλητή Χ στην προκειμένη περίπτωση εμπλουτίζεται με πληροφορίες ανάλογα με το τι «βλέπει» ο agent.

Μια άλλη προσέγγιση η οποία χρησιμοποιείται μόνη της ή σε συνδυασμό με την προηγούμενη τεχνική των σημειολογικών κατηγορημάτων στηρίζεται σε εννοιολογικά δίκτυα στα οποία τα αντικείμενα και τα χαρακτηριστικά τους σχετίζονται μεταξύ τους συχνά με ιεραρχικό τρόπο.

ε) ΣΚΟΠΟΙ- ΣΤΟΧΟΙ

Για να έχει νόημα η κατασκευή ενός agent που είναι αυτόνομος και με στοιχείο σκοπιμότητας και προκειμένου να εμπλακεί σε δράση, χρειάζεται να ικανοποιεί μια συνθήκη επιδίωξης ικανοποίησης ενός εσωτερικού του σκοπού όπως για παράδειγμα την επιβίωσή του.

Προκειμένου να ορίσουμε την έννοια «επιβίωση» πρέπει να θέσουμε υπάλληλους σε αυτήν στόχους και διαδικασία ή κριτήρια επίτευξής τους.
Τέτοιοι υπάλληλοι στόχοι είναι η κτήση πόρων ή ενέργειας και η αποφυγή θανάσιμων κινδύνων.

Το πρόβλημα που αναφύεται στους σχεδιαστές τέτοιων μοντέλων είναι ο τρόπος ή η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί για να καταστήσει τον agent ικανό να ορίσει τους υπάλληλους στόχους του ανάλογα με την κατάσταση που αντιμετωπίζει.

Επιπλέον υπάρχουν δυσκολίες αναφορικά με τον σχεδιασμό των μηχανισμών που δίνουν στον agent ικανότητα να αποφασίζει πως θα διαχειρισθεί περισσότερους του ενός στόχους οι οποίοι να ιεραρχούνται ανάλογα με τη σπουδαιότητά τους είτε με τη συνθήκη ότι βρίσκονται πιθανά σε σύγκρουση.
Προκειμένου να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός τύπου "internal planner".

στ) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ένας agent πρέπει να διαθέτει κάποιο τρόπο απόφασης αναφορικά με το ποια συμπεριφορά ή ενέργεια είναι πιθανό να οδηγεί στην ικανοποίηση του στόχου του.

Αυτός ο τρόπος απόφασης μπορεί να είναι ένας απλός μηχανισμός.
Για παράδειγμα ο προγραμματισμός της «φυγής», όπου ένας agent έχει την ικανότητα να αποφεύγει (να κινείται σε άλλη κατεύθυνση και να απομακρύνεται από θέσεις που συνορεύουν με ένα εμπόδιο ή με έναν πιο δυνατό και ταυτόχρονα επιθετικό agent.

Η φόρμουλα που περιγράφει μια τέτοια κατάσταση είναι του τύπου:
«εάν βρεθείς στην κατάσταση Χ τότε πράξε Ψ. Το Χ προσδιορίζει την κατάσταση ενώ το Ψ αποτελεί μια εσωτερική εντολή αντίδρασης.
[Steels and Brooks, 1995].

Πάντως δεν είναι προφανές εάν είναι εφικτό να σχεδιασθούν οι agents προικισμένοι με την ικανότητα να προβαίνουν σε πιο σύνθετες ενέργειες.
Η διαδικασία του εσωτερικού προγραμματισμού συνεπάγεται επαρκή απαγωγή από μια επιθυμητή κατάσταση – στόχο, εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με το ποια ενέργεια θα οδηγούσε σε αυτόν τον στόχο, ποια κατάσταση θα ήταν προϋπόθεση της ενέργειας που θα αναληφθεί, ποια ενέργεια θ χρειαζόταν για να φθάσει σε αυτή την κατάσταση κ.ο.κ., μέχρι να φθάσει κανείς πίσω στην παρούσα κατάσταση του agent.

Αυτή η διαδικασία είναι όμοια με την διαδικασία επεξεργασίας ενός δρομολογίου κάποιου που γνωρίζει ότι χρειάζεται να βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο σημείο σε μια καθορισμένη μελλοντική χρονική στιγμή, αλλά όμως υπάρχει ένας αριθμός από πιθανά δρομολόγια εκ των οποίων κάποια είναι καλύτερα ενώ κάποια άλλα χειρότερα προκειμένου να φθάσει εκεί που επιθυμεί.

Μέχρι σήμερα οι εφαρμογές ακολουθούν δυο διαφορετικούς δρόμους. Ο πρώτος είναι η βελτιστοποίηση και ο δεύτερος η βελτίωση της κατάστασης του agent.

Οι ερευνητές των (AI) έχουν επεξεργασθεί διάφορους σύνθετους planners. Παρόλα αυτά τους έχει ασκηθεί κριτική για το γεγονός ότι αυτό το είδος προγραμματισμού δεν συνιστά ένα ρεαλιστικό μοντέλο της ανθρώπινης συμπεριφοράς (στο επίπεδο του αντίστοιχου προγραμματισμού). Γίνεται δεκτό ότι η ανθρώπινη δράση καθοδηγείται από ρουτίνες αντίδρασης σε ιδιαιτερότητες μιας κατάστασης παρά σε επεξεργασμένα με ακρίβεια πλάνα δράσης [Agree and Chapman, 1987], [Brooks, 1990].

ζ) ΓΛΩΣΣΑ

Όλα τα ΜΑΜ εμπεριέχουν τουλάχιστον ένα είδος αλληλεπίδρασης μεταξύ των agents, ή κατ' ελάχιστο μεταξύ κάποιου ή κάποιων agents και του περιβάλλοντος εντός του οποίου υπάρχουν.

Αυτή η αλληλεπίδραση εισάγει την διακίνηση πληροφορίας από τον ένα agent στον άλλο. Εισάγει επίσης διαδικασίες διαπραγμάτευσης [Smith and Davis, 1981], ή απειλών από τον ένα προς τον άλλο agent [Axelrod, 1995] κλπ.

Σε κάποια μοντέλα η αλληλεπίδραση ενδέχεται να διασυνδέει μόνο πραγματικές ή μη-σκόπιμες έννοιες. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το πείραμα με προσομοίωση τύπου ΜΑΜ των (Drogoul et al. 1995).

Αναφορικά δε με την επικοινωνία με μέσο τη γλώσσα υπάρχουν πολλά ανοικτά δυσεπίλυτα θέματα για την χρήση τους σε ΜΑΜ εφαρμογές.

Ένας τρόπος αποφυγής αυτών των δυσκολιών είναι το να υποθέσουμε ότι τα μηνύματα ανταλλάσσονται απευθείας μεταξύ των agents (από εγκέφαλο σε εγκέφαλο – θεωρία μιμιδίων).

Αυτή η απλοποίηση μπορεί να είναι επιτρεπτή μόνο στις περιπτώσεις που το αντικείμενο της προσομοίωσης το επιτρέπει.

η) ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΑ

Μέχρι σήμερα υπάρχει μικρή πρόοδος AI στην μοντελοποίηση των συναισθημάτων και αναπάντητα ερωτήματα. Βασικές τέτοιες κατηγορίες επιστημολογικών και μεθοδολογικών προβλημάτων αποτελούν τα ερωτήματα αναφορικά με το εάν οι «συναισθηματικές καταστάσεις» αποτελούν οντότητες δηλαδή καταστάσεις αυθύπαρκτες ή αποτελούν φαινόμενα αναδυτικά δηλαδή αναδυόμενα χαρακτηριστικά άλλων γνωστικών καταστάσεων [Oatley, 1992].

Μια θεωρητική κατεύθυνση αντιμετωπίζει τα συναισθήματα σαν μια φόρμα ελέγχου μηνυμάτων. Μια δεύτερη τα αντιμετωπίζει σαν επιφαινόμενα (Wright, 1996).
Γενικά θεωρείται μη ρεαλιστική η προσπάθεια ενσωμάτωσης της μοντελοποίησης των συναισθημάτων σε ΜΑΜ προσομοιώσεις.

B.2.2.9 *ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ.*

Αυτό το είδος κατασκευής μοντέλων, σε σχέση με άλλα είδη μοντελοποίησης, διαθέτει την ικανότητα σύνθεσης. Δεν αρκείται δηλαδή στο να θεωρεί τα δομικά στοιχεία ως ανεξάρτητες μεταβλητές και ως ζητούμενο μια τελική τιμή που θα λάβει η εξαρτημένη (η συμπεριφορά του συστήματος που έχουμε ορίσει).
Επιτρέποντας μέσω της σύνθεσης την εξέλιξη των αλληλεπιδράσεων παρατηρούμε όλες τις αλληλουχίες καταστάσεων από τις οποίες διέρχεται εξελικτικά το υπό παρατήρηση σύστημα. Σε κάθε φάση αυτής της παρατήρησης επιχειρούμε να αναλύσουμε αυτές τις καταστάσεις και να οδηγηθούμε στη διατύπωση συμπερασμάτων.

Επειδή δε αυτού του τύπου τα μοντέλα είναι δυναμικά, απαιτείται η δυνατότητα χρήσης ενός υπολογιστικού μηχανισμού ο οποίος όμως να είναι στα μοντέλα ενδογενής. Κοντολογίς, η προσπάθεια ερμηνείας της συμπεριφοράς ενός πολύπλοκου προσαρμοζόμενου συστήματος διέρχεται από την διαδικασία δυναμικής μοντελοποίησης.

Η ιδέα του δυναμικού μοντέλου πάντως απαιτεί και κάποιας φύσεως ενδιάμεση υποστηρικτική θεωρία.
Η θεωρία αυτή αναφέρεται στις βασικές ιδιότητες των πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων και σε έννοιες που απαιτούνται να έχουν κατανοηθεί για την διαδικασία εξέλιξης της πολυπλοκότητάς τους.

Τα στοιχεία αυτά υποστηρικτικής θεωρίας παρέχονται από τον Holland (1995) ο οποίος αναφέρει ότι υπάρχουν επτά βασικά σημεία κοινά στη συμπεριφορά όλων των ΠΠΣ.

Τα επτά αυτά σημεία διακρίνονται σε 4 ιδιότητες και τρεις μηχανισμούς.

Οι ιδιότητες είναι:
- Ομαδοποίηση- Συνάθροιση (aggregation)
- Μη γραμμικότητα (Non Linearity)
- Ροές (Flows)
- Ποικιλότητα (Diversity)

Οι μηχανισμοί αντιστοίχως είναι:
- Σήμανση (Tagging)
- Εσωτερικά Μοντέλα (Internal Models)
- Δομικά Στοιχεία (Building Blocks)

Αναλυτικότερα:

α)Ομαδοποίηση – Συνάθροιση (ιδιότητα).

Κατά τον Holland (1995), η έννοια της ομαδοποίησης αναφέρεται τόσο στον τρόπο που χρησιμοποιούμε για να απλοποιήσουμε πολύπλοκα συστήματα, όσο και στην ιδιότητα που παρατηρούμε να διαθέτουν τα ΠΠΣ, η οποία συγκεκριμένα εκδηλώνεται στην ανάδυση σύνθετων και μεγάλης κλίμακας συμπεριφορών από την ομαδοποίηση αλληλεπιδράσεων λιγότερο πολύπλοκων φορέων (agents).

Για την δεύτερη αυτή έννοια αυτών των συναθροίσεων υπάρχουν στον φυσικό, τον βιολογικό και τον κοινωνικό κόσμο άφθονα παραδείγματα.
Ένα παράδειγμα από τον βιολογικό κόσμο είναι η αποικία μυρμηγκιών.

Το μεμονωμένο άτομο διαθέτει μια στερεότυπη συμπεριφορά και όταν αυτή η συμπεριφορά δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί το άτομο εξαφανίζεται (πεθαίνει). Αντιθέτως η συνάθροιση των μυρμηγκιών (η αποικία) είναι περισσότερο προσαρμοστική στην έκθεση της σε μεγάλο εύρος ρίσκων και ευκαιριών.

Προσομοιάζει μάλλον με ένα ευφυή οργανισμό που αποτελείται από λιγότερο ευφυή τμήματα.
Παρόμοια μεταφορά θα μπορούσε να εκληφθεί ο ανθρώπινος οργανισμός σε σχέση με τα συμπλέγματα κυττάρων που τον αποτελούν.
Επίσης η αγορά σε σχέση με τις μεμονωμένες ενέργειες των ατόμων.

Οι συναθροίσεις με αυτή την δεύτερη έννοια μπορούν στη συνέχεια να λειτουργούν σαν agents σε υψηλότερο επίπεδο **[meta- agents].**
Οι meta- agents μπορούν να συνενωθούν ώστε να προσδώσουν meta- meta- agents. Όταν αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται πολλές φορές αποδίδει την ιεραρχική οργάνωση που είναι τυπική στα ΠΠΣ.

Η συσσώρευση με αυτή τη δεύτερη έννοια αποτελεί ένα βασικό χαρακτηριστικό όλων των ΠΠΣ. Η συσσώρευση αυτή αποδίδει αναδυόμενα φαινόμενα αποκρυστάλλωσης τα οποία αποτελούν τα πλέον αινιγματικά στοιχεία των ΠΠΣ.

Η μελέτη των ΠΠΣ εξαρτάται από την ικανότητα μας,

- Να διακρίνουμε τους μηχανισμούς οι οποίοι επιτρέπουν σε απλούς agents να σχηματίζουν πολύ προσαρμοστικές συσσωρεύσεις.
- Να διακρίνει τα είδη των συνόρων τα οποία οροθετούν αυτές τις συσσωρεύσεις.
- Να αντιλαμβάνεται τον τρόπο με τον οποίο οι αλληλεπιδράσεις των agents που πραγματοποιούνται εντός αυτών των συνόρων διαθέτουν τα στοιχεία της κατεύθυνσης και του συντονισμού.
- Να διακρίνει τις δυναμικές με τις οποίες οι αλληλεπιδράσεις αυτές δημιουργούν συμπεριφορές οι οποίες υπερβαίνουν τις επιμέρους συμπεριφορές των agents.

Οι συσσωρεύσεις με την δεύτερη έννοια που εκτέθηκε πραγματοποιούνται μέσω του μηχανισμού της Σήμανσης που παρατίθεται στη συνέχεια.

β) Σήμανση – Tagging (μηχανισμός).

Αποτελεί το μηχανισμό ο οποίος διευκολύνει τον σχηματισμό των συσσωρεύσεων. Σαν μηχανισμό τον συναντάμε επίσης στο περιβάλλον σε μεγάλη έκταση και με μεγάλη ποικιλία.

Τα χαρακτηριστικά ενός βιολογικού είδους, οι σημαίες και τα σύμβολα που χρησιμοποιούμε, αποτελούν τυπικά παραδείγματα του μηχανισμού της σήμανσης. Δεν υπάρχει στην πραγματικότητα ένας σαφής προσδιοριστικός ορισμός για τον μηχανισμό αυτό. Για την ακρίβεια τα χαρακτηριστικά, οι ιδιότητες και οι λειτουργίες αυτού του μηχανισμού αποτελεί αντικείμενο ερευνητικής ενασχόλησης. Γίνεται πάντως γενικά παραδεκτό ότι αποτελεί μια διαδικασία που λειτουργεί σαν μηχανισμός διαποτισμού των συσσωρεύσεων και του σχηματισμού των συνόρων στα ΠΠΣ. Ο μηχανισμός αυτός λειτουργεί σύμφωνα με την βιβλιογραφία όχι μόνο ως γνωστική διαδικασία αλλά και ως στοιχειακή όπως επί παραδείγματι στον κόσμο των κυτταρικών συστημάτων.

Τα ΠΠΣ χρησιμοποιούν τη σήμανση (tagging) για να χειριστούν συμμετρίες.
Κατά τον Holland οι συμμετρίες είναι συνήθεις και τις χρησιμοποιούμε προκειμένου άλλοτε να αφαιρούμε περιττές λεπτομέρειες και άλλοτε να κατευθυνόμαστε προς λεπτομέρειες.

Οι ετικέτες (tags) διευκολύνουν την επιλεκτική αλληλεπίδραση. Επιτρέπουν στους agents την δυνατότητα να επιλέγουν μεταξύ agents ή αντικειμένων αυτά που θα ήσαν σε άλλη περίπτωση αδύνατον να διαχωριστούν. Αλληλεπιδράσεις καλά θεμελιωμένες σε ετικέτες παρέχουν μια βάση για φιλτράρισμα εξειδίκευση και συνεργασία.
Αυτό στη συνέχεια οδηγεί στην εμφάνιση meta-agents και οργανώσεων που παραμένουν σταθερά ακόμη και αν τα συνθετικά τους μέρη (οι agents) μεταβάλλονται.

Τελικά οι ετικέτες αποτελούν τους μηχανισμούς που βρίσκονται πίσω από την ιεραρχική οργάνωση agent => meta- agent => meta- meta agent => .....=> μια οργάνωση πολύ συνηθισμένη στα ΠΠΣ.

γ) Μη Γραμμικότητα (Ιδιότητα).

Η γραμμικότητα (linearity) είναι μια υπόθεση αναφορικά με την εφικτότητα να λάβουμε την τιμή του όλου εάν προσθέσουμε τις επιμέρους αξίες των συνθετικών. Τα μη γραμμικά συστήματα ως έννοιες αλλά και ως φορμαλιστικές μαθηματικές περιγραφές έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο για την κατανόηση των φυσικών, βιολογικών και κοινωνικών συστημάτων.

Οι μη γραμμικές αλληλεπιδράσεις δεν μας επιτρέπουν να προσδώσουμε μια συγκεκριμένη τιμή στις συναθροιστικές αποκρίσεις. Ακόμη και στις πιο απλές περιπτώσεις η μη γραμμικότητα παρεμβαίνει στην γραμμική προσέγγιση υπολογισμού των συναθροίσεων. Αυτή η ιδιότητα των ΠΠΣ καθιστά την προσπάθεια γραμμικής πρόβλεψης εξαιρετικά δύσκολη έως αδύνατη.

Ο Abbott έχει επισημάνει αυτή τη δυσκολία στην προσπάθεια των κοινωνικών επιστημόνων να συσχετίσουν μεταβλητές και μέσω αυτού να ερμηνεύουν κοινωνικά φαινόμενα.

δ) Ροές (ιδιότητα)

Την έννοια των ροών την αντιλαμβανόμαστε πλέον ευρύτατα στον κοινωνικό μας κόσμο. Παραδείγματα αποτελούν:

Η ροή εμπορευμάτων σε μια πόλη
Η ροή του κεφαλαίου μεταξύ χωρών
Η ροή πληροφορίας στο διαδίκτυο
Οι ροές πάνω σε ένα δίκτυο από κόμβους και συνδέσμους.
Αναφερόμενοι σε πιο αφηρημένα περιβάλλοντα ομιλούμε για τις ροές πάνω από ένα δίκτυο κόμβων και συνδέσμων.
Για παράδειγμα οι κόμβοι μπορεί να είναι εργοστάσια και οι σύνδεσμοι δίοδοι μεταφοράς για τη ροή των εμπορευμάτων. Οι κόμβοι να είναι άτομα και οι σύνδεσμοι σχέσεις όπως σε ένα οργανόγραμμα ή μυρμήγκια και σχέσεις σε μια αποικία. Οι κόμβοι να είναι Η/Υ και οι σύνδεσμοι μηνύματα στο internet.

Μιλώντας με γενικούς όρους οι κόμβοι είναι επεξεργαστές (agents) και οι σύνδεσμοι καθορίζουν τις πιθανές αλληλεπιδράσεις.
Στα ΠΠΣ οι ροές διαμέσου αυτών των δικτύων ποικίλουν στον χρόνο. Οι κόμβοι και οι συνδέσεις μπορούν να εμφανίζονται και να εξαφανίζονται καθώς οι agents είτε προσαρμόζονται είτε αποτυγχάνουν να προσαρμοσθούν.

Για τον λόγο αυτό ούτε οι ροές ούτε τα δίκτυα είναι αμετάβλητα στο χρόνο. Αποτελούν μοτίβα τα οποία αντικατοπτρίζουν τις προσαρμογές στη μεταβολή και τις μεταβολές των προσαρμογών καθώς ο χρόνος παρέρχεται και η εμπειρία αυξάνεται.

Τα σύμβολα σχεδόν πάντοτε προσδιορίζουν το δίκτυο οροθετώντας (delimiting) τις κρίσιμες αλληλεπιδράσεις και τις κύριες συνδέσεις.

Τα σύμβολα προσλαμβάνουν αυτό το ρόλο δεδομένου ότι οι προσαρμοστικές διαδικασίες οι οποίες τροποποιούν τα ΠΠΣ επιλέγουν σύμβολα που διαμεσολαβούν για «χρήσιμες» αλληλεπιδράσεις και αποφεύγουν σύμβολα τα οποία προκαλούν βλάβες (malfunctions). Αυτό σημαίνει ότι οι agents οι οποίοι διαθέτουν «χρήσιμα» αναγνωρίσιμα σύμβολα εξαπλώνονται, ενώ αντίστοιχα οι agents με «βλαβερά» σύμβολα εξαφανίζονται.

Υπάρχουν δυο ιδιότητες των ροών γνωστές από την οικονομική επιστήμη, οι οποίες είναι σημαντικές σε όλα τα ΠΠΣ.

1. Η πρώτη είναι το Multiplier Effect, η οποία επέρχεται όταν κανείς εγχέει επιπρόσθετους πόρους σε ένα κόμβο.
   Τυπικά αυτός ο πόρος διοχετεύεται από κόμβο σε κόμβο, πιθανά τροποποιούμενος καθοδόν, και ο οποίος παράγει πολλαπλασιαστικά μια αλυσίδα μεταβολών.

2. Η δεύτερη ιδιότητα είναι το recycling effect. Το φαινόμενο αυτό, το οποίο ως κατηγορία χρησιμοποιείται ευρέως από την οικονομική επιστήμη, μπορεί να προκαλέσει μια μη γραμμική αύξηση του αποτελέσματος μέσω ενός δικτύου. Την ιδιότητα αυτή συναντάμε τυπικά σε ένα ανθρώπινο οικονομικό δίκτυο στο οποίο ρέει μια συγκεκριμένη ποσότητα χρηματικών μονάδων.

Ένα τέτοιο επίσης παράδειγμα αναφερόμενο από τον Holland είναι το τροπικό δάσος. Αυτό είναι πλούσιο σε είδη και πληθυσμούς. Αυτή η κατάσταση του τροπικού δάσους εξαρτάται σχεδόν ολοκληρωτικά από την ικανότητά του να συλλαμβάνει και να ανακυκλώνει πόρους. Ξεκινώντας αυτή η κατάσταση από ένα δίκτυο πόρων αυτοί διοχετεύονται προς τα άνω τμήματα της τροφικής αλυσίδας.

ε) Ποικιλότητα (Ιδιότητα)

Η ποικιλότητα είναι προεξέχον χαρακτηριστικό του κόσμου που μας περιβάλλει. Τα ΠΠΣ παράγουν ποικιλία.
Η ποικιλότητα δεν είναι ούτε συμπτωματική ούτε τυχαία. Η παραμονή στο σύστημα κάθε agent εξαρτάται καθοριστικά από το περιβάλλον που παρέχουν οι άλλοι agents. Αυτή η διαπίστωση γενικεύεται είτε μιλάμε για βιολογικούς οργανισμούς, νευρώνες, εταιρίες ή πληροφορίες.

Χονδρικά, κάθε είδος agent γεμίζει μια κόγχη η οποία ορίζεται από τις αλληλεπιδράσεις που επικεντρώνονται σε αυτόν τον agent.
Εάν αφαιρέσουμε ένα είδος agent από το σύστημα, δημιουργώντας μια τρύπα, το σύστημα τυπικά ανταποκρίνεται με μια αλληλουχία προσαρμογών οι οποίες καταλήγουν σε ένα νέο agent ο οποίος καταλαμβάνει το χώρο. Ο νέος agent τυπικά καταλαμβάνει την ίδια κόγχη του agent ο οποίος αφαιρέθηκε από το σύστημα και παρέχει τις περισσότερες από τις αλληλεπιδράσεις.

Η διαδικασία αυτή είναι παρόμοια με το φαινόμενο της σύγκλισης (convergence) στη βιολογία.
Η σύγκλιση επίσης επέρχεται όταν ένα καθιερωμένο είδος εισέρχεται σε μια παρθένα περιοχή. Οι αλληλεπιδράσεις του οικοσυστήματος ουσιωδώς αναδημιουργούνται παρά το γεγονός ότι οι agents είναι τελείως διαφορετικοί.

Η ποικιλότητα προκύπτει επίσης όταν η διάδοση ενός agent ανοίγει μια νέα κόγχη (ευκαιρίες για αλληλεπιδράσεις) οι οποίες μπορούν να διαδοθούν μέσω μετατροπών σε άλλους agents.

Η απομίμηση για προστασία αποτελεί ένα καλό παράδειγμα από την βιολογία.
Η ποικιλότητα των ΠΠΣ αποτελεί ένα δυναμικό μοτίβο, συχνά επίμονο και συνεκτικό. Σε ένα ΠΠΣ ένα μοτίβο αλληλεπιδράσεων το οποίο έχει διαταραχθεί από την εξάλειψη ενός agent, συχνά επαναβεβαιώνει τον εαυτό του αν και οι νέοι agents μπορεί να διαφέρουν από τους παλιούς.

Στα ΠΠΣ όμως το μοτίβο αυτό ενυπάρχει μέσα στο καθεστώς εξέλιξης που διέπει το ΠΠΣ. Η ποικιλότητα η οποία παρατηρείται σε ένα ΠΠΣ είναι προϊόν προσαρμογής. Κάθε νέα προσαρμογή δημιουργεί την πιθανότητα περισσότερων αλληλεπιδράσεων και νέων εσοχών.
Η ποικιλότητα συνδέεται με την ιδιότητα των ροών και συγκεκριμένα το φαινόμενο ανακύκλωσης καθώς και με την ιδιότητα της μη γραμμικότητας.

στ) Εσωτερικά Μοντέλα (Μηχανισμός).

Τα έμβια όντα και γενικεύοντας τα ΠΠΣ προσλαμβάνουν και αντιδρούν. Προκειμένου να αντιληφθούμε αυτή την ικανότητα θα πρέπει να προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε ένα μηχανισμό που διαθέτουν και ο οποίος είναι από την ίδια του τη φύση πολύπλοκος. Ο μηχανισμός αυτός είναι τα internal models. Ο όρος που τον χρησιμοποιεί ο Holland έχει συνάφεια με τον όρο Schema,τον οποίο χρησιμοποιεί ο Gel- Mann (1994) για να περιγράψει παρόμοιες δυναμικές.

Η βασική διαδικασία κατασκευής μοντέλων πρόσληψης και πρόβλεψης βασίζεται στην ιδιότητα της συνάθροισης (aggregation). Μόνο που σε αυτή την περίπτωση η συνάθροιση είναι εσωτερικό μοντέλο των agents. Με την διαδικασία αυτή απαλείφοντας λεπτομέρειες από το προσλαμβανόμενο υλικό, ο agent αποκαλύπτει μοτίβα τα οποία στη συνέχεια μεταλλάσσει σε μεταβολές στην εσωτερική του δομή. Κάνοντάς το αυτό agent μεταβάλλει διαρκώς το εσωτερικό του μοντέλο. Αυτή η μεταβολή πρέπει να του επιτρέπει να προβλέψει τις συνέπειες που έπονται όταν στο μέλλον το μοτίβο αυτό αντιμετωπισθεί ξανά.

Διακρίνουμε δυο είδη εσωτερικών μοντέλων τα υπονοούμενα (tacit) και φανερά (overt).
Η πρώτη κατηγορία καθορίζει μια παρούσα ενέργεια ύστερα από μια συνεπαγόμενη πρόβλεψη μιας επιθυμητής μελλοντικής κατάστασης.
Η δεύτερη καθορίζει μια σειρά από εναλλακτικές δράσεις σαν συνέπεια μιας συγκεκριμένης διερεύνησης.
Πως όμως διακρίνουμε ένα εσωτερικό μοντέλο από άλλες εσωτερικές δομές;

Ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό του είναι ότι μας επιτρέπει να συμπεράνουμε για κάποια στοιχεία του περιβάλλοντος του agent. Υπάρχει όμως και μια δεύτερη ουσιώδης προϋπόθεση.
Θα πρέπει να μας βοηθά να συμπεράνουμε ότι η δομή από την οποία μπορούμε να κατανοήσουμε το περιβάλλον του agent προσδιορίζει επίσης ουσιωδώς την συμπεριφορά του.

Τότε εάν οι προκύπτουσες συμπεριφορές του agent συνδυάζονται με επιτυχείς μελλοντικές συνέπειες τότε αναφερόμαστε σε ένα επιτυχημένο εσωτερικό μοντέλο. Αυτή η συνθήκη συνιστά μια πτυχή της προσαρμογής.

Με ένα κατάλληλο τρόπο διασύνδεσης μελλοντικών επιδόσεων και ενεργειών στο παρόν η εξέλιξη μπορεί να ευνοεί αποτελεσματικά εσωτερικά μοντέλα έναντι αναποτελεσματικών.
Μια σημαντική παρατήρηση είναι ότι ένα εσωτερικό μοντέλο έχει χαρακτηριστικά ιεραρχικού συστήματος. Αυτό φαίνεται καλύτερα από την εξέταση των building blocks.

ζ) Δομικά Στοιχεία (μηχανισμός)

Σε πραγματικές καταστάσεις ένα μοντέλο τύπου internal model πρέπει να βασίζεται σε οριακά δείγματα ενός διαρκώς ανανεούμενου και προσλαμβανόμενου ως νέου περιβάλλοντος. Ακόμη το μοντέλο μπορεί να είναι χρήσιμο μόνο στην περίπτωση που είναι ικανό να πράξει κάποιο είδος επανάληψης των καταστάσεων που μοντελοποιεί. Η αποσύνθεση ενός πολύπλοκου περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την επανάληψη δημιουργεί τα building blocks.

η) Η προσαρμοστικότητα των φορέων

Παρατηρώντας ένα ΠΠΣ όπως π.χ. μια μεγάλη πόλη διακρίνουμε ότι οι ιδιότητες και οι μηχανισμοί των ΠΠΣ ανιχνεύονται στην δομή και εξέλιξη και συμπεριφορά του.
Με αυτό το σκεπτικό θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι όλα τα ΠΠΣ μπορούν να εξετασθούν με παρόμοια μεθοδολογία.

Υπάρχει όμως ένα χαρακτηριστικό των ΠΠΣ που διαφέρει από σύστημα σε σύστημα.
Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ο φορέας (agent).
Οι φορείς σε διαφορετικά συστήματα, ακόμη όμως και στο ίδιο σύστημα επιδεικνύουν πραγματικές ανομοιότητες.

Το ερώτημα που τίθεται είναι το κατά πόσο μπορούμε να βρούμε μια κοινή απεικόνιση για όλους αυτούς τους διαφορετικούς agents. Το ερώτημα αυτό είναι επιστημονικά ενδιαφέρον δεδομένου ότι στο βαθμό που μπορούμε να επιτύχουμε κάτι τέτοιο επιτρέπουμε μια ομοιόμορφη προσέγγιση στη μελέτη όλων των ΠΠΣ.

Η προσπάθεια αυτή κατά τον Holland επιτυγχάνεται σε τρία στάδια,

1. **Performance System.** Αναζητούμε ένα ομοιόμορφο τρόπο να περιγράψουμε τις ικανότητες των agents χωρίς να εξετάζουμε τις μεταβολές που παράγονται από την διαδικασία της προσαρμογής.
2. **Credit Assignment**: Εκτιμούμε τις επιτυχίες ή αποτυχίες των agents για να προσδώσουμε αξιοπιστία σε τμήματα του τμήματα του Performance System.
3. **Rule Discovery:** Το τρίτο στάδιο αφορά την πρόκληση μεταβολών στις δυνατότητες των agents, μέσω της αντικατάστασης τμημάτων στα οποία προσδόθηκε χαμηλός βαθμός αξιοπιστίας.

B.3. Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ SIMULATION ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ Η ΕΙΔΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ MULTI AGENT ΜΟΝΤΕΛΩΝ.

B.3.1 *ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΩΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ.*

Οι πρώτες προσομοιώσεις όπως τα Boids του Craig Reynolds (1987) παρακίνησαν το ενδιαφέρον των κοινωνικών επιστημόνων.Ο Reynolds στην εφαρμογή του αντί να χρησιμοποιήσει ένα top down πρόγραμμα προσομοιώνοντας το κοπάδι, επέλεξε μια bottom up προσέγγιση βασισμένη στην αλληλεπίδραση των agents. Δηλαδή δεν μοντελοποίησε ούτε το κοπάδι ούτε τα μεμονωμένα πουλιά. Αντιθέτως μοντελοποίησε την αλληλεπίδραση στο σχεσιακό επίπεδο.

Εξ αιτίας του ενδιαφέροντος για την εφαρμογή αυτής της στρατηγικής έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες αναπτύχθηκε πλήθος εφαρμογών και εμφανίσθηκαν επιστημονικά άρθρα για την καταλληλότητα, το πεδίο εφαρμογής, τις προϋποθέσεις και άλλα στοιχεία χρήσης των τεχνικών προσομοίωσης που ονομάζουμε ABM (Agent Based Modeling).
Κατά τους Macy & Willer (2002) οι κοινωνιολόγοι έχουν παραδοσιακά κατανοήσει την κοινωνική ζωή σαν ιεραρχικό σύστημα θεσμών και κανόνων οι οποίοι μορφοποιούν την ατομική συμπεριφορά από τα πάνω. Αντιθέτως το ενδιαφέρον στις εφαρμογές ABM αποτυπώνει την αντίληψη ότι οι ανθρώπινες ομάδες είναι υψηλής πολυπλοκότητας, μη γραμμικές καθοριζόμενες από τη διαδρομή (path dependent) και αυτό-οργανούμενες δυναμικές.

Για το λόγο αυτό με τα ABM μας δίδεται η δυνατότητα να καταλάβουμε αυτές τις δυναμικές μοντελοποιώντας όχι στο συνολικό επίπεδο, αλλά αντιθέτως στο επίπεδο της αλληλεπίδρασης μεταξύ προσαρμοστικών φορέων οι οποίοι επηρεάζουν ο ένας τον άλλο σε απόκριση του επηρεασμού που δέχονται.

Μέσω αυτής της μοντελοποίησης επιχειρούμε να καταδείξουμε την πρόκληση συνολικής αναδυτικής συμπεριφοράς.
Η τεχνική ABM διαφέρει ουσιωδώς από άλλες χρήσεις της προσομοίωσης σε Η/Υ για σκοπούς και χρήσεις κοινωνιολογικής έρευνας.

Σύμφωνα με τους Gilbert & Troitzsch (1999) η ανάπτυξη της προσομοίωσης στις κοινωνικές επιστήμες διενεργείται σε τρεις περιόδους. Σε κάθε μια από αυτές υπάρχει έμφαση σε διαφορετικό πεδίο ανάλυσης.

Τα πεδία αυτά είναι:
- Macro-simulation
- Micro-simulation
- Agent Based Models (ABM)

Ας εξετάσουμε συνοπτικά αυτά τα τρία πεδία simulation.

Macro -Simulation

Το macro – Simulation αναπτύσσεται γύρω στα 1960 και αποτελεί συνδυασμό του πρώτου κύματος καινοτομίας στις επιστήμες και τις τεχνολογίες των Η/Υ και τις επικρατούσες αντιλήψεις στις κοινωνικές επιστήμες αναφορικά με τον δομολειτουργισμό. Το macro–simulation εδράζεται στην ανάπτυξη ενός συστήματος διαφορικών εξισώσεων

προκειμένου να πραγματοποιηθεί πρόβλεψη κατανομών πληθυσμών σαν μια ολιστική λειτουργία. Επίσης την περίοδο αυτή με το ίδιο επιστημονικό υπόβαθρο εμφανίζεται ένα ενδιαφέρον για την μελέτη άλλων συστημικών μακρο –παραγόντων. Εμφανίζονται εφαρμογές που μελετούν την ροή των πρώτων υλών σε ένα εργοστάσιο, τον έλεγχο αποθεμάτων, την νομιμοποίηση του κράτους και τον ιμπεριαλιστικό καπιταλισμό, την κίνηση οχημάτων σε αστικά περιβάλλοντα, την μετανάστευση, την διάδοση ασθενειών, τις δημογραφικές αλλαγές καθώς και άλλα μακρο- φαινόμενα. (Forester, 1971), (Meadows et al., 1974), (Hanne man et al., 1995).

Micro – Simulation

Τη δεκαετία του 70 εισάγεται στις προσομοιωτικές εφαρμογές για πρώτη φορά, το άτομο ως μονάδα ανάλυσης, αλλά διατηρείται η έμφαση της προηγούμενης περιόδου της πρόβλεψης στο μακρο - επίπεδο.

Όπως αναφέρει ο Caldweel (1997) σε αντίθεση με την ολιστική προσέγγιση «το micro-simulation αποτελεί μια bottom up ανάλυση για τη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των φορέων λήψης απόφασης, που αλληλεπιδρά σε ένα ευρύτερο σύστημα.
Με την έννοια φορείς λήψης απόφασης υπονοούνται άτομα, οικογένειες, εταιρίες). Αυτή η στρατηγική μοντελοποίησης χρησιμοποιεί δεδομένα αντιπροσωπευτικών δειγμάτων φορέων λήψης απόφασης, σε συνδυασμό με εξισώσεις και αλγορίθμους αναπαράστασης των διαδικασιών συμπεριφοράς, με στόχο να προσομοιώσουν την εξέλιξη μέσω του χρόνου κάθε φορέα λήψης απόφασης και μέσω αυτού του συνολικού πληθυσμού των φορέων λήψης αποφάσεων».

Τα μοντέλα του micro –simulation μοιάζουν στην λογική με τα αντίστοιχα του macro – simulation, διαφέρουν όμως στο ότι μοντελοποιούν τα ξεχωριστά συνθετικά στοιχεία της κατανομής του πληθυσμού (micro επίπεδο) και όχι την μεταβολή της κατανομής (macro επίπεδο). Παρόλα αυτά και τα μοντέλα αυτής της κατηγορίας δεν επιτρέπουν την άμεση αλληλεπίδραση, ή προσαρμογή των επιμέρους ατόμων που συνιστούν ένα πληθυσμό. Επιπλέον τα μοντέλα αυτά δεν χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή θεωρητικών συμπερασμάτων. Όπως και στην περίπτωση του macro – simulation η πρωταρχική τους κατεύθυνση είναι η εφαρμοσμένη έρευνα και κυρίως η πρόβλεψη των μακρο – επιπτώσεων κρατικών πολιτικών ως προς την έκταση της μεταβολής της ατομικής συμπεριφοράς [Macy M & Willer R, 2002].

B.3.2 *AGENT BASED MODELS.*

Τα μοντέλα αυτά εμφανίζονται από το 1980 και μετά, εποχή που αναπτύσσονται οι προσωπικοί υπολογιστές. Παρόμοια με τα μοντέλα micro –simulation διερευνούν τα μακρο μοτίβα ξεκινώντας από μικρό-θεμελιώσεις. Σε σχέση όμως με αυτά διαφέρουν καθοριστικά στο ότι αντί για την χρήση του απομονωμένου φορέα που επικρατεί στα micro- simulation μοντέλα, οι φορείς τώρα αλληλεπιδρούν ανεξάρτητα.

Τα ABM εμπεριέχουν τέσσερις βασικές αρχές που δεν συναντώνται σε προηγούμενες γενιές προσομοιώσεων.

1. Οι φορείς είναι αυτόνομοι. Αυτή η αρχή κάνει πράξη την αντίληψη για αυτό-οργάνωση. Προσομοιώνεται η άμεση και τοπική αλληλεπίδραση των φορέων από την οποία αναδύονται συστημικά μοτίβα. Αυτή η αλληλεπίδραση δεν συντονίζεται από κανενός είδους κεντρική αρχή ή κεντρικούς θεσμούς.

2. Οι φορείς είναι αλληλεξαρτημένοι. Η αλληλεξάρτηση παίρνει διάφορες μορφές συμπεριφοράς όπως μίμηση, πειθώ, όρκο, απειλή, επιβολή. Με τις συμπεριφορές αυτές οι φορείς επηρεάζουν άλλους φορείς σε απόκριση του επηρεασμού που

δέχονται. Όμως η αλληλεξάρτηση μπορεί να είναι και έμμεση καθώς η συμπεριφορά των φορέων μεταβάλλει κάποια στοιχεία του περιβάλλοντος και μέσω αυτού προκαλείται μια επιπλέον δυναμική επίδρασης που κατευθύνεται σε άλλους φορείς.

3. Οι φορείς ακολουθούν απλούς κανόνες, τα ABM χρησιμοποιούν απλούστατες υποθέσεις στο επίπεδο των κανόνων συμπεριφοράς των φορέων και διερευνούν τη δημιουργία μακρο – μοτίβων υψηλού ερμηνευτικού ενδιαφέροντος. Η συστημική πολυπλοκότητα που αναδύεται από τα προσομοιωτικά περιβάλλοντα δεν είναι απόρροια πολυπλοκότητας στο γνωστικό πεδίο (πεδίο εσωτερικών μοντέλων κανόνων συμπεριφοράς) των φορέων. Αυτή η αρχή έλκει την καταγωγή της από την παρατήρηση του Simon (1998) που αναφέρει ότι τα ανθρώπινα όντα αν αντιμετωπισθούν σαν συστήματα που επιδεικνύουν συμπεριφορά, παρουσιάζουν απλότητα. Όπως είναι γνωστό τα ανθρώπινα όντα ακολουθούν κανόνες τύπου heuristics, απόρροιες μορφοποίησης σε νόρμες, τυποποιημένους κανόνες συμπεριφοράς, πρωτόκολλα, ηθικές και κοινωνικές συνήθειες. Για το λόγο αυτό η φαινομενική πολυπλοκότητα της συμπεριφοράς αντανακλά την πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος.

4. Οι φορείς είναι προσαρμοστικοί και αξιοποιούν την προηγούμενη πληροφορία (backward looking). Οι φορείς προσαρμόζονται με συμπεριφορές αντιγραφής, μίμησης, μετακίνησης και εκμάθησης. Δεν προσαρμόζονται όμως με τον ορθολογικό υπολογισμό των πλέον αποτελεσματικών ενεργειών (βελτιστοποίηση) [Holland,1995].

Κατά τον Gilbert (1996) τα ABM χρησιμοποιούνται μάλλον για θεωρητική θεμελίωση και ερμηνεία παρά για πρόβλεψη. Χρησιμοποιούνται για να αποκαλύψουν εύλογους μηχανισμούς που είναι κρυμμένοι πίσω από παρατηρούμενα μοτίβα. Για τον λόγο αυτό αυτά τα μοντέλα δεν έχουν σαν σκοπό την πλήρη αναπαράσταση μιας εμπειρικής εφαρμογής. Αντιθέτως ο βασικός τους σκοπός είναι να εμπλουτίσουν το επίπεδο κατανόησής μας αναφορικά με ουσιώδεις διαδικασίες και δυναμικές οι οποίες εμφανίζονται σε μια μεγάλη ποικιλία περιπτώσεων. Όταν τα μοντέλα αυτά πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για προβλέψεις, οι υποθέσεις που χρησιμοποιούν πρέπει να είναι εξαιρετικά ρεαλιστικές, το οποίο συνεπάγεται ότι θα είναι πολύπλοκες. Όταν όμως ο σκοπός χρήσης αυτών των μοντέλων είναι η υποβοήθηση της προσπάθειάς μας κατανόησης ουσιωδών δυναμικών τότε η απλότητα των υποθέσεων αποδεικνύεται εξαιρετικά χρήσιμη, ενώ η εξαντλητική συμπερίληψη όλων των λεπτομερειών όχι διότι τα καθιστά πολύπλοκα και δύσχρηστα (Axelrod, 1997).

Κατά τους Macy& Willer (2002) τα μοντέλα αυτά ενσωματώνουν την επιστημολογική αρχή του Coleman (1990) αλλά με μια επιπρόσθετη συνθήκη για αποφυγή παρερμηνείας. Το μακρο- κοινωνικό αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών, την γνωστή δηλαδή ανάδυση. Την έννοια της ανάδυσης είχε συλλάβει ο Durkheim [1982] ο οποίος με την παραβολή της σκληρότητας του μπρούτζου αναφέρει ότι τα κοινωνικά συμβάντα απονέμονται στην κοινωνία και όχι στα μέλη που την αποτελούν. Οι Macy & Willer στο σημείο αυτό προβαίνουν σε μια σοβαρή παρατήρηση. Η τοποθέτηση αυτή του Durkheim πραγματοποιεί μια υπέρβαση. Ενώ οι αρχές της ανάδυσης και της αυτό-οργάνωσης υποδηλώνουν ότι οι ιδιότητες των μεγαλύτερων συστημάτων δεν αποτελούν ιδιότητες των συνθετικών τους μερών και δεν ομοιάζουν ούτε όμως αποτελούν αντικείμενο επιδίωξης των φορέων που συν-αποτελούν το σύστημα, αυτές οι ίδιες αρχές ενσωματώνουν μια ουσιώδη ενόραση του μεθοδολογικού ατομικισμού. Έτσι οι καθολικές ιδιότητες εμφανίζονται Sui Generis αλλά ταυτόχρονα αναδύονται από τα κάτω. Χωρίς ένα μοντέλο μικροθεμελιώσεων των αναδυόμενων ιδιοτήτων, οι αυτό- οργανούμενες και path –dependent διαδικασίες είναι πιθανό να είναι εσφαλμένες για θεσμούς οι οποίοι συντονίζονται οικουμενικά.

Κατά τον Saam, (1999) τα ABM αψηφούν κατηγοριοποιήσεις είτε σαν μικρο είτε σαν μακρο επίπεδο αλλά αντιθέτως παρέχουν ένα υπόβαθρο γεφύρωσης μεταξύ των επιπέδων. Για το λόγο αυτό διαπιστώνουν οι Macy,Willer (2002) τα ABM μπορούν να προσδώσουν στην κοινωνιολογία μια επιστημονική αρχή γεφύρωσης του μεθοδολογικού ατομικισμού του Schumpeter (1909) και των αντί-αναγωγικών κανόνων του Durkheim.

B.3.3 *ΠΕΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕ ABM ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ.*

Από την επισκόπηση στην οποία έχουν προβεί οι Macy & Willer (2002) προκύπτει ότι τα θεματικά κοινωνικά πεδία τα οποία επιχειρούν να αναλύσουν κοινωνικοί επιστήμονες και ερευνητές αναπτύσσοντας και αξιοποιώντας ABM εφαρμογές είναι:

1. Η αυτό–οργάνωση της κοινωνικής δομής (social structure),
2. Η ανάδυση της κοινωνικής τάξης (social order)

Τα δυο αυτά πεδία και προβλήματα είναι εξαιρετικά συμπληρωματικά μεταξύ τους. Στην πρώτη περίπτωση τα συμπλέγματα των κοινωνικών δεσμών είναι τα στοιχεία που πρέπει να ερμηνευθούν ενώ στη δεύτερη είναι τα ερμηνευτικά στοιχεία.
Εάν δεν είναι αυτή η διασύνδεση αυθαίρετη άρα και τα ευρήματα μη ρεαλιστικά τότε η κοινωνική δομή και η κοινωνική τάξη συνδέονται δυναμικά μεταξύ τους και τα μοντέλα θα έπρεπε με κατάλληλη συσχέτιση να το εντοπίζουν.

Ας δούμε όμως πιο συγκεκριμένα πως ορίζονται η αναδυόμενη δομή και η αναδυόμενη τάξη.

1. Αναδυόμενη κοινωνική δομή

Σε αυτά τα μοντέλα οι φορείς και οι συμπεριφορές τους κινούνται μέσα στον κοινωνικό και τον φυσικό χώρο εξαιτίας των πιέσεων κοινωνικής επιρροής και επιλογής. Οι φορείς σε αυτές τις εφαρμογές ξεκινούν την προσομοιωτική τους ζωή αδιαφοροποίητοι και στη συνέχεια αλλάζουν θέση ώστε να αποφύγουν το ενδεχόμενο να απομονωθούν ή να διαφοροποιηθούν από τους άλλους φορείς.

Αυτές οι διαδικασίες και συμπεριφορές των φορέων πάντως, αντί να δημιουργούν ομογενοποίηση συναθροίζονται και παράγουν οικουμενικά μοτίβα διαφοροποίησης κουλτούρας, διαστρωμάτωσης, και ομοφυλικά συμπλέγματα σε κοινωνικά δίκτυα.

Άλλες μελέτες αντιστρέφουν αυτή τη διαδικασία, ξεκινώντας από ετερογενείς πληθυσμούς και καταλήγοντας σε σύγκλιση. Ασχολούνται με την αποτύπωση του συντονισμού, διάδοσης, και ξαφνικής κατάρρευσης κανόνων συμπεριφοράς, θεσμών, πεποιθήσεων προτύπων καινοτομίας κλπ.

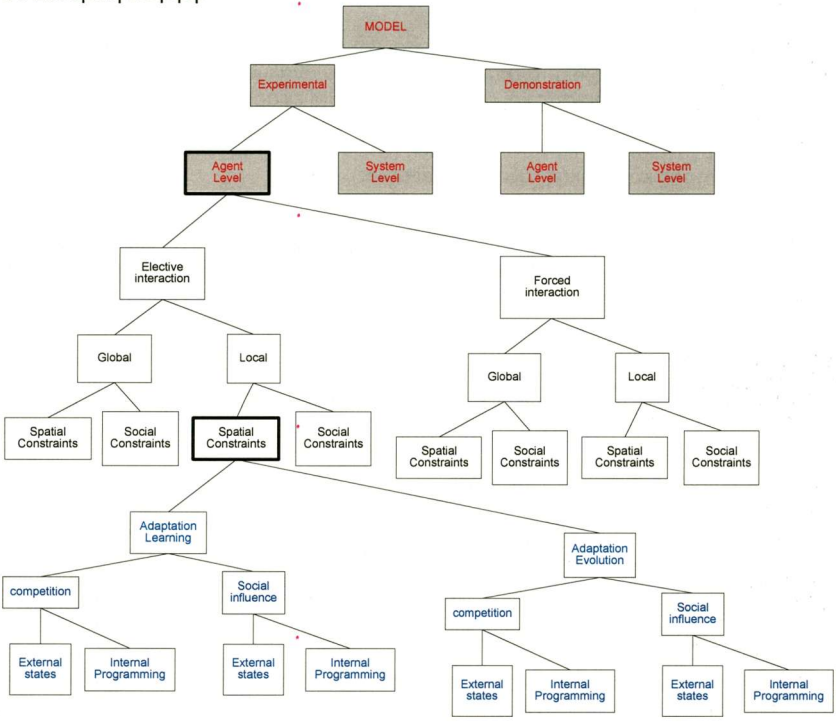
2. Αναδυόμενη κοινωνική τάξη.

Αυτού του τύπου οι μελέτες δείχνουν πως εγωιστικές προσαρμογές των φορέων μπορούν τελικά να οδηγήσουν σε επιτυχείς συλλογικές ενέργειες χωρίς αυτές να προέρχονται είτε από αλτρουισμό είτε από την επιβολή ή τον έλεγχο από τα πάνω (Macy and Willey, 2002).

Οι ίδιοι συγγραφείς έχουν ομαδοποιήσει σε κατηγορίες εφαρμογών προκειμένου να καταδείξουν τις μεθοδολογικές τους σχεδιαστικές διαφορές που είτε μπορούν να αιτιολογήσουν αντικρουόμενα αποτελέσματα είτε πρέπει να αντιμετωπισθούν πιο συγκεκριμένα.

Ο επόμενος πίνακας συνθέτει σε δενδρική μορφή τις παρατηρήσεις αυτές ως μεθοδολογικά κριτήρια σχεδιασμού.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΥΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΒ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΟΙ MACY & WILLER. Σύνθεση των κατηγοριών αυτών σε Δενδρική Μορφή.



Τέλος προτείνουν κανόνες προκειμένου οι ΑΒΜ εφαρμογές να διαθέτουν τα κατάλληλα πρότυπα κατασκευής και ελέγχου.
Οι κανόνες αυτοί είναι:

1. Έμφαση στη μελέτη απλών μοντέλων και όχι σύνθετων που από τη φύση τους προσθέτουν πολυπλοκότητα και δυσχεραίνουν τα θεωρητικά ευρήματα.
2. Αποφυγή εξάρτησης από βιολογικές μεταφορές.
3. Έμφαση στον πειραματισμό και όχι στη διερεύνηση. Η ΑΒ μοντελοποίηση είναι ένα εργαλείο πειραματισμού με στόχο τη θεωρητική γνώση.
4. Έλεγχος της ισχύος των μοντέλων.
5. Έλεγχος εξωτερικής καταλληλότητας.
6. Έλεγχος καταλληλότητας πεδίου. Αυτή η συνθήκη αναφέρεται στον έλεγχο του γεγονότος ότι δυο διαφορετικά μοντέλα για το ίδιο φαινόμενο παρουσιάζουν διαφορετικά αποτελέσματα.
7. Μελέτη των μικροθεμελιώσεων των μακρο δυναμικών. Γεφύρωση του μικρό και μακρό επιπέδου, μετατρέποντας τα ΑΒΜ σε εργαστήρια.

Β.4 Η ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΩΝ / ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ vs ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ- BOTTOM UP vs TOP DOWN.

Βασικό κίνητρο για την ανάπτυξη των MAM's αποτέλεσε η μελέτη των κοινωνικών δυναμικών ύστερα από την συνειδητοποίηση που επέφερε η χρήση των MAM ότι η κοινωνική δυναμική και μεταβολή προέρχεται, ή μπορεί να προέλθει από την αλληλεπίδραση ανεξάρτητων μονάδων λήψης απόφασης και ικανότητας αντίδρασης στο περιβάλλον χωρίς την ύπαρξη και την προϋπόθεση μιας κεντρικής αρχής (decentralized process). Ιστορικά η εξέλιξη των MAM ασχολήθηκε πρώτα με την αναπαράσταση και ερμηνεία φαινομένων που μέχρι τότε απασχολούσαν την οικονομική επιστήμη, την πολιτική επιστήμη, την επιστήμη της διοίκησης, την κατανομή πόρων πρώτων υλών και προϊόντων που ενδιέφερε την μελέτη βιομηχανικών κλάδων κλπ.

Η ενασχόληση με αυτά τα προβλήματα βασίσθηκε επίσης στην ανακάλυψη ότι με τη χρήση των υπολογιστών μπορούσε κάποιος να δημιουργήσει τεχνητά περιβάλλοντα τα οποία είχαν την ικανότητα να προσομοιώσουν τέτοιες δυναμικές και πολύ γρήγορα έγινε αντιληπτό ή προτάθηκε η χρήση S/W ως μέθοδος δημιουργίας πειραμάτων που όπως είναι γνωστό μέχρι τότε δεν αποτελούσε παραδεκτή ή ρεαλιστική μέθοδο παρατήρησης κοινωνικών φαινομένων. Πριν από την χρήση των MAM για την μελέτη κοινωνικών φαινομένων, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε από τον κλάδο της βιολογίας και έτσι δημιουργήθηκε η γέφυρα ανάμεσα στην χρήση των MAM στην μελέτη φυσικών φαινομένων και την μελέτη κοινωνικών φαινομένων αντίστοιχα.

Όλη αυτή η διαδικασία προέκυψε από την κατανόηση των δυνατοτήτων των εφαρμογών αυτών να μελετήσουν με νέο τρόπο σύνθετα και πολύπλοκα φαινόμενα. Είναι επομένως φυσικό οι πρώτες προσπάθειες να ξεκίνησαν από τους μηχανικούς υπολογιστών οι οποίοι και ανακάλυψαν αυτές τις δυνατότητες των υπολογιστών και όχι, αποκλειστικά τουλάχιστον, από τους επιστήμονες και ερευνητές των ιδιαίτερων κλάδων που ασχολούνται με τα φαινόμενα αυτά. Πολύ σύντομα δημιουργήθηκε επιστημονική φιλολογία γύρω από την νέα μέθοδο αλλά και επιστημονικές διαμάχες για τον σκοπό χρήσης, την δυνατότητα ερμηνείας αλλά και την αναγκαιότητα να χρησιμοποιηθούν οι επιστημολογικές αρχές του κάθε επιμέρους κλάδου.

Στο πεδίο της κοινωνιολογίας η εισαγωγή των MAM συντελέσθηκε με σχετική καθυστέρηση σε σχέση με τις προαναφερόμενες επιστήμες.
Στο πεδίο αυτό υπήρχε πάντοτε μια διχοτόμηση των απόψεων για την επιστημολογική μέθοδο που κρίνεται καταλληλότερη για την ικανοποιητική ερμηνεία και κατανόηση των κοινωνικών φαινομένων.
Κλασσικές πτυχές αυτής της διχοτόμησης αποτελούσαν οι διακρίσεις τύπου Μικρο-Μακρο, η έμφαση στον ρόλο του ατόμου (reductionism) ή την μελέτη των συστημάτων (holism), η σχέση συλλογής δεδομένων και διατύπωσης θεωριών κλπ.

Οι προκύπτουσες από αυτή τη διχοτόμηση διαμάχες επεκτάθηκαν και στον προβληματισμό αναφορικά με την χρησιμότητα εισαγωγής στην έρευνα των κοινωνικών φαινομένων των MAM αλλά και ειδικότερα πια αντικείμενα συζήτησης στην περιοχή αυτή είναι θέματα που εμπίπτουν στα ενδιαφέροντα των κοινωνιολόγων.

Η ενασχόληση των επιστημόνων αυτών με τις μεθόδους προσομοίωσης φαινομένων μέσω εφαρμογών Η/Υ εμπλουτίζει ακόμη και την χρησιμοποιούμενη ονοματολογία της

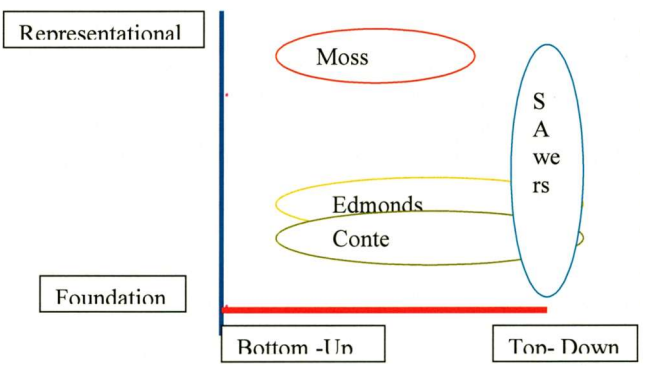
περιοχής με ονοματολογίες υποδηλωτικές της προσομοίωσης κοινωνικών φαινομένων όπως Agent Based Social Simulation.

Δυο θέματα που αφορούν τον τρόπο χρήσης και τις βασικές υποθέσεις και παραμέτρους που πρέπει να υιοθετούνται καταγράφονται σαν θέματα διαμάχης των κοινωνιολόγων στο CMOT Symposium [R.Conte, B. Edmonds, Sc.Moss and R.K. Sawer, 2001] και είναι η καταλληλότητα της ανάλυσης των κοινωνικών συστημάτων top –down (δηλαδή με την χρήση της επιστημονικής παραδοχής ότι οι θεσμοί προσδιορίζουν την ατομική συμπεριφορά) ή bottom up (δηλαδή με την χρήση της αρχής ότι η ατομική συμπεριφορά δημιουργεί τους θεσμούς), αλλά και το θέμα της φύσης της ανάδυσης.

Πιο συγκεκριμένα ο Moss παρουσιάζει διαγραμματικά τις απόψεις των Moss, Edmonds, Conte, Sawyers σε όρους αποτύπωσης σε δυο άξονες.
Ο ένας (κάθετος) αφορά την έμφαση στην top down ή bottom up προσέγγιση. Ο δεύτερος διακρίνει ανάμεσα στην θεώρηση των ΜΑΜ σαν αναπαραστάσεις ή θεωρητικές θεμελιώσεις.

Με τον όρο αναπαραστάσεις ABSS &MABS, χαρακτηρίζεται η μεταχείριση των προσομοιώσεων σαν περιγραφές των υπό παρατήρηση κοινωνικών φαινομένων.
Με τον όρο αντιστοίχως Θεωρητικές Θεμελιώσεις χαρακτηρίζεται η μεταχείριση των προδιαγραφών των μοντέλων αλλά και των προσομοιώσεων σαν τρόπους αναγνώρισης σημαντικών και χρήσιμων αφαιρέσεων στην ανάπτυξη της κοινωνικής θεωρίας.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΑΒΜ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΑ 1. ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ/ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ- 2. TOP DOWN/ BOTTOM UP



Ο Moss προσεγγίζει την χρησιμότητα των ΜΑΜ από την πλευρά των αναπαραστάσεων. Από μια τέτοια προσέγγιση εκκινώντας θεωρεί ότι ο επινοητής του μοντέλου θα έπρεπε να θεωρεί τις συστημικές ιδιότητες σαν δεδομένες στις περιπτώσεις μοντελοποίησης φαινομένων στα οποία φαίνεται αυτές οι ιδιότητες να μην μεταβάλλονται ή τουλάχιστον εάν μεταβάλλονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην επηρεάζουν το φαινόμενο – στόχο της παρατήρησης.

Εάν όμως οι σχετικές συστημικές ιδιότητες μεταβάλλονται τότε είναι ουσιώδες για τα μοντέλα που κατασκευάζονται να μπορούν να συλλαμβάνουν την διαδικασία αυτής της μεταβολής.

Παραθέτει δε την παρατήρηση ότι από την επισκόπηση της ιστορίας προκύπτει ότι τα κοινωνικά συστήματα μεταβάλλονται όταν οι επικρατούντες κανόνες της συμπεριφοράς ή των θεσμικών δομών καθίστανται σημαντικά στοιχεία περιορισμού της ικανότητας των συστατικών αυτού του συστήματος να επιδιώκουν τους σκοπούς τους.

Η ιστορία – θεωρεί ο Moss- είναι γεμάτη από παραδείγματα όπου κανόνες συμπεριφοράς οι οποίοι οφείλονταν σε γεγονότα, καταδείκνυαν ότι οι επικρατούντες κανόνες ήσαν δυσλειτουργικοί στις νέες περιστάσεις.

Η εξήγηση αυτών των μεταβολών θα πρέπει να αναζητηθεί στην επίδραση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης μεταξύ ατόμων τα οποία συμμορφώνονται με αυτούς τους κανόνες. Τα άτομα θα προσπαθήσουν να αποφύγουν τις αρνητικές συνέπειες των επικρατούντων κανόνων. Οι μεταβολές στους κανόνες θα διαδοθούν σαν αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ ατόμων, και αυτές οι αλληλεπιδράσεις θα επηρεάσουν την διαδικασία της «κανονιστικής» μεταβολής.

Συμπεραίνει επομένως ο Moss ότι στις περιπτώσεις που η διαδικασία της θεσμικής μεταβολής είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των συνθετικών του κοινωνικού συστήματος και η μεταβαλλόμενη ατομική συμπεριφορά ένα περαιτέρω αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης, τότε η μοντελοποίηση δεν μπορεί να έχει την φόρμα top-down.
Αντιθέτως εάν ο στόχος του μοντέλου είναι η αναπαράσταση της συμπεριφοράς και της αλληλεπίδρασης σε καθεστώς αμετάβλητων κανόνων τότε αυτή η φόρμα αναπαράστασης ενδείκνυται.

Αντιθέτως, ο Sawyer θεωρεί ότι η πηγή κανόνων για τα MAM πρέπει να είναι η κοινωνιολογία, επειδή αυτή έχει αναπτύξει ένα σώμα θεωριών βασισμένο στην παρατήρηση. Το γεγονός δε ότι το σώμα αυτό κοινωνιολογικής θεωρίας δεν διαθέτει την απαραίτητη για την κατασκευή μοντέλων ακρίβεια θεωρεί ότι είναι ζήτημα που ανάγεται στις υποχρεώσεις των σχεδιαστών MAM και επομένως πρέπει να επιλυθεί με την συνεργασία τους με τους κοινωνιολόγους οι οποίοι μπορούν να τους εφοδιάσουν με την πηγή κανόνων.

Θεωρώντας ο Sawyer ότι η πηγή κανόνων που υιοθετούν τα MAM προέρχονται από τις επιστήμες της γνώσης και την κοινωνική ψυχολογία, αναφέρει ότι όπως οι πηγές έτσι αντίστοιχα και τα μοντέλα δεν μπορούν να μας εφοδιάσουν με όλα τα δεδομένα και τη θεωρία που μας είναι απαραίτητη.

Αυτές οι πηγές δεν μπορούν να μας παρέχουν ερμηνείες για πολύπλοκα κοινωνικά φαινόμενα για τα οποία ο αναγωγισμός στο επίπεδο των agent μοντέλων είναι ανεπαρκής.
Η πρακτική των MAM κατά τον Sawyer είναι βασισμένη στην οντολογική υπόθεση ότι μόνο τα άτομα υπάρχουν, ενώ αντιθέτως οι μακρο – κοινωνικές οντότητες δεν υπάρχουν.
Στην κοινωνιολογία αυτή η άποψη είναι γνωστή σαν nominal's ή individualism.
Επιπλέον τα MAM προχωρούν παραπέρα υιοθετώντας την υπόθεση methodological individualism.

Αναφορικά δε με τον μεθοδολογικό ατομικισμό ο Watkins (1973) όρισε ότι αντανακλά ως ορισμός την πεποίθηση ότι:
Κάθε σύνθετη κοινωνική κατάσταση, θεσμός ή γεγονός είναι το αποτέλεσμα ενός ιδιαίτερου συνδυασμού ατόμων. Μπορούν να υπάρχουν πολλές ανολοκλήρωτες ατελείς ερμηνείες για μεγάλης κλίμακας κοινωνικά φαινόμενα (π.χ. πληθωρισμός) σε όρους άλλων, μεγάλης κλίμακας επίσης, φαινομένων, (π.χ. πλήρης απασχόληση).

Αλλά δεν μπορούμε να φθάσουμε σε συμπαγείς και σε βάθος ερμηνείες τέτοιων μεγάλης κλίμακας φαινομένων εάν δεν τα ανάγουμε στο επίπεδο διαθέσεων, πεποιθήσεων, πόρων σχέσεων μεταξύ ατόμων.

Ο Edmonds διακρίνει ανάμεσα στις στρατηγικές αφενός της θεωρητικής κατασκευής να προηγείται της ερμηνείας παρατηρούμενων δεδομένων και αφετέρου της συλλογής και παρατήρησης χωρίς προηγούμενη θεωρία. Κατατάσσει στην πρώτη την κοινωνιολογία και τα τυπικά συστήματα (formal systems) και στην δεύτερη τις προσπάθειες των επιστημόνων της Πληροφορικής.

Προτείνει, την επιλογή της στρατηγικής «ξεκινάμε από την λεπτομέρεια και σταδιακά προσεγγίζουμε την αφηρημένη έννοια παρά την αντίθετη στρατηγική».
Για μεθοδολογικούς λόγους θεωρεί ότι τα δεδομένα έχουν προτεραιότητα και είναι αυτά που μπορούν να ανατρέψουν μια θεωρία.

Η πρόταση του για την ανάπτυξη κοινωνικής θεωρίας είναι:
Να ξεκινά με πολλές μελέτες πεδίου (observation- field studies);
Να αναπτύσσει τρόπους απεικόνισης και συμπερίληψης αυτών των μελετών και των ευρημάτων τους, με γενικευμένη δυνατότητα μέτρησης και το σχηματισμό μοντέλων δεδομένων.
Να παραγάγει περιγραφικά υπολογιστικά μοντέλα βασισμένα στα μοντέλα δεδομένων.
Και στο τέλος να παράγει ένα πλαίσιο αφαίρεσης αυτών των περιγραφικών μοντέλων είτε υπολογιστικών είτε φορμαλιστικών.

Επομένως ο Edmonds τοποθετείται υπέρ της χρήσης των ABM για την σταδιακή προσέγγιση θεμελιώσεων βασισμένων στην συλλογή και επεξεργασία πραγματικών δεδομένων.

Αναφορικά με την top down & bottom up προσέγγιση ο Edmonds θεωρεί ότι η εκ των προτέρων επιλογή τους είναι μειονέκτημα επειδή συν-εξελίσσονται πολύπλοκες δι-εξαρτήσεις και αιτιακές ανακυκλώσεις μεταξύ ατόμων και της κοινωνίας τους.

Δανειζόμενος το παράδειγμα της βιολογίας ο Edmonds προτείνει τα ακόλουθα:
«θεωρείστε τη θέση ότι οι κοινωνίες αναδύονται μόνο από τις αλληλεπιδράσεις ατόμων, έτσι ώστε προκειμένου να καθορίσουμε φαινόμενα στο επίπεδο της κοινωνίας θα αναγκαστούμε να περιορίσουμε τα μοντέλα μας που περιγράφουν την κοινωνία με ένα αναγωγικό τρόπο αντίστοιχο των προσεγγίσεων της βιολογίας».

Αυτή η προσέγγιση οδηγεί στη θέση, «Οι οργανισμοί αναδύονται από τις αλληλεπιδράσεις των κυττάρων και για να προσδιορίσουμε φαινόμενα στο επίπεδο του οργανισμού θα περιορίσουμε μερικά τα μοντέλα μας των οργανισμών με ένα αναγωγικό τρόπο». Γενικά όποιο και να είναι το επίπεδο, γνωρίζουμε ότι οι όψεις αυτές συν-εξελίσσονται με τις υπόλοιπες ενεργητικές λειτουργίες των οργανισμών προκειμένου να δημιουργήσουν υποσυστήματα.

Η Conte θεωρεί ότι οι διαδικασίες ανάδυσης παρατηρούνται με ένα πιο πλούσιο τρόπο, που όπως προκύπτει από παραδείγματα και περιπτώσεις που καταγράφει εμπεριέχουν τόσο τις bottom up & top down διαδικασίες όσο και διαδικασίες οριζόντιας και κυκλικής ανάδυσης.
Οι διαστάσεις επομένως της ανάδυσης είναι πολλαπλές.

Η Conte ορίζει τις υποθέσεις που χρησιμοποιεί για τις διαδικασίες ανάδυσης ως:
Φαινόμενα μη τυχαιότητας.
Αυτενεργά, τα οποία δεν επιτυγχάνονται σκόπιμα.

Με αυτές τις υποθέσεις τροποποιούνται οι οντότητες που εμπλέκονται παρεμβαίνοντας στις τύχες των agents. Παρόλα αυτά, τα φαινόμενα αυτά δεν τροποποιούν τις «εσωτερικές καταστάσεις» των agents (internal states) όπως για παράδειγμα συμβαίνει στην περίπτωση των διαδικασιών μάθησης.

Τα φαινόμενα αυτά δεν είναι κατ' ανάγκη μεταβιβάσιμα όπως συμβαίνει στην περίπτωση των εξελικτικών επιδράσεων.

Παρά το γεγονός ότι τα φαινόμενα ανάδυσης μπορούν να συγκλίνουν με την εξέλιξη και τη μάθηση θα πρέπει να θεωρούνται διάφορα από αυτά.
Η ανάλυση επομένως της Conte εστιάζει στην κατεύθυνση της ανάδυσης.
Κάνει διάκριση ανάμεσα **σε κάθετες και οριζόντιες διαστάσεις ανάδυσης** δίνοντας τους ακόλουθους ορισμούς αντίστοιχα.

Κάθετη ανάδυση είναι αυτή η οποία επέρχεται σε επίπεδο ανάλυσης διαφορετικό (υψηλότερο ή χαμηλότερο) από αυτό στο οποίο λειτουργούν οι συνθήκες που παράγουν την ανάδυση.

Την κάθετη ανάδυση διακρίνει σε bottom up ανάδυση και top down ανάδυση. Επίσης προβαίνει σε μια διάκριση των αναδύσεων που επέρχονται στο επίπεδο του ατόμου, και συγκεκριμένα σε **εσωτερικές και εξωτερικές**.

Σαν **εσωτερικές** ορίζει τις επιδράσεις οι οποίες προκαλούν τροποποιήσεις στην εσωτερική κατάσταση των agents στις οποίες συμπεριλαμβάνει τις νοητικές.
Νοητικές αναδυτικές επιδράσεις ορίζονται νοητικά αντικείμενα και μηχανισμοί που αναδύονται στη συνείδηση των ατόμων εξαιτίας της πίεσης που υφίσταται ο agent από το εξωτερικό κοινωνικό του περιβάλλον.
Αυτό συμπεριλαμβάνει αλλά δεν ανάγεται στο φαινόμενο που οι κοινωνιολόγοι ονομάζουν **second order emergence.**

Αντικειμενικές (objective) ορίζονται σαν (κοινωνικές) ιδιότητες τις οποίες αποκτούν οι agents (δυνατότητα και δύναμη διαπραγμάτευσης, δικαιώματα, άδεια, υπευθυνότητα, φήμη κλπ) πριν και ανεξάρτητα από τις συνδεόμενες με αυτές πεποιθήσεις.

Bottom Up ανάδυση.

Κατά την Conte οι ιδέες για micro/ macro κοινωνικά επίπεδα ανάλυσης είναι υπερ-απλουστεύσεις.
Η κοινωνική πραγματικότητα θα μπορούσε να αναπαρασταθεί σαν μια περισσότερο πολύπλοκη αφαίρεση η οποία να περιλαμβάνει ένα μη τυπικό μέσο επίπεδο.
Ο σχηματισμός ομάδων, συνασπισμών, συλλογικοτήτων αποτελεί συχνά μια σκόπιμη διαδικασία. Αυτό όμως δεν γενικεύεται. Πολλές φορές μακρο- σχηματισμοί όπως είναι οι ομάδες και τα δίκτυα αναδύονται από ετερογενή άτομα μέσω ενός συνολικά αυτόματου τρόπου.

Top Down ανάδυση.

Οι κοινωνικοί ψυχολόγοι έχουν προ πολλού ανακαλύψει την δραματική αλλά μεταβατική επίδραση του κοινωνικού περιβάλλοντος στην ανθρώπινη γνώση και επίδοση. Κατά την Conte είναι πολύ ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ότι η ανάδυση κοινωνικών σχηματισμών δημιουργεί μόνιμες ιδιότητες στο επίπεδο του ατόμου.

Ένα σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η δύναμη των διαπραγματεύσεων (Conte et al, 1998), οριζόμενη σαν η σχέση ανάμεσα στην χρησιμότητα για τους άλλους ενός agent και στην χρησιμότητα των άλλων για τον agent. Όσο περισσότερο ένα άτομο είναι

χρήσιμο σε άλλους τους οποίους χρειάζεται τόσο περισσότερο αυξάνει η διαπραγματευτική του δύναμη.

Υπάρχουν και άλλες αναδυόμενες ιδιότητες στο ατομικό επίπεδο, οι οποίες εμπλέκουν τις πεποιθήσεις των άλλων. Είναι η περίπτωση των δυνάμεων οι οποίες δεν αποδίδονται σκόπιμα στο άτομο από την μακρο-οντότητα αλλά προέρχονται αυτόνομα από προϋπάρχουσες δομές και εσωτερικές στους agents ιδιότητες.

Κοινωνική ευθύνη.

Ορίζεται σαν η δύναμη να μην αποφεύγει κανείς την κοινωνική βλάβη. Αυτή η δύναμη βασίζεται σε προϋπάρχουσες ιδιότητες των ατόμων, αλλά αναδύεται από κοινωνικές δομές θετικής ή αρνητικής παρεμβολής.

Δικαιώματα.

Θεωρούνται κατά τον Krogh, (1996) σαν δυνάμεις που διαθέτουν τα άτομα σε σχέση με μια δοσμένη κατηγορία στόχων. Ένα δικαίωμα είναι κατ' ουσία ένα παραχωρημένο προνόμιο το οποίο συχνά αντισταθμίζει την βλάβη.
Βασίζεται πάνω σε μια δομή κοινωνικής παρεμβολής μεταξύ του κύριου του δικαιώματος (χ) και του κυρίου της υποχρέωσης (y). Η υποχρέωση προκύπτει από την υπόθεση ότι ο τιτλοφορούμενος στόχος g_i του (χ) είναι ασύμβατος με το στόχο g_j του y.

Φήμη

Αποτελεί μια αποτιμούμενη πεποίθηση. Ο στόχος είναι ένας κοινωνικός agent ο οποίος κρίνεται σε σχέση με τους στόχους μιας ομάδας από agents. Η φήμη είναι ελκυστικό σημείο προσοχής όσο καιρό διαδίδεται και για το λόγο αυτό είναι χρήσιμη ανάμεσα σε αυτούς στους οποίους διαδίδεται και λειτουργεί πάνω στο στόχο ακόμη και παρά τη θέλησή του.

Οριζόντια ανάδυση ορίζει τις συστηματικές τροποποιήσεις που παράγονται αυτόνομα στις κοινωνικές οντότητες στο ίδιο επίπεδο ανάλυσης, όταν αυτές οι οντότητες εκτίθενται στην επίδραση η μια της άλλης. Αυτές οι τροποποιήσεις δεν θα έπρεπε να συγχέονται με την μάθηση επειδή αυτή επέρχεται στην παρουσία των παραγόντων καταστάσεων. Συχνά αυτού του είδους η ανάδυση αφορά την εσωτερική κατάσταση των agents (συναισθήματα) καθώς και την κοινωνική τους στάση.

Β.5. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Η σχέση της ανάλυσης των γνωστικών μοντέλων με τις τεχνητές κοινωνίες και τους agents (artificial societies & artificial agents) προκύπτει εξαιτίας της δυνατότητας που έχουμε να προσδιορίζουμε ή να αναπαριστούμε ως γνωστικούς agents (cognitive agents) artificial συστήματα προικίζοντάς τα με γνωστική ικανότητα προκειμένου να έχουν δυνατότητα συλλογισμών, σχεδιασμού και λήψης απόφασης.

Το ενδιαφέρον κατά την Conte ερώτημα που αφορά τα τεχνητά συστήματα είναι «ποιοι είναι οι μηχανισμοί που πρέπει να εφαρμοσθούν στο επίπεδο του agent ώστε να τους καταστήσουν ικανούς να μάθουν ο ένας από τον άλλο. Είναι αυτοί οι μηχανισμοί οι οποίοι επιτρέπουν στους agents να μάθουν από το φυσικό τους περιβάλλον επαρκείς για να μάθουν επίσης από ή διαμέσου του κοινωνικού τους περιβάλλοντος; Και αν όχι ποιες επιπρόσθετες ιδιότητες χρειάζονται; Προηγουμένως δε από αυτό τι ακριβώς σημαίνει social learning και ποια κοινωνικά φαινόμενα αναφέρονται με την επίκληση αυτής της έννοιας;»

Η κλασική αντίληψη των ψυχολόγων είναι (Bandura, 1971) ότι η κοινωνική μάθηση ορίζεται σαν η διαδικασία που τα άτομα μαθαίνουν μέσω της παρατήρησης ελκυστικών και συνεπών μοντέλων. Παρατηρώντας τα κοινωνικά τους μοντέλα και καταγράφοντας πότε αυτά εφαρμόζουν ενισχυτικούς μηχανισμούς, τα άτομα μαθαίνουν να ενισχύουν τους εαυτούς τους (self- reinforcement) ώστε να μιμούνται τις ενέργειες που έκαναν οι άλλοι και πέτυχαν την ενδυνάμωσή τους και να αποφεύγουν ενέργειες που έκαναν οι άλλοι και τιμωρήθηκαν/ζημιώθηκαν.
Η αντίληψη αυτή έλκει την καταγωγή της από τις θεωρίες ορθολογικής επιλογής. Στο ίδιο σώμα θεωρίας όπως είναι γνωστό εδράζεται και η προσέγγιση της θεωρίας των παιγνίων στην οποία θα αναφερθούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

Επομένως ακολουθώντας την κλασσική αντίληψη συμπεραίνουμε ότι η κοινωνική μάθηση παίρνει τον χαρακτήρα της μίμησης (imitation).
Τα νεώτερα όμως ευρήματα όπως αναφέρει η Conte από την πλευρά της ψυχολογίας και της κοινωνικής ψυχολογίας αμφισβητούν την επάρκεια αυτής της αντίληψης δεδομένου ότι δεν δίδουν επαρκείς απαντήσεις σε περιπτώσεις που παρατηρείται μεν η διαδικασία της κοινωνικής εκμάθησης αλλά ταυτόχρονα απουσιάζει το στοιχείο της μίμησης. Τέτοιες περιπτώσεις είναι:

Α) Η μάθηση που προέρχεται από κοινωνικά μοντέλα τα οποία αγνοούν τον ρόλο του agent και είναι κατά συνέπεια αδύνατο να εφαρμοσθεί όφελος ή ζημία.

Β) Μάθηση από μοντέλα ανεξάρτητα από την φήμη των άλλων

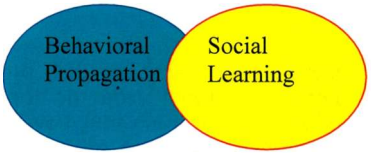
Η σχέση που συνδέει την κοινωνική ζωή και τις γνωστικές διαδικασίες μάθησης είναι η διάδοση των γνωστικών αναπαραστάσεων μεταξύ των agents. Θα πρέπει να προβούμε σε ένα διαχωρισμό ανάμεσα στη γνωστική διαδικασία και την εκδήλωση συμπεριφοράς αλλά ταυτόχρονα να βρούμε τα καθεστώτα διασύνδεσης των δυο αυτών δυναμικών.

Η διάδοση και η ανάδυση από την δράση των agents πρέπει να διακριθούν στο επίπεδο της αλληλεπίδρασης της συμπεριφοράς και στο επίπεδο της αλληλεπίδρασης των γνωστικών αναπαραστάσεων.
Η μετάδοση των γνωστικών αναπαραστάσεων μέσω συμπεριφορών, η οποία βασίζεται σε αντιλήψεις, σκοπούς και άλλα στοιχεία μπορεί να συγκλίνει ή όχι με τις αντίστοιχες των υπό παρατήρηση agents.

Μπορούμε να ορίσουμε κατά την Conte σαν ισο-λειτουργικές (equifumctional) δυναμικές στις οποίες γνωστικές καταστάσεις οδηγούν στην ίδια συμπεριφορά.
Μια θεωρία για τη πολιτιστική μετάδοση θα έπρεπε να λαμβάνει υπόψη όχι μόνο τα αποτελέσματα των διαδικασιών αλλά και τις διαδικασίες τις ίδιες. Αντιστοίχως ένα μοντέλο που περιγράφει τη διαδικασία της πολιτισμικής μετάδοσης θα έπρεπε να περιλαμβάνει ένα μοντέλο των γνωστικών μηχανισμών που εμπλέκονται.

Γνωστικές διαδικασίες που χαρακτηρίζονται σαν equifanctional αναφορικά με τις βραχυχρόνιες επιδράσεις της διάδοσης της συμπεριφοράς ενδέχεται να συνεπάγονται διαφορετικές επιδράσεις στη μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη περίοδο.

Η Conte κάνει σαφή τη διάκριση ανάμεσα στη διαδικασία μετάδοσης της συμπεριφοράς και τη διαδικασία της κοινωνικής εκμάθησης, δείχνοντας ταυτόχρονα και τη σχέση τους σαν κοινή μεταξύ τους περιοχή.



Προφανώς η συμπεριφορική διάδοση αναφέρεται σε πολλές δυναμικές οι οποίες λαμβάνονται υπόψη τόσο σε θεωρητικό όσο και σε εμπειρικό επίπεδο.
Σε σχέση με τις δυναμικές κοινωνικής μάθησης η Conte τις διακρίνει σε δυο κατηγορίες: Κοινωνική ενδυνάμωση (social facilitation) και μίμηση(imitation).

Κοινωνική ενδυνάμωση

Σαν κοινωνική ενδυνάμωση ορίζει ένα στοιχειώδη τύπο κοινωνικής εκμάθησης σύμφωνα με τον οποίο ο ωφελούμενος δεν χαρακτηρίζει τους στόχους και τις γνωστικές καταστάσεις των άλλων agents.

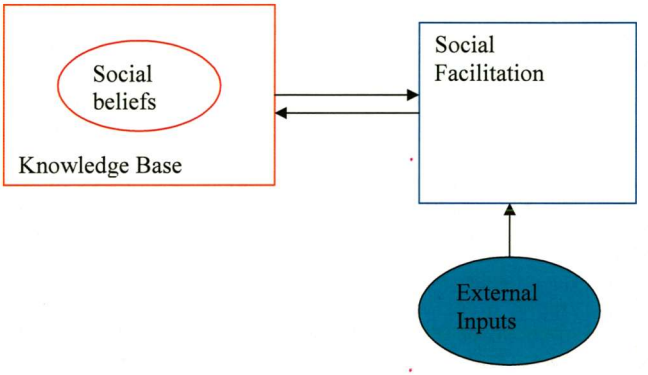
Την κατηγορία αυτή διακρίνει σε διάφορους τύπους φαινομένων σύμφωνα με τον ρόλο που παίζει ο agent που παρέχει το αντικείμενο κοινωνικής μάθησης (τον οποίο ονομάζει πηγή [source] στον agent που είναι παρατηρητής [observer], και στον οποίο δημιουργείται η αναπαραστασιακή πρόσληψη που οδηγεί στην κοινωνική εκμάθηση, συμβολίζοντας τους αντίστοιχα σαν S, O.*

*Σύμφωνα με αυτή την σχέση που ορίζει η Conte η πηγή [S] μπορεί να λειτουργεί ως:

1. **Pointer/ bookmarker:** Ο S λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε στον Ο αυξάνονται οι ευκαιρίες και πιθανότητες πρόσληψης ενός δεδομένου γεγονότος, το οποίο ενεργοποιεί την μαθησιακή του διαδικασία.
Αυτό συμβαίνει χωρίς ο S να μεταβιβάζει τις πεποιθήσεις του στον Ο.

Την διαδικασία της κοινωνικής εκμάθησης μέσω του facilitation η Conte την αναπαριστά διαγραμματικά ως εξής:

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ



ΜΙΜΗΣΗ

Αναφορικά με την διαδικασία μίμησης υπάρχουν περισσότερες προσεγγίσεις. Παρόλα αυτά ερωτήματα του τύπου «τι σημαίνει ότι ο agent Ο κατευθύνεται από ένα σύνολο κοινωνικών στόχων, τι είδους στόχοι υπονοούνται από την έννοια μίμηση, ποια γνωστική ικανότητα ή πολυπλοκότητα απαιτείται για ένα σύστημα προκειμένου να παρουσιάσει αυτού του τύπου την συμπεριφορά» παραμένουν ακόμη ανοικτά.

Παρόλα αυτά η έννοια «συμπεριφορά κατευθυνόμενη προς στόχους» [goal directed behavior] συμπεριλαμβάνει την έννοια «καθοριζόμενη από στόχους συμπεριφορά» [goal governed behavior] (Conte & Castelfrachi, 1995). Αυτό σημαίνει την συμπεριφορά που επιδεικνύεται από την εξελικτική διαδικασία προκειμένου να επιτευχθεί μια δεδομένη επίδραση η οποία δεν αναπαρίσταται υποχρεωτικά σαν συγκεκριμένος στόχος στη συνείδηση του μιμητή.*

Επίσης δεν είναι απαραίτητο στον Ο να αποκτά πληροφορία ανακατασκευάζοντας τις γνωστικές διαδικασίες του S. Δεν είναι επίσης απαραίτητο στον Ο να παρατηρεί την επίδραση ενός γεγονότος στην τύχη του S. Ο S είναι μερικώς μια συμπτωματική αιτία στην ανακάλυψη του Ο.

2. **Qualifier:** Τα στοιχεία του S χαρακτηρίζουν ένα δεδομένο περιβάλλον και βοηθούν τον S να αναπτύξει μια γνωστική διαδικασία χαρακτηρισμού και αναγνώρισης ενός περιβάλλοντος (δηλαδή μέσω του S ο Ο μοντελοποιεί το περιβάλλον του).
3. **Activator:** Ο S οδηγεί σε συμπέρασμα για ένα νέο αντικείμενο το οποίο ενεργοποιεί μια αυξητική διαδικασία χειρισμού από την πλευρά του Ο.
4. **Belief Holder**: Ένα υποσύνολο των πεποιθήσεων του S, το οποίο μάλιστα μπορεί να οδηγεί σε συμπεράσματα, μπορεί να βοηθήσει τον Ο να αναγνωρίσει και να κατανοήσει το περιβάλλον.
5. **Experimental Test-bed:** Ο agent Ο παρατηρεί τον agent S και μέσω της συμπεριφοράς του η/και της συσχέτισής της με ένα γεγονός αποφεύγει το κόστος ενός πραγματικού πειράματος και προσλαμβάνει τα θετικά και αρνητικά παράπλευρα αποτελέσματα σχεδιασμών, διαδικασιών κλπ.
6. **Subject of Norms, Standards, Conventions**: Στην περίπτωση αυτή η συμπεριφορά του S υποδηλώνει πρότυπα σύγκρισης, πρότυπα συμπεριφοράς, κανόνες συμπεριφοράς.

Γενικότερα η συμπεριφορά τύπου imitation εμφανίζεται σαν ένα είδος short- cut στον σχεδιασμό δράσης και την επίλυση προβλημάτων.
Με την αποδοχή της συμπεριφοράς και των αποτελεσμάτων της ο agent προσπαθεί να μειώσει το κόστος που θα είχε μια συμπεριφορά ανακάλυψης και κοινωνικού πειραματισμού. Εδώ βέβαια υπάρχει μια αντιφατικότητα: Ενώ ο agent από την μια πλευρά μειώνει το κόστος μιμούμενος, από την άλλη ενδέχεται να το αυξάνει όταν ακολουθεί συμπεριφορές οι οποίες αργότερα μπορεί να αποδειχθούν άχρηστες αναποτελεσματικές ή επικίνδυνες. Με την έννοια αυτή η συμπεριφορά imitation εμπεριέχει εξουσιοδότηση και εμπιστοσύνη. Η ειδική αυτή διάσταση της μίμησης θα απασχολήσει τα πειράματα αυτής της εργασίας τα οποία θα παρατεθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Οδηγεί επομένως η μίμηση σε ένα άλλο τύπο κοινωνικής συμπεριφοράς για την επίλυση προβλημάτων και συγκεκριμένα στην προβληματική του ποιόν να εμπιστευθούμε και για ποιο λόγο. Δηλαδή σε ένα είδος διλήμματος αναφορικά με το ερώτημα σε ποιες περιπτώσεις είναι προτιμότερο να αντιγράφουμε την δική μας συμπεριφορά για την επίλυση ενός προβλήματος και σε ποιες άλλες να εξουσιοδοτούμε ως προς αυτό άλλους.

Και στην δεύτερη περίπτωση αναφύεται επιπλέον το ερώτημα σε ποιο βαθμό αυτή η εξουσιοδότηση σαν συγκεκριμένη έκφραση εμπιστοσύνης μπορεί να υπάρχει σε συνάρτηση με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και επάρκειες που συνδέονται με την εμπιστοσύνη.
Η εμπιστοσύνη είναι συναφής με συγκεκριμένα περιβάλλοντα και πεδία επάρκειας.
Η εμπιστοσύνη επίσης μπορεί να εξατομικεύεται ή όχι.
Η εμπιστοσύνη προσανατολίζεται προς agents οι οποίοι είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικοί και επομένως πρωτότυπα άξια εμπιστοσύνης δεδομένου ότι διαθέτουν ιδιότητες κατοχής των χαρακτηριστικών που κρίνονται ουσιώδη για την εκάστοτε κατηγορία αναφοράς .

*Η Conte προβαίνει στην ανάλυση του ερωτήματος «γιατί μίμηση» και απαριθμεί τους λόγους για τους οποίους ο agent Ο μιμείται τον agent Μ.

1. Προκειμένου να γνωρίσει τι να πράξει. Επειδή πολλές φορές οι agents αγνοούν τις αποτελεσματικές διαδικασίες, κανόνες, σχέδια, που απαιτούνται για να επιτύχουν στόχους, ή όταν ακόμη και αγνοούν ποιους στόχους να επιδιώξουν, ποιες δραστηριότητες είναι ασφαλείς ή επιτεύξιμες, μιμούνται δραστηριότητες και συμπεριφορές από άλλους agents.
2. Προκειμένου να συμμορφωθούν αποτελεσματικά με κοινωνικά πρότυπα και κανόνες. Το επιπλέον στοιχείο που υπάρχει στην διατύπωση αυτή από την έννοια του facilitation είναι ότι ο agent δεν ενδιαφέρεται απλά για την διακρίβωση των προτύπων και κανόνων αλλά και για τον τρόπο με τον οποίο άλλοι αντιδρούν σε αυτά.
3. Προκειμένου να εκπληρώσει δεδομένους ρόλους, όταν αυτοί που συνιστούν συμπεριφορές υπαγορεύονται.
4. Προκειμένου να αντισταθμίσει ανεπάρκεια, άγνοια, έλλειψη εμπειρίας στην επίλυση προβλημάτων.
5. Προκειμένου να αποφύγει την επίλυση δύσκολων προβλημάτων ή τον κίνδυνο (risk).
6. Προκειμένου να μειώσει την κοινωνική απόσταση.
7. Προκειμένου να μοιρασθεί την υπευθυνότητα, δέσμευση, και το συνεπαγόμενο κόστος.

Η μίμηση μπορεί να βασίζεται σε παρατηρούμενες συχνότητες. Όσο πιο συχνή είναι η εμφάνιση μιας συμπεριφοράς τόσο αυτή αποτελεί και στόχο της μίμησης, δεδομένου ότι:

Α) όσο πιο συχνή εμφανίζεται η συμπεριφορά τόσο και εκλαμβάνεται σαν «ορθολογική».
Β) όσο πιο συχνή εμφανίζεται η συμπεριφορά τόσο και εκλαμβάνεται σαν συμβατή με την αποτελεσματικότητα
Γ) όσο πιο συχνή εμφανίζεται μια συμπεριφορά τόσο και εκλαμβάνεται σαν σταθερό και καθορισμένο.

Η μίμηση επομένως λαμβάνει τον χαρακτήρα μιας ιδιαίτερης περίπτωσης νοήμονος κοινωνικής συμπεριφοράς στην οποία ο παρατηρητής προσδοκά ή είναι σχεδιασμένος να συμπεριφέρεται παρόμοια με ένα μοντέλο προσλαμβάνοντας από κάποιον άλλο:

- **Συμπεριφορές:**
- **Εσωτερικές καταστάσεις (internal states):**
- **Δεξιότητες:**

Εξωτερικά πρότυπα και κριτήρια:
Αναφορικά τέλος με τη διαδικασία μίμησης η Conte κάνει διάκριση ανάμεσα σε διαδικασίες imprinting και διαδικασίες σύνθετων γνωστικών αναπαραστάσεων και τις οποίες διακρίνει σε:

- **Κοινωνικές πεποιθήσεις**
- **Συλλογιστική**
- **Σχετικοποίηση κοινωνικών επιδιώξεων**

Β.6. ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΤΩΝ CA MODELS ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ.

Β.6.1 *ΜΟΝΤΕΛΟ SAKODA.*

Το πρώτο ιστορικά CA μοντέλο που αναπτύσσεται στο χώρο των κοινωνικών επιστημών είναι αυτό του James M. Sacoda (1971) αλλά το μοντέλο που αναλύει στο άρθρο αυτό είχε δημιουργηθεί από το 1949 (Sakoda, 1949) προκειμένου να χαρτογραφήσει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μιας μειονότητας ιαπώνων στις ΗΠΑ μετά την ιαπωνική επίθεση στο Περλ Χάρμπορ.

Το μοντέλο περιγράφει μέλη δυο ομάδων τα οποία ζουν σε ένα δισδιάστατο checkerboard. Τα μέλη των ομάδων έχουν θετική αρνητική ή ουδέτερη στάση απέναντι στους άλλους (valences). Αυτές οι στάσεις δίνονται από ακέραιους αριθμούς.

Έτσι Vij είναι η στάση που παίρνει ο agent j και ο agent i αντίστοιχα.

P είναι το σύνολο των agents. Στο μοντέλο οι agents δεν καταλαμβάνουν όλες τις κυψέλες. Οι agents έχουν την δυνατότητα να μετακινηθούν ώστε να καταλάβουν άδειες κυψέλες σε γειτονιά 3X3.

Εάν δεν υπάρχουν άδειες κυψέλες τότε οι agents επιτρέπεται να μεταπηδήσουν πάνω από μια κυψέλη.
Πάντως η μετακίνησή τους είναι πάντοτε τοπική σε περιορισμένα όρια.

Ο κανόνα μετακίνησης που χρησιμοποιεί ένας agent είναι:

$$\sum_{j \in P} \frac{V_{ij}}{\sqrt[w]{d_{ij}^2}}$$

Ο κόσμος που δημιούργησε προσομοιωτικά ο Sakoda είναι ένας δισδιάστατος κόσμος 8X8 και καταλαμβάνεται από δυο ομάδες καθεμιά από τις οποίες έχει 6 μέλη. Τα μέλη της μιας ομάδας αναπαρίστανται με τετράγωνα, ενώ της άλλης με σταυρό.
Ο Sakoda αναλύει διαφορετικούς συνδυασμούς στάσεων κάθε agent έναντι των άλλων.
Ένας τέτοιος συνδυασμός καλείται segregation ένας άλλος suspicion.

Αυτοί οι συνδυασμοί φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Segregation	to squares	to crosses
squares	1	-1
crosses	-1	1

Suspicion	to squares	to crosses
squares	0	-1
crosses	-1	0

The attitude combinations segregation and suspicion.
Πηγή Hegselmann and Flache (1998)

Ο επόμενος πίνακας δείχνει την δυναμική εξέλιξη του σχηματισμού ομάδας με τον συνδυασμό Segregation.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10: SACODA – THE DYNAMICS OF SEGREGATION

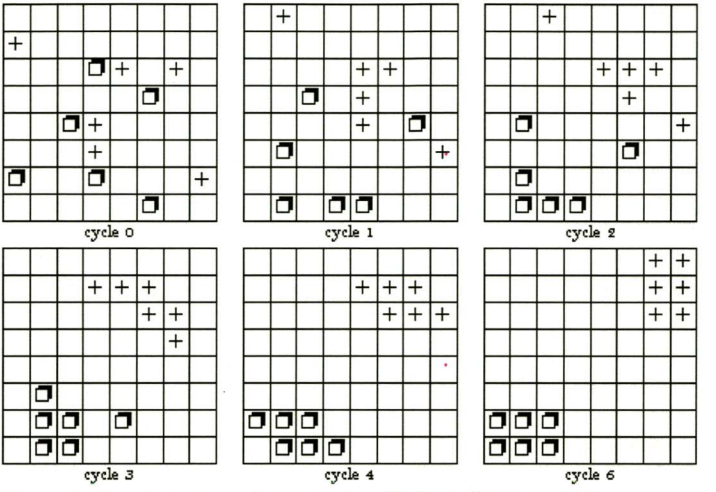


Figure 7: The dynamics of segregation (Sakoda 1971, p. 127).

Παρατηρούμε ότι με βάση αυτόν τον κανόνα οδηγούμεθα στο σχηματισμό δυο ομάδων οι οποίες ζουν στις δυο αντίθετες γωνίες του πίνακα.

Αυτό συμβαίνει δεδομένου ότι η τιμή V που έχει ο κάθε agent είναι 1 για τους όμοιους με αυτόν και (-1) για τους αντίθετους.

Το επόμενο διάγραμμα όμως δείχνει τις δυναμικές σχηματισμού ομάδας με τον συνδυασμό suspicion. Εδώ τα παρατηρούμενα αποτελέσματα μας προκαλούν έκπληξη.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: SACODA – THE DYNAMICS OF SUSPICION

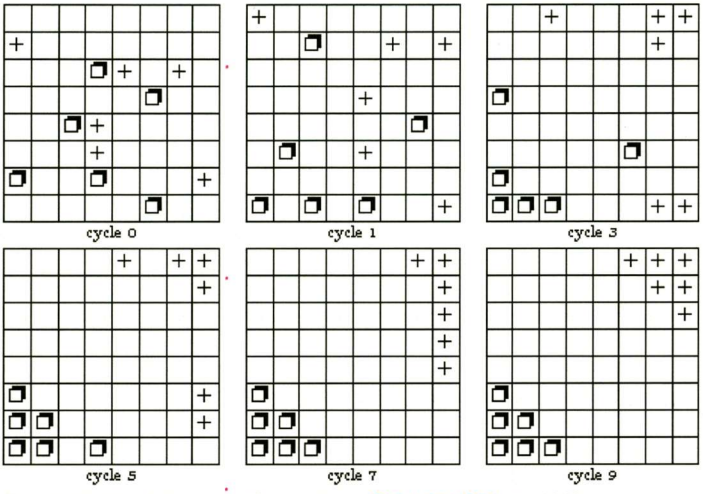


Figure 8: The dynamics of suspicion (Sakoda 1971, p. 126).

Το περίεργο με τον τύπο suspicion είναι ότι παρατηρείται διαχωρισμός ενώ κανονικά θα περίμενε κανείς πως η ουδέτερη στάση κάθε agent για άλλους agents του ίδιου τύπου σε συνδυασμό με την αρνητική στάση τους για τους agents διαφορετικού τύπου δεν θα οδηγούσε κατ' ανάγκη στο διαχωρισμό τον ομάδων.

Ο Sakoda χρησιμοποιώντας τον τύπο suspicion δεν αντελήφθη την σπουδαία αυτή παρατήρηση. Θεώρησε ότι και ο τύπος αυτός οδηγεί σε παρόμοια με τον προηγούμενο κατάσταση ομαδοποίησης.

Νεώτερα πειράματα με ένα κόσμο διαστάσεων 40X40 και πληθυσμούς 180 μέλη σε κάθε ομάδα έδειξε ότι ο συνδυασμός αρνητικής στάσης έναντι της άλλης ομάδας και η ουδέτερη στάση έναντι των μελών της ίδιας ομάδας οδηγεί σε περισσότερο συμπαγείς δέσμες σε σχέση με θετική στάση.

Το επόμενο διάγραμμα παρουσιάζει αυτό το αποτέλεσμα.
Στον διάγραμμα αυτό τα τετράγωνα απεικονίζονται με μπλε χρώμα και οι σταυροί με κόκκινο.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12: SEGREGATION –SUSPICION DYNAMICS

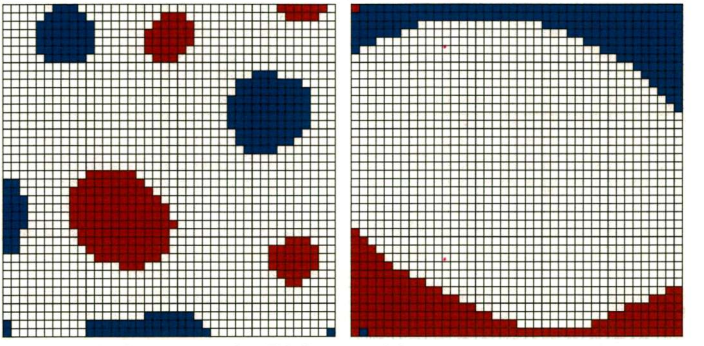


Figure 9. **Left**: segregation **Right**: suspicion.
Both dynamics were started with the same random distribution of cells.

Και τα δυο μοτίβα (segregation–suspicion) παρακινούν τα άτομα να απομακρυνθούν από τα μέλη της άλλης ομάδας.

Κατά τις δυναμικές του μοτίβου Segregation όταν μέλη της ίδιας ομάδας συναντηθούν το σημείο συνάντησης καθίσταται ελκυστής και έτσι τα άτομα αυτά παραμένουν στο σημείο. Αιτία είναι η αμοιβαία θετική τους στάση.

Όταν όμως εφαρμόζονται οι δυναμικές του μοτίβου suspicion τότε η αμοιβαία αδιάφορη στάση των μελών της ίδιας ομάδας δεν αποτελεί κίνητρο παραμονής και έτσι η μόνη συμπεριφορά που αναπτύσσεται είναι η αποφυγή συνάντησης με μέλη της άλλης ομάδας και επομένως η φυγή όσο είναι δυνατόν μακριά τους. Επομένως και όπως παρατηρούμε σχηματίζονται τελικά τελείως διαχωρισμένα τμήματα των δυο ομάδων με την εξαίρεση ενός μπλε και ενός κόκκινου agent που εγκλωβίστηκαν στην αντίθετη ομάδα.

Β.6.2 *ΜΟΝΤΕΛΟ SCELLING.*

Το μοντέλο Scelling είναι ένα άλλο πρώιμο αλλά πολύ γνωστό μοντέλο CA για τις κοινωνικές δυναμικές.
Το μοντέλο Scelling (1969), (1971) διερευνά επίσης τις διαδικασίες συνάθροισης. Οι agents ζουν σε ένα πλέγμα και ανήκουν σε δυο διαφορετικές τάξεις οι οποίες απεικονίζονται με δυο διαφορετικά σύμβολα (μαύρα και άσπρα τετράγωνα ή αστέρες και κύκλους).

Κάθε άτομο βρίσκεται σε μια γειτονιά τύπου Moore αυτή τη φορά και έχει δυνατότητες μετακίνησης. Τα άτομα στην προσομοίωση αυτή μετακινούνται εάν στο σημείο που βρίσκονται δεν ικανοποιείται μια συνθήκη ελάχιστης απαιτούμενης συχνότητας ατόμων της δικής τους τάξης.

Για παράδειγμα μια τέτοια συνθήκη είναι για κάθε άτομο να μείνει σε ένα δεδομένο σημείο μόνο εάν η τάξη του δεν αποτελεί μειονότητα.
Εάν αυτή η συνθήκη δεν ικανοποιείται τότε το άτομο μετακινείται σε ένα άλλο εναλλακτικό σημείο όπου αυτή η συνθήκη ικανοποιείται.
Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Scelling έτρεξε το μοντέλο του χωρίς τη χρήση Η/Υ.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα.
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13: SCELLING -1971 RANDOM DISTRIBUTION- SEGREGATION

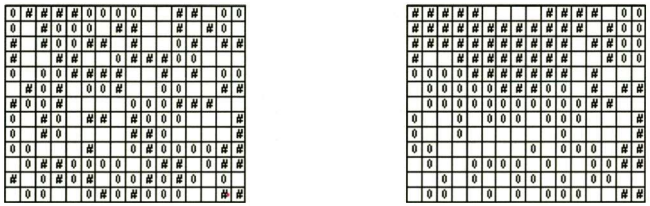
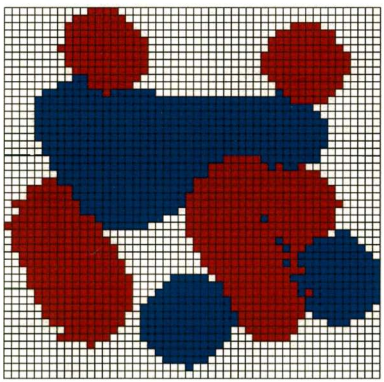


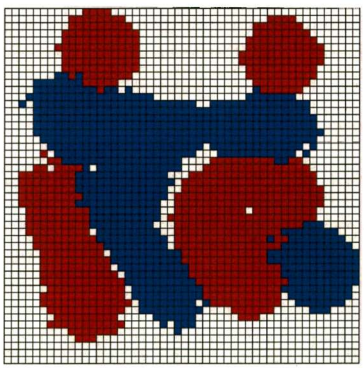
Figure 10. **Left**: random distribution (Schelling 1971, p. 155). **Right**: segregation (Schelling 1971, p. 157).

Το πείραμα Scelling επαναλήφθηκε με χρήση προσομοίωσης σε Η/Υ και έδειξε θεαματικά αποτελέσματα ομαδοποίησης με μόνο κριτήριο (κανόνα) την επιθυμία του agent να ζει με άτομα της δικής του ομάδας.

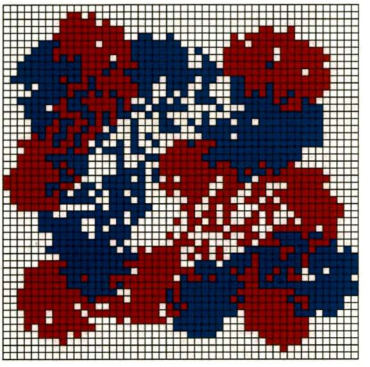
Στον επόμενο πίνακα φαίνονται επαναλήψεις του πειράματος με διαφορετικό βαθμό προτίμησης (από 20 έως 90%). Στην περίπτωση αυτή οι agents των δυο ομάδων διαθέτουν αντίστοιχα μπλε και κόκκινο χρώμα.
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14:ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING- Preference: <= 90%



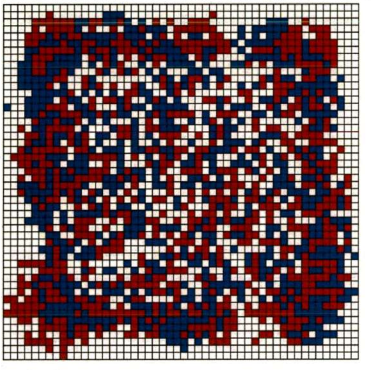
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15:ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING- Preference: <= 50%



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16: ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING - Preference: <= 30%



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17: ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING- Preference: <= 20%



Οι Sakoda –Scelling ουδέποτε αναφέρθηκαν στον όρο Cellular Automata γιατί προφανώς δεν τους ήταν γνωστός την δεκαετία το 70. Ο πρώτος που σαφώς κατηγοριοποίησε δικτυώματα σαν CA ήταν ο οικονομολόγος Peter Albin (1975) (1998), ο οποίος κατέδειξε την δυνατότητα μελέτης και ερμηνείας των κοινωνικών δυναμικών με χρήση αυτόματων.

Στις κοινωνικές επιστήμες και τις επιστήμες συμπεριφοράς τα ABM χρησιμοποιούνται μόνο μετά το 1990.
Στην κοινωνική ψυχολογία προπομπό αποτελεί ένα μοντέλο μελέτης της εξέλιξης των συμπεριφορών (Novak et al.,1990). Οι Keenan & O' Brien (1993) αναπτύσσουν ένα μονοδιάστατο CA για να αναλύσουν το σύστημα τιμών.

Ο Axelrod (1984) αναπτύσσει την περιβόητη εργασία του μελετώντας τις δυναμικές της συνεργασίας, αλλά δεν αναφέρει το μοντέλο του σαν CA.

B.6.3 *ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ Sugars cape ΤΩΝ Epstein- Axtell*

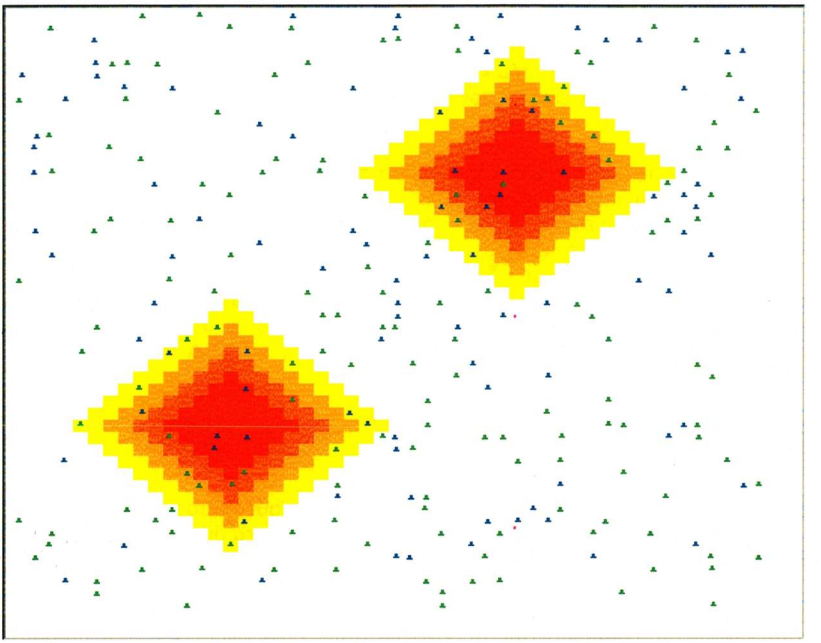
Οι Epstein & Axtell (1996) δημιούργησαν ένα τεχνητό κόσμο από agents οι οποίοι κινούνται στον χώρο, αναζητούν και αναλώνουν πόρους, έχουν εξοπλισθεί με την ικανότητα περιορισμένης όρασης, αλλά δεν διαθέτουν κανένα κοινωνικό χαρακτηριστικό. Κινούνται σε ένα δισδιάστατο κόσμο, με ένα σύνολο πολύ απλών εσωτερικών εντολών, ερεθίσματος- κινήτρου.

Τα πειράματα στοχεύουν να καταδείξουν πως μη προγραμματισμένοι agents μπορούν να αναδείξουν χαρακτηριστικά κοινωνίας περνώντας από το a- social στο proto- social και social στάδιο.

Τα πειράματα έδειξαν την ανάδυση σημαντικών χαρακτηριστικών που επιδεικνύουν ζώντες οργανισμοί αλλά και κοινωνικών χαρακτηριστικών που ανιχνεύονται μόνο σε ανθρώπινες κοινωνίες.

Επίσης έδειξαν μια σειρά από ιδιότητες εφαρμογής νόμων όπως κατανομή πλούτου, social networks οι οποίο ελλείψει συγκεκριμένων προγραμμάτων αποτελούν προϊόν αυτό-οργάνωσης.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18: ΜΟΝΤΕΛΟ SUGARSCAPE



Β.7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΛΛΩΝ ΑΒΜ ΜΟΝΤΕΛΩΝ.

Κατατάξαμε τις περισσότερο πρόσφατες δημοσιευμένες εργασίες σε περιοχές ενδιαφέροντος και συλλέξαμε άρθρα που δείχνουν τα ειδικά θέματα που απασχολούν τη σύγχρονη έρευνα στα ΑΒΜ.

Β.7.1 *ΔΙΑΧΥΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ, ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ MANAGEMENT.*

Οι D. Maienhofer & T. Finholt (2002) αναπτύσσουν ένα μοντέλο διάχυσης της καινοτομίας σε ένα μεγάλο οργανισμό. Διαπιστώνουν την ανάπτυξη της καινοτομίας σε σιγμοειδείς καμπύλες αλλά και επιτάχυνση της διαδικασία διάχυσης που οφείλεται στην δράση των agents.

Ο Kyoichi Kijma (2001) διερευνά με ένα poly agent system την ανάδυση διαστρωματωμένων δικτύων μιας καινοτόμου κοινωνίας και διαπιστώνει την συνύπαρξη δικτύων και ιεραρχίας σαν μέσο για τη λήψη αποφάσεων.

Οι C. Buchta et al. (2003) μελετούν την επίδραση της τεχνολογικής επάρκειας και της αδράνειας των οργανισμών στον ανταγωνισμό σε καθεστώς που οι οργανισμοί προβαίνουν σε λήψη αποφάσεων με μυωπικό (μη απόλυτα θεωρητικά ορθολογικό τρόπο). Όταν μια νέα επιχείρηση εισέρχεται στον ανταγωνισμό με μια τεχνολογική καινοτομία, τότε η προηγούμενη με μονοπωλιακό καθεστώς έχει να αποφασίσει αν θα υιοθετήσει την καινοτομία αυτή ή όχι.
Διαπιστώνουν ότι η μεταβολή του καθεστώτος ηγεσίας σε ένα κλάδο επέρχεται μόνο όταν η νέα τεχνολογία δεν είναι επαρκώς ικανοποιητική και η αδράνεια των οργανισμών μεγάλη.

Οι S. Turner et al. (2002) διερευνούν τις βασισμένες στη γνώση στρατηγικές. Χρησιμοποιώντας μια προσομοίωση σε Η/Υ συγκρίνουν την απόδοση ανάμεσα σε ειδικούς και άλλους με γενικές γνώσεις μάνατζερ σε συνθήκες μιας διαταραγμένης αγοράς. Ο δεύτερος τύπος μάνατζερ χρησιμοποιεί στρατηγικές εκτατικές αναφορικά με τη γνώση των προϊόντων ενώ ο ειδικευμένος καθετοποιημένες τεχνικές. Μελετούν μέσω αυτής της συνθήκης το καθεστώς εκμάθησης των ομάδων. Διαπιστώνουν ένα αποτέλεσμα μη αναμενόμενο το οποίο συνίσταται στο γεγονός ότι η καθετοποιημένες τεχνικές υπερτερούν μόνο σε καθεστώς πολύ υψηλών ή σχεδόν ανύπαρκτων διαταραχών.

Β.7.2 *ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΑΝΑΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.*

Οι Izquierdo L. et al. (2004) διερευνούν την ανάδυση καθεστώτος συνεργασίας χρησιμοποιώντας εφαρμογή που προσομοιώνει τα κοινωνικά διλήμματα σαν n –player παίγνια. Διαπιστώνουν την δυνατότητα ανάδυσης συνεργασίας από agents οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως λειτουργούντες με εγωιστική συμπεριφορά. Αναφορικά με τους παράγοντες που καθορίζουν πόσο συχνά αναδύεται αυτό το καθεστώς συνεργασίας, συμπεραίνουν ότι εξαρτώνται από παράγοντες όπως όρια φιλοδοξίας, η αναπαράσταση του περιβάλλοντος που μοντελοποιεί ο agent, και η μνήμη, παράγοντες που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους δυναμικά. Διαπιστώνουν επίσης ότι οι λήπτες αποφάσεων με κριτήριο τις υψηλές φιλοδοξίες δεν είναι εύκολα προβλέψιμοι καθώς και ότι εάν οι agents ήσαν γνωστικά ικανοί να διαπιστώσουν αυτή τη συνθήκη σε άλλους agents τελικά η τάση τους θα ήταν η συνεργασία.

Οι Buzzing et al. (2005) αναπτύσσουν ένα προσομοιωτικό λογισμικό που διερευνά εμπειρικά τις εξελισσόμενες κοινωνίες που προκύπτουν από το Sugarscape (Epstein & Axtell 1996) και ενδιαφέρονται για αποτελέσματα αναφορικά με αναδυόμενα φαινόμενα από τη συνεργασία των agents. Διαπιστώνουν ότι η πίεση που δέχονται οι agents να συνεργαστούν προκειμένου να βελτιώσουν τη θέση τους οδηγεί στην μετεξέλιξη του καθεστώτος επικοινωνίας, την εξέλιξη των ικανοτήτων επικοινωνίας που διαθέτουν αναφορικά με την διευκόλυνση της συνεργασίας. Επιπλέον επίπεδα πίεσης για συνεργασία οδηγεί σε ανάδυση αύξουσας επικοινωνίας.

Ο M. Agar (2005) μελετά την αλληλεπίδραση μεταξύ της εσωτερικής θεώρησης που συνιστά στα προσομοιωτικά μοντέλα τον εσωτερικό μηχανισμό των agents σε συνάρτηση με μια μοντελοποίηση ενός εξωτερικού παρατηρητή για να θεμελιώσει θεωρητικά συμπεράσματα στη μοντελοποίηση της κοινωνικής δυναμικής.

Οι Hegselmann R. & A. Flache (1998) μελετούν την συνάθροιση και τον σχηματισμό ομάδων με ένα μοντέλο που εμπλουτίζει τη θεώρηση των Sakoda και Schelling. Χρησιμοποιούν μια προσομοίωση με support networks και διαπιστώνουν τις μη γραμμικές δυναμικές του φαινομένου της συνάθροισης.

Οι A. Flache & R. Hegselmann (2001) επεκτείνουν την μεθοδολογική εμβάθυνση του μοντελου τους διερευνώντας την καταλληλότητα των υποθέσεων αναφορικά με τη χρήση των δικτυωμάτων προτείνοντας ένα πλέγμα γεωμετρίας Voronoi.

Οι K. Jisung & R. M. Burton (2003) μελετούν τις αλληλεπιδράσεις της αβεβαιότητας καθηκόντων (task uncertainty) και των επιπέδων αποκέντρωσης στη λήψη απόφασης (centralization- decentralization level) στην απόδοση ομάδων. Διαπιστώνουν ότι υπό συνθήκες μεγάλης αβεβαιότητας μια αποκεντρωμένη ομάδα αποδίδει καλύτερα σε όρους κόστους και χρόνου αλλά μια ιεραρχική ομάδα αποδίδει καλύτερα σε όρους ποιότητας. Υπό συνθήκες αντίστοιχα μικρής αβεβαιότητας δεν υπάρχει διαφορά απόδοσης ανάμεσα στους δυο τύπους οργάνωσης αναφορικά με κόστος και χρόνο αλλά συνεχίζει να υπάρχει διαφορά στην παραγόμενη ποιότητα με την ιεραρχική ομάδα να συνεχίζει να υπερτερεί.

Ο D. Read (2003) μελετά την αλληλεπίδραση της εξατομίκευσης των χαρακτηριστικών σε σχέση με την συνοχή της ομάδας.

Οι D. Solow & C. Leenawong (2003) μελετούν με ένα δίκτυο τύπου NK μαθηματικά μοντέλα για να βαθμολογήσουν την ηγεσία σε μια ομάδα της οποίας η σύνθεση μεταβάλλεται διαρκώς στην πορεία του χρόνου.

Οι R. Harrison & G. Carroll (2002) μελετούν την επίδραση κουλτούρας των δικτύων των agents όπου καθένας ασκεί μια επίδραση στους άλλους και ταυτόχρονα δέχεται επίδραση. Οι συγγραφείς μελετούν την εξέλιξη του φαινομένου στην πορεία του χρόνου. Το κείμενο συνεισφέρει στον θεωρητικό προβληματισμό για τους meta- agents και τα ιεραρχικά δίκτυα.

ΜΕΡΟΣ Γ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ COMSCAPE ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Γ.1. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ.

Στο τρίτο αυτό μέρος θα αναπτύξουμε ένα πρωτότυπο μοντέλο διερεύνησης, επιλεγμένου (προς παρατήρηση, πειραματισμό, εμπειρική επαλήθευση και συσχέτιση με θεωρητικά συμπεράσματα) φαινομένου κοινωνικού σχηματισμού, το οποίο αφενός θα περιγράφουμε με όρους μοντελοποίησης ΠΠΣ και αφετέρου θα χειριζόμαστε με τις τεχνικές μοντελοποίησης των ΜΑΜ. .

Συνεπώς, το μοντέλο αυτό που θα αναπτύξουμε σε αυτό το μέρος θα το θεωρήσουμε μια υπόθεση για επαλήθευση με κριτήρια τα ζητήματα που θέσαμε στα μέρη 1 και 2. Αυτό σημαίνει ότι θα επιχειρήσουμε να δούμε εάν το επιλεγμένο φαινόμενο κοινωνικού σχηματισμού:

1. μπορεί να εξετασθεί σαν πολύπλοκο προσαρμοζόμενο σύστημα
2. ικανοποιεί τις ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν σαν τέτοιο
3. μπορεί να σχηματισθεί και ερμηνευθεί με τα εργαλεία που θέσαμε στο 2^{ο} Μέρος

Επομένως η καταλληλότητα του μοντέλου που θα κατασκευάσουμε εξαρτάται από την δυνατότητα ικανοποίησης ορισμένων προϋποθέσεων.

Οι προϋποθέσεις αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. Να παρέχει ενδείξεις διασύνδεσης ενός ΠΠΣ με το υπό παρατήρηση φαινόμενο κοινωνικού σχηματισμού.

2. Η μοντελοποίηση να παρέχει τη δυνατότητα εξαγωγής θεωρητικών συμπερασμάτων.

3. Το μοντέλο μας πρέπει να περιλαμβάνει, ως δομικά στοιχεία της κατασκευής του τις μεθοδολογικές προϋποθέσεις που προετέθησαν στο Μέρος 2 της παρούσας εργασίας.

4. Να είναι δεκτικό ελέγχου καταλληλότητας

5. Η μοντελοποίησή του να επιδέχεται πειραματισμό

Στη συνέχεια αναλύουμε καθεμιά από τις προϋποθέσεις αυτές

Γ.2 ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ-ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΣ ΚΑΙ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Γ.2.1. *ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 1: ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΠΣ ΜΕ ΥΠΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ*

ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αυτό σημαίνει ότι το φαινόμενο κοινωνικού σχηματισμού που χρησιμοποιούμε ως υπόθεση μπορεί να εκληφθεί σαν Πολύπλοκο προσαρμοζόμενο Σύστημα, καταδεικνύοντας τις ιδιότητες που σαν τέτοιο διαθέτει.

Αυτή η προϋπόθεση πρέπει να ικανοποιείται και αντίστροφα με την έννοια ότι τα παραγόμενα από το μοντέλο αποτελέσματα να αποδεικνύουν ότι η μοντελοποίηση ενός ΠΠΣ με χρήση ΜΑΜ εισάγει πολυπλοκότητα και κατευθύνεται προς το υπό παρατήρηση φαινόμενο, εξαιτίας των στοιχείων της αυτό- οργάνωσης, της ανάδυσης, της μη γραμμικότητας, της ιεραρχικής οργάνωσης και της προσαρμογής.

Για την προαναφερόμενη επαλήθευση απαιτούνται ορισμένες αποσαφηνίσεις αναφορικά με τη σχέση του μοντέλου με δομές κοινωνικού σχηματισμού.

Στόχος μας δεν είναι προφανώς η κατασκευή μιας γενικής θεωρίας αλλά η κατασκευή ενός πειραματικού περιβάλλοντος το οποίο να περιέχει ιδιότητες, σχέσεις και δυναμικές τέτοιες, με βάση τις οποίες να μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το μοντέλο μας αποδίδει ένα σύστημα το οποίο ενώ στην αρχική του κατάσταση δεν παρουσιάζει χαρακτηριστικά με βάση τα οποία να το χαρακτηρίζαμε κοινωνικό σχηματισμό, στην πορεία της εξέλιξής του και σαν αποτέλεσμα της αυτοοργάνωσης και προσαρμογής του, να αποκτά αναδυόμενες ιδιότητες και συμπεριφορές οι οποίες παρατηρούνται σε πραγματικούς κοινωνικούς σχηματισμούς .

Αρχικά επομένως το μοντέλο μας αναπαριστά απλά ένα σύστημα αποτελούμενο από ένα σύνολο φορέων που βρίσκονται σε μια σχέση αλληλεξάρτησης με το περιβάλλον τους, το οποίο με τη σειρά του αποτελείται από ένα χώρο, και ένα σύνολο στοιχείων του χώρου αυτού που αποτελούν διαφορετικές ποιότητες σε σχέση τους φορείς. Τα στοιχεία αυτά θα καλέσουμε πόρους.

Η αιτιολόγηση αναφορικά με το γιατί θεωρούμε ότι αποτελούν σύστημα τα στοιχεία που προαναφέραμε εδράζεται στις σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις με τις οποίες διασυνδέονται μεταξύ τους.

Όπως διαπιστώνουμε από την προηγούμενη διατύπωση, αρχικά οι φορείς δεν διαθέτουν κανένα χαρακτηριστικό γνώρισμα με βάση το οποίο να μπορούμε να τους θεωρήσουμε κοινωνικά όντα.

.Έχουμε επομένως ορίσει ένα σύστημα αλλά από την περιγραφή του δεν προκύπτει κανένας λόγος που να μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε ότι αυτό διαθέτει ιδιότητες κοινωνικού σχηματισμού.

Κατ επέκταση όμως, αν, από την πειραματική εφαρμογή του μοντέλου, προκύψουν ιδιότητες τις οποίες δεν έχουμε εκ των προτέρων ορίσει και επιπλέον διαπιστώσουμε ότι οι ιδιότητες αυτές παρουσιάζουν τελικώς αναλογίες με ορισμένες αντίστοιχες ιδιότητες κοινωνικών υποσυστημάτων και σχηματισμών, τότε το μοντέλο μας θα έχει αναδείξει ένα στοιχειώδες αυτοοργανούμενο σύστημα κοινωνικών αλληλεξαρτήσεων.

Εάν μάλιστα αυτές οι αλληλεξαρτήσεις μπορούν να αναγνωρίζονται στη συμπεριφορά των φορέων, θα πρέπει να μιλάμε για μια αναδυόμενη συμπεριφορά, αφού δεν την έχουμε ορίσει εκ των προτέρων.

Ακόμη εάν προκύψουν κοινωνικές αλληλεξαρτήσεις οι οποίες αναφέρονται στο σύνολο του συστήματος, τότε το μοντέλο μας θα έχει συμβάλει στην ανάδυση κοινωνικών χαρακτηριστικών σε επίπεδο συστήματος.

Τέλος εάν παρατηρήσουμε ότι, η συνολική συστημική συμπεριφορά, αφενός μεταβάλλεται και προσαρμόζεται και αφετέρου στην πορεία παρουσιάζει χαρακτηριστικά ιεραρχικής οργάνωσης τότε το απλοϊκό σύστημα που θα έχουμε μοντελοποιήσει θα έχει αναδυθεί σε ένα περιβάλλον που θα παρουσιάζει χαρακτηριστικά κοινωνικού σχηματισμού.

Γ.2.2 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 2:ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Τα συμπεράσματα αυτά εκτείνονται στο επίπεδο των μεθοδολογικών παραδοχών με τις οποίες αναπτύσσεται το μοντέλο, καθώς και στο επίπεδο του εύρους της ερμηνευτικής του ικανότητας.
Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται στην επάρκεια ή την καταλληλότητα των μεθοδολογικών παραδοχών κατασκευής του μοντέλου ενώ η δεύτερη στη συνάφεια των αποτελεσμάτων του.

Γ.2.2.1. *ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ-ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ*

Γ.2.2.1.1. *ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ*

Το μοντέλο που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια μοντελοποιεί ένα σύστημα που περιλαμβάνει:

1.φορείς, δηλαδή μονάδες που έχουν τις ιδιότητες αυτονομίας, αλληλεξάρτησης, προσαρμοστικής συμπεριφοράς και λειτουργίας με βάση απλούς κανόνες όπως προκύπτει από την εξέταση των Agents Based Models και τις επισημάνσεις του Holland (1995) που εκθέσαμε στο Β Μέρος.

2. Πόρους που αποτελούν ένα άλλο είδος οντοτήτων που βρίσκονται στο σύστημα που μοντελοποιούμε, αλλά είναι ταυτόχρονα στοιχεία ζωντανά γιατί αναπαράγονται και βρίσκονται σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και τους φορείς. Οι πόροι αποτελούν μονάδες ενέργειας, τις οποίες οι φορείς έχουν ανάγκη για να υπάρχουν, να εμφανίζουν τις ιδιότητες που προαναφέραμε και να εκδηλώνουν συμπεριφορά.

3. Το χώρο στον οποίο οι φορείς και οι πόροι συνυπάρχουν.

Τα τρία αυτά στοιχεία του μοντέλου μας (φορείς, πόροι, χώρος) βρίσκονται σε μια κατάσταση διαρκούς αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα οι φορείς υπάρχουν στο χώρο του μοντέλου μας και εκδηλώνουν μια συμπεριφορά που συνίσταται στην αναζήτηση, την συγκομιδή και κατανάλωση της ενέργειας των πόρων. Όταν προσλαμβάνουν ενέργεια είναι ικανοί να λειτουργούν και να αναπαράγονται. Οι φορείς έχουν πεπερασμένο χρόνο ζωής και κάποτε εξαφανίζονται. Οι πόροι πάλι μπορούν να ανανεώνονται μετά την κατανάλωσή τους.

Από την περιγραφή που προηγήθηκε καταλαβαίνει κανείς ότι περιγράφουμε ένα απλό σύστημα αλληλεπίδρασης στοιχείων τα οποία θα μπορούσαν να αποτελούν μεταφορά τελείως διαφορετικών καταστάσεων.
Έτσι:

- οι φορείς θα μπορούσαν να είναι γονίδια ή μικροοργανισμοί και οι πόροι τροφή σε μια έκταση γης.

- Οι φορείς θα μπορούσαν να είναι μηχανές με περιορισμένες ικανότητες και βρισκόμενες στην ανάγκη να προσλαμβάνουν από το περιβάλλον και να καταναλώνουν ενέργεια. Το περιβάλλον σε αυτή την περίπτωση θα ήταν ένας χώρος στον οποίο συνυπάρχουν οι φορείς – μηχανές και οι πόροι- μονάδες ενέργειας.

- Οι φορείς θα μπορούσαν να είναι αρπακτικά και οι πόροι θηράματα.

- Οι φορείς θα μπορούσαν να είναι ανθρώπινες οντότητες –κυνηγοί ή οικονομικές μονάδες, οντότητες ενός μικροοικονομικού υποδείγματος που εκδηλώνουν στοιχειώδεις οικονομικές συμπεριφορές σε μια φυσική οικονομία και οι πόροι αγαθά.

Θα μπορούσαμε δηλαδή να απεικονίσουμε με ποικίλες μεταφορές το σύστημα που δημιουργεί το μοντέλο μας.
Σε κάθε περίπτωση όμως και σε οποιαδήποτε πιθανή απεικόνιση, οι φορείς και οι πόροι αποτελούν οντότητες που εκτελούν κάποιο πρόγραμμα με το οποίο παράγονται, λειτουργούν, αντιδρούν, εκδηλώνουν συμπεριφορά, αναπαράγονται και κάποτε εξαφανίζονται. Για να συμβαίνουν αυτά πρέπει να είναι τοποθετημένοι σε ένα περιβάλλον ταυτόχρονα με τους πόρους γιατί μόνο έτσι συνδέονται με σχέσεις αλληλεπίδρασης.
Εάν από το σύστημα του μοντέλου μας αφαιρούσαμε τους πόρους, με την παρέλευση κάποιου λίγου χρόνου θα αφαιρούνταν και οι φορείς.
Εάν πάλι αφαιρούσαμε τον χώρο τότε οι φορείς και οι πόροι δεν θα μπορούσαν να συνυπάρχουν και το σύστημά μας δεν θα μπορούσε να γίνει αντιληπτό.
Από την προηγηθείσα περιγραφή γίνεται φανερό ότι το σύστημα που μοντελοποιούμε πρώτον είναι εξαιρετικά απλό και δεύτερο δεν παρουσιάζει κανένα στοιχείο κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Η μοντελοποίηση ενός απλού συστήματος επιλέγεται προκειμένου να απουσιάζει η οποιασδήποτε φύσεως αρχική ενσωμάτωση πολυπλοκότητας έτσι ώστε να είναι δυνατό να διαπιστώσουμε εάν επέρχεται η αυτοοργάνωση και προσαρμογή του, ιδιότητες που πιστοποιούν τη συμπεριφορά των πολύπλοκων προσαρμοζόμενων συστημάτων. Πρέπει όμως να επισημάνουμε ότι το γεγονός πως το σύστημα είναι απλό στην περιγραφή και τις αλληλεξαρτήσεις του, δεν συνεπάγεται ότι δεν είναι πολύπλοκο δυναμικό και προσαρμοστικό στη συμπεριφορά του.

Με την επιλογή της μοντελοποίησης ενός απλού συστήματος, εξυπηρετούμε τον κύριο στόχο της έρευνάς μας. Επιχειρούμε δηλαδή να διερευνήσουμε εάν, από τα ίδια τα δεδομένα της μοντελοποίησής του, μπορεί τελικά το σύστημά μας σε κάποια χρονική στιγμή της εξέλιξής του, να εμφανίσει χαρακτηριστικά και ιδιότητες που αναγνωρίζονται σε κοινωνικά υποσυστήματα και κοινωνικούς σχηματισμούς. Προς αποφυγή παρερμηνειών των προθέσεων της έρευνάς μας, η ανίχνευση αυτή χαρακτηριστικών

κοινωνικών αλληλεξαρτήσεων, δεν σημαίνει σε καμιά περίπτωση την εμφάνιση ιδιοτήτων τόσο πλούσιων όπως σε ένα πραγματικό κοινωνικό περιβάλλον.

Στόχος μας στην εργασία αυτή είναι να διαπιστώσουμε την ανάδυση στοιχειωδών ιδιοτήτων κοινωνικών αλληλεξαρτήσεων. Θεωρούμε ότι η ανάδυση στοιχειωδών πρωταρχικών κοινωνικών ιδιοτήτων στο σύστημά μας επαληθεύεται εάν από την εξέλιξή του εμφανισθεί αυτοοργάνωση του πληθυσμού των φορέων σε μια ή πολλές ομάδες. Σε αυτή την περίπτωση της εμφάνισης ομάδων θα συνεπαγόταν ανάδυση ιδιοτήτων του απλού συστήματός μας με την μορφή αποκρυστάλλωσης σε meta-agents. Ταυτόχρονα θα αναδείκνυε νέες μορφές αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φορέων.

Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η σημασία της ανάδυσης αυτής της αυτοοργάνωσης πρέπει να αποσαφηνίσουμε περισσότερο τα πράγματα τόσο σε επίπεδο χαρακτηρισμού του συνολικού πληθυσμού των φορέων του συστήματός μας, όσο και σε επίπεδο αλληλεπίδρασης μεταξύ φορέων Ξεκινάμε με την περιγραφή του πληθυσμού των φορέων.

Από την ίδια τη φύση του συστήματος που δημιουργούμε δεν προκύπτει ότι ο πληθυσμός των φορέων είναι τίποτα περισσότερο από μια συλλογή ομοειδών στοιχείων. Δεν υπάρχει δηλαδή στην περιγραφή του πληθυσμού καμιά ιδιότητα που να τους καθιστά μέλη κάποιου σχηματισμού, να ορίζει σχέσεις προϋπάρχουσες είτε σε γνωστικό είτε σε άλλο επίπεδο. Σε μια μάλιστα αυθαίρετη και ακραία εκδοχή της περιγραφής των φορέων θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι το πλήθος των φορέων είναι ένα σύνολο από διαφορετικές μεταξύ τους οντότητες με ορισμένα όμως κοινά χαρακτηριστικά. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτή την εκδοχή θα μπορούσαμε να προσλάβουμε τον πληθυσμό σαν ένα σύνολο διαφορετικών αρπακτικών τα οποία όμως έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την ανάγκη να εντοπίζουν συλλέγουν και αναλώνουν πόρους.

Εάν δεν χρησιμοποιήσουμε τόσο ακραία εκδοχή, τότε το μοντέλο μας έχει συμπεριλάβει ένα ομογενοποιημένο είδος φορέων οι οποίοι όμως δεν έχουν καμιά κοινωνική αλληλεξάρτηση μεταξύ τους όπως αναγνώριση της κοινής προέλευσής τους, αίσθηση της κοινής μοίρας, αλληλεγγύη, συναισθήματα, δεσμούς κλπ.

Οι φορείς αλληλεξαρτώνται μεταξύ τους είτε επειδή ο καθένας προσπαθεί με τις ικανότητες που είναι εξοπλισμένος να συλλέξει πόρους και οι πόροι αυτοί βρίσκονται σε κατάσταση γενικευμένης σπανιότητας, είτε επειδή πάλι εξαιτίας των εσωτερικών τους κανόνων διασταυρώνονται και αναπαράγονται. Αυτές οι σχέσεις που αναπτύσσουν δεν μας επιτρέπουν να θεωρήσουμε ότι οι φορείς διαθέτουν στοιχεία κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Στην πιο απλή περίπτωση μάλιστα οι φορείς δεν έχουν ούτε καν άμεση αλληλεπίδραση παρά μόνο έμμεση.

Ας δούμε τώρα λεπτομερέστερα την επόμενη μεθοδολογική μας παραδοχή που συνίσταται στη φύση αυτής ακριβώς της αλληλεπίδρασης.

Γ.2.2.1.2. *ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ*

Στην προσπάθειά τους να συλλέξουν πόρους με βάση το σχεδιασμό του μοντέλου μας και τον εσωτερικό τους προγραμματισμό, οι φορείς πράγματι έρχονται σε κάποιας μορφής αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι όταν βρεθούν αντιμέτωποι με μια συγκεκριμένη ποσότητα πόρου τότε αναπτύσσονται μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις που έχουν τον χαρακτήρα ανταγωνισμού και συνεργασίας.

Αυτές όμως οι καταστάσεις δεν προέρχονται από κάποια κοινωνικά χαρακτηριστικά τους, αλλά αντιθέτως προέρχονται μόνο ως αποτέλεσμα της επίδρασης του καθεστώτος σπανιότητας των πόρων στο περιβάλλον. Αυτή η σπανιότητα καθορίζει ότι οι πόροι δεν επαρκούν υποχρεωτικά για το σύνολο των φορέων και η ικανότητά τους να

τους συλλέξουν, τους διασφαλίζει τη βιωσιμότητα έναντι άλλων που δεν επιτυγχάνουν σε αυτή την προσπάθεια.

Πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη σχέσεων ανταγωνισμού μεταξύ τους, με βάση αυτή τη σπανιότητα δεν εδράζεται σε ένα υπόβαθρο που θα μπορούσε να αναχθεί σε επίπεδα ψυχολογικής ερμηνείας (δηλαδή αγάπη, μίσος συμπάθειες, αλτρουισμό ή άλλα τέτοιου τύπου χαρακτηριστικά).

Αντιθέτως αυτή η κατάσταση ανταγωνισμού είναι εξωγενής σε σχέση με τους φορείς δεδομένου ότι επιβάλλεται από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και από τον εσωτερικό προγραμματισμό των φορέων να προσπαθήσουν να εντοπίσουν και να συλλέξουν πόρους.

Αντιστοίχως οι καταστάσεις συνεργασίας προέρχονται επίσης από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και όχι από κάποια κοινωνικά ή ψυχολογικά χαρακτηριστικά των ίδιων των φορέων. Αυτό με τη σειρά του σημαίνει ότι η συνεργασία των φορέων επιβάλλεται και μπορεί να εξελιχθεί μόνο όταν οι φορείς αντιμετωπίζουν συγκεκριμένες συνθήκες στην διαδικασία συλλογής των πόρων. Στο μοντέλο μας αυτές οι συνθήκες είναι οι περιπτώσεις όπου η ποσότητα του πόρου είναι τόσο μεγάλη σε σχέση με τις ικανότητες συλλογής που διαθέτει ο κάθε μεμονωμένος φορέας, ώστε προκειμένου να επιτευχθεί η συλλογή του πόρου απαιτείται δυο τουλάχιστον φορείς να παρευρίσκονται τυχαία ή σκόπιμα στο σημείο που εντοπίζεται αυτή η ποσότητα πόρου και εκδηλώσουν μια συνεργατική συμπεριφορά για τη συγκομιδή του.

Οι φορείς με λίγα λόγια στο επίπεδο των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους δεν χαρακτηρίζονται από κάποια πολύπλοκη και ανεπτυγμένη συνείδηση, όρος που θα περιέγραφε μια πολύπλοκη εσωτερική μοντελοποίηση που καθένας από αυτούς θα διέθετε για το περιβάλλον του και τις σχέσεις του με τους υπόλοιπους φορείς.

Αυτή η συνθήκη αλληλεπίδρασης με καταστάσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας είναι συνήθης σε ένα μικροοικονομικό υπόδειγμα. Σε τέτοια υποδείγματα ανεξάρτητα από το μέγεθος πολυπλοκότητας που έχει ο σχεδιασμός τους απουσιάζουν χαρακτηριστικά ψυχολογικά και κοινωνικά.

Δηλαδή σε ένα τέτοιο υπόδειγμα δεν μας ενδιαφέρει η αποτύπωση της ψυχολογικής κατάστασης των φορέων ούτε επίσης τα κοινωνικά τους χαρακτηριστικά με την έννοια ότι δεν απαιτείται τα χαρακτηριστικά αυτά να αποτελούν μεταβλητές του υποδείγματος.

Παρομοίως τέτοιες καταστάσεις αλληλεπιδράσεων σχεδιάζει και διερευνά η θεωρία των παιγνίων. Ακριβώς επειδή η επιλογή κανόνα αλληλεπίδρασης δανεισμένου από τη θεωρία των παιγνίων παρουσιάζει πλεονεκτήματα για τους στόχους και το αντικείμενο του μοντέλου μας, στην επόμενη ενότητα παρουσιάζουμε ένα μηχανισμό αλληλεπίδρασης βασισμένο σε ένα παίγνιο που ενσωματώνει ταυτόχρονα τα στοιχεία του ανταγωνισμού και συνεργασίας, ενώ συγχρόνως προβαίνουμε σε μια σύντομη αναφορά της θεωρίας παιγνίων καθώς και των περιοχών και κλάδων της που χρησιμοποιούνται για δυναμική μοντελοποίηση.

Γ.2.2.1.3. *ΠΑΙΚΤΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΠΑΙΓΝΙΩΝ*

Στη θεωρία των παιγνίων υπάρχει η θεμελιώδης υπόθεση ότι όλα τα στοιχεία υλικής και ψυχολογικής ικανοποίησης των παικτών εκφράζονται στις ατομικές συναρτήσεις χρησιμότητας του κάθε παίκτη. Συνέπεια επομένως αυτής της θεμελιώδους υπόθεσης της θεωρίας των παιγνίων είναι η απουσία τόσο των κοινωνικών διασυνδέσεων όσο και των ψυχολογικών καταστάσεων των παικτών. Οι παίκτες ούτε αγανακτούν ούτε χαίρονται για το αποτέλεσμα, ούτε ανήκουν σε κάποιο κοινωνικό σύνολο ή ομάδα (με εξαίρεση την περιοχή της θεωρίας παιγνίων που εξετάζει την συμπεριφορά συνασπισμών αλλά και πάλι στη βάση της επιδίωξης μεγιστοποίησης του ατομικού

οφέλους),ούτε έχουν επίγνωση μιας τέτοιας συνθήκης κοινωνικών δεσμών και εξαρτήσεων. Οι παίκτες στη θεωρία των παιγνίων αποτελούν μονάδες λήψης απόφασης αναφορικά με επιλογές, καθεμιά από τις οποίες αντιστοιχίζεται με ένα όφελος, ανάλογα με την επιλογή στην οποία προβαίνει κάθε φορά και ο άλλος παίκτης.

Με τον τρόπο αυτό η θεωρία παιγνίων μελετά την αλληλεπίδραση των στρατηγικών των παικτών όπως αυτές τελικά εκφράζονται στα αποτελέσματα που είναι το όφελος του κάθε παίκτη (payoff).

Στη θεωρία παιγνίων επίσης υπάρχει η εξωπραγματική υπόθεση που περιγράφεται ως Common Knowledge και σημαίνει ότι οι παίκτες γνωρίζουν ο αντίπαλος γνωρίζει ότι αυτοί γνωρίζουν κοκ.

Δηλαδή έχουν πλήρη πρόσβαση όχι μόνο στη γνώση των κανόνων του παιγνίου αλλά και στην πληροφόρηση των κινήσεων του αντιπάλου.

Πρωταρχικό μέλημα της θεωρίας των παιγνίων είναι η μαθηματική εύρεση των σημείων ισορροπίας του παιγνίου, δηλαδή των καταστάσεων εκείνων που αποδίδουν στον κάθε παίκτη το καλύτερο αποτέλεσμα δεδομένης της στρατηγικής του άλλου παίκτη.

Η θεωρία παιγνίων αποκάλυψε μοντέλα αλληλεπίδρασης παικτών στα οποία ο ανταγωνισμός και η συνεργασία συνυπάρχουν ταυτόχρονα. Αυτή η κατηγορία παιγνίων περιλαμβάνει διάφορες παραλλαγές και τύπους παιγνίων, όπου τα ζεύγη στρατηγικών που συνεπάγονται σημείο ισορροπίας δεν αποδίδουν το μεγαλύτερο αποτέλεσμα που εν δυνάμει θα μπορούσε να απολαύσει ο κάθε παίκτης.

Οι λύσεις που δίδει η θεωρία σε αυτές τις κατηγορίες παιγνίων η θεωρία επεξεργάσθηκε πληθώρα μαθηματικών λύσεων οι οποίες έχουν δεχθεί την κριτική πως δεν ανταποκρίνονται στις συνθήκες και τα αποτελέσματα που θα παρουσίαζαν πραγματικά κοινωνικά άτομα, δηλαδή άτομα με ανεπτυγμένη ευφυΐα, γνωστική ικανότητα, ψυχολογικά χαρακτηριστικά και πολύπλοκους κοινωνικούς δεσμούς, δηλαδή άτομα από τις κοινωνίες των ανθρώπων ανεξάρτητα από βαθμό πολιτισμού.

Ακριβώς επειδή αυτή η συνθήκη περιγραφής, τόσο του περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης, όσο και των αποτελεσμάτων και λύσεων που δίδει στα παίγνια ανταγωνισμού και συνεργασίας η θεωρία παιγνίων, δεν προϋποθέτει ανεπτυγμένα κοινωνικά άτομα, αλλά φορείς όπως ακριβώς αυτοί ορίζονται στα μικροοικονομικά υποδείγματα που αναφέρθηκαν πιο πάνω, επιλέγουμε στο σχεδιασμό του μοντέλου μας την αποτύπωση των καταστάσεων ανταγωνισμού και συνεργασίας με την μορφή παιγνίων.

Στην επιλογή αυτή προβαίνουμε θεωρώντας ότι αυτού του τύπου η απεικόνιση δεν υποκρύπτει προϋπάρχουσες κοινωνικές δομές, εξαρτήσεις και συμπεριφορές αλλά και για τον επιπρόσθετο λόγο ότι η θεωρία παιγνίων είναι μια γλώσσα περιγραφής των αλληλεπιδράσεων , η οποία χαρακτηρίζεται για την υψηλή της σαφήνεια και την τυποποίησή της, στοιχεία που χρειάζονται στο μοντέλο μας για να είναι διαχειρίσιμο και περιεκτικό.

Κατά την διατύπωση του L.Samuelson (1997) εάν δεχθούμε ότι η θεωρία παιγνίων είναι μια θετική άσκηση τότε είναι σημαντικό να αντιληφθούμε πως τα μοντέλα με τα οποία εργαζόμαστε αποτελούν απλοποιημένες αναπαραστάσεις προβλημάτων ενός περισσότερο πολύπλοκου κόσμου.

Στο μοντέλο μας λοιπόν χρησιμοποιούμε την υπόθεση ότι οι καταστάσεις που αντιμετωπίζουν οι φορείς καθώς και η συμπεριφορά που εκδηλώνουν εκφράζονται σαν ένα παίγνιο.

Μια ακραία έκφραση, σε παίγνιο, των καταστάσεων ανταγωνισμού και συνεργασίας είναι το παίγνιο του Διλήμματος του Φυλακισμένου.

Στο παίγνιο αυτό υπάρχουν δυο παίκτες με δυο στρατηγικές διαθέσιμες για τον καθένα.

Η γενική του μορφή είναι η ακόλουθη:

	C	D
C	2,2	-1,4
D	4,-1	0,0

Η στρατηγική C σημαίνει συνεργασία ενώ αντίστοιχα η στρατηγική D σημαίνει προδοσία. Διευκρινίζεται ότι οι λέξεις που επιλέγονται για τις στρατηγικές δεν έχουν αξιολογικό χαρακτήρα.
Στο ως άνω παίγνιο βλέπουμε εύκολα ότι η καλύτερη στρατηγική που μπορεί να επιλέξει ο κάθε παίκτης δεδομένης της στρατηγικής του άλλου είναι η στρατηγική D η οποία αποδίδει στον καθένα μηδενικό όφελος. Το ζεύγος στρατηγικών D,D αποτελεί σημείο ισορροπίας κατά Nash (1950) (1953).

Το παίγνιο αυτό επιφέρει τόσο θεωρητικές όσο και πρακτικές επιπτώσεις στην αλληλεπίδραση του συστήματός μας.
Οι θεωρητικές εντοπίζονται στο γεγονός ότι κάθε φορά που δυο φορείς καλούνται να αλληλεπιδράσουν με κανόνα αλληλεπίδρασης αυτό το παίγνιο, δεν βελτιώνουν πρακτικά την κατάστασή τους στην επιδίωξή τους να μεγιστοποιήσουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Επιπλέον ακριβώς επειδή οι φορείς δεν διακατέχονται από κίνητρα κοινωνικής συμπεριφοράς και κοινωνικής σύμβασης αλλά από μια τάση να αντλήσουν από το περιβάλλον του παιγνίου οφέλη δεν έχουν φραγμό στην αλληλεπίδραση με τους άλλους φορείς.
Εάν σε κάθε αλληλεπίδραση επιδεικνύουν την συμπεριφορά που επιβάλλει το σημείο ισορροπίας επιτυγχάνουν ένα αποτέλεσμα ικανοποιητικό μεν σε σχέση με τον άλλο φορέα αλλά στην ουσία του πρακτικά μη επαρκές.
Επίσης, αν λάβουμε υπόψη το ενδεχόμενο να βρεθούν οι φορείς περισσότερες από μια φορά αντιμέτωποι με τον ίδιο αντίπαλο και με το ίδιο παίγνιο, γεννάται ένα ερώτημα αναφορικά με το κατά πόσον η συμπεριφορά που επιβάλλει το σημείο ισορροπίας εξυπηρετεί τελικά τις επιδιώξεις τους.
Μεταφέροντας τα ερωτήματα αυτά στο σύστημα του μοντέλου μας διαπιστώνουμε ότι με βάση τις θεωρητικές λύσεις που προτείνει για τα παίγνια αυτά η θεωρία των παιγνίων προκύπτει ως απόλυτα πιθανή η εξαφάνιση των φορέων όχι πλέον μόνο εξαιτίας της σπανιότητας των πόρων αλλά επιπροσθέτως εξαιτίας της επιδίωξής τους να καρπωθούν το μεγαλύτερο μερίδιο αυτών των πόρων.

Οι πρακτικές διαστάσεις αυτού του προβλήματος επεκτείνονται στον κίνδυνο των φορέων να επιτύχουν τα ακριβώς αντίθετα από τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα, δεδομένου ότι το ίδιο το σύστημά μας εισάγει περισσότερες καταστάσεις από την θεωρία των παιγνίων (όπως την δυναμική της επιβίωσης των φορέων) ενώ ταυτόχρονα δεν προβλέπει μηχανισμούς ρύθμισης. Σε φιλοσοφικό δε επίπεδο αυτή η κατάσταση θυμίζει έντονα τη θεωρία του κοινωνικού συμβολαίου του Hobbes και την ιδέα του Smith ότι τα κοινωνικά φαινόμενα αποτελούν την χωρίς πρόθεση ανάδυση από τις συνέπειες των ενεργειών των ατόμων θέσεις που εκτέθηκαν στο πρώτο μέρος της εργασίας αυτής.

Επομένως η μεταφορά αυτής, της βασισμένης στη θεωρία των παιγνίων, διαδικασίας αλληλεπίδρασης στο μοντέλο μας θα έπρεπε να συνεπάγεται και τη μεταφορά των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης, με πιθανότερο εξ αυτών, την εξαφάνιση των φορέων από το σύστημα. Επομένως κριτήριο με το οποίο αξιολογούμε κατά πόσο το μοντέλο μας είναι ικανό να ξεπεράσει αυτή την κατάσταση που τίθεται ως περιορισμός προερχόμενος από τη ίδια τη φύση της αλληλεπίδρασης, αποτελεί η ανάδυση ιδιοτήτων

αυτορύθμισης με την ίδια ακριβώς λογική που το μοντέλο μας αποδεικνύεται δυναμικό στην δομική του διάσταση, εάν ξεπεράσει την κατάσταση απλού συστήματος μέσω της ανάδυσης νέων ιδιοτήτων.

Και αυτό μπορεί να συμβεί μόνο εάν στη διαδικασία εξέλιξής του το σύστημα επιτρέψει άλλες λύσεις διάφορες αυτών που υποδεικνύουν τα σημεία ισορροπίας της θεωρίας των παιγνίων. Εάν κάτι τέτοιο συμβεί το σύστημά μας θα αποδειχθεί προσαρμοστικό σύμφωνα με τη θεωρία για τα ΠΠΣ.

Η ικανοποίηση του προηγούμενου κριτηρίου απασχολεί και τις θεωρητικές αναζητήσεις στο ίδιο το αντικείμενο της θεωρίας των παιγνίων, όπου, αυτή η κλειδωμένη κατάσταση αποτέλεσε αφορμή για την εμφάνιση δυο νέων κλάδων της με παρεμφερές υπόβαθρο και περιοχές αναζήτησης λύσεων. Συγκεκριμένα αυτοί οι κλάδοι είναι η εξελικτική θεωρία παιγνίων (evolutionary Game Theory) και η θεωρία της κοινωνικής μάθησης (learning game Theory). Αυτές οι τάσεις επιχείρησαν και επιχειρούν ακόμη να απαντήσουν στο παράδοξο των αποτελεσμάτων που επιφέρουν οι επιλογές στρατηγικών στο σημείο ισορροπίας καθώς και την επεξεργασία ιδεών για την εμφάνιση άλλων λύσεων με διαφορετικές προσεγγίσεις της έννοιας της ισορροπίας. Στην επόμενη ενότητα θα εξετάσουμε περιληπτικά αυτές τις εξελίξεις και θα προσδιορίσουμε ακριβέστερα την φόρμουλα αλληλεπίδρασης στο μοντέλο μας.

Γ.2.2.1.4. *ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΑΙΓΝΙΩΝ (Evolutionary Game Theory)*

Σε σχέση τώρα με την απόπειρα αποφυγής των αδιεξόδων της επιλογής στρατηγικών στο σημείο ισορροπίας της θεωρίας παιγνίων η απάντηση ήρθε από την πλευρά της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων.

Τα εξελικτικά παίγνια επιχειρούν να ξεπεράσουν το δόγμα των μη συνεργατικών παιγνίων, με την εξέταση αποτελεσματικών στρατηγικών, οι οποίες αναδύονται από δυναμικές διαδικασίες μάθησης που έχουν τον χαρακτήρα δοκιμής και λάθους (trial and error learning processes).Με την εφαρμογή των διαδικασιών αυτών, δεν απαιτούνται από τους παίκτες σύνθετες γνωστικές ικανότητες για την λήψη αποφάσεων. Αντιθέτως οι ενέργειές τους καθορίζονται από απλούς κανόνες, κανόνες κοινωνικής συμπεριφοράς (social norms), μνήμη ανάλογων καταστάσεων ή άλλες ενδεχομένως περισσότερο σύνθετες διαδικασίες μετατροπής των κινήτρων σε ενέργειες(Samuelson, 1997).

Εξαιτίας αυτής της συμπεριφοράς των φορέων, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αυτοί προγραμματίζονται να υιοθετούν ορισμένες στρατηγικές. Στα εξελικτικά παίγνια οι διαδικασίες αυτές εμπλέκουν ένα πολύ μεγάλο αριθμό φορέων. Στην διαδικασία χρονικής εξέλιξης αυτών των παιγνίων, δημιουργούνται συνήθως αλλά όχι μόνο, τυχαία ζεύγη παικτών τα οποία παίζουν τοπικά το παίγνιο. Στην εξέλιξη του χρόνου οι στρατηγικές που αποδίδουν υψηλές πληρωμές στους παίκτες διαδίδονται ανάμεσά τους.

Όταν παρατηρούμε μια τέτοια εξέλιξη, αντιλαμβανόμαστε ότι δημιουργείται μια δυναμική διαδικασία, εξαιτίας της οποίας οι συχνότητες των στρατηγικών που έχουν παιχθεί από τους φορείς του πληθυσμού αλλάζουν με το χρόνο , και αυτή η αλλαγή αποδίδεται στις διαδικασίες μάθησης και στις διαδικασίες επιλογής που εφαρμόζονται στις συμπεριφορές των παικτών και τις καθορίζουν.

Αντικείμενο της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων είναι ακριβώς η μελέτη αυτών των δυναμικών. Μια καλή παρουσίαση αυτών των δυναμικών παρουσιάζεται από τους Hofbauer J. & Sigmund K. (2003)

Τέτοιες δυναμικές μπορούν να περιγραφούν είτε με στοχαστικά, είτε με ντετερμινιστικά μοντέλα. Εάν επιτρέψουμε να παρέλθει ένα επαρκές διαθέσιμο χρονικό διάστημα, τότε η «συνολική κατάσταση του συνολικού συστήματος των πληθυσμών θα ανταποκριθεί στις δυνάμεις μάθησης και επιλογής, είτε με αυτοοργάνωση και προσέγγιση σε μια φαινομενικά σταθερή κατάσταση, είτε προσανατολιζόμενο προς πολύπλοκες

συμπεριφορές όπως αυτή του χάους. Στην πραγματικότητα η κατάσταση χάους μπορεί να εμφανισθεί με μεγάλη πιθανότητα, ακόμη και σε πολύ απλά συστήματα. Ένας από τους σκοπούς της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων είναι ο εντοπισμός αυτών ακριβώς των περιπτώσεων όπου δεν επέρχονται τέτοιες χαοτικές συμπεριφορές. Στις περιπτώσεις όπου η συμπεριφορά του συστήματος αυτοοργανώνεται και πλησιάζει τέτοιους σταθερούς σχηματισμούς αρχίζουμε να αναρωτιόμαστε με τι μοιάζουν αυτοί οι σχηματισμοί. Μια ουσιώδης ερώτηση είναι εάν αυτοί οι σχηματισμοί είναι δομικά σταθεροί. Μια μέθοδος σύλληψης των μη δομικά σταθερών σχηματισμών είναι ο έλεγχος του κατά πόσο μια αυθαίρετα μικρή διαταραχή στις προδιαγραφές του συστήματος μπορεί να μεταβάλλει τελείως τις ιδιότητες της σταθερής κατάστασης. [Spirakis G.P,2004].

Σε γενικές γραμμές η εξελικτική θεωρία παιγνίων μπορεί να αντιμετωπισθεί με δυο διαφορετικούς δρόμους(Samuelson L. 1997).
Ο πρώτος και αυθεντικός δρόμος σχετίζεται με το πρωτοποριακό έργο των Maynard Smith & Price(1973) και Maynard Smith (1982), που επεξεργάσθηκαν την ιδέα των εξελικτικά σταθερών στρατηγικών (Evolutionary Stable Strategies [ESS]). Οι ESS προσέθεσαν την επιπλέον απαίτηση, οι καταστάσεις που ερμηνεύονται με σημεία ισορροπίας Nash, να ικανοποιούν επιπρόσθετα και μια ιδιότητα σταθερότητας. Έτσι ένα ESS είναι μια κατάσταση που καθιερώνεται σε ένα πληθυσμό, ώστε εάν ένα μικρό ποσοστό αυτού του πληθυσμού προσαρτά μια μεταλλακτική συμπεριφορά τότε η διαδικασία της επιλογής που εξελίσσεται με διαφορετικούς λόγους αναπαραγωγής θα εξαλείψει τον πληθυσμό της μεταλλακτικής αυτής στρατηγικής.
Ο δεύτερος δρόμος συνίσταται στην κατασκευή δυναμικών στοχαστικών μοντέλων των διαδικασιών με τις οποίες τα ποσοστά των διαφόρων στρατηγικών σε ένα πληθυσμό μεταβάλλονται. Σε περιβάλλοντα μοντέλων του βιολογικού κόσμου, αυτές οι κατασκευές οδήγησαν συχνά στη χρήση «replication dynamics»(Samuelson L,1997).

Αναπτύχθηκαν με τον τρόπο αυτό μοντέλα που ξεπερνούν το πρόβλημα που έθεταν τα σημεία ισορροπίας Nash.
Το μοντέλο μας θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει αυτούσια θεωρήματα της εξελικτικής θεωρίας παιγνίων.
Σε αυτή όμως την περίπτωση η κατεύθυνση που θα λάμβανε το σύστημά μας θα ήταν η διακρίβωση της αντοχής του πληθυσμού των φορέων σε ένα συνολικό επίπεδο. Η ενδιαφέρουσα επιλογή των ESS δεν διαθέτει την επάρκεια να απαντήσει μονοδιάστατα στο ακόλουθο ερώτημα. Τι θα συνέβαινε σε ένα πληθυσμό του οποίου η κατάσταση ομογενοποίησης καθορίζεται με έναν ελάχιστα δυνατό τρόπο και εξαιτίας αυτού του λόγου δεν μπορούμε να εκλάβουμε τη συμπεριφορά αυτού του συνολικού πληθυσμού σαν μέτρο προσαρμογής στις δυνάμεις μάθησης και επιλογής; Ένα τέτοιο φαινόμενο υπάρχει σε περιπτώσεις όπου η σχέση πληθυσμών των φορέων με τη δυναμική που καθορίζει τα payoffs είναι πάντα ασύμμετρη. Το μοντέλο που θα αναπτύξουμε παρέχει ένα τέτοιο περιβάλλον. Σε αυτό το περιβάλλον η σχέση πόρων και πληθυσμού φορέων είναι όντως ασύμμετρη λόγω της γενικευμένης σπανιότητας των πόρων, συνθήκη που καθορίζει ότι κανένα ενδεχομένως ESS δεν θα μπορούσε να αναπαραστήσει τις «καλές στρατηγικές» σε επίπεδο συνολικού πληθυσμού είτε σαν επιλογή στρατηγικών είτε εξελικτικά. Αντιθέτως εάν θεωρήσουμε ότι καλές στρατηγικές στη περίπτωση αυτή είναι εκείνες που διαχειρίζονται την γενικευμένη σπανιότητα επαρκώς έναντι άλλων που αποτυγχάνουν τότε η επίπτωση των καλών στρατηγικών θα μπορούσε να αντανακλάται αφενός στα υποσύνολα του πληθυσμού των φορέων που τις ακολουθούν, και αφετέρου στην αντοχή και τη συμπεριφορά των φορέων που τις εφαρμόζουν. Αυτά πάντοτε σε καθεστώς αυτονομίας φορέων υποκείμενων στη επίδραση των δυναμικών μάθησης και επιλογής. Σε αυτή την περίπτωση ενδιαφέρον θα παρουσίαζαν ESS (όχι κατ' ανάγκη ένα για τον συνολικό πληθυσμό) που θα απέδιδαν σχετικά σταθερούς πληθυσμούς αφενός αλλά και ιδιαίτερες ιδιότητες της συμπεριφοράς των φορέων αυτών των

υποπληθυσμών. Θα μπορούσαμε επομένως να θέσουμε συνολικά τα συνθετικά στοιχεία αυτού του ερωτήματος μαζί ως ακολούθως:

Σε καταστάσεις γενικευμένης σπανιότητας που προδικάζει την μερική ή ολική εξαφάνιση ενός πληθυσμού και στις οποίες η επίδειξη εγωιστικής συμπεριφοράς μπορεί μεν να διασφαλίσει πρόσκαιρα υψηλότερα οφέλη στους φορείς αλλά αδυνατεί να διασφαλίσει την διαρκή τους κερδοφορία σε επαναλαμβανόμενα παίγνια, υπάρχει δυνατότητα εμφάνισης τοπικών ESS τα οποία να δημιουργούν τοπικές σταθερές καταστάσεις ακόμη και αν η γενική κατάσταση του πληθυσμού δεν μπορεί να διασφαλίσει τέτοιες;

Αυτό το ερώτημα θα επιχειρήσουμε να απαντήσουμε με την εφαρμογή μας. Εξάλλου τα ESS σχετίζονται και με την διάσταση του χρόνου που απαιτείται για να εμφανισθούν και να καθιερωθούν. Με την έννοια αυτή αφορούν είδη και συνολικούς πληθυσμούς που με μηχανισμούς επιλογής εξελίσσονται ή εξαφανίζονται.
Θα ήταν ενδιαφέρον να συγκρίνουμε πειράματα με ESS με άλλα τα οποία επιλέγουμε στο μοντέλο μας προκειμένου να έχουμε συγκριτικά αποτελέσματα. Όμως το θέμα αυτό θα το εξετάσουμε στα αναφερόμενα στην προϋπόθεση για τις δυνατότητες του μοντέλου να εξετάζει πειραματικά το σύστημά μας.

Γ.2.2.1.5. *ΟΙ ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ- ΜΙΑ ΟΠΤΙΚΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ*

Η οπτική της επιστήμης των υπολογιστών προσφέρει ένα σύνολο χρήσιμων ιδεών για την αντιμετώπιση του προηγούμενου ερωτήματος και εργαλεία για τη δυνατότητα υπολογισμού και περιγραφής των καταστάσεων που προκύπτουν από την εμφάνιση ESS.
Μέχρι τώρα το κύριο ενδιαφέρον στην εξελικτική θεωρία παιγνίων ήταν η κατανόηση των δυναμικών των εξελικτικών παιγνίων με χρήση μαθηματικών τεχνικών. Η επιστήμη των υπολογιστών συμπλήρωσε το πεδίο με ένα συμπληρωματικό ενδιαφέρον, το οποίο συνίσταται στον ακριβή χαρακτηρισμό της υπολογιστικής πολυπλοκότητας της σύγκλισης προς σταθερές καταστάσεις τέτοιων παιγνίων. Με τον τρόπο αυτό έθεσε ερωτήματα αναφορικά με την μακροχρόνια συστημική συμπεριφορά που εμφανίζουν τέτοια παίγνια καθώς και τον υπολογισμό της δομής και των ιδιοτήτων που εμφανίζονται στα σημεία ισορροπίας. Η προσέγγιση αυτή, αλγοριθμική στο χαρακτήρα της, μελετά τους σχεδιαστικούς κανόνες της αυτοοργάνωσης και λειτουργεί συμπληρωματικά στην προγενέστερη, πειραματική στη μέθοδο και βασισμένη στην προσομοίωση, προσέγγιση [Spirakis G.P,2004]. .

Προκειμένου να δημιουργηθεί ένα οπλοστάσιο ιδεών που να λαμβάνουν υπόψη τις δυναμικές που εξελίσσονται σε συστημικό επίπεδο, έγινε εισαγωγή εννοιών αναφορικά με την κατάσταση του συνολικού συστήματος. Αυτή η εισαγωγή νέων ιδεών συλλαμβάνει πληρέστερα την ιδέα της αλληλεπίδρασης μέρους – όλου.
Θέτει δηλαδή την επιπλέον συνθήκη ότι η έκβαση της αλληλεπίδρασης δεν καθορίζεται μόνο από τις επιδιώξεις, τις στρατηγικές και τα οφέλη των παικτών, αλλά στην έκβαση αυτή συμμετέχει το συνολικό σύστημα, το οποίο ορίζει σχέσεις και περιορισμούς. Σχηματικά σε ένα τέτοιο σύστημα η ιδιότητα rationality εμφανίζεται επιπλέον σε επίπεδο συστήματος και όχι μόνο στο επίπεδο των φορέων.
Η μελέτη της μακροχρόνιας συστημικής συμπεριφοράς συνίσταται στην έρευνα της διαδρομής την οποία το σύστημα ακολουθεί και στη μελέτη των συμπεριφορών που αναδύονται από τη διαδικασία αυτή.
Και για την μελέτη αυτή απαιτούνται έννοιες και μεταφορές ικανές να συλλάβουν τη συστημική μεταβολή.

Τέτοια μεταφορά αποτελεί η ιδέα της «ευτυχίας» του συστήματος από εξελικτικά ή άλλα παίγνια όπου οι παίκτες λειτουργώντας τοπικά ενδιαφέρονται να μεγιστοποιήσουν τη δική τους «ευτυχία» δηλαδή τα προκύπτοντα από τις στρατηγικές τους οφέλη.

Τέτοιο μέτρο επίσης παρέχει η έννοια **του κοινωνικού κόστους** του συστήματος, το οποίο μετριέται πάνω από όλα τα σημεία ισορροπίας.
Ο ορισμός του κοινωνικού κόστους επομένως αναφέρεται
« στις τιμές της απόδοσης του συστήματος στα σημεία ισορροπίας. Στη συνέχεια μπορούμε να λάβουμε την μέγιστη την ελάχιστη ή την μέση αυτών».Αντιστοίχως περιγράφεται ως **Social Optimum** μια φανταστική κατάσταση που αποδίδει βέλτιστες τέτοιες τιμές [Spirakis G.P,2004].
Ο λόγος του Social Cost/ Opt μετράει τη «δυστυχία» του συστήματος εξαιτίας της οπορτουνιστικής συμπεριφοράς. Έχει επινοηθεί από τους Kousoupias & Papadimitriou (1999)

Στη συνέχεια θα εξηγήσουμε συνοπτικά την προσαρμογή της μεταφοράς της «ευτυχίας» του συστήματος στο μοντέλο μας καθώς και την προσαρμογή της ιδέας του evolutionary Game Theory στην εξέλιξη και πλοκή του συστήματος μας.

Σε σχέση με την κατανόηση της ιδέας της «ευτυχίας» του συστήματος στην περίπτωσή μας, ισχύει ότι το συνολικό σύστημα, που αποτελείται από φορείς, πόρους και χώρο, καταλύεται ή μετατρέπεται σε κάτι μη αντιληπτό και εξελίξιμο εάν τα στοιχεία αυτά πάψουν να υπάρχουν ή οι αλληλεπιδράσεις τους δεν είναι τόσο έντονες και πυκνές ώστε το σύστημα να είναι ικανό να διατηρεί την ταυτότητά του.
Με την επιλογή καταστάσεων ανταγωνισμού και συνεργασίας, με λύσεις κλειδωμένες σε μη ικανοποιητικά αποτελέσματα, οι επιπτώσεις είναι δραματικές για τον πληθυσμό των φορέων αλλά ταυτόχρονα και για την εξέλιξη του συστήματος. Αυτή η εξέλιξη πιέζει για την ανάδυση νέων εσοχών, που εκφράζουν την προσαρμογή του σε μια κατάσταση κινδύνου, αλλά εκφράζουν επίσης και τη μόνη δυνατότητα που υπάρχει σε συστημικό επίπεδο, με βάση την οποία οι εσοχές που δημιουργούνται και οι αλληλεπιδράσεις που παράγονται να αφορούν τα συνθετικά στοιχεία του συστήματος λόγω της έλλειψης ευκαιριών εμφάνισης ντετερμινισμών. Αυτή η ιδέα θυμίζει έντονα την ανάλυση που διατύπωσε σε κοινωνιολογικό επίπεδο ο Park αλλά και τη βασική λογική στην ανάλυση που έκανε ο Smith.
Το μοντέλο μας δεν επιλέγει την διερεύνηση αυτών των συμπεριφορών με μαθηματικές τεχνικές. Αντιθέτως, επειδή θεωρούμε ότι επεξεργαζόμαστε μια ιδέα ισορροπίας με ιδιάζουσες ιδιότητες, θα το μελετήσουμε με πολύ απλές μεθόδους προσομοίωσης. Είναι όμως ενδιαφέρον μελλοντικά να εξετασθεί η σχέση της συμπεριφοράς του συστήματός μας με την μαθηματική μοντελοποίηση που αποδίδει τις ως άνω έννοιες.

Γ.2.3 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 3: ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Στην παράγραφο 1 αυτής της ενότητας αναφέρθηκαν επιγραμματικά οι αυτοοργανούμενες διαδικασίες που θα μας επέτρεπαν να χαρακτηρίσουμε ένα στοιχειώδες σύστημα στοιχείων σε εν δυνάμει μόρφωμα κοινωνικού σχηματισμού. Επιπλέον όμως μας ενδιαφέρει να διερευνήσουμε εάν αυτή η αναδυτική διαδικασία επέρχεται με μηχανισμό που βασίζεται στις ιδιότητες και τους μηχανισμούς που ορίζει ο Holland όπως εκτέθηκαν στο Μέρος 2. Αυτοί οι μηχανισμοί υπενθυμίζεται ότι είναι η ομαδοποίηση- συνάθροιση, η σήμανση, η μη γραμμικότητα, η ροή, η ποικιλότητα, οι εσωτερικοί μηχανισμοί και τα δομικά στοιχεία.

Ένα πολύ σημαντικό μεθοδολογικό πρόβλημα αποτελεί ο χαρακτηρισμός των φορέων σε σχέση με τα λοιπά δομικά στοιχεία. Για παράδειγμα σε καθεστώς οικοσυστήματος διακρίνουμε πολλά είδη φορέων (αρπακτικά και θηράματα- ρόλους και μέλη ανταγωνιστικών ομάδων. Αυτό μας φέρνει αντιμέτωπους με το πρόβλημα ομογενοποίησης των φορέων.

Επομένως το μοντέλο πρέπει να ορίζει τα είδη των φορέων αλλά και τα χαρακτηριστικά τους. Επίσης πρέπει να ορίζει τα είδη των στοιχείων του περιβάλλοντος.

Θεωρητικά απαιτείται να επιτρέπουμε ετερογενές περιβάλλον πόρων στο βαθμό που επιτρέπουμε ετερογενές περιβάλλον από agents.
Με την ίδια επομένως έννοια meta –agent αναγνωρίζουμε και meta- environment.

Αναφορικά με τους κανόνες που θα χρησιμοποιηθούν απαιτείται:

- Στο επίπεδο του φορέα το μοντέλο μας να είναι εξοπλισμένο με κανόνες απόκρισης - συμπεριφοράς (Stimulus – Response).

- Οι κανόνες που αποτελούν τον εσωτερικό μηχανισμό των agents πρέπει να είναι απλοί. Το μοντέλο δηλαδή πρέπει να αναζητά τους απλούστερους δυνατούς κανόνες που απαιτούνται για την περιγραφή ενός ΠΠΣ.

- Ο εσωτερικός μηχανισμός των agents πρέπει να χαρακτηρίζεται από διάφορα επίπεδα μνήμης.

- Ο εσωτερικός μηχανισμός επίσης πρέπει να διαθέτει ικανότητα facilitation και imitation. Αυτές οι δυο τελευταίες ιδιότητες πρέπει να χρησιμοποιηθούν πειραματικά για να διαπιστωθεί ο βαθμός που οι εσωτερικοί κανόνες επηρεάζουν τα φαινόμενα ανάδυσης.

Στο επίπεδο του περιβάλλοντος μας ενδιαφέρει πρωτίστως η δημιουργία meta-environment σαν αποτέλεσμα της δράσης των agents. Αυτό σημαίνει ότι από την τοπική αλληλεπίδραση των agents προκύπτουν καταστάσεις όπως τεχνουργήματα τα οποία δεν είναι απλά παθητικά στοιχεία του περιβάλλοντος αλλά αλληλεπιδρούν με τους agents με την ίδια λογική που ένα άτομο αλληλεπιδρά με ένα όχημα. Η διατύπωση αυτή είναι η συνθήκη των εσωτερικών μοντέλων και των δομικών στοιχείων του Holland.

Γ.2.4 *ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ 4: ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ*

Αυτό σημαίνει ότι πέραν της εφαρμογής μεθοδολογικών κανόνων σχεδιασμού, να διαθέτει δυνατότητα αφενός εμπειρικής επαλήθευσης (external validation) και αφετέρου σύγκρισης με θεωρητικά υποδείγματα ανάλυσης (α' επίπεδο domain validity) του κοινωνικού φαινομένου που μοντελοποιούμε.

Η εμπειρική επαλήθευση μπορεί να προκύψει από συσχέτιση με εμπειρικά δεδομένα ή την μοντελοποίηση μιας παρόμοιας κατάστασης σε πραγματικές συνθήκες.

Η θεωρητική συνάφεια μπορεί να προκύψει από τη συσχέτιση με τα θεωρητικά συμπεράσματα μιας συγκεκριμένης θεωρίας ή θέσης.
Στο σημείο αυτό θα εμβαθύνουμε λίγο περισσότερο. Αυτή η εμβάθυνση θα απαιτήσει την συσχέτιση των θεμελιωδών ευρημάτων του μοντέλου μας με θεωρητικές κατασκευές προερχόμενες από την κοινωνιολογία και την οικονομική επιστήμη. Δεδομένου δε, ότι έχουμε σκόπιμα επιλέξει ένα απλό μοντέλο, δηλαδή μια τοπολογία σχέσεων που δεν ενσωματώνει σύνθετα και πολύπλοκα χαρακτηριστικά, το μοντέλο μας με αυτή την τοποθέτησή του δεν μπορεί εν δυνάμει να ερμηνεύσει δυναμικές στις οποίες κατακυριαρχεί η λεπτομέρεια.
Αυτό σημαίνει ότι τα ευρήματά του μπορούν να συσχετισθούν μόνο με ορισμένες θεμελιακές θεωρητικές προτάσεις οι οποίες επίσης δεν καθορίζονται από την λεπτομερή περιγραφή μιας κοινωνικής ή οικονομικής πραγματικότητας. Γιατί όμως πρέπει να

θέσουμε ως στόχο της έρευνάς μας τη συσχέτιση ευρημάτων του μοντέλου με θεωρητικά σχήματα; Και επιπλέον ποια είναι αυτά τα θεωρητικά σχήματα;

Η κοινωνική οργάνωση αποτελεί ένα πολύπλοκο σύστημα σχέσεων και αυτή ακριβώς η πολυπλοκότητά της δημιουργεί προβλήματα στην ανάλυση και ερμηνεία των φαινομένων που παράγει. Αυτή η πολυπλοκότητα έγινε αντιληπτή από τις απαρχές των κοινωνικών επιστημών.

Τα δε εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν διακρίθηκαν εξαρχής σε θεωρητικά υποδείγματα, μεθόδους συλλογής στοιχείων και μεθόδους επεξεργασίας των στοιχείων αυτών. Πάντοτε τα εργαλεία συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν για να ελέγξουν μια θεωρητική πρόταση.

Εκ των πραγμάτων η μεθοδολογία της προσομοίωσης και ειδικότερα η περιοχή των Agent Based Models στην οποία και εντάσσεται το μοντέλο που κατασκευάζουμε, πρέπει, με βάση το προηγούμενο σκεπτικό, να καταταγεί στα εργαλεία επεξεργασίας. Είδαμε μάλιστα στην παράθεση των θέσεων των κοινωνικών επιστημόνων που εκτέθηκε στο μέρος Β ότι, ανάμεσα τους. εμφανίζεται ποικιλία απόψεων για τον ρόλο που πρέπει να θέσουμε στη μεθοδολογία της προσομοίωσης, αναφορικά με το κατά πόσο πρέπει η μεθοδολογία αυτή να αποδίδει να κατασκευές αναπαράστασης της κοινωνικής δυναμικής ή θεμελιώσεων για τα κοινωνικά φαινόμενα.

Είδαμε επίσης ότι η πρόοδος στην κατανόηση και ερμηνεία των φαινομένων της πολυπλοκότητας παρείχε στην επιστημονική σκέψη και μεθοδολογία τη δυνατότητα να αντιληφθεί πως κάθε σύνθετο φαινόμενο που διερευνά μπορεί ή και πρέπει να θεωρείται ως σύστημα πολλές φορές μάλιστα ως πολύπλοκο προσαρμοζόμενο σύστημα που από τη φύση του ως τέτοιο διαθέτει ορισμένες ιδιότητες.

Έτσι λοιπόν επιλέξαμε ως μεθοδολογία το σχηματισμό ενός συστήματος προσομοιωτικά, χωρίς αρχικά να θέσουμε οποιοδήποτε χαρακτηριστικό θα το εκλάμβανε σαν φαινόμενο με κοινωνικά χαρακτηριστικά. Με τον τρόπο αυτό επιχειρούμε να διερευνήσουμε εάν η ιδιότητες ενός συστήματος το οποίο αποτελείται από φορείς στοιχεία και χώρο μέσα από τη διαδρομή της εξέλιξής του θα αποκτήσει νέα χαρακτηριστικά και νέες ιδιότητες, τέτοιας φύσεως ώστε να το αναγνωρίζουμε σαν κοινωνικό φαινόμενο.

Επειδή όμως στην παρούσα έρευνά μας το ενδιαφέρον μας δεν προσανατολίζεται στην ανάδυση περισσότερο πολύπλοκων κοινωνικών ιδιοτήτων αλλά συνειδητά μας ενδιαφέρει η απλότητα των συστημικών σχέσεων, αυτό το πρόπλασμα που κατασκευάσαμε θα πρέπει τελικά να αποκτήσει ιδιότητες που μόνο η θεωρία των κοινωνικών επιστημών προτείνει, για να καταστεί δυνατό να αποδειχθεί ότι η πορεία ενός συστήματος αφηρημένων όντων που μάχονται για πόρους και επιβίωση σε ένα συγκεκριμένο χώρο οδηγεί σε ένα σύστημα το οποίο εμφανίζει ιδιότητες κοινωνικής οργάνωσης.

Ταυτόχρονα η εργασία μας επιχειρεί να αποδείξει ότι ένας πληθυσμός ομοειδών φορέων, ενώ ικανοποιεί ως σύνολο τις προϋποθέσεις για την εμφάνιση και ανάπτυξη ενός συστήματος δεν ικανοποιεί κατ' ανάγκη και τις προϋποθέσεις για την εμφάνιση ενός κοινωνικού δικτύου ή συνόλου.

Μόνο η εμφάνιση συμπαγών σχέσεων στον πληθυσμό μπορεί να οδηγήσει στην ανάδυση σταθερών δομών. Το σύστημά όμως αντιμετωπίζει την πιθανότητα να αναπτυχθεί προς διαδρομές χάους. Στην προκειμένη περίπτωση μια κατάσταση χάους θα οδηγήσει στην πλήρη εξαφάνιση του πληθυσμού.

Αντιθέτως η ανάδυση μιας κατάστασης τάξης θα συνδέεται πάντα με την βιωσιμότητα ενός αριθμού φορέων. Άρα από το σύστημά μας ενδέχεται να προκύψουν περιοχές τάξης και περιοχές χάους. Εάν οι περιοχές τάξης αποδειχθούν ανθεκτικές, αφενός το σύστημά μας συνολικά θα επιβιώνει και αφετέρου, αυτές οι περιοχές τάξης θα πρέπει να διαθέτουν μια δομική σταθερότητα. Αυτή η δομική σταθερότητα πρέπει να εμφανίζει ιδιότητες που εμπίπτουν στην αρμοδιότητα της θεωρίας των κοινωνικών επιστημών και των οικονομικών θεωρητικών

υποδειγμάτων. Με τη σειρά τους αυτές οι ιδιότητες θα ήταν τόσο σύνθετες ή τόσο θεμελιώδεις, ανάλογα με τις αρχικές συνθήκες του μοντέλου διερεύνησής τους.

Θεωρούμε ότι το μοντέλο μας πρέπει να ελεγχθεί με βάση τις ακόλουθες θεωρητικές θέσεις για τις ιδιότητες που εμφανίζουν τα κοινωνικά συστήματα και η εμφάνιση ομάδων και κοινωνικών οργανώσεων. Ξεκινούμε από τη διερεύνηση σε συστημικό επίπεδο, ενώ στη συνέχεια εξετάζουμε τον τρόπο εμφάνισης των κοινωνικών οντοτήτων και την διαμόρφωση ομάδων.

- τη θεωρητική πρόταση ότι το κοινωνικό σύνολο αποτελεί ένα σύστημα το οποίο χαρακτηρίζεται από την κυρίαρχη ιδιότητα της αναπαραγωγής της πληροφορίας. Την θέση αυτή όπως είναι γνωστό υποστηρίζει η θεωρητική πρόταση του Luchmann.

- Την εμφάνιση κοινωνικών οντοτήτων σε συνδυασμό με τον έλεγχο της υπόθεσης ότι πληθυσμός και κοινωνικό σύνολο συμπίπτουν.

- Τον έλεγχο του μοντέλου μας με βάση την θεωρητική πρόταση του Simel αναφορικά με την οριοθέτηση της ομάδας .

Τέλος ελέγχουμε εμπειρικά το μοντέλο μας με βάση ένα οικονομικό υπόδειγμα για την ανάπτυξη των οικονομικών σχέσεων όπως αυτές διαμορφώθηκαν για να επιτευχθεί η διαχείριση πόρων οι οποίοι βρίσκονταν πάντα σε κατάσταση γενικευμένης σπανιότητας. Με το οικονομικό αυτό μοντέλο το οποίο ανέπτυξε ο οικονομολόγος Douglas North, μελετήθηκε το καθεστώς ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων το οποίο ανέπτυξαν επιμέρους κοινωνικές ομάδες και μέσω αυτών μελετήθηκε η ανάπτυξη των κοινωνικών ομάδων σε σχέση με τις οικονομικές παραμέτρους και δυναμικές.

Γ.2.4.1 *ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΩΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ*

Αυτή η θεωρητική προσέγγιση αποτελεί μια ερμηνεία βασισμένη σε συστημικό υπόβαθρο και αποτυπώνεται στο έργο του N.Luchmann(1986), (1990) (1995) ο οποίος προσπάθησε να αναπτύξει μια κοινωνική θεωρία με μεγάλο βαθμό αφαίρεσης ώστε να μπορέσει να περιγράψει τα κοινωνικά φαινόμενα παρακάμπτοντας τον ρόλο που διαδραματίζουν τα κοινωνικά υποκείμενα. Το έργο του παρουσιάστηκε σε ολοκληρωμένη μορφή το 1984 και επεξεργαζόταν μια νέα εκδοχή συστημικής θεωρίας βασισμένη στις θεωρητικές αρχές των αυτοποιητικών συστημάτων, αρχές που αποτελούσαν το θεωρητικό εύρημα των H.Maturana & F. Varela (1980,), (1982).
Η γενική θέση των συγγραφέων αυτών ήταν ότι αυτό που διακρίνει ένα ζωντανό σύστημα από ένα νεκρό είναι η ικανότητά του να αναπαράγει τα στοιχεία του ενώ κατορθώνει και διατηρεί μια οργάνωση των στοιχείων αυτών τα οποία είναι χαρακτηριστικά για το σύστημα αυτό. Για το λόγο αυτό μπορούμε να κατανοούμε τέτοια συστήματα εστιάζοντας στην διαδικασία αυτό- αναπαραγωγής και αυτό- οργάνωσης των συστημάτων αυτών. Την διαδικασία αυτή ονόμασαν αυτοποίηση.
Ένα τέτοιο σύστημα ακόμη και αν είναι κλειστό μπορεί να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του.

Ο Luchmann υιοθετεί αυτή την θεωρητική πρόταση και την ενσωματώνει στη δική του θεωρητική κατασκευή εισάγοντας την θεωρητική έννοια του νοήματος (meaning), η οποία δεν συναρτάται με κάποιο ειδικό τύπο συστήματος αλλά σχετίζεται με την επιλεκτικότητα που αποτελεί ένα μηχανισμό αναπαραγωγής του συστήματος.
Ο Luchmann επιβεβαίωσε την ύπαρξη δυο κατηγοριών συστημάτων αφενός των φυσικών, στα οποία η βασική του θέση περί νοήματος παίρνει το χαρακτήρα ενός ανώτερου διανοητικού σχεδίου το οποίο αποτελεί το μηχανισμό αναπαραγωγής και

αφετέρου των κοινωνικών, όπου η αντίστοιχη δυναμική αναπαραγωγής είναι η επικοινωνία.

Η θεωρία του Lehmann δέχθηκε πολλές κριτικές από τις πρώτες κιόλας εκδοχές της μέχρι σήμερα. Μια περισσότερο γενική τοποθέτηση αυτών των κριτικών αποτελεί η αναγνώριση δυο βασικών προβλημάτων[Viskovatoff A.,1999].

Το πρώτο σχετίζεται με την ασάφεια που χαρακτηρίζει το καθεστώς στο οποίο υπόκειται η θεωρία του. Η θεωρητική του στρατηγική τον οδήγησε σε μια αντί-ρεαλιστική τοποθέτηση όχι μόνο αναφορικά με τις κοινωνικές οντότητες αλλά επιπροσθέτως και με τις φυσικές.

Το δεύτερο προκύπτει από το γεγονός ότι η θεωρία του λειτουργεί σε ένα αφηρημένο νοητό κόσμο και εξαιτίας αυτού του λόγου δεν είναι σαφές πως οι ιδέες του σχετίζονται με προσδιορισμένες άρα και αναγνωρίσιμες εμπειρικά οντότητες. Αυτό το πρόβλημα έχει επιπτώσεις στη διασύνδεση της θεωρίας του με συγγενείς εμπειρικές επιστήμες ή άλλως με το εμπειρικό περιεχόμενο επιστημών όπως η ψυχολογία, η κοινωνική ψυχολογία, η βιολογία κλπ.

Η θεωρία του Lehmann θέτει τα κοινωνικά συστήματα σε μια κατάσταση με βάση την οποία, εξ ορισμού αναπαράγουν τα χαρακτηριστικά τους τα οποία είναι επικοινωνίες. Εξαιτίας αυτής της κατάστασης η θεωρία του δεν έχει την ανάγκη να εξετάσει τον ρόλο που παίζουν τα άτομα σε αυτή την εξέλιξη. Κατά τον Lehmann εάν ένα κοινωνικό σύστημα έπαυε να αναπαράγει τις επικοινωνίες του , θα κατέληγε στην ανυπαρξία. Αυτή την ιδέα την επεξεργάζεται με σύνθετες προσεγγίσεις οι οποίες καθορίζουν ότι η παραγωγή της επικοινωνίας του κοινωνικού συστήματος δεν μπορεί να αναχθεί σε δραστηριότητες ενός φυσικού συστήματος ή συνάθροιση τέτοιων δραστηριοτήτων, άρα δεν μπορεί να αναχθεί στον ρόλο των ατομικών υποκειμένων και τη δράση που αναπτύσσουν. Έτσι η εξέλιξη των επικοινωνιών σε ένα κοινωνικό σύστημα αποκτά αυτοαναφορικό χαρακτήρα και η αυτοαναπαραγωγή της προϋποθέτει ένα πομπό και ένα δέκτη που με άλλη διατύπωση συνεπάγεται να αποστέλλεται και να λαμβάνεται.

Άρα οι προσδιοριστικοί παράγοντες του περιεχομένου της επικοινωνίας είναι πάντοτε απρόβλεπτοι σε σχέση με την παρούσα κατάσταση του συστήματος. Σε αυτή τη λογική του απρόβλεπτου εντάσσονται οι επικοινωνίες που έχουν προηγηθεί, οι οποίες είναι το αποτέλεσμα της δυναμικής διαδικασίας εξέλιξης και αναπαραγωγής τους και δεν μπορεί ως εκ τούτου να αποδίδονται σε συγκεκριμένα ειδικά χαρακτηριστικά των επιμέρους φυσικών συστημάτων.

Ο Luchmann υιοθέτησε την θεώρηση των Maturana & Varela σχετικά με το πώς δουλεύει ένα κύτταρο και την ανήγαγε σε ένα πρωτότυπο για την κατασκευή της θεωρίας του. Αντικατέστησε την δυναμική με την οποία τα μόρια παράγουν άλλα μόρια σε μια κυκλική διαδικασία με μια διαδικασία με την οποία οι πληροφορίες παράγουν πληροφορίες. Με τον τρόπο αυτό υιοθέτησε δυο προσλήψεις συστημάτων που η ίδια η δυναμική τους δεν απαιτεί, προκειμένου να ερμηνευθεί, ανάγκη οποιουδήποτε μέσου ή άλλων δυναμικών.

Ο Viskovatoff (1999) θέτει αναφορικά με την θεωρία του Lehmann το μεθοδολογικό ερώτημα του κατά πόσο, ενώ έχει ισοδύναμο νόημα να θεωρούμε την επικοινωνία που παράγεται από την αλληλεπίδραση μιας ομάδας εκλαμβανόμενης ως αναδυόμενη οντότητα, με την επικοινωνία που παράγεται από επιμέρους άτομα, ισχύει το ίδιο και για το «νόημα» το ίδιο.

Ο Schimank (1985) (1991),προβάλει τον ισχυρισμό ότι είναι αμφίβολο κατά πόσο η θεωρία μπορεί να εξηγήσει την κοινωνική μεταβολή που αποτελεί και μια αντίφαση ανάμεσα στο αρχικό ενδιαφέρον του Lehmann και την μετέπειτα οριοθέτηση της κοινωνικής του θεωρίας.

Ο Luchmann με την θεωρία του ξεκινά από το επίπεδο της περισσότερο γενικής διαθέσιμη θεωρίας, τη συστημική θεωρία την οποία μετασχηματίζει σε μια θεωρία ερμηνείας του κοινωνικού επιστητού, όπου απαιτούνται προκειμένου να λειτουργεί αυτή η θεωρία οι ίδιες προϋποθέσεις γενίκευσης. Η γενίκευση όμως επέρχεται με δυο διαθέσιμους δρόμους όπου ο ένας συνίσταται στην συστημική θεωρία και ο άλλος στις

εμπειρικές επιστήμες οι οποίες δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στις μονάδες και τα τμήματα αλλά με ιδιαίτερη σημασία στις σχέσεις που αναπτύσσουν.

Ο ρόλος της θεωρίας συστημάτων είναι να προσπαθεί να εντοπίσει αναλογίες ανάμεσα στα σύνορα επιστημονικών αρχών και αυτές οι αναλογίες να οδηγούν σε μοντέλα, τα οποία να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από επιμέρους εμπειρικές επιστήμες.

Ο Viskonatoff τονίζει με έμφαση ότι δεν έχει νόημα να λέμε ότι υπάρχουν συστήματα (όπως προτείνει ο Luchmann) , χωρίς ειδική μνεία σε ποια συστήματα αναφερόμαστε, όπως επίσης δεν έχει νόημα να αναφερόμαστε γενικά σε Ευκλείδεια επίπεδα. Επομένως, προκειμένου μια θεωρία να αποτελεί κατάλληλη επιστημονική ερμηνεία, πρέπει να έχει όχι μόνο την ικανότητα να περιγράφει ένα κοινωνικό πεδίο λέγοντας ότι αποτελείται από επικοινωνίες αλλά επίσης να μπορεί να ερμηνεύει πως αυτές οι επικοινωνίες επέρχονται . Με εξαίρεση την περίπτωση μιας ακραίας συμπεριφορικής προσαρμογής, το γεγονός ότι όταν παρατηρούμε σαφώς σταθερά μοτίβα έλλογης ή με πρόθεση συμπεριφοράς, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι, στην μελέτη μας για την ανθρώπινη συμπεριφορά είναι επιτρεπτό αλλά ενδεχομένως και αναπόφευκτο να χρησιμοποιήσουμε ένα επιπλέον επίπεδο ανάλυσης εκτός αυτού που αναφέρεται σε επιμέρους φαινόμενα ή φυσικά φαινόμενα. Ένα τέτοιο επιπλέον επίπεδο είναι συναφές με το «νόημα» του Luchmann. Εντούτοις σε αντίθεση με τον Lehmann δεν βλέπουμε τον λόγο για τον οποίο η αποδοχή ενός τέτοιου επιπέδου συνεπάγεται την απόρριψη ενός άλλου. [Viskonatoff,1999].

Αυτή η προηγούμενη θεώρηση μας επιτρέπει να υποθέσουμε έναν περισσότερο πολύπλοκο κόσμο τόσο σε επίπεδο συστήματος όσο και σε επίπεδο αναπαραγόμενων στοιχείων. Αν η επικοινωνία είναι το κρίσιμο στοιχείο που μελετούμε πρέπει να υποθέσουμε ότι η εξέλιξή της δεν συνιστά μια απλή αναπαραγωγή χωρίς σταδιακή εισαγωγή πολυπλοκότητας στο ίδιο το στοιχείο της επικοινωνίας. Ταυτόχρονα εάν η ερμηνευτική αξία της αναπαραγωγής της επικοινωνίας είναι το σύστημα, δύσκολα θα μπορούσαμε να φανταστούμε την εξέλιξή του χωρίς αύξουσα ενσωμάτωση πολυπλοκότητας. Χωρίς ένα μέτρο που να αντανακλά τον βαθμό μεταβολής της πολυπλοκότητας στην επικοινωνία μπορούμε απλά να διακρίνουμε εάν ένα σύστημα είναι ζωντανό ή νεκρό. Εάν όμως υιοθετήσουμε ένα τέτοιο μέτρο δεν μπορούμε να φαντασθούμε πως θα εκφραζόταν χωρίς αναφορά στα οχήματα μεταφοράς της πληροφορίας. Και αυτά τα οχήματα είναι επίσης σύνθετα συστήματα.

Τέτοια είναι τα άτομα, οι σχέσεις και οι δομές που δημιουργούν έστω και αν το πράττουν στοιχειακά. Άρα δεν θα ήταν δυνατόν να διαπιστώσουμε αναπαραγωγή της πληροφορίας σε επίπεδο συστήματος χωρίς μεταβολές στη συμπεριφορά των ατόμων.

Παρόμοιες παρατηρήσεις ισχύουν και για τη διασύνδεση των κοινωνικών συστημάτων με τα φυσικά. Πολύ περισσότερο δε αν πρέπει να απαντήσουμε στην ερώτηση του κατά πόσο πρέπει να αναφερόμαστε σε ένα κοινωνικό σύστημα η πολλά. Και αν ισχύει το δεύτερο ποιο στοιχείο ακριβώς καθιστά τα πολλά να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Αν και πάλι το στοιχείο αυτό είναι η επικοινωνία τότε μπορούμε να προβούμε σε διακρίσεις της που ενσωματώνουν διαφορετικό βαθμό συσσώρευσης της πολυπλοκότητας ή όχι;

Η εργασία μας δεν αποσκοπεί στην κριτική τοποθέτηση έναντι της θεωρίας του Luchmann. Αντιθέτως την προσλαμβάνει σαν μεταφορά ερμηνείας σε ένα υψηλότερο επίπεδο, δεδομένου ότι επιχειρούμε την σκιαγράφηση ενός συστήματος με πρόθεση να διερευνήσουμε εάν αυτό το σύστημα στην πορεία της εξέλιξής του θα ενσωματώσει πολυπλοκότητα καθώς και να χρησιμοποιήσουμε κάποιες έννοιες ή ευρήματα που να αποτελούν μέτρο αυτής της πολυπλοκότητας που εισάγεται.

Ένα τέτοιο απλό μέτρο είναι η εξέλιξη του συστήματος από διαδρομές που το οδηγούν στην εξαφάνιση. Θα μπορούσε όμως και αυτή την κατάσταση να την ορίσουμε σαν μια διαδικασία ή δυναμική, που αντί να εξαφανίζει το σύστημα, να το υπαγάγει σε μια κατώτερη βαθμίδα. Αυτή η κατώτερη βαθμίδα θα ήταν ίσως μια αφαίρεση πολυπλοκότητας. Δεν είμαστε όμως σε θέση να ορίσουμε ποια από τις δυο αυτές

οπτικές είναι περισσότερο ή λιγότερο αληθής. Αυτός ο ορισμός αποτελεί αρμοδιότητα της θεωρίας και εκφεύγει από την εμβέλεια της εργασίας μας.
Παρόλα αυτά θα μπορούσαμε στα περιορισμένα όρια αυτής της εργασίας να δοκιμάσουμε τρόπους που η επικοινωνία με όλη τη ασάφεια γενίκευσης με την οποία ορίζεται από τον Luchmann θα μπορούσε να γίνει αντιληπτή στο μοντέλο μας. Δηλαδή μελετώντας την εξέλιξη του συστήματος να θεωρήσουμε ότι υπάρχει ένα σημείο της εξέλιξης αυτής που καθορίζει ότι το σύστημά μας αποκτά χαρακτηριστικά κοινωνικού σχηματισμού. Από το σημείο αυτό και μετά θα έπρεπε να διαπιστώσουμε την λειτουργία επικοινωνιών στο σύστημα μας.

Αν τελικά διαπιστώσουμε την ύπαρξη ενός τέτοιου σημείου μπορούμε να εξετάσουμε το καθεστώς πολυπλοκότητας που συνδέει την εξέλιξη επικοινωνιών και την περαιτέρω εξέλιξη του συστήματος. Για να γίνουμε πρακτικότεροι εάν σαν στόχο θέταμε να κατασκευάσουμε στον τεχνητό μας κόσμο ένα σύστημα όπως ορίζεται από τον Lehmann και την αυτοποιητική πλατφόρμα που εμπεριέχει θα έπρεπε να δεχθούμε αρχικά ως υπόθεση ότι πρέπει με τα εργαλεία που μας εφοδιάζει η θεωρία αυτή να είμαστε σε θέση να διακρίνουμε εάν το σύστημα αυτό εμπίπτει στην κατηγορία φυσικό ή κοινωνικό σύστημα. Κριτήριό μας θα ήταν η αναπαραγωγή του στοιχείου που το καθορίζει σαν τέτοιο. Το πρώτο πρόβλημα που θα αντιμετωπίζαμε με αυτήν την προσέγγιση θα ήταν η ίδια η διαπίστωση ότι το σύστημά μας μπορεί και πρέπει να αναλυθεί σε συνθετικά μέρη τα οποία δεν έχουν τον χαρακτήρα στοιχείων του συστήματος αλλά αποτελούν άλλα συστήματα. Σύστημα για παράδειγμα αποτελεί ένας φορέας όπως τον έχουμε ορίσει. Σύστημα επίσης αποτελεί και μια μονάδα πόρου. Σύστημα αποτελεί ο συνδυασμός της φυσικής θέσης ενός φορέα ή πόρου που αναφέρεται στο συνδυασμό περιβάλλοντος και φορέα ή πόρου. Η θεωρητική κατασκευή Lehmann δεν μας διαφωτίζει ιδιαίτερα στο πώς να χαρακτηρίσουμε αυτήν την κατάσταση η οποία αν και απλή είναι ήδη πολύπλοκη. Αν κατορθώναμε παρόλα αυτά να ορίσουμε το συνολικό σύστημα θα έπρεπε να προσπαθήσουμε να διακρίνουμε το συστατικό μέρος που αναπαράγεται.

Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι ενώ εν δυνάμει αναπαράγονται τόσο οι πόροι όσο και οι φορείς, στην πραγματικότητα το στοιχείο που αναπαράγεται είναι η αλληλεπίδραση ανάμεσά τους.
Αυτό συμβαίνει γιατί οι μεν πόροι δεν αναπαράγονται χωρίς την κατανάλωσή τους οι δε φορείς αναπαράγονται μόνο μέσω των πόρων. Αναπαράγονται επίσης και οι συνδυασμοί θέσεων πόρων και φορέων. Σε ένα δεύτερο ανώτερο επίπεδο αναπαράγονται και οι φορείς με την προϋπόθεση ότι εξελίσσεται η αναπαραγωγή όπως την ορίσαμε στο προηγούμενο επίπεδο. Και πάλι όμως και αυτή η αναπαραγωγή συνεπάγεται αναπαραγωγή των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους και μεταξύ των προγόνων και των απογόνων.
Σε κάθε περίπτωση αναπαράγονται οι αλληλεπιδράσεις. Το σύστημά μας είναι καταδικασμένο σε περίπτωση απουσίας αλληλεπιδράσεων.
Μπορούμε άραγε να θεωρήσουμε ότι αυτές οι αλληλεπιδράσεις είναι το στοιχείο του νοήματος που αναφέρει ο Lehmann;
Αδυνατούμε να γνωρίζουμε.
Είναι το στοιχείο αυτό επαρκές για να χαρακτηρίσουμε το σύστημα φυσικό ή κοινωνικό;
Αρχικά όχι δεδομένου ότι δεν ορίζει επακριβώς την επικοινωνία αλλά σίγουρα θεωρεί ότι η επικοινωνία είναι ένα στοιχείο του συστήματος το οποίο μεταφέρεται μέσω κάποιων οχημάτων που είναι οι φορείς. Το μόνο που μπορούμε να ισχυρισθούμε είναι ότι η επικοινωνία αποτελεί και αυτή μια αλληλεπίδραση.
Από την προηγούμενη διατύπωση δεν προκύπτει ότι οι φορείς αναπτύσσουν τέτοιου τύπου αλληλεπίδραση που μπορούμε να την χαρακτηρίσουμε επικοινωνία. Αν όμως στο σύστημά μας η επικοινωνία μπορεί να υπάρχει ως εν δυνάμει χαρακτηριστικό τότε θα υπήρχε ένα οριακό σημείο στο οποίο θα εκδήλωνε δυναμικά την παρουσία της. Αν υποθέσουμε ότι σε κάποια δεδομένη στιγμή της εξέλιξης του συστήματος εμφανιζόταν πράγματι το χαρακτηριστικό της επικοινωνίας τότε η αυτοαναπαραγωγή της θα

προϋπέθετε την αναπαραγωγή των αλληλεπιδράσεων των φορέων. Το σημείο αυτό είναι κρίσιμο για τι μπορούμε να προβούμε στην ακόλουθη εκτίμηση. Για να ήταν δυνατό να αναπαράγεται η επικοινωνία ως αλληλεπίδραση θα έπρεπε να ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις αναπαραγωγής των αλληλεπιδράσεων που δεν την αφορούν.

Αν το σύστημα αδυνατούσε να αναπαράγει τις λοιπές αλληλεπιδράσεις, προοπτικά τα οχήματα αναπαραγωγής της θα εξαφανίζονταν. Μόνη εξαίρεση σε αυτό θα υπήρχε στο ενδεχόμενο η ίδια η επικοινωνία να αποτελεί λόγο στον οποίο οφείλεται η αναπαραγωγή των λοιπών αλληλεπιδράσεων. Τότε θα ίσχυε ότι μόνο οι φορείς οχήματα των επικοινωνιών παράγουν (ή συμμετέχουν στην παραγωγή) των λοιπών αναγκαίων αλληλεπιδράσεων του συστήματος. Επιπλέον και σύμφωνα με την θεωρητική διατύπωση του Lehmann σε αυτή την κατάσταση θα έπρεπε να προσμετρηθεί το απρόβλεπτο με την έννοια των επικοινωνιών που έχουν προηγηθεί.

Εάν μεταφέρουμε αυτή τη λογική σαν κριτήριο ερμηνείας του μοντέλου που κατασκευάζουμε τότε θα έπρεπε να υποθέσουμε ότι η εμφάνιση επικοινωνιών στο σύστημά μας θα αποτελούσε το ορόσημο μετάπτωσής του σε κοινωνικό φαινόμενο. Επιπλέον όμως θα έπρεπε να μελετήσουμε το γεγονός ότι η επικοινωνία θα παρήγαγε αλληλεπιδράσεις δραματικές για την εξέλιξη και βιωσιμότητα των φορέων που θα είχαν ως ενδεχόμενο αποτέλεσμα την αντικατάσταση της έννοιας του πληθυσμού τους . Οι φορείς που θα συμμετείχαν στην αναπαραγωγή της επικοινωνίας επιτυχώς θα αποτελούσαν πληθυσμούς προσαρμοστικούς στην εξέλιξη του συστήματος διακριτούς από τους φορείς που θα αποτύγχαναν να την αξιοποιήσουν. Σε κάποια μελλοντική στιγμή το σύστημα θα βρισκόταν σε μια κατάσταση προσαρμογής όπου η αναπαραγωγή της πληροφορίας θα μετέβαλλε την αρχικά αδιαφοροποίητη κατάσταση πληθυσμιακής σύνθεσης.

Συμπερασματικά η θεωρητική κατασκευή Lehmann θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μεταφορά και να αποτελέσει κριτήριο εντοπισμού των αναδυόμενων ιδιοτήτων μετάπτωσης του συστήματος μας σε μια κατάσταση που να εμφανίζει κοινωνικά χαρακτηριστικά.

Γ.2.4.2 Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ – Η ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΟΥ ABBOT.

Οι κοινωνικές επιστήμες συχνά χαρακτηρίζουν τις ομαδοποιήσεις των ατόμων, των συμπεριφορών τους και πολλές φορές των αποτελεσμάτων αυτών των συμπεριφορών ως κοινωνικές οντότητες. Επειδή από την ίδια τη φύση του ορισμού τους οι κοινωνικές οντότητες είναι δύσκολα ανιχνεύσιμες σε ένα μεταβαλλόμενο διαρκώς κόσμο γίνονται αντιληπτές από τον καθορισμό συνόρων που αποτελούν τα διαχωριστικά όρια ανάμεσα στην οντότητα και το περιβάλλον της. Στην κοινωνιολογική σκέψη κυριάρχησε η άποψη ότι οι οντότητα είναι η μεταβλητή η οποία εκφράζει την κυρίαρχη κατάσταση και το σύνορο είναι αντίστοιχα η εξαρτημένη μεταβλητή και η επηρεαζόμενη κατάσταση. Έτσι όπως διαπιστώνει ο Abbott (2001) στις αναλύσεις του για τα ελευθέρια επαγγέλματα , τα σύνορα ανάμεσα στα διαφορετικά ελευθέρια επαγγέλματα, ή στα επαγγέλματα αυτά και το κοινωνικό τους περιβάλλον αποτελούσαν το υλικό με το οποίο γίνονταν αντιληπτές αυτές οι κοινωνικές οντότητες. Κατ' επέκταση προϋπέθετε ότι τα σύνορα αποτελούσαν τη ζώνη της δράσης εξαιτίας του γεγονότος ότι αποτελούσαν τη ζώνη της σύγκρουσης. ¨ Όπως είναι γνωστό ο Abbott θεώρησε ότι τα ελευθέρια επαγγέλματα αποτελούσαν ένα ζωντανό οικοσύστημα και μάχονταν για την δικαιοδοσία(Abbott, 1988).

Η εξέλιξη της έρευνάς του τον οδήγησε σε μια βελτίωση και αναθεώρηση των συμπερασμάτων του για την σχέση που καθορίζει την κοινωνική οντότητα και τα σύνορά της. Το συμπέρασμα του Abbott διατυπώνεται στη θέση ότι στη σχέση αυτή τα σύνορα προηγούνται και η οντότητα έπεται. Οι κοινωνικές οντότητες σύμφωνα με τη θέση αυτή δημιουργούνται όταν τα κοινωνικά υποκείμενα διασυνδέουν τα κοινωνικά σύνορα με κάποιους καθορισμένους τρόπους.

Μερικά παραδείγματα τα οποία παραθέτει δίνουν ζωντανές εικόνες πρόσληψης αυτής της θέσης.
Έτσι μια γεωγραφική περιοχή ορίζεται σαν ένα σύνολο από σύνορα τα οποία αργότερα συνδέονται με ένα τρόπο που θα ορίζαμε τοπολογικά ως κλειστή καμπύλη Jordan, δηλαδή ένα συνεχές σύνορο το οποίο ορίζει ένα εσωτερικό χώρο που δεν είναι με κανένα τρόπο και πουθενά συνεχής με τον εξωτερικό χώρο.
Ένας οργανισμός ορίζεται σαν ένα σύνολο από συναλλαγές οι οποίες στη συνέχεια ενώνονται σε μια λειτουργική μονάδα που θα μπορούσε να εκληφθεί σαν το πεδίο αυτών των συναλλαγών.
Η κύρια εναλλακτική σε αυτή τη θέση θεώρηση εκλαμβάνει τη σχέση συνόρου και οντότητας ως μια συγχρονική ακόμη και λογική σχέση.
Με αυτή την έννοια τα σύνορα είναι το λογικό σχετικό ισοδύναμο της πραγματοποίησης. Έτσι λέγοντας ότι ένα σύνολο από κλειστά σύνορα υπάρχει αποτελεί λογικά ισοδύναμο της θέσης ότι ένα κοινωνικό αντικείμενο υπάρχει. Αυτή όμως η θέση αδυνατεί να προσφέρει μια χρονική ερμηνεία της προέλευσης των κοινωνικών οντοτήτων.
Η ερμηνεία που δίδει ο Abbott για την επικράτηση αυτής της αντίληψης εδράζεται στη χρήση από την κοινωνιολογική σκέψη ως αρχέτυπης οντότητας του βιολογικού όντος.
Ο Abbott αντιστρέφει αυτή τη μεταφορά λαμβάνοντας το κοινωνικό υποκείμενο σαν μεταφορά του βιολογικού όντος, τεκμηριώνοντας ότι αυτή η αντιστροφή δύναται να υποστηριχθεί από βιολογικές αποδείξεις και προβαίνοντας στην υπόθεση ότι θα μπορούσαν να υπάρχουν κοινωνικά σύνορα χωρίς κοινωνικές οντότητες.
Χρησιμοποιεί δε μια αλγεβρική τοπολογία για να θεμελιώσει τελικά τη θέση ότι μπορούμε να εκλάβουμε τα σύνορα ως καταστάσεις οι οποίες δεν προϋποθέτουν αναγκαστικά οντότητες. Με τον τρόπο αυτό υποστηρίζει ότι θα μπορούσαμε να ορίσουμε τα σύνορα σαν ανεξάρτητη μεταβλητή η οποία ανάλογα με την μετέπειτα συνδεσμολογία σημείων θα απέδιδε πολλούς τρόπους διασύνδεσης .ανάλογα με την τοπολογική σχέση περιοχών σημείων Μ περιοχών των συμπληρωματικών του Μ και ένα σύνορο Χ.

Κατ' επέκταση υποστηρίζει την χρονική προτεραιότητα των συνόρων με έναν ορισμό τους που τους επιτρέπει να υπάρχουν ακόμη και εάν δεν υπάρχει τίποτα το οποίο να ορίζουν..
Αντικαθιστά την ιδέα ενός συνόλου μελών με μια γενικότερη έννοια , αυτής της διαφοράς στη φύση, στον χαρακτήρα, ορίζοντας ένα σημείο χ σαν σύνορο στον χώρο S εάν κάθε γειτονιά του χ περιλαμβάνει τουλάχιστον δυο σημεία που διαφέρουν σε κάποιο βαθμό.
Στην πιο απλή εκδοχή αυτή η διαφορά θα είναι μια απλή ιδιότητα. Σε πιο σύνθετες περιπτώσεις αυτή η διαφορά θα συνίσταται σε ένα συνδυασμό ιδιοτήτων ή διαστάσεων διαφοράς.
Εισάγει επομένως ο Abbott δυο κρίσιμες υποθέσεις.

- Η πρώτη είναι η υπόθεση της «διαφοράς». Αυτές οι διαφορές αποτελούν καταστάσεις που αναδύονται από τοπικού χαρακτήρα αλληλεπιδράσεις. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις με πιθανότητα 50% δημιουργούν σταθερές ιδιότητες που ορίζουν δυο πλευρές.

- Η δεύτερη επιχειρεί να απαντήσει το ερώτημα σε ποιες μονάδες ανήκουν αυτές οι ιδιότητες. Και η επιχειρηματολογία που χρησιμοποιεί δέχεται ότι α) αυτές οι μονάδες μπορεί να είναι οτιδήποτε και β) είναι σε κάθε περίπτωση γεγονότα.

Κάνοντας αυτή τη μικρή και μερική παράθεση των θέσεων του Abbott πρέπει στο σημείο αυτό να διευκρινίσουμε τη σχέση τους με την έρευνά μας καθώς και τον τρόπο που θα επιχειρήσουμε να την αξιοποιήσουμε στο μοντέλο μας για να διερευνήσουμε την δυνατότητά του να είναι προσαρμοστικό με την έννοια ότι αυτόνομοι φορείς χωρίς

πρότερες εξαρτήσεις δημιουργούν σχέσεις επικοινωνίας και συνεργασίας χωρίς κεντρική αρχή που να το καθορίζει, ορμώμενοι αποκλειστικά από την επιδίωξή τους να έχουν πρόσβαση στους πόρους του συστήματος . Δεδομένου ότι η ίδια η λογική του μοντέλου μας βασίζεται σε ένα παίγνιο ανταγωνισμού και συνεργασίας, από το οποίο προκύπτει ότι η επίδειξη συμπεριφορών ανταγωνισμού επιφέρει καλύτερα πρόσκαιρα αποτελέσματα στον φορέα, η επιλογή συνεργατικών στρατηγικών δεν είναι τίποτα περισσότερο από εκμάθηση από αυτόν μεθόδων με τις οποίες ο φορέας επιτελεί τον εσωτερικό του σκοπό (πρόσβαση σε πόρους- μεγιστοποίηση του αποτελέσματος). Ταυτόχρονα όμως η επιλογή αυτή στο βαθμό που μπορεί να αποδείξει αντοχή αποτελεί μια ανάδυση αντίστοιχη σε σημασία με την προαναφερθείσα υπόθεση του Abbott περί «διαφοράς». Η επικοινωνία και συνεργασία των φορέων επομένως θα μπορούσαν να θεωρηθούν το ισοδύναμο των συνόρων κατά την ορολογία Abbott. Σημειώνουμε ότι η προηγούμενη διατύπωση δεν συνεπάγεται ακόμη την εφαρμογή της δεύτερης υπόθεσης του, και αυτό εναρμονίζεται με τη θέση ότι τα σύνορα προηγούνται χρονικά της εμφάνισης των οντοτήτων.

Η σχεδιαστική αρχή του μοντέλου μας δέχεται σαν αρχική υπόθεση ότι δημιουργούμε ένα σχετικά αφηρημένο σε διατύπωση σύστημα. Σε αυτήν υπάρχουν φορείς αλλά δεν υπάρχουν διασυνδέσεις μεταξύ τους που να τους καθορίζουν σαν μια, σε επίπεδο πληθυσμού, οντότητα. Οι τοπικές αλληλεπιδράσεις που παράγουν με τα άλλα στοιχεία του συστήματος δημιουργούν διαφορές και σύνορα.

Διαφορές παράγει η επιδίωξη του κάθε φορέα να μεγιστοποιήσει την προσβασιμότητα του σε πόρους. Διαφορές επίσης παράγει η ενδεχόμενη επιλογή συνεργατικής συμπεριφορά των φορέων.

Σύνορα παράγει ο συντονισμός των φορέων για να δημιουργήσουν προϋποθέσεις επιβίωσης έξω από τα όρια που θέτουν οι ιδιαίτερες και περιορισμένες δυνατότητες του καθενός. Αυτές οι προϋποθέσεις επιβίωσης μεταφράζονται σε όρους συνεργασίας και ανταγωνισμού.

Τοιουτοτρόπως ένα σύνορο παράγεται όταν δυο ή περισσότεροι φορείς επιλέγουν μια συνεργατική μέθοδο αλληλεπίδρασης κατανομής των πόρων που συλλέγουν. Αυτό το σύνορο όμως ενδέχεται να έχει παροδικό χαρακτήρα και να οφείλεται σε συγκυρία η τυχαιότητα. Το μόνο ενδεχόμενο που επιτρέπει στο σύνορο αυτό δυνατότητα παράκαμψης της παροδικότητας είναι η δυνατότητα επανάληψης της συνεργατικής συμπεριφοράς. Αν αυτή η επανάληψη αποτελεί επίσης προϊόν τυχαιότητας τότε επαναλαμβάνεται ο παροδικός χαρακτήρας του αλλά ταυτόχρονα οι φορείς μπορούν να μοντελοποιήσουν ένα περιβάλλον στο οποίο ισχύει ότι η αμοιβαία συνεργατική συμπεριφορά με έναν άλλο φορέα συμβάλλει καθοριστικά στην επιβίωσή τους.

Αν αντιθέτως ή στη συνέχεια μιας επαναληπτικής συνεργατικής συμπεριφοράς οι φορείς ενεργοποιήσουν μια έμφυτη δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ τους, τότε η συνεργατική συμπεριφορά προσδιορίζει ένα σύνορο λιγότερο παροδικό από το προηγούμενο, δεδομένου ότι οι φορείς έχουν συνενώσει δύο σύνορα αυτό της συνεργασίας και αυτό της επικοινωνίας. Κατά την έκφραση του Abbott αυτή η κατάσταση αποτελεί μια εκλογίκευση διαφορετικών διασυνδέσεων από τις οποίες προκύπτει μια κοινωνική οντότητα. Η κοινωνική οντότητα που προκύπτει αποτελεί ένα πρόπλασμα (ενδεχομένως διμελές) ομάδας. Το σύνορο που καθορίζει την ομάδα αυτή είναι η μέσω της επικοινωνίας συνεργασία. Μια κοινωνική οντότητα όμως κατά τον Abbott πρέπει να διακρίνεται για την διάρκειά της δηλαδή για την ικανότητα να ανθίσταται έναντι της κατάρρευσης. Είναι αμφίβολο εάν αυτή η οντότητα της διμελούς ομάδας διαθέτει αυτό το χαρακτηριστικό. Το μόνο στοιχείο που εν δυνάμει την κρατά συνεκτική είναι η επικοινωνία των φορέων. Εάν αυτή η ικανότητα επικοινωνίας όμως θα συμβάλει τελικά στην επίτευξη των στόχων των φορέων που είναι η λήψη πόρων και κατά συνέπεια η επιβίωση, εξαρτάται και από παράγοντες ή εμπόδια που ενδεχομένως δεν δύναται να υπερβεί η επικοινωνία. Τέτοιοι παράγοντες στο περιβάλλον του μοντέλου μας είναι η ενδεχόμενη απόσταση των φορέων, η οποία ενδέχεται να μην επιτρέπει να συναντηθούν σε μελλοντική αλληλεπίδραση ενώ συνεχίζουν να επικοινωνούν. Εάν αυτό συμβεί πολλές φορές τότε η επικοινωνία είναι ένα σύνορο που δεν διασφαλίζει την

διάρκεια της κοινωνικής οντότητας, η οποία κάποια στιγμή καταρρέει, ενδεχομένως εξαιτίας θανάτου ενός εκ των δυο φορέων ή εξαιτίας χωροχρονικών εμποδίων αλληλεπίδρασης. Η αντοχή δηλαδή αυτού του παροδικού προπλάσματος της διμελούς κοινωνικής οντότητας είναι τρωτή.

Κατά τον Abbott η ιδιότητα που καθορίζει τις κοινωνικές οντότητες είναι η επανάληψη, η οποία έχει δυο τρόπους εμφάνισης. Ο πρώτος είναι μια εσωτερική δομή αιτίων που διασφαλίζει την εμφάνιση γεγονότων με διάρκεια, ενώ ο δεύτερος είναι μια εξωτερική δομή, μια οικολογία η οποία δεν επιτρέπει μεταβολές στα άτομα. Οι δυο αυτοί τρόποι σε επίπεδο ορολογίας αναφέρονται ως εσωτερική και εξωτερική αναπαραγωγή. Αναφορικά με αυτές τις διαδικασίες αναπαραγωγής των κοινωνικών οντοτήτων ο Abbott τονίζει μια δεύτερη ιδιότητα των κοινωνικών οντοτήτων που παίζει αποφασιστικό ρόλο στην αναπαραγωγή. Η δεύτερη αυτή ιδιότητα προσδιορίζει την ικανότητα των κοινωνικών οντοτήτων να δημιουργούν κοινωνική αιτιότητα, δηλαδή να προκαλούν κοινωνική δράση, με την επεξήγηση ότι αυτή η κοινωνική δράση δεν περιορίζεται στον Βεμπεριανό ορισμό της υποκειμενικής δράσης, αλλά στην ικανότητα να προκαλεί επιδράσεις στην εξέλιξη της κοινωνικής διαδικασίας έννοια πολύ ευρύτερη από την απλή μετάδοση των επιδράσεων αυτών μέσω της οντότητας.

Ας επιχειρήσουμε τώρα να δούμε εάν υπάρχει δυνατότητα πρόκλησης κοινωνικής αιτιότητας στα δεδομένα της εφαρμογής μας.
Ορίζουμε ότι μια τυχαία συνεργατική αλληλεπίδραση μεταξύ δυο φορέων Α και Β προκαλεί την ενεργοποίηση μιας διαδικασίας επικοινωνίας η οποία στοχεύει στην αμοιβαία ενημέρωση τοποθεσιών και επιπέδων διαθέσιμων πόρων. Θεωρούμε επίσης ότι αυτή η συνεργατική αλληλεπίδραση προκαλεί μια απότομη αύξηση της προδιάθεσης των δυο φορέων τόσο να επικοινωνούν όσο και να συνεργάζονται. Ας εκφράσουμε αυτές τις προδιαθέσεις ως πιθανότητες με τιμές αντίστοιχα [1] και για τις δυο περιπτώσεις.

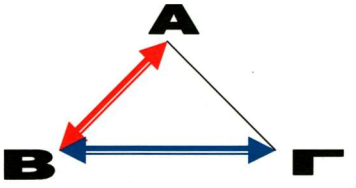
Αυτό σημαίνει ότι στις μετέπειτα χρονικές στιγμές οι δυο αυτοί φορείς

Α).αποστέλλουν και λαμβάνουν μηνύματα με τα οποία ενημερώνονται αμοιβαία για την θέση του άλλου φορέα και την ποσότητα πόρου στη θέση αυτή.

Β). Εάν κατορθώσουν να βρεθούν ταυτόχρονα στη θέση αυτή συνεργάζονται με πιθανότητα [1].

Ας υποθέσουμε επίσης ότι στις μετέπειτα κινήσεις τους ικανοποιείται η συνθήκη [Α] ως άνω αλλά όχι η συνθήκη [Β]. Στα επόμενα βήματα της εφαρμογής οι δυο φορείς αλληλεπιδρούν με άλλους τρίτους φορείς. Ας υποθέσουμε επιπρόσθετα ότι τουλάχιστον ο ένας από τους δυο (π.χ. ο Β) επιτυγχάνει μια συνεργατική αλληλεπίδραση με ένα τρίτο φορέα Γ. Τότε κατ' αντιστοιχία ενεργοποιείται η προδιάθεσή του για επικοινωνία με τον φορέα αυτόν και για συνεργασία μαζί του όταν τους δοθεί η δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν ξανά στο μέλλον. Ας υποθέσουμε τέλος ότι η προδιάθεση συνεργασίας και επικοινωνίας από την απόλυτη προτίμηση {Π= 1} σταδιακά μειώνεται όταν δεν ικανοποιούνται και οι δυο προϋποθέσεις. Δηλαδή η πιθανότητα λαμβάνει τιμές Π= 0,9, Π= 0,8 κοκ.

Από την περιγραφή αυτή προκύπτει ότι οι φορείς Α,Β, Γ αναπτύσσουν τις ακόλουθες σχέσεις μεταξύ τους.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΥΝ ΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

Το ως άνω διάγραμμα δείχνει τις σχέσεις που εμφανίζονται μεταξύ των φορέων Α,Β,Γ.

- Ο φορέας Α έχει απόλυτη προδιάθεση επικοινωνίας με τον Β καθώς και απόλυτη προδιάθεση συνεργασίας Π= 1 η οποία ενδέχεται να μειώνεται στην πορεία. Επίσης έχει μηδενική προδιάθεση επικοινωνίας με τον Γ Π= 0 και ουδέτερη προδιάθεση συνεργασίας Π= 0,5.

- Ο φορέας Β έχει απόλυτη προδιάθεση επικοινωνίας με τους Β και Γ καθώς και απόλυτη προδιάθεση συνεργασίας Π= 1 μαζί τους η οποία ενδέχεται να μειώνεται στην πορεία.

- Ο φορέας Γ έχει απόλυτη προδιάθεση επικοινωνίας με τον Β καθώς και απόλυτη προδιάθεση συνεργασίας Π= 1 η οποία ενδέχεται να μειώνεται στην πορεία.

Επίσης έχει μηδενική προδιάθεση επικοινωνίας με τον Α {Π= 0} και ουδέτερη προδιάθεση συνεργασίας Π= 0,5.

Το ενδεχόμενο να βρεθούν και οι τρεις φορείς στην ίδια θέση στο μέλλον εξαρτάται από τον μηχανισμό επικοινωνίας. Με βάση αυτόν τον μηχανισμό εάν ο φορέας που θα καλέσει είναι ο Β τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να βρεθούν στο σημείο αυτό τόσο ο Α όσο και ο Γ. Υπάρχει επίσης μεγάλη πιθανότητα να συνεργασθούν.
Εάν συνεργασθούν τότε τόσο η πιθανότητα επικοινωνίας όσο και η πιθανότητα συνεργασίας ανάμεσά τους μεγιστοποιείται. Αυτές οι πιθανότητες μεταβάλλονται με περισσότερο σύνθετο τρόπο στους άλλους συνδυασμούς συνάντησης καθώς και στις περιπτώσεις όπου δεν θα επιτευχθεί τελικά συνάντησή τους. Όλη αυτή η δυναμική όμως εδράζεται στην επικοινωνία και συνεργασία από την οποία ενδέχεται να προκύψουν συμπαγείς σχέσεις και ένα είδος κοινωνικής οντότητας (ομάδα).
Διερευνούμε κατά πόσο τα σύνορα αυτά ορίζουν στη συνέχεια την, μέσω της διασύνδεσής τους, δημιουργία οντοτήτων καθώς και την ποιότητα αυτών των οντοτήτων από την άποψη της αναπαραγωγής τους . Στην περίπτωσή μας οι οντότητες θα ήσαν κοινωνικές ομάδες. Ταυτόχρονα προκύπτει ότι ο αρχικός πληθυσμός δεν μπορεί να εκληφθεί ως κοινωνική ή άλλου τύπου οντότητα. Η ανάδυση οντοτήτων θα υπάρξει από τη τοπική αλληλεπίδραση στο βαθμό που αυτή η αλληλεπίδραση μέσω της δικής της εσωτερικής δυναμικής θα δημιουργήσει σύνορα, τα οποία δεν ορίζουν τίποτα παρά μόνο περιοχές διαφοράς, Αν αυτά πράγματι επαληθευτούν στην εφαρμογή μας οι μονάδες που θα προκύψουν θα είναι γεγονότα δηλαδή ρευστές στην ουσία αλλά σχετικώς σταθερές καταστάσεις. Οι δε οντότητες θα αποτελούν κατά την ορολογία του Abbott υπάλληλη κατηγορία στην κατηγορία γεγονότα.

Τέλος για να υιοθετήσουμε πλήρως τη λογική ανάλυση του Abbott στο μοντέλο μας πρέπει να προσδιορίσουμε τον τρόπο αναπαραγωγής των συνόρων και του σχηματισμού οντοτήτων στη διαδικασία αναπαραγωγής των φορέων. Όπως συμβαίνει

σε όλους τους τύπους παρόμοιων μοντέλων, το μοντέλο που δημιουργούμε μεριμνά για την αποτύπωση μιας δυναμικής αναπαραγωγής των φορέων. Η τεχνική με την οποία επιτυγχάνεται αυτό είναι απλή. Οι φορείς ως μεταφορές βιολογικών όντων είναι χωρισμένοι σε φύλα ώστε να επιτρέπεται με την ικανοποίηση ορισμένων προϋποθέσεων να αναπαράγονται οι πληθυσμοί τους. Αυτή η συνθήκη είναι απαραίτητη για δυο λόγους.

Ο πρώτος σχετίζεται με το γεγονός ότι μας ενδιαφέρει η εξελικτική μακροχρόνια συμπεριφορά του συστήματος μας και όχι η βραχυχρόνια.
Ο δεύτερος ικανοποιεί τη συνθήκη συνέχειας στο σύστημα δεδομένου ότι οι φορείς είναι προγραμματισμένοι να «ζουν» για πεπερασμένο χρόνο.
Η εφαρμογή μας έχει σχεδιάσει όχι μόνο τη διαδικασία αναπαραγωγής αλλά και τις ιδιότητες που κληρονομούν οι απόγονοι προκειμένου να μελετήσει την εξελικτική τους συμπεριφορά. Στο μοντέλο μας έχουμε σχεδιάσει την δυνατότητα μεταβίβασης στους απογόνους της πείρας των προγόνων τους. Αυτή η μεταβίβαση επιτρέπει το στοιχείο της συστημικής μνήμης και της συνέχειας της εξέλιξής του. Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι αυτή η ιδιότητα του μοντέλου μας σχετίζεται με την εσωτερική αναπαραγωγή της ανάλυσης του Abbott. Αυτό σημαίνει πολύ απλά ότι οι απόγονοι λαμβάνουν την πληροφορία για τις συνεργατικές αλληλεπιδράσεις των προγόνων τους και αυτή η πληροφόρηση επιδρά στην πιθανότητα που εφαρμόζουν.
Σε καμιά περίπτωση πάντως δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι φορείς λειτουργούν καθ' υπόδειξη. Η δημιουργία συνόρων αποτελεί μια δυναμική κατάσταση η οποία κάλλιστα μπορεί να ανατραπεί από την μετέπειτα συμπεριφορά των φορέων.
Από το μοντέλο μας επιδιώκουμε να παρατηρήσουμε εάν αυτές οι σχεδιαστικές του προδιαγραφές που σχετίζονται με την ανάλυση του Abbott είναι ικανές να δημιουργήσουν οντότητες σε ένα περιβάλλον στο οποίο αρχικά υπάρχουν μόνο μεμονωμένοι ανεξάρτητοι φορείς που επιδιώκουν την μεγιστοποίηση του οφέλους τους.

Γ.2.4.3. *ΟΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΙΚΡΟ –ΟΜΑΔΕΣ*

Η κοινωνιολογική έρευνα έστρεψε γρήγορα το ενδιαφέρον της στις μικροομάδες και την σημασία τους. Μια πλειάδα στοχαστών από τον Γκέοργκ Ζίμελ των κλασσικών θεμελιώσεων μέχρι τον Ρόμπερτ Μπαίηλς έχει δημιουργήσει εκτεταμένη και πλούσια βιβλιογραφία(Ν.Τάτσης,1991).
Με την μεθοδολογία της βαθμιαίας ανάλυσης των μελών μιας ομάδας η κοινωνιολογική έρευνα προέβη στην οριοθέτηση των σχέσεων των μικρό- ομάδων. Με την διαδοχική αύξηση κατά ένα άτομο έγινε αντιληπτό ότι αυξάνεται ο αριθμός των σχέσεων των μελών. Έτσι στη περίφημη δυάδα του Ζίμελ υπάρχει αποκλειστικά μια σχέση. Από κει και πέρα παρατηρείται δραματική αύξηση των άμεσων σχέσεων και των συνδυασμών τους.
Η μικροομάδα διακρίνεται από την συνάθροιση που αποτελεί πιο ατελή μορφή συλλογικής δράσης.

Το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν για το μοντέλο μας αυτές οι θεωρητικές τοποθετήσεις, έγκειται στη χρήση εργαλείων για τη διάκριση του πληθυσμού από τον ορισμό της ομάδας καθώς και στην χρήση περιεκτικών σχημάτων για να χαρακτηρίσουμε τα σύνολα που θα αναδυθούν από τις αλληλεπιδράσεις του συστήματος του μοντέλου μας.
Δηλαδή αφενός για να χρησιμοποιηθούν ως υποδείγματα ερμηνείας των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από το μοντέλο μας και αφετέρου επειδή μπορούν να αποτελέσουν υποδείγματα μεθοδολογίας μετατροπής των τυχαίων αλληλεπιδράσεων σε σταθερότερες επαναληπτικές μορφές. Αυτό σημαίνει ότι ένας ορισμός της μικρό- ομάδας είναι χρήσιμος τόσο για τον καθορισμό των ορίων όσο και της ποιότητας των σχέσεων των ομάδων προκειμένου να αποφύγουμε την τεχνητή επιβολή ομαδοποίησης στο μοντέλο μας.

Εάν δηλαδή διαπιστώσουμε ότι οι επαναλαμβανόμενες αλληλεπιδράσεις αποτελούν καρπό δράσης προερχόμενης από κίνητρα και σκοπούς αυτόνομων φορέων και όχι από προϋπάρχουσες ή εξωγενώς καθοριζόμενες αρχικές διασυνδέσεις μεταξύ τους,όπως προϋπάρχουσα κουλτούρα, συγγενικές σχέσεις κλπ, τότε η εμφάνιση ομάδων αποτελεί πράγματι αναδυόμενο φαινόμενο, με την έννοια ότι μπορεί να εμφανισθεί ακόμη και σε ένα προ- κοινωνικό περιβάλλον.

Ανατρέχοντας για παράδειγμα στον αριθμό σχέσεων της δυάδας διαπιστώνουμε ότι σύμφωνα με τη θεωρία στην μορφή αυτή ομάδας υπάρχει μια μονοδιάστατη σχέση. Ταυτόχρονα όμως η δυαδική ομάδα αποτελεί μορφή ομάδας μόνο σε ένα συγκροτημένο κοινωνικό περιβάλλον. Η τυχαία αλληλεπίδραση δυο φορέων δεν θα μπορούσε να χαρακτηρισθεί ομάδα. Η ομάδα δηλαδή εμφανίζεται ως οντότητα από την αναπαραγωγή της μονοδιάστατης σχέσης και για όσο διάστημα αυτή η σχέση αναπαράγεται.

Κατ΄ επέκταση εάν τα κίνητρα δυο εμπλεκομένων ατόμων (ή φορέων στην περίπτωσή μας), που αλληλεπιδρούν όμως σε ένα καθεστώς προ-κοινωνικό, είναι ανεξάρτητα του ενός από τον άλλο, αλλά δημιουργούν προϋποθέσεις για επανάληψη της αλληλεπίδρασής τους, τότε σε αυτά τα κίνητρα και όχι σε κάποιους προϋπάρχοντες ή περιρρέοντες κοινωνικούς δεσμούς πρέπει να αποδοθεί η συγκρότηση της δυαδικής ομάδας, στο βαθμό βέβαια που ικανοποιούνται επιπρόσθετα και ορισμένες άλλες συνθήκες.

Κατ' επέκταση αναζητούμε το καθεστώς εκείνο με το οποίο μια δυαδική ομάδα θα μπορούσε να μετατραπεί σε τριαδική χωρίς η μετατροπή να είναι εξωγενώς επιβαλλόμενη ή προκατασκευασμένη. Η μετάπτωση όμως της δυαδικής ομάδας σε τριαδική είναι αρκετά πολύπλοκη λόγω των σχέσεων που η τριαδική μορφή ομάδας εμπεριέχει.

Η διάκριση των τριαδικών σχέσεων σε ισορροπημένες και διαφοροποιημένες μας παρέχει ενδεχομένως ένα εργαλείο ελέγχου και ερμηνείας των φαινομένων εκείνων που εξελίσσονται από καταστάσεις απλής αλληλεπίδρασης σε συνθήκες εμφάνισης ομάδας. Έχοντας κατά νου την αναπαραγόμενη δυαδική σχέση ως όρο εμφάνισης της δυαδικής ομάδας, θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε την αναπαραγωγή αυτή ως διαδικασία κοινωνικής εκμάθησης με την οποία οι φορείς αντιλαμβάνονται ότι έχουν θετικό κίνητρο για επανάληψη της συνεργασίας. Και όταν αυτό το θετικό κίνητρο οδηγεί στην επαναλαμβανόμενη αλληλεπίδρασή τους, τότε η αλληλεπίδραση αυτή αντανακλάται στις καλύτερες επιδόσεις τους στην προσπάθεια επιβίωσης. Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε κατ 'επέκταση ότι η εκμάθηση αυτή συνεπάγεται ατομική γνώση πως με την συνεργασία οι φορείς κατορθώνουν να επιβιώνουν έναντι άλλων συμπεριφορών που η αυτονομία τους επιτρέπει να εκδηλώσουν. Στην περίπτωση φορέων που έχουν συγκροτήσει ή δη διμελή ομάδα, η γνώση αυτή θα μπορούσε να λειτουργήσει ως κίνητρο δοκιμής της συνεργασίας με τρίτα μέρη.

Τεχνικά μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η δυαδική ομάδα μετατρέπεται σε ισοδύναμο φορέα στις σχέσεις της με τρίτα μέρη. Αυτή η ανάλυση οδηγεί στο ενδεχόμενο αλληλεπίδρασης δυο μερών όπου το ένα μέρος είναι μια διμελής ομάδα και το άλλο μέλος ένας ανεξάρτητος τρίτος φορέας. Με τον τρόπο αυτό θα παρατηρούσαμε μια αλληλεπίδραση η οποία μεθοδολογικά θα παρουσίαζε αναλογίες με την εμφάνιση διμελούς ομάδας σε ένα προ- κοινωνικό περιβάλλον. Μόνο που τώρα τα εμπλεκόμενα μέρη θα ήσαν πλέον τρεις ή περισσότεροι φορείς. Και επειδή ακριβώς τα μέρη είναι περισσότερα των δυο απαιτείται η αναπαραγωγή περισσότερων σχέσεων από τη μια και μόνη σχέση της δυαδικής ομάδας. Το μοντέλο μας όμως δεν εμπεριέχει μοτίβα ικανά να αναπαράγουν πολλαπλές σχέσεις των φορέων του. Αντιθέτως θα μπορούσαμε να ισχυρισθούμε ότι λόγω των συνθηκών ανταγωνισμού και συνεργασίας που ενσωματώνει, αυτή η αναπαραγωγή είναι εξαιρετικά δυσχερής. Με αυτές τις συνθήκες η εμφάνιση ομάδων με περισσότερα των δυο μελών σε ένα προ-κοινωνικό καθεστώς θα αποτελούσε αναδυόμενο φαινόμενο. Επιπλέον το ενδεχόμενο να εμφανιστούν

πολυπληθείς ομάδες θα παρουσίαζε ενδιαφέρον ανάλυσης αναφορικά με τον αριθμό των μελών αυτών των ομάδων.

Θα εξετάσουμε στη συνέχεια ενδεχόμενα μοτίβα του τεχνητού μας κόσμου που οδηγούσαν ίσως στη διαδικασία ανάδυσης ομάδων σε συνδυασμό με το κατά πόσο η συγκρότησή τους θα ήταν πράγματι αναδυόμενο φαινόμενο ή θα υπέκρυπτε σχεδιαστική παρέμβαση.
Η συγκρότηση ομάδων στο μοντέλο μας θα μπορούσε να επέλθει με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

1. Οι φορείς ανταλλάσσουν επικοινωνία
Ένα επακόλουθο της αμοιβαία επωφελούς αλληλεπίδρασης δυο φορέων θα ήταν η ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα τους. Η ανταλλαγή πληροφοριών αποτελεί σχεδιαστική υπόθεση του μοντέλου μας είτε αυτοί συνεργάζονται είτε όχι. Οι φορείς στον τεχνητό μας κόσμο ικανοποιούν ένα απλό εσωτερικό τους σκοπό ο οποίος είναι η πρόσβαση σε πόρους και η κατανάλωση της ενέργειας αυτών των πόρων. Για να το επιτύχουν αυτό χρησιμοποιούν την επικοινωνία αλλά χρησιμοποιούν επίσης και στρατηγικές συνεργασίας και ανταγωνισμού.
Στον εσωτερικό τους προγραμματισμό δεν υπάρχουν προτιμησιακές σχέσεις προς άλλους φορείς. Αντιθέτως στο μοντέλο μας προβλέπεται η διαδικασία κοινωνικής εκμάθησης από την αλληλεπίδραση σε ένα προ- κοινωνικό περιβάλλον. Δηλαδή οι φορείς εκδηλώνουν συμπεριφορές επικοινωνίας είτε ως πομποί είτε ως δέκτες και στρατηγικές διανομής των πόρων που επηρεάζονται από την αλληλεπίδραση τους με τους άλλους. Στο μοντέλο μας δηλαδή δεχόμαστε ότι από ένα τυχαίο πληθυσμό αγνώστων, δυο φορείς οι οποίοι έχουν αλληλεπιδράσει συνεργατικά και επομένως ωφελήθηκαν αμοιβαία από αυτή την αλληλεπίδραση τείνουν να ξαναδοκιμάσουν συνεργασία χωρίς αυτό να συνεπάγεται ακόμη ότι αποτελούν κοινωνική ομάδα. Εάν μάλιστα η εμπειρία τους από την αλληλεπίδραση με άλλους φορείς συνεπάγεται και αρνητικές προσλαμβάνουσες τότε αυτό το θετικό κίνητρο προς τον συγκεκριμένο φορέα ενδυναμώνεται περισσότερο. Αυτή η αύξουσα προτίμηση συνεργασίας θα ήταν επιτρεπτό να χρησιμοποιείται από κάθε φορέα για την ενημέρωση του έτερου ώστε να μεγιστοποιήσει τις πιθανότητες θετικής έκβασης. Εάν μπορούσαμε να δημιουργήσουμε ένα τρόπο επικοινωνίας ανάμεσά τους τότε η δυαδική σχέση θα ήταν αφενός προκοινωνική και αφετέρου θα βασιζόταν σε μια ικανότητά τους να επικοινωνούν επιτυχώς μεταξύ τους. Στο βαθμό που η σχετική χωροταξία που θα προέκυπτε από την μετακίνησή τους στην προσπάθεια εντοπισμού πόρων θα το επέτρεπε, τότε οι φορείς θα βρίσκονταν και δεύτερη φορά στην ίδια θέση για αλληλεπίδραση. Με την μέχρι τώρα περιγραφή προκύπτει ότι αναπτύσσονται από εμπειρία στους φορείς κίνητρα για συνεργασία και αυτή ενδυναμώνεται με την ανάπτυξη επαρκούς προς τούτο μεθόδου επικοινωνίας. Η δυαδική σχέση είναι η επικοινωνία. Για να είναι δυαδική αυτή η σχέση πρέπει η μέθοδος επικοινωνίας να έχει μόνο αυτούς τους δυο σε θέσεις πομπού και δέκτη. Πως όμως θα προέκυπτε μια τριαδική σχέση; Ένα τέτοιο ενδεχόμενο θα ήταν εφικτό εάν οι δυο φορείς κατόρθωναν να βρεθούν ταυτόχρονα στο ίδιο σημείο και κατά σύμπτωση στο ίδιο σημείο να βρίσκεται και ένας τρίτος φορέας ανεξάρτητα από τον δικό τους συντονισμό. Τότε θα είχαμε τρεις φορείς για αλληλεπίδραση. Στο βαθμό που η αλληλεπίδραση είχε θετική έκβαση τότε η επικοινωνία θα αναπτυσσόταν ανάλογα με τις σχέσεις που αναπτύσσονται στην τριαδική ομάδα. Θα ίσχυε δε η ίδια αιτιολογία με την αντίστοιχη της δυαδικής σε ότι αφορά την διασφάλιση απουσίας προκατασκευής των κοινωνικών δεσμών. Με την μέθοδο αυτή θα αναπτυσσόταν ένα δίκτυο ανάλογο με την σταδιακή προσθήκη ενός επιπλέον κατά βήμα μέρους (φορέα). Με την δυνατότητα επικοινωνίας αναπτυγμένη όπως στη διμελή ομάδα από ένα σημείο και μετά (ενδεχομένως μετά την τριαδική ή στην τριαδική) θα υπήρχαν περισσότερα του ενός υποδεικνυόμενα από την επικοινωνία σημεία ως ευκαιρίες πρόσβασης σε πόρους και επίτευξης του εσωτερικού τους σκοπού

.

2. Οι φορείς της δυαδικής ομάδας επιλέγουν να κινούνται μαζί στην αναζήτηση πόρων. Η μέθοδος αυτή είναι ενδιαφέρουσα γιατί θα είχε δυναμικές επιδράσεις στην εκάστοτε προσθήκη επιπλέον φορέα. Αν φαντασθούμε οι δυο φορείς να κινούνται σε κοντινή μεταξύ τους απόσταση θα ήταν εύκολο να συνεργασθούν σε ενδεχόμενο εντοπισμό μεγάλης ποσότητας πόρου. Αντιστοίχως με την προηγούμενη περίπτωση εάν στο σημείο συνεύρεσης εντοπιζόταν τρίτος φορέας η αλληλεπίδραση μαζί του με θετική έκβαση (συνεργασία) θα σηματοδοτούσε ένα παρόμοιο με τον προηγούμενο μηχανισμό. Θα ίσχυε δε η ίδια αιτιολόγηση για την δυαδική ομάδα. Αυτή η μέθοδος όμως θα απέδιδε αποτελέσματα που ενδεχομένως θα επέφεραν δυσκολίες μετά την εμφάνιση της τριαδική ομάδας. Αυτές οι δυσκολίες θα ήσαν απόρροια της συγκέντρωσης πληθυσμού φορέων για αλληλεπίδραση έξω από τα όρια ικανότητας του πόρου να ικανοποιήσει τις ανάγκες τους. Δηλαδή με συγκέντρωση 4 φορέων ο πόρος δεν θα επαρκούσε. Η βιωσιμότητα ομάδων ενδεχομένως να δυσκόλευε.

3. Οι φορείς εφαρμόζουν συστήματα κατανομής των πόρων. Η Τρίτη μέθοδος συνίσταται στην με κάποιο κριτήριο κατανομή των πόρων ανάμεσα στους συνεργαζόμενους φορείς. Η μέθοδος παρουσιάζει δυο μειονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι η παρέμβαση αυτή είναι εξωγενής. Δηλαδή πρέπει να υπάρχει ως συνθήκη ότι οι φορείς που έχουν συνεργασθεί ισοκατανέμουν το προϊόν της συνεργασίας τους. Παρά το ότι αυτό μπορεί να εφαρμοσθεί με τρόπους που μειώνουν την εξωτερική παρέμβαση, είναι εξαιρετικά δύσκολο να εξαλειφθεί. Το δεύτερο μειονέκτημα σχετίζεται με τις σχέσεις της εκάστοτε δημιουργούμενης ομάδας οι οποίες εμφανίζονται περισσότερο κοινωνικές και προϋπάρχουσες μη ικανοποιώντας απόλυτα την απαίτηση ενός σχεδιασμού στον οποίο απουσιάζουν προκατασκευασμένες σχέσεις ομάδων.

Γ.2.4.4. *ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ- Η ΑΝΑΔΥΣΗ ΤΩΝ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ*

Τα αποτελέσματα του μοντέλου μας θα αναλυθούν σε σύγκριση με την θέση του North ότι η ομάδα προέκυψε από την ανάγκη συνεργασίας για την επιβίωση σε καθεστώς σπανιότητας πόρων και πληθυσμιακών πιέσεων καθώς και ότι ως μηχανισμό χρησιμοποίησε τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα. Ο North ανέπτυξε ένα υπόδειγμα ερμηνείας της οικονομικής ιστορίας ξεκινώντας από το σχεδιασμό ενός μικρό- οικονομικού εργαλείου ανάλυσης. Εξαρχής όμως έκρινε με την ανάλυσή του ότι το εργαλείο αυτό δεν επαρκεί και για το λόγο αυτό το εμπλούτισε με μια θεωρία για τον πληθυσμό, μια θεωρία για το κράτος και μια θεωρία για την ιδεολογία. Με το εμπλουτισμένο αυτό μοντέλο ανέλυσε δεδομένα κι απέδειξε ότι η βασική δυναμική της οικονομικής ιστορίας είναι η επινόηση και χρήση ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων, μια επινόηση βασισμένη στην δοκιμή διαφορετικών μορφών ιδιοκτησίας και προκειμένου να πραγματοποιείται αποτελεσματική διαχείριση των πόρων που βρίσκονταν πάντοτε σε κατάσταση γενικευμένης σπανιότητας. Η δυναμική αυτή διαδικασία ακολούθησε μεγάλες διαδρομές αλλά και ταλαντώσεις. Ο North έβγαλε ένα παρεμφερές με τους μαρξιστές συμπέρασμα και συγκεκριμένα ότι σε κάποια στιγμή της εξέλιξης αυτής της δυναμικής, επινοήθηκαν συλλογικά ιδιοκτησιακά δικαιώματα μικρών ομάδων προκειμένου να διασφαλισθεί η βιωσιμότητα των ομάδων αυτών. Η συλλογική ιδιοκτησία δημιούργησε στη συνέχεια πολλές φορές πλεόνασμα πόρων το οποίο σε συνδυασμό με την οργάνωση άμυνας της ομάδας για εξωτερικούς κινδύνους και την σχετική ιεραρχία που δημιουργήθηκε στο εσωτερικό των ομάδων αυτών απέδωσε ποικιλία μορφών ιδιοκτησίας και γέννησε το κράτος.
Η μεταφορά της θεωρίας αυτής στο μοντέλο μας πραγματοποιείται με τις ακόλουθες υποθέσεις:
Στον τεχνητό μας κόσμο υπάρχουν πράγματι σπανίζοντες πόροι και κατά συνέπεια η απλή ατομική προσπάθεια των φορέων δεν είναι επαρκής συνθήκη για την επιβίωσή τους.

Οι φορείς όμως όπως προκύπτει από τον εσωτερικό τους προγραμματισμό δεν αναγνωρίζουν τον πληθυσμό των φορέων ως το γένος τους και με την έννοια αυτή απουσιάζουν προϋπάρχοντες δεσμοί ανάμεσά τους.

Στο μοντέλο μας οι φορείς είναι εξοπλισμένοι με στοιχειώδεις ικανότητες των βιολογικών όντων. Ανάμεσα σε αυτές τις στοιχειώδεις ικανότητες υπάρχει και η ικανότητα στοιχειώδους επικοινωνίας η οποία ορίζεται ως η ικανότητα να αποστέλλουν και να λαμβάνουν μηνύματα αναφορικά με τις θέσεις του χώρου και την ποσότητα πόρου που αντιστοιχεί σε αυτήν. Η ικανότητα αυτή χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την ικανοποίηση των σκοπών του κάθε φορέα και δεν προϋποθέτει ούτε συνεπάγεται κανενός είδους κοινωνικό υπόβαθρο.

Οι φορείς αντιμετωπίζουν καταστάσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας ταυτόχρονα στην προσπάθειά τους να αναζητήσουν και συλλέξουν πόρους. Αυτές οι καταστάσεις προκύπτουν από την δομική συγκρότηση του τεχνητού κόσμου που τους περιβάλλει ο οποίος είναι με τέτοιο τρόπο συγκροτημένος ώστε πολλές φορές αντιμετωπίζουν καταστάσεις όπου οι πόροι που εντοπίζονται σε μια θέση του τεχνητού τους περιβάλλοντος βρίσκονται σε τέτοια ποσότητα ώστε οι ατομικές τους δυνάμεις δεν επαρκούν για τη συλλογή τους. Για την ικανοποίηση των εσωτερικών τους σκοπών συνεργάζονται στην διαδικασία συγκομιδής των πόρων αυτών.
Ταυτόχρονα ο εσωτερικός τους προγραμματισμός τους δίνει την ευκαιρία να εκδηλώσουν συμπεριφορές είτε συνεργασίας είτε ανταγωνισμού στο στάδιο της κατανομής των πόρων που έχουν συλλέξει ανάμεσά τους. Από την έκβαση αυτών των αλληλεπιδράσεων καθορίζεται εάν θα επιζήσουν ή όχι.
Οι φορείς ζουν επομένως σε ένα κόσμο αβεβαιότητας.
Η χρήση της επικοινωνίας δεν επαρκεί για την επιβίωσή τους είναι όμως ουσιώδης όρος της συγκομιδής.
Η συνεργασία πάλι που απαιτείται για την κατανομή δεν είναι διασφαλισμένη συνθήκη ενώ ο ανταγωνισμός παρέχει πρόσκαιρα οφέλη αλλά όχι όμως διασφάλιση επιβίωσης.
Οι στρατηγικές επομένως που είναι συνεργατικές λειτουργούν σε καθεστώς κινδύνου να προκληθεί ζημία στους φορείς που τις επιλέγουν, ενώ οι ανταγωνιστικές στρατηγικές δεν δημιουργούν βιώσιμες πορείες στους φορείς που τις επιλέγουν αντίστοιχα λόγω της σπανιότητας των πόρων.
Εάν προσπαθήσουμε να διαπιστώσουμε επομένως την επίδραση του περιβάλλοντος στο συνολικό πληθυσμό, πρέπει να προβούμε στην πρόβλεψη ότι αυτό το περιβάλλον λογικά οδηγεί αυτόν τον πληθυσμό σε εξαφάνιση.
Ταυτόχρονα αυτός ο πληθυσμός είναι προ-κοινωνικός, δεδομένου ότι το μοντέλο μας δεν προβλέπει ιδιότητες στο επίπεδο των φορέων και μηχανισμούς στο επίπεδο του πληθυσμού, που να λειτουργούν προς την κατεύθυνση ανατροπής αυτής της τάσης εξαφάνισης. Οι μηχανισμοί δηλαδή που είναι διαθέσιμοι σε επίπεδο πληθυσμού δεν επιτρέπουν την διαχείριση των σπανιζόντων πόρων.
Προκειμένου λοιπόν να επιβιώσει ο πληθυσμός ή ένα τμήμα αυτού θα πρέπει από την αλληλεπίδραση των φορέων να αναδυθούν μηχανισμοί που να το επιτρέπουν.
Οι μηχανισμοί αυτοί θα αποτελούν στο επίπεδο των φορέων αναδυόμενες ιδιότητες και στο επίπεδο του πληθυσμού αναδυόμενο εργαλείο διαχείρισης των σπανιζόντων πόρων.
Από το σημείο αυτό και μετά προκύπτουν με σαφήνεια οι αναλογίες με το μοντέλο του North. Επειδή, η μόνη διαθέσιμη ιδιότητα που μπορεί να αναδυθεί, σε επίπεδο φορέα, είναι η αναπαραγωγή της συνεργασίας και ο μόνος μηχανισμός, που εγγυάται την επιβίωση του τμήματος εκείνου του πληθυσμού που τελικά θα τον χρησιμοποιήσει και θα επιβιώσει, είναι η αναπαραγόμενη συνεργατική συμπεριφορά, η τυχόν εμφάνιση ενός τέτοιου μηχανισμού θα είναι μια ανάδυση αναπαραγόμενων αμοιβαίων σχέσεων συνεργασίας μεταξύ φορέων, οι οποίοι ανάμεσά τους θα χρησιμοποιούν εκλεπτυσμένη επικοινωνία και συνεργατικές στρατηγικές. Αυτή η αναπαραγωγή, σε επίπεδο

πληθυσμού συνεπάγεται ανάδυση μιας αρχικής κατάστασης ομάδας και σε επίπεδο μοντέλου ανάδυση ενός μηχανισμού διαχείρισης σπανιζόντων πόρων. Με δεδομένο δε ότι ο μηχανισμός κατανομής που προκύπτει στο μοντέλο μας εδράζεται στην υπόθεση της ισοκατανομής την οποία έχουμε επιλέξει, η κατανομή των πόρων στον πληθυσμό – ομάδα θα συνεπάγεται κοινοτική ιδιοκτησία.
Σε σχέση πάντως με τις λοιπές διαστάσεις του μοντέλου North θα πρέπει να επισημανθεί ότι με τον τρόπο που επιλέγουμε να αναπτύξουμε το μοντέλο μας είναι απίθανο να προκύψουν σχέσεις εξουσίας και ανάδυση κράτους. Όμως μια τέτοια προοπτική είναι ανοιχτή και μπορεί να προκύψει σε επόμενη γενιά πειραμάτων και μοντέλων περισσότερο πλούσιων σε αρχικές συνθήκες.

Η μοντελοποίηση του να επιδέχεται πειραματισμό. Δηλαδή ικανότητα διαπίστωσης σύμπτωσης ή απόκλισης των αποτελεσμάτων του υπό παρατήρηση φαινομένου που προκύπτουν από παραλλαγές του μοντέλου (β' επίπεδο domain validity). Στόχος είναι η παρατήρηση των παραμέτρων του μοντέλου που σχετίζονται με τα παραγόμενα αποτελέσματα (αριθμός agents, εσωτερικοί μηχανισμοί, είδος ανάδυσης χρόνο κλπ).

Γ.3. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ COMSCAPE.

Γ.*3.1* ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Το μοντέλο που αναπτύσσουμε στην εργασία αυτή αποτελεί επέκταση των προσομοιωτικών πειραμάτων Sugarscape, εφαρμογή την οποία εισήγαγαν οι Epstein & Axtell (1996) και Vuscape επέκταση του προηγούμενου την οποία ανέπτυξαν οι Buzzing and Eiben (2005).
Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί και η προγενέστερη αυτών εργασία των Doran and Palmer (1995) και Doran et.al. (1994)

Το γενικό περιβάλλον που αναπτύχθηκε, τόσο από τα μοντέλα SUGARSCAPE και VUSCAPE, όσο και από το μοντέλο που αναπτύσσουμε στην παρούσα εργασία καθορίζεται με τρόπο ώστε να επιτρέπει την διερεύνηση των αποτελεσμάτων που δημιουργούνται σε μια τεχνητή κοινωνία (artificial society) στην οποία ζουν φορείς (agents) σε ένα δισδιάστατο χώρο (2- dimensional Grid Torus) και στην επιφάνεια της οποίας υπάρχουν πόροι σε καθεστώς σπανιότητας (scarcity of resources).

Όπως είναι γνωστό από την βιβλιογραφία μέσω του Sugarscape διαπιστώνεται η ανάδυση ορισμένων κοινωνικών δυναμικών με περισσότερο γενικό τρόπο (επιβίωση των φορέων, επίδραση στο περιβάλλον, κουλτούρα, ανάπτυξη ανταλλαγών, δυναμικές πληθυσμιακής εξέλιξης κλπ.
Αντιστοίχως στο VUSCAPE ο βασικός ερευνητικός στόχος συνίσταται στη μελέτη της εξέλιξης της επικοινωνίας ως μέσου για την συνεργασία σε καθεστώς πιέσεων συνεργασίας για την επιβίωση των φορέων. Στο περιβάλλον VUSCAPE οι εξωτερικές πιέσεις για συνεργασία δεν επιτρέπουν την εκδήλωση συμπεριφορών ανταγωνισμού.
Με την έννοια αυτή τα ερευνητικά αποτελέσματά του καθορίζονται από ένα καθεστώς επιβαλλόμενης εξωγενώς συνεργασίας. Αυτά τα αποτελέσματα προσδιορίζουν ότι η επιβίωση του πληθυσμού των φορέων εξαρτάται από την αποτελεσματική εκ μέρους τους ικανότητας επικοινωνίας ανάμεσά τους, η οποία λειτουργικά λαμβάνει το χαρακτήρα δημόσιας κλήσης για βοήθεια και τεχνικά παραπέμπει στην επιλογή ενός συγκεκριμένου πρωτοκόλλου επικοινωνίας.
Το μοντέλο που αναπτύσσουμε εισάγει την βασική καινοτομία ταυτόχρονης λειτουργίας συνθηκών ανταγωνισμού και συνεργασίας. Αυτή η καινοτομία μεταβάλλει σημαντικά το πεδίο των παραδοχών καθώς και τους ερευνητικούς στόχους του μοντέλου μας. Αυτή η καινοτομία επίσης δεν είναι διαχειρίσιμη με τα εργαλεία των προγενέστερων εφαρμογών. Η συνθήκη του ανταγωνισμού είναι καταλυτική και οδηγεί στην εξαφάνιση

του πληθυσμού των φορέων. Ταυτόχρονα η συνθήκη της συνεργασίας παύει να είναι εξωγενής και επομένως αδυνατεί να λειτουργήσει σε επίπεδο βιωσιμότητας του συνολικού πληθυσμού.

Επομένως με την καινοτομία που εισάγει το μοντέλο μας επέρχονται δυο ουσιώδεις μεταβολές.

1. μεταβάλλεται το ίδιο το εννοιολογικό υπόβαθρο του τι τελικά αντιπροσωπεύει τα φαινόμενα που θα αναδυθούν από το περιβάλλον της εφαρμογής μας. Η μόνη δυνατότητα που προσφέρεται για την αποτροπή εξαφάνισης των φορέων είναι η ανάδυση νέων συμπεριφορών των φορέων, σε συνθήκες αβεβαιότητας, τόσο στη διαδικασία επικοινωνίας όσο και στις στρατηγικές που ακολουθούν οι φορείς. Επιπλέον δεν αρκεί η απλή συμπτωματική εμφάνιση αυτής της ανάδυσης αλλά και η συνεπής αναπαραγωγή της. Αυτό παραπέμπει στο γεγονός ότι εν απουσία σχέσεων και ο πληθυσμός. Η οντότητα του πληθυσμού δεν είναι πλέον κρίσιμος συντελεστής για δεσμών που προϋπάρχουν η ίδια η αναδυτική δυναμική θα αναδείξει νέες μορφές αυτόαναπαραγόμενων σχέσεων ανάμεσά τους. Αν δεν αναδειχθούν τέτοιες νέες μορφές, ο πληθυσμός θα καταρρεύσει. Άρα, η βιωσιμότητα και η αναπαραγωγή των φορέων, που αναπτύσσουν αυτές τις συμπεριφορές, θα οδηγήσει σε ένα νέο πληθυσμό που, από την άποψη των ιδιοτήτων που διαθέτει, θα είναι πρωτόγνωρος για τα δεδομένα του μοντέλου. Θα αποτελεί ένα πληθυσμό που αναδύθηκε και διαθέτει την ιδιότητα αυτοαναπαραγόμενης αμοιβαία συνεργατικής συμπεριφοράς ενός σχετικά σταθερού πλήθους φορέων. Δηλαδή οι φορείς πλέον θα έχουν σχέσεις σταθερής διασύνδεσης με άλλους συγκεκριμένους φορείς. Αυτός ο νέος ορισμός του πληθυσμού σχετίζεται με τον ορισμό της ομάδας που αναδύεται από αυτό το περιβάλλον. Όμως αυτό το ενδεχόμενο δεν εδράζεται στις βασικές λειτουργίες του μοντέλου μας, οι οποίες δεν προβλέπουν τη δημιουργία τέτοιων σχέσεων. Δηλαδή η εφαρμογή μας δεν προβλέπει λειτουργίες και εντολές του τύπου «σχηματίστε ομάδα»
Η ανάδυση επομένως τέτοιων σχέσεων θα καταδεικνύει ότι αυτή η διάσταση ομάδας που θα αναδυθεί είναι μια μετα- οντότητα ενός αυτοοργανούμενου συστήματος, προσαρμοστικού στο χαρακτήρα του, βασισμένου σε λειτουργίες και συμπεριφορές αυτόνομων φορέων, οι οποίοι λειτουργούν και συντονίζονται σε καθεστώς απουσίας μιας εξωτερικής ρυθμιστικής αρχής.

2.Διερευνάται ο ρόλος της επικοινωνίας που εξυπηρετεί αυτή την ανάδυση. Εκ προοιμίου γνωρίζουμε ότι η επικοινωνιακή πλατφόρμα του VUSCAPE δεν μπορεί να υποστηρίξει ένα καθεστώς αλληλεπιδράσεων των φορέων στο οποίο έχει εισαχθεί η συνθήκη του ανταγωνισμού. Ταυτόχρονα το VUSCAPE συμπέρανε με τα πειράματά του ότι η μορφή επικοινωνίας που εγγυάται βιωσιμότητα των φορέων είναι η δημόσια επικοινωνία που στην εφαρμογή αυτή εκφράζεται με το πρωτόκολλο Message Board. Αυτή η συγκεκριμένη μορφή επικοινωνίας προσομοιώνει την κλήση για βοήθεια και συνεργασία σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο πλήθος φορέων που κινείται τοπικά μπορεί να λάβει το μήνυμα. Αντιθέτως σύμφωνα με τα πειραματικά ευρήματα του VUSCAPE, η ιδιωτική επικοινωνία, που ορίζεται σαν η επικοινωνία που αποστέλλεται σε λίστα επιλογής, δεν μπορεί να λειτουργήσει υπέρ της επιβίωσης των φορέων. Με την εφαρμογή του μοντέλου μας επιχειρούμε να αποδείξουμε ότι όταν στις σχέσεις των φορέων εισέρχεται το στοιχείο του ανταγωνισμού τότε μόνο η ιδιωτική επικοινωνία εγγυάται τη βιωσιμότητα του νέου πληθυσμού φορέων που εποικεί τον τεχνητό μας κόσμο. Όμως και αυτή η μεταβολή υποδηλώνει την αναγκαιότητα επικοινωνίας χάριν της διατήρησης της ομάδας.

Γ.3.2 *ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ.*

Οι ερευνητικοί στόχοι της παρούσας εργασίας είναι οι ακόλουθοι:

Βασικός στόχος: Ο βασικός ερευνητικός μας στόχος συνίσταται στη διερεύνηση της επάρκειας χρήσης της μεθοδολογίας Α.Β.Μ. στη μοντελοποίηση της κοινωνικής δυναμικής ως Πολύπλοκου Προσαρμοζόμενου Συστήματος. Επιτυχής μοντελοποίηση θεωρούμε ότι είναι αυτή που ξεκινώντας από ένα σώμα απλών αρχικών συνθηκών, αυτόνομων φορέων και εν απουσία μιας κεντρικής ρυθμιστικής αρχής, αποδίδει αναδυόμενα φαινόμενα μορφών τάξης, που εμφανίζονται σε πραγματικά κοινωνικά περιβάλλοντα και των οποίων, η αποτύπωση και ερμηνεία εμπίπτει στο γνωστικό αντικείμενο των κοινωνικών επιστημών και της οικονομικής επιστήμης.

Ειδικότερα στην παρούσα εργασία διερευνούμε ως συνθήκη την ανάδυση ομάδων που μπορούν να δομούνται σαν τέτοιες μόνο στο βαθμό που οι φορείς υιοθετούν και εκδηλώνουν μια αναπαραγόμενη συνεργατική και επικοινωνιακή συμπεριφορά, ενώ το περιβάλλον του μοντέλου μας ούτε επιβάλει ούτε ενθαρρύνει την εμφάνισή τους.
Κατ' επέκταση με το μοντέλο μας διερευνούμε πειραματικά τις θέσεις:

- Του Holland, αναφορικά με το ότι οι κοινωνικοί σχηματισμοί αποτελούν φάση εξέλιξης ΠΠΣ και επομένως διαθέτουν ιδιότητες όπως, συνάθροιση, μη γραμμικότητα, ποικιλία και προσαρμογή, οι οποίες γίνονται πειραματικά αντιληπτές από τα δυναμικά αναδυτικά φαινόμενα που αποδίδουν. Πιο συγκεκριμένα ο σχεδιασμός του μοντέλου μας περιλαμβάνει φορείς, χώρο και σπανίζοντες πόρους. Περιλαμβάνει ακόμη ένα μηχανισμό αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στους φορείς και ανάμεσα σε φορείς και πόρους. Σε καθεστώς σπανιζόντων πόρων οι φορείς αντιμετωπίζουν καταστάσεις που απαιτούν ανταγωνισμό και συνεργασία. Αυτές οι καταστάσεις οδηγούν στην ανάδυση ομάδων (aggregation). Αυτή η συνθήκη επέρχεται – αναδύεται χρησιμοποιώντας μηχανισμούς σήμανσης (tagging) που οδηγούν σε meta- agents (- επικοινωνία, συνεργασία, ιδιοκτησιακά δικαιώματα, ρυθμιστικούς μηχανισμούς. Αυτές οι μετα- οντότητες αποτελούν τα building blocks της εξέλιξης του συνολικού συστήματος. Μέσω των μετα –οντοτήτων το σύστημα καθίσταται ιεραρχικό. Βασικός μηχανισμός για την επίτευξη συνεργασίας και ανταγωνισμού στο περιβάλλον του μοντέλου μας είναι η επικοινωνία (flow) η οποία συνδυάζεται με την σήμανση.

- Του Simon αναφορικά με το γεγονός ότι οι κοινωνικοί σχηματισμοί από την εμφάνισή τους και μετά τείνουν να αποτελούν ιεραρχικά συστήματα, με συγκεκριμένες ιδιότητες.

Θεωρητικός στόχος: Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων του μοντέλου μας με βάση θεωρητικά μοντέλα από το χώρο των κοινωνικών επιστημών και της οικονομικής επιστήμης.
Όπως προαναφέρθηκε και με την αιτιολόγηση που εκτέθηκε στην αντίστοιχη ενότητα, συγκρίνουμε τα παραγόμενα από το μοντέλο μας αποτελέσματα με τα συμπεράσματα θεωριών ερμηνείας του κοινωνικού μας κόσμου, είτε σε συστημικό επίπεδο, είτε σε ένα επίπεδο που απουσιάζει η λεπτομέρεια.
Για την παρούσα εργασία επιλέξαμε την σύγκριση των αποτελεσμάτων του μοντέλου μας με:

- Τη συστημική θεωρία του Luchmann που ορίζει το κοινωνικό σύστημα ως αναπαραγωγή της επικοινωνίας, δεδομένου ότι στο μοντέλο μας η λειτουργία της επικοινωνίας αποτελεί μια κρίσιμη αρχική συνθήκη

- Τη θεωρία του Abbot αναφορικά με τη σχέση των κοινωνικών οντοτήτων και των και εξωτερικής αναπαραγωγής. συνόρων τους με τη διαδικασία αποκρυστάλλωσης κοινωνικών σχηματισμών μέσω εσωτερικής

- Την θεωρητική οριοθέτηση των ομάδων και μικρό –ομάδων δεδομένου ότι, το αναδυόμενο φαινόμενο από μοντέλο μας θεωρούμε ότι είναι η ομάδα

- Τη θεωρία του North για την μοχλική επίδραση των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων στην εξέλιξη της οικονομικής ιστορίας..

:

Γ.3.3 *ΥΠΟΒΑΘΡΟ.*

Artificial Societies

Η ιδέα και ο όρος artificial Societies αποδίδονται στους Builder and Bankes (1991), οι οποίοι ανέπτυξαν μια εφαρμογή για να μελετήσουν τις επιδράσεις των τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών σε διαφορετικές κοινωνίες.

Όπως εκτέθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας, η βασική ιδέα συνίσταται στον εφοδιασμό των agents με κανόνες συμπεριφοράς οι οποίοι αναπαριστούν αυτούς της πραγματικής ζωής και στους οποίους προσομοιάζουν. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούμε ένα προσομοιωτικό περιβάλλον αναπαράστασης της διαδικασίας προσαρμογής των φορέων μέσω εξελικτικών διαδικασιών και την ανάδυση φαινομένων κοινωνικής συγκρότησης και δυναμικής που δεν είναι παρατηρήσιμη στο επίπεδο των agents. Υπενθυμίζεται ότι ο όρος agent είναι δανεισμένος από την οικονομική επιστήμη και αποτελεί μια μονάδα που περιέχει πρόγραμμα και είναι το ισότιμο μιας μονάδας λήψης απόφασης. Συνήθως οι agents, οι οποίοι είναι σχεδιαστικά αυτόνομοι αλλά αλληλεξαρτημένοι από τους άλλους και από το περιβάλλον που δημιουργούν τα προσομοιωτικά μοντέλα, εξοπλίζονται με διάφορες ικανότητες ανάλογα με τον στόχο των προσομοιώσεων, προκειμένου να διαπιστωθεί η ικανότητα επιβίωσης τους.

Εξέλιξη του VUSCAPE

Το μοντέλο μας αποτελεί μετεξέλιξη του VUSCAPE ενός προσομοιωτικού περιβάλλοντος σε JAVA, υιοθετώντας ορισμένες από τις σχεδιαστικές του αρχές αλλά και προβαίνοντας σε καινοτομικές, σε σχέση με αυτό, μεταβολές προκειμένου να μπορεί να αναπτύξει μια σειρά πειραμάτων βασισμένων στην κρίσιμη συνθήκη των σχέσεων ανταγωνισμού και συνεργασίας.
Μέσω αυτής της μετατροπής θα διερευνηθεί η ανάδυση καταστάσεων σταθερής συνεργασίας μεταξύ των φορέων και μέσω αυτού η ανάδυση της κοινωνικής ομάδας. Η ανάπτυξη επομένως του μοντέλου μας υποστηρίζει τη βασική λειτουργία τόσο του SUGARSCAPE όσο και του VUSCAPE αλλά παρέχει επιπλέον δυνατότητες μελέτης κοινωνικών δυναμικών που βρίσκονται στο πεδίο μελέτης των κοινωνικών και οικονομικών επιστημών.

Μια αναλυτική περιγραφή των μοντέλων SUGARSCAPE & VUSCAPE παρουσιάζουμε στα Παραρτήματα 1 και 2.
Αμέσως μετά τις περιγραφές αυτές οριοθετούμε τις επεκτάσεις του δικού μας μοντέλου σε συνάρτηση με τους ερευνητικούς στόχους της εργασίας μας.
Χάριν συντομίας, εφεξής όταν αναφερόμαστε στο δικό μας μοντέλο θα χρησιμοποιούμε τον όρο COMSCAPE.

Γ.3.4. *Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΜΕ.*

Η προσέγγισή μας ακολουθεί τα εξής βασικά βήματα:

- **Εξέλιξη του VUSCAPE:**

Εξέλιξη του VUSCAPE ώστε να αποτελεί ένα ικανοποιητικό περιβάλλον για τους σκοπούς της έρευνάς μας και τα πειράματα που θα διεξαχθούν.

- **Λειτουργικός – φορμαλιστικός ορισμός των καταστάσεων συνεργασίας και ανταγωνισμού**

Θα αναλύσουμε τι εννοούμε με την ορολογία αυτή, πως μοντελοποιείται αυτή η συμπεριφορά των agents, και ποια ερευνητικά ερωτήματα εξυπηρετεί η μοντελοποίηση αυτής της συμπεριφοράς.

- **Καθορισμός των μεταβλητών που θα μετρηθούν**

Με την ολοκλήρωση των δυο προηγούμενων βημάτων έχουμε περιγράψει τις ικανότητες των φορέων οι οποίες οδηγούν σε ανάδυση συμπεριφοράς ομάδας. Επομένως πρέπει να σχεδιάσουμε τις μεταβλητές που θέλουμε να μετρήσουμε και να ορίσουμε τον τρόπο με τον οποίο θα τις εκφράσουμε.

- **Εκτέλεση των πειραμάτων**

Με την ολοκλήρωση και του προηγούμενου βήματος διαθέτουμε ένα περιβάλλον σχέσεων κοινωνικής δυναμικής, παραμέτρους αυτού του περιβάλλοντος (τόσο συμπεριφοράς όσο και λειτουργικές/ τεχνικές και εργαλεία μέτρησης. Στο στάδιο αυτό εκτελούμε διαφορετικές γενιές πειραμάτων για να μετρήσουμε τα παραγόμενα από το μοντέλο αποτελέσματα και να οδηγηθούμε σε στοιχεία για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

- **Συμπεράσματα και έλεγχος υποθέσεων**

Στο στάδιο αυτό προβαίνουμε στην εξαγωγή των συμπερασμάτων που προκύπτουν από τα πειράματά μας. Διαπιστώνουμε εάν και κατά πόσο το μοντέλο μας οδηγεί σε αναδυόμενα φαινόμενα τάξης ή οδηγείται προς καταστάσεις χάους.
Αναλύουμε τα αναδυτικά φαινόμενα σε όρους ιδιοτήτων και μηχανισμών ΠΠΣ σύμφωνα με τις προτάσεις του Holland.
Συμπεραίνουμε εάν από τα αποτελέσματα του μοντέλου μας προκύπτει εάν το σύστημα που μοντελοποιούμε καθίσταται ιεραρχικό και προβαίνουμε στην ανάλογη τεκμηρίωση.
Εξετάζουμε τα αναδυόμενα φαινόμενα ομάδας και επικοινωνίας σύμφωνα με τις θεωρητικές τοποθετήσεις του Luchmann, του Abbott,τις θεωρίες για τις μικροομάδες και το θεωρητικό μοντέλο του North για την οικονομική ιστορία.
Προβαίνουμε σε διαπιστώσεις και καταγράφουμε τις αδυναμίες των αποτελεσμάτων του μοντέλου μας ή τα δυναμικά εκείνα φαινόμενα τα οποία αδυνατεί να συλλάβει.
Ορίζουμε ένα σύνολο από προτάσεις που θα καθιστούσαν το μοντέλο μας ικανό για περαιτέρω έρευνα.

Γ.3.5. *ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ COMSCAPE ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΥΜΕ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥ VUSCAPE.*

Το μοντέλο μας (Comscape) αποσκοπεί να μελετήσει καταστάσεις τις οποίες δεν μελετούν τόσο το SUGARSCAPE όσο και το VUSCAPE.

Οι καταστάσεις αυτές είναι:

- η επιβίωση των φορέων, όταν στο περιβάλλον των αλληλεπιδράσεων τους εισέρχεται και άμεσος ανταγωνισμός

- ο σχηματισμός ομάδων ως αναδυόμενο φαινόμενο που προκύπτει ως συντονισμός από την εκδήλωση συνεργατικών συμπεριφορών σε συνδυασμό με την αποτυχία των ανταγωνιστικών συμπεριφορών να διατηρήσουν τον αρχικό γενικό πληθυσμό

- ο ρόλος που έχει η επικοινωνία στον σχηματισμό των ομάδων αυτών.

Ο άμεσος ανταγωνισμός εισάγεται με την χρήση κοινωνικών διλημμάτων από τους φορείς που φορμαλιστικά παρέχονται με διαδικασίες αλληλεπιδράσεων που είναι βασισμένες στη θεωρία των παιγνίων.

Συγκεκριμένα επιλέγεται σαν κατάσταση αλληλεπίδρασης.

Α) η επιλογή από κάθε φορέα θέσεων με ποσότητα πόρου ίση με τις μεταβολικές του ανάγκες ή θέσεων που η ποσότητα πόρων είναι πολλαπλάσια από αυτές.

Β) Για τις δεύτερες αναπτύσσεται το β' επίπεδο κοινωνικού διλλήματος δεδομένου ότι οι φορείς είναι υποχρεωμένοι να συνεργασθούν για τη συγκομιδή του πόρου αλλά προκειμένου να κατανείμουν την ποσότητα του πόρου που συνέλεξαν να παίξουν το trust Game το οποίο αποτελεί μια παραλλαγή του Διλήμματος του Φυλακισμένου. Λεπτομέρειες της εξέλιξης και βασικοί ορισμοί των καταστάσεων ανταγωνισμού δίδονται στην επόμενη ενότητα.

Η διερεύνηση της δυναμικής ανάδυσης ομάδων πραγματοποιείται με την μελέτη ενός νέο χαρακτηριστικού των φορέων που εισάγεται με το μοντέλο μας. Το χαρακτηριστικό αυτό συνίσταται στην ροπή των φορέων προς τις ενέργειες που μεγιστοποιούν τα οφέλη τους και την επιλογή της στρατηγικής της συνεργασίας μόνο εφόσον ικανοποιείται αυτό το κριτήριο. Οι φορείς αποκτούν μια αυξημένη προδιάθεση να συνεργάζονται με τους φορείς εκείνους με τους οποίους δοκίμασαν στο παρελθόν αποδοτικά το trust game. Με τους φορείς αυτούς συνεργάζονται στη συνέχεια τόσο στην ανταλλαγή πληροφοριών για τις θέσεις που εντοπίζουν να περιέχουν πόρους όσο και με την εκδήλωση συνεργατικών στρατηγικών με χρήση πιθανότητας με τιμή 1. Όπως θα δείξουμε στη συνέχεια αυτή η κατάσταση φορμαλιστικά αποτυπώνεται στο γεγονός ότι αποκτούν το ίδιο χρώμα.

Η διερεύνηση αποτελεσματικής συνεργασίας στη συγκρότηση ομάδας πραγματοποιείται με την πειραματική καταγραφή των πρωτοκόλλων επικοινωνίας που ενισχύουν βιώσιμες ομάδες.

Γ.3.6. *ΦΟΡΜΑΛΙΣΤΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ.*

Γ.3.6.1. *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ – ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟ COMSCAPE.*

Όπως διαπιστώσαμε τόσο στο SUGARSCAPE όσο και στο VUSCAPE αναπτύσσονται ενδιαφέρουσες καταστάσεις ανάδυσης συμπεριφορών των φορέων οι οποίοι, εφοδιασμένοι με απλούς εσωτερικούς κανόνες και στοιχειώδεις ικανότητες , αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους προκειμένου να έχουν πρόσβαση στους πόρους που αυτό τους παρέχει για να επιβιώσουν. Οι φορείς και στα δυο ως άνω περιβάλλοντα διαθέτουν δυνατότητες αναφορικά με την αυτονομία τους (μετακίνησης, όρασης, κλπ), σχετικά με την αναπαραγωγή τους (φύλο, αναπαραγωγή), ιδιότητες έμβιων όντων (μεταβολισμό, κύκλο ζωής, γέννηση, θάνατο). Με τις ιδιότητες αυτές η αλληλεπίδραση των φορέων με τα συγκεκριμένα μοντέλα αναδεικνύει σημαντικές αναδυόμενες καταστάσεις που προέρχονται από αυτήν την αλληλεπίδραση. Όμως αυτή η αλληλεπίδραση δεν διαθέτει ακόμη κοινωνικά χαρακτηριστικά τα οποία στον πραγματικό κόσμο διαθέτουν τα ανώτερα θηλαστικά και κυρίως φυσικά τα ανθρώπινα όντα.

Το VUSCAPE προχωρά σε σχέση με το SUGARSCAPE περισσότερο στην διερεύνηση της σημασίας που έχει στην αλληλεπίδραση αυτή ένα ουσιώδες χαρακτηριστικό των φορέων που είναι η ικανότητά τους να επικοινωνούν. Οι συγγραφείς με την μοντελοποίηση της δυνατότητας επικοινωνίας προβαίνουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την επίδραση που έχει η ιδιότητα αυτή στην βιωσιμότητα των φορέων οι οποίοι κατά τα λοιπά λειτουργούν σε ένα δισδιάστατο κόσμο με τα ίδια σχεδόν χαρακτηριστικά με τον κόσμο του sugarscape.

Ούτε όμως και αυτή η μοντελοποίηση μας παρουσιάζει ένα κόσμο αλληλεπίδρασης που να διαμορφώνει ομάδες. Οι φορείς εκτελούν στοιχειώδεις λειτουργίες οι οποίες αποτιμώνται ανάλογα με τη συμβολή και επίδρασή τους στην βιωσιμότητα τους. Η ικανότητα επικοινωνίας και τα παραγόμενα εξ αυτής αποτελέσματα επίσης αποτιμώνται με τον ίδιο τρόπο. Όμως οι φορείς παραμένουν απομονωμένοι δεν κατορθώνουν να συστήσουν ομάδες και το κυριότερο δεν αναπτύσσουν ιδιότητες που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμό όπως η ιδιότητα του ανταγωνισμού και της συνεργασίας.

Εισάγουμε λοιπόν το στοιχείο του ανταγωνισμού και της συνεργασίας στο μοντέλο COMSCAPE προκειμένου να μελετήσουμε το βαθμό που αυτά τα πραγματικά χαρακτηριστικά του βιολογικού και κοινωνικού κόσμου είναι ικανά να προκαλούν παρατηρήσιμες, συναθροιστικές συμπεριφορές, προκύπτουσες και αναγνωρίσιμες στο επίπεδο του μοντέλου μας και των πειραμάτων που με βάση αυτό το μοντέλο θα εκτελέσουμε.
Για τις καταστάσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας έχει αναπτυχθεί πλούσιος θεωρητικός προβληματισμός τόσο στις κοινωνικές επιστήμες όσο και κυρίως στην οικονομική επιστήμη.

Στην παρούσα εργασία δεν επιχειρείται κάποια επισκόπηση του θέματος αυτού. Αντιθέτως επιλέγεται η φορμαλιστική απεικόνιση των καταστάσεων αυτών με ορισμούς από τη θεωρία των παιγνίων καθώς και ένα υπόβαθρο του περιβάλλοντος που οδηγεί στις καταστάσεις αυτές.

Γ.3.6.2. *ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΠΑΙΓΝΙΩΝ.*

Η θεωρία των παιγνίων οροθετεί τις καταστάσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας σαν κοινωνικό δίλημμα. Η πιο διάσημη αναπαράσταση του κοινωνικού διλήμματος είναι το Δίλημμα του Φυλακισμένου (Prisoner's Dilemma) το οποίο αποτυπώνει την ακόλουθη δυναμική αλληλεπίδρασης μεταξύ δυο φορέων.

STRATEGY	**COOPERATE [C]**	**DEFECT [D]**
COOPERATE [C]	**R1, R2**	**S1, T2**
DEFECT [D]	**S2, T1**	**P1,P2**

Όπου S1>R1>P1>T1 & S2>R2>P2>T2.

Στο συγκεκριμένο παίγνιο όπως είναι γνωστό υπάρχει ένα μόνο σημείο ισορροπίας που είναι το ζεύγος στρατηγικών D,D με αποδιδόμενα οφέλη P1, P2, το οποίο όμως αποτελεί παράδοξο αποτέλεσμα δεδομένου ότι και οι δυο παίκτες κερδίζουν λιγότερα από αυτά που θα τους απέφεραν οι στρατηγικές C,C τις οποίες όμως δεν επιλέγουν τελικά. Οι παίκτες είναι παγιδευμένοι σε αυτό το αποτέλεσμα. Είναι γνωστό ότι το παράδοξο αυτό αίνιγμα επιχειρήθηκε να αντιμετωπισθεί με πολλούς τρόπους.

Επιχειρήθηκαν τεχνικές επαναλαμβανόμενου παιγνίου, ερμηνείες βασισμένες είτε στη σκιά του μέλλοντος (Axelrod, 1984), είτε σε ειδικές στρατηγικές τύπου TIT for TAT (Rapoport 1965,1967) είτε στην κοινωνική εκμάθηση (social learning) [Macy M. 1991],[Macy & Skvoretz,1998] μέθοδοι που περιλάμβαναν εξωγενείς συνθήκες (νομικούς περιορισμούς, έθιμα, όρκους κλπ).

Αλλά γεγονός είναι ότι αν και προέκυψαν ικανοποιητικές προσεγγίσεις, μέχρι σήμερα δεν έχει προκύψει μια καθολικά αποδεκτή λύση και για το λόγο αυτό η έρευνα συνεχίζεται. Και η έλλειψη κοινά αποδεκτής λύσης εδράζεται στο γεγονός ότι οι παίκτες στο συγκεκριμένο παίγνιο είναι αυτό-παγιδευμένοι σε μια οπορτουνιστική συμπεριφορά. Αυτό σημαίνει ότι δεδομένης της αντίδρασης του άλλου παίκτη η minim ax στρατηγική είναι η διαρκής προδοσία.
Η minim ax στρατηγική συναρτάται με την έννοια της εμπιστοσύνης.

Στο προηγούμενο παράδειγμα εάν οι δυο παίκτες μπορούσαν να συμφωνήσουν ότι θα συμπεριφερθούν με συνέπεια επιλέγοντας στρατηγικές συνεργασίας θα μπορούσαν επίσης να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη τους.

Στην ερευνητική φιλολογία των Agent Based Models και των Multi Agent Models υπάρχουν πολλές προσπάθειες μελέτης της συμπεριφοράς των παικτών βασισμένων είτε στην ειδική κατηγορία παιγνίων τύπου Διλήμματος του Φυλακισμένου είτε στη γενικότερη κατηγορία παιγνίων στην οποία ανήκει αυτό το παίγνιο και η γενικότερη αυτή κατηγορία αναφέρεται σαν Mixed Motive Games (A.Kelly, 2003).
Γενικότερα στα θεωρητικά μοντέλα που αναπτύσσει η θεωρία παιγνίων οι καταστάσεις συνεργασίας και ανταγωνισμού διερευνώνται ανεξάρτητα από τις πραγματικές πιέσεις του περιβάλλοντος (το οποίο δεν χαρακτηρίζεται από σπανιότητα πόρων) αλλά από μια απλοποιημένη κατάσταση στρατηγικών μεγιστοποίησης των ατομικών συναρτήσεων χρησιμότητας.

Ας αναφερθούμε τώρα ειδικότερα στον τρόπο με τον οποίο χειρίζονται τις καταστάσεις κοινωνικών διλημμάτων όπως χαρακτηρίζονται αυτά τα παίγνια οι εφαρμογές SUGARSCAPE και VUSCAPE.

Στο περιβάλλον Sugarscape ο ανταγωνισμός προκύπτει εμμέσως (μέσω των σχέσεων δηλαδή του κάθε φορέα με το περιβάλλον) και όχι σαν αποτέλεσμα της άμεσης αλληλεπίδρασης των φορέων. Στο περιβάλλον αυτό επίσης, απουσιάζουν παντελώς οι δυνατότητες συνεργασίας μεταξύ των φορέων.

Στο VUSCAPE αντιθέτως η ανάγκη για συνεργασία αποτελεί μια εξωτερική πίεση του περιβάλλοντος το οποίο επιβάλλει την συνεργασία αυτή παρεμβατικά. Στο περιβάλλον αυτό οι φορείς αντιμετωπίζουν μια κατάσταση όπου η συγκομιδή πόρων προϋποθέτει εξ ορισμού την συνεργασία δυο ή περισσότερων φορέων και η κατανομή των πόρων που συλλέγονται είναι υποχρεωτικά ίση μεταξύ τους. Στο περιβάλλον αυτό επίσης, απουσιάζουν παντελώς οι δυνατότητες εκδήλωσης σχέσεων ανταγωνισμού μεταξύ των φορέων.

Εάν συνενώσουμε τα δυνατά σημεία των δυο ως άνω προσεγγίσεων, δημιουργούμε ένα περιβάλλον το οποίο χαρακτηρίζεται τόσο από πιέσεις σπανιότητας πόρων όσο και από δυνατότητα επιλογής οπορτουνιστικής ή συνεργατικής συμπεριφοράς των φορέων. Αυτή η κατάσταση είναι συνήθης στον πραγματικό κόσμο ανεξάρτητα με την πολυπλοκότητα που περιβάλλει τις αλληλεπιδράσεις που παράγονται. Για τον λόγο λοιπόν αυτό επιλέγουμε την ανάπτυξη του μοντέλου μας με βασικό κανόνα αλληλεπίδρασης μια ειδική μορφή παιγνίου ταυτόχρονης ύπαρξης καταστάσεων ανταγωνισμού και συνεργασίας. Την ειδική μορφή που θα λάβει το μοτίβο αλληλεπίδρασης συζητούμε στη συνέχεια.

Γ.3.6.3. *Η ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗ ΩΣ ΠΤΥΧΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ – ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ.*

Ο συνδυασμός αυτός καταστάσεων συνεργασίας και ανταγωνισμού που εμφανίζονται ταυτόχρονα στο ίδιο παίγνιο ή αλληλεπίδραση δημιουργεί συνθήκες αβεβαιότητας και αναδεικνύει τη σημασία μιας ειδικής ιδιότητας της συμπεριφοράς των φορέων που προαναφέρθηκε και στη συνέχεια θα αναλυθεί περισσότερο. Αυτή η ιδιότητα είναι η εμπιστοσύνη (trust).

Η επιστημονική φιλολογία για τον ρόλο της εμπιστοσύνης από την οπτική γωνία των κοινωνιολόγων έχει συνοψισθεί από την Misztal (1996) η οποία περιγράφει τον ρόλο που αποδίδει η κοινωνιολογία στην εμπιστοσύνη και εστιάζει στη σημασία που έχει αυτή η κατηγορία για την ανάδυση της κοινωνικής τάξης. Κεντρικό θέμα στην εργασία της Misztal αποτελεί η ενοποιητική λειτουργία της εμπιστοσύνης. Αυτή η λειτουργία αντανακλάται στο έργο του Parsons (1937) ο οποίος θεωρεί την, σε επίπεδο συστήματος, εμπιστοσύνη σαν την κύρια πηγή κοινωνικής τάξης.

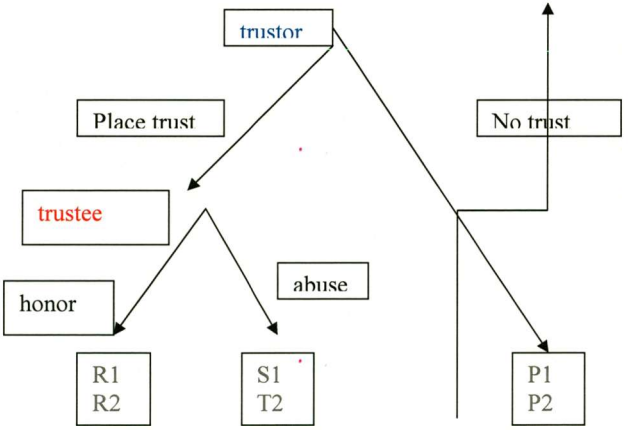
Ο Lehmann (1988) αναδεικνύει μια δεύτερη ιδιότητα της εμπιστοσύνης (πάλι σε επίπεδο συστήματος) που είναι η μείωση της πολυπλοκότητας.
Κατά τον Arrow (1974) ο οποίος ασχολείται με το θέμα της εμπιστοσύνης στο επίπεδο του ατόμου, η εμπιστοσύνη αποτελεί το λιπαντικό της συνεργασίας, μια ακόμη σημαντική ιδιότητα της.

Η έρευνα που αντιστοιχίζεται σε αυτή την Τρίτη ιδιότητα της εμπιστοσύνης συναρτάται με την προσέγγιση της ορθολογικής επιλογής. Υποθέτει ότι η εμπιστοσύνη είναι εφικτή εάν και μόνο ο εκχωρών (trustor) θεωρεί ότι το αναμενόμενο γι αυτόν όφελος από την επίδειξη στρατηγικών εμπιστοσύνης είναι προτιμότερο από το προκύπτον όφελος από στρατηγικές απουσίας εμπιστοσύνης. Μπορεί κανείς να διακρίνει εδώ το πνεύμα του PD με άλλους όρους.

Ο Coleman (1990) διακρίνει τέσσερα στοιχεία που υπάρχουν στον ορισμό της εμπιστοσύνης.

1. Η επίδειξη εμπιστοσύνης από την πλευρά του εκχωρητή επιτρέπει στον αποδέκτη να τιμήσει ή να προσβάλει το πνεύμα αυτό. Αυτή η συμπεριφορά δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την επίδειξη εμπιστοσύνης.
2. Ο εκχωρητής ζημιώνεται από την προσβολή της εμπιστοσύνης του αλλά αμείβεται από την επίδειξη τιμής σε αυτήν.
3. Ο εκχωρητής αυτοβούλως τοποθετεί πόρους στα χέρια του αποδέκτη χωρίς ορατές και τυποποιημένες εγγυήσεις.
4. Υπάρχει μια χρονική καθυστέρηση ανάμεσα στην ενέργεια επίδειξης εμπιστοσύνης και την ενέργεια του αποδέκτη.

Με βάση τα προηγούμενα μπορούμε να προχωρήσουμε σε μια ανακατασκευή του παιγνίου του διλήμματος του Φυλακισμένου περισσότερο προσανατολισμένη στην έννοια της εμπιστοσύνης. Η μορφή αυτή μετασχηματισμού είναι το Trust Game (Baskens V. 2002) και αποτελεί μια αναπτυγμένη (extended) μορφή του παιγνίου που ικανοποιεί τις ιδιότητες που θέτει ο Coleman.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20:Extensive Form of Trust Game. R1> P1,R2> P2, P1>S1, T2> R2

Η συγκεκριμένη έκφραση του κοινωνικού διλήμματος είναι περισσότερο πλούσια σε υπόβαθρο από την μορφή του παιγνίου του Διλήμματος του Φυλακισμένου που προεκτέθηκε, δεδομένου ότι:

- Διαχωρίζει τα βήματα της αλληλεπίδρασης.

- Καθιστά περισσότερο σαφές το πως παρεμβαίνουν στο παίγνιο οι πόροι (σύμφωνα με τις ιδιότητες που ορίζει ο Coleman) και επιτρέπει μια άμεση αντιστοίχηση συμπεριφορών και πόρων που βρίσκονται σε κατάσταση σπανιότητας αλλά και χρονικής αυξομείωσης.

- Εάν το παίγνιο είναι επαναλαμβανόμενο επιτρέπει την εμφάνιση της ιδιότητας της κοινωνικής εκμάθησης με την έννοια της κοινωνικής πείρας που αποκτούν οι φορείς από την προηγηθείσα αλληλεπίδραση. Αυτό σημαίνει ότι οι φορείς προσαρμοζόμενοι στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης για την συγκομιδή σπανιζόντων πόρων, εκτιμούν τις στρατηγικές με βάση όχι απλά την μεγιστοποίηση των οφελών σε κάθε γύρο αλλά με βάση την συμβολή αυτών των στρατηγικών στην βιωσιμότητά τους και την διευκόλυνση των λειτουργιών τους.

- Η κοινωνική πείρα που αποκτούν συνδυάζεται με τις προσδοκίες που έχουν για το μέλλον. Αυτό με την σειρά του σημαίνει ότι κατ' αναλογία της αποτίμησης των προηγούμενων στρατηγικών με βάση τη συμβολή τους στην επιβίωση, έχουν εξ ορισμού την ανάγκη και το κίνητρο να προβλέψουν επιτυχείς στρατηγικές και για το μέλλον. Βασισμένοι λοιπόν στις επιτυχείς αλληλεπιδράσεις του παρελθόντος αναπτύσσουν συμπεριφορές συνεργασίας και ανταγωνισμού ανάλογα με τις εκτιμήσεις τους για την μελλοντική τους επιβίωση.

Γ.3.6.4. *ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ COMSCAPE ΩΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ - TRUST GAME.*

Ας εξετάσουμε τα προηγούμενα στις συνθήκες του μοντέλου COMSCAPE που κατασκευάζουμε.

Οι φορείς ζουν σε ένα κόσμο δισδιάστατο όπου υπάρχουν πόροι διάσπαρτοι σε φυσικές τοποθεσίες οι οποίοι αναπτύσσονται με ρυθμούς που δεν υπόκεινται στον έλεγχο των φορέων. Οι πόροι αυτοί είναι αναγκαίοι για την επιβίωση των φορέων. Οι φορείς έχοντας ένα συγκεκριμένο επίπεδο μεταβολισμού (δηλαδή ανάγκη κατανάλωσης πόρων στην μονάδα του χρόνου) αλλά και ικανότητες κίνησης στο χώρο, εντοπισμού των πόρων και συγκομιδής των πόρων επιδίδονται σε μια προσπάθεια συλλογής πόρων προκειμένου να επιβιώσουν.

Σχηματικά ας ονομάσουμε τις ενέργειες συγκομιδής των πόρων «εργασία» και τις ενέργειες μεταβολισμού «κατανάλωση».

Οι πόροι πάλι εντάσσονται σε δυο κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία [α] περιλαμβάνει πόρους, η ποσότητα των οποίων είναι ίση με το επίπεδο μεταβολισμού ενός φορέα. Άρα, εάν ένας φορέας εντοπίσει ένα πόρο της κατηγορίας αυτής, έχει κίνητρο να τον συλλέξει και καταναλώσει μόνος του.
Λέμε τότε ότι παρείχε εργασία ίση με το επίπεδο μεταβολισμού του, χωρίς να χρειασθεί τη συνεργασία άλλων φορέων και στη συνέχεια καταναλώνει την ποσότητα αυτή χωρίς πάλι αυτή του η ενέργεια να υπόκειται στον έλεγχο άλλων φορέων.
Τα πράγματα τροποποιούνται πολύ στη δεύτερη κατηγορία πόρων.

Η δεύτερη κατηγορία [β] περιλαμβάνει πόρους, η ποσότητα των οποίων είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο μεταβολισμού ενός φορέα. Στην περίπτωση αυτή η εργασία που απαιτείται για την συγκομιδή των πόρων προϋποθέτει συνεργασία με άλλους φορείς.
Για την δεύτερη αυτή περίπτωση και σε ότι αφορά την συνεργατική εργασία ο φορέας συμπεριφέρεται σύμφωνα με τις παραδοχές του VUSCAPE. Δηλαδή εάν εντοπίσει θέσεις με πόρους της κατηγορίας [β] και επιλέξει την μετακίνησή του στις θέσεις αυτές και την συγκομιδή του πόρου, είναι υποχρεωμένος να συνεργασθεί με άλλους φορείς χρησιμοποιώντας την ικανότητα επικοινωνίας με την οποία είναι εφοδιασμένος.

Στο σημείο αυτό προκύπτει η διαφορά του μοντέλου μας από το VUSCAPE και έγκειται στο εξής. Δεν ισχύει η ίδια συνθήκη και για την κατανάλωση. Επειδή αλληλεπιδρούν στην περίπτωση αυτή με συνεργατική εργασία δυο ή περισσότεροι φορείς ταυτόχρονα, απαιτείται ένας μηχανισμός κατανομής του πόρου που συλλέχθηκε ανάμεσα στους φορείς.

Σύμφωνα με το Trust Game που εισάγουμε στο μοντέλο ο φορέας που πρώτος εντοπίζει τη θέση με τον πόρο ποσότητας [β] καθίσταται trustor και έχει ως δυνατότητες, είτε να καλέσει σε βοήθεια άλλους φορείς οι οποίοι καθίστανται trustees, είτε να το αποφύγει.

Είναι σαφές ότι όταν βρίσκεται αντιμέτωπος με πόρους της κατηγορίας [α] δεν έχει κανένα κίνητρο να καλέσει άλλους φορείς. Όταν όμως βρεθεί αντιμέτωπος με πόρους της κατηγορίας [β] τότε έχει κίνητρο να καλέσει σε βοήθεια με σκοπό τη συνεργασία και την συγκομιδή του πόρου. Η πράξη αυτή όμως δεν διασφαλίζει με κανένα τρόπο κατανομή που να συνεπάγεται όφελος στον φορέα trust or. Όφελος υπάρχει γι αυτόν μόνο στην περίπτωση που ο trustee επιλέξει στρατηγική απόκρισης τύπου honor. Αντιθέτως εάν επιλέξει στρατηγική τύπου abuse ο trustor ζημιώνεται. Αντιμετωπίζει επομένως αυτό το δίλημμα.

Προκειμένου να καταστεί περισσότερο σαφής αυτή η ειδική συνθήκη που εισάγουμε στο μοντέλο, χρησιμοποιούμε μια διάσημη παραβολή του Russeau [1755]1984] αναφορικά με το stag hunt. Στην παραβολή αυτή ο Russeau αναφέρει την περίπτωση κυνηγών που έχουν την δυνατότητα να κυνηγήσουν είτε λαγούς είτε ελάφια. Εάν επιλέξουν να κυνηγήσουν λαγούς τότε μπορούν να το πράξουν αποδοτικά μόνοι τους ενώ αντιθέτως το κυνήγι ελαφιού προϋποθέτει να κυνηγούν πολλοί μαζί ώστε να αποβαίνει πρόσφορο. Στην περίπτωση αυτή η ποσότητα λείας που αντιστοιχεί σε κάθε κυνηγό είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ποσότητα που λαμβάνει όταν κυνηγά λαγούς. Όμως το κυνήγι ελαφιού δεν προϋποθέτει κατ' ανάγκη μια διανομή που να εγγυάται ότι το ατομικό όφελος κάθε κυνηγού θα μεγιστοποιηθεί. Για να συμβεί κάτι τέτοιο είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός μηχανισμού ξεχωριστού από την πράξη του κυνηγιού αυτή καθεαυτή. Εν απουσία ενός τέτοιου μηχανισμού οι φορείς – κυνηγοί αντιμετωπίζουν το δίλημμα αλλά και τον πειρασμό επίδειξης οπορτουνιστικής συμπεριφοράς.

Μια πρώτη στρατηγική αντιμετώπισης είναι η επιλογή του κυνηγιού λαγού το οποίο συνεπάγεται λιγότερους σε κάθε περίπτωση κινδύνους. Αυτή όμως η στρατηγική

υπόκειται σε δυο εξωγενείς, σε σχέση με τον έλεγχο που ασκεί ο φορέας -κυνηγός, κινδύνους.

Ο πρώτος προκύπτει από το ενδεχόμενο περιβαλλοντικής πίεσης, το οποίο σημαίνει ότι εάν τα αποθέματα λείας (λαγού) μειωθούν ή εξαντληθούν οι φορείς- κυνηγοί είναι αντιμέτωποι με τον κίνδυνο εξαφάνισης εάν δεν στραφούν στο κυνήγι ελαφιών.

Ο δεύτερος προέρχεται από την πληθυσμιακή πίεση των φορέων – κυνηγών. Εάν δηλαδή ο αριθμός των κυνηγών αυξηθεί πέρα από το όριο λείας πάλι ο πληθυσμός των κυνηγών θα αντιμετωπίσει τον ίδιο κίνδυνο εξαφάνισης. Ο D.North (2000) μελετώντας με τη χρήση ενός νεοκλασικού οικονομικού υποδείγματος αυτή την κατάσταση συμπεραίνει ότι η στροφή από το κυνήγι μικρών ζώων στο κυνήγι μεγάλων ζώων και στη συνέχεια η εξημέρωση ζώων και φυτών για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των πρωτόγονων κυνηγών, καθορίσθηκε από το οριακό προϊόν της εργασίας και οδήγησε στην εμφάνιση της πρωτόγονης κοινότητας.

Με αυτούς τους κινδύνους οι φορείς κυνηγοί που είναι αυτόνομοι στη λήψη αποφάσεων επηρεάζονται από παράγοντες που δεν ελέγχουν, έτσι ώστε καθίστανται κάποτε υποχρεωμένοι να συνεργασθούν για το κυνήγι ελαφιών το οποίο όμως συνεπάγεται και την πιθανότητα, να εκτεθούν στον κίνδυνο να μην έχουν ατομικά οφέλη στην κατανάλωση, εξαιτίας της ενδεχόμενης οπορτουνιστικής συμπεριφοράς των άλλων φορέων -κυνηγών. Αυτή η περίπλοκη συνθήκη εμπεριέχει το κοινωνικό δίλημμα.

Επιπλέον όμως και σε αντίθεση με τις βασικές παραδοχές της θεωρίας των παιγνίων, οι συνθήκες περιβαλλοντικών και πληθυσμιακών πιέσεων, που υφίστανται οι φορείς, τους υποχρεώνουν να μην λειτουργούν μόνο με κριτήριο την μεμονωμένη πράξη κυνηγιού και την μεγιστοποίηση των ωφελειών που προκύπτουν από την μεμονωμένη πράξη, αλλά επιπλέον να τους απασχολεί η διαρκής διασφάλιση πόρων. Αυτό σημαίνει ότι μια γενικευμένη κατάσταση οπορτουνισμού έχει σαν πιθανή συνέπεια την αδυναμία του πληθυσμού των φορέων να επιβιώσει.
Εδώ εμφανίζεται η τάση κοινωνικής εκμάθησης. Οι φορείς έχοντας ανάγκη για συνεργασία με όρους που να διασφαλίζουν το ατομικό τους όφελος και στις επόμενες περιόδους συγκομιδής πόρων, καταγράφουν τις συμπεριφορές των φορέων με τους οποίους αλληλεπίδρασαν ώστε να μειώσουν το σχετικό ρίσκο. Εάν η εμπειρία τους από τη συνεργασία είναι αρνητική θα αποφεύγουν στο μέλλον να συνεργάζονται. Εάν είναι αντιθέτως θετική θα ενισχύεται το κίνητρό τους για συνεργασία.

Εάν πάλι η εμπειρία τους από την επίδειξη, από τους ίδιους, οπορτουνιστικής συμπεριφοράς είναι θετική θα έχουν κίνητρο να συνεχίσουν μια τέτοια συμπεριφορά. Εάν πάλι είναι αρνητική θα την αποφεύγουν. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η κατάσταση που μόλις περιγράφηκε ,δεν διασφαλίζει κάποιο στατικό σημείο ισορροπίας αλλά αντιθέτως αποτελεί ένα δυναμικό φαινόμενο το οποίο εξελίσσεται ανάλογα με τις πληθυσμιακές και περιβαλλοντικές πιέσεις και τις στρατηγικές που επιλέγουν οι φορείς, τόσο στην επιλογή τύπο πόρων δηλαδή [α] ή [β], όσο και στο καθεστώς συνεργατικών ή οπορτουνιστικών στρατηγικών. Αυτό ακριβώς το δυναμικό φαινόμενο καθορίζει μια διαρκή μεταβολή. Αυτή η μεταβολή στο βαθμό που ο πληθυσμός των φορέων δεν εξαφανίζεται περιγράφεται μαθηματικά με εξισώσεις τύπου Lotca-Voltera. Οι εξισώσεις αυτές όμως δεν μπορούν να μας διαφωτίσουν ιδιαίτερα για τα ενδεχόμενα φαινόμενα ανάδυσης ομάδων ή δικτύων στον πληθυσμό των φορέων.

Οι θεωρητικοί της οικονομικής επιστήμης ασχολήθηκαν ιδιαίτερα με αυτήν την αινιγματική κατάσταση της αλληλεπίδρασης μεταβαλλόμενων πληθυσμών φορέων, σε μεταβαλλόμενες συνθήκες σπανιότητας πόρων και με μεταβλητές στρατηγικές εξαιτίας του κοινωνικού διλήμματος.

Ο D.North [2000] εξετάζοντας τις συνθήκες που ίσχυσαν στην οικονομική ιστορία του ανθρώπινου είδους δημιούργησε ένα θεωρητικό μοντέλο ερμηνείας το οποίο δέχεται ότι προκειμένου να διασφαλισθεί η επιβίωση των πληθυσμών σε συνθήκες γενικευμένης σπανιότητας χρειάσθηκε να αναπτυχθούν μηχανισμοί ανταγωνισμού και συνεργασίας οι οποίοι να είναι αποδοτικοί στη διαχείριση των πόρων, την κατανομή του πλούτου, τις πληθυσμιακές πιέσεις και τον έλεγχο αυτών των συνθηκών.

Από τους μηχανισμούς αυτούς που περιέγραψε ο North και οι οποίοι συνδέονται εννοιολογικά με όλα τα προεκτεθέντα ξεχωρίζουμε αυτούς που αναφέρονται:

- στη στρατηγική ιδιοκτησίας (κοινοτικής ιδιοκτησίας στην αρχή και στη συνέχεια ατομικής)
- στη στρατηγική εμφάνισης του κράτους για τον έλεγχο των διαδικασιών δημιουργίας της ιδιοκτησίας, κατανομής της και αποτροπής πρόσβασης σε αυτήν πληθυσμών που θα διατάρασσαν την αποτελεσματική διαχείριση
- στη στρατηγική ελέγχου του πληθυσμού
- στη στρατηγική ιδεολογίας του πληθυσμού.

Επιδίωξή μας στην παρούσα εργασία είναι η σύνδεση του εννοιολογικό αυτού μοντέλου με το προσομοιωτικό μοντέλο COMSCAPE για να αποτυπώσουμε πειραματικά τις βασικές δυναμικές που αναπτύσσονται καθώς και τα φαινόμενα που αναδύονται από αυτές, σε επίπεδο συμπεριφοράς των φορέων, σε ένα περιβάλλον σπανιζόντων πόρων που υπόκεινται σε διακύμανση, καθώς και όλα τα συναθροιστικά φαινόμενα που θα προκύψουν από την πειραματική εκτέλεση της προσομοίωσης του μοντέλου.

Αυτή η συγκεκριμένη προβληματική έχει μέχρι σήμερα γενικότερα απασχολήσει το ενδιαφέρον ερευνητών, οι οποίοι διερευνούν με προσομοίωση διαφορετικές πλευρές συνθηκών ανταγωνισμού και συνεργασίας.
Τα ειδικά θέματα τα οποία διερευνούν είναι το σύστημα signaling όταν αυτό συνεπάγεται κόστος, η συνεργασία που βασίζεται σε εγωιστικά κίνητρα, δυναμικές ομαδοποίησης και διερεύνηση των αιτίων δημιουργίας των ομάδων, τον ρόλο της επαναλαμβανόμενης και μη επαναλαμβανόμενης συνεργασίας, την επίδραση της επικοινωνίας σε αυτές τις καταστάσεις, την επίδραση που έχει σε μια τεχνητή κοινωνία η εισαγωγή φορολογίας, την αναπαράσταση μιας οικονομίας τύπου Lehmann, την μελέτη επαναλαμβανόμενου παιγνίου Διλήμματος του Φυλακισμένου, την χωρική συνάθροιση των φορέων μέσω ενός μηχανισμού βασισμένου σε θεωρία παιγνίων και πλήθος άλλων παρεμφερών καταστάσεων.
Στη συνέχεια αναφέρουμε περιληπτικά αυτές τις ερευνητικές εργασίες.
Ο S.Bullock (1997) συνδέει τη διαδικασία signaling με τα κόστη που συνεπάγονται και τα διερευνά από μια προοπτική διακριτών βημάτων πράξης- απόκρισης. Αυτή η μοντελοποίηση δημιουργεί ως συνέπεια την σύγκρουση ενδιαφερόντων ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη του συστήματος signaling. Η προσομοίωση που δημιούργησε έδειξε την ανάδυση μιας σταθερής κατάστασης signaling συστήματος παρά την εγωιστική προδιάθεση στις ενέργειες των φορέων.

Οι E. Torsten, et al. (1998) διερεύνησαν την χρήση μοντελοποίησης προσομοίωσης σε οικονομικά περιβάλλοντα. Η μοντελοποίηση την οποία εφάρμοσαν ορίζει την συνεργασία με μια πλατφόρμα ατομικού οφέλους ώστε οι φορείς συμμετέχουν στην αλληλεπίδραση συνεργασίας όταν το όφελος από αυτή την αλληλεπίδραση είναι μεγαλύτερο από άλλες επιλογές που δεν συνεπάγονται συνεργασία. Επιπρόσθετα η

μοντελοποίησή τους εισάγει επίπεδα εμπιστοσύνης. Στη συγκεκριμένη όμως εφαρμογή η κοινότητα κατά κάποιο τρόπο προϋπάρχει και τόσο η συνεργασία όσο και η εμπιστοσύνη δοκιμάζονται με τη διαδικασία δημιουργίας δανειστή – δανειζόμενου, όπου ο δανειστής δανείζει παραγωγικά εργαλεία στον δανειζόμενο για οικονομική εκμετάλλευση. Η εφαρμογή επομένως έχει περισσότερο το χαρακτήρα των επιπτώσεων διανομής κοινών συλλογικών αγαθών σε μια κοινότητα.

Ο D. Hales (2001), διερευνά την διαδικασία δημιουργίας ομάδας σε ένα τεχνητό περιβάλλον. Βασίζει την προσέγγισή του στην παρατήρηση της τοπολογίας του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την προδιάθεση των φορέων που προκύπτει από κάποια κουλτούρα και έχει το χαρακτήρα μιμιδίων (memes). Διερευνά την ανάδυση συνεργασίας τόσο μεταξύ των φορέων όσο και ανάμεσα σε είδη φορέων(species).

Άλλη ενδιαφέρουσα πλευρά είναι η μελέτη του συντονισμού των φορέων σε επαναλαμβανόμενες και μη αλληλεπιδράσεις (Di Paolo A.Ezequiel,1997). Στην συγκεκριμένη εφαρμογή επιχειρείται ένας ορισμός της επικοινωνίας σε συνδυασμό με την διερεύνηση του τρόπου εξέλιξης και των συνθηκών που την ευνοούν. Χρησιμοποιούνται δυο μοντέλα προσομοίωσης. Στο πρώτο οι ενέργειες δεν είναι επαναλαμβανόμενες ενώ αντιθέτως στο δεύτερο είναι επαναλαμβανόμενες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στην πρώτη περίπτωση η δραστηριότητα συντονισμού αναπτύσσεται ακόμη και σε συνθήκες που μια κλασσική προσέγγιση με θεωρία παιγνίων θα προδίκαζε το αντίθετο. Τα αποτελέσματα στη δεύτερη περίπτωση αποδεικνύουν ότι ο συντονισμός είναι κάτι περισσότερο από απλή επικοινωνία και ανταλλαγή μηνυμάτων. Καταδεικνύεται ότι οι φορείς χρησιμοποιώντας την επικοινωνία σαν εργαλείο συντονισμού αναπτύσσουν δράσεις τις οποίες θα αδυνατούσαν να αναπτύξουν δρώντας απομονωμένα.

Οι T.Back et al.(2002) διερευνούν την εισαγωγή ενός νέου αγαθού σε ένα οικονομικό κύκλωμα τεχνητού κόσμου που αποτελείται από φορείς και συγκρίνουν την εξέλιξη του συστήματος με και χωρίς την επιβολή φόρου. Το σύστημα φορολογίας σημαίνει ότι οι φορείς έχουν την υποχρέωση να παραχωρούν μια ποσότητα πόρου που έχουν στην κατοχή τους κάθε περίοδο. Οι φόροι συλλέγονται και ανακατανέμονται εξ ίσου σε όλο τον πληθυσμό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μέγεθος του πληθυσμού όταν παρεμβαίνει το σύστημα φόρου είναι μεγαλύτερο από αυτό της περίπτωσης που δεν παρεμβαίνει φόρος.

Οι L. R. Izquierdo et al. (2004) διερευνούν τα αποτελέσματα μιας αλληλεπίδρασης επαναλαμβανόμενου Διλήμματος του Φυλακισμένου το οποίο παίζεται από ένα σύνολο [n] ικανών για προσαρμογή, παικτών, οι οποίο μαθαίνουν από την προηγούμενη εμπειρία τους, την οποία χρησιμοποιούν ως κριτήριο για την επιλογή στρατηγικών στη συνέχεια. Την διαδικασία αυτή οι συγγραφείς ορίζουν ως «Case based Reasoning(CBR)». Συμπεραίνουν ότι με τη χρήση CBR τεχνικών σε επαναλαμβανόμενα παίγνια οι παίκτες συχνά επιλέγουν την στρατηγική της συνεργασίας.

Οι Hegselman & Flache (1998) χρησιμοποιούν ένα μοντέλο διερεύνησης των αναδυόμενων δικτύων συνεργασίας ανάμεσα στους φορείς με την εισαγωγή μιας φόρμουλας από την θεωρία παιγνίων που ονομάζουν Support Game.

Οι προαναφερθείσες ερευνητικές εργασίες διερευνούν όπως είναι εύκολο να συμπεράνει κανείς ένα ευρύ φάσμα ειδικών θεμάτων που υπάρχουν σε καταστάσεις συνεργασίας ανταγωνισμού και επικοινωνίας. Σε γενικές γραμμές οριοθετούν κάποια περιβάλλοντα τα οποία προσιδιάζουν στα οικοσυστήματα και στις ανθρώπινες κοινωνίες που έχουν σαν γενικά χαρακτηριστικά τα ακόλουθα:

- Μεγάλο πλήθος φορέων

- Εξάρτηση της επιβίωσης του κάθε φορέα από την συνολική εξέλιξη του περιβάλλοντος
- Περιβάλλοντα τα οποία δεν είναι στατικά ή ευρισκόμενα σε ισορροπία αλλά μεταβάλλονται διαρκώς.
- Σπανιότητα πόρων

Σε αυτά τα περιβάλλοντα διαπιστώνεται έντονη αλληλεξάρτηση ανάμεσα σε όλα τα στοιχεία τους. Επίσης στα περιβάλλοντα αυτά οι φορείς έχουν μια τοπική δράση αλλά και την ικανότητα επιλογών.

Διερευνώνται λοιπόν από τις εφαρμογές αυτές οι ακόλουθες σε γενικές γραμμές καταστάσεις. Πόσο και με ποιο τρόπο επηρεάζει η σπανιότητα πόρων την εξέλιξη των πληθυσμών των φορέων. Ποιες στρατηγικές των φορέων διασφαλίζουν την επιβίωσή τους και ποια φαινόμενα παρατηρούνται από την επιλογή επιτυχημένων προς τούτο στρατηγικών.

Τα υποδείγματα που έχουν ως κατεύθυνση τη διερεύνηση αλληλεπιδράσεων βασισμένων στη θεωρία των παιγνίων διερευνούν πιο στενά τις περιπτώσεις εμφάνισης αποτελεσμάτων αλληλεπίδρασης στο σύνολο του πληθυσμού των φορέων, τα οποία αποτελέσματα ξεπερνούν ή υπερβαίνουν τα υποδεικνυόμενα από την θεωρία παιγνίων αποτελέσματα. Σε αυτά τα υποδείγματα η σπανιότητα πόρων δεν αποτελεί κρίσιμο παράγοντα. Αντιθέτως κρίσιμο παράγοντα αποτελεί η εγωιστική συμπεριφορά και η μελέτη του κατά πόσο η αριστοποίηση παραχωρεί σε αυτές τις καταστάσεις τη θέση της στη σχετική βελτίωση.

Τα υποδείγματα πάλι που διερευνούν τη συσχέτιση συμπεριφορών και σπανιότητας πόρων ασχολούνται κατά κύριο λόγο με τη διερεύνηση των στρατηγικών που αποδίδουν βιωσιμότητα στους πληθυσμούς των φορέων. Διερευνούν δηλαδή τις παραμέτρους που καθορίζουν ότι ένας πληθυσμός αντέχει στις πιέσεις περιβάλλοντος και κατά συνέπεια επιβιώνει.
Τμήμα αυτής της γραμμής έρευνας ασχολείται ειδικότερα με τη διερεύνηση των στρατηγικών συνεργασίας που στην περίπτωση αυτή όμως επιβάλλεται από τον κίνδυνο εξαφάνισης των φορέων και εξάγουν συμπεράσματα για τη σύγκριση βιωσιμότητας πληθυσμών που αναπτύσσουν συνεργατικές στρατηγικές έναντι άλλων που αναπτύσσουν μη συνεργατικές.

Άλλο τμήμα αυτής της γραμμής έρευνας αναδεικνύει το ρόλο της επικοινωνίας των φορέων στην υποστήριξη συνεργατικών στρατηγικών.
Μια τελευταία τάση μελετά την εξέλιξη της συνεργασίας σαν κοινωνικό χαρακτηριστικό και όχι κατ' ανάγκη ως πίεση του περιβάλλοντος.

Γ.3.7. *ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ COMSCAPE.*

Γ.3.7.1. *ΣΕ ΠΟΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΑΠΑΝΤΑ.*

Με το μοντέλο COMSCAPE θα επιχειρήσουμε να συνθέσουμε αυτές τις τάσεις θέτοντας εξ υπαρχής τα ακόλουθα ερωτήματα- στόχους.

- Σε ποιες καταστάσεις σπανιότητας, η συνεργασία και ο ανταγωνισμός αλληλεπιδρούν με τέτοιο τρόπο ώστε εκτός από τα προηγούμενα συναθροιστικά φαινόμενα να αποδίδουν και φαινόμενα σχηματισμού ομάδων που στο εσωτερικό τους αναπτύσσουν συνεργασία αλλά ταυτόχρονα ανταγωνίζονται με το εξωτερικό τους περιβάλλον;

- Στο βαθμό που στο προηγούμενο ερώτημα προκύψει ως απάντηση ότι ο σχηματισμός ομάδων αποτελεί παρατηρήσιμο φαινόμενο, σε ποιο βαθμό η επικοινωνία μπορεί να υποστηρίξει ή να δυσχεράνει την επιβίωση των ομάδων. Με άλλα λόγια είναι στον ίδιο βαθμό βιώσιμες οι ομάδες που αναπτύσσουν την επικοινωνία και οι ομάδες που την αγνοούν ή όχι; Και επιπρόσθετα ποια μέθοδος επικοινωνίας υποστηρίζει καλύτερα την επιβίωση των ομάδων;

- Ποιες είναι οι επιδράσεις στο σχηματισμό των ομάδων των περιβαλλοντικών πιέσεων (σπανιότητα πόρων) και των πληθυσμιακών πιέσεων (αύξηση του αριθμού των μελών των ομάδων, του συνολικού πληθυσμού ως αιτία σπανιότητας πόρων);

Γ.3.7.2. *ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΕΙΣΑΓΟΝΤΑΙ.*

Προκειμένου να απαντηθούν όσα από τα προηγούμενα ερωτήματα είναι εφικτό προχωρούμε στην συνέχεια στον καθορισμό των λεπτομερειών του μοντέλου.

Γ.3.7.2.1. *ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΡΩΝ.*

Υποθέτουμε αρχικά ότι ο πληθυσμός του πόρου [α] είναι επαρκής για την επιβίωση ενός πλήθους φορέων που έχουν τυχαία διασκορπιστεί στο περιβάλλον. Οι φορείς έχοντας επίπεδο μεταβολισμού ίσο με την ποσότητα του πόρου [α] χρησιμοποιούν τις δυνατότητες όρασης και μετακίνησης για την συλλογή του πόρου αυτού.
Πόροι αντιθέτως επιπέδου [β] είναι μεν επαρκείς για την συντήρηση των φορέων αλλά προϋποθέτουν συνεργασία στην συγκομιδή τους από δυο τουλάχιστον φορείς. Με τον τρόπο αυτό οι φορείς δεν έχουν απόλυτη ελευθερία πρόσβασης στους πόρους της κατηγορίας αυτής αλλά αναγκάζονται να αλληλεπιδράσουν με άλλους φορείς.

Γ.3.7.2.2. *ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΦΟΡΕΙΣ.*

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ Α'

Οι φορείς επίσης είναι γενετικά προσδιορισμένοι σε αρσενικούς και θηλυκούς. Ακολουθώντας τις αναπαραγωγικές συνθήκες του SUGARSCAPE & VUSCAPE οι φορείς διασταυρώνονται όταν συναντώνται, είναι σε ηλικία αναπαραγωγής και υπάρχει επάρκεια τροφής. Απαραίτητη προϋπόθεση αναφορικά με την επάρκεια τροφής είναι η μεταβίβαση ποσότητας πόρων προς τον απόγονο προκειμένου αυτός να επιβιώσει. Με δεδομένο ότι η συλλογή του πόρου [α] δεν επαρκεί για τις μεταβολικές ανάγκες των δυο διασταυρούμενων φορέων και του απογόνου τους οι φορείς πρέπει να αναζητήσουν προκειμένου να διασταυρωθούν πόρους τύπου [β] ώστε η ποσότητα που συλλέγεται να επαρκεί για τις ανάγκες των τριών ατόμων.

Αυτή είναι και η συνθήκη πίεσης συνεργασίας που αντικαθιστά την αντίστοιχη συνθήκη του VUSCAPE. Οι πόροι που συλλέγονται με αυτόν τον τρόπο και για αυτό το σκοπό μοιράζονται στους φορείς εξίσου.

Η συνεργασία δε που επιτυγχάνεται σε αυτή την περίπτωση, με τη χρήση κάποιου μηχανισμού, καταγράφεται στους φορείς οι οποίοι στη συνέχεια είναι ικανοί αναγνωρίζουν τους φορείς με τους οποίους συνεργάσθηκαν (ο μηχανισμός καταγραφής είναι ένα string αντίστοιχο με το SUGARSCAPE). Με βάση αυτήν την καταγραφή επίσης οι φορείς γνωρίζουν ότι η συνεργασία τους δημιουργεί μεγαλύτερη ποσότητα πόρου [β] για την ίδια ποσότητα προσπάθειας σε σχέση με την ποσότητα [α] για την προσπάθεια αυτή.

Όταν ικανοποιούνται αυτές οι δυο συνθήκες οι φορείς αυτοί συνεχίζουν να συνεργάζονται. Αυτό σημαίνει ότι έχουν αυξημένη προδιάθεση συνεργασίας με ρόλους είτε trustoreίτε trustee. Η προδιάθεση αυτή εκφράζεται με την μορφή πιθανότητας.

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ Β.

Οι φορείς έχουν την δυνατότητα να συλλέγουν πόρους [α] και [β].
Απαιτείται επομένως ένας κανόνας με τον οποίο να πραγματοποιούν αυτή την επιλογή. Η επιλογή αυτή τόσο κατά τους συγγραφείς του SUGARSCAPE όσο και κατά τους συγγραφείς του VUSCAPE αποτελεί consumptional Behavior.Σύμφωνα με αυτή την επιλογή κάθε φορέας πηγαίνει πάντα στη θέση με το μεγαλύτερο απόθεμα πόρου αξιολογώντας και ιεραρχώντας τις εφικτές προς μετάβαση θέσεις με το κριτήριο αυτό.

Εάν υπάρχουν περισσότερες της μιας θέσης τότε:
Στο μεν SUGARSCAPE ο φορέας επιλέγει την πλησιέστερη.
Στο δε VUSCAPE ο φορέας επιλέγει μια θέση τυχαία. Η αιτιολογία που αναφέρουν οι συγγραφείς του VUSCAPE είναι ότι εάν ο φορέας επιλέγει την πλησιέστερη θέση εισάγεται ένα είδος bias που εμποδίζει την εξερεύνηση.

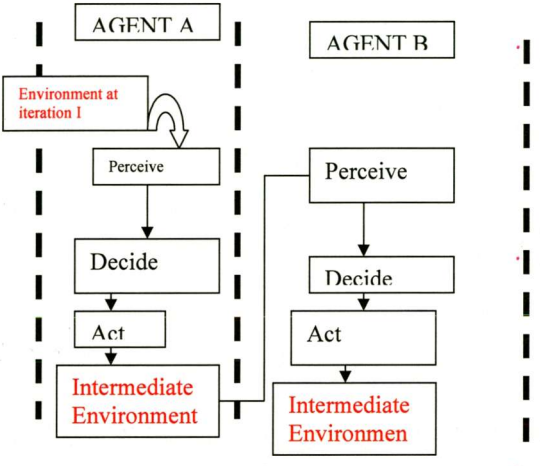
Η αξιολόγηση και επιλογή των θέσεων από τον φορέα είναι μάλλον θέμα μεγάλης σπουδαιότητας. Ενδεχομένως οι επιλογές πλησιέστερη θέση και τυχαία επιλογή να υποκρύπτουν δυναμικά φαινόμενα, τα οποία θα μπορούσαν να μελετηθούν πληρέστερα στην περίπτωση που ο φορέας μπορούσε με περισσότερο σύνθετα κριτήρια να επιλέξει τον προορισμό της μετάβασής του.
Αφήνουμε όμως σε αυτή τη φάση τις λεπτομέρειες του σχεδιασμό εισαγωγής ενός περισσότερο σύνθετου μηχανισμού, υποκαθιστώντας την επιλογή με περισσότερες διακυμάνσεις των ποσοτήτων και των κατανομών των πόρων στο περιβάλλον.

Προτού μελετηθούν άλλα φαινόμενα θα πειραματισθούμε με διαφορετικές κατανομές ώστε να διαπιστώσουμε εάν επιδρούν και με πιο τρόπο στις επιλογές μεταξύ [α] και [β]. Αυτό σημαίνει ότι εάν οι φορείς δεν διαθέτουν κριτήριο επιλογής ανάμεσα σε θέση Α με επίπεδο πόρου [α] και στη θέση Β με επίπεδο πόρου [β] αλλά κινούνται με τυχαία επιλογή σε αυτές τις θέσεις τότε τι επίδραση θα είχε η μεταβολή της σπανιότητας των πόρων [α] και [β] αντίστοιχα. Το θέμα αυτό δεν φαίνεται να είναι τετριμμένο δεδομένου ότι η τυχαία χωροταξία στην κατανομή των φορέων μπορεί να επιφέρει εξαφάνιση των πληθυσμών των φορέων. Επίσης ενδέχεται να δυσχεραίνει τη συνεργασία λόγω της τυχαιότητας.

Σε επόμενο στάδιο άλλη γενιά εφαρμογών θα περιλαμβάνει μηχανισμό πραγματικής αξιολόγησης των θέσεων που να αντανακλά περισσότερο σύνθετες και ευαίσθητες συνθήκες όπως ο κίνδυνος επιλογής πόρου [β] με ζημιογόνα για τον φορέα αποτελέσματα, το κίνητρο επιλογής πόρων [β] όταν το γενικό επίπεδο συνεργασίας που μπορεί να απολαμβάνει ο φορέας λόγω ένταξής του σε ομάδα είναι αυξημένο, ο ανταγωνισμός φορέων διαφορετικών ομάδων κλπ.

Ο μηχανισμός επιλογής ανάμεσα στην πλησιέστερη θέση και την τυχαία επιλογή είναι ο κανόνας <prefer**NearestCell**> με τιμές TRUE/FALSE. Ακόμη όμως και στην περίπτωση που ενεργοποιούμε αυτόν τον κανόνα (TRUE) εάν υπάρχουν δυο ή περισσότερες θέσεις με ίση απόσταση και ίσα επίπεδα πόρου ο φορέας πάλι θα επιλέξει τυχαία.

Διαγραμματικά αυτή η συμπεριφορά του φορέα φαίνεται ακολούθως:
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΦΟΡΕΑ



Προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα σχετικά με την μεταβολή του περιβάλλοντος από επιλογή θέσης για μετακίνηση από ένα φορέα πριν προσλάβουν αυτή τη κατάσταση οι λοιποί φορείς ο N.Vink (2004) προτείνει μια μέθοδο παραλληλισμού με βάση τον οποίο όλοι οι φορείς βασίζουν τις αποφάσεις τους στην κατάσταση που βρισκόταν το περιβάλλον στην αρχή του γύρου.

Γ.3.7.2.3. *ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ TRUST GAME.*

Έχοντας ορίσει ήδη τη σημασία των κατηγοριών πόρων τύπου [α] και [β] στο COMSCAPEσημειώνουμε ότι η βασική προϋπόθεση που απαιτείται να ικανοποιηθεί προκειμένου η συλλογή του πόρου [β] να συμβάλει στην επιβίωση και των δυο εμπλεκομένων φορέων, είναι η επιτυχής αμοιβαία συνεργατική διεξαγωγή του trust game από όλους τους φορείς.

Οι φορείς αρχικά σχεδιάζονται να έχουν ουδέτερη προδιάθεση συνεργασίας και αυτή η προδιάθεση στο μοντέλα μας εκφράζεται με τη μορφή πιθανότητας συνεργασίας με τιμή Π=0,5. Αυτή η συνθήκη όμως χρήζει περισσότερης ανάλυσης και διερεύνησης, δεδομένου ότι στο βαθμό που στο προηγούμενο βήμα (επιλογή θέσης και ποσότητας πόρου) το μοντέλο μας δεν προβλέπει ικανότητα του φορέα να επιλέξει ανάμεσα στην επιλογή πόρου [α] (ο οποίος εγγυάται την ικανοποίηση των μεταβολικών του αναγκών

και πόρου) [β] (που τις ικανοποιεί σε πολλαπλάσιο βαθμό, μόνο όμως υπό την προϋπόθεση ότι ο δεύτερος φορέας που θα ανταποκριθεί επιλέξει στρατηγική HONOR), ο κάθε φορέας είναι απόλυτα εξαρτημένος από την επιλογή του δεύτερου φορέα. Στο VUSCAPE το θέμα αυτό αντιμετωπίζεται με την εισαγωγή της λειτουργίας της επικοινωνίας. Σύμφωνα λοιπόν με το VUSCAPE ο κανόνας που εφαρμόζει ο φορέας είναι η προτίμηση για επικοινωνία (TalkPref) η οποία αποτελεί μια προδιάθεση και κινείται ανάμεσα σε δυο όρια, Max TalkPref και Min TalkPref. Οι αντίστοιχες τιμές που δίδονται είναι Max TalkPref = 1.0f, Min TalkPref = 0,0f

Όταν οι φορείς ανακαλύψουν θέσεις με πόρο [β] έχουν δυο δυνατότητες.

A) Να καλέσουν άλλο φορέα για συνεργασία. *Μετατρέπονται δηλαδή σε Trustor και επιλέγουν τη στρατηγική Trust.* Για να συμβεί αυτό πρέπει ο κανόνας TalkPref να επιτρέψει την επιλογή αυτή. Επομένως η τιμή που δίδεται καθορίζει την πιθανότητα με την οποία ο φορέας τελικά επικοινωνεί.

B) Να μην καλέσουν άλλο φορέα. *Μετατρέπονται δηλαδή σε Trustor και επιλέγουν τη στρατηγική NO Trust.* Αντιστοίχως με το προηγούμενο, για να συμβεί αυτό πρέπει ο κανόνας TalkPref να μην επιτρέψει στο φορέα να επικοινωνήσει, το οποίο ουσιαστικά καθορίζεται από την τιμή που δίδεται και η οποία καθορίζει με τη σειρά της, την αντίστοιχη πιθανότητα.

Στην περίπτωση Α, εάν τελικά ένας άλλος φορέας ανταποκριθεί, οι δυο φορείς παίζουν το trust game. Εάν δεν ανταπόκριθεί κανείς ο trustor έχει δυο επιλογές. Είτε να επιχειρήσει ξανά είτε να εγκαταλείψει τη θέση αυτή.
Επομένως ορίζουμε τη διαδικασία αλληλεπίδρασης με βάση το trust game στο μοντέλο μας ως εξής:

1. Για να επιτευχθεί συνεργασία πρέπει ο φορέας Α να εντοπίσει μια θέση με πόρο [β], να καλέσει με πιθανότητα [p1] τον φορέα Β για βοήθεια, ο φορέας Β να ανταποκριθεί και να επιλέξει την στρατηγική (Η) με πιθανότητα [p2].Εάν αυτά συμβούν τότε μοιράζονται πόρους ποσότητας χ>=2[α].Δηλαδή στο ενδεχόμενο εκδήλωσης αμοιβαία συνεργατικής συμπεριφοράς όλοι οι φορείς κερδίζουν ίση ποσότητα πόρου η οποία μάλιστα ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη σε ποσότητα από την ποσότητα πόρου τύπου [α]

2. Εάν αντιθέτως ο φορέας Β επιλέξει την στρατηγική (Ab) με πιθανότητα [1-p2] συντελεστή της ποσότητας [α] που ισούται με την τιμή μεταβολισμού ενός φορέα. τότε λαμβάνει ποσότητα πόρου μέχρι k[α] ανάλογα με το επίπεδο πόρου και ο φορέας Α λαμβάνει 0.Το [k] στην προκειμένη περίπτωση υποδηλώνει ένα σ
Άρα στο ενδεχόμενο ένας φορέας να επιδείξει ανταγωνιστική στρατηγική τότε ως συνέπεια επέρχεται η ανταμοιβή αυτού του φορέα με μια υπερβολικά μεγάλη ποσότητα σε σχέση με τις μεταβολικές του ανάγκες ενώ ταυτόχρονα οι λοιποί φορείς δεν κερδίζουν απολύτως τίποτα και αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο της εξαφάνισης.

Αναλυτικά:

A) Ο φορέας που καλεί για βοήθεια συμπεριφέρεται με μια προδιάθεση πιθανοτήτων για συνεργασία οι οποίες αντιστοιχούν στην προηγούμενη εμπειρία του και στην ανάγκη που έχει για συλλογή πόρων. Η προηγούμενη εμπειρία του κατατάσσει τους άλλους φορείς σε τρεις γενικές κατηγορίες.

1. Αυτούς με τους οποίους έχει συνεργασθεί στο παρελθόν. Η προδιάθεσή του γι αυτούς είναι Π= 0,9 ή 1

2. Αυτούς με τους οποίους έχει παίξει το trust game και δεν συνεργάσθηκαν. Η προδιάθεσή του γι' αυτούς είναι Π= 0
3. Αυτούς που δεν έχει ουδέποτε συναντήσει. Η προδιάθεσή του γι' αυτούς είναι ουδέτερη Π= 0,5

Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί η παραλλαγή (1) ως άνω όπου όταν οι φορείς πρόκειται να διασταυρωθούν τότε επιλέγουν συνεργατική συμπεριφορά, συνθήκη που προσαυξάνει το σύνολο των προϋποθέσεων διασταύρωσης που εξετάζεται πιο κάτω.

Επιλέγουμε αρχικά για το σχεδιασμό του μοντέλου μας μια απλοποιημένη παραλλαγή αυτών των κανόνων αλληλεπίδρασης με βάση μια προδιάθεση για συνεργασία εκφρασμένη με τη μορφή πιθανοτήτων που ορίζεται ως ακολούθως:

Κάθε φορέας κατατάσσει με βάση την προηγούμενη εμπειρία του τους άλλους φορείς σε δυο διακριτές κατηγορίες.

- Α) αυτούς με τους οποίους έχει συνεργασθεί στο παρελθόν. Όταν συναντάται με φορείς αυτής της κατηγορίας τότε επιλέγει συνεργασία με πιθανότητα άλλοτε Π = 1 και άλλοτε Π=0,9. Χαλαρώνοντας σε αυτή τη δεύτερη περίπτωση την απόλυτη προδιάθεση μπορούμε να μελετήσουμε τις ταλαντώσεις που θα προκαλέσουν και να διαπιστώσουμε εάν τελικά τα δυο αποτελέσματα συγκλίνουν.

- Β) αυτούς με τους οποίους έχει αλληλεπιδράσει με βάση το trust Game και η έκβαση του παιγνίου απέδωσε ανταγωνιστικές στρατηγικές καθώς και αυτούς με τους οποίους δεν έχει αλληλεπιδράσει μέχρι εκείνη τη στιγμή. Όταν συναντάται με φορείς αυτής της κατηγορίας η προδιάθεσή του για συνεργασία είναι ουδέτερη και αυτό εκφράζεται με τιμή πιθανότητας άλλοτε Π= 0,5 και άλλοτε Π= 0,7. Χρησιμοποιούμε αυτές τις δυο περιπτώσεις σε διαφορετικά πειράματα ώστε να μπορέσουμε να μελετήσουμε την επίδραση διαφορετικών επιπέδων πίεσης ανταγωνισμού.

Οι ως άνω επιλογές ως σύνολο τεκμηριώνονται με βάση την ατελή πληροφόρηση και μνήμη που θεωρούμε ότι έχει ο κάθε φορέας του μοντέλου μας. Αυτό σημαίνει ότι η συμπεριφορά του καθορίζεται από το απλό κίνητρο επίτευξης του εσωτερικού του σκοπού και όχι από ένα σχετικά περίπλοκο και πλούσιο γνωστικό υπόβαθρο που θα του επέτρεπε να κατηγοριοποιεί με σύνθετα κριτήρια τους υπόλοιπους φορείς. Το θέμα αυτό θα εξετάσουμε αναλυτικότερα στη συνέχεια.

Γ.3.7.2.4. *ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ - ΑΤΕΛΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ*

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εμφάνιση της συμπεριφοράς που περιγράφηκε στα αμέσως προηγούμενα, αποτελεί η ικανότητα του φορέα να διακρίνει τους φορείς εκείνους με τους οποίους η αλληλεπίδραση ικανοποίησε τον εσωτερικό του σκοπό που όπως είναι γνωστό συνίσταται στην μεγιστοποίηση συγκομιδής και κατανάλωσης πόρων. Αυτή η προϋπόθεση επομένως επιφέρει ένα θεωρητικό και ένα πρακτικό μεθοδολογικό πρόβλημα.

Το θεωρητικό πρόβλημα που εγείρεται από την απαίτηση αυτή, συνίσταται στον τρόπο συσχέτισης αποτελεσμάτων ενός φορέα με τους την αναγνώριση των άλλων φορέων των οποίων οι συμπεριφορές τα δημιούργησαν.
Εάν προβούμε σε μια κατάταξη στην οποία θα έπρεπε να προβεί ένας φορέας Α των πιθανών απολαβών που απορρέουν από συνδυασμούς στρατηγικών των εμπλεκομένων φορέων, τότε η εικόνα που διαμορφώνεται είναι η ακόλουθη:

1. Φορέας Α ανταγωνιστική στρατηγική –Λοιποί φορείς Συνεργατική στρατηγική => απολαβές φορέα Α [Χ] ,απολαβές λοιπών φορέων μηδενικές

2. Φορέας Α Συνεργατική στρατηγική- Λοιποί φορείς Συνεργατική Στρατηγική=> απολαβές φορέα Α και λοιπών φορέων [Ψ] όπου 0<Ψ<Χ
3. Φορέας Α Ανταγωνιστική στρατηγική- Λοιποί φορείς Ανταγωνιστική Στρατηγική => απολαβές φορέα Α και λοιπών φορέων [0]

Εμβαθύνοντας λίγο περισσότερο στην περίπτωση 1 ως άνω προβαίνουμε στις ακόλουθες διαπιστώσεις.
Από αυτή την κατάταξη προκύπτει ότι, η μεγαλύτερη ποσότητα πόρων που μπορεί να συλλέξει ένας φορέας (Α) σύμφωνα με τις σχεδιαστικές παραμέτρους του μοντέλου μας και το trust game που αυτές εισάγουν, αντιστοιχεί σε ένα παίγνιο με ένα σύνολο στρατηγικών, όπου ο μεν φορέας (Α) εκδήλωσε ανταγωνιστική στρατηγική, ενώ οι υπόλοιποι αντιστοίχως έχουν εκδηλώσει συνεργατική στρατηγική. Σύμφωνα με τον ορισμό της προϋπόθεσης αναγνώρισης των λοιπών φορέων, επομένως, ο φορέας (Α) θα έπρεπε να είναι ικανός να αναγνωρίζει τους φορείς που εμπλέκονται σε αυτή την κατηγορία αλληλεπιδράσεων. Αυτή η απαίτηση ενισχύεται και από το γεγονός ότι οι φορείς είναι σχεδιασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε δεν διαθέτουν γνωστικές ικανότητες με τις οποίες μπορούν να κρίνουν την αντίδραση του άλλων φορέων, ή το επικερδές μιας συνεχούς και επαναλαμβανόμενης αλληλεπίδρασης (με την έννοια της αλληλουχίας στρατηγικών που επιφέρουν πλεονασματικά ή βέλτιστα αποτελέσματα).

Ταυτόχρονα όμως από την ίδια τη φύση αυτού του ορισμού οι λοιποί φορείς που θα είχαν εμπλακεί σε μια ατυχή γι' αυτούς αλληλεπίδραση με τον φορέα Α θα έπρεπε να τον διέκριναν ως φορέα που δεν ικανοποιεί τα κριτήρια μεγιστοποίησης των αποτελεσμάτων τους και πρακτικά στο μέλλον να μην επιθυμούσαν να αλληλεπιδράσουν ξανά μαζί του. Επειδή όμως οι φορείς με βάση τις παραδοχές του μοντέλου μας δεν διαθέτουν την ικανότητα να προβαίνουν σε απόλυτη αξιολόγηση φορέων συμπεριφορών και απολαβών που προκύπτουν, αυτό που θα συνέβαινε θα ήταν η έλλειψη από πλευράς τους της ικανότητας αναγνώρισης του φορέα (Α) στο μέλλον. Αυτό θα είχε σαν συνέπεια με βάση το μοντέλο μας να εκδηλώσουν στρατηγική σύμφωνα μόνο με την πιθανότητα Π= 0,5

Επιπροσθέτως όμως λόγω της βασισμένης σε πιθανότητες λειτουργία του μηχανισμού αλληλεπίδρασης, αυτή η αναγνώριση από τον φορέα (Α) των φορέων με τους οποίους αλληλεπίδρασε με ανταγωνιστική στρατηγική, δεν θα βελτίωνε πρακτικά και τη δική του θέση, δεδομένου ότι και αν ακόμη ερχόταν αντιμέτωπος μαζί τους σε επόμενο γύρο η αλληλεπίδραση του trust Game θα βασιζόταν συμπεριλαμβανομένου του εαυτού του σε πιθανότητα Π= 0,5 και τοιουτοτρόπως το προκύπτον αποτέλεσμα θα ήταν απρόβλεπτο. Πρακτικά δηλαδή το παίγνιο σε αυτό το ενδεχόμενο δεν θα βασιζόταν σε προηγούμενη μνήμη κανενός μέρους και επομένως αυτή η ικανότητα αναγνώρισης από πλευράς του defector, όπως περιγράφηκε, δεν θα είχε πρακτική σημασία για την ανάπτυξη του μοντέλου μας.
Για το λόγο αυτό σε αυτή τη συγκεκριμένη σχεδίαση του μοντέλου δεν ορίζουμε μηχανισμό, που προσδίδει στον defector ικανότητα να καταγράφει τους λοιπούς φορείς.
Σκεπτόμενοι με παρόμοιο τρόπο την περίπτωση 3 ως άνω θεωρούμε ότι μετά από μια διεξαγωγή του παιγνίου με ανταγωνιστικές στρατηγικές από όλους τους φορείς το μηδενικό αποτέλεσμα για όλους δεν θα αποτελούσε και πάλι κριτήριο αναγνώρισης των λοιπών φορέων με αποτέλεσμα σε επόμενες φάσεις οι φορείς να εκδήλωναν στρατηγικές βασισμένες στην πιθανότητα Π= 0,5.
Διαφορετική είναι όμως η περίπτωση 2 ως άνω. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο ων φορέων που εισέρχεται σε μια αλληλεπίδραση λαμβάνει ένα ικανοποιητικό όφελος από την αλληλεπίδραση αυτή εν αντιθέσει με τις δυο προηγούμενες περιπτώσεις όπου ικανοποιητικό όφελος λαμβάνει είτε κανείς ή μόνο ένας φορέας. Επειδή στην εφαρμογή μας δεν επιλέγουμε να εισάγουμε ένα σύστημα καθολικής κατάταξης όλων των φορέων

από καθένα από αυτούς με βάση την προηγούμενη πείρα αλληλεπιδράσεων αφενός επειδή αυτή η συνθήκη παραπέμπει σε απόλυτη γνωστική ικανότητα των φορέων ενώ δεχόμαστε ότι δεν διαθέτουν τόσο εξειδικευμένη ικανότητα και αφετέρου επειδή αυτή η κατάταξη δημιουργεί διαχειριστικές επιπλοκές στο μοντέλο μας, μετά από την προηγηθείσα ανάλυση ορίζουμε ότι συνεπεία των αλληλεπιδράσεων, ο κάθε φορέας αναγνωρίζει αυτούς με τους οποίους αλληλεπίδρασε μόνο όταν αυτή η αλληλεπίδραση του επέφερε αποτελέσματα Ψ>ο και ίσα με τα αντίστοιχα των λοιπών εμπλεκομένων. Σε επόμενη μελλοντική φάση του σχεδιασμού θα εισάγουμε και μια ακόμη συνθήκη που θα πρέπει να ικανοποιείται και συγκεκριμένα Ψ>= CT. Για την ώρα όμως αυτή η επιπλέον συνθήκη αγνοείται.

Το πρακτικό μεθοδολογικό πρόβλημα το οποίο εγείρεται συνίσταται στην μέθοδο έκφρασης αυτής της αναγνώρισης και στις προκύπτουσες από αυτήν μελλοντικές συμπεριφορές του φορέα.

Αναφορικά με τον τρόπο που θα εκφρασθεί αυτή η αναγνώριση των άλλων φορέων ορίζουμε στην εφαρμογή μας ένα μηχανισμό που διαθέτει ο κάθε φορέας και ο οποίος του επιτρέπει να καταγράφει τους φορείς με τους οποίους αλληλεπίδρασε καθώς και το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης. Ειδικότερα με βάση την αμέσως προηγηθείσα ανάλυση ο κάθε φορέας σχηματίζει ένα αθροιστικό πίνακα ο οποίος περιέχει τα στοιχεία των φορέων με τους οποίους ήρθε σε αλληλεπίδραση μέχρι εκείνη τη στιγμή και αυτή η αλληλεπίδραση του απέφερε πόρο ποσότητας Ψ >0 ποσό ακριβώς ίσο με αυτό που έλαβαν από κάθε συγκεκριμένη αλληλεπίδραση και οι λοιποί φορείς.
Την επιπλέον συνθήκη Ψ>= CT δεν θα την συμπεριλάβουμε για την ώρα. Θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι η τιμή Ψ είναι μεταβλητή εξαιτίας του ότι προέρχεται από διαφορετικές αλληλεπιδράσεις, κάθε μια από τις οποίες κατανέμει ένα τυχαίο αριθμό που αντιπροσωπεύει το επίπεδο πόρου προς διανομή και ο οποίος κατανέμεται σε ένα μη ορισμένο ή σταθερό αριθμό φορέων που λαμβάνουν μέρος στην αλληλεπίδραση. Επομένως για να είμαστε συνεπείς με τον λόγο για τον οποίο θεωρούμε ότι ο φορέας σχηματίζει αυτόν τον πίνακα θα έπρεπε να προβλέπουμε την κατάρτιση του πίνακα κατά φθίνοντα τρόπο της τιμής του Ψ. όταν δε εισαχθεί και η επιπρόσθετη συνθήκη Ψ >= CT τότε όλες οι τιμές Ψ < CT δεν θα επιτρέπεται να καταγράφονται στον πίνακα πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δεν καταγράφονται και οι φορείς αντίστοιχα. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό αυτός ο μηχανισμός οδηγεί στην κατάρτιση ενός πίνακα, που είναι η διαθέσιμη στον φορέα πληροφορία για μελλοντική αλληλεπίδραση με βάση την προηγούμενη εμπειρία του.

Με λίγα λόγια αυτός ο πίνακας αποτελεί μια πράξη μοντελοποίησης στην οποία προβαίνει ο κάθε φορέας για το τμήμα του περιβάλλοντος του το οποίο απαρτίζουν οι άλλοι φορείς. Με δεδομένο δε ότι η πληροφορία που αναγράφει αυτός ο πίνακας επιτρέπει την άμεση αναγνώριση των φορέων που συμμετείχαν σε επικερδείς αλληλεπιδράσεις με τον φορέα κάτοχο του πίνακα, παρέχει εμμέσως και την πληροφορία των λοιπών φορέων. Με τον χαρακτηρισμό αυτό εννοούμε τους φορείς που είτε δεν έχουν αλληλεπιδράσει με τον φορέα κάτοχο του πίνακα μέχρι τώρα είτε έχουν αλληλεπιδράσει και τα αποτελέσματα που έλαβε ο φορέας – κάτοχος είναι ίσα με το μηδέν ή ίσα με Χ όπως ορίσθηκε πιο πάνω. Με αυτήν την διατύπωση για τον χαρακτήρα της πληροφορίας που καταγράφεται αποφεύγουμε εξωγενείς παρεμβάσεις της εφαρμογής στην αυτονομία των φορέων, σύμφωνα με τις παραδοχές που θέλουμε να ισχύουν ως αρχικές συνθήκες του μοντέλου μας. Έτσι η επιλεκτική μεταχείριση των φορέων στην οποία προβαίνει ένας φορέας με βάση αυτές τις πληροφορίες δεν είναι τεχνητή και εξωγενής συνθήκη, αλλά αντιθέτως αποτελεί απόρροια των εσωτερικών του σκοπών και της προσπάθειας του να μεγιστοποιήσει τα προσωπικά του οφέλη.
Δηλαδή δεν έχουμε προκατασκευάσει μια συνθήκη σχέσεων εξάρτησης μεταξύ όλων ή κάποιων φορέων αλλά έχουμε βασισθεί στην αυτονομία επιλογής του φορέα.

Επίσης δεν έχουμε τεχνητά προικίσει τους φορείς με μια γνωστική ικανότητα αναντίστοιχη με τις προ-κοινωνικές σχέσεις του μοντέλου μας αλλά βασιζόμαστε σε ένα ελάχιστο επίπεδο πείρας που οι φορείς αποκτούν με μια διαδικασία τύπου Stimulus-Response όπως εκτέθηκε στο Β μέρος αυτής της εργασίας.
Τρίτον δεν έχουμε εισαγάγει μια αυθαίρετη πρόσληψη του περιβάλλοντος των φορέων, αλλά μια πρόσληψη που ικανοποιεί τον βασικό τους στόχο και μόνο.

Το δεύτερο συνθετικό του πρακτικού μεθοδολογικού προβλήματος, που διατυπώθηκε πιο πάνω συνίσταται στον τρόπο που αυτός ο πίνακας θα πρέπει να χρησιμοποιείται από τον φορέα ώστε αυτός αξιοποιώντας την πείρα που διαθέτει να προβαίνει σε μελλοντικές ενέργειες προκειμένου αφενός να αποφεύγει τον κίνδυνο αλληλεπιδράσεων με μηδενικά αποτελέσματα και αφετέρου να μεγιστοποιεί ή δυνατόν αυτά τα μελλοντικά αποτελέσματα. Επομένως αυτός ο πίνακας εμπεριέχει πληροφορίες που χρησιμοποιούνται από τον φορέα ως κριτήριο για την εκδήλωση συμπεριφορών.

Θα εξετάσουμε στη συνέχεια ποιες ακριβώς είναι αυτές οι συμπεριφορές και πως ακριβώς επηρεάζονται στο μοντέλο μας από τις πληροφορίες του πίνακα.
Θα εξετάσουμε επίσης τον πρακτικό τρόπο με τον οποίο καταρτίζεται αυτός ο πίνακας.
Οι συμπεριφορές που επηρεάζει η εισαγωγή αυτού του πίνακα είναι κατά βάση δυο.

1. Η επικοινωνιακή συμπεριφορά την οποία εκδηλώνει ο φορέας

2. η συμπεριφορά του στο trust game.

Όπως γίνεται αντιληπτό ο πίνακας δεν επηρεάζει τις λοιπές συμπεριφορές του φορέα όπως την μετακίνηση την όραση κλπ. Δηλαδή δεν χρησιμοποιείται στην διάσταση facilitation την οποία εκθέσαμε στο Β μέρος.
Ας δούμε λοιπόν πως επηρεάζεται ακριβώς κάθε μια από τις συμπεριφορές που ορίσαμε.

Η επικοινωνιακή συμπεριφορά που εκδηλώνει ένας φορέας καθορίζεται στο μοντέλο μας, αφενός από το χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο και αφετέρου από το τις συναρτήσεις Talk Preference και Listen Preference.Τόσο τα πρωτόκολλα επικοινωνίας όσο και οι συναρτήσεις αυτές που χρησιμοποιούνται από τη εφαρμογή μας είναι οι αντίστοιχες που χρησιμοποιεί και το μοντέλο VUSCAPE.
Τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα είναι δυο και προσδιορίζουν αντίστοιχα είτε μια δημόσια επικοινωνία είτε μια ιδιωτική αντίστοιχα.
Το πρωτόκολλο που προσδιορίζει δημόσια επικοινωνία είναι το Message Board.Με το πρωτόκολλο αυτό ο φορέας που εντοπίζει μια θέση με επίπεδα πόρου μεγαλύτερα από το όριο CT καλεί άλλους φορείς σε βοήθεια και συνεργασία. Αυτό σημαίνει ότι αποστέλλει ένα μήνυμα στην κάθετη κα οριζόντια συντεταγμένη του σημείου που βρίσκεται. Στο πλαίσιο της έρευνας του VUSCAPE έχουν αναπτυχθεί διάφορες παραλλαγές που εκτίθενται στο παράρτημα 2. Οι πρακτικές συνέπειες από την χρήση αυτού του πρωτοκόλλου είναι ότι το μήνυμα που αποστέλλεται λαμβάνεται με τυχαίο τρόπο από τους φορείς που βρίσκονται σε θέση που μπορούν να το λάβουν. Στην εφαρμογή VUSCAPE που μελετούσε την συμβολή της επικοινωνίας στη βιωσιμότητα των φορέων χωρίς να υπάρχει καθεστώς ανταγωνισμού αυτό το πρωτόκολλο εξυπηρετεί απόλυτα τη εμφάνιση συνεργασίας των φορέων. Μάλιστα από την εκτέλεσα των αντιστοίχων πειραμάτων προέκυψε ότι μόνο αυτό το πρωτόκολλο ικανοποιεί την αναπαραγωγή της βιωσιμότητας του πληθυσμού.

Σύμφωνα με τις σχεδιαστικές παραδοχές του VUSCAPE η μέγιστη ποσότητα πόρου που ένας φορέας εντοπίζει σε μια θέση και μπορεί να συλλέξει μόνος του καλείται «Cooperation Threshold[CT]» Εάν δυο ή περισσότεροι φορείς συναντηθούν σε μια θέση όπου η ποσότητα πόρου είναι μεγαλύτερη από το CT, τότε συνεργάζονται για την συγκομιδή του πόρου και τον κατανέμουν εξίσου. Με τον τρόπο αυτό η παράμετρος CT

επιτρέπει τον συντονισμό της ανάγκης για συνεργασία. Εάν CT = 0, όλη η ποσότητα πόρων πρέπει να συλλεχθεί από δυο τουλάχιστον φορείς. Όσο αυξάνουμε σταδιακά αυτή την τιμή χαλαρώνουμε την πίεση για συνεργασία.

Η τιμή CT δεν έχει άμεση επίδραση στον αριθμό των λαμβανομένων από τους φορείς μηνυμάτων (listeners), η οποία σε κάθε γύρο είναι χονδρικά ***numberOfAgents X avg(listenPref).*** Παρόλα αυτά αποτελεί ένα καθοριστικό παράγοντα στη συνολική επικοινωνιακή δραστηριότητα. Εάν το CT είναι πολύ υψηλό λίγοι αναλογικά φορείς θα βρίσκονται στην ανάγκη να καλέσουν άλλους για συνεργασία. Ο περιορισμός ότι ο κανόνας Talk ερεθίζεται μόνο εάν ένας φορέας διαθέτει μεγάλη ποσότητα πόρου οδηγεί σε μικρότερη ανάγκη για κλήση συνεργασίας (less talk activity). Έτσι ο πραγματικός αριθμός των πράξεων κλήσεων (talk acts) μπορεί να εκτιμάται σε ένα γύρο ως ***NumberOfAgents X avg(talkPref) X avg(inNeedOfHelp).***

Αντιθέτως χαμηλή τιμή CT οδηγεί σε μεγαλύτερο πλήθος πράξεων κλήσεων (sugar talk). Αυτό σημαίνει ότι η συμπεριφορά αυτή δεν είναι επικερδής από μόνη της αλλά ότι επίσης επιβάλλεται από την πίεση για συνεργασία.
Με αυτή τη λειτουργία του πρωτοκόλλου αυτού συνδέονται και οι κανόνες talk Preference και Listen Preference οι οποίοι προσδιορίζουν αντίστοιχα την πιθανότητα να αποστείλει ή να λάβει ένας φορέας μήνυμα.

Αντιστοίχως το πρωτόκολλο που προσδιορίζει την ιδιωτική επικοινωνία είναι το πρωτόκολλο New Cast. Χωρίς να παρουσιάζουμε σε αυτό το σημείο αναλυτικά το πρωτόκολλο αυτό, οφείλουμε να αναφέρουμε ότι βασίζεται στη θεωρητική εργασία των M. Jelasity and M. Van Steen (2002) και στην εφαρμοσμένη του διάσταση αναλύθηκε από τον Tudor Toma (2003). Με βάση το πρωτόκολλο αυτό ένας φορέας αποστέλλει το μήνυμα που προσδιορίζει την θέση που βρίσκεται και τον

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ COMSCAPE

Διαπιστώνουμε ότι οι δυνατότητες που μας παρέχει το σύνολο κανόνων CT, TalkPref, ListenPref δεν μπορούν να ικανοποιήσουν τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του COMSCPE. Ο λόγος είναι ότι στο περιβάλλον αυτό ανεξάρτητα από το CT οι φορείς έχουν τον περιορισμό ότι η συνεργασία τους στην συγκομιδή του πόρου δεν συνεπάγεται και αυτόματη ισοκατανομή, συνθήκη η οποία δεν ισχύει στο VUSCAPE.
Επομένως απαιτείται ένας συμπληρωματικός κανόνας για να ικανοποιούνται αυτές οι ιδιαίτερες σχεδιαστικές απαιτήσεις της εφαρμογής.

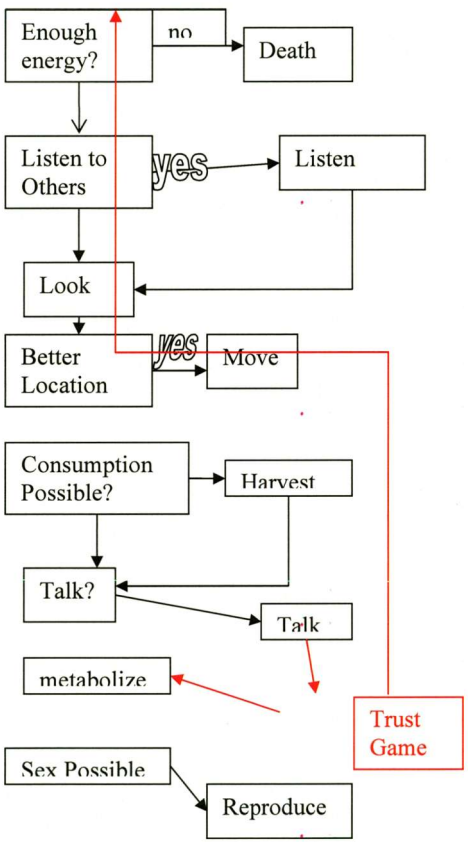
Οι φορείς έχουν επιπλέον ανάγκη να γνωρίζουν την πιθανότητα ατυχούς για αυτούς συνεργασίας προκειμένου να αποφασίσουν την συνεργασία. Οι συνθήκες όμως ατελούς πληροφόρησης δεν τους επιτρέπουν να συνάγουν με βεβαιότητα κανένα ασφαλές συμπέρασμα. Το μόνο στοιχείο που γνωρίζουν με απόλυτη ή σχετική βεβαιότητα είναι ότι εάν έχουν αλληλεπιδράσει με αμοιβαία συνεργατικό τρόπο έναν ή πολλούς άλλους φορείς και τους φορείς αυτούς συναντήσουν αντιμέτωπους στο μέλλον , τότε με βάση την προηγούμενη εμπειρία τους σχεδόν με βεβαιότητα θα ωφεληθούν από την διεξαγωγή του trust Game. Σε κάθε άλλη περίπτωση υπάρχει αβεβαιότητα για την αποδοτική γι' αυτούς διεξαγωγή του παιγνίου.

Πρέπει επίσης να διευκρινισθεί ότι η κλήση για βοήθεια δεν συνεπάγεται αυτόματα και την συμμετοχή του trustor στο παίγνιο. Δηλαδή ο φορέας trustor έχει δυνατότητα να καλέσει για βοήθεια, να λάβει όσο είναι δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για τους φορείς που θα ανταποκριθούν και στη συνέχεια να επιλέξει στρατηγική.

Γ.3.7.2.5. *ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ CONTROL LOOP ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ.*

Με βάση τα προηγούμενα ανασχεδιάζουμε το σύστημα agent Control Loop του VUSCAPE προσαρμοσμένο στις ειδικές συνθήκες του COMSCAPE. Στο παρακάτω διάγραμμα οι μεταβολές αυτές εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα ενώ τα στοιχεία που παραμένουν αμετάβλητα φέρουν μαύρο χρώμα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ CONTROL LOOP



Γ.3.7.2.6. *ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ.*

Μια πραγματική συνθήκη των ανθρώπινων κοινωνιών αποτελεί η κατανομή του πλούτου στο κοινωνικό σύνολο όπως αυτό το σύνολο εκάστοτε ορίζεται. Στη μακραίωνα οικονομική ιστορία ο μηχανισμός κατανομής του πλούτου και τα συστήματα τα οποία επινόησαν προς τούτο, οι κοινωνικές ομάδες χαρακτηρίσθηκαν από μια τεράστια ποικιλία και μεταβολή. Κατά τον D.North (2000) αυτή η ποικιλία ήταν το αποτέλεσμα του πειραματισμού μεταξύ μορφών κατανομής του πλούτου που εφαρμόσθηκαν με επιδίωξη την επιβίωση και εξέλιξη των κοινωνικών αυτών ομάδων.

Δεδομένου δε ότι τόσο η εξέλιξη των πληθυσμών των ομάδων όσο και η εξέλιξη του πλούτου, υπόκειντο σε μια διαρκή κατάσταση μεταβολής τα συστήματα κατανομής του πλούτου αποτέλεσαν κρίσιμη παράμετρο διαχείρισης αυτών των μεταβολών.

Τα συστήματα κατανομής δεν έχουν απολύτως καμιά επίδραση σε περιπτώσεις όπου οι πόροι χαρακτηρίζονται από επάρκεια συγκρινόμενοι με τις ανάγκες του συνολικού εκάστοτε πληθυσμού και των ρυθμών μεταβολής του. Σ' αυτή την περίπτωση ορίζουμε ότι οι πόροι ανήκουν στην κατηγορία των ελεύθερων αγαθών.

Αντιθέτως στις περιπτώσεις εκείνες που η ποσότητα των πόρων σε σχέση με τις συνολικές ανάγκες μιας κοινωνίας υστερεί, η οικονομική επιστήμη ορίζει ότι οι πόροι σε αυτή την περίπτωση ανήκουν στην κατηγορία των οικονομικών αγαθών, όρος που περικλείει σύνθετες ιδιότητες αναφορικά με τη συμπεριφορά των επιμέρους ατόμων, τα επινοημένα συστήματα διαχείρισης και κατανομής, την κατάσταση ισότητας και ανισότητας που χαρακτηρίζει τους πληθυσμούς και το καθεστώς ιδιοκτησίας που χαρακτηρίζει την κατοχή αυτών των πόρων σε επίπεδο δικαιωμάτων.

Η κατανομή του πλούτου είναι επομένως ουσιώδης όρος της επιβίωσης τόσο των επιμέρους ατόμων όσο και των κοινωνικών ομάδων σε καταστάσεις γενικευμένης σπανιότητας των πόρων, συνθήκη που αποτελεί τον κανόνα στον φυσικό και κοινωνικό κόσμο που μας περιβάλλει.

Η κατανομή του πλούτου σχετίζεται επίσης με ένα πολύπλοκο δίκτυο σχέσεων με την έννοια της εμπιστοσύνης ανάμεσα στους φορείς ενός πληθυσμού ανεξάρτητα εάν οι φορείς αυτοί αποτελούν μια ή περισσότερες ομάδες ή συνδέονται με περισσότερο ή λιγότερο χαλαρούς δεσμούς.

Κατά μια έννοια η εμπιστοσύνη αποτελεί ένα μηχανισμό υποστηρικτικό του μηχανισμού διαχείρισης και κατανομής του πλούτου. Για το λόγο αυτό όλα τα κοινωνικά συστήματα που εφαρμόσθηκαν και καταγράφηκαν στην οικονομική ιστορία, ανεξάρτητα από την επιτυχία και τη βιωσιμότητα που τα διέκρινε, προσπάθησαν να αναπτύξουν και μηχανισμούς υποκίνησης των μελών του συστήματος (των φορέων δηλαδή του συστήματος) προκειμένου να διασφαλίσουν την ανεμπόδιστη ή δυνατόν εφαρμογή των συστημάτων κατανομής.

Πάρα πολλές φορές οι μέθοδοι υποκίνησης εδράσθηκαν σε μηχανισμούς βίας και διαχείρισης της βίας προκειμένου να επιτύχουν την εφαρμογή της πειθούς.
Όλες οι οικονομικές θεωρίες αλλά και μεγάλο πλήθος κοινωνιολογικών θεωριών ερμηνείας του σχηματισμού, της εξέλιξης, της μεταβολής και της βιωσιμότητας των κοινωνικών ομάδων αφιερώνουν μεγάλη έκταση στην ερμηνεία του μηχανισμού κατανομής του πλούτου και των επιπτώσεων του αποτελέσματος αυτού του μηχανισμού.

Θεωρούμε ότι το μοντέλο COMSCAPE, πρέπει να λάβει υπόψη αυτή τη δυναμική, εφόσον οι ερευνητικοί στόχοι του είναι η μελέτη της διαδικασίας σχηματισμού των κοινωνικών ομάδων, σε ένα κόσμο που τον χαρακτηρίζει η γενικευμένη σπανιότητα των πόρων, η αυτονομία της δράσης των επιμέρους φορέων, η προσπάθεια και η ανάγκη αυτών των φορέων να συλλέξουν πόρους αναγκαίους για την επιβίωσή τους και η πιθανότητα, στις αλληλεπιδράσεις που γεννά αυτή η προσπάθεια, να επιδείξουν οι φορείς οπορτουνιστική συμπεριφορά.

Προκειμένου να εισάγουμε μια τέτοια δυναμική θα έπρεπε να προβούμε και σε ορισμένες επιπλέον ειδικές επισημάνσεις. Αυτές οι επισημάνσεις είναι απαραίτητες, προκειμένου να θεμελιωθούν οι κανόνες συμπεριφοράς των φορέων και να διαθέτουν μια σειρά από ιδιότητες οι οποίες, αφενός ανιχνεύονται τόσο θεωρητικά όσο και εμπειρικά στον πραγματικό κόσμο και αφετέρου να μπορούν να μετατραπούν σε φορμαλιστικές διατυπώσεις που είναι αναγκαίος όρος για την διάρθρωση ενός συνεπούς συστήματος κανόνων στο COMSCAPE.

Στην ερευνητική φιλολογία των Multi Agent Based Social Simulation, έχει καταγραφεί ερευνητική προσπάθεια εισαγωγής αυτής της δυναμικής της κατανομής του πλούτου σε περιβάλλοντα φορέων που αλληλεπιδρούν για την διεκδίκηση, παραγωγή ή κατοχή πόρων. Αυτοί οι φορείς άλλοτε είναι οικονομικοί οργανισμοί (firms), άλλοτε είναι κράτη και άλλοτε είναι άτομα.

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας επιλέγουμε τα πειράματα του D. Vermeulen (2001), ο οποίος εισάγει ένα σύστημα φορολογίας στο περιβάλλον SUGARSCAPE, για να μελετήσει τις επιδράσεις της φορολογίας στην κατανομή του πλούτου.
Προσέθεσε δε, σε αυτό το περιβάλλον ένα κανόνα φορολογίας με την ακόλουθη μορφή:
Κανόνας φόρου του φορέα.
Εάν ένας φορέας διαθέτει μια ποσότητα πόρου (m), τότε πρέπει να πληρώσει μια ποσότητα αυτής [tax(m)], η οποία καθορίζεται από την ακόλουθη συνάρτηση:

	0.30* m	If m ≤ 50
Tax(m) =	0.40 * (m -50) +15	If m ≤ 70
	0.50 * (m-70) + 23	If 70< m≤ 90
	0.60 * (m-90) +33	If m > 90

Με τον κανόνα αυτό το ποσό του φόρου αυξάνει εκθετικά, με συνέπεια οι πλουσιότεροι φορείς να πληρώνουν ποσοστό φόρου μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των φτωχότερων.

Ο P.Buzzing (2003) συνέχισε τα πειράματα Vermeulen, στο περιβάλλον SUGARSCAPE επίσης, ακολουθώντας ένα άλλο κανόνα αναδιανομής με γραμμική φορολογία.

Ο κανόνας Buzzing ήταν:
Scape Redistribution Rule / divide the collected sugar evenly among all agents

Ο σκοπός του Buzzing ήταν εξαρχής η μελέτη των συνθηκών που επιδρούν στη βιωσιμότητα του συνολικού πληθυσμού.

Στο COMSCAPE εισάγουμε μια παρεμφερή συνθήκη κατανομής αλλά με τελείως διαφορετική φιλοσοφία και με σαφώς διαφορετικούς ερευνητικούς στόχους. Ξεκινάμε με την αναφορά στη διαφορετικό φιλοσοφία.

Το μοντέλο COMSCAPE δεν εκλαμβάνει τον συνολικό πληθυσμό ως κοινωνία. Θεωρεί αντιθέτως ότι ,ένα σύνολο από φορείς κατοικεί σε ένα δυσδιάστατο κόσμο, στον οποίο από το σύνολο των συμπεριφορών που θα εκδηλωθούν και θα είναι προσανατολισμένες

στη προσπάθεια συλλογής πόρων, θα προκύψει εάν αποτελεί δυναμική του συστήματος η σύσταση επιμέρους ή ίσως και αποκλειστικά μιας, κοινωνικής ομάδας. Αυτή η φιλοσοφία μοντελοποίησης απουσιάζει συνολικά τόσο από το SUGARSCAPE, όσο και από το VUSCAPE.

Κρίσιμο στοιχείο αυτής της προβληματικής αποτελεί η θέση ότι, οι συμπεριφορές που αναπτύσσονται δεν διαθέτουν ως πρωταρχικό στοιχείο καμιά έννοια ομαδικότητας. Στο COMSCAPE αυτή η συνθήκη αναφέρεται ρητά.

Αντιθέτως στα SUGARSCAPE & VUSCAPE αυτή η συνθήκη δεν αποτελεί ουσιώδες χαρακτηριστικό των μοντέλων αυτών και εξαιτίας αυτού του λόγου υπάρχει ένα είδος ταύτισης των καταστάσεων επιβίωσης του συνολικού πληθυσμού και ομάδας. Τείνουν να υποδηλώνουν υπόρητα δηλαδή και τα δυο αυτά μοντέλα ότι οι συνθήκες που διασφαλίζουν την επιβίωση ενός εξελισσόμενου πληθυσμού αποτελούν ταυτόχρονα και την επαλήθευση της ύπαρξης ομάδας. Ακόμη και η πολύ μεγάλη διαφοροποίηση του VUSCAPE το οποίο εισάγει τον μηχανισμό της επικοινωνίας, που αποτελεί ουσιώδη ιδιότητα της κοινωνικής διάρθρωσης, της κοινωνίας και της ομάδας, δεν καθοδηγείται από την θεώρηση του ποιοι φορείς και κάτω από ποιες συνθήκες δημιουργούν ομάδα αλλά από το επιστημονικό ερώτημα του εάν η επικοινωνία συντελεί και πόσο στην επιβίωση του εξελισσόμενου πληθυσμού αφενός καθώς και ποιο πρωτόκολλο επικοινωνίας παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα στο καθεστώς επιβίωσης.

Έχοντας κατά νου αυτή τη θεμελιώδη διαφορά, στο COMSCAPE θα χρησιμοποιήσουμε την κατανομή πλούτου (εκφραζόμενη ως ποσότητα πόρων) ως μηχανισμό που θα μας βοηθήσει πληρέστερα να κατανοήσουμε την δυναμική που ασκεί στη συγκρότηση ομάδας.

Εδώ η ομάδα δεν προϋποτίθεται, αλλά προκύπτει από την αλληλεπίδραση των φορέων. Με δεδομένο ότι οι φορείς αλληλεπιδρούν με ένα κανόνα rational Behavior ο οποίος παράγει άλλοτε συνεργατικές και άλλοτε οπορτουνιστικές συμπεριφορές, οι φορείς προσλαμβάνουν μια νέα ιδιότητα. Τείνουν να κατατάσσουν τους άλλους φορείς με βάση την μέχρι εκείνη τη στιγμή συμπεριφορά τους. Μοιραία αυτή η κατάταξη συνεχίζει ένα καθεστώς άμεσης αλληλεπίδρασης που διενεργείται με το trust Game και η συνέχισή του δημιουργεί στη «συνείδηση» των φορέων ένα διαφορετικό είδος μοντελοποίησης, που συνίσταται σε συνεργάτες (φίλους) και μη(εχθρούς).

Ήδη δηλαδή ο κόσμος των φορέων από την πρώτη κιόλας αλληλεπίδραση δεν συνιστά ένα ομοιογενές σύνολο αλλά καθεστώτα διαφορετικών κατηγοριών φορέων με βάση τη συμπεριφορά τους. Επιπλέον όμως αυτή η πρόσληψη από την πλευρά του κάθε φορέα έχει υποκειμενικό χαρακτήρα λόγω της ατελούς πληροφόρησης. Δηλαδή ο φορέας δεν έχει δημιουργήσει ένα μοντέλο του κόσμου το οποίο να αναπαριστά το σύνολο των μέχρι εκείνη τη στιγμή εκδηλωμένων αλληλεπιδράσεων αλλά μόνο εκείνων στις οποίες αυτός πήρε άμεσο μέρος.

Άρα η ομάδα και με αυτή την έννοια δεν έχει ένα αντικειμενικό χαρακτήρα αλλά θεμελιώνεται από τις αλληλεπιδράσεις των υποκειμενικών αντιλήψεων των φορέων. Το κατά πόσο επομένως θα δημιουργηθεί κοινότητα είναι ένα θέμα το οποίο σχετίζεται με την εξελικτική διαδικασία του κόσμου του COMSCAPE.

Μια βασική υπόθεση που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είναι η ακόλουθη:
Εάν, και στο βαθμό που η υποκειμενική και μερική ή ακόμα και τυχαία πρόσληψη από την πλευρά των φορέων, δυναμικών καταστάσεων εδρασμένων σε συμπεριφορές, οδηγεί στην δημιουργία ομάδων, τότε ποια είναι ακριβώς η επίδραση που έχει η διαφορετική διαχείριση των πόρων της ομάδας στην βιωσιμότητα και την εξελικτική προσαρμοστικότητά της σε ένα κόσμο ανταγωνιστικό ο οποίος διαρκώς μεταβάλλεται;

Δηλαδή εάν θεωρήσουμε ότι επιπλέον των συνεργατικών συμπεριφορών ανάμεσα στους φορείς που συνιστούν ομάδα, αναπτύσσεται επιπρόσθετα και ένα είδος αλληλεγγύης, με την έννοια ότι αυτοί μοιράζονται το προϊόν της συλλογής πόρων ανάμεσά τους με τελείως διαφορετικό τρόπο, με τρόπους περισσότερο αλτρουιστικούς, τότε ποιες είναι οι συνέπειες αυτών των νέων χαρακτηριστικών στην βιωσιμότητα, όχι πια του συνολικού πληθυσμού, αλλά του πληθυσμού των ομάδων που αναπτύσσει τέτοια συμπεριφορά;

Αυτή η υπόθεση δεν είναι εξωπραγματική αλλά διαθέτει πολύ ισχυρή θεωρητική και εμπειρική επαλήθευση, τόσο από την οικονομική επιστήμη όσο γενικότερα από και από τις κοινωνικές επιστήμες.
Στον ζωικό κόσμο η μητέρα προστατεύει το νεογνό παραχωρώντας του μέρος της τροφής που συλλέγει.
Στον κοινωνικό μας κόσμο η οικογένεια αποτελεί ένα σύμπλεγμα όπου αναπτύσσονται σχέσεις αλτρουισμού που μεταξύ άλλων συνεπάγονται και την παραχώρηση δικαιωμάτων και πόρων, είτε στα ασθενή μέλη, είτε εξαιτίας λόγων αλτρουισμού.

Οι άτυπες ομάδες πολλές φορές χαρακτηρίζονται από τέτοιου είδους καταστάσεις. Οι θεωρητικές έρευνες και διατυπώσεις δέχονται ότι αυτές οι καταστάσεις δεν προκύπτουν σε κάθε περίπτωση από ένα έμφυτο και ανεξήγητο αλτρουισμό αλλά αντιθέτως αναπτύσσονται από πραγματικές σχέσεις ενός rational individual. Το θέμα αυτό είναι τεράστιο και εκφεύγει των στόχων αυτής της εργασίας.

Πάντως οι προηγούμενες αναφορές στοχεύουν να καταδείξουν ότι η εισαγωγή δυναμικών αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε φορείς στο συγκεκριμένο περιβάλλον που αναπτύσσουμε δεν αποτελεί μια αυθαίρετη τεχνητή συνθήκη αλλά μια επαληθεύσιμη από την πραγματική ζωή κατάσταση.

Συγκεκριμένα λοιπόν στο COMSCAPE εισάγεται επιπλέον και η ακόλουθη συνθήκη. Οι φορείς οι οποίοι αναπτύσσουν ομάδες σε κάθε φάση της εξέλιξης του τεχνητού αυτού κόσμου αναδιανέμουν μια ποσότητα πόρου που έχουν συλλέξει ανάμεσα σε όλα τα μέλη της ομάδας για κατανάλωση.
Η διατύπωση αυτή φαίνεται κατ' αρχάς να προστατεύει τα μέλη της ομάδας από περιπτώσεις αποτυχίας συλλογής πόρων όπου σε αυτή την περίπτωση η κοινοτική αλληλεγγύη επιτρέπει στους «άτυχους» φορείς μέλη της ομάδας να επιβιώσουν.
Υπάρχει μια σειρά από θέματα τα οποία πρέπει να διευθετηθούν προκειμένου να αποφεύγονται τεχνητές καταστάσεις.

Μια τέτοια κατάσταση θα ήταν η γραμμική λογική του πειράματος Buzzing. Δηλαδή εάν ένα ποσοστό του συλλεχθέντος πόρου μοιράζεται στα υπόλοιπα μέλη της ομάδας αυτό θα δημιουργήσει ενδεχομένως καταστάσεις ανισότητας.
Εάν πάλι εφαρμοσθεί μια εκθετική κατανομή σύμφωνα με το πείραμα Vermeulen τότε θα αναπτυχθούν ενδεχομένως φαινόμενα επιβράβευσης της παθητικής στάσης των φορέων.

Μια μετριοπαθής προσέγγιση θα ήταν να μελετηθεί ο κόσμος του COMSCAPE πειραματικά στις ακόλουθες καταστάσεις.

1. Υπάρχει διαφορά βιωσιμότητας ανάμεσα σε ομάδες που εφαρμόζουν «κοινοκτημοσύνη» και σε αυτές που δεν εφαρμόζουν; Το ερώτημα αυτό ελέγχει το θεωρητικό συμπέρασμα του North αναφορικά με τον τρόπο εξέλιξης και διαμόρφωσης της πρωτόγονης κοινότητας.

2. Εάν οι διάφορες ομάδες που δημιουργούνται εφαρμόζουν διαφορετικές μεθόδους κοινοκτημοσύνης υπάρχει πραγματική παρατηρούμενη διαφορά στην ευρωστία τους; Με άλλα λόγια εάν η ομάδα Α εφαρμόζει τη μέθοδο «ένα ποσοστό των πόρων που συλλέγονται αναδιανέμεται σε όλα τα μέλη», ταυτόχρονα η ομάδα Β εφαρμόζει τη μέθοδο «όλοι οι πόροι συλλέγονται και καταναλώνονται συλλογικά με ίσα μερίδια» και ενδεχομένως άλλες ομάδες χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους κατανομής, τότε ποια ομάδα είναι περισσότερο βιώσιμη;

3. Σε ποιο βαθμό οι διάφορες τεχνικές κοινοκτημοσύνης επιδρούν στην εμφάνιση πληθυσμιακών πιέσεων;

4. Σε ποιο βαθμό οι τεχνικές αυτές οδηγούν σε αποτελέσματα συνάθροισης με ιδιόμορφα χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα την εμφάνιση της τάσης να επικρατήσει τελικά μια μόνο ομάδα;

Στο COMSCAPE λοιπόν, το οποίο αποτελεί ένα άριστο πεδίο πειραματισμού, θα δοκιμάσουμε διαφορετικά μίγματα αυτών των τεχνικών κατανομής.

Σε επίπεδο εφαρμογής θα πρέπει ο κανόνας να επεκταθεί ως εξής.
Οι φορείς που έχουν συστήσει ομάδα φέρουν ένα διακριτικό γνώριμα το οποίο εκφράζεται με διαφορετικό χρώμα. Το διαφορετικό αυτό χρώμα με τη χρήση κάποιας υπολογιστικής τεχνικής δημιουργεί ένα πίνακα με τα μέλη της ομάδας.
Αυτό υπονοεί ότι τόσο οι φορείς είναι γνώστες του καταλόγου με τα μέλη της ομάδας τους, όσο και η εφαρμογή COMSCAPE συνολικά διαχειρίζεται ένα τέτοιο κατάλογο μελών για κάθε ομάδα.

Όταν ένας φορέας, μέλος της ομάδας, συλλέξει πόρο τότε εφαρμόζεται ο κανόνας Tax Rule. Από την εφαρμογή του προκύπτει μια ποσότητα πόρου η οποία είναι προς διανομή.
Αυτή η ποσότητα διανέμεται σε όλα τα μέλη της ομάδας.
Η ποσότητα πόρου που παρακρατείται, το πλήθος των αποδεκτών αυτής της ποσότητας και το ποσοστό διανομής σε καθένα μέλος είναι επίσης χαρακτηριστικά του μηχανισμού. Θα δημιουργήσουμε τέτοια συμπλέγματα κανονισμών με διαφορετικές παραμέτρους που να συνεπάγονται διαφορετικές μεθόδους κατανομής σε κάθε ομάδα.

Ο μηχανισμός κατανομής tax(m) έχει τα ακόλουθα ουσιώδη στοιχεία:

- Κατάλογος μελών ομάδας
- Ποσό φορολογίας
- Μερίδιο διανομής
- Μέθοδος διανομής

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΕΛΩΝ ΟΜΑΔΑΣ

Ο κανόνας διανομής ενεργοποιείται όταν συσταθεί η ομάδα και διατηρείται όσο διάστημα υπάρχει αυτή. Αυτό συμβαίνει επειδή στον μεταβαλλόμενο κόσμο του COMSCAPE η ομάδα υπόκειται σε μια διακύμανση και δεν αποτελεί μια οντότητα η οποία υπάρχει για πάντα μετά τη σύστασή της.
Υπάρχει για παράδειγμα το ενδεχόμενο μια διμελής ομάδα που δημιουργήθηκε από τη διεξαγωγή του trust game λόγω συνθηκών να χάσει το ένα μέλος της και επομένως να εξαφανισθεί. Υπάρχει επίσης ενδεχόμενο σε ένα νέο γύρο να «στρατολογηθεί» στην ομάδα ένα νέο μέλος.

Σε γενικές γραμμές η ομάδα αυξάνεται σε πλήθος μελών είτε από την «στρατολόγηση» νέων μελών είτε από την γέννηση απογόνων.
Αντιθέτως μειώνεται είτε από τον θάνατο μέλους, λόγω ηλικίας ή ασιτίας είτε από το ενδεχόμενο εφαρμογής της πιθανότητας 0,9.

Ο ακριβής ορισμός της ομάδας στις συνθήκες αυτές παρουσιάζει πολύ μεγάλη σημασία για την φορμαλιστική διεξαγωγή του κανόνα tax(m).
Προκειμένου να θεμελιωθεί αυτός ο μηχανισμός στο COMSCAPE μπορούμε να ορίσουμε διευθύνσεις στις οποίες καταγράφονται στοιχεία της ομάδας.

ΠΟΣΟ ΦΟΡΟΛΟΓΙΑΣ- ΠΟΣΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ- ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Η επιβίωση κάθε φορέα καθορίζεται από το όριο μεταβολισμού του. Επομένως εάν ο φόρος είναι μεγαλύτερος από αυτό το όριο τότε ο φορέας δεν μπορεί να επιβιώσει με εξαίρεση εάν υπάρχουν προγενέστερα αποθέματα.

Από την ώρα όμως που έχει εισαχθεί ο κανόνας αναδιανομής κάθε φορέας μέλος ομάδας αρχίζει να εξαρτάται για το κατά πόσο θα επιβιώσει όχι μόνο από τις αλληλεπιδράσεις με άλλους φορείς τους οποίους συναντά στην εξερευνητική του δραστηριότητα αλλά επιπρόσθετα και από την συνολική επίδοση της ομάδας.

Αν η ομάδα είναι πολυμελής και ταυτόχρονα έχει χαμηλές επιδόσεις στο σύνολο των συλλεγόμενων πόρων τότε με ισοκατανομή των πόρων σε όλα τα μέλη το μερίδιο του πόρου που αντιστοιχεί σε κάθε μέλος είναι μικρό. Εάν μάλιστα καταστεί τόσο μικρό ώστε να μικτότερο από το επίπεδο μεταβολισμού το μέλος ή τα μέλη που υφίστανται αυτή τη δυσάρεστη κατάσταση λιμοκτονούν και πεθαίνουν.

Άρα μια μέθοδος θα ήταν ο φόρος tax(m) να ισούται με το ποσό πόρου που συλλέχθηκε από τον φορέα μείον την τιμή μεταβολισμού του. Με την μέθοδο αυτή διασφαλίζεται ότι ακόμη και σε περίπτωση χαμηλών συνολικών επιδόσεων της ομάδας ο φορέας που φθάνει σε ένα πλεονασματικό αποτέλεσμα να μην κινδυνεύει με εξαφάνιση εξαιτίας όχι πλέον της επίδοσης αλλά του κανόνα κατανομής.

Επίσης μια άλλη μέθοδος θα ήταν ο φόρος tax(m) α αντιστοιχούσε σε ένα σταθερό ή μεταβλητό ποσοστό του πόρου που συνέλεξε ο φορέας. Στην μεν πρώτη περίπτωση υπάρχει πλεονέκτημα ευκολίας σχεδιασμού αλλά η μέθοδος μειονεκτεί αναφορικά με τον κίνδυνο που διατρέχει ο φορέας, στην δε δεύτερη περίπτωση το μεταβλητό ποσοστό θα μπορούσε να δημιουργεί προσαρμογές στην επιβίωση αλλά θα μειονεκτούσε στην πολυπλοκότητα του χειρισμού.

Τέλος μια τρίτη μέθοδος με τα μειονεκτήματα που προαναφέρθηκαν θα ήταν η απόλυτη κοινοκτημοσύνη. Σε αυτή την περίπτωση ο κάθε φορέας θα ήταν αποκλειστικά εξαρτημένος από την επίδοση της ομάδας του.
Θα προσπαθήσουμε να εφαρμόσουμε πειραματικά και τις τρεις μεθόδους κατανομής με στόχο να διαπιστώσουμε τις επιδράσεις της κάθε μιας και την εξαγωγή συμπερασμάτων για μελλοντική βελτίωση της μεθόδου κατανομής.

Επισημαίνεται ότι η οποιαδήποτε μέθοδος κατανομής έχει μια επίδραση στον τρόπο αναπαραγωγής και δημιουργίας απογόνων, επίπτωση η οποία επεκτείνεται στην αναπαραγωγή της ομάδας. Επειδή όμως αυτή η δυσκολία αποτελεί τεχνική αδυναμία της εφαρμογής (σειριακή εξέλιξη) εξετάζεται στη συνέχεια ως πρόβλημα τεχνικού σχεδιασμού της εφαρμογής.

ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Αναφορικά τώρα με το τεχνικό επίπεδο της εφαρμογής υπάρχει μια δυσκολία χειρισμού και ενδεχομένως ένας κίνδυνος αλλοίωσης των αποτελεσμάτων της από την εισαγωγή του μηχανισμού κατανομής.

Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι από τη στιγμή που η εφαρμογή εξελίσσεται σειριακά, το ανά πάσα στιγμή απόθεμα πόρου είναι το πολύ το σύνολο του πόρου που συλλέγουν συνεργατικά δυο φορείς που ανήκουν στην ίδια ομάδα.. Ανάλογα με την παράμετρο Sugar Seeds η ποσότητα πόρου δεν μπορεί να ξεπεράσει το ανώτατο όριο αναπαραγωγής σε μια συγκεκριμένη θέση (grid point). Η ίδια συνθήκη ισχύει σε αλληλεπίδραση του φορέα –μέλους

Σε περίπτωση πάλι που υπάρξει συνεργασία σε μια αλληλεπίδραση αλλά όχι μεταξύ φορέων της ίδιας ομάδας το ποσό είναι αντιστοίχως το μισό.
Σε περίπτωση που ο φορέας στην αλληλεπίδραση με άλλον καταστεί αποδέκτης οπορτουνιστικής συμπεριφοράς το ποσό πόρου ισούται με μηδέν.

Τέλος στην περίπτωση δημιουργίας απογόνου από δυο φορείς μέλη της ομάδας τότε οι φορείς πρέπει να μεταβιβάζουν ένα ποσοστό πόρου στον απόγονο. Εάν όμως η ομάδα δεν έχει επάρκεια πόρων ή εάν οι γονείς δεν διαθέτουν επαρκή αποθέματα πόρων τότε δεν ικανοποιούνται οι τεχνικές προϋποθέσεις για αναπαραγωγή, με αποτέλεσμα η ομάδα να μην κατορθώνει να αναπαράγεται και εξελίσσεται.

Γ.4. ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΩΝ.

Γ.4.1. *Μετρικές υποβάθρου COMSCAPE*

Στην ενότητα αυτή καταγράφουμε τα κυριότερα αποτελέσματα από τα πειράματα που διεξήχθησαν με το VUSCAPE προκειμένου να ομαδοποιήσουμε εκείνες τις δυναμικές που καθιστούν τη συνολική συστημική εξέλιξη ευαίσθητη σε διακυμάνσεις. Αυτή η καταγραφή είναι απαραίτητη δεδομένου ότι το ενδιαφέρον του COMSCAPE δεν εστιάζεται στην επαλήθευση της προκατόχου εφαρμογής αλλά στη μελέτη δυναμικών, νέων, σε σχέση με αυτή.
Όμως οι διαδικασίες οι οποίες δυσχεραίνουν την επιβίωση του πληθυσμού γενικότερα και ταυτόχρονα έχουν μελετηθεί από το VUSCAPE πρέπει να αναλυθούν περαιτέρω. Αυτή η ανάλυση περιλαμβάνει μια κατηγοριοποίησή τους, ένα έλεγχο αναφορικά με το εάν επιφέρουν επιπτώσεις σε κάθε παραλλαγή SCAPE ή απλά επηρεάζουν τις συγκεκριμένες συνθήκες του VUSCAPE, καθώς και μια εκτίμηση της επίδρασης που θα ασκήσουν στο συγκεκριμένο περιβάλλον COMSCAPE και τις ιδιαιτερότητες που αυτό συνεπάγεται.

Εξερευνητική συμπεριφορά των φορέων
Η συμπεριφορά αυτή μετρήθηκε από τον Buzzing (2003)
Διερευνά την επίπτωση που έχουν οι συμπεριφορές μετακίνησης στο πλησιέστερο grid Point με τιμές παραμέτρων True/ False, στις κατηγορίες πληθυσμός, δυναμική εξερεύνησης, όραση και μετακίνηση.
Το πείραμα έδειξε οι δυο αυτές καταστάσεις εξερευνητικής συμπεριφοράς δεν επιδρούν στην εξέλιξη των μεγεθών αυτών. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι στο πείραμα αυτό διατηρήθηκαν οι παράμετροι Vision & Move με μεταβλητά μεγέθη.

Μέτρηση των ιδιοτήτων vision, metabolism.

Η συμπεριφορά αυτή μετρήθηκε από τον Buzzing (2003)

Αυτό το πείραμα αποτελεί αντιστροφή του προηγούμενου και ενδιαφέρεται για την επίπτωση που έχουν οι περιπτώσεις σταθερών τιμών αυτών των παραμέτρων ίσων με τα minvision, minmetabolism της προηγούμενης περίπτωσης έναντι μεταβλητών τιμών αυτών των παραμέτρων (όμοιων δηλαδή με το προηγούμενο πείραμα) και με την παράμετρο προτίμησης σταθερή με τιμή false.

Αυτό το πείραμα έδειξε ότι η εξέλιξη των μεγεθών πληθυσμού είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις μεταβολές αυτών των παραμέτρων και ότι όταν καθορίζουμε τις παραμέτρους αυτές σαν σταθερές ο πληθυσμός μειώνεται σημαντικά . Αυτό είναι ένα σημαντικό συμπέρασμα όχι μόνο για το VUSCAPE αλλά και για το COMSCAPE.

Το VUSCAPE θεμελίωσε το συμπέρασμα ότι όταν απουσιάζουν αυτές οι ικανότητες ο πληθυσμός αδυνατεί να επιζήσει εύκολα σε κάθε περίπτωση πλην της δυνατότητας επικοινωνίας.

Στο COMSCAPE σύμφωνα με τη σχεδιαστική του φιλοσοφία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που το ορίζουμε να μελετά, οι συνθήκες αλληλεπίδρασης είναι συνολικά δυσχερέστερες για την τύχη των φορέων. Η ικανότητά τους να επιζήσουν διέρχεται και από το ιδιαίτερο πεδίο του άμεσου ανταγωνισμού, το οποίο τους δημιουργεί δυσκολίες που ενισχύουν τις ήδη υφιστάμενες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν από τη σπανιότητα του περιβάλλοντος.

Και αυτό γιατί στο συγκεκριμένο μοντέλο διερευνούμε το κατά πόσο αποτελεί αντιστάθμισμα αυτών των δυσμενών επιπτώσεων η δημιουργία ομάδων. Εάν ομαδοποιήσουμε λοιπόν τα συμπεράσματα από τα δυο προηγούμενα πειράματα, και εισάγουμε την μετρική κοινωνικής δυναμικής που θα εφαρμόσουμε με το COMSCAPE, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τρεις συνθήκες επιδρούν στη βιωσιμότητα των φορέων

- Προσωπικές ικανότητες
- Σπανιότητα περιβάλλοντος
- Ανταγωνισμός των φορέων

Τα προηγούμενα πειράματα επαληθεύουν τις δυο προηγούμενες συνθήκες.

Προκειμένου λοιπόν να μελετήσουμε αξιόπιστα την επίδραση της τρίτης συνθήκης πρέπει να καθορίσουμε το εύρος των δυο πρώτων.

Και για να το επιτύχουμε αυτό πρέπει να αναλύσουμε την κατάσταση ως ακολούθως:

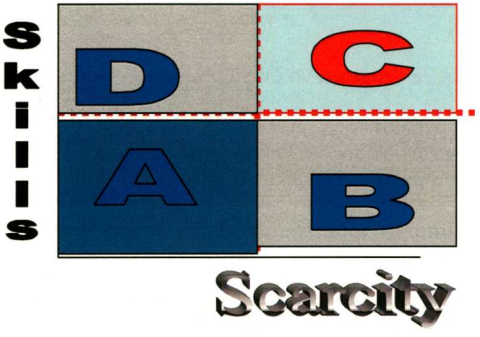
Υπάρχει ένα όριο που καθορίζει ότι οι ικανότητες των φορέων είναι αποτελεσματικές για την επιβίωση τους.

Αντιστοίχως υπάρχει ένα όριο που καθορίζει ότι η σπανιότητα περιβάλλοντος επιτρέπει την συντήρηση των φορέων. Αυτά τα δυο όρια συνιστούν συνθήκες οικοσυστήματος.

Εάν τα τοποθετήσουμε σε δυο άξονες θα πάρουμε ένα σημείο ισορροπίας ανάμεσα στις καταστάσεις επιβίωσης και εξαφάνισης.

Στο αμέσως επόμενο διάγραμμα παρουσιάζεται η περιοχή που εμφανίζει την αδυναμία που έχουν οι φορείς να επιζήσουν είτε εξαιτίας απουσίας ενός εκ των δυο παραγόντων είτε εξαιτίας απουσίας και των δυο.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23: ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ – ΣΠΑΝΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΖΟΥΝ ΟΙ ΦΟΡΕΙΣ



Στην περιοχή A απουσιάζουν και οι δυο προϋποθέσεις επιβίωσης.
Στις περιοχές B& D απουσιάζει μόνο η μια αλλά η βιωσιμότητα δεν μπορεί να επιτευχθεί.
Μόνο στην περιοχή C οι φορείς μπορούν να επιβιώσουν.

Η μελέτη της επίδρασης της κοινωνικής δυναμικής επιχειρεί να διαπιστώσει εάν οι επιπτώσεις της επιφέρουν αλλαγή του χάρτη επιβίωσης όπως αυτός εμφανίζεται στο προηγούμενο διάγραμμα. Εάν, η επίδραση που προκαλεί επιτρέπει την βιωσιμότητα μόνο στην περιοχή C τότε δεχόμαστε ότι δεν μπορεί να επιδράσει στους καθοριστικούς περιορισμούς των ατομικών ικανοτήτων και της σπανιότητας.
Εάν όμως μπορεί να επιτρέψει βιωσιμότητα σε κάποια από τις περιοχές A,B,D τότε ισχύει ότι υποκαθιστά αυτούς τους περιορισμούς.
Η κοινωνική δυναμική έχει πολλά χαρακτηριστικά τα οποία δεν εμφανίζονται στη λογική των SUGARSCAPE και VUSCAPE. Στο VUSCAPE μόνο, εμφανίζεται η διάσταση της κοινωνικής δυναμικής αναφορικά με την συνεργασία σε καθεστώς όμως απουσίας του ανταγωνισμού, που προσλαμβάνει ένα χαρακτήρα καταμερισμού εργασίας καθώς και της επικοινωνίας σαν υποστηρικτικό μηχανισμό αυτής της δυναμικής.

Και εκεί ισχύει ότι κάτω από τα όρια που επιτρέπουν οι συνθήκες ικανοτήτων και σπανιότητας η επιβίωση είναι αδύνατη. Στοχεύοντας δε στη επίδοση βιωσιμότητας σε κλίμακα ολόκληρου του πληθυσμού αδυνατεί να διακρίνει εάν άλλες μορφές της κοινωνικής δυναμικής επιτρέπουν ή συμβάλουν στην επιβίωση μικρότερων τμημάτων του πληθυσμού.
Αυτό ακριβώς είναι και το αντικείμενο μέτρησης παραμέτρων του COMSCAPE.

Η μετρική αυτή όμως για να είναι εφικτό να εφαρμοσθεί προϋποθέτει την αποσαφήνιση μιας άλλης διάστασής της. Συγκεκριμένα η διάσταση αυτή αφορά την έκφραση σπανιότητας του περιβάλλοντος με όρους περιβαλλοντικής πίεσης για συνεργασία την οποία εισάγει το VUSCAPE.
Στο μοντέλο αυτό με τεχνητό τρόπο συνδέονται αφενός η δυναμική της περιβαλλοντικής πίεσης, και αφετέρου το καθεστώς συνεργασίας των φορέων για την δημιουργία οφέλους.
Το πρώτο συνεπάγεται ένα είδος σπανιότητας, όχι πια με την έννοια της έλλειψης πόρων, αλλά με την έννοια της εμφάνισης μιας ειδικής κατηγορίας πόρων, για την συλλογή της οποίας, οι ικανότητες των φορέων δεν επαρκούν. Είναι δηλαδή η

κατηγορία των πόρων, οι οποίοι δεν μπορούν να διαχωριστούν σε επιμέρους διαχειρίσιμες ,από τους φορείς, μονάδες. Η ύπαρξη πόρων είτε αποκλειστικά στη μορφή αυτή είτε σε μεγαλύτερα ποσοστά σε σχέση με τις διαχειρίσιμες εισάγει ένα είδος σπανιότητας πόρων.
Ταυτόχρονα η κατάσταση αυτή εισάγει μια δυναμική συνεργασίας, η οποία όμως δεν εδράζεται στους μηχανισμούς επιλογής των φορέων αλλά σε μια εξωτερική ως προς αυτούς συνθήκη. Δηλαδή η συνεργασία αυτή που εμφανίζεται αφενός είναι έμμεση και αφετέρου υποχρεωτικός όρος επιβίωσης.

Η διάσταση που εισάγουμε στο COMSCAPE επιχειρεί να διαχωρίσει αυτές τις δυο όψεις αυτής της συνθήκης.
Αυτός ο διαχωρισμός είναι ωφέλιμος και ρεαλιστικός.

- Είναι ρεαλιστικός γιατί πράγματι στον ζωικό και κοινωνικό κόσμο τα άτομα επιδεικνύουν μια συμπεριφορά βασισμένη στη λήψη αποφάσεων και στην ενεργοποίηση επιλογών.
- Είναι ωφέλιμος διότι μπορεί να αποτυπώσει αρτιότερα την εμφάνιση κοινωνικών δυναμικών.

Η πιο σημαντική όμως παρατήρηση για τα ευρήματα του VUSCAPE είναι ότι οι φορείς αδυνατούν να συντονισθούν όταν εκδηλώνεται σε υψηλό βαθμό αυτή η περιβαλλοντική πίεση. Με δεδομένο ότι δεν μπορούν να αρνηθούν τη συνεργασία το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν είναι η αδυναμία τους να συντονίζουν τις ενέργειές τους για την αποτελεσματική συγκομιδή των πόρων.
Έτσι παρατηρούμε από τα πειράματα (Buzzing,2003) ότι επιβιώνουν μόνο σε καταστάσεις όπου υπάρχει μόνο διαχειρίσμος από τον καθένα ατομικά πόρος.
Αυτό εκφράζεται με το γεγονός ότι τα πειράματα κατέδειξαν την κατάρρευση του πληθυσμού όταν υπάρχει περιβαλλοντική πίεση και απουσία επικοινωνίας με εξαίρεση την περίπτωση όπου CT = 4 το οποίο απλά σημαίνει όταν υπάρχουν μόνο διαχειρίσιμοι χωρίς συνεργασία πόροι.
Η κατάσταση αλλάζει τελείως με την εισαγωγή της επικοινωνίας Αυτό σημαίνει ότι ο τεχνητός αυτός κόσμος συμπεριφέρεται όπως και ο πραγματικός στις λειτουργίες κοινωνικοποίησης. Πράγματι η επικοινωνία αντανακλά μια κατάσταση κοινωνικής δυναμικής αλλά αντιμετωπίζει μόνο τον αναγκαίο συντονισμό των φορέων.
Πως όμως σχετίζεται μια ευρύτερη κοινωνική δυναμική με το καθεστώς σπανιότητας και ικανοτήτων.
Τώρα εισάγεται και μια Τρίτη διάσταση η οποία δίδει διαφορετικό αποτέλεσμα από πού έδωσε το προηγούμενο δισδιάστατο γράφημα.

Αυτή την προσέγγιση ακολουθεί ο Vink (2004) ο οποίος θέλοντας να εξάγει συμπεράσματα για τη σχέση επικοινωνίας (την επίδραση κάθε πρωτοκόλλου) με τις παραμέτρους μέγιστη ποσότητα πόρου (MaxDugarSize) και μέγιστη ικανότητα συγκομιδής πόρου (MaxSugarHarvest), όπως αυτά προβάλλονται στην εξέλιξη του πληθυσμού, αναλύει τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας τρισδιάστατο γράφημα.
Η ανάλυσή του εμφανίζεται στο ακόλουθο γράφημα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΦΟΡΕΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ VUSCAPE ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΜΕ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ MESSAGE BOARD- ΜΕ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ NEWCAST

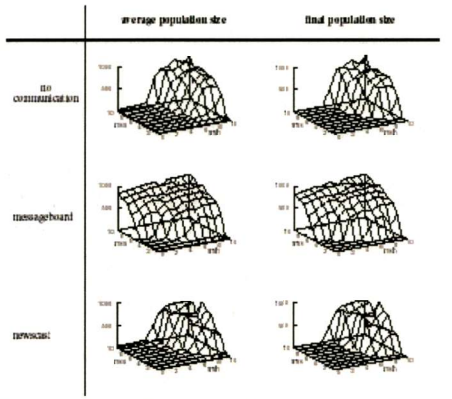
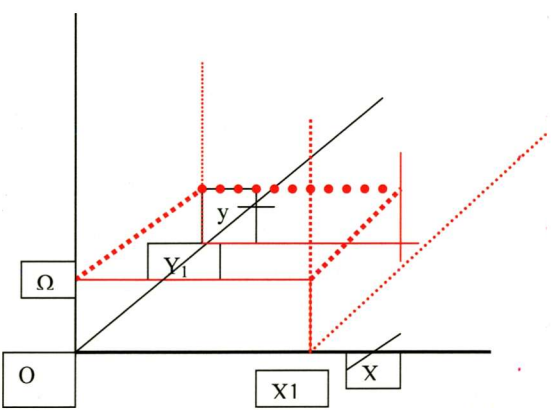


Figure 4.1: Population size results for the pure variants of the protocols. Both average population size over 2000 iterations and population size at the final iteration are given for different environments. sub means maxSugarHarvest and max means maxSugarSize.

Με την εισαγωγή τρισδιάστατου γραφήματος αποτυπώνουμε μεγαλύτερο εύρος πληροφοριών για τη σχέση που συνδέει τις μεταβλητές που μας ενδιαφέρουν.
Επανερχόμενοι στην θεωρητική διατύπωση τη σχέσης που τα όρια των μεταβλητών που εξετάζουμε (κοινωνική δυναμική, ικανότητες, σπανιότητα) ισχύουν τα ακόλουθα:
Εδώ οι δυνατότητες είναι περισσότερες αναφορικά με το εύρος των ορίων δεδομένου ότι εισέρχεται και ένα τρίτο όριο που αντανακλά την κοινωνική δυναμική.
Έτσι λοιπόν έχουμε το ακόλουθο γράφημα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ- ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ- ΣΠΑΝΙΟΤΗΤΑΣ



Η περιοχή που βρίσκεται έξω από τα όρια του ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου το οποίο καθορίζουν τα τρία όρια, αποτελεί τον χώρο ισορροπίας ανάμεσα στην κοινωνική δυναμική, τις ατομικές ικανότητες και την σπανιότητα των πόρων.

Τα όρια όμως X και y του προηγούμενου δισδιάστατου πίνακα έχουν μετατοπισθεί προς την αρχή των αξόνων στις θέσεις χ_1 και y_1 αντίστοιχα. Αυτή η μετατόπιση αντανακλά την επίδραση της κοινωνικής μεταβλητής Ω στις μεταβλητές ικανότητες και σπανιότητα. Εκφρασμένα διαφορετικά αυτή η μετατόπιση εκφράζει την οικονομία κλίμακας που δημιουργεί η οποιαδήποτε μορφή κοινωνικής δυναμικής.
Τέλος σε σχέση με αυτή καθεαυτή τη μεταβλητή Ω πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η τιμή που λαμβάνει διακυμαίνεται ανάλογα με τα επιμέρους αποτελέσματα που συνιστούν οι δύο κύριες δυνάμεις της, δηλαδή ο ανταγωνισμός και η συνεργασία. Η διακύμανση των τιμών με βάση αυτές τις δυο μεταβλητές, είτε οδηγεί σε μια σταθερή κατάσταση, είτε ταλαντώνεται διαρκώς στον πεπερασμένο χρόνο, είτε εισέρχεται σε ένα νέο χώρο σύμφωνα με τις θεωρίες της πολυπλοκότητας.
Επιπλέον με αυτή την προσέγγιση μπορούμε να προβούμε και σε μια άλλη λεπτή διαπίστωση.
Εάν δεν αντιμετωπίσουμε το συνολικό σύστημα σαν μια συμπαγή οντότητα αποτελούμενη από ομοειδή στοιχεία αλλά σαν ένα δυναμικό περιβάλλον ετερογένειας τότε μπορούμε να δούμε ότι αυτή η αλληλεπίδραση δυναμικών οδηγεί σε πολύπλοκα φαινόμενα, τα οποία περικλείουν ταυτόχρονα συνθήκες σταθερότητας και ταλάντωσης. Αυτά τα επιμέρους φαινόμενα είναι οι επιμέρους ομάδες που δημιουργούνται και εξαφανίζονται, οι οποίες βρίσκονται διαρκώς ανάμεσα σε καταστάσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας, προκαλώντας νέα δυναμικά φαινόμενα και νέες αναδυόμενες ιδιότητες του συνολικού συστήματος.
Στο COMSCAPE θα μελετήσουμε πειραματικά την εμφάνιση αυτών των δυναμικών.

Γ.4.2. *Καθορισμός των μεταβλητών που θα μετρηθούν*

Οι μαθηματικές μετρικές που μπορούν να εφαρμοσθούν σε ένα Multi Agent μοντέλο όπως είναι το COMSCAPE έχουν μεγάλο εύρος και επιπλέον ο ακριβής καθορισμός τους είναι χρήσιμο να είναι σταδιακός ώστε να συνδυάζεται με τα εκάστοτε ευρήματα.
Με την αποσαφήνιση αυτή έχουν επιλεγεί αρχικά ορισμένες μετρικές για τα διάφορα επίπεδα πολυπλοκότητας.
Ο αρχικός στόχος του COMSCAPE είναι να μελετήσει το ενδεχόμενο εμφάνισης ομάδων στο συνολικό σύστημα ως αποτέλεσμα της πολυπλοκότητας των σχέσεων και αλληλεπιδράσεων που δημιουργούνται.
Επιπλέον η εμφάνιση των ομάδων μελετάται και ως προς ορισμένα τους χαρακτηριστικά που αντανακλούν τη δυναμική της εξέλιξης και βιωσιμότητάς τους.
Στη συνέχεια περιγράφονται οι αρχικές μετρικές του COMSCAPE με την εύλογη παρατήρηση ότι από το ίδιο το υλικό των πειραμάτων θα καθορισθεί σε επόμενη φάση ο σχεδιασμός νέων γενεών μετρικών.

Οι κατηγορίες μετρικών που επιλέγονται σε αυτή την πρώτη φάση πειραματισμών, οι οποίες και εντάσσονται στους σκοπούς της παρούσας εργασίας είναι οι ακόλουθες:

- Γενικές οι οποίες εστιάζουν σε χαρακτηριστικά του συνολικού κόσμου του COMSCAPE αλλά και μέτρηση των πληθυσμιακών του τάσεων.

- **Μετρήσεις του Trust Game**

- **Μετρήσεις της εμφάνισης ομάδων**

- **Μετρήσεις δεικτών κοινοκτημοσύνης**
- **Μετρήσεις επίδρασης των πρωτοκόλλων επικοινωνίας στις ομάδες**

Στη συνέχεια αναλύουμε τις μετρικές της κάθε κατηγορίας.

Γενικές

- Μέγεθος Πληθυσμού
- Τάση γεννήσεων και θανάτων του πληθυσμού
- Ανάγκη συνεργασίας
- Μετακίνηση φορέων

Γενικός Δείκτης Ασιτίας

Ο δείκτης αυτός ορίζεται ως SR (Starvation Ratio) και αναπαριστά τον λόγο του αριθμού των φορέων πεθαίνουν από ασιτία διαιρούμενου με τον αριθμό του συνόλου θανάτων των φορέων.
Ο μαθηματικός ορισμός του είναι:
SR = ADS/ TD
Όπου

- ADS = Ο αριθμός των φορέων που πεθαίνουν από ασιτία (Agents Dead by Starvation)
- TD =Ο αριθμός του συνόλου θανάτων των φορέων (Total Number of Deaths).

Ο δείκτης αυτός εξειδικεύεται στη συνέχεια σε σχέση με τη διάκριση του συνολικού πληθυσμού σε ομάδες

Ειδικοί Δείκτες Ασιτίας

1. $SR_{G1} = ADS_G / ADS_T$
Όπου

- SR_{G1} = Ο λόγος θανάτων από ασιτία μελών ομάδων προς θανάτους από ασιτία του συνόλου των φορέων
- ADS_G = Ο αριθμός των φορέων μελών ομάδων που πεθαίνουν από ασιτία
- ADS_T = Ο αριθμός των φορέων του συνολικού πληθυσμού που πεθαίνουν από ασιτία

2. $SR_{G2} = ADS_G / TD_{nG}$
Όπου

- SR_{G2} = Ο λόγος θανάτων από ασιτία μελών ομάδων προς θανάτους από ασιτία, φορέων μη μελών ομάδων.
- ADS_G = Ο αριθμός των φορέων- μελών ομάδων, που πεθαίνουν από ασιτία
- ADS_T = Ο αριθμός των φορέων - μη ενταγμένων σε ομάδες που πεθαίνουν από ασιτία

3. $SR_{G3} = ADS_G / TD_G$
Όπου

- SR_{G3} = Ο λόγος θανάτων από ασιτία μελών ομάδων προς θανάτους φορέων μελών ομάδων
- ADS_G = Ο αριθμός των φορέων μελών ομάδων που πεθαίνουν από ασιτία

- TD_G = Ο αριθμός των φορέων μελών ομάδων που πεθαίνουν από οποιαδήποτε αιτία

4. $SR_{G4} = ADS_{nG} / TD_{nG}$

'Οπου

- SR_{G4} = Ο λόγος θανάτων από ασιτία φορέων μη μελών ομάδων προς θανάτους φορέων μη μελών ομάδων
- ADS_{nG} = Ο αριθμός των φορέων μελών ομάδων που πεθαίνουν από ασιτία
- TD_{nG} = Ο αριθμός των φορέων μελών ομάδων που πεθαίνουν από οποιαδήποτε αιτία.

Μετρήσεις του Trust Game

- Πλήθος ανταγωνιστικών αλληλεπιδράσεων
- Πλήθος συνεργατικών αλληλεπιδράσεων

Μετρήσεις της εμφάνισης ομάδων

- Πλήθος φορέων που επικοινωνούν με ιδιωτική επικοινωνία
- Πλήθος φορέων που συντονίζονται ανά γύρο από επικοινωνία

Γ.5 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.

Θα παραθέσουμε τώρα το αντικείμενο της έρευνας που επιχειρούμε μέσω της περιγραφής των επιμέρους στόχων των πειραμάτων που σχεδιάσαμε.
Τα πειράματα αυτά εκτελέσθηκαν με δυο διαφορετικές παραμετροποιήσεις του μοντέλου μας αναφορικά με :
Τον τρόπο επικοινωνίας
Την τεχνική αξιολόγησης της επιθυμητής προς μετάβαση θέσης
Την σύνδεση προγόνου απογόνου.

Αναφορικά με τον τρόπο επικοινωνίας δημιουργήσαμε τι ς ακόλουθες παραμετροποιήσεις.

1. Στην πρώτη εξ αυτών οι φορείς έχουν την ικανότητα να « θυμούνται» τις ευεργετικές γι' αυτούς αλληλεπιδράσεις και να τις χρησιμοποιούν για την αποστολή και λήψη μηνυμάτων για τον εντοπισμό πόρων. Σχηματίζουν ένα πίνακα που περιλαμβάνει τους φορείς που ικανοποιούν το κριτήριο αυτό. Αυτόν τον πίνακα μεταβιβάζουν στους απογόνους τους. Η ενεργοποίησή όμως του πίνακα αυτού επέρχεται από τους τελευταίους, επέρχεται μόνο όταν αυτοί εμπλακούν σε αμοιβαία συνεργατικές αλληλεπιδράσεις, ενώ ταυτόχρονα επέρχεται και η χρήση από αυτούς της ιδιωτικής επικοινωνίας που μέχρι εκείνη τη στιγμή παραμένει αδρανής. Μέχρι να συμβεί κάτι τέτοιο χρησιμοποιούν την δημόσια επικοινωνία.
2. Στην δεύτερη εξ αυτών οι απόγονοι αμέσως μετά την δημιουργία τους χρησιμοποιούν αυτόματα τον πίνακα που τους έχει μεταβιβασθεί γενετικά, χωρίς άλλη προϋπόθεση και χωρίς το ενδιάμεσο στάδιο της δημόσιας επικοινωνίας.

Αναφορικά με την τεχνική αξιολόγησης της επιθυμητής προς μετάβαση θέσης δημιουργήσαμε αντιστοίχως δυο εκδοχές παραμετροποιήσεων.

1. Στην πρώτη εξ αυτών οι φορείς διαθέτουν την ικανότητα να καταρτίζουν ένα πίνακα λήψης των μηνυμάτων ιδιωτικής επικοινωνίας με βάση τον οποίο επιλέγουν την θέση στην οποία θα μεταβούν. Η λειτουργία αυτού του πίνακα είναι η ακόλουθη: ο πίνακας έχει όριο τα 20 μηνύματα. Όταν το όριο αυτό συμπληρωθεί τότε κάθε επόμενο μήνυμα που λαμβάνουν προκαλεί μια διαγραφή του αρχαιότερου χρονικά μηνύματος και αντικατάστασή του από το νεώτερο. Ο φορέας επιλέγει πάντοτε το πλέον πρόσφατο ληφθέν μήνυμα το οποίο συγκρίνει με τις πλησιέστερες σε αυτόν θέσεις και προβαίνει στην επιλογή του.

2. Στην δεύτερη εξ αυτών ο φορέας επιλέγει από τον πίνακα, την θέση με την μεγαλύτερη ποσότητα πόρου. Εάν υπάρχουν περισσότερες της μιας τότε επιλέγει τυχαία ανάμεσά τους. Στη συνέχεια συγκρίνει τη θέση αυτή που επέλεξε από τον πίνακα με τις πλησιέστερες σε αυτόν θέσεις και από την αξιολόγηση αυτή περιεχόμενο του πίνακα διαγράφεται. Άρα ο πίνακας επικαιροποιείται σε κάθε γύρο δεδομένου ότι καταρτίζεται εκ νέου με τα νέα μηνύματα που θα λάβει. Τέλος σε αυτή την εκδοχή το μέγεθος του πίνακα δεν υπόκειται στον περιορισμό των 20 θέσεων. Η εκδοχή αυτή προσπαθεί να δώσει έμφαση στην δυνατότητα επιλογής της καλύτερης θέσης από κάθε φορέα.

Αναφορικά με την σύνδεση προγόνου απογόνου δημιουργήθηκαν αντιστοίχως δυο παραλλαγές.

1. Στην πρώτη εξ αυτών κάθε φορά που δυο φορείς διασταυρώνονται μεταβιβάζουν στον απόγονο το περιεχόμενο του πίνακα ενός εκ των δυο γονέων. Η επιλογή γίνεται με τυχαίο τρόπο. Στον πίνακα αυτόν δεν υπάρχουν τα στοιχεία των φορέων γεννητόρων. Επίσης μετά την διασταύρωση οι φορείς γεννήτορες δεν προβαίνει στην τελική επιλογή θέσεων για μετάβαση. Μετά την επιλογή αυτή το συμπεριλαμβάνουν στον πίνακά τους τον απόγονο που δημιούργησαν.
2. Στην δεύτερη εξ αυτών αντιθέτως οι φορείς γεννήτορες εγγράφονται στον πίνακα του απογόνου ενώ ταυτόχρονα εγγράφουν τον απόγονο στον δικό τους πίνακα αμφότεροι.

Ενοποιήσαμε όλες τις εκδοχές Νο1 ως άνω και προέκυψε η version A του μοντέλου που θα χρησιμοποιήσουμε στα πειράματα καθώς και όλες τις εκδοχές Νο 2 και προέκυψε αντίστοιχα η version B.
Στη συνέχεια περιγράφουμε τον στόχο και την διαδικασία των πειραμάτων που εκτελούμε. Διευκρινίζουμε ότι τρέξαμε τα ίδια πειράματα και με τις δυο Versions (A, B).
Τα πειράματα που θα εκτελέσουμε ακολουθούν μια κλιμάκωση προκειμένου να μελετηθούν αυτοτελώς σε κάθε στάδιο τα αποτελέσματα που παράγονται.

Γ.5.1. ΠΕΙΡΑΜΑ 1.

Βασικό πείραμα αποτελεί η εισαγωγή του trust Game στην εφαρμογή μας.
Το πρώτο πείραμα μελετά τις συνθήκες εξέλιξης του πληθυσμού των φορέων όταν εισάγεται μόνο το trust Game.
Στο πείραμα αυτό εισάγουμε ως κανόνα αλληλεπίδρασης για την κατανομή του πόρου το trust Game. Οι φορείς όταν τελικά συναντηθούν σε θέσεις με επίπεδα πόρου [β], δηλαδή υψηλότερα από το CT, παίζουν το συγκεκριμένο παίγνιο με μια πιθανότητα [Π] όπου Π1 =0,5 είναι η πιθανότητα να συνεργασθούν και Π2= [1-Π1] είναι η πιθανότητα να ανταγωνιστούν για την κατανομή του πόρου.
Με την πιθανότητα αυτή δοκιμάζεται η βιωσιμότητα του πληθυσμού όταν το παίγνιο παίζεται

- Α) στα σημεία ισορροπίας. Σημείο ισορροπίας στο T.G. είναι η επιλογή από τον trustor της στρατηγικής No Trust.
- Β) Με πιθανότητα Π = 0,5 ο Trustor να επιλέξει στρατηγική Trust ενώ ο trustee να επιλέξει με πιθανότητα [1] στρατηγική Abuse.
- Γ) Με πιθανότητα [0,5] οι trustor και trustee επιλέγουν στρατηγική

Από την εξέλιξη του παιγνίου καθορίζεται εάν θα έχουν ποσοστό πόρου 0, Ψ/n ή Ψ όπου Ψ το σύνολο του πόρου.
Το παίγνιο αυτό αφορά όλους τους φορείς που συναντώνται σε ένα σημείο στο οποίο θα διεξαχθεί το Trust Game.. Υπενθυμίζεται ότι και στο VUSCAPE μπορούν να συναντηθούν, περισσότεροι των δυο, φορείς και να συνεργασθούν.
Η επικοινωνιακή συμπεριφορά των φορέων σε αυτό τι πείραμα επιλέγεται να είναι η αποκλειστική χρήση της δημόσιας επικοινωνίας, συνθήκη που την εκφράζουμε με την αποκλειστική χρήση του πρωτοκόλλου Message Board.
Ο αριθμός των αρχικών φορέων στο πείραμα αυτό είναι 1000.
Οι υπόλοιπες συνθήκες στο πείραμα αυτό είναι ίδιες με αυτές του VUSCAPE.
Από το πείραμα αυτό θέλουμε να μελετήσουμε:

- την εξέλιξη του συνολικού πληθυσμού, όταν αυτή επηρεάζεται από την εισαγωγή συνθηκών ανταγωνισμού.
- Την δυνατότητα των φορέων να επιβιώσουν όταν χρησιμοποιούν τις στρατηγικές που αποφέρουν κατά τη θεωρία σημεία ισορροπίας, καθώς και στις trigger στρατηγικές.
- την εξέλιξη του πληθυσμού των defectors
- την εξέλιξη του πληθυσμού των cooperators
- την συμβολή της αποστολής μηνυμάτων δημόσιας επικοινωνίας στην επιβίωση των cooperators & defectors.

Γ.5.2. ΠΕΙΡΑΜΑ 2.

Στο δεύτερο πείραμα εισάγουμε τα στοιχεία του πρώτου πειράματος αλλά επιπλέον προσθέτουμε και την δυνατότητα των φορέων να επικοινωνούν με ιδιωτική επικοινωνία.
Η ακριβής συνθήκη εισαγωγής αυτής της μορφής επικοινωνίας είναι η ακόλουθη:
Οι φορείς αρχικά χρησιμοποιούν ως τρόπο επικοινωνίας την δημόσια μορφή της. Σταδιακά όμως και εφόσον η προηγούμενη εμπειρία τους από αλληλεπιδράσεις περιλαμβάνει και συνεργατικές μορφές, τότε εγκαταλείπουν την δημόσια μορφή επικοινωνίας και έκτοτε κάνουν χρήση της ιδιωτικής.
Η έννοια της ιδιωτικής επικοινωνίας είναι αυτή που καθορίσαμε σε προηγούμενη ενότητα, δηλαδή η αποστολή μηνυμάτων από τον φορέα- πομπό σε ένα σύνολο φορέων – δεκτών μόνο, οι οποίοι έχουν αλληλεπιδράσει συνεργατικά μαζί του σε προηγούμενους γύρους και για τον λόγο αυτό εμπεριέχονται σε ένα κατάλογο που διαθέτει ο φορέας –πομπός, τον οποίο έχει σχηματίσει βασιζόμενος στην προηγούμενη εμπειρία του. Η ιδιωτική επικοινωνία εισάγεται στο μοντέλο μας με την μορφή του πρωτοκόλλου επικοινωνίας New Cast.
Όπως είναι γνωστό η πειραματική χρήση του πρωτοκόλλου αυτού στο περιβάλλον VUSCAPE κατέδειξε την αναποτελεσματικότητά του, να συντονίσει τους φορείς. Για τον λόγο αυτό βασική αποστολή αυτού του πειράματος αποτελεί ο έλεγχος του βαθμού συνεισφοράς του πρωτοκόλλου αυτού στον συντονισμό των φορέων.

Από το πείραμα αυτό κατά συνέπεια θα μελετήσουμε:

- Την εξέλιξη του πληθυσμού που χρησιμοποιεί την δημόσια επικοινωνία
- Την εξέλιξη του πληθυσμού που χρησιμοποιεί την ιδιωτική επικοινωνία

Γ.5.3. ΠΕΙΡΑΜΑ 3.

Τα προηγούμενα δυο πειράματα μας αποκαλύπτουν τον ρόλο που διαδραματίζει τόσο ο ανταγωνισμός όσο και ο εμπλουτισμός του τρόπου συντονισμού των φορέων, αλλά δεν έχουν την δυνατότητα να αποτυπώσουν με ακρίβεια την έκταση στην οποία τα προκύπτοντα αποτελέσματα αποτελούν προϊόν αυτών των προαναφερόμενων παραγόντων, δεδομένου ότι τα αποτελέσματα αυτά ενδέχεται να αποτελούν προϊόν θορύβου από την επίδραση της περιβαλλοντικής πίεσης, την οποία υφίστανται οι φορείς. Στο βαθμό που ισχύει το δεύτερο απαιτείται μια εξειδίκευση των πειραμάτων αυτών ώστε να διαθέτουν τα εργαλεία μέτρησης των επιδράσεων ανταγωνισμού και επικοινωνίας χωρίς την αλλοίωση που συνεπάγεται ο θόρυβος.
Με το σχεδιασμό του τρίτου πειράματος επομένως θα απομονώσουμε την επίδραση που έχει στο μοντέλο μας η περιβαλλοντική πίεση.
Για το σκοπό αυτό εισάγουμε την έννοια της διαβάθμισης της περιβαλλοντικής πίεσης, θεωρώντας ότι:

1. Όταν από τα αποτελέσματα που θα λάβουμε, παρατηρήσουμε ότι η σπανιότητα των πόρων λειτουργεί σε τέτοια έκταση ώστε ανεξάρτητα από άλλους παράγοντες πλην της κατάστασης ανταγωνισμού, οι φορείς είναι αδύνατο να είναι βιώσιμοι τότε υπάρχει η κατάσταση μιας πολύ ισχυρής περιβαλλοντικής πίεσης, η οποία αποκρύπτει ενδεχομένως την επίδραση των παραγόντων του ανταγωνισμού και του διαφορετικού επιπέδου συντονισμού των φορέων ανάλογα με την μορφή επικοινωνίας που χρησιμοποιούν.

2. Όταν αντιστοίχως από τα αποτελέσματα που θα λάβουμε, διαπιστώσουμε ότι η σπανιότητα των πόρων είναι τέτοιας έντασης ώστε σε κανονικές ανταγωνιστικές συνθήκες επιτρέπει την πληθυσμιακή ανάπτυξη το πληθυσμού τότε η σπανιότητα αυτή είναι ασθενής. Και πάλι ο θόρυβος που προκαλεί αυτή η επίδραση μας εμποδίζει να διακρίνουμε την επίδραση των ανταγωνιστικών συνθηκών και της λειτουργίας της επικοινωνίας.

3. Όταν από τα αποτελέσματα που θα λάβουμε, διαπιστώσουμε ότι η σπανιότητα των πόρων είναι τέτοιας έντασης, ώστε σε κανονικές ανταγωνιστικές συνθήκες, ούτε επιτρέπει την πληθυσμιακή ανάπτυξη ούτε απειλεί με εξαφάνιση τον πληθυσμό, τότε αυτή η ένταση σπανιότητας θεωρείται μέση και ως εκ τούτου αποτελεί την μόνη μορφή περιβαλλοντικής πίεσης που μας επιτρέπει να παρατηρήσουμε την αυτόνομη δράση, τόσο των συνθηκών ανταγωνισμού και συνεργασίας, όσο και τον βαθμό συντονισμού των φορέων ανάλογα με τη μορφή επικοινωνίας που ο κάθε φορέας χρησιμοποιεί.

Επομένως το πείραμα αυτό αφορά στην πραγματικότητα ένα σύνολο τριών επιμέρους πειραμάτων όπου στο καθένα μεταβάλλεται η παράμετρος που καθορίζει την πληθυσμιακή πίεση. Η συγκεκριμένη παράμετρος στην εφαρμογή μας είναι ο όρος Metabolism ο οποίος καθορίζει την ανάγκη κατανάλωσης ενέργειας των φορέων εκφρασμένης σε όρους μονάδων πόρων. Έτσι για παράδειγμα Me tab =1 σημαίνει ότι η ανάγκη κατανάλωσης ενέργειας προκειμένου να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του φορέα, ισούται με μια μονάδα πόρου.

Εκτελούμε λοιπόν τρία πειράματα στο καθένα από τα οποία μεταβάλλεται η τιμή του όρου [Me tab].

- Στο πρώτο πείραμα θέτουμε Me tab =0,1 τιμή χαμηλής έντασης περιβαλλοντικής πίεσης. Διεξάγουμε το πείραμα σε περιβάλλον 10 και 50 φορέων αντίστοιχα.

- Στο δεύτερο θέτουμε Me tab =0,8 τιμή υψηλής έντασης περιβαλλοντικής πίεσης. Διεξάγουμε το πείραμα σε περιβάλλον 50 φορέων.

- Στο τρίτο θέτουμε Me tab =0,5, τιμή μέσης έντασης περιβαλλοντικών πιέσεων. Διεξάγουμε το πείραμα σε περιβάλλον 10, 50 και 1000 φορέων αντίστοιχα.

Γ.5.4. ΠΕΙΡΑΜΑ 4.

Στο τέταρτο πείραμα έχοντας ήδη με τα προηγούμενα εισάγει τις συνθήκες ανταγωνισμού, συνεργασίας και μορφών επικοινωνίας και επιπλέον έχοντας αφαιρέσει τον θόρυβο που προκαλεί η περιβαλλοντική πίεση θα εκτελέσουμε ένα πείραμα προκειμένου να διαπιστώσουμε την επίδραση των ανταγωνιστικών συνθηκών σε συνθήκες μέσης περιβαλλοντικής πίεσης. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο εκτελούμε ένα πείραμα 50 φορέων που χρησιμοποιούν τον κανόνα αλληλεπίδρασης Trust Game και χρησιμοποιούν τόσο δημόσια επικοινωνία (το πρωτόκολλο message Board) όσο και ιδιωτική επικοινωνία (το πρωτόκολλο New Cast).
Θέλοντας όμως στο πείραμα αυτό να μελετήσουμε την επίδραση της έντασης ανταγωνισμού, μεταβάλουμε την πιθανότητα συνεργασίας από Π= 0,5 σε Π= 0,3. Αυτή η μεταβολή προκαλεί συχνότερη εμφάνιση ανταγωνιστικών στρατηγικών δεδομένου ότι κατά ποσοστό 70% οι φορείς επιλέγουν ανταγωνιστικές στρατηγικές. Με το πείραμα αυτό θέλουμε να μελετήσουμε την ουσία των σχέσεων ανταγωνισμού και συνεργασίας.
Αυτό σημαίνει ότι από τα αποτελέσματα του πειράματος θα συμπεράνουμε εάν:

1. Αυτή η έντονα ανταγωνιστική συνθήκη επιτρέπει ή όχι την βιωσιμότητα του πληθυσμού.
2. Ακόμη και στην περίπτωση που την επιτρέπει, τι είδους πληθυσμιακές μεταβολές προκαλεί.
3. Ποια είναι η επίδραση στον πληθυσμό που δεν εκδηλώνει συνεργατικές στρατηγικές. Αυτή η παρατήρηση θα προκύψει ως αυτόνομο αποτέλεσμα του πειράματος, αλλά και από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτής της κατηγορίας με τα αντίστοιχα του προγενέστερου πειράματος όπου η πιθανότητα εκδήλωσης ανταγωνιστικών συμπεριφορών είναι Π= 0,5.
4. Ποια είναι αντιστοίχως η επίδραση στον πληθυσμό που εκδηλώνει συνεργατική συμπεριφορά.
5. Ποια είναι η δομή του πληθυσμού που εκδηλώνει συνεργατική συμπεριφορά.

Γ.5.5. ΠΕΙΡΑΜΑ 5

Στο πείραμα αυτό θα μελετήσουμε την επίδραση της έντασης της συνεργατικής συμπεριφοράς αντίστοιχα. Για να μπορέσουμε να παρατηρήσουμε επομένως την επίδρασή της, θέτουμε την πιθανότητα ανταγωνισμού Π=0,5 και την πιθανότητα συνεπών επαναλαμβανόμενων συνεργατικών συμπεριφορών Π= 0,9. Αυτές οι μεταβολές σημαίνουν ότι το πείραμά μας εξελίσσεται σε συνθήκες μέσων ανταγωνιστικών πιέσεων αλλά ταυτόχρονα η συνεργατική συμπεριφορά που εκδηλώνουν οι φορείς για άλλους φορείς που στο παρελθόν συνεργάστηκαν δεν είναι πλέον συνεπής.
Από το πείραμα αυτό θέλουμε να μελετήσουμε εάν:

1. Αυτή η ασυνεπής συνεργατική συνθήκη επιτρέπει την βιωσιμότητα του πληθυσμού.

2. Ακόμη και στην περίπτωση που την επιτρέπει, τι είδους πληθυσμιακές μεταβολές προκαλεί.

3. Ποια είναι η επίδραση της στον πληθυσμό που εκδηλώνει συνεργατική συμπεριφορά.

4. Ποια είναι η δομή του πληθυσμού που εκδηλώνει συνεργατική συμπεριφορά

Γ.5.6. ΠΕΙΡΑΜΑ 6

Στο έκτο πείραμα συνθέτουμε τις δυναμικές των πειραμάτων 4 και 5 δημιουργώντας ένα περιβάλλον στο οποίο αλληλεπιδρούν οι συνθήκες έντονου ανταγωνισμού και ασυνεπούς συνεργατικής συμπεριφοράς. Αυτό το επιτυγχάνουμε ορίζοντας
Α)ως πιθανότητα εκδήλωσης ανταγωνιστικής συμπεριφοράς την τιμή που θέσαμε στο πείραμα 4 που ως γνωστόν είναι Π= 0,7
Β) ως πιθανότητα εκδήλωσης ασυνεπούς ανταγωνιστικής συμπεριφοράς την τιμή που θέσαμε στο πείραμα 5 δηλαδή Π= 0,9.
Ως τιμή περιβαλλοντικής πίεσης Me tab = 0,5που αποτυπώνει την μέση περιβαλλοντική πίεση.
Από το πείραμα επιθυμούμε να μελετήσουμε :

1. Εάν ο συνδυασμός αυτών των δυο επιδράσεων Α και Β ως άνω, επιτρέπει την βιωσιμότητα του συνολικού πληθυσμού.

2. Εάν αυτός ο συνδυασμός προκαλεί ισόρροπα αποτελέσματα στην εξέλιξη των δυο κατηγοριών φορέων που αναδύονται από το μοντέλο μας (συνεργατικοί – ανταγωνιστικοί).

3. Τις δομές που διαμορφώνει στο εσωτερικό των κατηγοριών αυτών

4. Τις δομές που διαμορφώνει στις παραγόμενες ομάδες.

Γ.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Γ.6.1. *ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΤΗΝ VERSION A COMSCAPE*

ΠΕΙΡΑΜΑ 1

Το πείραμα αυτό εισήγαγε το βασικό καινοτομικό στοιχείο του μοντέλου COMSCAPE, τον ανταγωνισμό στην διανομή του πλούτου. Το στοιχείο αυτό του ανταγωνισμού εκφράσθηκε με φορμαλιστικό χαρακτήρα ως η διεξαγωγή του Trust Game μιας εκδοχής του Διλήμματος του Φυλακισμένου από τη θεωρία των παιγνίων.
Σύμφωνα με τον σχεδιασμό του Trust Game κάθε φορέας που αντιμετωπίζει το πρόβλημα διανομής επιλέγει με πιθανότητα Π1 = 0,5 συνεργατικές στρατηγικές που επιφέρουν την ίση κατανομή ανάμεσα σε αυτόν και τους λοιπούς φορείς. Αντιστοίχως με πιθανότητα Π2= [1-Π1] επιλέγει ανταγωνιστική στρατηγική που επιφέρει:

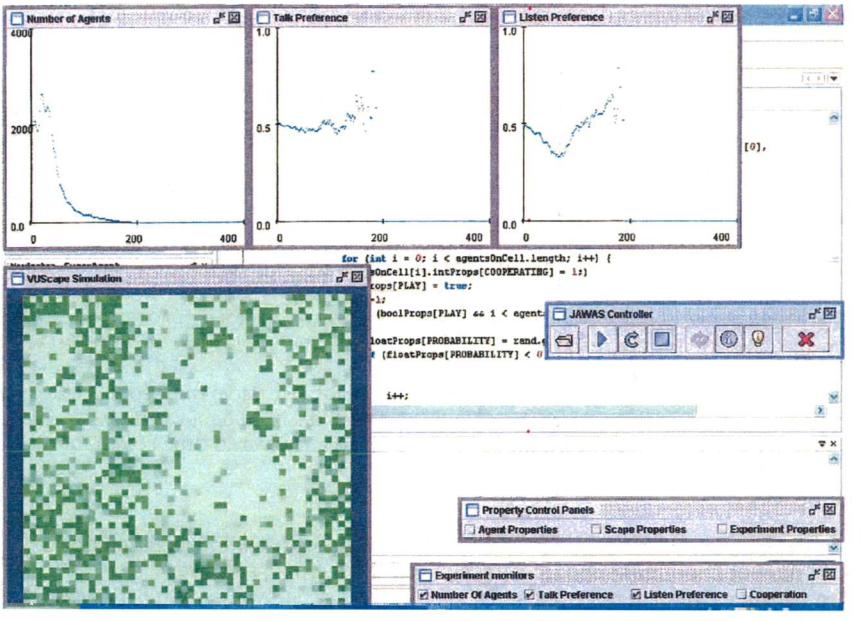
- Α) μηδενική ποσότητα πόρου σε όλους, εάν και οι υπόλοιποι φορείς επιλέξουν τη στρατηγική αυτή.

- Β) το σύνολο του πόρου σε αυτόν και μηδενικά αποτελέσματα σε όλους τους άλλους εάν οι υπόλοιποι φορείς επιλέξουν συνεργατική στρατηγική.

Εκτελέσαμε το πείραμα θέτοντας ένα αρχικό πληθυσμό φορέων που ανερχόταν σε 1000 άτομα.
Το πείραμα επίσης προέβλεπε την εκτέλεση του σε 2000 γύρους δεδομένου ότι από την επιστημονική βιβλιογραφία και τις επιστημονικές ανακοινώσεις σε περιοδικά προκύπτει ότι συνήθως αυτός ο κύκλος θεωρείται επαρκής για να δείξει τις τάσεις από μια εφαρμογή.
Η επικοινωνία ανάμεσά στους φορείς ήταν η δημόσια επικοινωνία η οποία συνεπάγεται τη χρήση από το μοντέλο του πρωτοκόλλου Message Board.
Από την εκτέλεση του πειράματος προέκυψε ότι όταν εισάγεται η ανταγωνιστική συνθήκη στο μοντέλο, ο πληθυσμός καταρρέει γρήγορα. Η κατάρρευση αυτή είναι εκτός από ταχεία και συνεχής δηλαδή δεν υπόκειται σε διακυμάνσεις αλλά προκαλεί μια φθίνουσα πορεία του μεγέθους του πληθυσμού, ο οποίος εξαφανίζεται στον διακοσιοστό γύρο του πειράματος.
Επίσης προέκυψε πως παρά το γεγονός ότι οι λειτουργίες talk Preference και Listen Preference παρουσιάζουν αυξητική τάση, που κανονικά αυτές οι λειτουργίες συμβάλλουν στην βιωσιμότητα του πληθυσμού, στο συγκεκριμένο πείραμα δεν υποστηρίζουν την βιωσιμότητα του πληθυσμού.
Το ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 1 που παρατίθεται στη συνέχεια αποτυπώνει τα αποτελέσματα του πειράματος 1 με τη μορφή
Ενός ιστογράμματος εξέλιξης του μεγέθους του πληθυσμού
Ενός ιστογράμματος εξέλιξης της αποστολής δημόσιων μηνυμάτων (Talk Preference)
Ενός ιστογράμματος εξέλιξης της λήψης δημόσιων μηνυμάτων (Listen Preference)
Μιας έγχρωμης απεικόνισης του τεχνητού κόσμου στον οποίο φαίνεται ο τελευταίος γύρος εξέλιξης του πειράματος.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 1: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 1.

1)Trust game χωρίς πρωτόκολλο newscast,η συνεργασία γίνεται με πιθανότητα 0,5



Ένα γενικό συμπέρασμα από την εκτέλεση του πειράματος αυτού είναι το ακόλουθο: Το μοντέλο COMSCAPE που εισάγει το στοιχείο του ανταγωνισμού στην αλληλεπίδραση παράγει αποτελέσματα που αν συγκριθούν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα μοντέλων τα οποία δεν διαθέτουν το στοιχείο του ανταγωνισμού, καθιστούν φανερό ότι η εισαγωγή του ανταγωνισμού αποτελεί δραματική αλλαγή, της οποίας η επίπτωση είναι η ταχεία εξαφάνιση του πληθυσμού. Να σημειωθεί ότι όταν το πείραμα αυτό εκτελεσθεί χωρίς τη συνθήκη του ανταγωνισμού στη διανομή, αλλά με τα ίδια δεδομένα κατά τα λοιπά, τότε τα αποτελέσματα διαφέρουν ουσιωδώς, δεδομένου ότι σε αυτήν την περίπτωση ο πληθυσμός επιβιώνει μέχρι και τον γύρο 2000. Άρα το γενικό συμπέρασμα από το πείραμα αυτό είναι ότι, η εισαγωγή του στοιχείου του ανταγωνισμού στον τεχνητό κόσμο καθιστά μη βιώσιμη την εξέλιξη του πληθυσμού. Το συμπέρασμα αυτό είναι συμβατό με τα θεωρητικά πορίσματα της θεωρίας των παιγνίων. Όμως η υιοθέτηση του παραβλέπει τον ρόλο των επιμέρους δυναμικών που αλληλεπιδρούν όπως είναι η συνεργασία και η επικοινωνία.
Ο ρόλος της συνεργασίας δεν έχει ακόμη εμφανισθεί διακριτά και ο ρόλος της επικοινωνίας συνίσταται στην αποτυχία της δημόσιας επικοινωνίας να υποστηρίξει το συντονισμό του πληθυσμού.
Για τους λόγους αυτούς προτού υιοθετήσουμε πλήρως ένα τέτοιο συμπέρασμα θα πρέπει να μελετήσουμε αναλυτικά τις δυναμικές που αλληλεπιδρούν στο μοντέλο μας. Το επόμενο πείραμα μελετά την επίδραση που έχει η επικοινωνία στην εξέλιξη αυτή.

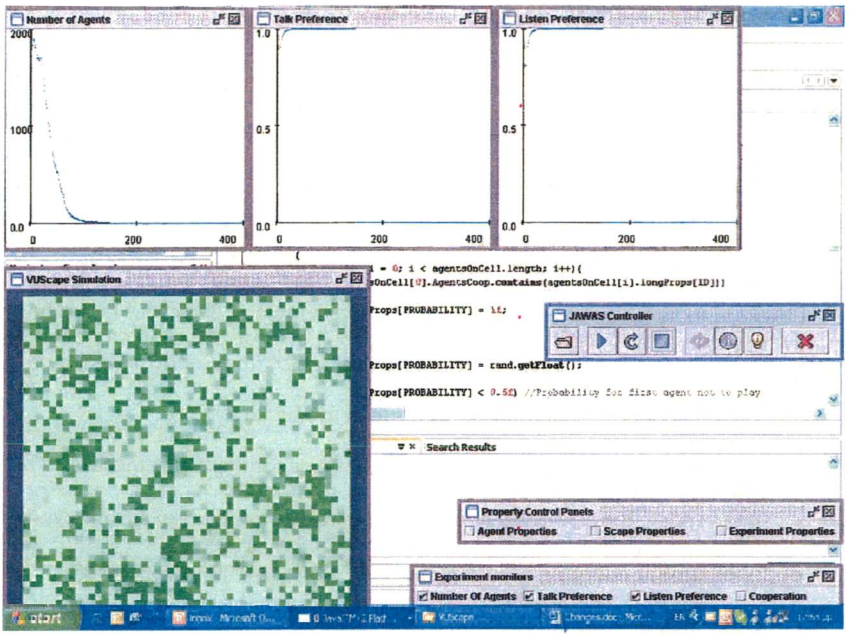
ΠΕΙΡΑΜΑ 2

Στο πείραμα αυτό εισάγουμε και μια δεύτερη συνθήκη προκειμένου να μελετήσουμε καλύτερα τις επιπτώσεις που παρουσιάζει στον πληθυσμό η επικοινωνία.
Στο πείραμα 1 χρησιμοποιήσαμε τη δημόσια επικοινωνία μόνο που στη βιβλιογραφία τη σχετική με τις εφαρμογές MAM περιγράφεται ως Message Board. Στο παρόν πείραμα εισάγουμε και την χρήση ιδιωτικής επικοινωνίας που αντιστοίχως στην βιβλιογραφία περιγράφεται ως NewCast. Η έννοια της ιδιωτικής επικοινωνίας προϋποθέτει την κατάταξη από ένα φορέα όλων των υπολοίπων σε δυο ομάδες. Αυτούς που επιθυμεί να διοχετεύσει πληροφορία και αυτούς που δεν επιθυμεί αντίστοιχα. Στο μοντέλο μας η επιθυμία ιδιωτικής επικοινωνίας προκύπτει από την θετική εμπειρία του φορέα πομπού. Με αυτό εννοούμε απλά αλληλεπιδράσεις του παρελθόντος με τους φορείς αυτούς, η έκβαση των οποίων ήταν τέτοια ώστε ο φορέας ικανοποίησε τον εσωτερικό του σκοπό να αποκτήσει πόρους.

Στο πείραμα 2 δεν καταργείται η δημόσια επικοινωνία. Οι φορείς που δεν επιλέγουν ιδιωτική επικοινωνία χρησιμοποιούν την δημόσια.
Με τις υπόλοιπες συνθήκες όμοιες με αυτές του πειράματος 1 εκτελέσαμε το πείραμα με 1000 αρχικούς φορείς και διάρκεια 2000 γύρους.
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν και πάλι κατέδειξαν ταχεία εξαφάνιση του πληθυσμού, ο οποίος ακολουθεί μια σχεδόν κατακόρυφη πτωτική τάση και στον γύρο 121 εξαφανίζεται.
Οι τάσεις όμως αποστολής και λήψης μηνυμάτων μεγιστοποιούνται σε σχέση με το προηγούμενο πείραμα 1.
Η διαγραμματική απεικόνιση αυτών των τάσεων πληθυσμού αποστολής κα λήψης μηνυμάτων εμφανίζονται στο ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 2

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 2: ΓΕΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 2

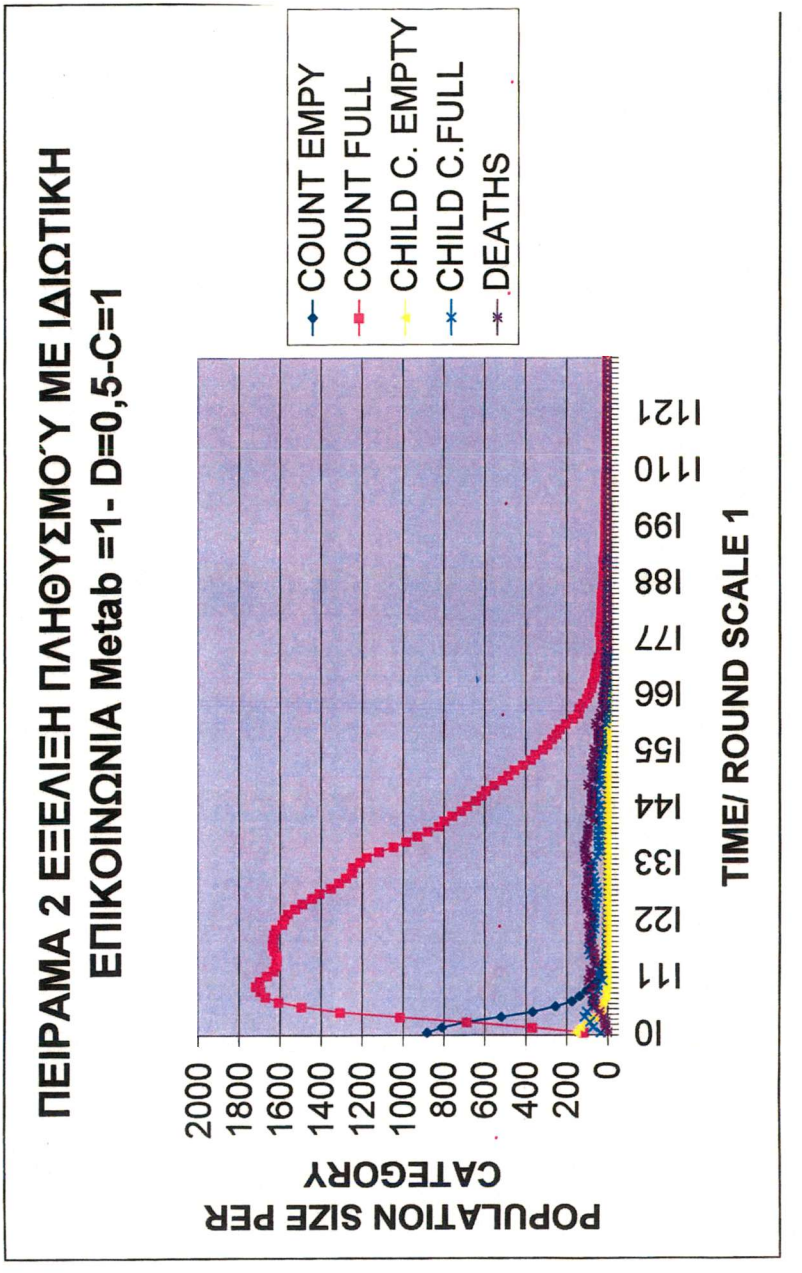
2) Trust game με newscast, η συνεργασία γίνεται με πιθανότητα 0,5



Από τα στοιχεία του διαγράμματος πειραμάτων 2 διαπιστώνουμε ότι η εισαγωγή της ιδιωτικής επικοινωνίας δεν επιφέρει μεταβολές στην γενική τάση κατάρρευσης του πληθυσμού.
Στη συνέχεια όμως θα αναλύσουμε τον πληθυσμό ανάλογα με την μορφή επικοινωνίας που επέλεξε. Η επιλογή μορφής επικοινωνία προϋποθέτει επιλογή συνεργατικών συμπεριφορών από τον φορέα καθώς και αλληλεπιδράσεις με αμοιβαία συνεργατικά αποτελέσματα από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς μαζί του σε κάθε αλληλεπίδραση. Ο λόγος είναι ότι μόνο σε αυτή την περίπτωση δημιουργείται στον φορέα θετική εμπειρία με βάση την οποία συγκρατεί τις θετικές αλληλεπιδράσεις στις οποίες και βασίζει την ανάπτυξη ιδιωτικής επικοινωνίας.
Στην πραγματικότητα στο μοντέλο μας , η κατάταξη του πληθυσμού με βάση την επιλογή μορφής επικοινωνίας προσδιορίζει την ανάπτυξη αμοιβαία συνεργατικών σχέσεων σε ένα κόσμο ανταγωνιστικό.
Άρα θα μελετήσουμε την διαμόρφωση του πληθυσμού σε κατηγορίες οι οποίες προσδιορίζουν τόσο την επικοινωνιακή όσο και την ανταγωνιστική του συμπεριφορά. Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε αυτή την κατηγοριοποίηση όμως δεν επαρκούν πλέον τα γενικά στοιχεία πληθυσμιακής εξέλιξης του μοντέλου μας αλλά επιπρόσθετα πρέπει να μελετήσουμε αναλυτικά τις ενέργειες στις οποίες προέβησαν οι φορείς σε κάθε γύρο.
Το επόμενο Διάγραμμα Πειραμάτων 3 αποτυπώνει αναλυτικά :

- Α) τον πληθυσμό των φορέων που χρησιμοποίησε τη δημόσια επικοινωνία σε κάθε γύρο του πειράματος.
- Β) τον πληθυσμό των φορέων που χρησιμοποίησε την ιδιωτική επικοινωνία σε κάθε γύρο του πειράματος.
- Γ) τον αριθμό των γεννήσεων φορέων που χρησιμοποίησαν τη δημόσια επικοινωνία σε κάθε γύρο
- Δ) τον αριθμό των φορέων που χρησιμοποίησαν την ιδιωτική επικοινωνία σε κάθε γύρο.
- Ε) τον αριθμό των θανάτων των φορέων σε κάθε γύρο.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 3: ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕ ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ Me tab = 1- D=0,5- C=1.



Σημείωση: Ο δείκτης D σημαίνει την επιλογή ανταγωνιστικών στρατηγικών και δημόσιας επικοινωνίας ενώ ο δείκτης C σημαίνει την επιλογή συνεργατικών στρατηγικών και ιδιωτικής επικοινωνίας.
Από τα δεδομένα του διαγράμματος αυτού παρατηρούμε ότι:
Ο γενικός πληθυσμός εμφανίζεται πλέον χωρισμένος δυο κατηγορίες.

- Η πρώτη αποτελείται από τους φορείς που επιλέγουν δημόσια επικοινωνία ενώ ταυτόχρονα αποτελούν τους φορείς που επέλεξαν ανταγωνιστικές στρατηγικές.

Η εξέλιξη αυτής της κατηγορίας πληθυσμού είναι η σχεδόν άμεση εξαφάνιση. Ενώ το πείραμα τελειώνει στους 121 γύρους στον οποίο εξαφανίζονται όλοι οι φορείς , η κατηγορία αυτή ανταγωνιστικών φορέων καταρρέει στον 11° γύρο παρά το γεγονός ότι ξεκινά με μεγάλη πλειοψηφία του αρχικού πληθυσμού (στον γύρο 0) όπου και αθροίζει περίπου 900 φορείς.

- Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τους φορείς που επιλέγουν ιδιωτική επικοινωνία ενώ ταυτόχρονα αποτελούν τους φορείς που επέλεξαν συνεργατικές συμπεριφορές και βρήκαν ανταπόκριση σε αμοιβαία συνεργατικές αλληλεπιδράσεις.

Εν αντιθέσει με την προηγούμενη κατηγορία η κατηγορία αυτή αναπτύσσεται ραγδαία από ένα ελάχιστο αρχικό πληθυσμό φθάνει σε ένα ανώτατο επίπεδο στον γύρο 11 και ακολούθως αρχίζει να φθίνει με έντονο τρόπο μέχρι τον γύρο 66 και τελικά εξαφανίζεται στον μετά τον 121° γύρο.
Αντιστοίχως το διάγραμμα παρουσιάζει τις γεννήσεις και τους θανάτους στοιχεία τα οποία τεκμηριώνουν την εξέλιξη των δυο κατηγοριών.
Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ενώ η γενική εικόνα εξέλιξης του πληθυσμού είναι πτωτική, η ανάλυση των στοιχείων μας καταδεικνύει ότι ο πληθυσμός που χρησιμοποιεί ιδιωτική επικοινωνία και συνεργατικές στρατηγικές επιδεικνύει αντοχή ενώ αντιθέτως ο πληθυσμός που χρησιμοποιεί ανταγωνιστικές στρατηγικές δεν κατορθώνει να εξελιχθεί. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα από το γεγονός ότι τελικά και οι δυο κατηγορίες πληθυσμού εξαφανίζονται.
Με λίγα λόγια τα αποτελέσματα του μοντέλου μας στο σημείο αυτό εμφανίζουν την ακόλουθη ιδιότητα. Όταν στις αλληλεπιδράσεις εισέρχεται ανταγωνισμός οι φορείς που εκδηλώνουν συνεργατικές συμπεριφορές κατορθώνουν πολύ καλύτερα από τους αντίστοιχους που εκδηλώνουν ανταγωνιστικές συμπεριφορές να κερδίζουν πόρους και να συντονίζονται για την ανεύρεσή τους. Σημειωτέον ότι μετά τον 110 γύρο στον οποίο εξαφανίζονται οι ανταγωνιστικοί φορείς εξαφανίζεται επίσης και η δημόσια επικοινωνία. Παρόλα αυτά αποτελεί στοιχείο προβληματισμού το γεγονός ότι και αυτοί τελικά εξαφανίζονται σχετικά γρήγορα. Επειδή από τα ευρήματα αυτού του πειράματος υποψιαζόμαστε ότι αυτό δεν οφείλεται στον ανταγωνισμό αλλά στην περιβαλλοντική πίεση στο αμέσως επόμενο πείραμα διερευνούμε την επίπτωση που έχει η πίεση αυτής της μορφής.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3

Στο πείραμα αυτό επιχειρούμε να διερευνήσουμε την επίπτωση που έχει η περιβαλλοντική πίεση στην βιωσιμότητα του πληθυσμού των φορέων. Αν η περιβαλλοντική πίεση είναι ισχυρή (έχει δηλαδή τον χαρακτήρα απόλυτης σπανιότητας πόρων) τότε οι επιπτώσεις της οδηγούν τον πληθυσμό σε εξαφάνιση, λαμβάνοντας τον χαρακτήρα θορύβου στο μοντέλο μας και μας εμποδίζουν να διερευνήσουμε την επίπτωση της αλληλεπίδρασης του ανταγωνισμού και της συνεργασίας.
Σε ίσο μέτρο εάν η περιβαλλοντική πίεση είναι ασθενής τότε επιτρέπει την πληθυσμιακή ανάπτυξη και λειτουργεί ξανά ως θόρυβος.
Μόνο στην περίπτωση που το μοντέλο μας εξελίσσεται σε συνθήκες μέσης περιβαλλοντικής πίεσης επιτρέπει την κατανόηση των δυναμικών ανταγωνισμού και συνεργασίας που μας ενδιαφέρουν εν προκειμένω.

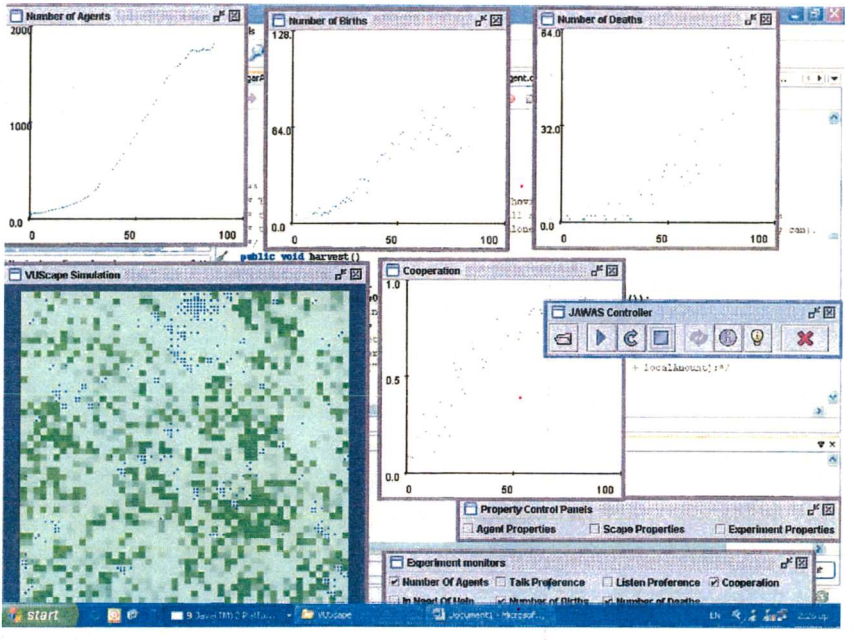
Στο πείραμα 3 εξετάζουμε διαφορετικούς βαθμούς περιβαλλοντικής πίεσης στον ίδιο πληθυσμό και με τα ίδια λοιπά δεδομένα για να εξεύρουμε την ένταση περιβαλλοντικής πίεσης που δεν αποτελεί θόρυβο στο μοντέλο μας.
Για τον λόγο αυτό το πείραμα 6 αποτελείται από 6 επιμέρους πειράματα τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους στον βαθμό περιβαλλοντικής πίεσης και στο μέγεθος του πληθυσμού. Διερευνούμε διαφορετικά μεγέθη πληθυσμού για να εξακριβώσουμε εάν η περιβαλλοντική πίεση συναρτάται ή όχι με το μέγεθος αυτό.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.1

Στο πείραμα αυτό εφαρμόζουμε ασθενή περιβαλλοντική πίεση θέτοντας την τιμή Me tab =0,1. Η τιμή αυτή σημαίνει ότι ένας φορέας χρειάζεται για τις μεταβολικές του ανάγκες το 10% από μια μονάδα πόρου.
Ο πληθυσμός στο πείραμα 3.1 αποτελείται από 50 φορείς. Επιλέξαμε μικρό μέγεθος πληθυσμού για να μας δοθεί η δυνατότητα να αναλύσουμε τα στοιχεία που παρέχει το μοντέλο μας δεδομένου ότι σε επίπεδο πληθυσμού 1000 φορέων τα στοιχεία αυτά προκαλούν δυσκολίες στην ανάλυση λόγω όγκο δεδομένων.
Τα αποτελέσματα του πειράματος 3.1 εμφανίζονται στο Διάγραμμα Πειραμάτων 4 που παραθέτουμε στη συνέχεια. Από την μελέτη του Διαγράμματος αυτού προκύπτει σαφώς ότι ο πληθυσμός αναπτύσσεται πληθυσμιακά με ραγδαίο τρόπο. Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η ασθενής περιβαλλοντική πίεση αποτελεί θόρυβο στην εφαρμογή αφού δημιουργεί ένα αποτέλεσμα που δεν επηρεάζεται από την ύπαρξη ή την απουσία ανταγωνιστικών συνθηκών.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ 50 ΦΟΡΕΩΝ ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ (Me tab=0,1) και καθεστώς ανταγωνιστικών και επικοινωνιακών συνθηκών ίδιο με αυτό του πειράματος 2

2) αριθμός agents=50,sugar-metabolism=0.1



ΠΕΙΡΑΜΑ 3.2

Στο πείραμα αυτό θέτουμε μέση περιβαλλοντική πίεση (Me tab= 0,5) και πληθυσμό Α)10 φορείς , Β)50 φορείς Γ) 1000 φορείς.
Από την εκτέλεση αυτού του πειράματος αποκαλύπτεται η ακόλουθη ενδιαφέρουσα εικόνα.

1. Και στις τρεις περιπτώσεις ο πληθυσμός επιβιώνει για το σύνολο των 2000 γύρων. Αυτή η κατάσταση εμφανίζεται για δεύτερη φορά στα πειράματα του μοντέλου COMSCAPE. Η διαπίστωση αυτή υποδηλώνει ότι πράγματι η ένταση με την οποία εμφανίζεται η περιβαλλοντική πίεση επηρεάζει τα αποτελέσματα του μοντέλου μας.

2. και στις τρεις περιπτώσεις ο πληθυσμός ανεξάρτητα από το αρχικό του μέγεθος φθάνει ένα μέσο επίπεδο περίπου 200 φορέων. Αυτό το μέσο μέγεθος εάν το αναλύσουμε προσεκτικότερα θα διαπιστώσουμε ότι:
   Στην περίπτωση των 10 φορέων έχει μια αυξητική τάση προς ένα μέσο πλησιέστερα στους 250.
   Στην περίπτωση των 50 φορέων έχει την τάση να διαμορφώνεται μεταξύ των 250 φορέων και των 200 φορέων.
   Στην περίπτωση τέλος των 1000 φορέων έχει την τάση να διαμορφώνεται χαμηλότερα από το επίπεδο των 200 φορέων. Η διαπίστωση αυτή υποδηλώνει ότι η περιβαλλοντική πίεση είναι συνάρτηση του πληθυσμού επομένως αλληλεπιδρά με την πληθυσμιακή πίεση στο μοντέλο μας.

3. και στις τρεις περιπτώσεις η εξέλιξή του δεν είναι ομαλή αλλά ακολουθεί μια έντονη διακύμανση. Και αυτή η συνθήκη εμφανίζεται για πρώτη φορά.
   Τέλος η Τρίτη διαπίστωση υποδηλώνει ότι σε συνθήκες ανεκτής για την επιβίωση περιβαλλοντικής πίεσης η εξέλιξη του πληθυσμού ταλαντώνεται γύρω από ένα σημείο ισορροπίας, η ακριβής θέση του οποίου επηρεάζεται με τη σειρά της από τις δυνάμεις της πληθυσμιακής πίεσης.

Ένα γενικό επομένως συμπέρασμα από το πείραμα 3.2, σε συνδυασμό με τα πειράματα 3.1 και 2, είναι :
Η περιβαλλοντική πίεση αλληλεπιδρά με τις υπόλοιπες δυναμικές στον τεχνητό κόσμο του COMSCAPE. Εμφανίζεται ένα εύρος τιμών μέσης έντασης με πυρήνα αυτών των τιμών την τιμή Me tab = 0,5 περιβαλλοντικής πίεσης, όπου η επίδραση αυτής της δυναμικής χαλαρώνει σε τέτοιο βαθμό ώστε επιτρέπει την παρατήρηση των εξελίξεων στο μοντέλο χωρίς να αλλοιώνει ή να αποκρύπτει την επίδραση άλλων δυναμικών που στην περίπτωση του βασικού σχεδιασμού του COMSCAPE είναι η πίεση ανταγωνισμού και συντονισμού με βάση την επικοινωνιακή συμπεριφορά των φορέων. Με το πείραμα 3.2 αποκαλύφθηκε ο πυρήνας αυτού του εύρους τιμών αλλά το πείραμα δεν προχώρησε στην αποκάλυψη του εύρους. Κάτι τέτοιο απαιτεί πειραματισμό με διαφορετικές τιμές [0,4-0,3- 0,6 κλπ].

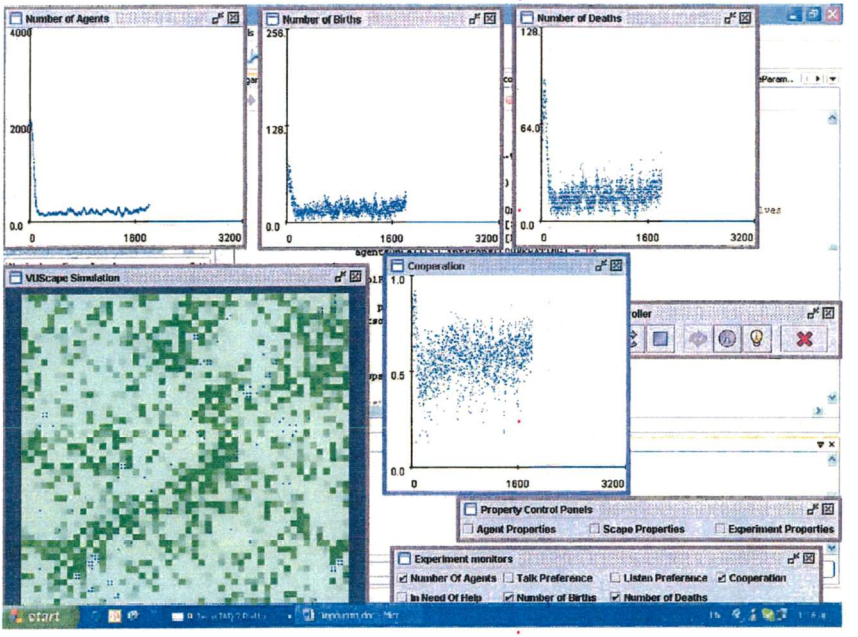
Έξω από τα όρια αυτού του εύρους η επίδραση της περιβαλλοντικής πίεσης είναι τόσο ισχυρή ώστε δεν μας επιτρέπει να παρατηρήσουμε τον βαθμό που ο ανταγωνισμός, η συνεργασία και ο συντονισμός μέσω της επικοινωνίας επηρεάζουν την εξέλιξη του μοντέλου μας. Αυτό αποδείχθηκε από το πείραμα 2 με υψηλής έντασης περιβαλλοντική πίεση [Me tab = 1] στο οποίο ο πληθυσμός εξαφανίζεται και από το πείραμα 3.1 με χαμηλής έντασης περιβαλλοντική πίεση [Me tab= 0,10] στο οποίο ο πληθυσμός πολλαπλασιάζεται.

Για αρτιότερη επαλήθευση της υψηλής περιβαλλοντικής πίεσης τρέξαμε το πείραμα 2 με σχετικά χαμηλότερη τιμή Me tab =0,8.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα της εξέλιξης αυτών των περιπτώσεων του πειράματος 3.2 εμφανίζονται στα Διαγράμματα Πειραμάτων 5, 6, 7 και 8.

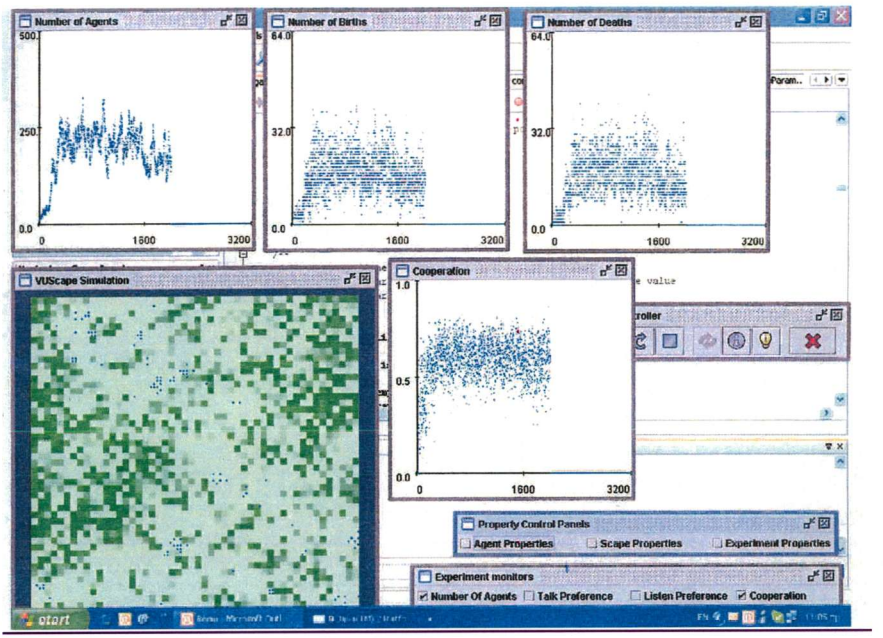
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 5: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,5 – D= 0,5 C= 1 – ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ 1000.

Πείραμα 3 : Agents 1000 – Metabolism 0,5



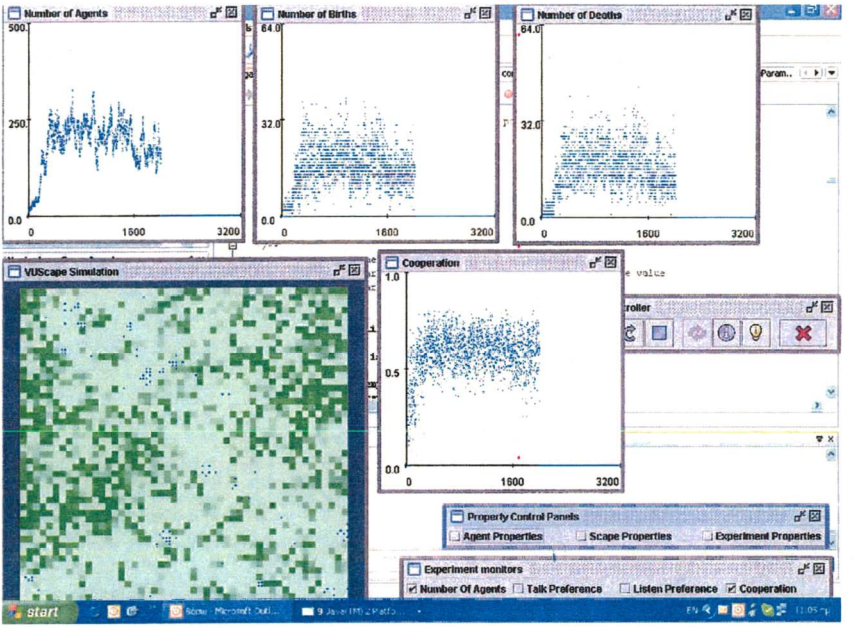
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 6: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,5 – D= 0,5 C= 1 – ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ 50.

4) αριθμός agents = 50,sugar –metabolism=0,5



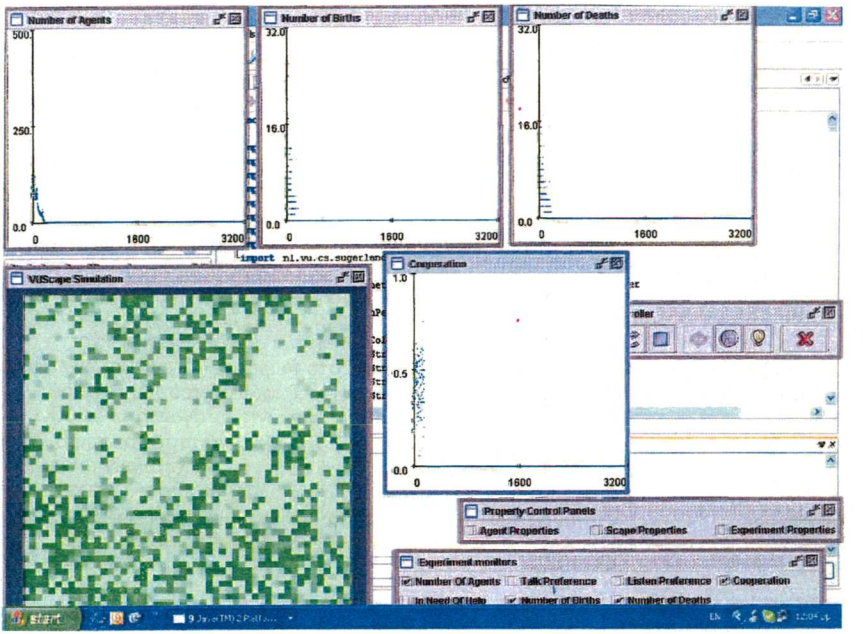
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 7: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,5 – D= 0,5 C= 1 – ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ 10.

4)αριθμός agents=50,sugar –metabolism=0.5



<u>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 8</u>: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,8 – D= 0,5 C= 1 – ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ 50.

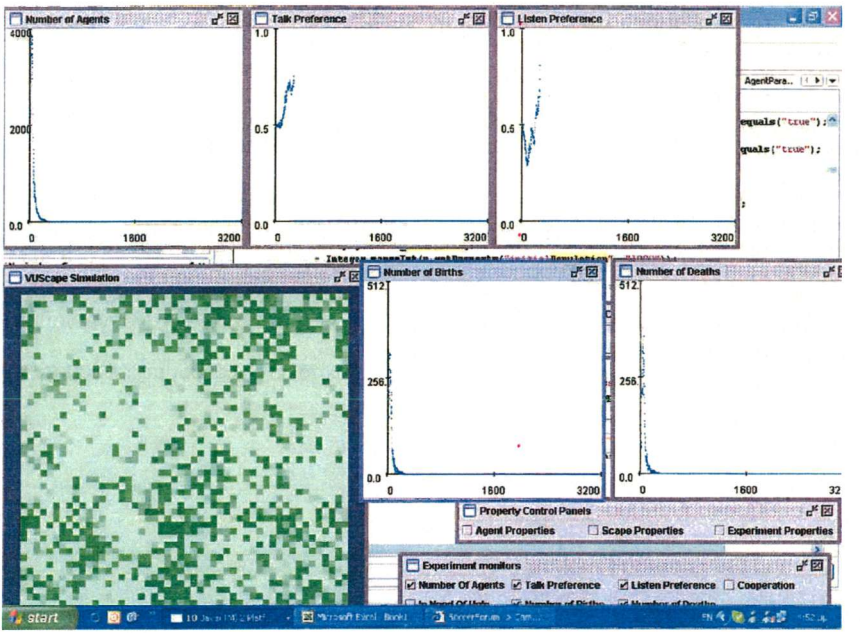
Πείραμα 1: Agents 50-Metabolism 0,8



Προκειμένου να δεχθούμε ότι τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού οδηγούν αναμφίβολα στα συμπεράσματα που εκτέθηκαν ανωτέρω πρέπει να προβούμε και σε ένα επιπλέον έλεγχο.
Στα επιμέρους πειράματα που εκτελέσαμε στο πλαίσιο του 3.2, το μοντέλο μας περιείχε πλήρως ανεπτυγμένες αφενός τις συνθήκες ανταγωνισμού και συνεργασίας με την μορφή της αλληλεπίδρασης του trust game και αφετέρου της ενεργοποίησης της δημόσιας και ιδιωτικής επικοινωνίας όπως αυτές εκφράζεται με τα πρωτόκολλα Message Board και new Cast. Ο έλεγχος που πραγματοποιήσαμε επομένως ισχύει για το συνολικό αυτό περιβάλλον δυναμικών. Άρα και τα προκύπτοντα συμπεράσματα παρομοίως έχουν εφαρμογή μόνο σε αυτό το περιβάλλον.
Για να υποστηρίξουμε ότι τα συμπεράσματά μας για την περιβαλλοντική πίεση έχουν καθολική εφαρμογή στο μοντέλο μας πρέπει να προβούμε και σε ένα έλεγχο σχετικά με την επίδραση αυτής της δυναμικής στην εκδοχή του μοντέλου COMSCAPE την οποία παρουσιάσαμε στο πείραμα 1. Στο πείραμα αυτό απουσιάζει η χρήση της ιδιωτικής επικοινωνίας. Η απουσία αυτή αλλάζει ριζικά τις αρχικές υποθέσεις του πειράματος 1 σε σχέση με τις υποθέσεις των πειραμάτων που ακολούθησαν. Η βασική διαφορά είναι ότι στο πείραμα 1 οι φορείς δεν διαθέτουν κανενός είδους μνήμη των προηγούμενων αλληλεπιδράσεων τους και επομένως η μόνη συνθήκη που κατακυριαρχεί είναι η συνθήκη του ανταγωνισμού. Όπως διαπιστώσαμε στο πείραμα 1 όταν κυριαρχεί μόνο αυτή η συνθήκη τα παραγόμενα αποτελέσματα είναι η εξαφάνιση του πληθυσμού. Συμπεράναμε ως εκ τούτου από το πείραμα 1 ότι η εισαγωγή ανταγωνιστικών συνθηκών στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης είναι καταλυτική για την βιωσιμότητα του πληθυσμού. Εάν όμως αυτό οφείλεται στην υψηλή περιβαλλοντική πίεση με την οποία εκτελέσθηκε το πείραμα τότε δεν μπορούμε να ισχυρισθούμε ότι η εισαγωγή του στοιχείου του ανταγωνισμού επιφέρει πράγματι τις αλλαγές που παρατηρούμε. Προκειμένου λοιπόν να ελέγξουμε εάν η υψηλή περιβαλλοντική πίεση αποτελεί θόρυβο και στο πείραμα 1 εκτελούμε ξανά το πείραμα αυτό μεταβάλλοντας τη συνθήκη περιβαλλοντικής πίεσης από υψηλή σε μέση.
Τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος εμφανίζονται στο Διάγραμμα Πειραμάτων 9 στη συνέχεια.

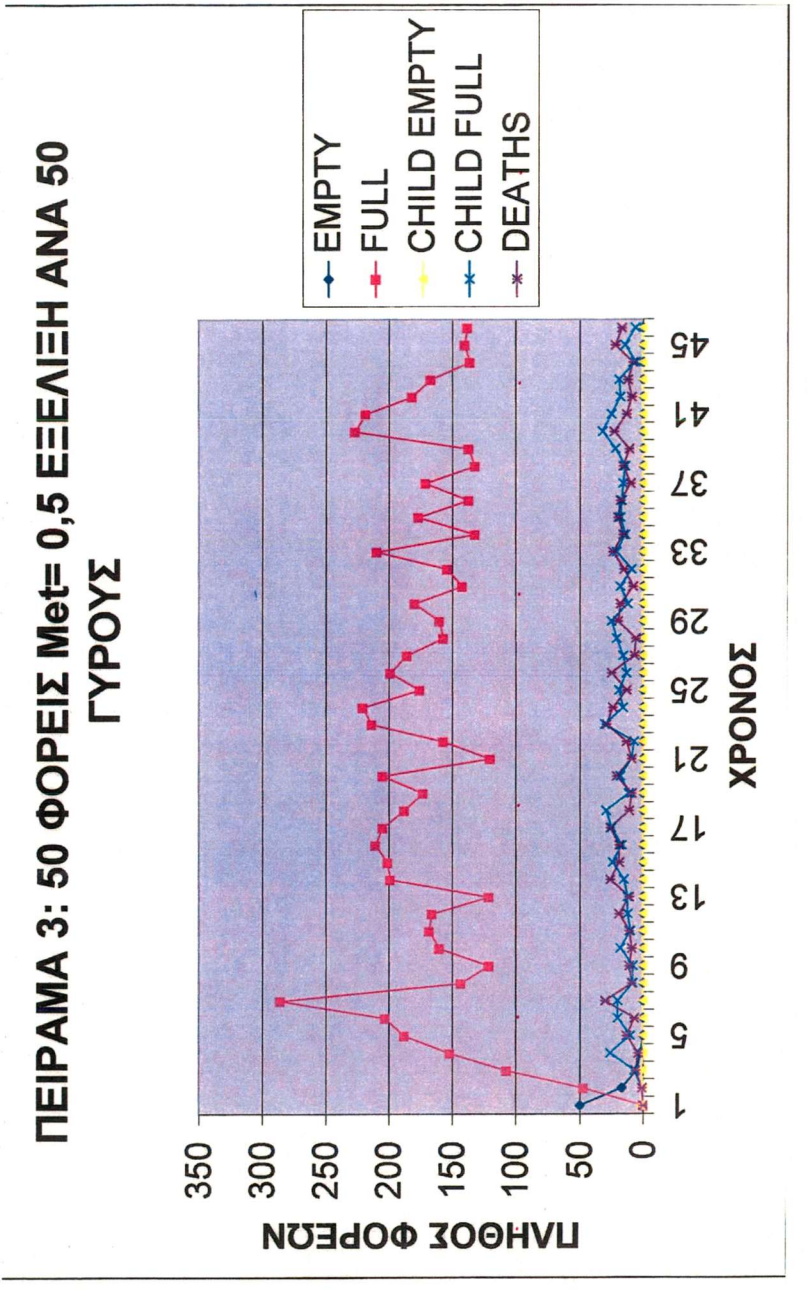
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 9: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 1 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΠΟ ΥΨΗΛΗ ΣΕ ΜΕΣΗ Me tab = 0,5

1009 agents-metabolism0,5 – protocol message board



Από την παρατήρηση των αποτελεσμάτων του Διαγράμματος 9 προκύπτει ότι σε καταστάσεις ανταγωνισμού, χωρίς ικανότητα χρήσης ιδιωτικής επικοινωνίας τόσο σε συνθήκες υψηλής όσο και μέσης έντασης περιβαλλοντικής πίεσης ο πληθυσμός εξαφανίζεται γρήγορα. Αυτό σημαίνει ότι οι καταστάσεις ανταγωνισμού αποτελούν μια δυναμική που υπερισχύει του θορύβου της περιβαλλοντικής πίεσης. Επομένως η επίδραση του θορύβου επηρεάζει μόνο τις συνθήκες όπου στο μοντέλο εκτός από τον ανταγωνισμό εισέρχεται και ο συντονισμός των φορέων μέσω της ιδιωτικής επικοινωνίας και όπως θα δούμε στη συνέχεια όταν η δυναμική συνεργασιών και συντονισμού δημιουργεί ομάδες συνεργαζομένων στον πληθυσμό.
Έχοντας διευκρινίσει πλέον ότι η μέση περιβαλλοντική πίεση που δέχεται ο πληθυσμός δεν αποτελεί θόρυβο σε ένα περιβάλλον στο οποίο αλληλεπιδρούν ο ανταγωνισμός η συνεργασία και ο συντονισμός επανερχόμαστε στα δεδομένα του Διαγράμματος 6 τα οποία στη συνέχεια παραθέτουμε με μεγαλύτερη ανάλυση προκειμένου να παρατηρήσουμε αναλυτικά την εξέλιξη των πληθυσμών των φορέων που κατατάσσονται ανάλογα με την συμπεριφορά που επιδεικνύουν σε ανταγωνιστικούς και συνεργατικούς αντίστοιχα.
Τα δεδομένα αυτής της ανάλυσης εμφανίζονται στο επόμενο Διάγραμμα πειραμάτων 10.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 10: ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,5 – D= 0,5- C =1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50- ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ



Από την μελέτη του Διαγράμματος 10 προκύπτει η ακόλουθη εικόνα:
Η αρχική κατάσταση περιλαμβάνει 50 φορείς που είναι ανταγωνιστικοί και κανένα φορέα που να είναι συνεργατικός , όπως προκύπτει από τα δεδομένα του πρώτου γύρου. Όμως ο πληθυσμός των ανταγωνιστικών φορέων συρρικνώνεται ταχύτατα σε όφελος του πληθυσμού των συνεργατικών φορέων που αναπτύσσεται ταχύτατα. Σε δυο μονάδες χρόνου ο πληθυσμός συνεργαζομένων έχει αναπτυχθεί και ο πληθυσμός των ανταγωνιστικών φορέων έχει μειωθεί ώστε στο γύρο αυτό το πλήθος είναι ίσο.
Από τη στιγμή αυτή και μετά ο πληθυσμός των ανταγωνιστικών φορέων συρρικνώνεται και εξαφανίζεται στον γύρο 4 ενώ ο πληθυσμός των συνεργατικών φορέων συνεχίζει να αναπτύσσεται φθάνει ένα μέγιστο στο γύρο 7 και στη συνέχεια ταλαντώνεται διαρκώς πέριξ ενός μέσου μεγέθους ανάμεσα σε 150 και 200 φορέων. Η ταλάντωση αυτή δεν είναι συμμετρική στην εξέλιξη αλλά είναι επίμονη σε διάρκεια κατορθώνοντας να διατηρήσει ένα σχετικά ομοιοστατικό πληθυσμό ο οποίος δεν εξαφανίζεται ποτέ. Να σημειώσουμε ότι το γεγονός πως η εφαρμογή είναι προγραμματισμένη να εκτελεί 2000 γύρους δεν συνεπάγεται ότι ο πληθυσμός καταρρέει μετά τη λήξη. Αντιθέτως ο πληθυσμός συνεχίζει αυτή την ταλάντωση μέχρι να μεταβληθούν ή να εισέλθουν νέες, συνθήκες και δυναμικές που τον επηρεάζουν. Η εργασία μας όμως δεν επεκτείνεται στη μελέτη τέτοιων ενδεχομένων.
Αυτά αποτελούν ανοικτά ερωτήματα για επόμενες έρευνες.
Προτού ολοκληρώσουμε την ερμηνεία των στοιχείων του πειράματος αυτού πρέπει να διερευνήσουμε τους λόγους που προκαλούν αυτήν την ταλάντωση.
Η ταλάντωση αυτή οφείλεται στις διακυμάνσεις της σχέσης γεννήσεις/ θάνατοι φορέων η οποία προσδιορίζει την αναπαραγωγή του πληθυσμού και στην προκειμένη περίπτωση τον ομοιοστατικό του χαρακτήρα. Όπως παρατηρούμε από το Διάγραμμα 10 τόσο η καμπύλη που αναπαριστά τον αριθμό γεννήσεων όσο κα ιη καμπύλη που αναπαριστά τον αριθμό θανάτων ανταγωνιστικών φορέων δείχνει την έλλειψη αναπαραγωγής των φορέων της κατηγορίας αυτής. Η έλλειψη αυτή σε συνδυασμό με την μετάπτωση φορέων από την κατηγορία αυτή στην αντίστοιχη των συνεργατικών αποτελεί την αιτία της εξαφάνισης των ανταγωνιστικών φορέων.
Αντιθέτως παρατηρούμε ότι οι αντίστοιχες καμπύλες των συνεργατικών φορέων ακολουθούν ίσης έντασης ταλάντωση αλλά με διαφορετική συχνότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι εξάρσεις και μειώσεις στον αριθμό θανάτων και γεννήσεων ανά γύρο ισορροπούν διατηρώντας ένα σχετικά σταθερό μέσο λόγο ανάμεσά τους.
Ταυτόχρονα η διαφορετική συχνότητα ταλάντωσης οφείλεται στην εναλλαγή εξάρσεων των γεννήσεων και των θανάτων. Αναρωτιόμαστε λοιπόν ποιες είναι ακριβώς εκείνες οι δυνάμεις που επηρεάζουν τους φορείς ώστε αυτοί να εμφανίζουν αυτήν την πληθυσμιακή τάση.
Η εξήγηση είναι η αλληλεπίδραση ανταγωνισμού και συνεργασίας. Αναλύοντας τα δεδομένα των αλληλεπιδράσεων διαπιστώσαμε ότι :

1. Το γεγονός της εξαφάνισης των ανταγωνιστικών φορέων δεν συνεπάγεται την αδρανοποίηση του ανταγωνισμού από το μοντέλο μας. Ο ανταγωνισμός απλά αλλάζει μορφή και αντί να έχει τον χαρακτήρα ανταγωνιστικής αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε φορείς παίρνει με την εξαφάνιση των ανταγωνιστικών φορέων τον χαρακτήρα ανταγωνιστικής αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε ομάδες που σχηματίζουν οι φορείς.

2. Η ανάδυση ομάδων αποτελεί κατ' ουσία την αιτία εξαφάνισης των ανταγωνιστικών φορέων ενώ ταυτόχρονα αποτελεί την αιτία συντονισμού και επιβίωσης των φορέων που την αποτελούν. Από τη στιγμή που αποσύρεται από το προσκήνιο η καθαρή μορφή ανταγωνισμού με την εξαφάνιση των ανταγωνιστικών φορέων οι ομάδες που αναπτύσσονται αυτό- οργανώνονται σε μια αλληλεπίδραση τόσο μεταξύ των αποτελούντων αυτές φορέων όσο και μεταξύ τους. Η πρώτη μορφή αλληλεπίδρασης επιτυγχάνεται με τον συντονισμό των φορέων μέσω της ιδιωτικής επικοινωνίας. Η δεύτερη μορφή επιτυγχάνεται με την εξερευνητική συμπεριφορά των

φορέων δεδομένου ότι χωρίς αυτήν ούτε οι συνεργασίες και η ομάδα αποτελούν εγγύηση επιβίωσης για κανένα φορέα. Αυτές οι δυο δυναμικές προκαλούν μια διαρκή μεταβολή. Η μεταβολή αυτή θα οδηγούσε είτε σε διαδικασία αύξησης του πληθυσμού εάν τελικά υπερίσχυαν καθαρές και καθολικές μορφές συνεργασίας είτε στη εξαφάνιση του πληθυσμού εάν αντιθέτως υπερίσχυαν καθαρές και καθολικές μορφές ανταγωνισμού. Αυτή λοιπόν η διακύμανση του πληθυσμού των συνεργατικών φορέων αιτιολογείται από την διαρκή διαπάλη ανταγωνισμού και συνεργασίας ως διαπάλη των ομάδων που δημιουργεί. Αυτή ακριβώς η διαπάλη των δυναμικών αυτών ισορροπεί στην μακροχρόνια περίοδο του περιβάλλοντος του μοντέλου μας και έτσι τελικά εμφανίζει τον πληθυσμό να τείνει να διατηρεί ένα σταθερό σχετικά μέσο μέγεθος ενώ ταυτόχρονα ισχύει ότι αυτή η διατήρηση διαταράσσεται διαρκώς με φυγόκεντρες τάσεις προς την μεγέθυνση και τη συρρίκνωση.

3. Παραδόξως δεν δημιουργείται μια και μόνη ομάδα, αλλά παράγεται μια ποικιλία αποτελεσμάτων α) στο πλήθος των ομάδων β) στο μέγεθος των ομάδων γ) στη διάρκεια ζωής των ομάδων. Οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται με το μέγεθος του συνολικού πληθυσμού.

Το πλήθος των ομάδων είναι μεταβλητό δεδομένου ότι η δράση των φορέων ακολουθεί μια δυναμική συμπεριφορά. Νέες συνεργατικές αλληλεπιδράσεις με φορείς οι οποίο δεν είχαν αλληλεπιδράσει μέχρι τότε ή είχαν αλληλεπιδράσει ανταγωνιστικά προκαλούν μεταβολές στις ομάδες. Κατά μια έννοια οι ομάδες δεν είναι απόλυτα προσδιορισμένες ως προς τα όριά τους. Η εικόνα που εμφανίζεται είναι σαν να υπάρχουν εσοχές της μιας ομάδα μέσα στην άλλη.
Αυτό προκύπτει από τον τρόπο αλληλεπίδρασης. Οι φορείς που συνεργάζονται για πρώτη φορά και έχουν σχηματίσει ήδη ένα πίνακα φορέων θετικών αλληλεπιδράσεων καταχωρούν αμοιβαία τον νέο φορέα στον πίνακά τους. Όμως η καταχώρηση αυτή δεν λειτουργεί στατικά ως εισδοχή μέλους. Αντιθέτως τα μέλη των δυο πινάκων που υπήρχαν πριν τη νέα προσθήκη αγνοούν την προσθήκη αυτή. Οι συνθήκες με τις οποίες θα αλληλεπιδράσουν θετικά με τους νέους φορείς είναι σχετικές δεδομένου ότι εξαρτώνται από την συμπεριφορά του φορέα κατόχου του πίνακα που προσαυξάνεται.

Όπως γίνεται αντιληπτό από την προηγούμενη επισήμανση, μεταβλητό είναι επίσης και το μέγεθος των ομάδων. Με τον θάνατο για παράδειγμα ενός φορέα εκλείπουν και οι πληροφορίες που αυτός μεταφέρει για τον τεχνητό αυτό κόσμο. Εάν οι πληροφορίες αυτές δεν έχουν κοινοποιηθεί στους φορείς που αποτελούν την ομάδα του φορέα που εξαφανίζεται τότε δεν είναι δυνατόν να πάρουν μέρος στο ιστορικό και στη δυναμική εξέλιξη των αλληλεπιδράσεων.
Επεκτείνοντας αυτή την παρατήρηση διαπιστώνουμε ότι και η διάρκεια ζωής της ομάδας επηρεάζεται από τη δυναμική αυτή διαδικασία. Εάν η αθροιστική πληροφορία δεν μεταφερθεί εκτός του συνόλου των φορέων της ομάδας τότε στο ενδεχόμενο εξαφάνισης αριθμού φορέων της ομάδας αυτής τέτοιου που να μην επιτρέπει την βιωσιμότητα των φορέων που παραμένουν η συνέπεια που επέρχεται είναι η εξαφάνιση της ομάδας .
Στην μακροχρόνια περίοδο υπάρχει μάλλον η τάση οι ομάδες να συγκλίνουν προς την ενοποίηση, αλλά στις συνθήκες που εξετάσαμε με την εφαρμογή μας στην οποία βασίσθηκαν τα πειράματα αυτά, το μοντέλο μας απέδωσε σε σχέση με τα δυναμικά φαινόμενα που παράγει, ένα καθεστώς ομάδων με αυτές τις ιδιότητες. Η διατήρηση αυτού του καθεστώτος , συντηρεί ταυτόχρονα και τον ανταγωνισμό.

Τα συμπεράσματα που προαναφέρθηκαν βασίσθηκαν στη ανάλυση των επιμέρους στοιχείων του πειράματός μας. Αυτή η ανάλυση ακτινοσκόπησε τις επιμέρους κινήσεις των φορέων όπως την ανάπτυξη συνεργασιών τους την μονιμότητα ή παροδικότητα αυτών των σχέσεων, την αναλυτική καταγραφή των επιμέρους στρατηγικών που εφάρμοσαν, την κίνησή τους στο χώρο, τα επίπεδα πόρων που κλήθηκαν να κατανείμουν καθώς τα αναλυτικά δεδομένα του συντονισμού τους, μέσω του

πρωτοκόλλου New Cast. Τα στοιχεία αυτά έχουν εξαιρετικά μεγάλο πλήθος και για τον λόγο αυτό παρατίθεται στο παράρτημα 4 σε ηλεκτρονική μορφή. Στο παράρτημα 5 επίσης σε ηλεκτρονική μορφή παρατίθεται η εφαρμογή με τον κώδικα που χρησιμοποιήθηκε.

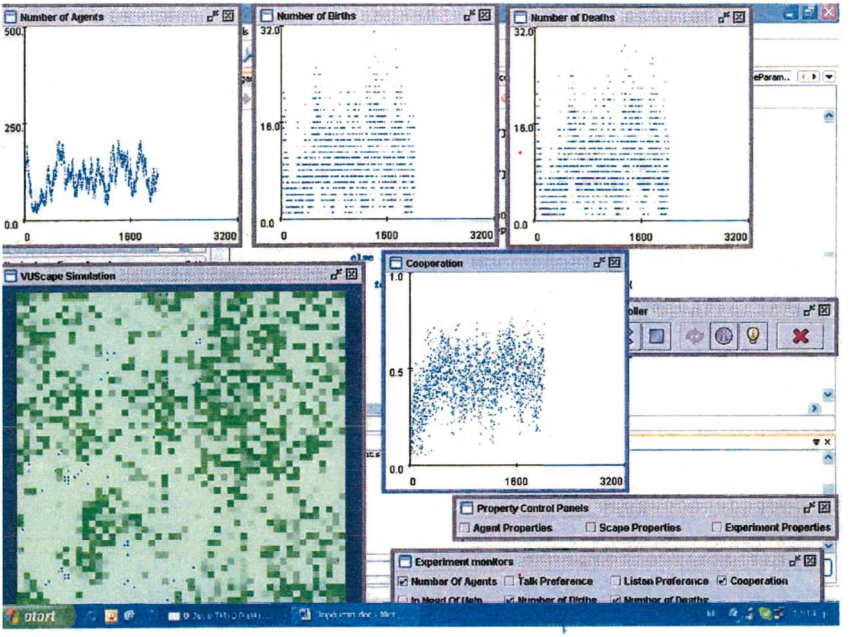
Έχοντας διαπιστώσει από την ανάλυση των πειραμάτων που προηγήθηκαν τα αναδυόμενα φαινόμενα που προκαλούν από την αλληλεπίδρασή τους οι δυναμικές του ανταγωνισμού, της συνεργασίας και του συντονισμού που βασίζεται στην επικοινωνία θα ολοκληρώσουμε τον κύκλο τον πειραμάτων μας εκτελώντας τρία τελευταία πειράματα με τα οποία θα μελετήσουμε την επίδραση που επιφέρουν η ένταση της πίεσης ανταγωνισμού, ο υποτροπιασμός των συνεργατικών συμπεριφορών σε περισσότερο αντιφατικές και ασυνεπείς μορφές καθώς κα ιη ταυτόχρονη αλληλεπίδρασή τους.
Στα επόμενα πειράματα 4, 5 και 6 θα αναλύσουμε τις επιπτώσεις τους.

ΠΕΙΡΑΜΑ 4.

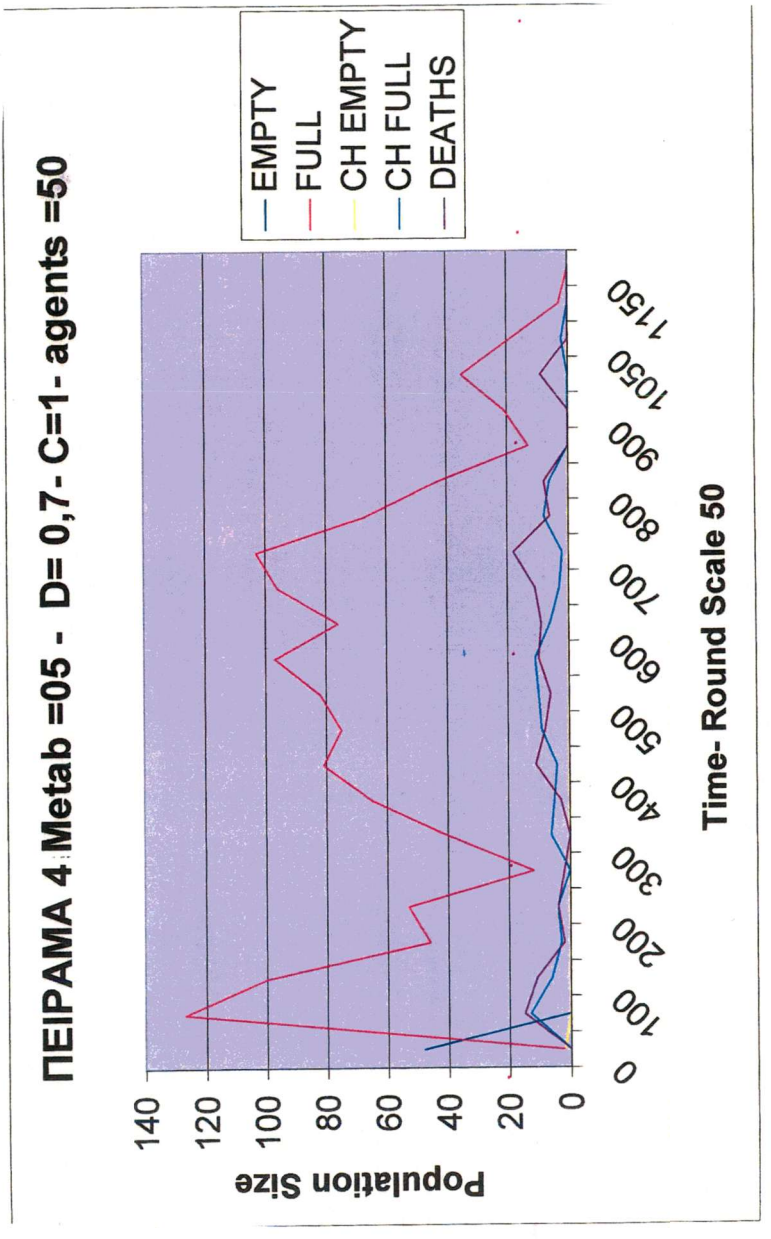
Στο πείραμα αυτό διερευνούμε τα αποτελέσματα που παράγονται εάν στα δεδομένα του πειράματος 3.2 και τα οποία παρουσιάστηκαν με τα Διαγράμματα πειραμάτων 6 και 10 μεταβάλλουμε την ένταση των ανταγωνιστικών συμπεριφορών θέτοντας την τιμή D από D= 0,5 σε D =0,7.Η μεταβολή αυτή συνεπάγεται ότι η πιθανότητα επιλογής ανταγωνιστικής συμπεριφοράς επιφέρει μια συνολική μεταβολή των αλληλεπιδράσεων με την οποία θα επέρχεται μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ανταγωνιστικών συμπεριφορών.
Με το πείραμα αυτό προσπαθούμε να μελετήσουμε εάν οι επιπτώσεις από την αύξηση της έντασης ανταγωνισμού διαταράσσει ή και καταλύει τον ομοιοστατικό πληθυσμό που παράγεται με το πείραμα 3.2.
Τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος εμφανίζονται στα Διαγράμματα πειραμάτων 11 και 12 που εμφανίζονται στη συνέχεια.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 3.2 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΠΟ ΜΕΣΗ ΣΕ ΥΨΗΛΗ [D= 0,7]

Πείραμα 2: Agents 50-Metabolism 0,5- Trust Game 0,3 να συνεργάζονται



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 12: ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,5 – D= 0,7- C =1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50- ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ



Τα δεδομένα από το Διάγραμμα 11 καταδεικνύουν ότι όταν οι συνθήκες ανταγωνισμού εντείνονται ενώ ταυτόχρονα οι δυναμικές συνεργασίας κα επικοινωνιακού συντονισμού λειτουργούν τότε:

1. δεν επέρχεται ουσιώδης μεταβολή στη βιωσιμότητα του συνολικού πληθυσμού. Όπως διαπιστώνουμε ο πληθυσμός είναι δυνατό να διατηρεί ένα ομοιοστατικό χαρακτήρα μέχρι και τον γύρο 2000. Όμως το στοιχείο που μεταβάλλεται είναι η αστάθεια που χαρακτηρίζει πλέον τον πληθυσμό. Παρά το γεγονός ότι επιβιώνει στο συγκεκριμένο πείραμα όπως θα διαπιστώσουμε από το επόμενο Διάγραμμα ο πληθυσμός ενδέχεται να καταρρεύσει εάν η ταλάντωση σε κάποιο γύρο είναι πολύ μεγάλη. Ο λόγος είναι ότι η διατήρηση του πληθυσμού προϋποθέτει ένα ελάχιστο μέγεθος ώστε να καθίσταται εφικτή η αναπαραγωγή του.
2. επέρχεται μεταβολή στο μέσο μέγεθος του πληθυσμού αυτού το οποίο ελαττώνεται. Παρατηρούμε ότι το μέσο μέγεθος είναι πλέον 60 περίπου φορείς έναντι του μέσου μεγέθους των 200 περίπου φορέων της περίπτωσης μέσης έντασης ανταγωνισμού.
3. Επιδεινώνεται δραματικά η ταλάντωση. Παρουσιάζεται αρκετές φορές το φαινόμενο η μείωση του πληθυσμού να προσεγγίζει το όριο της εξαφάνισης. Αυτό ενισχύεται και λόγω του γεγονότος ότι το μέσο μέγεθος είναι μειωμένο.

Αυτή η συμπεριφορά επομένως δεν είναι διαχρονικά ευσταθής.
Αυτό σημαίνει ότι:

- Α) εάν τρέξουμε αυτό το πείραμα για περισσότερο χρόνο από 2000 γύρους η πιθανότητα να καταρρεύσει δεν είναι αμελητέα είναι όμως συγκυριακή δηλαδή αποτελεί καρπό τυχαιότητας στη σύνθεση των παραγόντων που την προσδιορίζουν.
- Β) Τα αποτελέσματα από διαφορετικές εκτελέσεις του ίδιου πειράματος δεν είναι ακριβώς ίδια. Όπως θα διαπιστώσουμε μελετώντας το Διάγραμμα 12)του οποίου τα αποτελέσματα προέρχονται από άλλη εκτέλεση του πειράματος, διάφορη αυτού που απέδωσε τα αποτελέσματα του Διαγράμματος 11), ο πληθυσμός καταρρέει στους 1150 γύρους. Έχει δε προηγηθεί μια κατάσταση πιθανής κατάρρευσης ήδη στους γύρους 300 και 870 αντίστοιχα. Στα μεσοδιαστήματα ανάμεσα σε αυτές τις «κρίσεις» η τάση του πληθυσμού είναι πολύ πιο έντονα αυξητική συγκρινόμενη με τις αντίστοιχες τάσεις σε πειράματα μέσης ανταγωνιστικής έντασης.
- Γ) από την μελέτη επίσης των στοιχείων του Διαγράμματος 12 προκύπτει ότι και σε αυτή την περίπτωση:
- οι φορείς που επιδεικνύουν αμιγώς ανταγωνιστική συμπεριφορά εξαφανίζονται ταχύτατα.
- Οι φορείς που αναπτύσσουν συνεργατικοί συμπεριφορά επομένως και πάλι αποτελούν τον πληθυσμό που αποδίδει τις δυναμικές που εντοπίσθηκαν (αστάθεια, μεγάλη ταλάντωση, μικρότερο μέσο μέγεθος πληθυσμού).

Επομένως το πείραμα αυτό καταδεικνύει ότι η ένταση των ανταγωνιστικών σχέσεων στο περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσονται επίσης οι συνεργατικές συμπεριφορές και ο επικοινωνιακός συντονισμός των φορέων παράγει αποτελέσματα που αν συγκριθούν

- με αντίστοιχα από καθεστώς αμιγούς ανταγωνισμού χωρίς συνεργασία και συντονισμό διαφέρουν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές δεδομένου ότι εμφανίζουν χαρακτηριστικά που τείνουν προς την διαχρονική διατήρηση του πληθυσμού
- εάν πάλι συγκριθούν αντίστοιχα ,από καθεστώτα μέσης έντασης ανταγωνισμού και ύπαρξης συνεργατικών σχέσεων και επικοινωνιακού συντονισμού, μοντέλα, παρουσιάζουν ομοιότητα ως προς την γενική τάση διατήρησης του πληθυσμού, αλλά παρουσιάζουν και σημαντικές διαφορές αναφορικά με το ότι αποδεικνύονται τελείως ασταθή και σχετικώς μη προβλέψιμα ως προς την ένταση των ταλαντώσεων.

Η ερμηνεία που μπορεί να δοθεί σε αυτές τις αποκλίσεις είναι ότι η ένταση της αλληλεπίδρασης ανταγωνισμού και συνεργασίας που χαρακτηρίζει σε αυτές τις συνθήκες τις αλληλεπιδράσεις των ομάδων που συγκροτούν τον συνεργατικό πληθυσμό αυξάνεται και αυτή η αύξηση προκαλεί αφενός την ένταση ανταγωνισμού μεταξύ των παραγόμενων ομάδων που επιφέρει αστάθειά και ροπή προς την κατάρρευση του πληθυσμού και αφετέρου την αντίσταση σε αυτές τις τάσεις που προέρχεται από τις συνεργατικές σχέσεις.

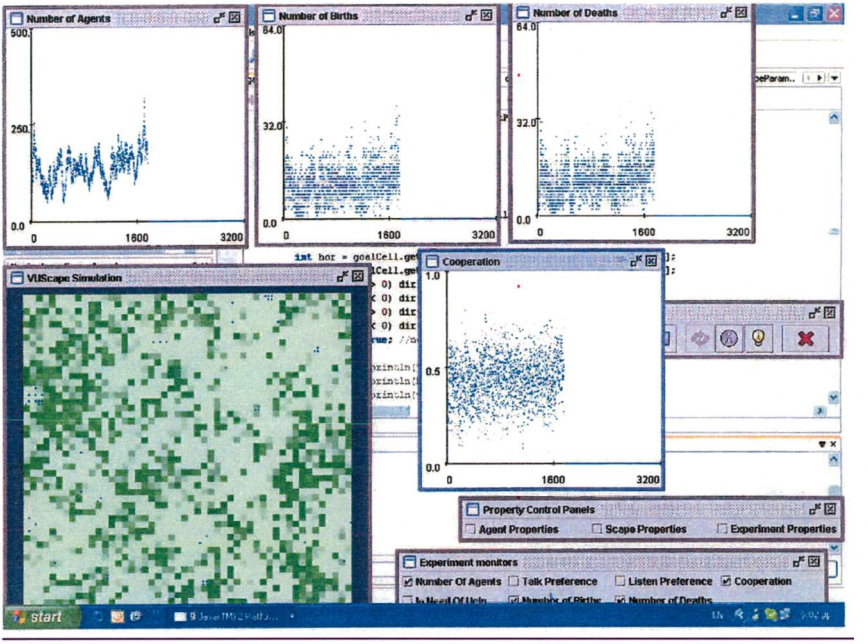
ΠΕΙΡΑΜΑ 5

Στο πείραμα αυτό διερευνούμε τα αποτελέσματα που παράγονται εάν στα δεδομένα του πειράματος 3.2 και τα οποία παρουσιάστηκαν με τα Διαγράμματα πειραμάτων 6 και 10 μεταβάλλουμε την συνέπεια εμφάνισης επαναλαμβανόμενων συνεργατικών συμπεριφορών θέτοντας την τιμή C από C= 1 σε C = 0,9.

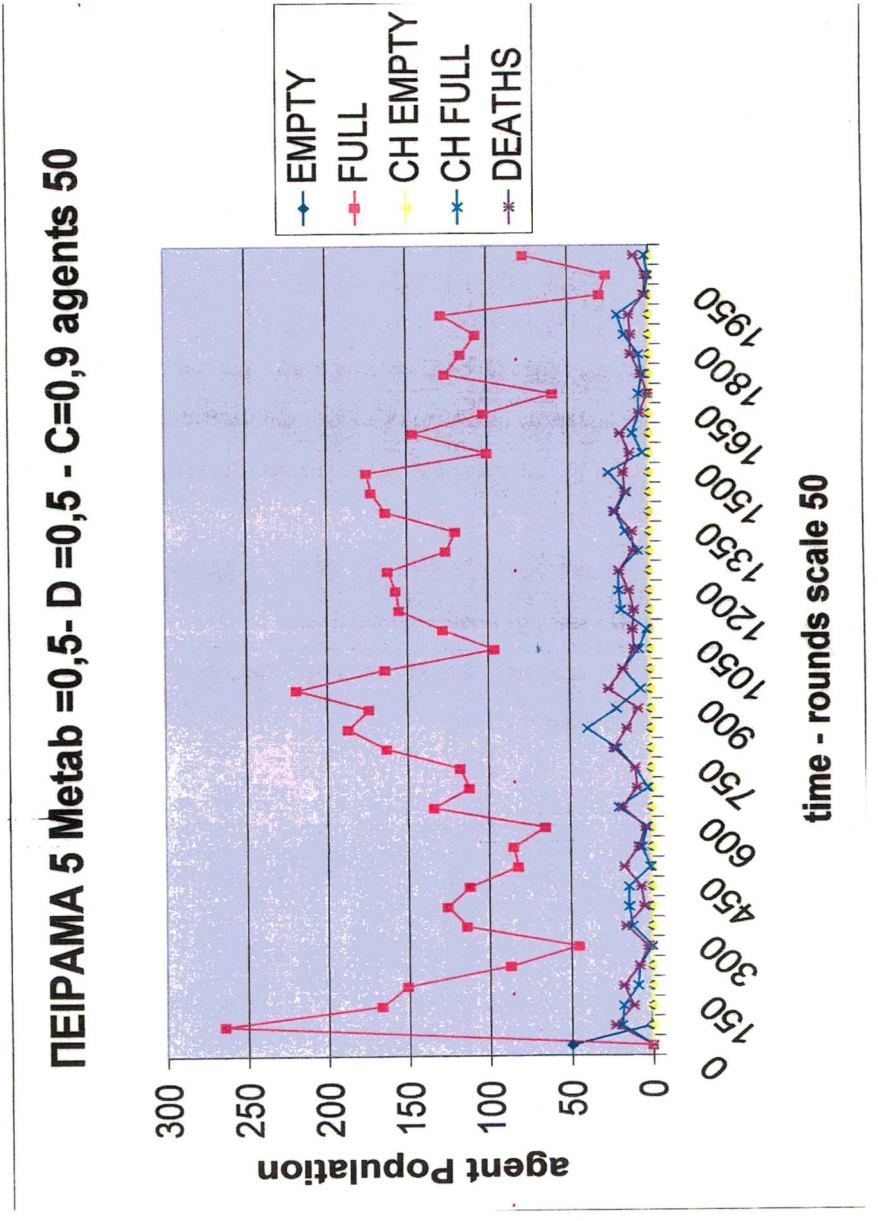
Τα ευρήματα του πειράματος εμφανίζονται στα Διαγράμματα πειραμάτων 13 και 14.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 3.2 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑΣ [C= 0,9]

Πείραμα 4: Agents 50-Metabolism 0,5 – Πιθανότητα επικοινωνίας 0,9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 14: ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,5 – D= 0,5- C =0,9- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50- ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ



Από την εικόνα που εμφανίζουν τα ευρήματα αυτού του πειράματος στα ανωτέρω διαγράμματα διαπιστώνουμε ότι
Η χειροτέρευση της συνεπούς συνεργατικής συμπεριφοράς

1. δεν επέρχεται ουσιώδης μεταβολή στη βιωσιμότητα του συνολικού πληθυσμού. Ο πληθυσμός επιβιώνει και αναπαράγεται μέχρι τον γύρο 2000.

2. μεταβάλλεται το μέσο μέγεθος πληθυσμού αλλά όχι ουσιωδώς. Το μέσο μέγεθος του πληθυσμού είναι χαμηλότερο από το αντίστοιχο του πειράματος με συνεπή συνεργατική συμπεριφορά και διαμορφώνεται περίπου στους 120 φορείς.

3. μεταβάλλεται η ένταση της ταλάντωσης αλλά όχι με τόσο έντονο τρόπο, εάν συγκριθεί με τα αποτελέσματα του προηγούμενου πειράματος 4.

Από την παρατήρηση ειδικότερα των ευρημάτων του Διαγράμματος 14 προκύπτει ότι:

- ο ανταγωνιστικός πληθυσμός εξαφανίζεται σχεδόν αμέσως.

- Η συχνότητα των ταλαντώσεων του συνεργατικού πληθυσμού είναι περισσότερο έντονη αλλά οι τάσεις μεγέθυνσης και συρρίκνωσης είναι σαφώς πιο ομαλές. Συνήθως διαμορφώνεται ένα κάτω όριο σχεδόν ενιαίο το οποίο όμως εμφανίζεται χαμηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο του πειράματος όπου C= 1.

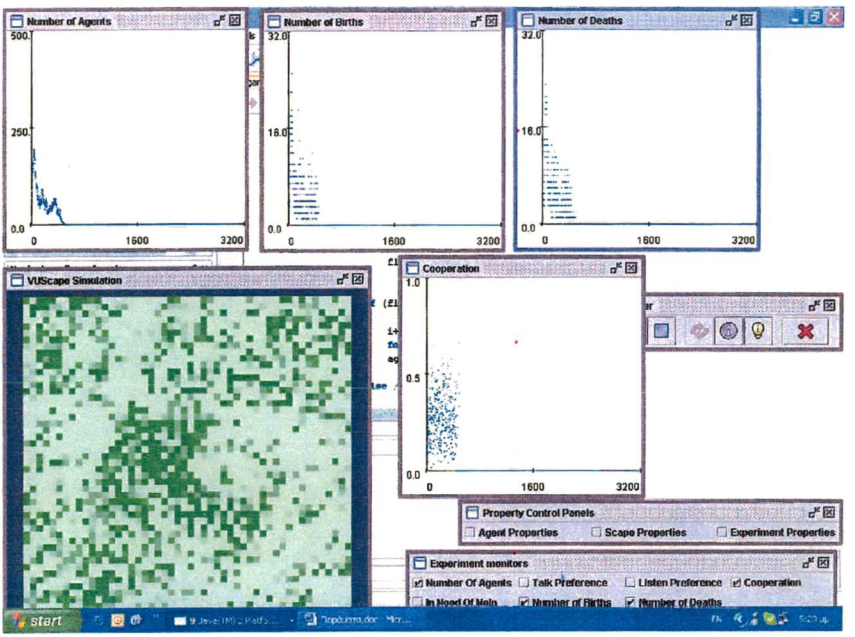
Ταυτόχρονα οι διακυμάνσεις του άνω ορίου είναι σαφώς πιο έντονες αλλά λιγότερο ασταθείς από τις αντίστοιχες του πειράματος όπου D= 0,7.
Συμπερασματικά η χειροτέρευση των όρων συνεργατικής συμπεριφοράς στο όριο C= 0,9 δεν προκαλούν φαινόμενα αστάθειας και η ερμηνεία προς τούτο είναι ότι δεν διαταράσσουν ουσιωδώς την ισορροπία που επιφέρει η αλληλεπίδραση ανταγωνισμού και συνεργασίας των ομάδων.

ΠΕΙΡΑΜΑ 6

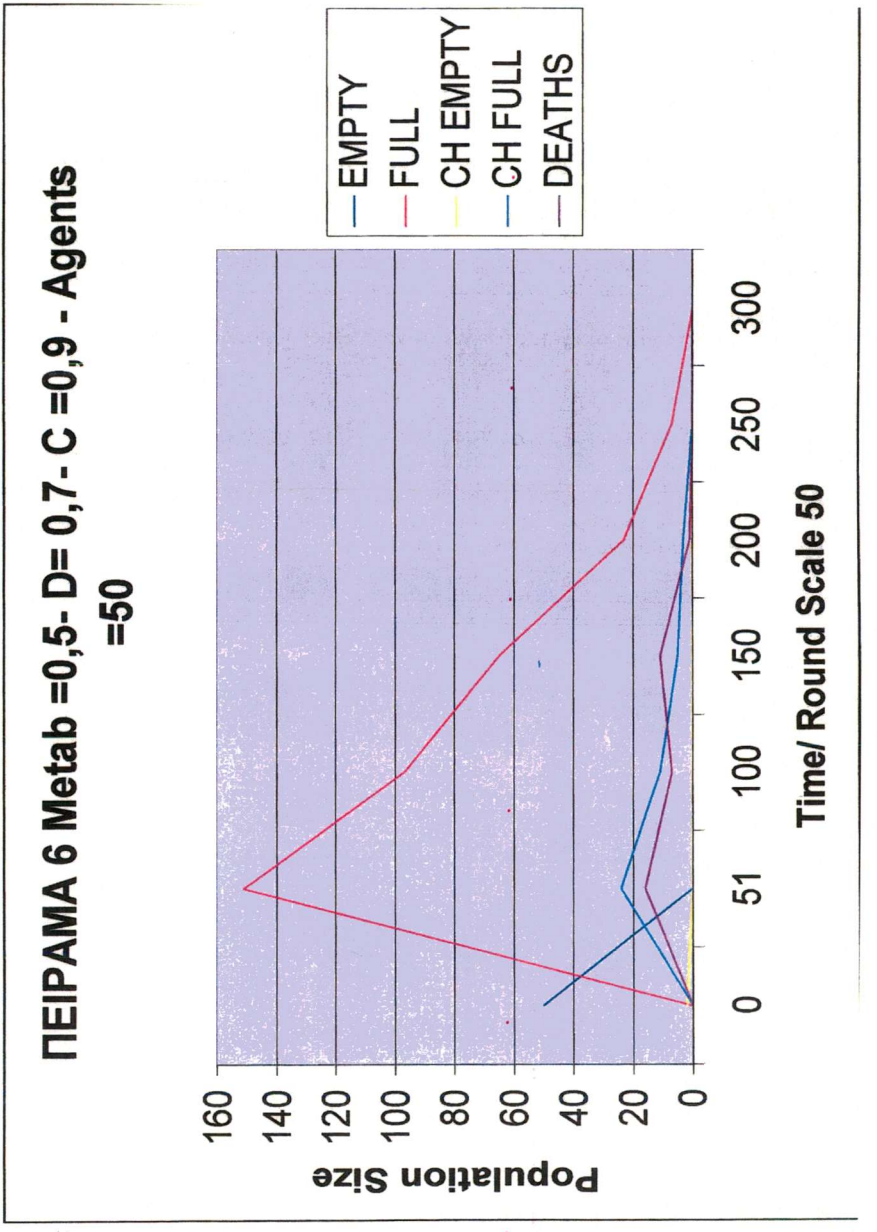
Στο τελευταίο αυτό πείραμα προκαλούμε την ταυτόχρονη δράση της δυναμικής που επιφέρει η ένταση του ανταγωνισμού και η χειροτέρευση των όρων συνεργασίας.
Τα ευρήματα αυτού του πειράματος εμφανίζονται στα Διαγράμματα Πειραμάτων 15 και16 τα οποία παραθέτουμε στη συνέχεια.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 3.2 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ [D =0,7] ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑΣ [C= 0,9]

Πείραμα 5: Agents 50-Metabolism 0,5 – Trust Game 0,3 να συνεργάζονται-Πιθανότητα συνεργασίας 0,9



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 16: ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab = 0,5 – D= 0,7- C =0,9- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50- ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ



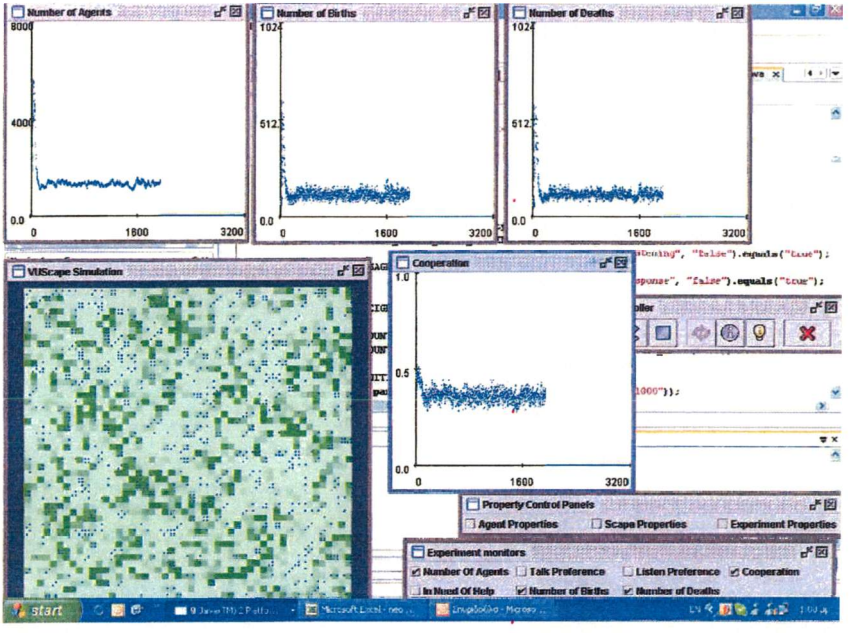
Από την μελέτη των ευρημάτων των ως άνω Διαγραμμάτων διαπιστώνουμε ότι:
Η βιωσιμότητα του πληθυσμού καταλύεται και αυτός εξαφανίζεται στον γύρο 300.
Ο ανταγωνιστικός πληθυσμός εξαφανίζεται στον γύρο 51.
Ο συνεργατικός πληθυσμός αρχικά αναπτύσσεται και φθάνει στον γύρο 51 ένα όριο 150 φορέων και στην συνέχεια ακολουθεί μια συνεχή πτωτική τάση μέχρι τον γύρο 300 όπου εξαφανίζεται και αυτός.
Στο συγκεκριμένο πείραμα δεν παρατηρείται ταλάντωση του πληθυσμού. Οι ροπές που προσδιορίζουν το μέγεθός του εναλλάσσονται σειριακά.
Τα συμπεράσματα από το τελευταίο επομένως αυτό πείραμα είναι ότι όταν υπάρχουν ταυτόχρονα συνθήκες έντονου ανταγωνισμού και ασυνεπούς συνεργατικής συμπεριφοράς τότε αυτές οι δυναμικές δεν μπορούν να διατηρήσουν την ισορροπία του πληθυσμού και για το λόγο αυτό ο πληθυσμός καταρρέει ασυνήθιστα γρήγορα σχέση με οποιαδήποτε άλλη περίπτωση δυναμικών σε συνθήκες απουσίας θορύβου περιβαλλοντικής πίεσης.
Τα αποτελέσματα είναι σε αντοχή σε γύρους παρόμοια με αυτά της απουσίας συνεργατικών συμπεριφορών. Διαφέρει όμως η διαμόρφωση της διαδικασίας κατάρρευσης.
Η συμπεριφορά του συστήματος δείχνει ως να επιδρούν πρώτα οι δυνάμεις συνεργασίας και στη συνέχεια οι δυνάμεις ανταγωνισμού.

Γ.6.2. *ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΤΗΝ VERSION B COMSCAPE*

Εκτελέσαμε τα ίδια ως άνω πειράματα 6 πειράματα με την Version B.
Στη συνέχεια παραθέτουμε τα αποτελέσματα των πειραμάτων όπως προσδιορίζονται από τα αντίστοιχα Διαγράμματα πειραμάτων.

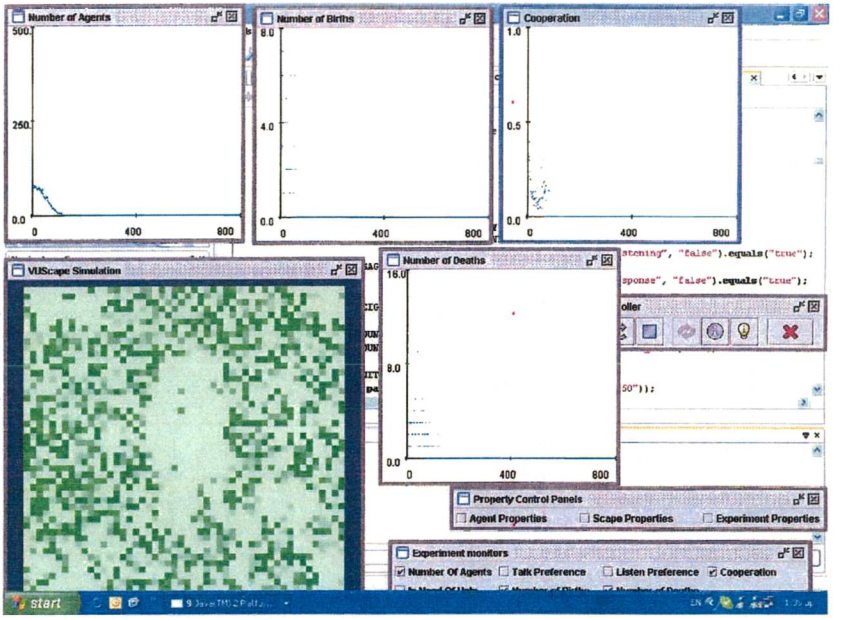
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 17: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,5- D= 0,5 - C=1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 1000.

1)1000 agents-metabolize 0,5- αλλαγή στον πίνακα επικοινωνίας



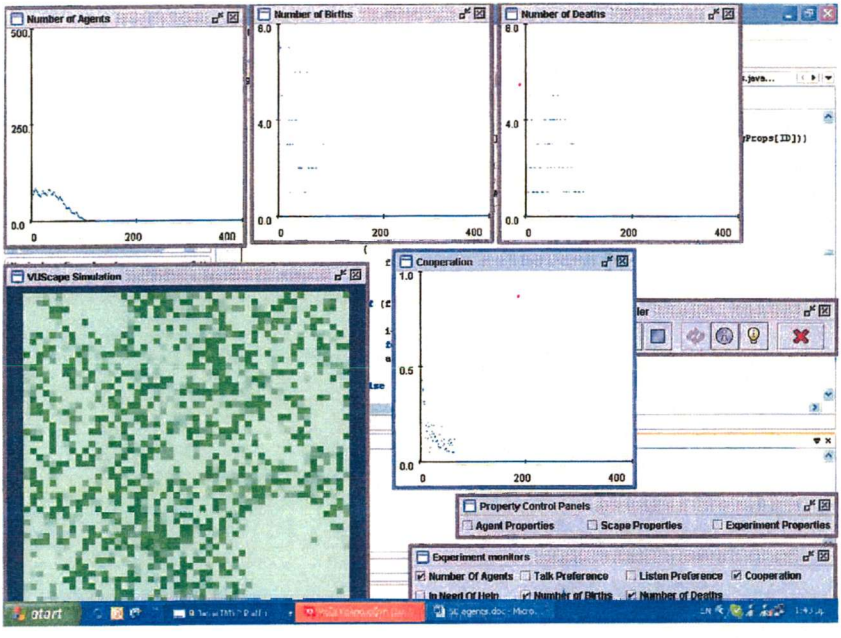
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 18: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,5- D= 0,5 - C=1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.

1) 50 agents – metabolism 0,5 – D=0,5 – C=1



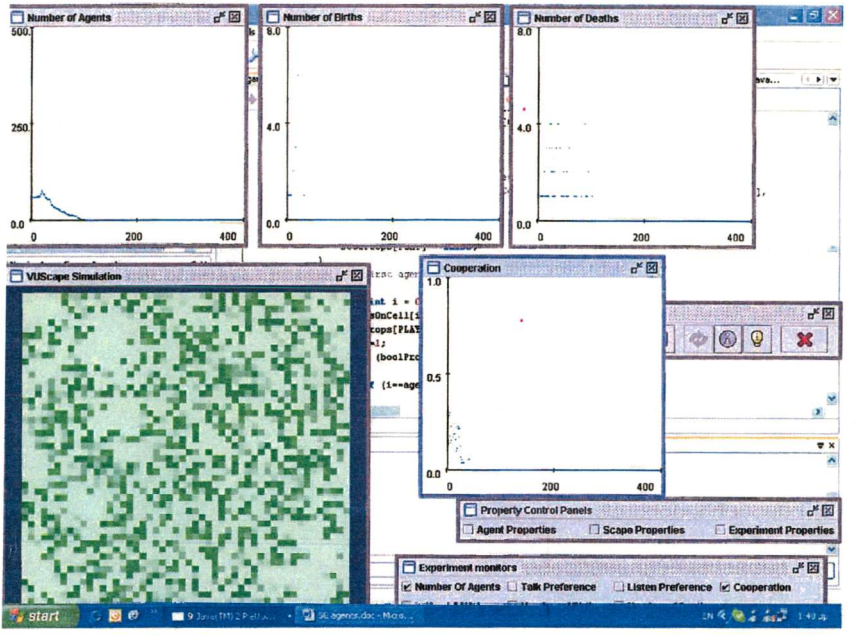
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 19: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,5- D= 0,7 - C=1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.

2) 50 agents – metabolism 0,5 – D=0,7 – C=1



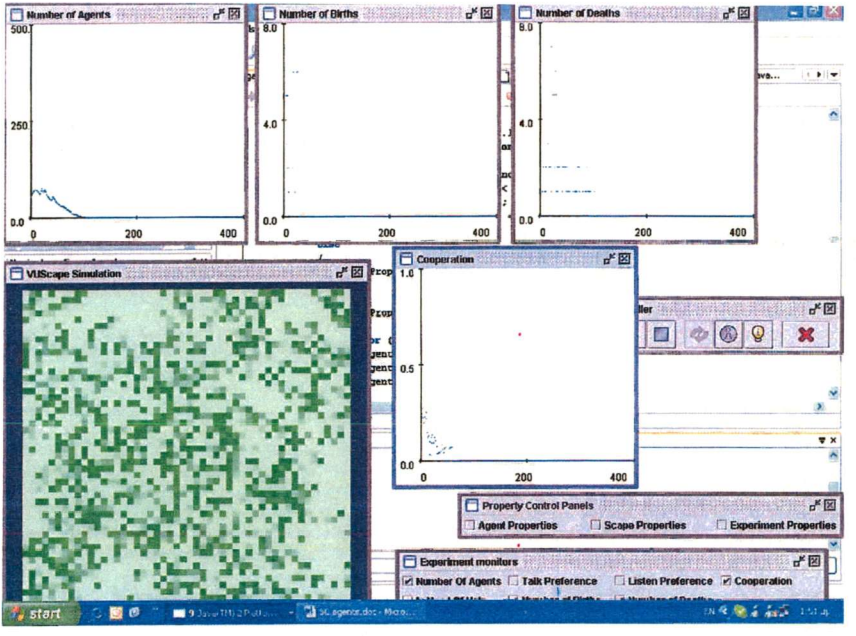
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 20: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,5- D= 0,5 - C=0,9 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.

3) 50 agents – metabolism 0,5 – D=0.5 – C=0,9



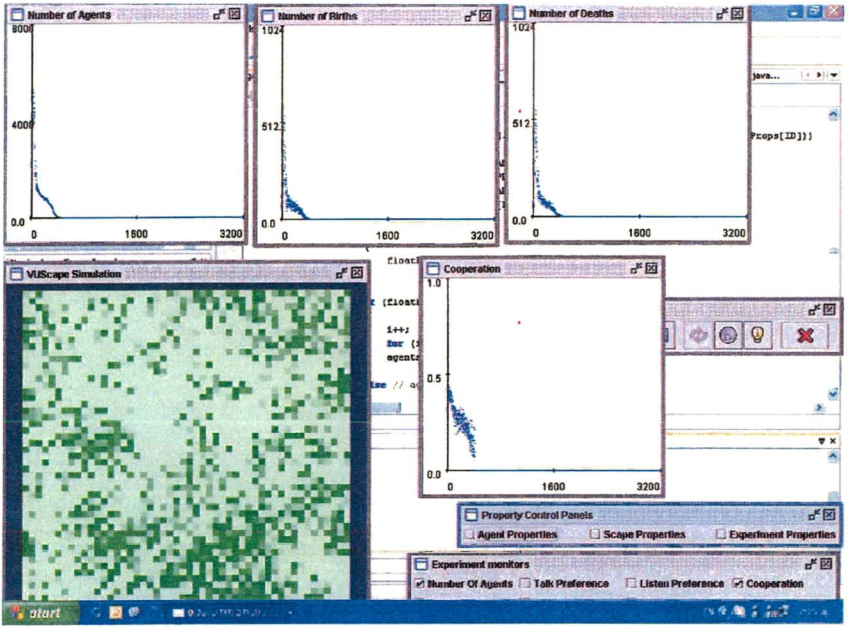
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 21: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,5- D= 0,7 - C=0,9 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.

4) 50 agents – metabolism 0,5 – D=0,7 – C=0,9



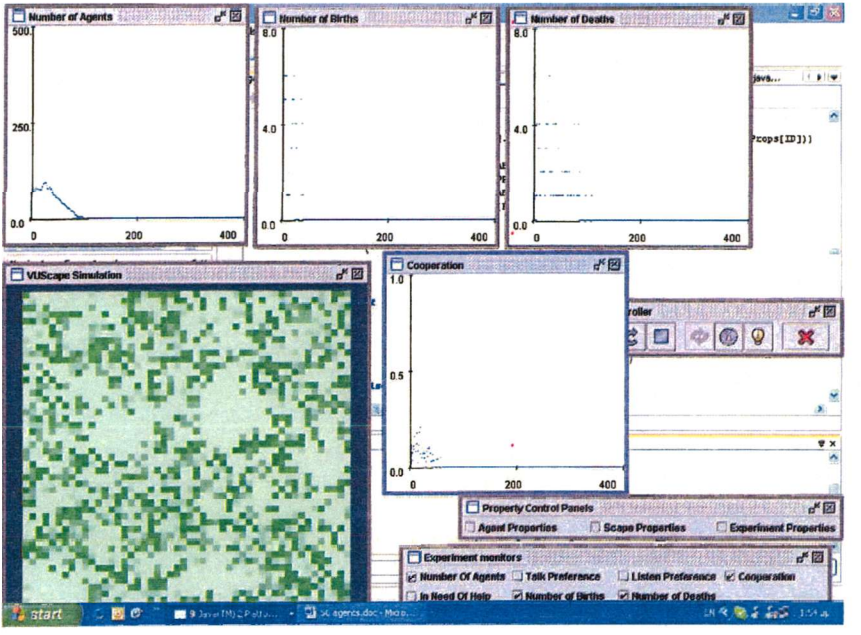
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 22: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,4- D= 0,5 - C=0,9 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.

2) 1000 agents – metabolism 0,4 – D=0,5 – C=0,9



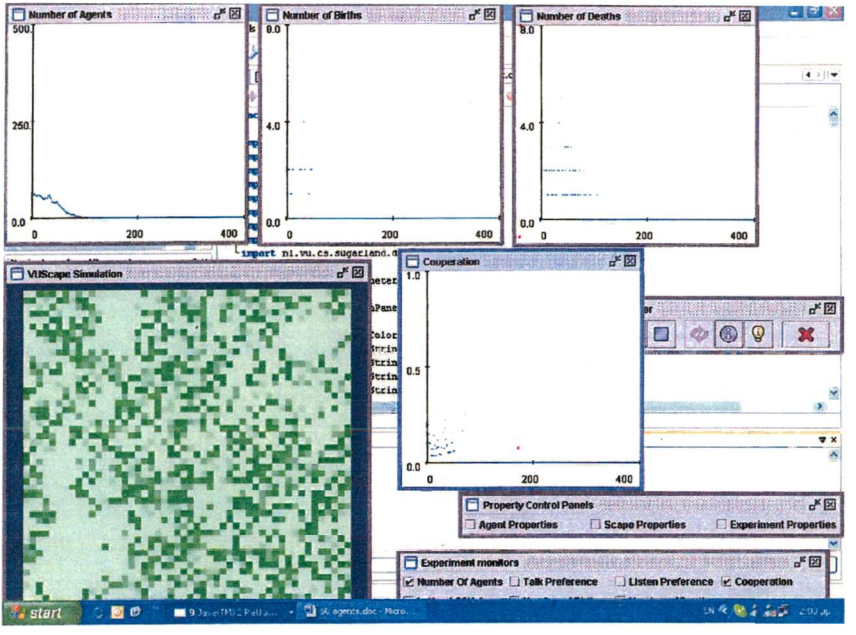
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 23: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,5- D= 0,5 - C=0,7 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.

6) 50 agents – metabolism 0,5 – D=0,5 – C=0,7



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 24: ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Me tab =0,8- D= 0,5 - C=0,7 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.

5) 50 agents – metabolism 0,8 – D=0,5 – C=1



Από την μελέτη των ως άνω διαγραμμάτων προκύπτει ότι τα αποτελέσματα όλων των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν με την Version 2 /COMSCAPE αποκλίνουν από τα αντίστοιχα που προέκυψαν από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν με την Version 1/COMSCAPE.

Συγκεκριμένα μόνο το Διάγραμμα 17 παρουσιάζει ομοιότητα με το αντίστοιχό του. Από το διάγραμμα δηλαδή αυτό προκύπτει ότι ένα πείραμα με μέση περιβαλλοντική και ανταγωνιστική πίεση και πλήρως αξιόπιστη τάση συνεργασίας με αρχικό πληθυσμό 1000 φορείς παράγει σαν αποτέλεσμα ένα ομοιοστατικό πληθυσμό που αναπαράγεται με ταλαντώσεις και στους 2000 γύρους.
Από όλα τα υπόλοιπα διαγράμματα προκύπτει ότι ο συνολικός πληθυσμός δεν κατορθώνει να επιβιώσει. Σχετικά σύντομα επέρχεται η κατάρρευσή του είτε αφορά μέση περιβαλλοντική πίεση είτε χειροτέρευση των όρων ανταγωνισμού είτε χειροτέρευση των συνεργατικών συμπεριφορών είτε ταυτόχρονη μεταβολή των δυο προηγουμένων συνθηκών. Δοκιμάσαμε επίσης όπως φαίνεται κα στα Διαγράμματα 22, 23 και 24 σχετικές μεταβολές που δεν υπήρχαν στα πειράματα που διεξήχθησαν με την Version 1/COMSCAPE. Στο Διάγραμμα 22 μειώσαμε ελαφρά την περιβαλλοντική πίεση, στο Διάγραμμα 23 εντείναμε την ασυνέπεια εκδήλωσης συνεργατικών συμπεριφορών και στο Διάγραμμα 24 χρησιμοποιήσαμε συνθήκες αυξημένης ασυνέπειας συνεργατικών συμπεριφορών και αυξημένης περιβαλλοντικής πίεσης. Το γεγονός ότι σε όλα τα πειράματα που εκτελέσαμε πλην ενός εμφανίζεται αδυναμία του πληθυσμού α επιβιώσει συνεπάγεται ότι είτε στη Version 2 ασκούνται και άλλες δυνάμεις που επιδρούν στα παραγόμενα αποτελέσματα πλην αυτών του ανταγωνισμού και της συνεργασίας είτε ότι σε αυτή την εκδοχή η εξαφάνιση του πληθυσμού δεν οφείλεται καν στους παράγοντες ανταγωνισμού συνεργασίας και επικοινωνίας, αλλά αντιθέτως οφείλεται σε άλλους παράγοντες που η Version 1/ COMSCAPE αδυνατεί να συλλάβει.

Μελετώντας καλύτερα τα πειράματα αυτά συμπεράναμε ότι οι αρχικές συνθήκες στην Version 2 επιτρέπουν μεγαλύτερη δυνατότητα στους φορείς να αξιολογήσουν τις επιθυμητές θέσεις ως προς το αναμενόμενο όφελος. Λογικά θ έπρεπε αυτή η κατάσταση να ευνοεί την βιωσιμότητά τους. Παραδόξως όμως την περιορίζει. Ο λόγος βρίσκεται στο γεγονός ότι ενώ ο κάθε φορέας είναι καλύτερα πληροφορημένος για το σημείο επίσκεψης που του εξασφαλίζει μεγαλύτερα αποτελέσματα ο συντονισμός των φορέων υποτροπιάζει. Οι φορείς επιλέγοντας την καλύτερη θέση για μετάβαση ενδεχομένως μεταξύ πολλών ισοδύναμων δυσχεραίνουν την βιωσιμότητα των φορέων πομπών των μηνυμάτων. Ορισμένοι από αυτούς φαίνεται να περιμένουν σε ένα πλεονασματικό σημείο χωρίς ανταπόκριση επαναλαμβάνοντας συνέχεια την εκπομπή του μηνύματος τους, πετυχαίνοντας μόνο να ξοδεύουν ενέργεια.

Επίσης με την μεταβολή στη σχέση προγόνου – απογόνου μεταβάλλεται η εξερευνητική συμπεριφορά των φορέων. Όλοι οι φορείς που δημιουργούνται στον κόσμο του COMSCAPE/Version 2 ακολουθούν εξ αρχής μια συμπεριφορά η οποία καθορίζεται από τα μηνύματα που λαμβάνουν και την απόλυτη αξιολόγηση τους. Χάνουν επομένως τη δυνατότητα να δημιουργήσουν τη δική τους ιστορία εμπλοκής σε αλληλεπιδράσεις που ανανεώνει τις συνεργατικές και ανταγωνιστικές σχέσεις.
Ένα γενικό συμπέρασμα που προκύπτει επομένως είναι ότι η επιλογή αρχικών υποθέσεων αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα εξέλιξης της εφαρμογής. Αυτό επιβεβαιώνει την μη –γραμμικότητα του μοντέλου COMSCAPE. Ελάχιστες αποκλίσεις στις αρχικές συνθήκες επιφέρουν δραματικές μεταβολές στα αποτελέσματα.

ΜΕΡΟΣ Δ :ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δ.1. *ΕΙΣΑΓΩΓΗ*

Στο τελευταίο αυτό μέρος της εργασίας θα παραθέσουμε τα συνολικά συμπεράσματα μας . Τα συμπεράσματα αυτά αναλύονται σε

1. Γενικά αποτελέσματα των πειραμάτων μας
2. Συμπεράσματα αναφορικά με την ικανοποίηση των προϋποθέσεων σχεδιασμού του μοντέλου COMSCAPE
3. Ανοιχτά θέματα για μελλοντική έρευνα

Δ.2. *ΓΕΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ*

Θα επιχειρήσουμε τώρα να συνθέσουμε με βάση τα επιμέρους συμπεράσματα της προηγούμενης ενότητας ένα γενικό συμπέρασμα.

Από τα πειράματα με το μοντέλο COMSCAPE προέκυψε πως όταν στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης κατακυριαρχεί ο ανταγωνισμός ,ο τεχνητός μας κόσμος, εκλαμβανόμενος ως σύστημα μαζί με τους πόρους και τον χώρο, οδηγείται στην κατάρρευση αδυνατώντας να αμυνθεί στην ισχυρή ανταγωνιστική πίεση που δέχεται. Οι φορείς στις καταστάσεις αυτές, ακολουθώντας μια εγωιστική συμπεριφορά η οποία τους οδηγεί στην προσπάθεια να μεγιστοποιήσουν το προσωπικό τους αποτέλεσμα, εκφρασμένο σε ποσότητες πόρου οι οποίες βρίσκονται σε κατάσταση σπανιότητας, δεν επιτυγχάνουν τελικά μια άριστη κατανομή του προϊόντος που συλλέγουν, ούτε κατορθώνουν να συντονισθούν. Αυτό το αποτέλεσμα προκαλεί την εξαφάνιση τους.

Αυτό το αποτέλεσμα παρατηρείται τόσο σε συνθήκες υψηλής όσο και μέσης περιβαλλοντικής πίεσης. Δεν παρατηρείται σε συνθήκες χαμηλής περιβαλλοντικής πίεσης. Άρα η περιβαλλοντική πίεση που ασκείται επηρεάζει σημαντικά την εξέλιξη των αλληλεπιδράσεων.

Αντιθέτως όταν οι φορείς αποκτούν την ικανότητα να διακρίνουν τις προηγούμενες, θετικές για την επιβίωσή τους, αλληλεπιδράσεις του παρελθόντος, τότε στο βαθμό που επέρχονται από την εξέλιξη του μοντέλου αμοιβαία συνεργατικά αποτελέσματα οι φορείς, που εμπλέκονται σε αυτά και μόνο, κατορθώνουν να επιβιώσουν. Η εμπλοκή σε αυτά οδηγεί στην ανάδυση ομάδων συνεργαζομένων. Οι φορείς που σχηματίζουν αυτές τις ομάδες, επιβιώνουν αφενός χάρις στον συντονισμό που επιτυγχάνουν με την ιδιωτική επικοινωνία και αφετέρου εξαιτίας της εκδήλωσης συνεπούς αμοιβαία συνεργατικής συμπεριφοράς ανάμεσά τους. Ο πληθυσμός που επιμένει σε ανταγωνιστικές συμπεριφορές εξαφανίζεται ταχύτατα στις συνθήκες αυτές. Αυτά τα αποτελέσματα είναι παρατηρήσιμα μόνο σε καθεστώς μέσης περιβαλλοντικής πίεσης.

Επομένως παρατηρούμε μια σταθερότητα του πληθυσμού φορέων σε αυτές της συνθήκες.

Η σταθερότητα αυτή του πληθυσμού οφείλεται στη σταθερότητα του συνεργατικού πληθυσμού.

Αυτή η σταθερότητα είναι αποκλειστικό αποτέλεσμα της μεταφοράς του ανταγωνισμού στον συνεργατικό πληθυσμό και της αλληλεπίδρασής του με τις δυναμικές της συνεργασίας. Σε απουσία ακραίων εντάσεων η αλληλεπίδρασή τους δεν διαταράσσει τον ομοιοστατικό χαρακτήρα του πληθυσμού.

Εάν λειτουργούν στο μοντέλο ακραίες εντάσεις (πέραν των τιμών έντασης που συνεπάγεται ισορροπία) αλλά ασύμμετρα, τότε η μεμονωμένη επιδείνωση των όρων ανταγωνισμού προκαλεί φαινόμενα αστάθειας στον πληθυσμό και πιθανή κατάρρευση, ενώ η μεμονωμένη επιδείνωση των όρων συνεργασίας επιφέρει χειροτέρευση των όρων επιβίωσης και ομοιόστασης του πληθυσμού αλλά όχι αστάθεια.

Η ταυτόχρονη χειροτέρευση και των δυο αυτών δυναμικών προκαλεί κατάρρευση του πληθυσμού.

Με άλλη θεώρηση αυτή η σταθερότητα αποτελεί παράγωγο της ανάδυσης και αλληλεπίδρασης ομάδων. Ο συνεργατικός πληθυσμός δεν είναι πια ένα αόριστο μίγμα ανεξάρτητων φορέων αλλά διαρθρώνεται σε ομάδες που αναπτύσσονται.
Αυτές οι ομάδες έχουν ως ιδιότητες την διάρκεια ζωής, το μέγεθος και το πλήθος των ομάδων. Καμιά από αυτές τις ιδιότητες δεν παραμένει στατική. Οι ιδιότητες αυτές αποτελούν αναδυόμενο φαινόμενο και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Αποτελούν δε συνέπεια της αλληλεπίδρασης ανταγωνισμού και συνεργασίας. Χωρίς αυτές τις ιδιότητες δεν υπάρχουν ομάδες.
Οι ομάδες που αναδύονται δεν έχουν ούτε σαφή όρια, ούτε συγκεκριμένη διάρκεια στο χρόνο. Στην πραγματικότητα αποτελούν εσοχές η μια της άλλης. Οι συνδετικοί τους παράγοντες είναι οι φορείς χωρίς τους οποίους οι ομάδες δεν μπορούν να υπάρχουν. Ταυτόχρονα οι φορείς δεν μπορούν να επιβιώσουν στις συνθήκες αυτές εάν δεν αναδυθούν ομάδες που αποτελούν το αποτέλεσμα της συνεργατικής και επικοινωνιακής τους συμπεριφοράς.

Οι ομάδες για τον λόγο αυτό αποτελούν και παράγωγο της επικοινωνίας. Στο μοντέλο COMSCAPE οι ομάδες στερούνται νοήματος και δυνατότητας σχηματισμού και διατήρησης, εάν απουσιάζει η ιδιωτική επικοινωνία .
Η δημόσια επικοινωνία η οποία δεν εξυπηρετεί την εμφάνιση ,λειτουργία και συντήρηση ομάδων εξαφανίζεται μόλις ολοκληρωθεί ο σύντομος κύκλος ζωής των ανταγωνιστικών φορέων.
Τέλος παρατηρήσαμε ότι μια μεταβολή των αρχικών συνθηκών παράγει τελείως διαφοροποιημένα αποτελέσματα γεγονός που τονίζει την μη γραμμικότητα του μοντέλου και την ανάγκη ενδελεχούς πειραματισμού των αρχικών του υποθέσεων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η μη –γραμμικότητα του μοντέλου επέφερε μεταβολές των αποτελεσμάτων που δείχνουν ότι όταν έχουμε ένα συνδυασμό στις αρχικές συνθήκες μηχανισμών ορθολογικής επιλογής και ντετερμινιστικές συνθήκες ομαδοποιήσεων τότε η εξερευνητική συμπεριφορά χαλαρώνει όπως χαλαρώνει και η ανταγωνιστική συμπεριφορά. Αυτές οι συνθήκες προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στον πληθυσμό των φορέων.

Η εκτέλεση τέλος των πειραμάτων COMSCAPE ανέδειξε ένα πλήθος ερωτημάτων που είτε η εργασία αυτή δεν απαντά διότι βρίσκονται πέραν των ορίων έρευνά της είτε το μοντέλο COMSCAPE αποδεικνύεται ανεπαρκές για να απαντήσει.
Τα ερωτήματα αυτά θα εξετάσουμε στην τελευταία ενότητα αυτού του κεφαλαίου η οποία πραγματεύεται τα ανοικτά ζητήματα για μελλοντική έρευνα.

Δ.3. *ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ COMSCAPE*

Στο πρώτο κεφάλαιο του μέρους Γ της εργασίας αυτής θέσαμε ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες πρέπει να ικανοποιούνται προκειμένου να θεωρούμε το μοντέλο COMSCAPE κατάλληλο.
Οι προϋποθέσεις αυτές υπενθυμίζεται ότι ήσαν οι ακόλουθες:

1. Να παρέχει ενδείξεις διασύνδεσης ενός ΠΠΣ με το υπό παρατήρηση φαινόμενο κοινωνικού σχηματισμού.

2. Η μοντελοποίηση να παρέχει τη δυνατότητα εξαγωγής θεωρητικών μεθοδολογικών συμπερασμάτων.

3. Το μοντέλο μας πρέπει να περιλαμβάνει, ως δομικά στοιχεία της κατασκευής του τις μεθοδολογικές προϋποθέσεις που έχουν περιγραφεί στο Μέρος 2 της παρούσας εργασίας.

4. Να είναι δεκτικό ελέγχου καταλληλότητας

5. Η μοντελοποίησή του να επιδέχεται πειραματισμό

Στη συνέχεια παραθέτουμε τα συμπεράσματα για κάθε μια από τις προϋποθέσεις αυτές.

1. Να παρέχει ενδείξεις διασύνδεσης ενός ΠΠΣ με το υπό παρατήρηση φαινόμενο κοινωνικού σχηματισμού.

Το μοντέλο COMSCAPE και τα πειράματα που διεξήχθησαν με βάση αυτό, κατέδειξαν ότι με την μοντελοποίηση
των συμπεριφορών που αναπτύσσονται σε ένα αρχικά απλό σύστημα φορέων, πόρων και χώρου, μοντελοποιήθηκε ουσιαστικά ένα ΠΠΣ το οποίο εισήγαγε πολυπλοκότητα και ανέδειξε ως ιδιότητες του, την αυτό-οργάνωση, την ανάδυση, τη μη –γραμμικότητα, την ιεραρχική οργάνωση και την προσαρμογή.
Αντίστροφα το ΠΠΣ που μοντελοποιήθηκε, με την δυναμική του προσαρμογή απέκτησε ορισμένα χαρακτηριστικά, που παρατηρούνται σε κοινωνικούς σχηματισμούς, χωρίς η μετάπτωση αυτή να ορίζεται από την αρχική μοντελοποίηση.
Από την αυτό-οργάνωσή του συστήματος προέκυψε μια αναδυόμενη συμπεριφορά των φορέων, συμπεριφορά η οποία δεν είχε εκ των προτέρων ορισθεί.
Το κυριότερο δε στοιχείο είναι ότι προέκυψε επίσης μια αναδυόμενη συμπεριφορά σε επίπεδο συστήματος, η οποία έλαβε τον χαρακτήρα αποκρυστάλλωσης σε ιδιότητες, που παρουσιάζουν αναλογίες με ιδιότητες κοινωνικών σχηματισμών. Από την εξέλιξη των πειραμάτων αναδύθηκαν ομάδες, ανταγωνισμός των ομάδων αυτών, καθώς και ιδιότητες των ομάδων όπως διάρκεια, αντοχή, μέγεθος και πλήθος.

2. Η μοντελοποίηση να παρέχει τη δυνατότητα εξαγωγής θεωρητικών μεθοδολογικών συμπερασμάτων.

Διακρίναμε με βάση την προϋπόθεση αυτή τα μεθοδολογικά συμπεράσματα σε:

- Συμπεράσματα για τις χρησιμοποιούμενες μεθοδολογικές παραδοχές
- Συμπεράσματα για την ερμηνευτική ικανότητα το μοντέλου

Ως μεθοδολογικές παραδοχές χρησιμοποιήσαμε:

- την φύση του συστήματος για την οποία θέταμε την απαίτηση να είναι εξαιρετικά απλό, ώστε να μην ενσωματώνει αρχική πολυπλοκότητα και επομένως να επιτρέπει την αναγνώριση των αναδυόμενων χαρακτηριστικών που προκύπτουν από τον δυναμικό χαρακτήρα των αλληλεπιδράσεων που παράγονται.
- Τις μεταφορές που παρέχουν ένα γενικό εννοιολογικό πλαίσιο, που να καθιστά το μοντέλο μας ικανό να αναπαριστά, οποιοδήποτε σύστημα σχέσεων είναι δυνατό να ικανοποιείται από τον σχεδιασμό της αλληλεπίδρασης των στοιχείων του.
- Τη φύση της αλληλεπίδρασης των φορέων, η οποία σε ένα πρώτο επίπεδο εδράζεται στην ικανοποίηση του εσωτερικού σκοπού του κάθε φορέα και η προσπάθεια αυτή του φορέα είναι ανεξάρτητη από τις αντίστοιχες των άλλων. Σε ένα δεύτερο όμως επίπεδο αυτές οι προσπάθειες είναι από τη φύση τους αλληλεξαρτώμενες τόσο μεταξύ των φορέων όσο και ανάμεσα στην αλληλουχία που τις αναπτύσσει ο κάθε φορέας. Ορίσαμε αυτή τη φύση της αλληλεξάρτησης ως το Trust Game, μια παραλλαγή ενός παιγνίου αλληλεπίδρασης από τη θεωρία των παιγνίων, το οποίο κατά τη θεωρία αυτή παράγει ισορροπία μόνο όταν τα αποτελέσματα που εμφανίζονται αποτελούν συνεπείς ανταγωνιστικές στρατηγικές. Ορίσαμε επίσης ένα μηχανισμό με βάση τον οποίο η επιλογή στρατηγικών βασίζεται σε πιθανότητες. Με την χρήση ιδεών για την εξελικτική διαδικασία του

παιγνίου ολοκληρώσαμε το πλαίσιο των μεθοδολογικών μας παραδοχών που αφορούν τη φύση της αλληλεπίδρασης.

- Θέσαμε υπό διερεύνηση το καθεστώς επικοινωνίας, την οποία διακρίναμε σε δημόσια κα ιδιωτική με τρόπο που οι μορφές της αυτές να μπορούν να εκφρασθούν με απλό τρόπο στο ήδη πολύ απλό μοντέλο μας.

Τα συμπεράσματα αναφορικά με την χρήση των παραδοχών αυτών από το μοντέλο μας είναι τα ακόλουθα:

Η μοντελοποίηση αυτών των απλών χαρακτηριστικών οδηγεί σε δυναμικά αποτελέσματα τα οποία μπορούν να διαμορφωθούν με αυτοοργάνωση χωρίς την ανάγκη να παρέμβει μια κεντρική συντονιστική αρχή.

Η μοντελοποίηση αυτών των χαρακτηριστικών στην πραγματικότητα αποτελεί μοντελοποίηση συμπεριφορών και όχι οντοτήτων οποιασδήποτε διάστασης.

Τα παραγόμενα αποτελέσματα αποτελούν αυτόνομα αναδυτικά φαινόμενα που μπορούν να ερμηνευθούν τόσο από τις θεωρίες της πολυπλοκότητας, όσο και από το θεωρητικό οπλοστάσιο επιστήμων όπως οι κοινωνικές επιστήμες ή η οικονομική επιστήμη. Παρατηρήσαμε έτσι ότι η ομάδα που αναδύεται μπορεί κάλλιστα να ερμηνευθεί με όρους συστημάτων ως η συμπεριφορά προσαρμογής του συστήματος, η ως μεταοντότητα με την ανάδυση της οποίας το σύστημα αποφεύγει την κατάρρευση, εξασφαλίζοντας την παραμονή του στα όρια του χάους.
Ταυτόχρονα η ομάδα που αναδύεται μπορεί να εξετασθεί αναφορικά με το ποιες ομοιότητες η διαφορές παρουσιάζει με την έννοια και τις ιδιότητες που αναγνωρίζει η κοινωνική επιστήμη.

3. Το μοντέλο μας πρέπει να περιλαμβάνει, ως δομικά στοιχεία της κατασκευής του τις μεθοδολογικές προϋποθέσεις που έχουν περιγραφεί στο Μέρος 2 της παρούσας εργασίας.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του μοντέλου μας είναι τα ακόλουθα:
Το μοντέλο μας βασίσθηκε σε κανόνες απόκρισης –συμπεριφοράς τω φορέων. Οι φορείς λειτουργούν με βάση τον κανόνα αυτό για να εκδηλώσουν συμπεριφορές που ικανοποιούν τον εσωτερικό τους σκοπό. Οι δε λειτουργίες του εσωτερικού τους μηχανισμού σχεδιάστηκαν εξαιρετικά απλές. Οι φορείς δεν είναι εξοπλισμένοι με ικανότητες τέτοιες που προκύπτουν από ένα ανεπτυγμένο γνωστικό υπόβαθρο, ενώ οι ικανότητες αυτές έχουν περιορισμένη εμβέλεια. Στο μοντέλο μας δεν χρησιμοποιήθηκαν πολλά επίπεδα μνήμης αλλά κατέστη σαφές ότι τα επίπεδα αυτά μπορούν να προκύψουν ως αναδυόμενο φαινόμενο συμπεριφοράς.
Επίσης το μοντέλο μας δεν στηρίχθηκε σε μηχανισμούς facilitation και imitation που χωρίς σημαντική αλλοίωση των αρχικών του σχεδιαστικών δεδομένων. προτείνονται από την πλευρά της κοινωνικής ψυχολογίας, αλλά έγινε σαφές ότι κάλλιστα στην σχεδίαση του μπορούν να εισαχθούν τέτοιες ιδιότητες καθώς επίσης μπορούν να προκύψουν ως αναδυόμενα φαινόμενα των αλληλεπιδράσεων. Με την έννοια αυτή το μοντέλο μας είναι δεκτικό για διαφορετικής έκτασης πειραματισμό

Αναφορικά τώρα με την φύση της αναδυτικής διαδικασίας την οποία ορίζει ο Holland το μοντέλο μας ανέδειξε την συνάθροιση χωρίς σαφή προγραμματισμό της . Στις σχεδιαστικές παραμέτρους του απουσίαζαν εντολές του τύπου «σχηματίστε ομάδα». Αντιθέτως οι ομάδες προέκυψαν ως ανάδυση από απλές διαδικασίες επικοινωνίας αλληλεπίδρασης και στοιχειώδους μνήμης. Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε για να αποτυπώσει αυτή τη στοιχειώδη μνήμη ήταν συμβατή με τον εσωτερικό σκοπό του κάθε

φορέα και είχε τον χαρακτήρα σήμανσης ακριβώς με τον τρόπο που αυτή ορίζεται από τον Holland.
Ο πίνακας φορέων, που η αλληλεπίδραση μαζί τους στο παρελθόν επέφερε στον φορέα πλεονασματικά αποτελέσματα, προερχόμενα από συνεργατικές συμπεριφορές, δεν είχε τον χαρακτήρα ούτε πλήρους και ορθολογικής, ούτε αυθαίρετης κατηγοριοποίησης των άλλων σε «μέλη ομάδων – ξένους». Αντιθέτως κατηγοριοποιούσε συμπεριφορές που ικανοποιούσαν τον εσωτερικό σκοπό του φορέα και αυτή η κατηγοριοποίηση αποτελεί τη σήμανση στην οποία αναφέρεται ως μηχανισμό επίτευξης της συνάθροισης ο Holland.

Η μη γραμμικότητα του μοντέλου αποδείχθηκε με σαφήνεια από την ανάδυση φαινομένων ομάδων καθώς και από την μεταβολή των αποτελεσμάτων που επέφερε η αλλαγή της έντασης των παραμέτρων.
Η ροή καταδείχθηκε από το μοντέλο

- από την ρευστότητα που ήταν τελικά εγγενής σε αυτό
- από την ανάδυση πλήθους ομάδων και κυρίως
- από την εξάρτηση της εξέλιξης του τεχνητού κόσμου από την επικοινωνία.

Τέλος τα δομικά στοιχεία αναδύθηκαν με την εμφάνιση των ομάδων και των ιδιοτήτων τους.

4. Να είναι δεκτικό ελέγχου καταλληλότητας

Ενώ η προηγούμενη προϋπόθεση ως στόχο είχε την ικανοποίηση κριτηρίων με βάση τα οποία το μοντέλο καθίσταται δυναμικό και αυτοοργανούμενο, η προϋπόθεση αυτή στοχεύει να καταστήσει τα παραγόμενα αποτελέσματα δεκτικά ελέγχου βάσει θεωρητικών παραδοχών των κοινωνικών επιστημών και της οικονομικής επιστήμης.
Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε η σύγκριση των αποτελεσμάτων που παράγονται από το μοντέλο με συγκεκριμένες θεωρητικές θέσεις αναφορικά με την ερμηνεία του κοινωνικού συστήματος ως αναπαραγωγή της επικοινωνίας, την σχέση των κοινωνικών οντοτήτων που παρατηρούμε στον κοινωνικό κόσμο με τα σύνορα που την διακρίνουν από το περιβάλλον της καθώς και τις θεωρητικές θέσεις για τις μικροομάδες. Πρέπει να τονισθεί ότι αυτή η επιλογή δεν συνεπάγεται απόρριψη άλλων περισσότερο ίσως πλούσιων θεωρητικών προτάσεων. Ταυτόχρονα ισχύει ότι είναι πρακτικά ανέφικτο να ελεγχθεί ένα μοντέλο με βάση το συνολικό θεωρητικό σώμα ενός επιστημονικού κλάδου.
Η επιλογή των συγκεκριμένων θεωρητικών τοποθετήσεων πραγματοποιήθηκε εξαιτίας

- Α) της συνάφειας τους με τις διαστάσεις του μοντέλου COMSCAPE
- Β) το γεγονός ότι αποτελούν θεωρητικές προτάσεις υψηλής αφαίρεσης οι οποίες ταυτόχρονα λειτουργούν στο συστημικό επίπεδο.

Η υψηλή αφαίρεση κρίθηκε κατάλληλη έναντι άλλων τοποθετήσεων περισσότερο λεπτομερών αναφορικά με την κοινωνική δομή, τη συμπεριφορά, και το κοινωνικό υποκείμενο, ενώ αναφορικά με το συστημικό επίπεδο κρίναμε χρήσιμο να συμπεριλάβουμε θεωρητικές διατυπώσεις που έχουν από τη φύση τους οικουμενικό χαρακτήρα.

Πάντως ανεξάρτητα από τη χρήση των συγκεκριμένων θέσεων, η βασική προϋπόθεση που πρέπει να ικανοποιείται από το μοντέλο COMSCAPE και παρεμφερή στη φιλοσοφία και μεθοδολογία μοντέλα είναι ότι πρέπει εν δυνάμει να είναι ικανά να ελέγχονται με βάση θεωρητικά σχήματα του γνωστικού πεδίου στο οποίο πειραματίζονται. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να αποφεύγονται σχεδιασμοί που είναι μεν εσωτερικά συνεπείς αλλά ενδεχομένως αυθαίρετοι σε σχέση με τις πραγματικές συνθήκες που δημιουργούν το υπό παρατήρηση φαινόμενο. Εν μέρει αυτή τη θέση υποστηρίζει όπως αναφέραμε στο μέρος 1 και ο Moss.
Αναλυτικότερα τώρα, με βάση τα συγκεκριμένα θεωρητικά σχήματα που υιοθετήθηκαν από την εργασία αυτή, τα συμπεράσματα είναι τα ακόλουθα:

Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων του μοντέλου μας κατέδειξαν τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η επικοινωνία στην εξέλιξη του συστήματος που μοντελοποιήσαμε. Διαπιστώσαμε ότι με την συγκεκριμένη μοντελοποίηση το ενδιαφέρον στοιχείο δεν είναι οι φορείς ως υποκείμενα, αλλά η συμπεριφορά τους.
Η συμπεριφορά αυτή αν και εξαιρετικά απλή, μπορεί να εκδηλωθεί μόνο ως συμπεριφορά αλληλεπίδρασης και επικοινωνιακή αντίστοιχα. Με την έννοια αυτή το μοντέλο μας παρακάμπτει τον ρόλο του υποκειμένου και εστιάζει στη συμπεριφορά. Δεδομένου δε ότι στο μοντέλο μας οι φορείς υπόκεινται σε φθορά χρόνου, κα ι εξαφανίζονται όταν δεν ικανοποιείται ο εσωτερικός τους σκοπός ή όταν η προσπάθεια να τον ικανοποιήσουν αποδεικνύεται ανεπιτυχής, τα στοιχεία που αναπαράγονται είναι η συμπεριφορά και η επικοινωνία. Το μοντέλο COMSCAPE ικανοποιεί ως κριτήριο τη θεωρητική θέση του Lehmann ότι το περιεχόμενο της επικοινωνίας είναι πάντοτε απρόβλεπτο σε σχέση με την παρούσα κατάσταση του συστήματος.
Τα αποτελέσματα των πειραμάτων του μοντέλου μας κατέδειξαν ότι σε ένα περιβάλλον στο οποίο κυριαρχούν ανταγωνιστικές συνθήκες, η εκδήλωση τόσο των ανταγωνιστικών όσο και των συνεργατικών συμπεριφορών δεν αποτελεί όρο που από μόνος του εγγυάται την αναπαραγωγή των συμπεριφορών αυτών με την μορφή αλληλεπιδράσεων. Σε αυτές τις συνθήκες οι φορείς που αποτελούν οχήματα μεταφοράς των συμπεριφορών εξαφανίζονται και με τον τρόπο αυτό σταματά και η αναπαραγωγή των συμπεριφορών.
Επίσης από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η μόνη συνθήκη που διασφαλίζει αυτή την αναπαραγωγή είναι η χρήση της επικοινωνίας με έμφαση στην ιδιωτική. Η επικοινωνία έχει ορισμένα χαρακτηριστικά άξια σχολιασμού.

- Είναι εξαρτημένη από το περιεχόμενο των προηγούμενων συμπεριφορών. Επομένως αποκτά απρόβλεπτο χαρακτήρα σε σχέση με την τωρινή κατάσταση το συστήματος.
- Είναι εξαρτημένη από μια επικοινωνιακή αλληλουχία, άρα αναπαράγεται σε κάθε στάδιο και η προϊστορία της.
- Τα όριά της δεν είναι ούτε δεδομένα ούτε σταθερά. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό εάν αναλογισθούμε ότι εάν ένας φορέας που πρόκειται να χρησιμοποιήσει την επικοινωνία με ένα σχηματισμένο πίνακα εξαφανισθεί από οποιαδήποτε αιτία, αυτομάτως η επικοινωνία αυτή δεν θα πραγματοποιηθεί.
- Η επικοινωνία δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί ή δεν έχει σημασία η ενεργοποίησή της χωρίς την ταυτόχρονη ύπαρξη πομπού και δέκτη.

Με αυτά τα δεδομένα από τα πειράματα του μοντέλου μας προκύπτει ότι υπάρχει ένα σημείο εξέλιξης του συστήματος συμπεριφορών που έχουμε μοντελοποιήσει πέραν του οποίου είναι αδύνατο να γίνεται το σύστημα αντιληπτό χωρίς την επικοινωνία. Η επικοινωνία επομένως αποτελεί το στοιχείο που επιτρέπει στο σύστημα να αναπαράγεται ενώ ταυτόχρονα η αναπαραγωγή του αυτή αποτελεί και αναπαραγωγή της επικοινωνίας. Η σχέση αναπαραγωγής ανάμεσα στην επικοινωνία και την συμπεριφορά αποδεικνύεται δυναμική και μη γραμμική. Ταυτόχρονα παρατηρούμε ότι ενώ χωρίς αυτή την αναπαραγόμενη σχέση το σύστημα εκτός του ότι καταλύεται δεν εκδηλώνει ιδιότητες που να παρουσιάζουν αναλογίες με κοινωνικές, με την εισαγωγή της επικοινωνίας το σύστημα αυτομάτως παρουσιάζει τέτοιες ιδιότητες και για όσο χρόνο η επικοινωνία και οι συμπεριφορές αναπαράγονται. Η εμφάνιση ομάδων ως αναδυτικό φαινόμενο αποτελεί ανάδυση των συμπεριφορών αυτών και των επικοινωνιών, στοιχεία χωρίς τα οποία είναι αδύνατο να προκύψουν οι ομάδες αυτές. Ταυτόχρονα όμως η αναπαραγωγή της επικοινωνίας καθίσταται αδύνατη χωρίς την εμφάνιση ομάδων. Από τα προηγούμενα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η εμφάνιση της επικοινωνίας αποτελεί ένα όριο μετάβασης των καταστάσεων του συστήματος σε νέες αναδυόμενες οντότητες

και ιδιότητες οι οποίες αναπαράγουν την επικοινωνία και αναπαράγονται από αυτήν. Αυτή η δυναμική σχέση συλλαμβάνεται από το μοντέλο COMSCAPE.

Η ΔΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΑ ΣΥΝΟΡΑ ΠΟΥ ΤΙΣ ΔΙΑΚΡΙΝΟΥΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.

Εκθέσαμε περιληπτικά την θέση αυτή του Abbott στο αντίστοιχο κεφάλαιο.
Η βασική του θέση συνίσταται στο γεγονός ότι στη σχέση αυτή τα σύνορα προηγούνται τόσο οντολογικά όσο και χρονικά και η κοινωνική οντότητα έπεται.
Τα πειραματικά δεδομένα που προκύπτουν από το μοντέλο μας αποδεικνύουν την ικανότητά του να συλλάβει τόσο αυτή τη δυναμική στη γενική της διατύπωση όσο και στο επίπεδο των χρησιμοποιούμενων υποθέσεων και των ιδιοτήτων των οντοτήτων που προτείνει ο Abbott.
Στο μοντέλο μας δημιουργούνται οντότητες όταν οι επιμέρους συμπεριφορές το επιτρέψουν. Δηλαδή οι ομάδες που εμφανίζονται δεν είναι δυνατόν να ερμηνευθούν με βάση τη δομή τους αλλά μόνο με βάση τις συμπεριφορές. Οι συμπεριφορές προηγούνται χρονικά και επιπρόσθετα αποτελούν πρωτογενώς αναγνωρίσιμες καταστάσεις ενώ αντιθέτως αυτό δεν ισχύει για τις ομάδες. Οι ομάδες αποτελούν δυναμικές συλλογές των συμπεριφορών οι οποίες και μπορούν να παρέχουν τα δεδομένα στον παρατηρητή για να αναγνωρίσει τις κοινωνικές οντότητες Οι συμπεριφορές επομένως αποτελούν τα σύνορα όπως τα ορίζει η θέση του Abbot. Οι ομάδες αντίστοιχα αποτελούν τις κοινωνικές οντότητες που αναδύονται από τα σύνορα αυτά.
Το μοντέλο μας επίσης θεωρούμε ότι συλλαμβάνει και αναπαριστά την δυναμική που προκύπτει από τις δυο υποθέσεις που χρησιμοποιεί η θέση Abbott.
Η πρώτη είναι η υπόθεση της «διαφοράς» και η δεύτερη είναι ότι οι ιδιότητες των οντοτήτων ανήκουν σε γεγονότα και όχι κατ' ανάγκη σε δομές.
Με βάση την πρώτη υπόθεση, οι διαφορές αποτελούν τον τρόπο ορισμού των συνόρων και αποτελούν καταστάσεις που αναδύονται από τοπικού χαρακτήρα αλληλεπιδράσεις. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές πιθανολογικά δημιουργούν σταθερές ιδιότητες που ορίζουν οι δυο πλευρές. Αυτή η συνθήκη παράγεται από το μοντέλο COMSCAPE δεδομένου ότι από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι φορείς αναπτύσσουν τοπικές αλληλεπιδράσεις που συνιστούν συνεργατικές συμπεριφορές σε ένα κόσμο που κυριαρχεί ο ανταγωνισμός. Η επανάληψη αυτών των αλληλεπιδράσεων δημιουργεί σταθερές ιδιότητες επικοινωνίας και συμπεριφορών από τις οποίες αναδύονται οι ομάδες.
Με βάση τη δεύτερη υπόθεση του Abbott οι ιδιότητες αυτές ανήκουν σε γεγονότα. Με το μοντέλο μας οι συμπεριφορές παράγουν γεγονότα δεδομένου ότι δεν προκύπτει με γραμμικό τρόπο η έκβαση από την εκδήλωση αυτών των συμπεριφορών.

Θα εξετάσουμε τέλος την ικανότητα του μοντέλου μας να αποτυπώνει τις ιδιότητες που ο Abbott θεωρεί ότι διακρίνουν τις κοινωνικές οντότητες. Οι ιδιότητες αυτές είναι η διάρκεια τους δηλαδή η ικανότητά τους να ανθίστανται έναντι της κατάρρευσης και η ικανότητά τους να δημιουργούν κοινωνική αιτιότητα δηλαδή να προκαλούν κοινωνική δράση.
Η διάρκεια των οντοτήτων με την έννοια της αντίστασης έναντι της κατάρρευσης στο μοντέλο μας καθίσταται πασιφανής από τα παραγόμενα αποτελέσματα δεδομένο ότι όπως παρουσιάσαμε στο στάδιο των αναλύσεων των αποτελεσμάτων των πειραμάτων οι φορείς οι οποίοι δεν κατορθώνουν να αναπτύξουν συμπεριφορές συνεργατικές και επικοινωνιακές ικανότητες εξαφανίζονται. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο η εκδήλωση συνεργατικών συμπεριφορών συντείνουν στην αντίσταση του πληθυσμού στην κατάρρευση.

Αναφορικά με την δεύτερη ιδιότητα της οι αλληλεπιδράσεις που παράγονται στο μοντέλο COMSCAPE και συνδέονται με την βιωσιμότητα του πληθυσμού προκαλούν κοινωνική δράση η οποία μορφοποιείται στην ανάδυση ομάδων.

ΟΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΈΣ ΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΙΚΡΟ-ΟΜΑΔΕΣ

Αναφορικά με τις θεωρητικές αυτές θέσεις παρατηρούμε από τα αποτελέσματα ότι παράγονται μικρό –ομάδες καθώς και ότι οι φορείς που τις συναποτελούν αναπτύσσουν αριθμό σχέσεων ανάλογο με το μέγεθός τους. Έχοντας κατά νου ότι το μοντέλο δεν ορίζει παραμέτρους όπως αριθμό ομάδων, πλήθος μελών των ομάδων αυτών, πλήθος σχέσεων και υποχρέωση των φορέων να συμμορφώνονται με προϋπάρχοντες κανόνες, συμπεραίνουμε ότι τόσο οι ομάδες όσο και η ανάδυση των παραμέτρων αυτών αποτελούν προϊόν της αυτοοργάνωσης.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΤΟΥ D.NORTH

Τέλος θα ελέγξουμε τα παραγόμενα αποτελέσματα του μοντέλου μας με βάση τα θεωρητικά συμπεράσματα ενός μοντέλου ανάλυσης οικονομικής ιστορίας το οποίο ανέπτυξε ο οικονομολόγος D.North.
Πολλοί ήσαν οι λόγοι μας οδήγησαν σε αυτή την απόπειρα σύγκρισης, τους οποίους θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια.

1. Το μοντέλο COMSCAPE, στην καθαρή του μορφή, περιγράφει σχέσεις με πολύ υψηλό βαθμό αφαίρεσης, έτσι ώστε δύσκολα μπορεί να συγκριθεί ως προς τα αποτελέσματά του με ένα οποιοδήποτε μοντέλο ανάλυσης πραγματικών δεδομένων. Όμως παρά αυτό το γεγονός, είναι εξοπλισμένο με τη ικανότητα να παράγει δυναμικά αποτελέσματα, να χρησιμοποιεί τον πειραματισμό για τον έλεγχο των υποθέσεών του και να συγκρίνει με βάση αυτόν τον πειραματισμό την απόκλιση που παρουσιάζουν τα δεδομένα όταν μεταβάλλονται ελάχιστα ή σημαντικά τα δεδομένα των αρχικών υποθέσεων. Ανάμεσα σε αυτές τις υποθέσεις προς επαλήθευση θα μπορούσαν κάλλιστα να εισαχθούν υποθέσεις, αναφορικά με την εξέλιξη ενός μοντελοποιημένου κόσμου, οι οποίες έχουν διατυπωθεί με βάση την εμπειρική παρατήρηση στοιχείων και δεδομένων, έτσι ώστε στόχο του μοντέλου να αποτελεί η, βασισμένη στον πειραματισμό, διερεύνηση της συμπεριφοράς δυναμικών και δομικών μεταβλητών που επηρεάζουν την εξέλιξη του πραγματικού κόσμου όπως την οποία έχουμε ήδη αναλύσει με ένα άλλο θεωρητικό υπόδειγμα, το οποίο όμως βασίζεται σε ακριβή εμπειρικά δεδομένα. Αυτή η προσέγγιση αποτελεί υιοθέτηση της θέσης του Moss αναφορικά με τις αρχικές υποθέσεις που τα MAM μοντέλα οφείλουν να χρησιμοποιούν για να καθίστανται αξιόπιστα και χρήσιμα στην ανάλυση του πραγματικού κόσμου. Έτσι ένα μοντέλο οικονομικής ιστορίας ή ένα μοντέλο ανάλυσης των ελευθέριων επαγγελμάτων ή του συνδικαλιστικού κινήματος ξεκινά από την συλλογή και ταξινόμηση κάποιων εμπειρικών δεδομένων, διαδικασία η οποία δεν προβλέπεται για ένα μοντέλο MAM όπως είναι το COMSCAPE.
Όμως οποιοδήποτε από τα προηγούμενα μοντέλα, θα χρησιμοποιούσε, προκειμένου να αναλύσει τα αίτια ή τα αποτελέσματα της θεματικής περιοχής που πραγματεύεται, κάποιες υπερκείμενες σε σχέση με τα δεδομένα συνθήκες. Η ανάλυση για παράδειγμα του ανταγωνισμού και της συνεργασίας την οποία πραγματεύεται το COMSCAPE υπάρχει στον πυρήνα θεωριών για την οικονομική ιστορία, για τον σχηματισμό και εξέλιξη των ελευθέριων επαγγελμάτων ή για την διαπάλη των κοινωνικών δυνάμεων που προσδιορίζουν τα αποτελέσματα από ένα αγώνα συνδικαλιστικό.

2.Το μοντέλο North ξεκινά από ριζικά διαφορετική αφετηρία από αυτό του COMSCAPE. Με ένα πυρήνα που τον αποτελεί ένα μικροοικονομικό υπόδειγμα, το μοντέλο North χρησιμοποιεί μια θεωρία για το κράτος, μια θεωρία για την πληθυσμό και μια θεωρία για την ιδεολογία.
Το μοντέλο COMSCAPE αντιθέτως δεν διαθέτει κανένα από τα στοιχεία αυτά.
Τα μόνα κοινά τους στοιχεία είναι η ύπαρξη των καταστάσεων ανταγωνισμού και συνεργασίας, η σπανιότητα των πόρων και τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι στο προσομοιοτικό μας μοντέλο τα στοιχεία αυτά διαθέτουν λεπτομέρεια, πλούσια περιγραφή και ιστορικό υπόβαθρο όπως συμβαίνει στο μοντέλο North. Για παράδειγμα η ύπαρξη ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων στο μοντέλο μας υπάρχει μόνο ως μια απλή συνθήκη κατανομής του προϊόντος της κοινής προσπάθειας των φορέων.
Το COMSCAPE παράγει αποτελέσματα που οδηγούν σε μια ερμηνεία σύμφωνα με την οποία η σπανιότητα των πόρων μπορεί να τύχει διαχείρισης από τους φορείς, εάν μέσω των συμπεριφορών τους αναπτύξουν σχέσεις κατανομής που να επιτρέπουν την επιβίωσή τους. Δεδομένου όμως ότι ζουν σε ένα κόσμο διακινδύνευσης λόγω του ανταγωνισμού πρέπει αφενός να κατευθύνουν τις συμπεριφορές αυτές μόνο προς τους φορείς που τους παρέχουν μια σχετική εγγύηση για τη συμμετοχή τους στην κατανομή αυτή και αφετέρου να παραιτηθούν από την εγωιστική συμπεριφορά. Αυτές οι δυο προϋποθέσεις αναλύονται διεξοδικά και από το μοντέλο North. Αναλύονται ως η δυναμική που επέφερε ομάδες, κοινωνικούς σχηματισμούς πάντα βασισμένους στα ιδιοκτησιακά δικαιώματα, που ξεκίνησαν με απλές μορφές και έφθασαν σε καταστάσεις πολύπλοκων συστημάτων ατομικής ιδιοκτησίας και δημόσιων αγαθών. Το μοντέλο μας δεν είναι βέβαια ικανό να συλλάβει και να αναπαραστήσει την πολύπλοκη αυτή κατάσταση που διαμορφώθηκε ιστορικά, μπορεί όμως να αναπαραστήσει τον βασικό μηχανισμό κατανομής ως ακρογωνιαίο λίθο και αιτία τόσο της επιβίωσης των πληθυσμών όσο και της δημιουργίας ομάδων που με τον δυναμικό τους χαρακτήρα δημιουργούν το πλαίσιο της κατανομής αυτής. Εξάλλου κα ιτο μοντέλο North τελικά συμπεραίνει ότι τα πολύπλοκα φαινόμενα που συνιστούν το περιεχόμενο της οικονομικής ιστορίας κατά βάση αποτελούν ένα σύστημα βασισμένο στις καταστάσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας που αναπτύχθηκαν προκειμένου το ανθρώπινο είδος να διαχειρισθεί αποτελεσματικά την γενικευμένη σπανιότητα πόρων.

3.Από το μοντέλο μας επίσης όπως εμφανίζουν τα αποτελέσματά του απουσιάζει η ικανότητα βάσει του σχεδιασμού του, να αποτυπώσει την ανάδυση του κράτους. Απουσιάζει επίσης η ικανότητα αποτύπωσης μιας άνισης κατανομής του συλλογικού προϊόντος η οποία όμως να μην οφείλεται απλά στον ανταγωνισμό αλλά να αναδύεται ως παράγωγο και της συνεργατικής συμπεριφοράς. Απουσιάζουν οι δυνατότητες αποτύπωσης μιας οικονομίας που βασίζεται στην παραγωγικότητα και δημιουργεί πλούτο αντί απλά να τον συλλέγει.
Όπως είναι γνωστό από την οικονομική ιστορία μετά την εμφάνιση της κοινοτικής ιδιοκτησίας ακολούθησαν ποικίλες μορφές άνισης κατανομής, μορφές εμφάνισης του κράτους σε συνθήκες που οι πρωτόγονες κοινότητες κατόρθωσαν να βρουν τρόπους να αυξήσουν το οριακό προϊόν της εργασίας τους.
Γίνεται σαφώς αντιληπτό ότι το COMSCAPE δεν διαθέτει τα σχεδιαστικά εκείνα δεδομένα ώστε να αναπαραστήσει τις δυναμικές που προαναφέρθηκαν. Όμως από τη στιγμή που μπορεί να συλλάβει τον πυρήνα αυτών των σχέσεων που είναι η ανάδυση ομάδας προκειμένου να επιτευχθεί ο συντονισμός για την παραγωγή και τη διαχείριση του εκάστοτε προκύπτοντος πλούτου θα ήταν εν δυνάμει ικανό με μετασχηματισμούς στις σχεδιαστικές του παραμέτρους να αποτυπώσει περισσότερο πλούσιες καταστάσεις εντοπίζοντας για παράδειγμα ποιες αρχικές συνθήκες θα έπρεπε να σχεδιασθούν για να είναι πειραματικά παρατηρήσιμη η ανάδυση δυνάμεων παρόμοιων με το πρωτόγονο κράτος.
Θα μπορούσε με παρόμοιο τρόπο να πειραματισθεί με δυναμικές που θα προκαλούσαν μεταβολή του τρόπου κατανομής στην εξέλιξη του μοντέλου με στόχο να προσδιορίσει

ποιοι μετασχηματισμοί των αρχικών του υποθέσεων θα επέφεραν παρόμοια αποτελέσματα με αυτά που προκύπτουν από το μοντέλο οικονομικής ιστορίας.

Με την διαδικασία επομένως ελέγχου του που εισάγουμε, προσπαθούμε να εκμεταλλευτούμε τον δυναμικό, μη γραμμικό και πειραματικό του χαρακτήρα προκειμένου να εντοπίσουμε τις αναγκαίες σχέσεις που πρέπει να το καθορίζουν προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση δυναμικών που διέπουν τον πραγματικό κόσμο.
Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων μας προέκυψαν εν μέρει αυτά τα συγκριτικά αποτελέσματα. Το μοντέλο COMSCAPE επιβεβαίωσε με τα αποτελέσματά του τον καθοριστικό ρόλο της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στις καταστάσεις ανταγωνισμού και συνεργασίας, όταν αυτή η αλληλεπίδραση λειτουργεί τοπικά και χωρίς μια κεντρική συντονιστική αρχή. Συνέλαβε ότι στις συνθήκες αυτές ο τρόπος συντονισμού καθορίζει την διαχείριση των σπανιζόντων πόρων. Επιβεβαίωσε ότι ο τρόπος αυτοοργάνωσης βασίζεται στην ιδιοκτησιακά δικαιώματα τα οποία εκφράζονται απλά στην περίπτωσή του, ως οι ποσότητες πόρου που κατανέμονται τελικά στους φορείς και συμβάλλουν στην αναπαραγωγή του πληθυσμού. Επιβεβαίωσε τέλος ότι ο τρόπος αυτοοργάνωσης διέρχεται από την κατάσταση ανάδυσης ομάδων καθώς και ότι δεν μπορεί να επέλθει χωρίς την δημιουργία αυτών σε ένα αόριστο πλαίσιο του γενικού πληθυσμού.
Αντιθέτως τα σημεία τα οποία αδυνατεί να συλλάβει το μοντέλο COMSCAPE είναι όλα αυτά που σχετίζονται με την παραγωγή αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν από τις παραδοχές του μοντέλου North αναφορικά με την δυναμική του κράτους, της ιδεολογίας της αύξουσας παραγωγικότητας και της άνισης κατανομής. Ο λόγος αυτής του της αδυναμίας είναι η απουσία αρχικών συνθηκών που να παράγουν τέτοια αποτελέσματα. Άρα με την διαδικασία ελέγχου τους με βάση ένα μοντέλο ανάλυσης του πραγματικού κόσμου και της ιστορικής εξέλιξης αυτού του κόσμου, μοντέλα σαν το COMSCAPE δύνανται να ελέγχονται για τον βαθμό σύμπτωσης των παραγόμενων αποτελεσμάτων τους, με παρατηρήσιμες από άλλης αφετηρίας μοντέλα, συναθροιστικές συμπεριφορές, ενώ ταυτόχρονα εντοπίζονται εκείνες οι σχεδιαστικές παράμετροι που απουσιάζουν για μια πλήρη ερμηνεία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για να καταδείξουν την απόκλιση, είτε για να εντοπίσουν επιπλέον συνθήκες που θα έπρεπε να συμπεριληφθούν στο σχεδιασμό τους μελλοντικά, είτε τέλος για να επαναδιατυπωθούν με τρόπο που θα επέτρεπε την πειραματική διερεύνηση διαφορετικών ενδεχομένων αποτελεσμάτων.

Δ.4. *ΑΝΟΙΧΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ*

Από την προηγούμενη επισκόπηση των αποτελεσμάτων προκύπτουν και τα θέματα τα οποία χρήζουν περαιτέρω ερευνητικής ενασχόλησης και οι τομείς που το μοντέλο COMSCAPE αδυνατεί να καλύψει χωρίς διερεύνηση αναφορικά με τον απαιτούμενο εμπλουτισμό του.
Μπορούμε να κατατάξουμε τα πεδία εμπλουτισμού στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Α. Εύρος αρχικών υποθέσεων
- Β. Εμπλουτισμός των προσομοιωτικών μοντέλων
- Γ. Εμπλουτισμός των μηχανισμών του COMSCAPE.
- Δ. Διερεύνηση των σχέσεων αναπαράστασης και θεμελίωσης

Αναφορικά με την κατηγορία Α ανοιχτό θέμα για περαιτέρω έρευνα παραμένει η διερεύνηση και κατανόηση των επιπτώσεων που επιφέρουν στα αποτελέσματα μικρές μεταβολές στην αρχική παραμετροποίηση και η έρευνα για την φύση του μηχανισμού που συνδέει αυτές τις αποκλίσεις με την αποκάλυψη και ερμηνεία εγγενών στο μοντέλο δυναμικών που συνεπάγονται σημαντική επίδραση στο υπό παρατήρηση φαινόμενο και των οποίων η σημασία φαίνεται να υποβαθμίζεται από την παραμετροποίηση. Στο

COMSCAPE όπως είδαμε μια μεταβολή στον τρόπο επικοινωνίας επιφέρει σημαντικές μεταβολές στην βιωσιμότητα του πληθυσμού. Αυτό σημαίνει ότι η δυναμική διαδικασία της αυτοοργάνωσης που παράγεται σε κάθε περίπτωση επηρεάζεται ουσιωδώς από ελαφρές μεταβολές στις αρχικές συνθήκες ή παράγοντες που η ακριβής τους επίδραση προκύπτει από τον πειραματισμό ως ένδειξη αλλά αποκαλύπτεται ότι το μοντέλο αποκρύβει την σφοδρότητα με την οποία λειτουργούν. Είδαμε ότι δυο παραλλαγές του μηχανισμού επικοινωνίας στο COMSCAPE επέφεραν διαφορετικά αποτελέσματα. Διαπιστώσαμε επίσης ότι από τις δυο παραλλαγές αποκαλύφθηκε πως ο τρόπος επικοινωνίας επηρεάζει με περισσότερο πολύπλοκο και σύνθετο τρόπο τον άριστο συντονισμό των φορέων και ως εκ τούτου επηρεάζει την άριστη κατανομή. Οι φορείς με βάση την παραλλαγή Β κινούνται προς τα σημεία που διαθέτουν την μέγιστη ποσότητα πόρου επικαιροποιώντας διαρκώς το προϊόν της πληροφορίας που λαμβάνουν, ενώ αντιθέτως στην παραλλαγή Α εξαντλούν την πληροφορία αυτή με βάση τη χρονική διαδοχή λήψης. Ενώ αυτοί οι δυο τρόποι αρχικά δεν μας υποψίασαν ότι επιφέρουν διαφοροποιημένα αποτελέσματα, τα πειράματα κατέδειξαν πως η περισσότερο ακριβής πληροφόρηση επιδρά ανασταλτικά στον άριστο συντονισμό των φορέων.
Αντιστοίχως άλλα σημεία που δεν διερευνήθηκαν είναι:

- Η ασύμμετρη αναπαραγωγή των πόρων και ο βαθμός στον οποίο επηρεάζει τα προκύπτοντα αποτελέσματα.
- Η ελαφρά μεταβολή του μηχανισμού διεξαγωγής της αλληλεπίδρασης
- Η μεταβολή της γενετικής προδιάθεσης των φορέων.

Κάθε μια από αυτές τις μεταβολές ενδέχεται να αποκαλύπτει όχι μόνο διαφοροποιημένα αποτελέσματα αλλά και στοιχεία για τον τρόπο που κρυφές στο μοντέλο δυναμικές παρεμβαίνουν μη γραμμικά στην εξέλιξη των εφαρμογών, αποκαλύπτοντας νέα στοιχεία με βάση τα οποία μπορούμε να κατανοήσουμε την μη γραμμική φύση του συστήματος που μοντελοποιήσαμε.

Αναφορικά με την κατηγορία Β ανοικτά παραμένουν θέματα όπως η προκύπτουσα συμπεριφορά στο υπό παρατήρηση φαινόμενο που θα προέκυπτε από μεταβολή της δισδιάστατης πλατφόρμας σε άλλη περισσοτέρων διαστάσεων.

Αναφορικά με την κατηγορία Γ ανοιχτά θέματα για περαιτέρω έρευνα αποτελούν:
Ο σχεδιασμός του μοντέλου με τρόπο τέτοιο ώστε να επιτρέπει την ανάδυση ιεραρχίας και ασύμμετρων απολαβών.
Ο σχεδιασμός του μοντέλου με τρόπο που οι φορείς να έχουν ικανότητες facilitation και imitation
Ο σχεδιασμός του μοντέλου με τρόπο που να επιτρέπει την ανάδυση ιεραρχικών συστημάτων επικοινωνίας.

Τέλος αναφορικά με την κατηγορία Δ ισχύει πως η συνολικότερη μέχρι σήμερα ερευνητική προσπάθεια δεν έχει φθάσει σε τέτοιο βαθμό ωριμότητας ώστε να είναι σαφές πότε τα αποτελέσματα δημιουργούν αναπαραστάσεις φαινομένων τα οποία έχουμε ήδη κατανοήσει με άλλες επιστημονικές μεθόδους και επομένως τα προσομοιωτικά μοντέλα δοκιμάζονται για την πιστότητα στην αναπαράσταση αυτή ή αντιθέτως εάν και πότε αντιστοίχως τα προσομοιωτικά μοντέλα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την θεμελίωση ερμηνειών των αποτελεσμάτων.
Κατά μείζονα λόγο το μοντέλο COMSCAPE αδυνατεί να απαντήσει στα ερωτήματα αυτά. Με όπλο όμως την μη γραμμικότητά του και τον πειραματισμό μπορεί και αυτό να συμβάλει λίγο στην προσπάθεια αυτή.

Τέλος πρέπει να διευκρινισθεί ότι τα προσομοιωτικά μοντέλα μπορούν (και διαθέτουν την προς τούτο απαιτούμενη ερμηνευτική ικανότητα) να χρησιμοποιηθούν επικουρικά ή εναλλακτικά ως εργαλεία για την διερεύνηση φαινομένων που εμπίπτουν στο αντικείμενο που πραγματεύεται η επιστημονική θεωρία. Δεν μπορούν όμως σε καμιά περίπτωση να την υποκαταστήσουν. Ισχύει επομένως η εύστοχη επισήμανση του Holland ότι η θεωρία είναι η μόνη ελπίδα μας για την κατανόηση των ερωτημάτων μας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

SUGARSCAPE – ΒΑΣΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.

Το μοντέλο αυτό όπως έχει αναφερθεί ήδη στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε από τους Epstein & Axtell (1996) και έκτοτε έχει αποτελέσει ένα διακριτό ερευνητικό πεδίο μελέτης της συμπεριφοράς που προσιδιάζει στην ανθρώπινη οικονομική και κοινωνική συμπεριφορά, αλλά και των παρατηρήσιμων φαινομένων ανάδυσης που εμφανίζονται από την εκτέλεση πειραμάτων. Είναι μεγάλος ο κατάλογος των ερευνητών που έχουν ασχοληθεί με παραλλαγές του μοντέλου προκειμένου να μελετήσουν τα εν λόγω θέματα.

Ανάλογα με τα ειδικά χαρακτηριστικά των παραλλαγών του SUGARSCAPE μπορούμε να μελετήσουμε και μετρήσουμε συμπεριφορές όπως, συναλλαγές και εμπόριο, μετανάστευση, σχηματισμός ομάδων, αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, συμπλοκές, πολιτισμική μετάδοση, διάδοση ασθενειών, δυναμικές εξέλιξης πληθυσμών, επικοινωνία κλπ.

Τοιουτοτρόπως το μοντέλο SUGARSCAPE έχει αναχθεί σε ένα περιβάλλον μελέτης, ένα περιβάλλον δημιουργίας ενός τεχνητού προσομοιωμένου κόσμου που αποτελείται από φορείς που μάχονται για την επιβίωσή τους και αλληλεπιδρούν, τόσο με το περιβάλλον και τις ειδικές του συνθήκες, όσο και με τους άλλους φορείς.

Δεν υπάρχει μια εξ ορισμού δοσμένη τοπολογία του περιβάλλοντος αυτού. Όμως η τοπολογία είναι δεδομένη για κάθε ξεχωριστό πείραμα. Με την έννοια αυτή, κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου πειράματος η τοπολογία παραμένει σταθερή.

Σε γενικές γραμμές το περιβάλλον αυτό είναι ένα τοπίο (Landscape), που διαιρείται σε επιμέρους τοποθεσίες- θέσεις(locations), και έχει τη μορφή ενός δικτυώματος (grid).
Σε κάθε μια από αυτές τις θέσεις μπορεί να υπάρχει ένας φορέας (agent) ο οποίος είναι κάτοικος αυτού του τεχνητού κόσμου. Μπορούν επίσης να υπάρχουν ποσότητες πόρων, οι οποίες αποτελούν «τροφή» για τους φορείς. Προσλαμβάνοντας αυτές τις ποσότητες πόρων οι φορείς διατηρούνται στη ζωή.

Επίσης οι θέσεις αυτές μπορούν να είναι άδειες, το οποίο σημαίνει να μην υπάρχουν τόσο φορείς όσο και πόροι. Το περιβάλλον SUGARSCAPE ορίζεται από τους Epstein & Axtell με μια βασική παραμετροποίηση η οποία εμφανίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

ΤΙΤΛΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ	ΣΗΜΑΣΙΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΤΙΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ
Width	Width of the Scape	50
Height	Height of the Scape	50
Initial Population	Number of Agents at Start	400
runLenght	Number of Cycles per Experiment	2000
SugarRichness	Sugar density	1.0
sugarGrowBackRate	Sugar regeneration Speed	1.0
maxSugarSize	Maximum Amount of sugar on a Cell	4

Για να είναι ζωντανός αυτός ο τεχνητός κόσμος πρέπει να υπάρχουν και να διατηρούνται στη ζωή, τεχνητές μορφές ζωής οι οποίες καλούνται φορείς (agents).
Αυτοί οι φορείς αποτελούν τον πληθυσμό του τεχνητού κόσμου. Αποτελούν επομένως τεχνητές οντότητες με τις οποίες επιχειρείται η προσομοίωση συμπεριφορών παρόμοιων με την ανθρώπινη συμπεριφορά.

Οι φορείς είναι κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να διαθέτουν μια εσωτερική κατάσταση (internal rules) και ορισμένους κανόνες με τη χρήση των οποίων επενεργούν στο περιβάλλον. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά τους είναι αμετάβλητα για όλο το χρονικό διάστημα της ζωής τους, ενώ άλλα από αυτά μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια των πειραμάτων εξαιτίας των αλληλεπιδράσεων με τους άλλους φορείς και το περιβάλλον.

Οι φορείς είναι αυτόνομοι βάσει των εσωτερικών τους κανόνων και εκδηλώνουν ενεργητική στάση. Αυτή η στάση αφενός εμφανίζεται χάριν της ανάγκης τους και της προσπάθειάς τους να επιβιώσουν και αφετέρου καθορίζει την επιβίωσή τους.

Οι φορείς καταναλώνουν ενέργεια από τις διάφορες τοποθεσίες του δικτυώματος. Προκειμένου να το επιτύχουν αυτό οφείλουν να συλλέγουν πόρους που αντιστοιχούν στην απαραίτητη ενέργεια μετακινούμενοι από θέση σε θέση.

Εάν δεν κατορθώσουν να συλλέξουν πόρους και επομένως να καταναλώσουν ενέργεια «πεθαίνουν από ασιτία». Φορμαλιστικά αυτό συμβαίνει όταν το επίπεδο πόρων που διαθέτουν οι φορείς καθίσταται ίσο ή μικρότερο του 0.

Το σύνολο των δράσεων και αντιδράσεων κάθε φορέα αποτελεί τη συμπεριφορά του. Η συμπεριφορά αναδύεται όταν αναγκάζονται οι φορείς να ενεργούν βασισμένοι σε ένα σύνολο κανόνων στους οποίους υπακούουν.
Κάθε φορέας δρα στη σειρά κατά τη διάρκεια των επαναλήψεων της προσομοίωσης.

Οι κανόνες εφαρμόζονται με την ίδια σειρά από όλους τους φορείς.
Το περιβάλλον επίσης είναι σχεδιασμένο να υπόκειται σε κανόνες. Αυτοί οι κανόνες εφαρμόζονται στις επιμέρους θέσεις και μέσω αυτών στο σύνολο. Όλες οι επιμέρους θέσεις (Cells) υπόκεινται στους ίδιους κανόνες.

Για παράδειγμα ο μηχανισμός αναδημιουργίας των πόρων ακολουθεί τους κανόνες οι οποίοι ισχύουν για τις επιμέρους θέσεις.

Τα βασικά στοιχεία που αποτελούν το SUGARSCAPE είναι:

1. **Το τοπίο (Scape)**

Το τοπίο είναι ένα δικτύωμα 50X50 το οποίο δημιουργεί 2500 θέσεις (Cells).

2. **Οι φορείς**

Οι φορείς είναι δρώσες οντότητες και ο σκοπός τους είναι η επιβίωση. Η επιβίωση επιτυγχάνεται με τον εντοπισμό, τη συλλογή και την κατανάλωση πόρων.
Ο κάθε φορέας ακολουθεί κανόνες που καθορίζουν τη συμπεριφορά του. Η σειρά εκτέλεσης των κανόνων αυτών είναι:

Θάνατος του φορέα: Το τοπίο απαλλάσσεται από φορείς οι οποίοι είναι είτε πολύ μεγάλοι σε φυσική ηλικία, είτε δεν χαρακτηρίζονται από επιτυχία στην συλλογή πόρων. Κάθε φορέας μπορεί να φθάσει μέχρι μια μέγιστη ηλικία η οποία καθορίζεται από τις παραμέτρους της εφαρμογής.

Όραση του φορέα: Ο κάθε φορέας διαθέτει την ικανότητα να λαμβάνει πληροφορίες για τις θέσεις και τους πόρους που βρίσκονται σε μια ακτίνα από την θέση στην οποία βρίσκεται. Η ακτίνα όρασης καθορίζεται από τις παραμέτρους της εφαρμογής. Για παράδειγμα ο φορέας έχει όραση 4 το οποίο σημαίνει ότι μπορεί να πληροφορηθεί τις κυψέλες που βρίσκονται μέχρι και 4 θέσεις βόρεια, νότια, ανατολικά και δυτικά της θέσης που καταλαμβάνει. Οι φορείς δεν μπορούν να βλέπουν διαγώνια.

Κίνηση του φορέα: Ο κάθε φορέας διαθέτει την ικανότητα να κινείται προς επιθυμητές από αυτόν διευθύνσεις. Επιθυμητές καθίστανται μέσω της λειτουργίας της όρασης με την οποία αφενός πληροφορείται και αφετέρου αξιολογεί τις θέσεις και ποσότητες πόρων που περιέχουν. Οι φορείς μπορούν να κινούνται βόρεια, νότια, ανατολικά και δυτικά. Οι φορείς δεν έχουν δυνατότητα να κινούνται διαγώνια.

Συγκομιδή πόρων από τον φορέα: Ο κάθε φορέας διαθέτει ένα εσωτερικό μηχανισμό με τον οποίο δύναται να συλλέξει τους πόρους της συγκεκριμένης θέσης που εκάστοτε κατέχει.

Μεταβολισμός του φορέα: Ο κάθε φορέας διαθέτει ένα εσωτερικό μηχανισμό με τον οποίο καταναλώνει ενέργεια για να συντηρείται. Η ενέργεια προκύπτει από την κατοχή πόρων που ο φορέας επιτυγχάνει με τη συγκομιδή. Ο μεταβολισμός έπεται της συγκομιδής πόρου. Ελλείψει πόρων προς μεταβολισμό κάτω από ένα όριο ο φορέας πεθαίνει.

Αναπαραγωγή του φορέα: Εάν ικανοποιούνται δεδομένες συνθήκες οι φορείς αναπαράγονται. Η αναπαραγωγή αποδίδει απογόνους με τους οποίους διασφαλίζεται η συνέχεια του είδους. Προκειμένου η διαδικασία αυτή να αντιστοιχεί στις συνθήκες των ανώτερων ζώων και των ανθρώπων οι φορείς γενετικά χαρακτηρίζονται σε αρσενικούς και θηλυκούς αντίστοιχα.
Η διασταύρωση προϋποθέτει την συνάντηση σε μια θέση ή δυο γειτονικές ενός αρσενικού και ενός θηλυκού φορέα. Επιπλέον προϋποθέτει οι φορείς αυτοί να κατέχουν μια ελάχιστη ποσότητα πόρων ο καθένας. Οι φορείς επίσης ελέγχονται γενετικά προκειμένου να διαθέτουν μια αναπαραγωγική ηλικία μικρότερη της φυσικής τους ηλικίας.

3. Οι θέσεις (cells)

Οι θέσεις του δικτυώματος αποτελούν το βασικό στοιχείο του τεχνητού αυτού κόσμου. Οι θέσεις αποτελούν οντότητες και μπορούν να αντιμετωπισθούν σαν φορείς. Για την κάθε θέση υπάρχουν κανόνες αναφορικά με την ύπαρξη και την επανεμφάνιση πόρων, τον αριθμό φορέων που μπορούν να τις καταλάβουν κλπ. Σε κάθε θέση μπορούν να συνυπάρχουν επίσης φορείς και πόροι. Επίσης στις διάφορες θέσεις οι φορείς διασταυρώνονται και δημιουργούν απογόνους οι οποίοι τις καταλαμβάνουν στη συνέχεια.

4. Ο πόρος

Στο περιβάλλον SUGARSCAPE ο πόρος αποτελεί ποσότητες ζάχαρης. Η ονοματολογία αυτή δεν είναι ουσιώδης. Ο πόρος έχει ευρύτερη υπόσταση και είναι επιτρεπτό να αναπαριστά οτιδήποτε. Ο πόρος είναι ουσιώδους σημασίας για τους φορείς. Στο συγκεκριμένο περιβάλλον υπάρχει μόνο ένα είδος πόρου. Γενικότερα όμως είναι δυνατόν να προβλέπονται πολλές κατηγορίες πόρων. Η ύπαρξη τεχνητών περιβαλλόντων με πολλούς πόρους παρουσιάζει ερευνητικό ενδιαφέρον για προσομοιώσεις αφενός περισσότερο πραγματικές και αφετέρου σχεδιασμένες για τη μελέτη οικονομικών δυναμικών. Ιδιαίτερο παραδείγματος χάριν είδος πόρου για οικονομικές εφαρμογές μπορεί να αποτελεί το γενικό ισοδύναμό τους που είναι το χρήμα.

Ο πόρος υπακούει επίσης σε κανόνες με βάση τους οποίους αναδημιουργείται όταν αναλωθεί. Η αναδημιουργία του ελέγχεται με παραμέτρους της εφαρμογής. Στο συγκεκριμένο περιβάλλον η κατανομή του πόρου είναι ομοιόμορφη στην επιφάνεια του δικτυώματος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

VUSCAPE-ΒΑΣΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΑΙ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΠΟΥ ΑΠΟΤΙΜΑ.

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το περιβάλλον VUSCAPE αποτελεί μια παραλλαγή του SUGARSCAPE, η οποία υιοθετεί τις βασικές σχεδιαστικές υποθέσεις του αλλά διαφοροποιείται στους ερευνητικούς στόχους. Για το λόγο αυτό εισάγει νέες παραμέτρους και λειτουργίες.

Ειδικότερα το περιβάλλον αυτό επιχειρεί να μελετήσει την επίπτωση που έχει η επικοινωνία στο καθεστώς βιωσιμότητας των φορέων μέσω μιας ιδιόμορφης συνεργασίας η οποία προκύπτει εξαιτίας πιέσεων του περιβάλλοντος και όχι ως επιλογή των ίδιων των φορέων. Βεβαίως και δεδομένου ότι οι φορείς είναι εξ ορισμού αυτόνομοι, η επικοινωνία και οι επιδράσεις της στην συνεργασία και την βιωσιμότητα, δεν αποτελούν υποχρεωτική συνθήκη. Δηλαδή οι φορείς διαθέτουν τέτοιες ιδιότητες συμπεριφοράς ώστε να επιλέγουν την επικοινωνία.

Ερευνητικός στόχος αυτού του περιβάλλοντος αποτελεί ακριβώς η παρατήρηση των επιδράσεων της επικοινωνίας αλλά και ο πειραματισμός για το είδος επικοινωνίας που μεγιστοποιεί την βιωσιμότητα του πληθυσμού των φορέων.

Ειδικότερα τα προηγούμενα σημαίνουν:

Στο περιβάλλον VUSCAPE εισάγονται νέοι κανόνες με βάση τους οποίους οι φορείς έχουν την ικανότητα επικοινωνίας. Αυτοί οι κανόνες αντιπροσωπεύουν δυο λειτουργίες των φορέων, που είναι συγκεκριμένα οι ικανότητες να «μιλούν» και να «ακούν». Εισάγεται επίσης μια συνθήκη αναφορικά με την ικανότητά τους συλλογής πόρων που είναι συγκεκριμένα η αδυναμία τους να συλλέξουν πόρους μεγαλύτερους σε ποσότητα από το επίπεδο μεταβολισμού τους. Στην περίπτωση που ένας φορέας βρεθεί σε μια τέτοια κατάσταση είναι υποχρεωμένος να καλέσει για βοήθεια άλλον φορέα προκειμένου να συλλέξουν συνεργατικά τον πόρο. Εάν καλέσει για βοήθεια και κάποιος άλλος φορέας ανταποκριθεί και μεταβεί στη θέση που βρίσκονται ο φορέας και ο πόρος, συλλέγουν τον πόρο μαζί και τον μοιράζονται σε δυο ίσα μερίδια. Ο φορέας που καλεί για βοήθεια δεν «υποχρεούται» να καλέσει σε βοήθεια.

Εάν όμως δεν καλέσει δεν είναι δυνατόν να συλλέξει τον πόρο. Ο φορέας επίσης που ανταποκρίνεται στην κλήση δεν είναι υποχρεωμένος να μεταβεί στη συγκεκριμένη θέση. Εάν όμως το πράξει είναι υποχρεωμένος να συνεργασθεί και να μοιρασθεί την συγκομιδή του πόρου σε ίσα μερίδια με τον άλλο φορέα.
Το μοντέλο VUSCAPE επιτρέπει τη διαβάθμιση πιέσεων για συνεργασία μέσω μιας παραμέτρου.

Οι συγγραφείς της εφαρμογής VUSCAPE αναφέρουν ότι, οι αλλαγές, που έχουν εισάγει στο βασικό μοντέλο (και έτσι αυτό διαφοροποιείται από το SUGARSCAPE), εντάσσονται σε δυο κατηγορίες: Μεθοδολογικές και Πειραματικές.

Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται σε μεταβολές σχεδιασμού τα αποτελέσματα του οποίου δεν ενδιαφέρουν το πείραμα. Αποτελούν ένα περιβάλλον εξέλιξης του τεχνητού κόσμου για τον οποίο το ενδιαφέρον της παρατήρησης βρίσκεται σε άλλες παραμέτρους.

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει μεταβολές οι οποίες αποτελούν το αντικείμενο της πειραματικής διερεύνησης.

Οι γενικές συνθήκες του VUSCAPE είναι:

1. Δεν υπάρχει σύγκρουση ενδιαφερόντων ανάμεσα στους φορείς
2. Τα οφέλη από τη συνεργασία είναι ίσα για όλα τα μέρη.
3. Η συνεργασία δεν οδηγεί στη δημιουργία νέων πόρων
4. Η επικοινωνία δεν συνεπάγεται κόστος
5. Η γλώσσα είναι απλή επιπέδου signaling.
6. Η επικοινωνία είναι κυρίως αθέλητη.

Επιπλέον χαρακτηριστικά των φορέων του VUSCAPE.

Οι φορείς του VUSCAPE διαθέτουν επιπλέον της ικανότητας όρασης και πρόσθετη ικανότητα επικοινωνίας που αναλύεται τόσο στην ικανότητα να λαμβάνουν πληροφορίες (να ακούν) όσο και να αποστέλλουν πληροφορίες (να ομιλούν). Οι ικανότητες αυτές δεν είναι γενικευμένες αλλά περιορίζονται στην εξυπηρέτηση επικοινωνίας για την πληροφόρηση συγκεκριμένης θέσης που περιέχει συγκεκριμένη ποσότητα πόρου. Οι ιδιότητες αυτές μεταβιβάζονται από τους φορείς στους απογόνους τους εξελικτικά.

Talkativeness ορίζεται η ιδιότητα εξέλιξης της ικανότητας των φορέων να ομιλούν, ιδιότητα που υπόκειται σε προσαρμογή μέσω εξέλιξης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ VUSCAPE.

Η εφαρμογή εξελίσσεται σε κύκλους. Κάθε κύκλος αναλύεται σε βήματα. Τα βήματα για κάθε φορέα εξελίσσονται σε χρονική αλληλουχία.

Κατά τη διάρκεια ενός κύκλου όλα τα βήματα εξελίσσονται για τους φορείς παράλληλα. Αυτό σημαίνει conceptually parallel execution. Τεχνικά όμως, τα βήματα εκτελούνται σειριακά για τους φορείς. Επομένως η σειρά με την οποία οι φορείς εκτελούν τα βήματα (control loop) είναι τυχαία για να αποφεύγονται προβλήματα τύπου order effects.

1. Κάθε φορέας συλλέγει πληροφορία. Η πληροφορία είναι η κατανομή του πόρου στον χώρο.
   Η τρόποι που είναι διαθέσιμοι στο φορέα είναι παρατήρηση (vision) και αποδοχή μηνύματος από άλλους φορείς (Listening).
   Όταν ολοκληρωθεί αυτό το βήμα ο φορέας διαθέτει ένα πίνακα συσχέτισης θέσεων (x,y) και ποσοτήτων πόρου σε κάθε θέση.

2. Με βάση αυτό τον πίνακα ο φορέας προβαίνει στη λήψη απόφασης. Επιλέγει δηλαδή μια τοποθεσία και μετακινείται σε αυτήν.
   Η τοποθεσία που επιλέγει είναι πάντα αυτή που διαθέτει την μεγαλύτερη ποσότητα πόρου.
   Εάν υπάρχουν δυο ή περισσότερες τοποθεσίες με την ίδια ποσότητα επιλέγει τυχαία.
   Στο SSC ο φορέας επιλέγει την πλησιέστερη. Στο VUSC αντιθέτως χρησιμοποιείται η τυχαία επιλογή δεδομένου ότι η μετακίνηση δεν προβλέπεται να συνεπάγεται κόστος για τον φορέα.

3. Όταν ο φορέας φθάσει στο σημείο που επέλεξε συλλέγει τον πόρο που υπάρχει μόνο στην περίπτωση που η ποσότητά του είναι μικρότερη από το επίπεδο CT.
   Εάν η ποσότητα αυτή είναι μεγαλύτερη από το όριο CT τότε ο φορέας:

   - Συνεργάζεται αμέσως με άλλους φορείς που βρίσκονται ήδη στη θέση αυτή.
   - Εάν δεν βρίσκεται κανένας άλλος φορέας στη θέση αυτή τότε με κάποια πιθανότητα «μιλάει» σε άλλους φορείς, πληροφορώντας τους ότι χρειάζεται βοήθεια.

4. Στη θέση αυτή ο φορέας αναπαράγεται εάν είναι δυνατό. Οι συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται για το λόγο αυτό είναι να υπάρχει ένας άλλος φορέας αντίθετου φύλου στο σημείο αυτό. Υπάρχουν και άλλες συνθήκες που συζητούνται στη συνέχεια.

   Αναλυτικά απαιτείται για τη διαδικασία της αναπαραγωγής η ικανοποίηση των ακόλουθων προϋποθέσεων.

   1. Δυο φορείς είναι στο ίδιο σημείο ή σε διπλανά (μόνο κάθετα ή οριζόντια όχι διαγώνια).
   2. Ανήκουν σε διαφορετικά γένη (gender)
   3. Έχουν και οι δύο ποσότητα πόρου > TC.
   4. Και οι δυο ανήκουν σε παραγωγική ηλικία
   5. Υπάρχει μια άδεια κυψέλη για την τοποθέτηση του απογόνου.

Η αναπαραγωγή δεν αποτελεί επιλογή των φορέων. Εάν οι συνθήκες ικανοποιούνται η αναπαραγωγή επέρχεται αυτομάτως. Η αναπαραγωγή ακολουθείται από ένα συντελεστή μεταλλαγής του απογόνου.
Τα γονίδια talk / listen αντιπροσωπεύουν πιθανότητες που λαμβάνουν τιμές ανάμεσα στο 0 –1.

Η τιμή που καθορίζει το γένος καθορίζεται από συνδυασμό και μια Gausian τιμή μεταλλαγής. Δηλαδή η τελική τιμή είναι x + d όπου χ= η κληρονομούμενη τιμή και d = ένας τυχαίος αριθμός από μια κατανομή Γκάους με Μέσο {0} και Μέση Απόκλιση {σ}[όμοια με αυτή του Hales(2002)].

Οι προτιμήσεις talk/ listen κληρονομούνται από τον πρόγονο με την μεγαλύτερη ποσότητα πόρου (healthier).
Ο απόγονος λαμβάνει από κάθε πρόγονο τη μισή ποσότητα πόρου που διαθέτει ο πρόγονος. Κάθε απόγονος κληρονομεί τα χαρακτηριστικά ως τιμές (vision, age of death, metabolism, childbearing) ανεξάρτητα από ένα από τους γονείς χωρίς μεταβολή όπως σε μια ενοποιημένη διασταύρωση.

Μετά τη διασταύρωση κάθε πρόγονος περνά μια περίοδο (recovery period) η οποία αντιστοιχεί σε ένα αριθμό από κύκλους μετά το ζευγάρωμα κατά τη διάρκεια των οποίων δεν μπορεί να διασταυρωθεί.

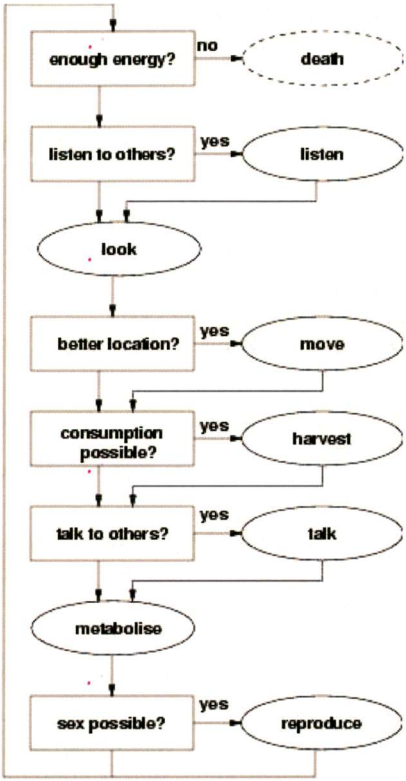


Figure 1. The agent control loop in VUSCAPE

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟ VUSCAPE.

Το VUSC έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία αποτελούν παραμέτρους.

Αρχικός πληθυσμός.
Όπως και στο SSC και στο VUSC ο αρχικός πληθυσμός τίθεται ίσος με 400 φορείς. Συνήθως είναι μοιρασμένος σε μισά αρσενικά μισά θηλυκά.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ VUSC
50X50

SUGAR GROW-BACK RATE – SUGAR SEEDS

Η αναπαραγωγή του πόρου πραγματοποιείται με παραμέτρους αναπαραγωγής (sugar seeds). Κάθε τέτοια παράμετρος συνεπάγεται μια μέγιστη ποσότητα αναπαραγωγής μετά την κατανάλωση. Για παράδειγμα όταν Seed=4 αυτό σημαίνει ότι ο πόρος θα αναπαραχθεί σε 4 μόλις καταναλωθεί.

Η παράμετρος Seed λαμβάνει τιμές {1,2,3,4}. Είναι πιθανό η μοντελοποίηση να σχεδιασθεί με περισσότερες της μιας παραμέτρους Seed έτσι ώστε να υπάρχουν

περισσότερες ανά θέση. Κάθε seed τίθεται αρχικά με τη μέγιστη ποσότητα πόρου [5]For 2,500 sugar units, this means that there are 250 seeds with maximum 1, 250 with maximum 2, etc. amounting to 2,500 in total.

SUGAR RICHNESS

Είναι η παράμετρος που καθορίζει την ποσότητα πόρου. Η ποσότητα πόρου είναι η μέση ποσότητα πόρου σε κάθε θέση (x, y). Για παράδειγμα με τιμή της παραμέτρου Sugar Richness = 1,0 η ποσότητα πόρου που κατανέμεται στον χώρο είναι 2500 μονάδες.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ON/ OFF ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

A parameter allows to switch on or off whether seeds are moved to another location after consumption. By doing this, we stimulate agents to travel more to other locations. For example, when the parameter is on, it is not possible for an agent to stay put at a sugar seed that is sufficient to feed the agent; instead, the agent is challenged to find better locations.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά των φορέων είναι ίδια με αυτά του SSc.
Μεταβολισμός (metabolism) γένος (gender), τεκνοποιία (childbearing), θάνατος (death), όραση (vision)
Ορισμένα άλλα έχουν τροποποιηθεί στο VUSc (όριο αναπαραγωγής και αρχική ποσότητα πόρου).

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ REPRODUCTION THRESHOLD (RT)

Ένας φορέας είναι ικανός για αναπαραγωγή εάν η ποσότητα πόρου που κατέχει σε δεδομένες συνθήκες αναπαραγωγής είναι μεγαλύτερη από ένα όριο RT.
Ο απόγονος λαμβάνει τη μισή ποσότητα που κατέχει ο κάθε πρόγονός του.
Στο SSc το όριο αναπαραγωγής καλείται endowment και έχει την ίδια τιμή με την αρχική ποσότητα που κατέχει ένας φορέας.
Στο VUSc επιτρέπεται να τεθεί αυτή η παράμετρος ανεξάρτητα από την αρχική ποσότητα πόρου.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΦΟΡΕΑ

Η συμπεριφορά αυτή καθορίζεται από δυο χαρακτηριστικά (talk & listen).
Το χαρακτηριστικό LISTEN χρησιμοποιείται από τον φορέα για την διαδικασία παρατήρησης. Με το χαρακτηριστικό αυτό ο φορέας λαμβάνει πληροφορία από άλλους φορείς για ποσότητες πόρου και θέσεις στις οποίες βρίσκονται οι φορείς αυτοί.

Με το χαρακτηριστικό TALK καθορίζεται μια επικοινωνιακή ενέργεια του φορέα προς άλλους φορείς.

Με το χαρακτηριστικό αυτό ο φορέας επικοινωνεί:

1. την ποσότητα πόρου που βρίσκεται στην θέση που κατέχει
2. τις συντεταγμένες της θέσης (x,y).

Η μέση προτίμηση TALK {P} για κάθε φορέα είναι P=0,5 μετά την έναρξη της εφαρμογής. Η τιμή αυτή αντιπροσωπεύει πιθανότητα.

ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η επικοινωνία εφαρμόζεται με μηνύματα από φορείς που κινούνται μόνο παράλληλα με τους άξονες. Οι φορείς δεν μπορούν να κινούνται διαγώνια. Επομένως οι φορείς μπορούν να λάβουν μηνύματα μόνο από θέσεις στις οποίες θα μπορούσαν ν μεταπηδήσουν.

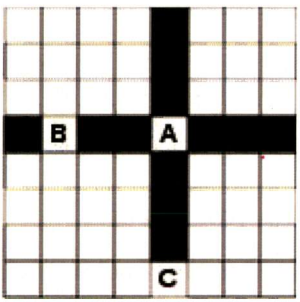


Figure 2. Communication in VUSCAPE over the axes. In this example, agent A multicasts information, which can be received by agents B and C

Το σχέδιο 2 δείχνει τον φορέα {A} να αποστέλλει μήνυμα το οποίο λαμβάνεται από τους Φορείς {B} και {C}. Εάν υπάρχουν άλλοι φορείς που δεν βρίσκονται στην ίδια στήλη ή σειρά με τον φορέα {A} δεν θα λάβουν το μήνυμα.
Centralized message Box (post messages- TALK, read messages –LISTEN).

Στο VUSc αντιμετωπίσθηκε το πρόβλημα της αφαίρεσης μηνυμάτων.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι:

1. COM1: αφαιρείται το μήνυμα από τον πίνακα αμέσως μόλις παραληφθεί από άλλο φορέα. Στην περίπτωση αυτή οι λοιποί φορείς που θα μπορούσαν να το λάβουν δεν το λαμβάνουν.
2. COM2: με αυτή τη μέθοδο το μήνυμα αφαιρείται από τον πίνακα μόλις η απαίτηση του φορέα πομπού ικανοποιηθεί. Για παράδειγμα στο σχέδιο 2 ας υποθέσουμε ότι ο φορέας Β λαμβάνει το μήνυμα αλλά δεν ανταποκρίνεται (θεωρώντας ότι υπάρχει καλύτερη τοποθεσία για μετακίνηση). Σε αυτή την περίπτωση το μήνυμα δεν μετακινείται. Ας υποθέσουμε ότι στη συνέχεια λαμβάνει το μήνυμα και ο φορέας C και μετακινείται. Τότε η απαίτηση του πομπού θεωρείται ότι έχει εκπληρωθεί και το μήνυμα αφαιρείται.
3. COM3: με τη μέθοδο αυτή το μήνυμα αφαιρείται μετά την παρέλευση ενός χρονικού διαστήματος.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

Η παράμετρος CT λαμβάνει τιμές {0} έως {4}. Με την τιμή {0} κάθε τμήμα πόρου απαιτεί τουλάχιστον 2 φορείς για να καταναλωθεί. Με την τιμή {4} η συνεργασία δεν είναι ποτέ απαραίτητη.

Οι τιμές των άλλων παραμέτρων δίνονται στον Πίνακα 2 πιο κάτω.

Table 2: Experimental settings. Parameters not explained in this article are identical to those in SUGARSCAPE

Parameter	Value	Parameter	Value
Height of the world	50	Minimum death age	60
Width of the world	50	Maximum death age	100
Initial number of agents	1000	Minimum begin child bearing age	12
Sugar richness	1.0	Maximum begin child bearing age	15
Sugar growth rate	1.0	Minimum end child bearing age male	50
Minimum metabolism	1.0	Maximum end child bearing age male	60
Maximum metabolism	1.0	Minimum end child bearing age female	40
Minimum vision	1.0	Maximum end child bearing age female	50
Maximum vision	1.0	Reproduction threshold	0
Minimum initial sugar	0.0	Mutation sigma	0.1
Maximum initial sugar	100.0	Sex recovery	0

Τα πειράματα χρησιμοποιούν μεταβλητές τιμές για τα CT {1,2,3,4} καθώς και τις τρεις μεθόδους επικοινωνίας (COM1), (COM2), (COM3).
Οι γύροι με επικοινωνία χρησιμοποιούν τα (COM1) & (COM2).
Οι γύροι χωρίς επικοινωνία χρησιμοποιούν είναι (COM0).

Πειράματα χρησιμοποιήθηκαν και με τη μέθοδο (COM3) όπου τα μηνύματα αφαιρούντο μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. Τα διαστήματα αυτά ορίσθηκαν από {1 έως 10} και έτρεξαν ξεχωριστά πειράματα για κάθε τιμή. Εντούτοις τα πειράματα έδειξαν ότι σε καμιά τιμή ο πληθυσμός δεν επιβίωσε.

Σε αυτή την παραμετροποίηση ο πληθυσμός των φορέων εξέλιξε τα χαρακτηριστικά TALK/LISTEN.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές ήσαν:

Η τιμή CT {0,1,2,3,4}
Η αφαίρεση των μηνυμάτων COM0, COM1,COM2.
Οι εξαρτημένες μεταβλητές ήσαν:
Το μέγεθος πληθυσμού
Το ποσοστό συνεργασίας
Οι προτιμήσεις TALK (talkPref) & LISTEN (listenPref).

Οι εξαρτημένες μεταβλητές μετρώνται κάθε χρονική στιγμή. Για τα TalkPref & ListenPref εξάγονται μέσοι όροι για τον συνολικό πληθυσμό.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.

ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός του πειράματος είναι η διακρίβωση του πληθυσμού των φορέων (σε όρους ικανότητας επικοινωνίας) σε ένα καθεστώς διαρκώς αύξουσας ανάγκης για συνεργασία. Η ανάγκη για συνεργασία στο πείραμα εκφράζεται από την αδυναμία των φορέων να συλλέξουν μεγάλη ποσότητα πόρου μόνοι τους, αλλά αντιθέτως χρειάζονται άλλους φορείς για να το επιτύχουν.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όσο μεταβάλλεται η συνθήκη cooperation pressure (οι τιμές CT από υψηλές προς χαμηλές) σταδιακά η επιβίωση των φορέων δυσχεραίνεται.
Επιπλέον, ο πληθυσμός ανταποκρίνεται σε αυτή την πίεση εξελίσσοντας την ικανότητα επικοινωνίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3
ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ COMSCAPE

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.

Ο τεχνητός κόσμος που εφαρμόζουμε στο COMSCAPE είναι βασισμένος στα μοντέλα SUGARSCAPE & VUSCAPE. Το πρώτο αποτελεί μια γενική πλατφόρμα για προσομοίωση βασισμένη σε πολλούς αυτόνομους φορείς, ενώ το δεύτερο το οποίο αποτελεί μετεξέλιξή του, εστιάζει σε συγκεκριμένα προβλήματα μελέτης και ιδιαίτερα στο ρόλο που διαδραματίζει η επικοινωνία και η συνεργασία στην βιωσιμότητα των πληθυσμών των φορέων.

Για τους σκοπούς της μελέτης που περιγράφουμε σε αυτή την εργασία επεκτείνουμε το περιβάλλον VUSCAPE σε στοιχεία και παραμέτρους, ώστε να κατορθώσουμε να μελετήσουμε αναδυόμενα φαινόμενα τα οποία δεν διερευνώνται από τα VUSCAPE & SUGARSCAPE.

Τα φαινόμενα που ενδιαφέρουν την έρευνά μας είναι η πιθανότητα που υπάρχει, οι φορείς που κατοικούν σε αυτόν τον δισδιάστατο κόσμο να δημιουργήσουν κοινότητες ως μέσο για να επιβιώσουν σε ένα κόσμο όπου κυριαρχούν τόσο η γενικευμένη σπανιότητα πόρων, αναγκαίων για την επιβίωσή τους, όσο και ο ανταγωνισμός μεταξύ των φορέων αυτών για την συλλογή κατοχή και κατανάλωση αυτών των πόρων.

Όμοια με το VUSCAPE το μοντέλο COMSCAPE είναι τεχνητός κόσμος, ένα δυο διαστάσεων δικτύωμα, με ενωμένες τις άκρες (Torus).
Το δικτύωμα είναι χωρισμένο σε θέσεις, η κάθε μια από τις οποίες μπορεί να περιέχει πολλούς φορείς και μια ποσότητα πόρου.

Οι λειτουργίες που διατηρούνται, σε σχέση με το VUSCAPE, οι λειτουργίες που μεταβάλλονται ή καταργούνται καθώς και νέες που εισάγονται περιγράφονται στη συνέχεια:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ, ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.

ΣΥΣΤΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ(WORLD PARAMETERS) COMSCAPE

Ο συνολικός κόσμος του COMSCAPE έχει ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία ορίζονται από παραμέτρους. Στη συνέχεια όταν θα γίνεται αναφορά σε αυτά τα χαρακτηριστικά και παραμέτρους θα ισχύει ότι εάν δεν αναφέρεται ρητά τα χαρακτηριστικά αυτά είναι ακριβώς ίδια με αυτά του VUSCAPE. Όπου όμως διαφέρουν θα αναφέρεται η διαφορά αλλά και η αιτιολόγησή της.

Ο αριθμός των φορέων (initial Population Size) τίθεται από την εφαρμογή σε αρχικές τιμές. Ο αριθμός των φορέων αρχικά είναι 400.
Στη συνέχεια θα πειραματιστούμε με πολύ μικρό αριθμό (10-20) και με πολύ μεγάλο προκειμένου να διαπιστώσουμε εάν το μέγεθος του πληθυσμού επιφέρει κάποιες επιδράσεις στα υπό παρατήρηση από την εφαρμογή αναδυόμενα φαινόμενα.

Ο αρχικός πληθυσμός κατανέμεται σε μισούς αρσενικούς και μισούς θηλυκούς φορείς.
Ο δισδιάστατος κόσμος έχει πλάτος (width) και ύψος (Height).
Οι τιμές τους είναι W = 50, H = 50 δηλαδή 50 X 50.

Μπορούμε να επιλέγουμε ανάμεσα σε διαφορετικές χωροταξίες σε ότι αφορά την χωροταξική συγκέντρωση των πόρων. Η επιλογή αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση της παραμέτρου **[SugarDistributionType]** και μπορεί να είναι είτε τυχαία (όπως στο VUSCAPE) είτε κατανεμημένη σε δυο διακριτές περιοχές (όπως στο SUGARSCAPE) είτε να κατανέμεται με τρίτο τρόπο.

Η ποσότητα πόρου που κατανέμεται στην επιφάνεια καθορίζεται από την παράμετρο **[sugarRichness].** Η παράμετρος αυτή δίδει τη μέση ποσότητα πόρου που κατανέμεται σε κάθε θέση (grid Point). Με τιμή αυτής της παραμέτρου (1) κατανέμονται στο χώρο 2500 μονάδες πόρου.
Η ανισομέρεια κατανομής καθορίζεται από το γεγονός ότι σε μια θέση ενδέχεται να υπάρχουν περισσότερα sugar Seeds. Ο πόρος που μπορεί να καταναλωθεί δημιουργείται από αυτά τα Sugar Seeds. Αυτή η κατάσταση ελέγχεται από την παράμετρο **[maxSugarSize].** Μια τυπική τιμή αυτής της παραμέτρου είναι (4).
Η ταχύτητα με την οποία αναπαράγεται η μονάδα πόρου που καταναλώνεται καθορίζεται με την παράμετρο **[SugarGrowBackRate]**

Κάθε Sugar Seed διαθέτει μια μέγιστη τιμή που αντιστοιχεί στην ποσότητα πόρου που μπορεί να παράγει. Για παράδειγμα όταν καταναλώνεται ένα Sugar Seed με τιμή 4, αναπαράγει ποσότητα 4. Συνήθως η παράμετρος που αποδίδει αναπαραγωγή των πόρων που καταναλώνονται δέχεται τιμές 1,2,3, και 4.
Η αρχική κατανομή πόρων καθορίζει ποια sugar Seeds βρίσκονται πάνω σε κάθε θέση του δικτυώματος. Κάθε τέτοιο seed παίρνει αρχικές τιμές με τη μέγιστη ποσότητα του, επιτρέποντας έτσι τη συνολικά τεθείσα πυκνότητα πόρου (Sugar Richness).
Το πλήθος των seeds ανά παραγόμενη ποσότητα καθορίζεται από την εφαρμογή. Στο COMSCAPE θα ξεκινήσουμε την εφαρμογή με την ίδια κατανομή που είχε αρχικά και το VUSCAPE.

Αυτή η κατανομή ήταν:

Ss(1) =250 -> Units 250
Ss(2) =250 -> Units 500
Ss(3) = 250-> Units 750
Ss(4) = 250 -> Units 1000

Για να αποφεύγονται ανεπιθύμητα αποτελέσματα τα sugar Seeds μετά την κατανάλωση μετακινούνται σε άλλες θέσεις, ώστε η κατανομή των πόρων να μεταβάλλεται. Αυτή η δυνατότητα παρέχεται από την παράμετρο **[reseed Sugar].** Η παράμετρος αυτή δέχεται τιμές [TRUE/FALSE]. Όταν η τιμή είναι TRUE επιτρέπεται η μεταβολή της κατανομής.
Η μεταβολή αυτή μπορεί να επέρχεται είτε αμέσως μόλις καταναλωθεί ο πόρος είτε στο τέλος του γύρου. Καθορίζεται δε αυτό από την παράμετρο **[reseedPerIteration] [true/ false]** αντίστοιχα.

Η αρχική τοποθέτηση κάθε seed σε ένα και μοναδικό σημείο (cell) καθορίζεται από την παράμετρο [sugarseedUniqueInitCell] [true/false].
Μια άλλα παρεμφερής δυνατότητα τοποθέτησης της ανακατανομής είναι η παράμετρος [sugarseeduique Cell] [true/false]. Αυτή η παράμετρος έχει μια επίδραση στην τυχαιότητα της κατανομής και για το λόγο αυτό τίθεται στην τιμή false by default.

Για τα προηγούμενα δίδεται στη συνέχεια ο πίνακας των παραμέτρων που παρουσιάσθηκαν.

NAME	DENOTES	TYPICALLY
width	Width of the Scape	50
height	Height of the scape	50
Initial Population	Number of Agents at start	400
runLenght	Number of cycles per experiment	1000
sugar Richness	Sugar Density(#sugar units cells)	1.0
sugarGrowBackRate	Sugar regeneration Speed(#sugar units/iteration)	1.0
maxSugarSize	Max amount of sugar on a cell	4
Ressedsugar	Redistribute consumed sugar	True
reseedPeriteration	Redistribute only after complete cycle	True
SugarDistributionType	2-Hills or Uniformly random	Uniform
sugarDistributionUnif	Method of distribution	1
sugarseedUniqueCell	Place eaten seed on empty cell	False
sugarSeedUniqueInitCell	Initialize with seeds on distinct cells	False
messageremoveAfternIterations	Delete message if older than N iterations	1
MessageremoveAfterListening	Delete message after first Request	False
MessageRemoveAfterResponse	Delete message after first use	true

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΓΥΡΟΥΣ.

Όπως και στο VUSCAPE έτσι και στο COMSCAPE η εφαρμογή εξελίσσεται σε γύρους, δηλαδή σε διακριτά βήματα που εκφράζουν χρονική αλληλουχία. Σε κάθε τέτοιο γύρο ο συνολικός κόσμος και οι φορείς υφίστανται μεταβολές (updated).

Αυτό συνεπάγεται για τους φορείς τη δυνατότητα να εκτελούν ενέργειες, οι οποίες είναι επιτρεπτές από τους εσωτερικούς τους κανόνες και το καθεστώς αυτονομίας τους. Αποτέλεσμα αυτής της δραστηριοποίησης των φορέων είναι η παραγωγή διαδικασιών για ολόκληρο τον κόσμο καθώς και η παραγωγή αποτελεσμάτων μεταβολής.

Ο κάθε γύρος της εφαρμογής διακρίνεται σε βήματα (stages) τα οποία επίσης εξελίσσονται σε σειριακή αλληλουχία (λέμε τότε ότι εξελίσσονται σε χρονολογική σειρά).

Ακόμη η σειριακή αλληλουχία των βημάτων κάθε γύρου εκτελείται για κάθε φορέα παράλληλα. Αυτή η παρατήρηση είναι εννοιολογική. Στην πραγματικότητα και σε τεχνικό επίπεδο η εφαρμογή εξελίσσεται σειριακά.

Αυτό σημαίνει ότι ενδεχομένως η σειρά με την οποία εξελίσσεται η ανάπτυξη των βημάτων για κάθε φορέα ενδέχεται να δημιουργεί ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Για το λόγο αυτό οι συγγραφείς του VUSCAPE επέλεξαν την τυχαία σειρά μεταξύ των φορέων.

Τα βήματα εξέλιξης είναι τα ακόλουθα:

1. Ένας φορέας συλλέγει πληροφορίες αναφορικά με την ύπαρξη πόρων. Αυτό πραγματοποιείται είτε με την λειτουργία listening είτε με την λειτουργία vision. Όταν το βήμα αυτό ολοκληρωθεί ο φορέας διαθέτει ένα πίνακα ο οποίος περιέχει και συσχετίζει τοποθεσίες και ποσότητες πόρων που αντιστοιχούν μια προς μια σε αυτές τις τοποθεσίες.
2. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, ο φορέας επιλέγει την τοποθεσία στην οποία υπάρχει η μεγαλύτερη ποσότητα πόρου. Μετά την επιλογή η φορέας κινείται προς την τοποθεσία αυτή. Στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες της μιας θέσεις με την ίδια μέγιστη ποσότητα πόρου, ο φορέας επιλέγει με τυχαίο τρόπο μια εξ αυτών και κινείται προς αυτήν. Εναλλακτικά μπορεί να διαλέγει την πλησιέστερη σε αυτόν θέση, συνθήκη η οποία υπάρχει στο SUGARSCAPE. Αυτή η δυνατότητα καθορίζεται από την τιμή μιας παραμέτρου.

Ο συγκεκριμένος μηχανισμός θα μπορούσε να προσαρμοσθεί στις ειδικές συνθήκες του COMSCAPE ως ακολούθως:
Αφού ο φορέας έχει τη γνώση της ποσότητας πόρου, προτού μετακινηθεί στη συγκεκριμένη θέση, στην οποία ο πόρος βρίσκεται, θα μπορούσε να διαθέτει ένα πιο εξελιγμένο μηχανισμό επιλογής με βάση τον οποία να μπορούσε να επιλέξει εάν επιθυμεί να μεταβεί σε θέση με ποσότητα > TC ή σε θέση με ποσότητα < TC. Μια τέτοια επιλογή θα εξυπηρετούσε ενδεχομένως την αποφυγή του κινδύνου να εμπλακεί στο trust Game. Θα εξυπηρετούσε επίσης και την υπόθεση που προαναφέραμε σχετικά με το Stag Hunt. Δηλαδή οι φορείς που θα επέλεγαν [α] θα εκδήλωναν μια προτίμηση προς μια συντηρητική συμπεριφορά αυτάρκειας και αποστροφής των κινδύνων αλληλεπίδρασης. Επειδή δε στην συνολική εξέλιξη της εφαρμογής δεν είναι μόνο η συμπεριφορά του φορέα που καθορίζει την έκβαση αλλά και η συμπεριφορά του περιβάλλοντος με την έννοια της σχετικής σπανιότητας των πόρων με μια τέτοια μετατροπή θα μπορούσαμε να μελετήσουμε καλύτερα την επίδραση αυτής της περιβαλλοντικής πίεσης στους πληθυσμούς των φορέων.

Επιπλέον όμως θα είχαμε διαθέσιμη και μια άλλη δυνατότητα με μια μικρή ακόμη προσθήκη στον μηχανισμό αυτό. Η δυνατότητα αυτή συνίσταται στη δημιουργία σχετικά διαφορετικής προδιάθεσης των φορέων που συμμετέχουν σε ομάδα και εκείνων που δεν συμμετέχουν, αναφορικά με την επιλογή θέσεων πόρων [α] ή [β]. Χρησιμοποιώντας είτε κανόνες τύπου bias της ψυχολογίας είτε θεωρίες της οικονομικής επιστήμης για την αποστροφή του κινδύνου, μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι φορείς μεταβάλλουν την προδιάθεσή τους ανάλογα με την εμπειρία τους από το παρελθόν. Στην περίπτωση που έχουν εμπλακεί στο trust Game επιτυχώς (δηλαδή η έκβασή του επέφερε θετικό γι αυτούς αποτέλεσμα, θα ήταν αναμενόμενο να επιθυμούν περισσότερο την μετάβαση σε θέση με πόρο [β]. Αντιθέτως θα επιθυμούσαν περισσότερο την μετάβαση σε θέση με πόρο [α] εάν είχαν αντίστοιχα αρνητική εμπειρία. Θα ήσαν τέλος ενδεχομένως αδιάφοροι σε περίπτωση που δεν είχαν καμιά εμπειρία. Αυτή η μετατροπή χρειάζεται μελέτη για ενδεχόμενα παράπλευρα αποτελέσματα που μπορεί να επιφέρει. Ισχύει όμως ότι το περιβάλλον των τεχνητών κόσμων εξυπηρετεί ακριβώς αυτή τη δυνατότητα κατανόησης των μη γραμμικών επιδράσεων μικρών μεταβολών.

Τέλος μια τέτοια μετατροπή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί κάλλιστα και για την μελέτη προσαρμογής των φορέων εάν αυτές οι προδιαθέσεις προβλέπεται να μεταβιβάζονται εξελικτικά και δυναμικά στους απογόνους.
Τεχνικά για να ενεργοποιηθεί αυτή η δυνατότητα απαιτείται η μετατροπή του μηχανισμού επιλογής θέσεων με την προσθήκη των ακόλουθων στοιχείων στο μηχανισμό επιλογής.

Ο φορέας μόλις σχηματίσει τον πίνακα συσχέτισης θέσεων και πόρων ενεργοποιεί ένα φίλτρο το οποίο μπορεί να είναι μια παράμετρος με την οποία καθορίζεται εάν θα ισχύει αυτό το είδος bias. Η παράμετρος αυτή μπορεί να δέχεται ως τιμές [true/ false]. Με την τιμή false δεν υπάρχει φίλτρο και τα βήματα εξελίσσονται όπως στο VUSCAPE. Αντιθέτως με την τιμή [True] ενεργοποιείται ο ακόλουθος αλγόριθμος .Εάν ο φορέας ανήκει σε ομάδα διαλέγει με πιθανότητα Π= 0,9 θέση [β]. Εάν δεν ανήκει διαλέγει με πιθανότητα Π= 0,5 θέση [β].

3. Μόλις ο φορέας φθάσει στην επιλεγείσα θέση συλλέγει τον πόρο που βρίσκεται στη θέση αυτή, σε περίπτωση που η ποσότητά της είναι μικρότερη από το όριο CT. Εάν πάλι η ποσότητα πόρου είναι >CT τότε:

- Α. Εάν υπάρχουν άλλοι φορείς στη θέση αυτή ο φορέας μετατρέπεται σε Trustee, και παίζει το Trust Game.

- Β. Εάν δεν υπάρχουν άλλοι φορείς στη θέση αυτή, τότε ο φορέας ενεργοποιεί την λειτουργία (talk) με πιθανότητα που δίδει η εφαρμογή (TALK PREFERENCE) και καλεί άλλους φορείς για συνεργασία.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η δυσκολία που εμφανίζεται για το COMSCAPE είναι η πιθανότητα ταυτόχρονης συνύπαρξης περισσότερων από δυο φορείς. Αυτό μπορεί να αντιμετωπισθεί με δυο τρόπους. Ο πρώτος συνίσταται στον περιορισμό δυνατότητας ταυτόχρονης συνύπαρξης σε μια θέση σε δυο το πολύ φορείς. Ο δεύτερος (περισσότερο πολύπλοκος) συνίσταται στην σειριακή εφαρμογή του trust Game σε όλους τους παίκτες που υπάρχουν. Θα πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι στο ενδεχόμενο να υπάρχουν περισσότεροι από δυο φορείς σε μια θέση, ούτε το VUSCAPE παρέχει επαρκή λύση, δεδομένου ότι εάν δεχθούμε ότι υπάρχουν την ώρα που φθάνει ο φορέας ήδη δυο φορείς, με βάση τους ίδιους τους κανόνες του VUSCAPE έχουν ήδη αρχίσει την διαδικασία συλλογής που επειδή συμπίπτει με την κατανάλωση δεν υπάρχει ενδεχομένως πόρος για κατανομή. Επιπλέον με βάση την τεχνική συνθήκη για σειριακή εξέλιξη των βημάτων είναι απίθανο δυο φορείς να φθάσουν ταυτόχρονα.

4. Εάν είναι δυνατόν (δηλαδή εάν ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες) τότε διασταυρώνεται και δημιουργεί απογόνους. Για να συμβεί αυτό πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένας άλλος φορέας αντίθετου φύλου στην θέση αυτή. Υπάρχουν και άλλες προϋποθέσεις που αναφέρονται στη συνέχεια.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΥΠΑΡΞΗΣ ΔΥΟ Η ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ ΣΤΟ ΙΔΙΟ GRID POINT.

Εφαρμόζεται η ίδια συνθήκη με αυτή του VUSCAPE. Επιτρέπεται δηλαδή η ταυτόχρονη πρόσβαση και παραμονή στην ίδια θέση περισσοτέρων του ενός φορέα με όριο τους δυο.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΟΡΟΥ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΜΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΥΧΑΙΟΤΗΤΑΣ.

Εφαρμόζεται η ίδια συνθήκη με αυτή του VUSCAPE στην πρώτη γενιά των πειραμάτων. Ο πόρος αναπτύσσεται βάσει της κατανομής των SUGAR SEEDS, τα οποία αποτελούν το ισότιμο των μονάδων αναπαραγωγής κάθε μονάδας πόρου. Αυτές οι μονάδες διασπείρονται τυχαία στο χώρο. Οι συγγραφείς του VUSPAPE προβαίνουν στην εύλογη παρατήρηση ότι αυτή η μέθοδος κατανομής που εφαρμόζουν προστατεύει την εφαρμογή από μια συστηματική προκατάληψη προς συγκεκριμένες περιοχές του δικτυώματος, προκατάληψη που μπορεί να προκαλέσει παρερμηνείες της συμπεριφοράς των φορέων.

Σε μια δεύτερη γενιά πειραμάτων όμως στο COMSCAPE θα επιχειρήσουμε μια μετάπτωση της μεθόδου αναπαραγωγής των πόρων με μεθόδους που αντί για την τυχαία κατανομή τους θα εφαρμόζουν μια μαθηματική μέθοδο κατανομής που να οδηγεί σε σταδιακή συγκέντρωση των πόρων σε συγκεκριμένες ζώνες. Η αιτιολογική βάση μιας τέτοιας μελλοντικής μετάπτωσης είναι το γεγονός ότι εάν το προσομοιωτικό μοντέλο αναπαριστά ένα κόσμο κυνηγών και θηραμάτων τότε η περιβαλλοντική πίεση που εφαρμόζουν οι κυνηγοί στα θηράματα τα υποχρεώνουν να κινούνται προς περιοχές ασφαλείς μακριά τους.

Μια δεύτερη αιτιολογική βάση είναι η υπόθεση ότι αν ο κόσμος του COMSCAPE επιχειρεί να διερευνήσει ένα οικοσύστημα κυνηγών και θηραμάτων που οι κυνηγοί όμως προκειμένου να επιβιώσουν δημιουργούν κοινότητες τότε θα έπρεπε να υποθέσουμε ότι ενδεχομένως η περιβαλλοντική και πληθυσμιακή πίεση θα τους οδηγήσει να ελέγξουν τον ρυθμό αναπαραγωγής πόρων (κάτι δηλαδή αντίστοιχο της εμφάνισης της γεωργίας).

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΠΟΡΟΥ.

Εφαρμόζεται η ίδια συνθήκη με αυτή του VUSCAPE στην πρώτη γενιά των πειραμάτων. Ο σχεδιασμός του VUSCAPE μετέβαλλε τη συνθήκη αναπαραγωγής που εφαρμοζόταν στο SYGARSCAPE δεδομένου ότι όπως υποστηρίζουν οι συγγραφείς, η αυτόματη αναπαραγωγή του πόρου στην ίδια θέση συνεπαγόταν ότι οι παθητικές συμπεριφορές των φορέων ανταμείβονταν. Οι φορείς παρέμεναν στις ίδιες θέσεις εξαιτίας μιας διασφαλισμένης ελάχιστης ποσότητας πόρου στον επόμενο γύρο της εφαρμογής. Η συνθήκη αναπαραγωγής που εφαρμόζει το VUSCAPE αντιθέτως είναι η μετακίνηση ενός Sugar Seed σε μια άλλη θέση με τυχαίο τρόπο.

Όπως όμως αναφέρθηκε και προηγουμένως σε μια δεύτερη γενιά πειραμάτων με το COMSCAPE θα επιχειρήσουμε μια μετατροπή αυτής της κατάστασης αναπαραγωγής ώστε οι πόροι να έχουν μια λογική αναπαραγωγής σε σχέση με το χώρο. Πιστεύουμε ότι στην κριτική για την στατική αναπαραγωγή στον ίδιο χώρο, ισχύει και μια κριτική για την τυχαία αναπαραγωγή από άποψη τοποθεσίας. Βεβαίως για τον ερευνητικό στόχο του VUSCAPE η συνθήκη αυτή αναπαραγωγής που εφαρμόζει η εφαρμογή είναι πολύ ικανοποιητική. Για τους ερευνητικούς όμως στόχους του COMSCAPE, η απόλυτη τυχαιότητα στην αναπαραγωγή του πόρου, ενδέχεται να δημιουργεί ερμηνευτικά εμπόδια ή και να αποκρύπτει δυναμικές που θα αναδύονταν κυρίως σε σχέση με την υπόσταση, ανάπτυξη και βιωσιμότητα ή τρωτότητα των κοινοτήτων.

ΦΟΡΕΙΣ / ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ, ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.

Κάθε φορέας αποτελείται από ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία προσδιορίζουν το προφίλ του. Τα χαρακτηριστικά αυτά καθορίζονται από παραμέτρους που τίθενται στο configuration file.

Τα χαρακτηριστικά αυτά καθώς και οι παράμετροι δίδονται στη συνέχεια. Όπου δεν αναφέρεται άλλως τα χαρακτηριστικά αυτά είναι όμοια με τα αντίστοιχα του VUSCAPE.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Για όλους τους φορείς διακρίνουμε τα ακόλουθα είδη συμπεριφορών. Από τα είδη αυτά που αναλύονται στη συνέχεια ορισμένα είναι κοινά με το VUSCAPE ενώ ορισμένα άλλα εφαρμόζονται μόνο στο COMSCAPE
Τα κοινά με το VUSCAPE είναι διασταύρωση, κατανάλωση, επικοινωνία, εξερευνητική συμπεριφορά.
Διαφορετικά είναι η συνεργασία η προτίμηση ομάδας και ο χαρακτηρισμός των άλλων φορέων.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗΣ

Οι φορείς αναπαράγονται ανάλογα με το αν είναι σε θέση να αναπαραχθούν ή όχι.
Δυο φορείς διασταυρώνονται εάν βρεθούν στην ίδια θέση ή σε διπλανές (κάθετα ή οριζόντια).
Επιπρόσθετα η διασταύρωση προϋποθέτει να ανήκουν σε διαφορετικά γένη, να διαθέτουν πόρους πάνω από το όριο αναπαραγωγής, να βρίσκονται και οι δυο σε γόνιμη ηλικία και να υπάρχει ένα υπάρχει μια άδεια θέση στη γύρω περιοχή για να τοποθετηθεί ο απόγονος.
Όταν γεννηθεί ο απόγονος κληρονομεί τα ακόλουθα χαρακτηριστικά από καθένα από τους γονείς του.
Λαμβάνει τις τιμές vision, age of death, metabolism, childbearing period ανεξάρτητα από ένα από τους γονείς χωρίς αλλαγή.
Η μεταβίβαση των talking preference, listening preference διενεργείται με διαφορετικό τρόπο. Σύμφωνα με το VUSCAPE εξετάσθηκαν δυο διαφορετικοί τρόποι μεταβίβασης αυτών των χαρακτηριστικών. Οι τρόποι ονομάσθηκαν average & Biggest Parent. Ο πρώτος σημαίνει τον αριθμητικό μέσο των τιμών των προτιμήσεων των δυο γονέων και ο δεύτερος σημαίνει τις τιμές του γονέα με την μεγαλύτερη ποσότητα πόρου. Από την πειραματική εξέταση προέκυψε ότι η δεύτερη μέθοδος παρουσίαζε καλύτερα αποτελέσματα και υιοθετήθηκε.
Στα «γονίδια» των προτιμήσεων talk/ listen μπορεί να εφαρμοσθεί μετάλλαξη. Αφού έχει μεταβιβασθεί κάθε τιμή επιλέγεται μια τυχαία τιμή από μια κατανομή τύπου Gauss με Μέσο {0} και προστίθεται στην μεταβιβασθείσα τιμή.
Τέλος ο απόγονος λαμβάνει από καθένα από τους δυο γονείς τη μισή ποσότητα ζάχαρης που κατέχει έκαστος.
Μετά την διασταύρωση κάθε φορέας διέρχεται από μια περίοδο ανάνηψης, η οποία αντιστοιχεί στον αριθμό των επόμενων γύρων μετά την αναπαραγωγή κατά την διάρκεια των οποίων ο φορέας δεν μπορεί να διασταυρωθεί.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Περιλαμβάνει τις ενέργειες εν γένει που αναλαμβάνει ο φορέας για να συλλέξει πόρους. Στην έννοια αυτή εντάσσεται η κίνηση προς μια επιλεγμένη κατεύθυνση,

δεδομένου ότι η κίνηση βασίζεται στην πρόσληψη πληροφοριών για τις ποσότητες πόρων.

Αν υπάρχουν περισσότερες θέσεις για επιλογή επιλέγει τυχαία.
Εάν στη θέση μετάβασης η ποσότητα είναι μεγαλύτερη από το TC τότε καλεί για συνεργασία. Αυτά τα θέματα εξετάσθηκαν στα προηγούμενα.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Οι φορείς έχουν εξερευνητική συμπεριφορά δεδομένου ότι κινούνται τυχαία εάν δεν διαθέτουν πόρο ή κατεύθυνση επιλογής.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Η επικοινωνιακή συμπεριφορά του φορέα καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά talk/listen.
Με την αρχική τοποθέτηση τιμών η talkpref = 0,5. Εάν η αποστολή μηνυμάτων αποδειχθεί επικερδής οι φορείς που αποστέλλουν περισσότερα μηνύματα θα έχουν μεγαλύτερη βοήθεια.
Στο COMSCAPE έχουν εφαρμοσθεί διαφορετικά χαρακτηριστικά εξέλιξης αυτών των ιδιοτήτων.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ - COOPERATION THRESHOLD

Κάθε φορέας έχει την ικανότητα να συλλέγει μια ποσότητα πόρου η οποία δεν μπορεί να υπερβεί ένα όριο το οποίο καθορίζει η συνάρτηση MaximumSugarHarvest.
Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως όταν ένας φορέας βρεθεί σε μια θέση που υπάρχει ποσότητα μεγαλύτερη από το όριο αυτό τότε ο φορέας χρειάζεται την βοήθεια και άλλου φορέα για να συλλέξουν τον πόρο.

ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ (COOPERATION)

Η συνεργασία και στα δυο μοντέλα αποτελεί μια συμπεριφορά των φορέων η οποία εκδηλώνεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες η βασικότερη από τις οποίες είναι η πίεση του περιβάλλοντος. Δεν αποτελεί μια κατάσταση εσωτερική των φορέων (δηλαδή βασισμένη σε συναισθήματα ή κοσμοθεωρία ή άλλης παρόμοιας φύσεως προδιάθεση) αλλά εδράζεται στην ανάγκη που έχουν οι φορείς να συλλέξουν πόρους και στην αδυναμία τους σε ορισμένες περιπτώσεις να το πράξουν επιτυχώς αποκλειστικά με δικές τους δυνάμεις. Συγκεκριμένα (και στα δυο μοντέλα) οι φορείς έχουν ένα ανώτατο όριο συλλογής πόρου σε μια θέση. Εάν η ποσότητα πόρου που εντοπίζουν σε μια θέση είναι μικρότερη ή ίση αυτού του ορίου τότε μπορούν να την συλλέξουν μόνοι τους. Όταν όμως η ποσότητα πόρου υπερβαίνει αυτό το όριο τότε οι φορείς αδυνατούν να την συλλέξουν και είναι υποχρεωμένοι να καταφύγουν σε εξωτερική βοήθεια άλλων φορέων.

Οι διαφορές που εφαρμόζουμε στο μοντέλο COMSCAPE είναι οι ακόλουθες:
Προβαίνουμε σε μια διάκριση ανάμεσα στην συλλογή και την κατανάλωση πόρου. Θεωρούμε δηλαδή ότι ένας φορέας έχει ένα όριο διαχείρισης της συλλογής πόρου αλλά δεν έχει το ίδιο όριο στην κατανάλωση του. Για την κατανάλωση θα μπορούσε να ισχύει ότι ο φορέας αποθεματοποιεί τον πόρο πέραν της έκτασης που μπορεί να καταναλώσει κάθε φορά. Αντιθέτως όμως μια ποσότητα πόρου πέραν ενός ορίου του δημιουργεί το πρόβλημα αδυναμίας συλλογής.

Σχηματικά (και όπως στην πραγματικότητα είναι και ο κανόνας του βιολογικού και κοινωνικού μας κόσμου), ο φορέας αναπτύσσει δυο δραστηριότητες:

Εργασία η οποία αντιστοιχεί στη προσπάθεια συλλογής του πόρου και Κατανάλωση η οποία αντιστοιχεί στην ικανοποίηση των ενεργειακών του αναγκών (μεταβολισμός). Στο VUSCAPE αυτές οι δυο δραστηριότητες δεν διαχωρίζονται. Επομένως, και ως συνέπεια του διαχωρισμού αυτών των δραστηριοτήτων οι φορείς έχουν κίνητρο να αναζητήσουν συνεργασία για την συλλογή πόρου (εργασία) αλλά δεν έχουν κατ' ανάγκη κίνητρο να συνεργασθούν στην κατανάλωση του πόρου. Έτσι και σε αντίθεση με το VUSCAPE η διανομή του πόρου που οι φορείς έχουν συλλέξει συνεργατικά δεν πραγματοποιείται αυτόματα με ένα εξωτερικό από τη συμπεριφορά των φορέων τρόπο αλλά επιτρέπει στους φορείς να διεκδικήσουν όλη την ποσότητα της διανομής επιδεικνύοντας οπορτουνιστική συμπεριφορά. Εξυπακούεται βέβαια ότι η εκδήλωση οπορτουνιστικής συμπεριφοράς δεν αποτελεί μονόδρομο για τους φορείς, οι οποίο μπορούν να επιλέξουν να μοιράσουν συνεργατικά το προϊόν της «εργασίας» τους.

Προκειμένου δε να εκδηλωθεί η συμπεριφορά των φορέων στη διανομή απαιτείται ένας μηχανισμός διανομής. Στο COMSCAPE εισάγουμε ως τέτοιο μηχανισμό το TRUST GAME μια φόρμουλα από τη θεωρία των παιγνίων που αποτελεί μια τυποποίηση της εκδοχής του διλήμματος του Φυλακισμένου.
Κοινό στοιχείο του μοντέλου μας με το VUSCAPE αποτελεί το όριο ποσότητας που μπορεί να συλλέξει κανείς, το οποίο επίσης ορίζουμε σαν COOPERATION THRESHOLD[CT].

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ(COMMUNICATION)

Το μοντέλο COMSCAPE δεν πραγματοποιεί μεταβολές στο καθεστώς επικοινωνίας που εφαρμόζει το VUSCAPE. Οι φορείς λαμβάνουν μηνύματα από άλλους φορείς (listen) αναφορικά με τις ποσότητες πόρου που έχουν εντοπίσει αυτοί οι άλλοι φορείς στις θέσεις που εξερευνούν και οι οποίες είναι μεγαλύτερες από το CT, όπως επίσης αποστέλλουν μηνύματα (Broadcast) σε άλλους φορείς πληροφορώντας τους για την θέση που βρίσκονται και την ποσότητα πόρου, όταν υπάρχει ανάγκη συνεργασίας για τη συλλογή της δηλαδή όταν ο πόρος > CT.

Η ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΟ COMSCAPE

Η μέθοδος επικοινωνίας και τα συναφή με αυτή ερωτήματα είναι το κύριο ζήτημα με το οποίο ασχολήθηκαν οι συγγραφείς του vuscape.
Αρχικά προκρίθηκε η μέθοδος Message Board και η εφαρμογή έτρεξε με δεδομένη αυτή τη μέθοδο. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν τόσο πειράματα όσο και θεωρητικός προβληματισμός αναφορικά με το αποδοτικότερο πρωτόκολλο επικοινωνίας (P.Buzzing,2003), (N.Vink,2004), (T.Toma,2003)(Buzzing et al.2005).

Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία επικοινωνίας σύμφωνα με το πρωτόκολλο message Boad Protocol το οποίο εφάρμοσε στο VUSCAPE ο P. Buzzing(2003).

Η διαδικασία αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

1. Ο φορέας Α μετακινείται σε μια θέση που περιέχει ποσότητα πόρου μεγαλύτερη από την τιμή maxSugarharvest. Στην θέση αυτή δεν υπάρχουν άλλοι φορείς την στιγμή εκείνη. Επειδή ο φορέας Α αδυνατεί να καταναλώσει τον πόρο μόνος του ενεργοποιείται ο κανόνας talk.

2. Επιλέγεται ένας κανονικός αριθμός από μια κανονική κατανομή με εύρος [0,1]. Εάν αυτός ο αριθμός είναι μεγαλύτερος της τιμής της παραμέτρου TalkPref η διαδικασία ματαιώνεται και ο φορέας δεν αποστέλλει πληροφορία.

3. Άλλως ο φορέας αποστέλλει ένα μήνυμα το οποίο περιλαμβάνει τις συντεταγμένες της θέσης του (x,y) cell coordinates και την ποσότητα πόρου της θέσης στο message Board. Η μορφή του μηνύματος είναι **(<(x,y), sugar>)**

4. Ο φορέας Β στη θέση και στην κατάσταση που βρίσκεται ενεργοποιεί τις διαδικασίες λήψης (listening procedures activation).

5. Επιλέγει ένα τυχαίο αριθμό από μια ομοιόμορφη κατανομή με εύρος [0,1]. Εάν ο αριθμός που προκύπτει είναι μεγαλύτερος από την τιμή της παραμέτρου ListenPref η διαδικασία ματαιώνεται και ο φορέας δεν θα μπορέσει να λάβει το μήνυμα.

6. Άλλως ο φορέας καλεί το Μ.Β. και λαμβάνει την πληροφορία αναφορικά με τις συντεταγμένες και την ποσότητα πόρου.

7. Το Μ.Β. επιστρέφει ένα μήνυμα **(<(x,y), sugar>)** με την ακόλουθη σειρά: δεν είναι αρχαιότερο από 1 γύρο, υπόσχεται μεγαλύτερη ποσότητα και βρίσκεται πλησιέστερα.

8. Αυτό το μήνυμα εάν η παράμετρος messageRemoveAfterListening έχει τιμή true, αφαιρείται μόλις ο δέκτης χρησιμοποιήσει την πληροφορία.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Κάθε φορέας διαθέτει μια προτίμηση αποστολής και λήψης μηνυμάτων (talkPref), (ListenPref). Οι τιμές τους ποικίλουν από το 0 έως το 1 σηματοδοτώντας την πιθανότητα να εμπλακεί ένας φορέας σε επικοινωνιακή ενέργεια.
Η τιμή talkpref κατά την αρχική τοποθέτηση τιμών επιλέγεται τυχαία από το εύρος mintalkpref- maxTalkPref.

Αντιστοίχως η τιμή listenpref κατά την αρχική τοποθέτηση τιμών επιλέγεται τυχαία από το εύρος minlistenpref- maxlistenPref.

ΕΞΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Στο μοντέλο μας δεν έχουμε εφαρμόσει μεταβολές στο καθεστώς εξερευνητικής συμπεριφοράς των φορέων. Οι φορείς όπως και στο VUSCAPE κινούνται τυχαία στις επιτρεπτές διευθύνσεις του δικτυώματος σε περίπτωση που δεν γνωρίζουν θέσεις με ποσότητες πόρου να καταναλώσουν. Υπενθυμίζεται ότι στο SUGARSCAPE οι φορείς επιδεικνύουν μια τελείως διαφορετική συμπεριφορά, παραμένοντας στη θέση τους σε αυτές τις περιπτώσεις.

Σημείωση: Δεν έχουμε ακόμη εξακριβώσει εάν αυτή η συμπεριφορά έχει επίπτωση ή όχι. Με δεδομένο ότι τα πειράματα προσπαθούν να μετρήσουν την επίπτωση που έχει η κάθε συνθήκη του τεχνητού αυτού κόσμου, θα εκτιμήσουμε σε επόμενο στάδιο την πιθανότητα να χρησιμοποιήσουμε εναλλακτικά την SUGARSCAPE μέθοδο για να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Μεταβολισμό το φορέα ορίζουμε το πλήθος των μονάδων πόρου που καταναλώνει σε κάθε γύρο.

Κατά τη φάση τοποθέτησης αρχικών τιμών στον φορέα εκχωρείται μια τυχαία τιμή μεταβολισμού ανάμεσα στις τιμές minSugarMetabolism & MaxSugarMetabolism. Οι αντίστοιχες τιμές είναι 1 και 4.

Επειδή οι φορείς με τον τρόπο αυτό δέχονται διαφορετικές τιμές μεταβολισμού υπάρχει αναλογία πλήθους ανά κατηγορία μεταβολισμού, δηλαδή αριθμός των φορέων με τιμή μεταβολισμού 1 είναι ίσος με τους αντίστοιχους με 2, 3, και 4.

Μετά την αναπαραγωγή οι απόγονοι κληρονομούν τον μεταβολισμό του αρσενικού ή του θηλυκού φορέα. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται τυχαία. Στα πειράματα θα χρησιμοποιήσουμε σταθερό μεταβολισμό ίσο με 1.

Ενδέχεται στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουμε μεταβλητά επίπεδα μεταβολισμού είτε εντός των ομάδων είτε μεταξύ διαφορετικών ομάδων.

ΟΡΑΣΗ (VISION)

Το χαρακτηριστικό αυτό του φορέα μοιάζει με το αντίστοιχο του μεταβολισμού. Καθορίζεται από παραμέτρους maxVision & minVision οι οποίες ορίζουν το εύρος από το οποίο η όραση του αρχικού πληθυσμού των φορέων επιλέγεται τυχαία. Δημιουργούνται επομένως σύνολα φορέων με την ίδια όραση και το ίδιο πλήθος φορέων.

Στην εφαρμογή COMSCAPE εν αντιθέσει με την VUSCAPE η ικανότητα όρασης πρέπει να είναι μέτρια. Αυτό γιατί αφενός πρέπει να μην αποτελεί την αποκλειστική ικανότητα του φορέα για τον εντοπισμό πόρου αλλά και να επιτρέπει την σχετική κινητικότητά του. Επιλέγεται λοιπόν αρχικά η τιμή 2. Στο VUSCAPE η τιμή που επιλέγεται είναι 1.

Σε επόμενες φάσεις εκτέλεσης των πειραμάτων θα διερευνήσουμε τις επιπτώσεις που θα είχαν μικτές ικανότητες στον πληθυσμό όπου τα μέλη ομάδων να διαθέτουν μικρότερη όραση αλλά και ικανότητα επικοινωνίας ενώ οι λοιποί φορείς να μην διαθέτουν την δεύτερη ικανότητα αλλά μόνο αυξημένη όραση.

ΓΕΝΟΣ

Τόσο κατά την αρχική τοποθέτηση τιμών όσο και κατά την διαδικασία της αναπαραγωγής σε κάθε φορέα αποδίδεται τυχαία ένα γένος (αρσενικό, θηλυκό).
Στατιστικά το πλήθος των αρσενικών και θηλυκών θα είναι περίπου ίσο κατά την διάρκεια ενός γύρου. Στα πειράματα που έχουν μικρό πληθυσμό φορέων αυτή η αναλογία ενδέχεται να στρεβλώνεται και να δημιουργεί προβλήματα αναπαραγωγής. Σε επαρκή πληθυσμό κάτι τέτοιο δεν πρέπει να συμβαίνει. Πάντως το χαρακτηριστικό αυτό ενδέχεται να πρέπει να μελετηθεί περισσότερο και να τύχει πειραματικής διερεύνησης.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΡΧΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ (INITIALIZATION) ΗΛΙΚΙΑΣ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Εφαρμόζεται η ίδια συνθήκη με αυτή του VUSCAPE. Η τοποθέτηση αρχικών τιμών στις ηλικίες των φορέων πραγματοποιείται με τυχαίο τρόπο ανάμεσα σε σταθερές μεταξύ κατώτατων και ανώτατων ορίων, τιμές. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται καταστάσεις μη ρεαλιστικές που παρατηρήθηκαν στο SUGARSCAPE, όπως οι φορείς να γεννώνται και να πεθαίνουν ταυτόχρονα, να δημιουργούν απογόνους ταυτόχρονα κλπ.

ΟΡΙΟ ΗΛΙΚΙΑΣ ΘΑΝΑΤΟΥ(ΠΡΟΣΔΟΚΙΜΟ)

Όλοι οι φορείς ζουν μέχρι ένα μέγιστο χρόνο ζωής τον οποίο δεν μπορούν να ξεπεράσουν. Το εύρος αυτό είναι μια τιμή που επιλέγεται τυχαία ανάμεσα στις τιμές των συναρτήσεων minDeathAge – maxDeathAge. Οι ανώτατες αυτές τιμές είναι 60 και 100. Κατά την τοποθέτηση αρχικών τιμών στους φορείς καθορίζονται και οι τιμές αυτές. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το όριο αυτό δεν αποτρέπει το ενδεχόμενο ένας φορέας να πεθάνει λόγω έλλειψης πόρων.

ΤΕΚΝΟΠΟΙΙΑ (CHILDBEARING)

Κάθε φορέας έχει μια γόνιμη περίοδο κατά τη διάρκεια της οποίας έχει την ικανότητα αναπαραγωγής. Αυτή η περίοδος καθορίζεται από τις τιμές των παραμέτρων minBeginChildbearingAge & maxBeginChildbearingAge για την έναρξη και τις τιμές των παραμέτρων minEndChildbearingAgeMales – maxEndChildbearingAgeMales minEndChildbearingAgeFemales - maxEndChildbearingFemales.

Οι τιμές αυτές είναι για το ξεκίνημα 12- 15.
Αντιστοίχως οι τιμές για τη λήξη αυτής της περιόδου είναι για τα αρσενικά μεταξύ 50- 60 και για τα θηλυκά μεταξύ 40 και 50.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ

Καθορίζεται από μια παράμετρο. Στην εφαρμογή μας η παράμετρος αυτή θα έχει τιμή true.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑΝΗΨΗΣ (RECOVERY PERIOD)

Περίοδος ανάνηψης καλούν οι συγγραφείς του VUSCAPE ένα χρονικό διάστημα μετά τη διασταύρωση των φορέων κατά τη διάρκεια του οποίου οι φορείς δεν μπορούν να διασταυρωθούν εκ νέου. Αυτή η κατάσταση καθορίζεται με μια παράμετρο, με την οποία ελέγχεται η δυναμική της εξέλιξης του πληθυσμού. Με τιμή της παραμέτρου [0] έχουμε τα δεδομένα που ισχύουν στο SUGARSCAPE όπου παρατηρούνται ταλαντώσεις στη εξέλιξη του πληθυσμού. Με την εφαρμογή της παραμέτρου αυτής οι ταλαντώσεις εμποδίζονται.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑΝΗΨΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Μετά την αναπαραγωγή ακολουθεί μια περίοδος ανάνηψης. Οι φορείς δεν μπορούν να αναπαράγονται για μια περίοδο η οποία μετριέται σε elapsed execution cycles.Στο VUSCAPE όλοι οι φορείς θεωρούνται ίσοι σε σχέση με αυτό το χαρακτηριστικό.
Στο COMSCAPE θα επιχειρήσουμε σε μια μεταγενέστερη φάση πειραμάτων να μεταβάλουμε αυτή τη συνθήκη ως ακολούθως.

Να κάνουμε διάκριση ανάμεσα σε αρσενικούς και θηλυκούς φορείς έτσι ώστε η συνθήκη αυτή να εφαρμόζεται μόνο στους θηλυκούς. Κάτι τέτοιο φαίνεται να είναι περισσότερο ρεαλιστικό. Επιπλέον όμως θα παρατηρήσουμε την επίδραση που έχει στη παραλλαγή 1 του COMSCAPE στην οποία όταν συναντώνται φορείς αντίθετου φύλου και διασταυρώνονται τότε αυτομάτως αποτελούν ομάδα.

ΟΡΙΟ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Επειδή οι φορείς προκειμένου να αναπαραχθούν έχουν ανάγκη από πόρους το VUSCAPE παρέχει την δυνατότητα να τίθεται το όριο ποσότητας που είναι απαραίτητη για την αναπαραγωγή μέσω του reproduction Threshold. Εάν η ποσότητα πόρου που

κατέχει ένας φορέας υπερβαίνει αυτό το όριο τότε ο φορέας είναι ικανός για αναπαραγωγή. Οι απόγονοι λαμβάνουν κατά τη γέννησή τους τη μισή ποσότητα πόρου από κάθε γονέα.

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Είναι ένας μηχανισμός εναλλακτικός της αναπαραγωγής και καθορίζει ότι εάν ένας φορέας πεθάνει αντικαθίσταται από άλλον με ηλικία 0 στην ίδια θέση κλπ. Αυτή η παράμετρος δεν θα χρησιμοποιηθεί στο COMSCAPE. Θα έχει συνεχώς την τιμή off.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Το παράρτημα αυτό περιλαμβάνει σε ηλεκτρονική μορφή τις αναλυτικές αλληλεπιδράσεις των πειραμάτων και τα στοιχεία που εμφανίζουν την διαδικασία με την οποία προκύπτουν οι ομάδες συνεργαζομένων φορέων και η αλληλουχία των αλληλεπιδράσεών τους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

Το παράρτημα 5 περιλαμβάνει τον κώδικα και την εφαρμογή COMSCAPE ?Version 1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6

Το παράρτημα 6 περιλαμβάνει τον κώδικα και την εφαρμογή COMSCAPE ?Version 2

Ο κώδικας του COMSCAPE αποτελεί επέκταση του VUSCAPE το λογισμικό του οποίου διατίθεται ελεύθερα για επιστημονική χρήση.
Οι μεταβολές του κώδικα αυτού με βάση το σχεδιασμό του COMSCAPE της εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκαν από την Άννα Κουλούρη Μηχανικό Η/Υ την οποία και ευχαριστούμε για την πολύτιμη βοήθειά της .Με τις μεταβολές αυτές δημιουργήθηκε το λογισμικό των COMSCAPE /version 1 & version 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Α/Α	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ
1.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1	ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΚΑΝΟΝΑ BOIDS	38
2.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2	ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΚΑΝΟΝΑ BOIDS	38
3.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3	ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΥ ΚΑΝΟΝΑ BOIDS	38
4.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4	ΠΡΟΣΟΜΕΙΩΣΗ ΚΟΠΑΔΙΟΥ BOID ΠΟΥ ΑΠΟΦΕΥΓΕΙ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ	39
5.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5	ΟΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΗΣ ΖΩΗΣ	40
6.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6	ΕΙΔΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΠΛΕΓΜΑ	41
7.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΥΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΒ ΣΤΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΟΙ MACY & MILLER	58
8.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ABM ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΑ 1.ΑΝΤΙΠΑΡΑΣΤΑΣΗ/ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ - 2.TOP DOWN / BOTTON UP	60
9.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ	67
10.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10	SACODA-THE DYNAMICS OF SEGREGATION	71
11.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11	SACODA-THE DYNAMICS OF SUSPICION	72
12.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12	SEGREGATION-SUSPICION DYNAMICS	73
13.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13	SCELLING-1971 RANDOM DISTRIBUTION - SEGREGATION	74
14.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14	ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING-Preference:<=90%	74
15.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15	ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING-Preference:<=50%	74
16.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16	ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING-Preference:<=30%	75
17.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 17	ΠΕΙΡΑΜΑ SCELLING-Preference:<=20%	75
18.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18	ΜΟΝΤΕΛΟ SUGARSCAPE	77
19.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 19	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΥΝ ΟΙ ΦΟΡΕΙΣ	102
20.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 20	Extensive Form of Trust Game.R1>P1, R2>P2, P1>S1, T2>R2	117
21.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 21	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΘΕΣΗΣ ΑΠΌ ΤΟΝ ΦΟΡΕΑ	126
22.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 22	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ CONTROL LOOP	133

23.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 23	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ - ΣΠΑΝΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΖΟΥΝ ΟΙ ΦΟΡΕΙΣ	142
24.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 24	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΦΟΡΕΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ VUSCAPE ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ - ΜΕ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ MESSAGE BOARD - ΜΕ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ NEWCAST	144
25.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 25	ΤΡΙΣΔΙΑΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ - ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ - ΣΠΑΝΙΟΤΗΤΑΣ	144
26.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 1	154
27.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 2	ΓΕΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 2	156
28.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 3	ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕ ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ Metab=1-D=0,5-C=1	158
29.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ 50 ΦΟΡΕΩΝ ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ Metab=0,1	161
30.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 5	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5 - D=0,5 C=1- ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ 1000.	164
31.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 6	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5 - D=0,5 C=1- ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ 50.	165
32.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 7	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5 - D= 0,5 C=1- ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ 10.	166
33.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 8	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,8 -	167
34.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 9	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 1 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΠΌ ΥΨΗΛΗ ΣΕ ΜΕΣΗ Metab=0,5	169
35.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 10	ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5 - D=0,5 - C=1 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50-ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ	171
36.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 11	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 3.2 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΠΌ ΜΕΣΗ ΣΕ ΥΨΗΛΗ [D=0,7]	175
37.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 12	ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5 - D=0,7 - C=1 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50-ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ	176
38.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 13	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 3.2 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑΣ [C=0,9]	179
39.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 14	ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5 - D=0,5 - C=0,9 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50 - ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ	180
40.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 15	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 3.2 ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ [D=O,7] ΚΑΙ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑΣ [C=0,9]	182
41.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 16	ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΜΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5 - D=0,7 - C=0,9 - ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50-ΓΥΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 2000 ΚΛΙΜΑΚΑ ΧΡΟΝΟΥ 50 ΓΥΡΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ	183
42.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 17	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5- D=0,5 C=1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 1000.	185
43.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 18	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5- D=0,5 C=1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.	186

44.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 19	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5-D=0,7 C=1- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.	187
45.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 20	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5-D=0,5 C=0,9- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.	188
46.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 21	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5-D=0,7 C=0,9- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.	189
47.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 22	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,4-D=0,7 C=0,9- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.	190
48.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 23	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,5-D=0,5 C=0,7- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.	191
49.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ 24	ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ Metab=0,8-D=0,5 C=0,7- ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ 50.	192

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Abbott A. The system of professions. Chicago University Press. 1988.

Abbott A. Time matters: On Theory and Method.
The University of Chicago Press, 2001.

Agar M. "agents in Living Color: Towards Emic Agent – Based Models. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, V 8 no 1, 2005.

Agassi J. 1960. Methodological Individualism. Br. J Sociol. 11: 244-70

Agassi J. 1972. I- Listening in the lull. Philos. Soc. Sci. 2: 319—32.

Agassi J. 1975. Institutional Individualism. Br. J. Sociol. 26: 144-55

Agre P.E. and Chapman D. (1987) Pengi: an implementation of a theory of activity. In Proceedings of AAAI-87 pp. 268-272, Los Angeles. Morgan Kaufmann.

Albin P.S. 91975) The Analysis of complex Socioeconomic Systems. Lexington Books. London.

Albin P.S. (1998) Barriers and Bounds to Rationality: Essays on Economic Complexity and Dynamics in Interactive Systems. Princeton University Press. Princeton NJ.

Andronov A.A., E.A. Leontovich, I.I. Gordon and A.G. Mayer Qualitative Theory of Second- Order Dynamic Systems (Wiley, NY:1973]

Arrow KJ. [1951] 1968. Mathematical Models in the Social Sciences. In Reading in the Philosophy of the Social Sciences, ed. M.Brodbeck, pp. 635- 67. NY: Macmillan.

Arrow KJ., Debreu J. 1954. The existence of an Equilibrium for a competitive economy. Econometrica. 22: 265-90.

Arrow KJ. 1959. The role of price adjustment. In The Allocation of Economic Resources. Ed. M. Abramovitz, pp. 41-51. Stanford University Press.

Arrow K.J. 1974. The Limits of organization. W.W. Norton and Company, New York.

Arrow KJ. 1994. Methodological Individualism and social knowledge. Ame. Econ. Rev. Pap. Proc. 84: 1-9.

Axelrod R. (1984) The evolution of Cooperation. Basic Books. NY.

Axelrod R.(1995) A model of the Emergence of new political actors. In G.N. Gilbert R.Conte (eds.), Artificial Societies. UCL Press, London.

Axelrod R. 1997. The Complexity of Cooperation. Princeton NJ: Princeton University Press.

Back T., D. Vermeulen, and A.E. Eiben. Effects of tax and evolution in an artificial society. In H.J. Cauldfield, S.H. Chen, H.D. Cheng, R.Duro, V. Honavar, E.E. Kerre, M.Lu, M.G. Romay, T.K. Shid, D.Ventura, P.Wang, and Y.Wang, editors, Proceedings of

the Sixth Joint Conference on Information Sciences, pages 1151- 1156. JCIS/ Association for Intelligent Machinery, Inc. 2002.

Bandura, A. Social Learning Theory. General Learning Press. New York, 1971.

.Baskens Vincent 2002. Social Networks and trust. Kluwer Academic Publishers.

Battram Arthur, 1998, Χάος Πολυπλοκότητα και Μάνατζμεντ, Εκδόσεις Καστανιώτη.

Boland LW. 1982. The Foundations of Economic Method. London. Allen and Unwin.

Bond A. H. and Gasser, L. (1998) Readings in Distributed Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann, Los Altos

Brooks R. (1990) Elephants don't play chess. Robotics and Autonomous systems, 6: 3-15.

Buchta C., D.Meyer, A. Pfister A. Mild and A.Taydes. "Technological Efficiency and Organizational Inertia: A Model of the Emergence of Disruption. Computational & Mathematical Organizational Theory, 9, 127- 146,2003

Builder C. and Bankes S. Artificial Societies: A Concept for basic Research on the Societal Impacts of Information Technology, RAND Report P- 7740, RAND Corporation, Santa Monica, California, United States, 1991.

Bullock S. An exploration on Signaling behavior by both analytic and simulation means for both discrete and continuous models. In P.Husbands and I. Harvey, editors, ECAL 97, Cambridge,MA, MIT Press.

Burks A.W. (ed.) Essays on Cellular Automata (Champaign – Urbana: University of Illinois Press, 1970

Buzzing P. VUSCAPE: Communication and Cooperation in Evolving Artificial Societies.Master Thesis. Amsterdam,2003.

Buzzing P.C., A.E. Eiben and M.C. Schut. Emerging communication and cooperation in evolving agent societies. Journal of Artificial Societies and Social Simulation. V 8, no 1, 2005.

Caldwell SB. 1997. Dynamics Micro-simulation and the Corsim 3.0 Model. Ithaca, NY: Strategic Forecasting

Coleman J.S. 1990. Foundations of Social Theory. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge MA.

Conte Rand Paolucci M. 2001.Intelligent Social Learning. Journal of Artificial Societies and Social Simulation vol.4 no1.

Conte R., Bruce Edmonds, Scott Moss and R. Keith Sawers. Sociology and Social Theory in Agent Based Social Simulation: A Symposium. Computational & Mathematical Organization Theory 7, 183-205,2001 Kluwer Academic Publishers.

R.Conte and C. Castelfrachi, Cognitive and social Action.UCL Press,London,1995

Conte R. C.Castelfrachi and V. Vieneziano (1998). The Computer Simulation of partnership Formation. Computational and Mathematical Organization theory.4(4), 293-315.

Conte R., Hegselmann, R. and Terna P. (1997) Simulating social Phenomena. Springer, Berlin.

Conway, John. 1976. *On Numbers and Games.* New York: Academic Press, Inc.

Di Paolo A. Ezequiel. Social coordination and spatial organization: Steps toward the evolution of communication. In Phil Husbands and Inman Harvey(editors) Fourth European Conference on Artificial Life. MIT Press, 1997.

Doran J. And Palmer M. 1995. The EOS Project: integrating two models of {Paleolithic} social change. pages 103-125 of Gilbert N. and Conte R. (eds.) Artificial Societies. London; UCL Press.

Doran j. Palmer M.Gilbert N. And Mellars P. 1994. The EOS Project: modeling upper Paleolithic social change. Pages 195- 222 of Gilbert N. & Doran J. (eds.), Simulating Societies. London UCL Press.
Durkheim Emil.1982. The rules of Sociological Method. London. MacMillan

Drogoul A., Corbara B., and Lalande S. (1995) Manta: new experimental results on the emergence of (artificial) ant societies. In G.N. Gilbert and R. Conte (eds.) Artificial Societies. UCL, London.

Edmonds Bruce, 1999. Pragmatic Holism (or pragmatic reductionism), Foundations 0f Science 4: 57-82

Epstein J. and R.Axtel (1996) Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up. Brooking Institution Press. Washington D.C. The MIT Press

Ferejohn J. 1991. Rationality and interpretation. In The Economic Approach to Politics. A critical Reassessment of the Theory of Rational Action. Ed. KR Monroe, pp. 279- 305. NY: HarperCollins.

Fiscler and Firchein (1987), Intelligence in eye, the brain and the computer, Adison-Wesley, Reading MA)

Forester JW. 1971, World Dynamics, Cambridge, MA: MIT PressGilbert N., Troitzsch K. 1999. Simulation for the Social Scientist. Buchingham, UK: Open Univ. Press

Flache A. and R. Hegselmann. Do Irregular Grids make a Difference? Relaxing the Spatial Regularity Assumption in Cellular Models of Social Dynamics. Journalof Artificial Societies and Social Simulation V 4, no 4, 2991.

Gell-Man Murray ,The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex, Abacus,1995

Gilbert N. 1996. Simulation as a research strategy. In K. G. Troitzsch, U Mueller, N Gilbert and JE Doran (eds.) Social Science micro simulation, pp.448-454. Springer Berlin.

Gilbert N. And Troitzsch K.1998 Simulation for the Social Scientist. Draft as of June 29,1998. http:// www. Uni-koblenz.de/Learn/Textbook/NewBook.html

Hales D. Tag Based cooperation in Artificial Societies. PhD Thesis, University of Essex, 2001.

Hanne man RA, Collins R. Mordt G.1995. Discovering theory dynamics by computer simulation: Experiments on state legitimacy and imperialist capitalism. Soiol. Methodol. 25: 1-46

Hargreaves Heap SP, Vardoulakis Y. 1995. Game Theory. A critical Introduction. London: Rout ledge.

Harrison J. R. and G.R. Carroll. The Dynamics of Cultural Influence Networks. Computational & Mathematical Organization Theory, 8, 5-30,2002.

Hausman DM. 1992. The Inexact and Separate Science of Economics. Cambridge University Press.

Hegselmann R. and Andreas Flache ,1998. Understanding Complex Social Dynamics: A Plea for Cellular Automata based Modeling. Journal of Artificial Societies and Social Simulation V1 No 3.

Hofbauer J., Sigmund K. Evolutionary game Dynamics. Bulletin of the American Mathematical Society, 40 (4): 479-519, 2003

Holland J.H. Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity.Perseus Books. Cambridge, Massachusetts, 1995

Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems (Ann Arbor: University of Michigan Press,1975

Homans GC. 1958. Social Behavior as exchange. American Journal of Sociology. 63: 597- 606.

Homans GC. 1961. Social Behavior. Its Elementary Forms. London: Routledge and Kegan Paul.

Homans GC. 1969. The Sociological Relevance of behaviorism. In Behavioral Sociology, ed. RL Burgess, D. Bushell, pp. 1-24. New York: Columbia University Press.

Homans GC. 1970. The relevance of psychology to the explanation of social phenomena. In Explanation in the Behavioral Sciences. Ed. R. Borger, F. Cioffi, pp. 313-29. Cambridge University Press.

Izquiedo R.L., N.M. Gotts and J. G. Polhill. Case – based Reasoning, Social dilemmas and a New Equilibrium Concept. Journal of Artificial Societies and Social Simulation V 7,no 3, 2004.

Jelasity M. and M. Van Steen, Large Scale Newcast computing on the Internet. October 2002

Jennings N.R. (1996) Software Agents. IEE Review, pp.17-20

Jisung K. and R. M. Burton. : The Effect of Task Uncertainty and Decentralization on Project Team Performance. Computational & Mathematical organization Theory, 8, 365-384, 2002.

Kampis (1991, Self- Modifying Systems in Biology and Cognitive Science: A new framework for dynamics, Information and Complexity. Pergamon Press Oxford.

Kahneman D., Slovic P., Tversky A. 1982. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases.

Kaufmann Stuart,1995 "At Home at the Universe" Oxford University Press

Kauffman Stuart,"The Origins of Order, Oxford University Press, 1993

Keenan DC., and Obrien M.J.(1993), Competition, Collusion and Chaos. Journal of Economic Dynamics and Contol 17 pp. 327-353.

Kelly Anthony, 2003 Decision Making Using Game Theory. An Introduction to managers. Cambridge University Press.

Kirman A. 1989. The intrinsic limits of modern economic theory. The emperor has no clothes. Econ J. 99 (Conf. 1989): 126- 39.

Koutsoupias E., Papadimitriou C. Worst – Case Equilibria. In Proc. Of the 16th Annual Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science(STACS 99) ,pages 404- 413. Springer – Verlag, 1999.

Kreps DM 1990. Game Theory and Economic Modelling. Oxford UK. Clarendon.

Krogh T.S. (1996). The Rights of Agents. in M. Wooldridge J.Muller and M. Tambe (eds.) Intelligent agents II – Proceedings of the 1995 Workshop on agent Theories, Architectures and languages (ATAI-95), Lecture Notes in Computer Science. Springer Verlag, Berlin,pp. 1-16.

Krugman Paul "The Self- Organizing Economy. Cambridge. 1996

Kyoichi Kijima "Why Stratification of Networks Emerges in Innovative Society: Intelligent Poly –Agent Systems Approach. Computational & Mathematical Organizational Theory 7, 45-62,2001

Langton C.G (ed.)Artificial Life. Santa Fe Institute Studies in the Science of Complexity, proceedings, vol 6(Redwood City, CA:Addison – Wesley,1989

Langton C.G. "Computation at the Edge of Chaos: Phase Transitions and Emergent Computation." In *Emergent Computation*, edited by Stephanie Forest. The MIT Press, 1991. Pages 12-37.

Luchmann N. 1986. The Theory of social systems and its epistemology: Reply to Danilo Zolo's critical comments. Philosophy of the social sciences 16: 129-134

Luchmann N. (1988) Familiarity, confidence, trust: Problems and alternatives. In Gambetta, D., editor, Trust: Making and Breaking Cooperative Relations, pages 94- 107. Blackwell, Oxford.

Luchmann N. 1990. Essays on self- reference. New York: Columbia University Press.

Luchmann N.1995 Social systems. Stanford University Press

Macy M. 1991.Chains of cooperation: threshold effects in collective action. Am. Sociological Review: 56: 730-47

Macy M., Skvoretz J.1998. the evolution of trust and cooperation between strangers: a computational model. American Sociological Review. 63- 638-60.

Macy W Michel and Robert Willer From factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling Annual Review of Sociology V28-2002 p.143-166.

Maienhofer D. and T.Finholt. Finding Optimal Targets for Change Agents: A Computer Simulation of Innobation Diffusion. Computational & mathematical Organization Theory, 8, 259-280, 2002.

Maturana H.R. and E.J.Varela. 1980. Autopoiesis and cognition; The rrealization of the living. Dordrecht , The Netherlands: D. Reidel.

Maturana H.R. and E.J. Varela. 1987. The tree of knowledge: The biological roots of human understanding. Boston: Shambahala.

Maynard Smith J. and G.R. Price. The Logic of animal conflict. Nature 246: 15- 18,1973

Maynard Smith J. Evolution and the theory of games. Cambridge University Press, Cambridge,1982.

Meadows DL, Behrens WW III, Meadows DH, Nail RF, Randers J, Zhan EK, 1974. The Dynamics of Growth in a Finite World. Cambridge, MA: MIT Press

Mill JS. [1843-1872] 1974. A System of Logic. Ratiocinative and Inductive. Collected Works.Vols VII- VIII. University of Toronto Press.

Mirowski P. 1986. Institutions as a solution concept in a game theory concept. In Microeconomic Theory, ed. . Samuelson, pp. 243- 64. Boston: Kluwer- Nijhoff.

Misztal B.A. 1996. Trust in modern Societies Polity Press, Cambridge.

Μορέν Ε. Κοινωνιολογία, 1998. ΕΚΔΟΣΕΙΣ του ΕΙΚΟΣΤΟΥ ΡΤΩΤΟΥ

Nash J.F. Equilibrium Points in n- person games. Proceedings of the National Academy of Science 36: 48- 49,1950.

Nash J.F Two person cooperative games. Econometric a 21: 128- 140, 1953.

North D. 2000. Δομή και μεταβολές στην οικονομική Ιστορία. Εκδόσεις ΚΡΙΤΙΚΗ. Επιστημονική Βιβλιοθήκη.

Novak A., Szamrez J., and Latane B. (1990). From private attitude to public opinion-Dynamic Theory of social impact. Psychological Review 97 pp. 362- 376.

Oatley K. (1992) Nest laid schemes: the psychology of emotions. Cambridge University Press.

Parsons T. 1937. The Structure of Social Action. MacDraw – Hill, New York.

Peacock JL. 1986. The Anthropological Lens. Harsh Light, Soft Focus. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Pizzorno A. 1991. On the individualistic theory of social order. In Social Theory for a Changing Society, ed. P.Bourdieu, JS Coleman, pp. 209- 34, Boulder, CO: West view.

Platt, J.R. "Properties of Large Molecules that go beyond the Properties of their Chemical Sub- groups", Journal of Theoretical Biology, 1 (1961):342- 358).

Popper KR. [1945] 1966. The Open Society and its Enemies, Vol.1: Plato, Vol. 2: Hegel and Marx, London: Routledge & Kegan Paul.

Popper KR. [1957] 1961. The Poverty of Historicism. London: Routledge and Kegan Paul.

Rapoport Anatol and Albert M. Chammah, 1965: Prisoner's Dilemma. Ann Arbor, University of Michigan Press.

Rapoport Anatol, 1967.Escape from paradox. Scientific American. 217 (July),50-56

Read D. The Emergence of Order from Disorder as a Form of Self Organization. Computational and mathematical organization Theory, 9, 195-225,2003.

Reynolds CW.1987 Flocks,herbs, and schools: a distributed behavioral model. Comput.Graphics 21:25- 34

Rosen (1991 Life Itself – A Comprehensive Enquiry into Nature, Origin and fabrication of Life. Columbia Un. Press, NY)

Rosenblueth A., N. Wiener and J. Bigelow(1943)."Behavior, Purpose and Teleology", Philosophy of Science, 10 (1943), 18-24

Saam N.1999. Simulating the micro –macro link: new approaches to an old problem and an application to military coups. Sociol. Method. 29: 43- 79

Sacoda N.J. (1949). Minidoka: An Analysis of changing patterns of social interaction. Unpublished doctoral dissertation, University of California: Berkeley.

Sacoda J.M. (1971) The checkerboard model of social interaction. Journal of mathematical Sociology 1.pp. 119-132

Schelling T. (1969) Models of Segregation. American Economic Review 59.pp. 488-493

Schelling T.(1971) Dynamic Models of Segregation. Journal of Mathematical Sociology 1 pp. 143-186

Schimank U. 1985. Der mangendle Akteurbezug systemhteoreticscher Erklarungen gesellshaftlicher Differenzierung—Ein Diskussionsvorschlag. Zeitschrift fur Sociologie 14: 421- 34.

Schimank U. 1991. Reviews of Niklas Luhmann. Die Wissenschaft der Gesselchaft. Kolner Zeitschrift fur Sociologie und Sozialpsychologie 43 575- 79.

Samuleson L. Evolutionary Games and Equilibrium Selection. The MIT Press, 1997.

Schumpeter JA. 1909. On the Concept of Social Value. Q. J. Econ. 23: 213-32

Shoham Y. (1990) Agent – oriented programming. Artificial Intelligence, 60: 51- 92

Simon H.The Science of the Artificial ,1996 MIT Press

Simon H. and A.Ando, 1961, Aggregation of Variables in Dynamic Systems, Econometrical, 29:111- 138

Smith R.G. and Davis R. (1981) Frameworks for cooperation in distributed problem solving. IEEE Transations Syst. Man Cybernet, SMC- 11: 61-70.

Smuts J.C. (1929). Holism, Encyclopedia Britannica 14th ed. Vol 11(p.640

Steels L. and Brooks R. (1995) The artificial Life route to artificial intelligence. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.

Solow D. and C. Leenawong. Mathematical Models for Studying the value of Cooperation Leadership in Team Replacement. Computational & mathematical Organization Theory, 9, 61-81,2003

Spirakis G.P. Game Theory and Complex Systems- Foundations of a future world. .A A lecture devoted in the memory of Michael Dertouzos.
RACTI, Patras

Τάτσης Ν. ΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΑ- Κοινωνική οργάνωση και πολιτισμικές διεργασίες.
Τόμος Δεύτερος. Έκτη Έκδοση. Εκδόσεις ΟΔΥΣΣΕΑΣ. 1991.

Toma T.Communication in Artificial Societies –effects of different communication protocols in an Artificial Environment. Master's Thesis. Amsterdam, 2003.

Thom R., An Outline of A General Theory of Models (Reading, MA: Benjamin, 1975)

Torsten E., Detlef S., and P.Boris. The Living Value chain- coordinating business processes with artificial life agents. In Third International Conference and Exhibition on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi- Agents. 1998.

Turner S.F., R. A. Betties', and R. M. Burton. Exploring Depth Versus Breadth in Knowledge management Strategies. Computational & mathematical organization Theory, 8, 49- 73,2002

Udehl Lars, 2002 The Changing Face of Methodological Individualism. Annual Review of Sociology: V28.2002 p479-507.

Vermeulen Daniel. An Experimental Tax System in Sugascape. Master's thesis. Leiden University, Computer Science Department, Netherlands. 2001.

Vink N. Exploring Communication Dynamics in VUSCAPE Master's Thesis Amsterdam, 2004.

Viskovatoff A. 1999. Foundations of Niklas Luhmann's Theory of Social Systems. Philosophy of the Social Sciences, Dec. 99. Vol 29 Issue 4, p.481,36p. /www.libfl.ru/Luhmann/Luhmann4.html

Von Neumann John. [1945- 2001. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΙΤΙΚΗ

Von Neumann, John. 1946. "The Principles of Large-Scale Computing Machines", reprinted in *Ann. Hist. Comp.*, Vol. 3, No. 3, pp. 263-273.

Von Neumann, John. 1958. The Computer and the Brain, Yale Univ. Press, New Haven.

Von Neumann, John and Arthur W. Burks. 1966. Theory of Self-Reproducing Automata, Univ. of Illinois Press, Urbana IL.

Waldrop M.M. Complexity: The emerging Science at the edge of Order and Chaos. Penguin, 1994.

Waldrop, M. (1992). Complexity: the emerging science at the edge of chaos. Simon & Schuster, New York.

Warlas L. [1874] 1984. Elements of pure Economics, or the Theory of Social Wealth. Philadelphia, PA: Orion.

Watkins JWN. [1965] 1973. Hobbes's system of ideas. London: Hutchinson.

Watkins J.W.N. (1973)Historical Explanation in the social sciences. In j.O'Neill (Eds.) Modes of Individualism and Collectivism. Gregg Revivals, Hampshire UK. pp.166-178.

Wiener N. Cybernetics (NY: Wiley,1948) Shannon C. and Weaver W. The Mathematical Theory of Communication[Urbana: University of Illinois Press, 1949)

Wooldridge M. and Jennings N.R. (1995) Intelligent Agents: theory and practice. Knowledge Engineering Review,10

Wright I. (1996) Reinforcement learning and animat emotions. Tech. Rep. CSRP- 96-4, University of Birmingham School of Computer Science.

