



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Διπλωματική Εργασία

Λογική και παιγνιοθεωρητική σημασιολογία αφηγημάτων

Ανθούλα Μπεκίρη
Α.Μ. 235841

Επιβλέπων
Σταύρος Κοσμαδάκης

Μέλος Επιτροπής Αξιολόγησης
Ευστράτιος Γαλλόπουλος

Μέλος Επιτροπής Αξιολόγησης
Ευάγγελος Στεφανόπουλος

Πάτρα, 2022

© Copyright συγγραφέας Ανθούλα Μπεκίρη, 2022

© Copyright θέματος Σταύρος Κοσμαδάκης

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Σταύρο Κοσμαδάκη, για την αφιέρωση πολύτιμου χρόνου και καθοδήγησης, καθώς και για τις χρήσιμες συμβουλές και διορθώσεις του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τη σημασιολογία μέσω παιγνίων και την ανάλυση αφηγημάτων, χρησιμοποιώντας τεχνικές της Μαθηματικής Λογικής και της Θεωρίας Παιγνίων. Η εργασία χωρίζεται σε τέσσερα κεφάλαια όπως παρατίθενται παρακάτω.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή σχετικά με τη σημασία τέτοιου τύπου προβλημάτων, τους στόχους της εργασίας και τη μεθοδολογία προσέγγισης, ώστε ο αναγνώστης να έρθει σε μια πρώτη επαφή με το αντικείμενο της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εμβαθύνουμε στη σημασιολογία αφηγημάτων και σε συγκεκριμένες εφαρμογές στην επιστήμη των υπολογιστών, βασισμένες σε βιβλιογραφικές αναφορές και έρευνες από τις οποίες έχουν αντληθεί πληροφορίες.

Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζονται και μελετώνται θεωρητικές εφαρμογές μέσω παιγνίων και προβλημάτων χρησιμοποιώντας τεχνικές από τη Θεωρία Παιγνίων και την Επιστήμη της Λογικής για την ανάλυση και τη σημασιολογία αφηγημάτων.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο αυτής της εργασίας γίνεται μια σύνοψη αυτής και παρατίθενται μερικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την ίδια την εργασία.

Abstract

This dissertation deals with semantics through games and the analysis of narratives, using techniques of Mathematical Logic and Game Theory. The work is divided into four chapters as listed below.

The first chapter introduces the importance of this type of problems, the goal of the dissertation and the methodology we follow to examine each problem, so that the reader comes into a first contact with the subject of the work.

The second chapter contains a description of the semantics of narratives and specific applications in computer science, based on bibliographic references and research.

The third chapter examines theoretical applications through games and problems, using techniques from Game Theory and the Science of Logic, to analyze narratives and explain the results of them.

The fourth and last chapter summarizes and presents briefly some conclusions that emerge from the work we have done in the third chapter.

Περιεχόμενα

<i>Κεφάλαιο 1</i>	<i>i</i>
<i>Εισαγωγή</i>	<i>1</i>
1.1 Σημασία του προβλήματος.....	1
1.2 Στόχοι της Εργασίας.....	2
1.3 Μεθοδολογία Προσέγγισης.....	2
<i>Κεφάλαιο 2</i>	<i>5</i>
<i>Σημασιολογία αφηγημάτων και εφαρμογές στην επιστήμη των υπολογιστών</i>	<i>5</i>
2.1 Η τεχνική του semantic markup	5
2.2 Αφηγηματική θεωρία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών	7
2.3 Εργοδική λογοτεχνία.....	13
<i>Κεφάλαιο 3</i>	<i>17</i>
<i>Επιστημική λογική, παίγνια και σημασιολογία αφηγημάτων</i>	<i>17</i>
3.1 Το παίγνιο Flossie & Fox	17
3.2 Το παίγνιο Slave & Master	28
3.3 Το πρόβλημα συντονισμού στο λεωφορείο	36
3.4 Άλλα προβλήματα συντονισμού	53
<i>Κεφάλαιο 4</i>	<i>59</i>
<i>Συμπεράσματα</i>	<i>59</i>
4.1 Σύνοψη και συμπεράσματα.....	59
4.2 Ψυχο-κοινωνιολογική θεωρία για τη λειτουργία των μέσων κοινωνικής δικτύωσης	61
<i>Βιβλιογραφία-Αναφορές</i>	<i>65</i>

1

Εισαγωγή

1.1 Σημασία του προβλήματος

Η αφηγηματολογία είναι η μελέτη των αφηγημάτων και της αφηγηματικής δομής, καθώς και των τρόπων που αυτά επηρεάζουν την ανθρώπινη αντίληψη. Οι αφηγήσεις θεωρούνται ως ο βασικός τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων και οι προφορικές αφηγήσεις εξελισσόμενες σε σύγχρονες και συγκεκριμένες μορφές αφηγημάτων αναγνωρίζονται ως η βάση για τη μεταφορά γνώσης από άνθρωπο σε άνθρωπο, από κοινωνία σε κοινωνία και από γενιά σε γενιά.

Το επιστημονικό πεδίο που είναι πιο κοντά στην αφήγηση ιστοριών είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI), στόχος της οποίας είναι η κατασκευή προσομοίωσης της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Η αφήγηση είναι μια από τις ανθρώπινες δραστηριότητες που η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει προσπαθήσει να προσομοιώσει, βασιζόμενη σε αλγεβρικές/αλγοριθμικές τεχνικές. Η δημιουργία κάθε στοιχείου μιας συγκεκριμένης ιστορίας, και εν τέλει όλη η ιστορία, στον υπολογιστή, πρέπει να είναι βασισμένη σε καλά καθορισμένες και σαφείς αρχές, και στους κανόνες σύμφωνα με τους οποίους μπορούν να συνδυαστούν αυτές οι θεμελιώδεις αρχές [1].

Εφαρμογές της αφηγηματολογίας στην επιστήμη των υπολογιστών είναι τα βιντεοπαιχνίδια, και ιδιαίτερα παιχνίδια ρόλων και προσομοιωτές πραγματικής ζωής, αφού είναι διαδραστικά και προσκαλούν τον ίδιο τον παίκτη στη δημιουργία της πλοκής της ιστορίας και εν τέλει της αφηγηματικής δομής. Άλλα παραδείγματα εφαρμογών, που βασίζονται πάνω στη λογική της αφηγηματολογίας και το πώς μέσα από τις ιστορίες μεταφέρεται γνώση, είναι αλγόριθμοι και γράφοι οι οποίοι αναπαριστούν το πώς μέσα σε ένα δίκτυο οδηγούμαστε σε έναν συγκεκριμένο κόμβο. Ένας τέτοιος αλγόριθμος είναι ο PageRank της Google, ο οποίος

χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει την πιθανότητα ένα άτομο κάνοντας τυχαία κλικ σε συνδέσμους, να καταλήξει σε κάποια συγκεκριμένη σελίδα. Ένα παράδειγμα της εφαρμογής των μεθόδων PageRank είναι η ανάλυση αφηγημάτων με τη μορφή υπερ-κειμένων (hypertext). Η λογοτεχνία υπερ-κειμένου (hypertext literature) περιέχει πολλές πιθανές διαδρομές ιστορίας για ένα μόνο μυθιστόρημα. Κάθε μυθιστόρημα αποτελείται από ένα σύνολο ιστοριών, όπου κάθε ιστορία είτε απλά τελειώνει, είτε παρουσιάζει ένα σύνολο δυνατοτήτων για τη επόμενη ιστορία. Διάφορα άρθρα που έχουν γραφεί υποστηρίζουν ότι με μεθόδους όπως ο αλγόριθμος PageRank χαρτογραφείται ιδανικά ο τρόπος με τον οποίο οι χρήστες διαβάζουν αυτά τα βιβλία. Το πρόβλημα αυτό επιλύεται κατασκευάζοντας κατευθυνόμενα και ακυκλικά γραφήματα και μια μήτρα, η οποία δείχνει τον αριθμό των εξερχόμενων ακμών κάθε κορυφής, και έτσι με αυτό τον τρόπο έχουμε ένα πρόβλημα τύπου PageRank και αναζητούνται οι πιο πιθανές ιστορίες σε ένα βιβλίο [2]. Από αυτές τις εφαρμογές, αλλά και από άλλες ακόμα οι οποίες παρουσιάζονται στο 2^ο κεφάλαιο, γίνεται αντιληπτό ότι η αφηγηματολογία και η μελέτη της αφήγησης γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στον τομέα των τεχνολογιών της γνώσης και της διαχείρισης της γνώσης.

1.2 Στόχοι της Εργασίας

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας έχουν μελετηθεί μερικά παίγνια και προβλήματα συντονισμού. Σε αυτά σημαντικό ρόλο για τη συνέχιση της εκάστοτε ιστορίας παίζει η γνώση που λαμβάνει ο κάθε παίκτης από τις έως τότε κινήσεις του άλλου παίκτη. Επομένως, στόχος είναι με μαθηματικές/αλγοριθμικές τεχνικές να κατανοηθεί πως ερμηνεύεται η γνώση μεταξύ των παικτών που δρουν στα αφηγήματα και πως χρησιμοποιείται αυτή από τους παίκτες για τη συνέχιση της ιστορίας. Επιπλέον, στόχος αυτής της εργασίας είναι να αποτυπωθεί αυτή η γνώση και η επικοινωνία μεταξύ των παικτών με μαθηματικούς τρόπους, είτε με γραφήματα, είτε με αλγοριθμικούς κανόνες.

1.3 Μεθοδολογία Προσέγγισης

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας, όπου και παρουσιάζεται το τεχνικό μέρος αυτής της εργασίας, προσεγγίζεται και παρουσιάζεται μέσα από την ανάλυση αφηγημάτων η σημασία της γνώσης και πως αυτή χρησιμοποιείται για την κατασκευή γράφων που απεικονίζουν

αυτές τις ιστορίες και το πώς σχηματίζεται η διαδρομή από τον ένα κόμβο στον άλλο με βάση αυτή τη γνώση.

Αρχικά, εξετάστηκαν δύο παίγνια μεταξύ δύο παικτών. Με έναν μαθηματικό τρόπο έχει αναδειχθεί πως συμφέρει τον κάθε παίκτη να δράσει, ανάλογα και με το κόστος ή το κέρδος που μπορεί να του αποφέρει κάθε ενέργεια, και ποια γνώση μπορεί να του φανεί χρήσιμη στην απόφαση για το πώς θα ενεργήσει στο παιχνίδι. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια τεχνικών της Μαθηματικής Λογικής έχουν μοντελοποιηθεί οι γνώσεις του κάθε παίκτη.

Έπειτα, έχουν περιγραφεί μερικά προβλήματα συντονισμού που υπάρχουν στην κοινωνία και μερικά από αυτά έχουν μελετηθεί εκτενέστερα. Αυτά τα προβλήματα συντονισμού έχουν μελετηθεί με σκοπό να διερευνηθεί και να περιγραφεί ένας κοινός κώδικας επικοινωνίας μεταξύ των παικτών, ώστε συνεργαζόμενοι να καταφέρουν να αποκτήσουν γνώση για το τι επιθυμεί και τι γνωρίζει ο άλλος παίκτης και τελικά, από τη στιγμή που επιθυμούν το ίδιο πράγμα, να καταλήξουν να ενεργήσουν και κατά τον ίδιο τρόπο.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

- [1] Mischa M. Tuffield, David E. Millard, Nigel R Shadbolt. (2006). *Ontological Approaches to Modelling Narrative*. 2nd AKT DTA Symposium, AKT, Aberdeen University.
- [2] David F. Gleich. (2015). *PageRank beyond the Web*. SIAM Review, 57(3), 321–363.

2

Σημασιολογία αφηγημάτων και εφαρμογές στην επιστήμη των υπολογιστών

2.1 Η τεχνική του *semantic markup*

Τη δεδομένη χρονική περίοδο το διαδίκτυο χρησιμοποιείται ως ο κύριος και πιο άμεσος τρόπος για αναζήτηση πληροφοριών, μέσα από τις μηχανές αναζήτησης, με ιστοσελίδες να προτείνονται στον χρήστη σύμφωνα με το καλύτερο ταίριασμα που γίνεται δοθέντων συγκεκριμένων λέξεων-κλειδιών. Ωστόσο, δεν υπάρχει ακόμα μέθοδος ώστε να μπορούμε να υποβάλλουμε ένα ερώτημα στο τεράστιο σύνολο πληροφοριών που υπάρχουν στο διαδίκτυο και αυτό να δημιουργεί μια αφήγηση πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα.

Αυτό συμβαίνει λόγω του γεγονότος ότι οι πληροφορίες που υπάρχουν στο διαδίκτυο δεν περιέχουν απαραίτητα σημασιολογικά στοιχεία (semantics) με έναν σαφή τρόπο, αναγνώσιμο από μηχανήμα. Αυτή η έλλειψη καθυστερεί την ικανότητα του υπολογιστή να εξάγει και να συνάψει σχέσεις από αυτή την τεράστια ποσότητα πληροφοριών και να τις παρουσιάσει με έναν δομημένο τρόπο. Το νέο πεδίο των τεχνολογιών του Semantic Web δοκιμάζει τρόπους με τους οποίους οι δημιουργοί δημοσιεύουν πληροφορίες, από την κλασσική μέθοδο εμφάνισης ενός αρχείου το οποίο προορίζεται να μεταφέρει ένα μήνυμα σε έναν αναγνώστη, μέχρι τη δημοσίευση στοιχείων γνώσης, τα οποία δεν έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία, σε μορφή στοιχείων πολυμέσων (βίντεο, εικόνες κλπ.), τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με έναν δομημένο τρόπο μέσα από τον οποίο μπορεί να συμπεραίνεται κάποιο συγκεκριμένο νόημα.

Οι διάφορες μορφές αφηγήσεων αναγνωρίζονται εδώ και αιώνες ως οι μέθοδοι με τις οποίες μεταφέρεται γνώση στις κοινωνίες και στις επόμενες γενιές. Η γενική ιδέα και η πράξη της επανάληψης και μεταφοράς γνώσης με έναν συγκεκριμένο και καθορισμένο τρόπο έτοιμο προς ανθρώπινη ανάγνωση είναι αυτό που καλούμε γνώση. Η αφηγηματική θεωρία μπορεί να

εφαρμοστεί στις τεχνολογίες του Semantic Web και να αξιοποιηθεί για τη μεταφορά γνώσης σε πολύτιμα δεδομένα. Επομένως, είναι ωφέλιμο και σημαντικό να δημιουργηθούν συστήματα για να συμβάλλουν σε αυτή τη διαδικασία. Ωστόσο, υπάρχει ένα κενό (semantic gap) το οποίο ορίζεται από τη διαφορά του τρόπου με τον οποίο εκφράζονται οι άνθρωποι, με τον τρόπο έκφρασης και κατανόησης των μηχανών. Το χάσμα αυτό μπορεί να γεφυρωθεί από τη δημιουργία αυτών των συστημάτων, τα οποία θα είναι ικανά να διαχειριστούν τη γνώση τόσο σε επίπεδο ανθρώπινης επικοινωνίας όσο και σε επίπεδο μηχανής. Τέτοια συστήματα θα είναι ικανά να έχουν τη γνώση σε μορφή οντολογιών και αυστηρά καθορισμένων σημασιολογικών δικτύων, και να παρουσιάζουν τη γνώση αυτή στους ανθρώπους με τη μορφή παραδοσιακών αφηγήσεων.

Για την ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ μηχανών απαιτείται υψηλό επίπεδο φορμαλισμού, πράγμα που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα όταν απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση. Τα στάδια στα οποία παρεμβαίνει ο ανθρώπινος παράγοντας είναι η συγγραφή και η προβολή. Υπάρχει μια αυξανόμενη τάση στα συστήματα προς μια προσέγγιση «μετάφραση σε αφήγηση». Αυτό συμβαίνει όταν η βάση γνώσεων ενός συστήματος κωδικοποιείται με έναν επίσημο τρόπο και στη συνέχεια μετατρέπεται σε παρουσίαση πολυμέσων για προβολή. Με αυτό τον τρόπο οι αφηγήσεις αντιμετωπίζονται ως μια διεπαφή και όχι ως ένας γνήσιος τρόπος δομής πληροφοριών.

Υπάρχουν συστήματα, όπως το Artequakt, τα οποία συνδέουν ένα εργαλείο εξαγωγής γνώσεων με μια οντολογία, για να επιτύχουν συνεχή υποστήριξη γνώσης και να καθοδηγούν την εξαγωγή πληροφοριών. Το εργαλείο εξαγωγής αναζητά και συλλέγει πληροφορίες από αδόμητες αφηγήσεις από πόρους προσβάσιμους στο διαδίκτυο, χρησιμοποιεί μια οντολογία και στη συνέχεια συνδυάζει τις εξαγόμενες γνώσεις σε μια αφήγηση. Ωστόσο, ακόμη και για να επιτευχθεί αυτό το επίπεδο εργασίας, τα συστήματα αυτά απαιτείται να έχουν μια κατανόηση για τον τρόπο με τον οποίο δομούνται οι αφηγήσεις και το πώς «αφήγματα» γνώσης μπορούν να συνδυαστούν λογικά. Τα οντολογικά συστήματα μηχανών για να αναλύσουν ή να παράγουν αφηγήσεις είναι σημαντικό να έχουν μια οντολογική κατανόηση της αφήγησης.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και προσεγγίσεις βάσει των οποίων αυτά τα οντολογικά συστήματα μπορούν να δημιουργήσουν αφηγήσεις. Προκειμένου να αναπαραστήσουμε την αφήγηση οντολογικά, πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε ποια πτυχή της αφήγησης είναι μοντελοποιημένη. Η άποψη του Bal για τα επίπεδα της αφήγησης είναι ένας χρήσιμος τρόπος για να κατανοήσουμε τι μοντελοποιείται. Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο μπορεί να θεωρηθεί ότι η αφήγηση αποτελείται από τρία επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο αναπαριστά τα ακατέργαστα

χρονολογικά γεγονότα που περιγράφονται στην αφήγηση, το δεύτερο επίπεδο τη δομή της ίδιας της ιστορίας, και το τρίτο και υψηλότερο επίπεδο είναι η ίδια η αφήγηση. Μόλις η ιστορία οριστεί με βάση αυτό το μοντέλο, πρέπει να παρουσιαστεί μέσω κάποιου μέσου ώστε η αφήγηση να γίνεται αντιληπτή από τον ανθρώπινο παράγοντα [1].

Οι οντολογίες παρουσιάζουν μια ιστορία με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αναγνώσιμη από ένα μηχάνημα. Η σημασιολογία που εκφράζεται από οντολογίες θα πρέπει να έρθει σε σύνδεση με τον τρέχων Ιστό (Web) ώστε αυτός να επεκταθεί και να γίνει πιο κατανοητός από το μηχάνημα. Η τεχνική της προσθήκης σημασιολογίας στον τρέχων Ιστό είναι αυτή της σημασιολογικής σήμανσης (semantic markup), η οποία συγκροτεί μια ιστοσελίδα με τρόπο κατανοητό τόσο από ανθρώπους όσο και από μηχανές. Σε αυτή την τεχνική χρησιμοποιούνται ειδικές ετικέτες για να δηλώσουν τα ξεχωριστά μέρη-τιμήματα και το περιεχόμενο της κάθε ιστοσελίδας. Αυτό επιτρέπει σε ένα πρόγραμμα ανίχνευσης, το οποίο χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία της αναζήτησης από μια μηχανή αναζήτησης, να κατανοήσει το περιεχόμενο του ιστού κατά τη διεργασία αυτή. Χρησιμοποιώντας τη σημασιολογική σήμανση, οι μηχανές αναζήτησης μπορούν να γνωρίζουν το περιεχόμενο των ιστοσελίδων. Με τη βοήθεια αυτής της τεχνικής οι μηχανές αναζήτησης προσδιορίζουν το θέμα και τη συνάφεια διαφορετικών τμημάτων των ιστοσελίδων και έτσι αυξάνεται η προβολή των ιστοσελίδων στις μηχανές αναζήτησης.

Οι αφηγήσεις και οι ιστορίες είναι μια σημαντική μορφή αναπαράστασης της γνώσης, αποτελούν κλειδί για τη γνώση που είναι προσβάσιμη από τη μηχανή, τόσο για την κατανόηση των υπαρχόντων ανθρώπινων έργων όσο και για την έκφραση νέων γνώσεων στους ανθρώπους, και μπορούν να εκφραστούν μέσω οντολογιών για να είναι κατανοητές από ένα μηχάνημα. Η τεχνική της σημασιολογικής σήμανσης είναι αυτή που φέρνει σε επαφή τις οντολογίες και τον Ιστό, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο την υψηλότερη αξιολόγηση ιστοσελίδων στις μηχανές αναζήτησης. Επομένως, γίνεται αντιληπτό πως οι αφηγήσεις, τα χαρακτηριστικά τους και αυτή η τεχνική μπορούν να αξιοποιηθούν για να αυξήσουν την ορατότητα ιστοσελίδων και να προσελκύσουν περισσότερους ανθρώπους [2].

2.2 Αφηγηματική θεωρία των ηλεκτρονικών παιχνιδιών

Τα ηλεκτρονικά παιχνίδια δημιουργούν πολλές ερωτήσεις και προκλήσεις για την αφηγηματική θεωρία και τη σύνδεσή τους με αυτή. Είναι τα παιχνίδια ένας τύπος αφήγησης; Περιέχουν τα παιχνίδια αφηγήσεις; Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αφήγηση για τη μελέτη

παιχνιδιών; Ανεξάρτητα από τις απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα, τα παιχνίδια έχουν εμφανιστεί στις μέρες μας ως μια πολιτιστική μορφή η οποία επηρεάζει και άλλες, όπως η τηλεόραση, ο κινηματογράφος, η λογοτεχνία κλπ.

Είναι σημαντικό να πούμε ότι μελετώντας τη σύνδεση μεταξύ παιχνιδιών και αφηγήσεων δεν πρέπει να έχουμε στο νου μας να αποδείξουμε ότι τα παιχνίδια είναι αφηγηματικές μορφές, αλλά θα πρέπει να αναζητήσουμε παραλληλισμούς, προάγγελους και σημεία αλληλοεπικάλυψης. Εφαρμόζοντας μοντέλα από τη μια μορφή στην άλλη, είναι κρίσιμη η ικανότητά μας να αξιολογούμε τις ομοιότητες, αλλά και τις ασυμφωνίες, μεταξύ αυτών των δύο μορφών. Τα παιχνίδια δεν μπορούν να οριστούν ακριβώς με έναν επίσημο και συγκεκριμένο τρόπο. Πως μπορούμε, λοιπόν, να γνωρίζουμε ότι τα φαινόμενα που ονομάζουμε ηλεκτρονικά παιχνίδια είναι πρώτα-πρώτα παιχνίδια; Μέσα από τη μελέτη των ηλεκτρονικών παιχνιδιών το ερώτημα αν τα παιχνίδια είναι μια μορφή ιστοριών έγινε ένα εξέχον ζήτημα μεταξύ των ειδικών. Έτσι, αναδύθηκε και μελετήθηκε το ζήτημα της σχέσης μεταξύ παιχνιδιών και ιστοριών μέσω μιας σωστά αφηγηματικής ανάλυσης, χρησιμοποιώντας τις βασικές έννοιες και μοντέλα της σύγχρονης αφηγηματικής θεωρίας. Στόχος δεν ήταν και δεν είναι να αποδειχθεί ότι όλα τα παιχνίδια είναι αφηγηματικά, γιατί έτσι κι αλλιώς δεν είναι, αλλά να δειχθεί ότι υπάρχουν πολλά να κερδίσουμε από μια αυστηρή εφαρμογή της αφηγηματολογίας στις μελέτες παιχνιδιών.

Η διαφορά μεταξύ παιχνιδιών και αφηγήσεων δεν είναι ξεκάθαρη. Ωστόσο, τα παιχνίδια και οι ιστορίες φαίνεται να μοιράζονται έναν αριθμό στοιχείων, δηλαδή έναν κόσμο (world), τους χαρακτήρες (agents), τα αντικείμενα (objects) και τα γεγονότα (events). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα στοιχεία είναι επίσης τα γνωστικά δομικά στοιχεία της ανθρώπινης πραγματικότητας, καθώς και των μεσολαβούντων αναπαραστάσεων του ίδιου. Επομένως, είναι σημαντικό και ωφέλιμο να μην δίνουμε προτεραιότητα ούτε στα παιχνίδια ούτε στις ιστορίες, αλλά μάλλον να βασίζουμε το μοντέλο στην πρωτογενή πραγματικότητα που γεννήθηκαν και τα δύο, και ότι και τα δύο είναι μέρος αυτής, με κάπως διαφορετικούς τρόπους.

Δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη τεχνική αλλά πολλές διαφορετικές που έχουν εφαρμοστεί λιγότερο ή περισσότερο επιτυχώς για να μετατρέψουν τα παιχνίδια σε ιστορίες-αφηγήσεις. Ένα μοντέλο αυτού του σχεδιαστικού χώρου πρέπει να λαμβάνει τους τρόπους με τους οποίους τα παιχνίδια διαφέρουν μεταξύ τους. Υπάρχει μια προσέγγιση η οποία βλέπει το χώρο της αφήγησης ως τέσσερις ανεξάρτητες, οντικές διαστάσεις: κόσμος, αντικείμενα, χαρακτήρες, γεγονότα. Κάθε παιχνίδι και ιστορία περιέχει αυτά τα τέσσερα στοιχεία, αλλά αυτά διαμορφώνονται διαφορετικά σε κάθε ένα από αυτά. Για παράδειγμα, οι κόσμοι του

παιχνιδιού μπορεί να είναι γραμμικοί, πολυτροπικοί και αυτό έχει μεγάλη επίδραση στον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η αφήγηση. Τα αντικείμενα μπορεί να είναι δυναμικά, δημιουργούμενα από τον χρήστη ή στατικά. Οι χαρακτήρες μπορούν να παρουσιαστούν ως πλούσιοι, βαθύτεροι και στρογγυλοί. Η ακολουθία των συμβάντων μπορεί να είναι ανοιχτή, επιλέξιμη ή με πλοκή, και η αφηγηματική έννοια των πυρήνων (γεγονότα που ορίζουν τη συγκεκριμένη ιστορία) και οι δορυφόροι (συμπληρωματικά συμβάντα που συμπληρώνουν την ιστορία) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν διάφορους τύπους παιχνιδιών με σταθερούς ή/και ευέλικτους πυρήνες και δορυφόρους. Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να συνδυαστεί ένα παιχνίδι με μια ιστορία, εμφανίζοντας διαφορετικά χαρακτηριστικά σε κάθε μια από τις τέσσερις διαστάσεις.

World

Οι κόσμοι των παιχνιδιών είναι φυσικές ή εικονικές δομές οι οποίες είναι ξεκάθαρα οριοθετημένες και μπορούν να περιγραφούν γεωμετρικά και τοπολογικά. Οι κόσμοι αυτοί έχουν μια μετρήσιμη και συγκεκριμένη επέκταση που μπορεί να εξερευνηθεί από έναν ανεξάρτητο ήρωα παιχνιδιού (agent), σε αντίθεση με τους φανταστικούς κόσμους οι οποίοι εξαρτώνται από τη φαντασία. Παρόλα αυτά, ο κόσμος που παρουσιάζεται σε ένα παιχνίδι δεν είναι απαραίτητα μόνο ένας κόσμος παιχνιδιού, καθώς ένα παιχνίδι μπορεί να περιλαμβάνει τον προσβάσιμο τύπο χώρου (lucid space) και τον μη-προσβάσιμο (extra-lucid space). Ο προσβάσιμος χώρος είναι η αρένα του παιχνιδιού που μπορεί να εξερευνηθεί και να παίξει ο ήρωας, ενώ ο μη-προσβάσιμος χώρος είναι ο περιβάλλοντας χώρος που δεν μπορεί να διασχίσει. Ένα παράδειγμα παιχνιδιών που περιλαμβάνουν και τους δύο τύπους χώρων είναι αυτά που ο προσβάσιμος από τον χρήστη χώρος αποτελείται από στενές τροχιές ή διαδρόμους που περιβάλλονται από στατικό τοπίο, στον οποίο ο χαρακτήρας του παιχνιδιού δεν μπορεί να παίξει (μη-προσβάσιμος χώρος). Σε άλλα παιχνίδια ο προσβάσιμος χώρος μπορεί να είναι όλος ο χώρος του παιχνιδιού, όπως στο σκάκι. Σε άλλα, οι παίκτες μπορούν να επεκτείνουν τον χώρο που μπορούν να κινηθούν δημιουργώντας περισσότερο από τον προσβάσιμο χώρο μέσα στο ίδιο το παιχνίδι.

Objects

Τα αντικείμενα στα παιχνίδια μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως προς την ευπλαστότητά τους από στατικά (μη-αλληλεπιδρούμενα ή χρησιμοποιήσιμα αντικείμενα) έως φθαρτά, μεταβλητά ή δημιουργήσιμα. Το ίδιο παιχνίδι μπορεί να περιέχει όλες αυτές τις κατηγορίες

αντικειμένων και, μάλιστα, τα περισσότερα παιχνίδια περιέχουν περισσότερους από έναν τύπους. Ο τύπος των αντικειμένων είναι σημαντικός, αφού μπορεί να καθορίσει τη δυνατότητα και το βαθμό παρέμβασης του χρήστη στο παιχνίδι. Όσο μεγαλύτερη ελευθερία παρέχει ένα παιχνίδι στη δημιουργία ή/και τροποποίηση αντικειμένων από τους ίδιους τους παίκτες, τόσο λιγότερο ισχυρό έλεγχο της αφήγησης μπορεί να έχει.

Agents

Οι χαρακτήρες που συναντάμε στα παιχνίδια μερικές φορές εισάγονται από άλλα μέσα και μπορούν να ταξινομηθούν και να χαρακτηριστούν ως προς το βάθος/ρηχότητά τους, την ευελιξία/δυνατότητα ελέγχου του παίκτη. Οι χαρακτήρες το παιχνιδιού μπορούν να κατηγοριοποιηθούν είτε ως "ρομπότ", χωρίς ατομική ταυτότητα, είτε ως ρηχοί χαρακτήρες, με ξεχωριστό όνομα και εμφάνιση αλλά μικρή προσωπικότητα, είτε ως βαθείς χαρακτήρες. Όπως και με τα αντικείμενα, μπορεί να υπάρξει ένας συνδυασμός αυτών των κατηγοριών, και εδώ το επίπεδο της ελευθερίας καθορίζει τον έλεγχο του παιχνιδιού.

Events

Τα γεγονότα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν από την κατάσταση και την παρουσία πυρήνων και δορυφόρων: α) πλήρως σχεδιασμένα (καθαρή ιστορία), β) δυναμικοί δορυφόροι (ιστορία με δυνατότητα αναπαραγωγής), γ) δυναμικοί πυρήνες (παιχνίδια πολλαπλών διαδρομών/αποστολών), και δ) χωρίς πυρήνες (καθαρό παιχνίδι). Ένα έργο στο οποίο η επιλογή των πυρήνων μπορεί να επηρεαστεί, αλλά όχι οι δορυφόροι, θα ήταν τυπικά μια μη γραμμική ιστορία (hypertext fiction) και όχι ένα παιχνίδι. Τα γεγονότα μπορούν επίσης να περιοριστούν προσωρινά, για να αφήσουν τα στοιχεία της ιστορίας να μεταφερθούν σε ένα παιχνίδι μέσω παραδοσιακής αφήγησης.

Παρατηρείται ότι οι δύο πρώτες διαστάσεις, ο κόσμος και τα αντικείμενα, περιγράφουν λιγότερο αφηγηματικά στοιχεία και περισσότερο οντολογικές πτυχές του κόσμου του παιχνιδιού. Δεν υπάρχει τίποτα απαραίτητως αφηγηματικό γύρω από την τοπολογική παραλλαγή της δομής του κόσμου, ούτε για το βαθμό ευελιξίας των αντικειμένων του παιχνιδιού. Αντιθέτως, οι δύο τελευταίες διαστάσεις, οι χαρακτήρες και τα γεγονότα, δεν περιγράφουν τόσο πολύ το παιχνίδι όσο την παρέμβαση και τη δράση των παικτών σε αυτό. Η πιο σημαντική ίσως διάσταση για την αφήγηση των παιχνιδιών είναι αυτή των χαρακτήρων και άρα ο πιο αποτελεσματικός τρόπος δημιουργίας αφηγηματικού περιεχομένου είναι η επένδυση στη δημιουργία των ηρώων του παιχνιδιού. Ο παίκτης είναι αυτός που μπορεί να

πει και να δημιουργήσει μια ιστορία σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο του παιχνιδιού, και σε πολλές περιπτώσεις ο παίκτης μπορεί να παίζει για να δει μια σκηνή ή να κάνει μια αφηγηματική ακολουθία [3].

Ωστόσο, όσο και αν τα παιχνίδια και οι αφηγήσεις μοιράζονται ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά, υπάρχουν μερικές διαφοροποιήσεις μεταξύ αυτών των δύο. Στην πραγματικότητα τα παιχνίδια και οι ιστορίες δεν ταυτίζονται μεταξύ τους με έναν ακριβή και αυστηρό τρόπο. Υπάρχει μια εγγενής σύγκρουση μεταξύ του τώρα της αλληλεπίδρασης που περιέχει το παιχνίδι και του παρελθόντος ή του «προηγούμενου» της αφήγησης μιας ιστορίας. Επίσης, η επίδραση που έχει ο παίκτης σε ένα παιχνίδι είναι διαφορετική με τη σχέση του αναγνώστη με την ιστορία, αφού ο παίκτης αναλαμβάνει ρόλο και δρα μέσα στο παιχνίδι. Τα παιχνίδια με πολύπλοκους τρόπους δημιουργούν και τροφοδοτούν τις εμπειρίες των παικτών. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την επίδραση της διαδραστικότητας. Τα παιχνίδια είναι ένα δυναμικό σύστημα που επιτρέπει ένα πλήθος ακολουθιών. Συνεπώς, η ενεργή κατάσταση του παίκτη όταν παίζει ένα παιχνίδι έχει τεράστιες επιπτώσεις στο πώς αντιλαμβανόμαστε τα παιχνίδια [4].

Μια εξίσου ενδιαφέρουσα αφηγηματολογική θεωρία για τα ηλεκτρονικά παιχνίδια είναι αυτή που λέει ότι τα παιχνίδια μπορούν πολύ εύκολα να περιέχουν αφηγήσεις, χωρίς απαραίτητα οι αφηγήσεις να είναι απόλυτα σχετικές με τα στοιχεία εκείνα που απαρτίζουν το παιχνίδι ως παιχνίδι, αλλά λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο με τον οποίο οι παίκτες επεξεργάζονται γνωστικά την εμπειρία τους από το παιχνίδι. Οι παίκτες αυξάνοντας ή μειώνοντας συνεχώς τη σημασιολογία που συνδέεται με τις δομές που συναντούν δημιουργούν στην ουσία έναν πλασματικό κόσμο με δικό του αυτόνομο νόημα και κανόνες.

Έτσι στην αρχή της εμπειρίας του παιχνιδιού υπάρχει μια διαδικασία εκ νέου σημασιοποίησης αυτών των δομών. Ξεκινώντας ένα παιχνίδι, οι παίκτες επιλέγουν να αγνοήσουν όλες τις γνώσεις τους για τον εαυτό τους, τους άλλους παίκτες ή το σύστημα παιχνιδιού που αντιμετωπίζουν, στο βαθμό που δεν είναι μέρος του παιχνιδιού. Με αυτό τον τρόπο μέσα στο παιχνίδι, ένα αντικείμενο μπορεί να χάσει την έννοια που έχει στον πραγματικό κόσμο και να αποκτήσει μια νέα χρήση και έννοια η οποία υπάρχει μόνο μέσα σε αυτό το παιχνίδι. Οι άνθρωποι παίζοντας ένα συγκεκριμένο παιχνίδι αρχίζουν να επενδύουν στα στοιχεία του παιχνιδιού και τη δομή του και κατά συνέπεια στις δικές τους ενέργειες και αποφάσεις. Επομένως, οι παίκτες δημιουργούν έναν φανταστικό κόσμο μέσα στον οποίο πραγματοποιούνται οι ενέργειες του παιχνιδιού, βασιζόμενοι σε κανόνες που δεν είναι απαραίτητα πανομοιότυποι με τους κανόνες του πραγματικού κόσμου. Τα βιντεοπαιχνίδια αναπτύσσονται γύρω από ένα πλασματικό πλαίσιο αναφοράς, όπου μπορούμε να

φανταστούμε τις αποφάσεις μας, σε ένα σύστημα που δεσμεύεται από κανόνες, ως αφηγηματικά συναφή γεγονότα σε έναν φανταστικό κόσμο. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να κατανοήσουμε την απόδοση ενός παιχνιδιού ως σταδιακή ανάπτυξη μιας αφηγηματικής ιστορίας.

Τα βιντεοπαιχνίδια είναι εξαιρετικά ικανά στο να κρατήσουν κάποιες πληροφορίες για το παιχνίδι, όπως τους κανόνες και τους στόχους του, πληροφορίες οι οποίες μπορεί να παρέχονται με διάφορους τρόπους, όπως είτε μέσω (αφηγηματικού) κειμένου, είτε μέσω οπτικού σχολιασμού και παρουσίασης. Ο σχολιασμός κειμένου περιέχει όλα τα στοιχεία κειμένου που αντικατοπτρίζουν τον τρόπο με τον οποίο παίζεται ένα παιχνίδι και παρέχουν άμεσα πληροφορίες σχετικά με τους κανόνες του παιχνιδιού. Αντίθετα, το αφηγηματικό κείμενο περιέχει όλα τα στοιχεία κειμένου (γραπτά ή προφορικά) που συμβάλλουν στη δημιουργία του κόσμου της ιστορίας (storyworld). Ο οπτικός σχολιασμός και η οπτική παρουσίαση, από την άλλη πλευρά, είναι η οπτική αναπαράσταση των πτυχών του παιχνιδιού. Στην πράξη αυτοί οι τύποι πληροφοριών αναμειγνύονται μεταξύ τους για να παρέχουν στο άτομο που παίζει το παιχνίδι τις κατάλληλες πληροφορίες για το σχεδιασμό και την παρουσίαση του κόσμου του παιχνιδιού και τους κανόνες αυτού.

Πολλά βιντεοπαιχνίδια αποτελούνται από ατελείς και μη συναφείς κόσμους συνθέτοντας το συνολικό κόσμο του παιχνιδιού. Για να μπορέσουμε να κάνουμε εικόνα το φανταστικό κόσμο ενός παιχνιδιού μπορούμε να καταφύγουμε στην εξήγηση των γεγονότων του παιχνιδιού επικαλούμενοι τους κανόνες του παιχνιδιού. Σε παιχνίδια που είναι επικεντρωμένα στην ιστορία και ενδιαφέρονται να δημιουργήσουν μια εμπειρία αφήγησης οι κανόνες προσαρμόζονται στη συνοχή του κόσμου της ιστορίας. Η ιστορία του κόσμου ενός βιντεοπαιχνιδιού είναι ο φανταστικός κόσμος στον οποίο η δομή του παιχνιδιού και οι κανόνες του καθώς και οι ενέργειες του παίκτη μέσα σε αυτό έχουν νόημα. Η ιστορία του κόσμου ενός βιντεοπαιχνιδιού διαφέρει με την ιστορία του κόσμου ενός μυθιστορήματος στο γεγονός ότι η πρόοδος των καταστάσεων στο βιντεοπαιχνίδι δεν είναι σταθερή, όπως στο μυθιστόρημα, αντίθετα ο παίκτης σε κάποιο βαθμό έχει επιρροή στο πως θα εξελιχθεί το παιχνίδι και δυο διαφορετικές εκτελέσεις ενός παιχνιδιού μπορεί να οδηγήσει σε δύο διαφορετικά αποτελέσματα. [4]

Όπως γίνεται αντιληπτό η αξία της αφηγηματικής θεωρίας στην κατανόηση και την κατασκευή παιχνιδιών είναι αναμφισβήτητη. Ωστόσο, δεν μπορούμε να περιγράψουμε όλα τα παιχνίδια με τους ίδιους όρους. Ο καλύτερος τρόπος για να δοκιμάσουμε ένα μοντέλο είναι να εισαγάγουμε νέα δεδομένα και να δούμε αν αυτά ταιριάζουν στο μοντέλο. Το μοντέλο που παρουσιάζεται εδώ δεν λαμβάνει υπόψη τις πτυχές «περιεχομένου» των αφηγηματικών

λόγων, όπως συναισθήματα, θέματα, στυλ κ.λπ. Πρόκειται περισσότερο για ένα περιγραφικό μοντέλο, το οποίο ωστόσο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να αναλύσει και να προτείνει σχεδιαστικές αποφάσεις. Αναμφίβολα, θα μπορούσαν να παραχθούν πιο εκλεπτυσμένες εκδόσεις με μία ή περισσότερες από αυτές τις τέσσερις διαστάσεις να μπορούν να αντικατασταθούν από άλλες με μεγαλύτερη επεξηγηματική ισχύ [3].

2.3 Εργοδική λογοτεχνία

Σε συνέχεια της προηγούμενης ενότητας, η αφηγηματολογία και το πώς οι ιστορίες αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου αλλά και χάρη στην αλληλεπίδραση της εξέλιξης της ιστορίας με τον παίκτη/αναγνώστη, βρίσκει εφαρμογή και στο είδος της διαδραστικής μυθοπλασίας που περιλαμβάνει διακλαδισμένα βιβλία ιστορίας και παιχνίδια. Τα βιβλία αυτά ανήκουν στο είδος της «εργοδικής λογοτεχνίας», ακριβώς γιατί απαιτείται κάποιο έργο για να διασχιστεί το κείμενο, τα οποία είναι ιστορίες υπερσυνδέσμων (hyperlink) όπου ο αναγνώστης μπορεί να επηρεάσει την εξέλιξη της ιστορίας με βάση τις επιλογές του κατά τη διάρκεια αυτής. Ένα βιβλίο διακλάδωσης αποτελείται από πολλαπλές εναλλακτικές πλοκές, οι οποίες ενδεχομένως οδηγούν σε πολλές διαφορετικές καταλήξεις.

Αυτά τα βιβλία οργανώνονται από μια σειρά διακριτών ενοτήτων, που ονομάζονται ιστορίες (storylets [6]), οι οποίες συνδυαζόμενες σχηματίζουν μια ολοκληρωμένη πλοκή. Μια τέτοια ιστορία ολοκληρώνεται σε μια σελίδα του βιβλίου, με τον αναγνώστη στο τέλος κάθε σελίδας να μπορεί να κάνει μια επιλογή που θα επηρεάσει την πλοκή της ιστορίας. Συνήθως ο αναγνώστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει με βάση κάποιο συγκεκριμένο κριτήριο, όπως για παράδειγμα η απάντηση που θα δώσει σε μια ερώτηση που σχετίζεται με την ιστορία, ένα αίτιο κ.λπ. Κάθε ιστορία μπορεί να είναι είτε μια αρχική ιστορία, η οποία σηματοδοτεί την αρχή μιας ανάγνωσης, είτε μια ιστορία ενδιάμεσης δράσης, είτε μια τελική ιστορία, η οποία σηματοδοτεί το τέλος μιας ή περισσότερων αναγνώσεων. Κάθε ιστορία τελειώνει με μια συνθήκη, η οποία ανάλογα με το πώς θα απαντηθεί από τον αναγνώστη συνδέει την ιστορία αυτή με μια άλλη ιστορία. Είναι επίσης πιθανό για μια τελική ιστορία να συνδέεται με την αρχική ιστορία, στην περίπτωση που ο αναγνώστης επιθυμεί να ξεκινήσει από την αρχή. Επομένως, η πλοκή είναι η ακολουθία των ιστοριών από την αρχική μέχρι την τελική, διαμέσου των ενδιάμεσων ιστοριών. Ξεκινώντας από την αρχή του βιβλίου και κάνοντας διαφορετικές επιλογές στο τέλος κάθε ιστορίας ο αναγνώστης μπορεί να διασχίσει διαφορετικές ιστορίες και είναι πιθανό να οδηγηθεί σε διαφορετικό τέλος [5].

Προκειμένου να αναλυθούν τέτοιου είδους κείμενα χρησιμοποιούνται μετρικές που βασίζονται στην ανάλυση μήτρας και στη θεωρία γραφημάτων, ώστε να ανακαλυφθούν ενδιαφέρουσες πληροφορίες, κρυμμένες έννοιες και ιδιότητες των εργοδικών κειμένων. Δεδομένου ότι υπάρχει μια αναλογία μεταξύ των ενεργειών περιήγησης στον Ιστό και της διαδικασίας ανάγνωσης αυτών των διαδραστικών κειμένων, έχει εξεταστεί η κατάταξη ιστοριών και έχουν χρησιμοποιηθεί μέθοδοι όπως το PageRank.

Τα βιβλία αυτά μπορούν να κωδικοποιηθούν και να αναπαρασταθούν με κατευθυνόμενα γραφήματα. Σε αυτά τα γραφήματα οι ιστορίες είναι οι κόμβοι, όπου η αρχική ιστορία είναι κόμβος με μηδενικό αριθμό εισερχόμενων ακμών και η τελικές ιστορίες είναι κόμβοι με μηδενικό αριθμό εξερχόμενων ακμών. Οι ακμές αντιστοιχούν σε έγκυρες μεταβάσεις μεταξύ ιστοριών. Είναι πιθανό να υπάρχουν κόμβοι οι οποίοι έχουν μηδενικό αριθμό εισερχόμενων και εξερχόμενων ακμών, των οποίων οι ιστορίες αποτελούν σφάλμα. Η τεχνική αυτή της αναπαράστασης του γραφήματος μπορεί να βοηθήσει στο να εντοπιστούν ιστορίες οι οποίες είναι απρόσιτες από την πηγή (με μηδενικό *indegree*). Ένας άλλος τύπος πιθανών σφαλμάτων είναι οι κύκλοι που οδηγούν σε μια ακολουθία ιστοριών δίχως τέλος. Επομένως, τα γραφήματα μπορούν να αξιολογηθούν για να εντοπιστούν τέτοιου είδους σφάλματα και ατέλειες στα βιβλία εργοδικής λογοτεχνίας.

Επιπλέον, σχετικά με το θέμα των ιστοριών που γράφτηκαν ως υπερκείμενα με μοντελοποιημένα γραφήματα, είναι χρήσιμο να υπολογιστεί η κατάταξη ιστοριών και να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα αυτής, αφού οι βαθμολογίες μπορούν να μεταφέρουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την πλοκή. Πιο συγκεκριμένα, η κατάταξη των ιστοριών αναδεικνύει το πόσο σημαντική είναι η κάθε ιστορία και το πόσο συχνά συναντάται στις πιθανές πλοκές που μπορούν να σχηματιστούν με βάση τις επιλογές του αναγνώστη. Οι κορυφαίοι κόμβοι είναι ιστορίες που θα αποτελούσαν μέρος κάθε έγκυρης ανάγνωσης οποιουδήποτε σχεδίου. Για αυτό το λόγο οι αρχικές ιστορίες έχουν και τη μεγαλύτερη αξιολόγηση, ακολουθούν οι ενδιάμεσες ιστορίες και τελευταίες στην κατάταξη βρίσκονται οι τελικές ιστορίες. Εξετάζοντας βιβλία των οποίων η πλοκή που εξελίσσεται από την αρχική μέχρι και την τελική ιστορία περιέχει κύκλους, διαπιστώνουμε ότι ο αλγόριθμος κατάταξης εκχωρεί στους κόμβους εισόδου στον κύκλο υψηλότερες τιμές από ότι στους υπόλοιπους κόμβους του κύκλου. Επιπλέον, η κατάταξη κατά κάποιο τρόπο αποκαλύπτει και την προσωπικότητα του πρωταγωνιστή ο οποίος καθορίζει μέσα από τις επιλογές του τη συνέχεια της ιστορίας [6].

Η κατάταξη βάσει συνδέσμου και χωρίς πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο μπορεί να αποκαλύψει κρυμμένες πληροφορίες σχετικά με τα βιβλία. Οι πληροφορίες αυτές έχουν

αποδειχθεί χρήσιμες για την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών (concept maps). Δεδομένου ότι το υπερκείμενο αποτελείται στην ουσία από το κείμενο, το οποίο στην περίπτωση μας είναι οι ιστορίες, και στη σύνδεση μεταξύ αυτών, ένα φυσικό επόμενο βήμα είναι να σκεφτούμε τι μπορεί να γίνει αν συμπεριλάβουμε επίσης πληροφορίες περιεχομένου. Στόχος είναι η αφηρημένη σύνοψη των πιο σημαντικών εννοιών από διάφορες ιστορίες που συναντώνται σε ένα δεδομένο βιβλίο και η αναπαράσταση αυτών των εννοιών σε γραφήματα με συνδέσμους που αντιστοιχούν σε βασικές αποφάσεις στην πλοκή. Με την ανάλυση βάσει περιεχομένου μπορούν να αποκαλυφθούν διάφορες σημαντικές πληροφορίες, όπως ποιο είναι το βασικό ερώτημα για την ανάπτυξη της πλοκής, οι οποίες διαφορετικά θα έμεναν κρυμμένες [7].

Από τη μια τα γραφήματα και οι μήτρες χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν τη συνδεσιμότητα και να αναλύσουν τον Παγκόσμιο Ιστό, κοινωνικά και άλλα δίκτυα. Από την άλλη ο συνδυασμός περιεχομένου με συνδέσμους βοηθά στην ενίσχυση της αναζήτησης και της ομαδοποίησης και είναι ένα σημαντικό θέμα στο υπερκείμενο και στην επιστήμη του Ιστού. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν προκειμένου να μάθουμε περισσότερο για τέτοιου είδους διαδραστικά βιβλία μιας και μπορούν να μας δώσουν απαντήσεις ως προς το πόσες διαφορετικές αναγνώσεις υπάρχουν, ποιο είναι το μήκος κάθε μίας από αυτές, αν επαναλαμβάνεται μια ιστορία σε μια συγκεκριμένη ανάγνωση, ως προς την κατάταξη αυτών των ιστοριών, καθώς και ως προς το ποια είναι τα κρίσιμα ζητήματα για την εξέλιξη της πλοκής. Επομένως, η κατανόηση ορισμένων πτυχών της δομής των ιστοριών θα μπορούσε να ωφεληθεί από διάφορες προσεγγίσεις της ανάλυσης δικτύων (network analysis) και της επιστήμης δεδομένων (data science) [6].

Βιβλιογραφία - Αναφορές

- [1] Mischa M. Tuffield, David E. Millard, Nigel R Shadbolt. (2006). *Ontological Approaches to Modelling Narrative*. 2nd AKT DTA Symposium, AKT, Aberdeen University.
- [2] Muhammad Naeem, Omar Tariq Dalal Bashi. (2011). *RDFa as Semantic Markup and Web Visibility*. School of Technology, Malmö University.
- [3] Aarseth, E. (2012). A Narrative Theory of Games. *Foundations of Digital Games Conference Proceedings*, 129-133.

-
- [4] Jesper Juul. (2001). Games Telling stories? - A brief note on games and narratives. *Game Studies*.
- [5] Diamantis Sellis. (2019). *Exploring the story structure of branching books*.
- [6] Eugenia-Maria Kontopoulou, Maria Predari, Thymios Kostakis, Efstratios Gallopoulos. (2012). Graph and matrix metrics to analyze ergodic literature for children. *Proceedings of the 23rd ACM conference on Hypertext and social media*. 133–142.
- [7] Eugenia-Maria Kontopoulou, Maria Predari, Efstratios Gallopoulos. (2013). Onomatology and content analysis of ergodic literature. *Proceedings of the 3rd Narrative and Hypertext Workshop*. 1-5.

3

Επιστημική λογική, παίγνια και σημασιολογία αφηγημάτων

Βλέποντας τις παραπάνω εφαρμογές της αφηγηματολογίας κατανοεί κανείς τη σημασία της σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας και πιο συγκεκριμένα σε τομείς που έχουν μια σύνδεση με την τεχνολογία. Οι αφηγήσεις είναι ένα σημαντικό εργαλείο αναπαράστασης γνώσης και μπορούν να προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες προς αξιοποίηση και κοινή γνώση σε όσους εμπλέκονται γύρω από αυτές. Σε αυτό το κεφάλαιο μέσα από διάφορες ιστορίες μελετάται η σημασία της κοινής γνώσης μεταξύ των παικτών που συμμετέχουν σε αυτές και πως αυτή η γνώση μπορεί να φανεί χρήσιμη και να αξιοποιηθεί κατάλληλα ώστε ο κάθε παίκτης να πάρει την πιο συμφέρουσα απόφαση για το πώς θα πράξει στη συνέχεια της ιστορίας. Εν τέλει, οι πληροφορίες αυτές που παρέχονται στον κάθε παίκτη κατά την εξέλιξη της ιστορίας είναι αυτές που καθορίζουν την ίδια την πλοκή και τις αποφάσεις των παικτών.

3.1 Το παίγνιο *Flossie & Fox*

Σε αυτή την υποενότητα μελετάται το παίγνιο *Flossie & Fox* το οποίο παρουσιάζεται και στο βιβλίο του Chwe [1]. Σε αυτό το παιχνίδι ένα μικρό κορίτσι, η *Flossie*, μεταφέρει ένα καλάθι με αυγά μέσα από το δάσος, όπου και συναντάει μια αλεπού. Σε εκείνο το σημείο είναι κομβικής σημασίας στο πως θα επιλέξει να ενεργήσει η *Flossie* και η αλεπού και αυτό εν τέλει καθορίζει και το κόστος ή το κέρδος τους έναντι του αντιπάλου τους.

Προσπαθώντας να αναλύσουμε το παίγνιο με έναν τρόπο διαφορετικό από αυτόν του Chwe για κάθε διαφορετικό state ορίζουμε ένα διαφορετικό παίγνιο. Σε κάθε παίγνιο ορίζονται διαφορετικά οι πιθανότητες για κάθε ένα από τα actions του κάθε actor (*Flossie* ή *creature(ζώο)*) ανάλογα με το τι γνωρίζει ο κάθε actor σε κάθε ένα από αυτά τα states. Τα

κόστη για κάθε παίγνιο είναι παραμετρικά και ορίζονται από το πόσο δυνατή ή αδύναμη είναι η Flossie απέναντι στο ζώο και αντίστροφα από το πόσο δυνατό ή αδύναμο είναι το ζώο απέναντι στη Flossie. Επομένως, τα κόστη στα πρώτα δύο states είναι τα ίδια για τη Flossie και το ζώο, και αντίστοιχα τα κόστη στα states 3-4 είναι τα ίδια για τους δύο actors.

States of the world:

1. Creature is fox, Flossie knows
2. Creature is fox, Flossie does not know
3. Creature is squirrel, Flossie does not know
4. Creature is squirrel, Flossie knows

Actions of Flossie: defends does not defend

Actions of creature: attacks does not attack

Στα παίγνια που έχουν σχεδιαστεί και παρουσιάζονται παρακάτω οι πιθανότητες και τα κέρδη έχουν υπολογιστεί βάση των μικτών στρατηγικών και της μικτής ισορροπίας κατά Nash. Η μικτή στρατηγική περιλαμβάνει το συνδυασμό των στρατηγικών οι οποίες μπορούν να επιλεγθούν, με πιθανότητα μικρότερη της μονάδας, δηλαδή $\sum_{a \in S_i} p_i(a) = 1$, όπου S_i είναι το σύνολο των στρατηγικών του παίκτη i και επιλέγει να παίξει τη στρατηγική $a \in S_i$ με πιθανότητα $p_i(a)$.

Στη μικτή ισορροπία κατά Nash κάθε παίκτης επιλέγει μια στρατηγική που μεγιστοποιεί το μέσο κέρδος του, με δεδομένες τις μικτές στρατηγικές των άλλων παικτών. Η πιθανότητα της κατάστασης s δίνεται από τον τύπο $p(s) = \prod_i p_i(s_i)$ και το μέσο κέρδος από τον τύπο $P_i(p) = \sum_s p(s) u_i(s)$, όπου $u_i(s)$ είναι το κέρδος του παίκτη i στην κατάσταση s .

State 1

Η Flossie γνωρίζοντας ότι το ζώο είναι αλεπού επιλέγει με πιθανότητα 1 να μην αμυνθεί και με πιθανότητα 0 να αμυνθεί.

Το ζώο, δηλαδή η αλεπού, πιστεύοντας ότι η Flossie είναι πιο πιθανό να την αναγνωρίζει σκέφτεται ότι η Flossie δε θα αμυνθεί και επομένως τη συμφέρει να επιτεθεί. Άρα, επιλέγει να επιτεθεί με πιθανότητα p , με το p να είναι μεγαλύτερο του $\frac{1}{2}$.

	Fox attacks (p)	Fox does not ($1 - p$)
Flossie defends (0)	A_{11}	A_{12}
Flossie does not (1)	A_{21}	A_{22}

Πίνακας 1

Για να βρούμε το expected payoff της Flossie πολλαπλασιάζουμε τα κόστη με τις αντίστοιχες πιθανότητες των actions και τα προσθέτουμε. Επομένως, το expected payoff της Flossie στο state 1 είναι:

$$\text{Flossie's payoff: } A_{21} \cdot p + A_{22} \cdot (1 - p) = E_1$$

State 2

Σε αυτό το state η Flossie μη γνωρίζοντας τι είναι το ζώο αποφασίζει να μην αμυνθεί με πιθανότητα ίση με την πιθανότητα το ζώο να είναι αλεπού ($p(\text{cr}=\text{fox}) = \frac{1}{2} + \varepsilon$, $0 < \varepsilon < \frac{1}{2}$).

	Fox attacks (p)	Fox does not (1 - p)
Flossie defends ($\frac{1}{2} - \varepsilon$)	A_{11}	A_{12}
Flossie does not ($\frac{1}{2} + \varepsilon$)	A_{21}	A_{22}

Πίνακας 1

$$\text{Flossie's expected payoff: } A_{11} \cdot p \cdot (\frac{1}{2} - \varepsilon) + A_{12} \cdot (1 - p) \cdot (\frac{1}{2} - \varepsilon) + A_{21} \cdot p \cdot (\frac{1}{2} + \varepsilon) + A_{22} \cdot (1 - p) \cdot (\frac{1}{2} + \varepsilon) = (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E_1 + (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot [A_{11} \cdot p + A_{12} \cdot (1 - p)] = E_2$$

Ορίζοντας τον όρο $A_{11} \cdot p + A_{12} \cdot (1 - p)$ ως F_1 , έχουμε τελικά:

$$E_2 = (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E_1 + (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot F_1$$

State 3

Στο state 3 η Flossie μη γνωρίζοντας τι είναι το ζώο επιλέγει να αμυνθεί με την πιθανότητα το ζώο να είναι σκίουρος ($p(\text{cr}=\text{squirrel}) = \frac{1}{2} - \varepsilon$).

Το ζώο, δηλαδή ο σκίουρος, πιστεύοντας ότι η Flossie είναι πιο πιθανό να τον αναγνωρίζει σκέφτεται ότι η Flossie θα αμυνθεί και επομένως το συμφέρει να μην επιτεθεί. Άρα, επιλέγει να μην επιτεθεί με πιθανότητα p, με το p να είναι μεγαλύτερο του $\frac{1}{2}$.

	Squirrel attacks (1 - p)	Squirrel does not (p)
Flossie defends ($\frac{1}{2} - \varepsilon$)	B_{11}	B_{12}
Flossie does not ($\frac{1}{2} + \varepsilon$)	B_{21}	B_{22}

Πίνακας 2

$$\text{Flossie's expected payoff: } B_{11} \cdot (1 - p) \cdot (\frac{1}{2} - \varepsilon) + B_{12} \cdot p \cdot (\frac{1}{2} - \varepsilon) + B_{21} \cdot (1 - p) \cdot (\frac{1}{2} + \varepsilon) + B_{22} \cdot p \cdot (\frac{1}{2} + \varepsilon) = (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E_4 + (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot [B_{21} \cdot (1 - p) + B_{22} \cdot p] = E_3$$

Ορίζοντας τον όρο $B_{11} \cdot (1 - p) + B_{12} \cdot p$ ως F_4 , έχουμε τελικά:

$$E_3 = (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E_4 + (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot F_4$$

State 4

Στο state 4 η Flossie γνωρίζοντας ότι το ζώο είναι σκίουρος επιλέγει με πιθανότητα 1 να αμυνθεί και με πιθανότητα 0 να μην αμυνθεί.

	Squirrel attacks (1 - p)	Squirrel does not (p)
Flossie defends (1)	B_{11}	B_{12}
Flossie does not (0)	B_{21}	B_{22}

Πίνακας 3

Flossie's expected payoff: $B_{11} \cdot (1 - p) + B_{12} \cdot p = E_4$

Ανακεφαλαιώνοντας, τα E_1, E_4 είναι τα expected payoff όταν η Flossie γνωρίζει τι είναι το ζώο (για αλεπού και σκίουρο αντίστοιχα), και τα E_2, E_3 είναι τα expected payoff όταν η Flossie δε γνωρίζει τι είναι το ζώο. Χρησιμοποιώντας τις πιθανότητες το ζώο να είναι αλεπού (state 1-2) ή σκίουρος (state 3-4) βρίσκουμε τα conditional expectations για τις περιπτώσεις που η Flossie γνωρίζει τι είναι το ζώο ή η Flossie δε γνωρίζει. Άρα, έχουμε:

$$K_1 = (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E_1 + (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E_4$$

$$K_2 = (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E_2 + (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E_3$$

Αφαιρούμε από το K_1 το K_2 :

$$\begin{aligned} G &= K_1 - K_2 = (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E_1 + (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E_4 - (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E_2 - (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E_3 \\ &= (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E_1 + (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E_4 - (\frac{1}{2} + \varepsilon)^2 \cdot E_1 - (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot F_1 - (\frac{1}{2} - \varepsilon)^2 \cdot E_4 - (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot F_4 \\ &= (\frac{1}{4} - \varepsilon^2) \cdot E_1 + (\frac{1}{4} - \varepsilon^2) \cdot E_4 - (\frac{1}{4} - \varepsilon^2) \cdot F_1 - (\frac{1}{4} - \varepsilon^2) \cdot F_4 \\ &= (\frac{1}{4} - \varepsilon^2) \cdot (E_1 - F_1 + E_4 - F_4) \\ &= (\frac{1}{4} - \varepsilon^2) \cdot [p \cdot (A_{21} - A_{11}) + (1-p) \cdot (A_{22} - A_{12}) + (1-p) \cdot (B_{11} - B_{21}) + p \cdot (B_{12} - B_{22})] \end{aligned}$$

Εξετάζοντας αυτή τη σχέση μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα για το πότε συμφέρει τη Flossie να γνωρίζει και πως τα κόστη που δίνονται στην αρχή για κάθε παίγνιο επηρεάζουν τελικά το αποτέλεσμα.

Με τις υποθέσεις και τα κόστη που θέτει στο παίγνιο ο Chwe το G είναι πάντα θετικό αφού οι όροι $A_{21} - A_{11}$ και $B_{11} - B_{21}$ είναι μεγαλύτεροι του μηδενός. Επομένως, τη Flossie τη συμφέρει να γνωρίζει. Ωστόσο, ανάλογα με τις υποθέσεις ή τα κόστη που θα θέσουμε μπορεί το παίγνιο να ερμηνευθεί διαφορετικά.

Ορίζοντας ως μηδενικά τα κόστη $A_{12}, A_{22}, B_{12}, B_{22}$, αφού όταν το ζώο δεν επιτίθεται η Flossie δεν χάνει κάτι, βλέπουμε ότι οι όροι $(1-p) \cdot (A_{22} - A_{12})$ και $p \cdot (B_{12} - B_{22})$ μηδενίζονται. Παρατηρούμε, λοιπόν, πως όσο η δύναμη της Flossie απέναντι στο σκίουρο αυξάνεται και η δύναμή της απέναντι στην αλεπού μειώνεται τόσο το G θα αυξάνεται, πράγμα που σημαίνει

ότι είτε η Flossie είναι πιο δυνατή απέναντι στο οποιοδήποτε ζώο είτε πιο αδύναμη τη συμφέρει να γνωρίζει τι είναι το ζώο. Φυσικά, το αποτέλεσμα που δίνει το G έχει να κάνει και με την πιθανότητα (p) να επιτεθεί η αλεπού (ή αντίστοιχα να μην επιτεθεί ο σκίουρος).

Συγκρίνοντας, όμως, και τα expected payoffs ξεχωριστά για την περίπτωση που το ζώο είναι αλεπού και για την περίπτωση που το ζώο είναι σκίουρος (δηλαδή E_1 με E_2 , και E_3 με E_4), και δεδομένου του ότι έχουμε υποθέσει ότι η αλεπού είναι πιο δυνατή από τη Flossie και η Flossie είναι πιο δυνατή από το σκίουρο, το συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε είναι ότι τη Flossie τη συμφέρει να γνωρίζει τι είναι το ζώο.

Ορίζοντας, τώρα, ως κόστη του ζώου τα A' και B' αντίστοιχα για κάθε παίγνιο έχουμε τα εξής expected payoff:

State 1

$$E'_1 = A'_{21} \cdot p + A'_{22} \cdot (1 - p)$$

State 2

$$E'_2 = (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot E'_1 + (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot [A'_{11} \cdot p + A'_{12} \cdot (1 - p)]$$

State 3

$$E'_3 = (\frac{1}{2} - \varepsilon) \cdot E'_4 + (\frac{1}{2} + \varepsilon) \cdot [B'_{21} \cdot (1 - p) + B'_{22} \cdot p]$$

State 4

$$E'_4 = B'_{11} \cdot (1 - p) + B'_{12} \cdot p$$

Ορίζοντας και εδώ ως μηδενικά τα κόστη A'_{12} , A'_{22} , B'_{12} , B'_{22} , αφού όταν το ζώο δεν επιτίθεται δεν έχει να χάσει κάτι, βλέπουμε ότι οι όροι $A'_{22} \cdot (1 - p)$, $A'_{12} \cdot (1 - p)$, $B'_{22} \cdot p$ και $B'_{12} \cdot p$ μηδενίζονται. Επιπλέον, τα A'_{21} και B'_{21} μπορούμε να πούμε ότι θα είναι θετικά αφού το ζώο, όποιο κι αν είναι αυτό, όταν αποφασίζει να επιτεθεί και η Flossie δεν αμύνεται κερδίζει ανενόχλητο τα αυγά. Τώρα, το A'_{11} θα μπορούσε να οριστεί και θετικό θεωρώντας πως η αλεπού είναι πιο δυνατή απέναντι στη Flossie, ωστόσο σίγουρα όχι μεγαλύτερο του A_{21} , και επομένως λαμβάνοντας υπόψη και τους συντελεστές $(\frac{1}{2} - \varepsilon)$ και $(\frac{1}{2} + \varepsilon)$ για τα A'_{11} και A'_{21} μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το E'_1 θα είναι μεγαλύτερο του E'_2 . Αντίστοιχα, το B'_{11} θα είναι αρνητικό από τη στιγμή που ο σκίουρος είναι πιο αδύναμος από τη Flossie, και άρα το E'_4 θα είναι και αυτό αρνητικό. Αναλόγως της διαφοράς μεταξύ του B'_{21} και του B'_{11} αλλά και των τιμών που θα πάρουν οι πιθανότητες $(\frac{1}{2} + \varepsilon)$ και $(\frac{1}{2} - \varepsilon)$, το E'_3 μπορεί να είναι είτε θετικό είτε αρνητικό αλλά σίγουρα μεγαλύτερο του E'_4 .

Σχολιάζοντας αυτά τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι στην περίπτωση που το ζώο είναι πιο δυνατό από τη Flossie τότε το συμφέρει η Flossie να γνωρίζει τι είδους ζώο θα αντιμετωπίσει. Αντίθετα, όταν το ζώο είναι πιο αδύναμο από τη Flossie τότε το συμφέρει η Flossie να μη γνωρίζει.

Kripke structures

Προκειμένου να μοντελοποιήσουμε το παίγνιο “Flossie & Fox” χρησιμοποιούμε ένα σημασιολογικό μοντέλο γνώσης και μια γλώσσα συλλογισμού για τη γνώση. Η βασική ιδέα στην οποία βασίζεται αυτό το μοντέλο γνώσης είναι αυτή των πιθανών κόσμων. Ο παίκτης-πράκτορας (agent, K_1, \dots, K_n για κάθε έναν agent) μην έχοντας πλήρη γνώση για τον κόσμο του παιχνιδιού θεωρεί έναν πιθανό αριθμό κόσμων, οι οποίοι είναι οι πιθανές καταστάσεις πέρα από την πραγματική κατάσταση των πραγμάτων. Ένας πράκτορας λέγεται ότι γνωρίζει ένα γεγονός ϕ εάν ϕ είναι αλήθεια σε όλους τους κόσμους που θεωρεί δυνατούς.

Η χρήση του σημασιολογικού μοντέλου και η ανάλυση που κάνουμε μέσω αυτού μπορεί να μας βοηθήσει να ξεκαθαρίσουμε πολλά για την κατάσταση της γνώσης των πρακτόρων. Για να διατυπώσουμε με έναν ακριβή τρόπο όλα αυτά χρειαζόμαστε μια γλώσσα που να μας επιτρέπει να εκφράσουμε τις έννοιες της γνώσης με έναν απλό τρόπο. Τεχνικά, μια γλώσσα είναι απλώς ένα σύνολο τύπων με την οποία μπορούμε να περιγράψουμε το σύνολο των τύπων που μας ενδιαφέρουν. Ξεκινάμε με τα γεγονότα (primitive propositions) και διαμορφώνουμε πιο περίπλοκους τύπους με άρνηση, σύζευξη, και τους τελεστές K_1, \dots, K_n . Έτσι, αν το ϕ και το ψ είναι τύποι, τότε είναι και το $\neg\phi$, $(\phi\wedge\psi)$, και το $K_i\phi$, για $i = 1, \dots, n$. Μια δήλωση όπως το $K_1\phi$ σημαίνει ότι «ο πράκτορας 1 γνωρίζει το ϕ ». Πέρα όμως από τη σύνταξη της γλώσσας χρειαζόμαστε και σημασιολογία, δηλαδή ένα τυπικό μοντέλο που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να καθορίσουμε αν ένας δεδομένος τύπος είναι αληθής ή ψευδής. Μια τέτοια προσέγγιση για τον ορισμό της σημασιολογίας είναι οι δομές Kripke (Kripke structures). Μια δομή Kripke M για n πράκτορες είναι μια πλειάδα $(S, \pi, K_1, \dots, K_n)$, όπου S είναι ένα σύνολο καταστάσεων ή πιθανοί κόσμοι, το π συσχετίζει με κάθε κατάσταση στο S μια ανάθεση αλήθειας στα γεγονότα, δηλαδή η εκχώρηση αλήθειας $\pi(s)$ μας λέει αν το p είναι αληθές ή ψευδές στην κατάσταση s , και το K_i είναι μια δυαδική σχέση με το S , δηλαδή ένα σύνολο ζευγών στοιχείων του S . Το $(s, t) \in K_i$ εάν ο πράκτορας i θεωρεί τον κόσμο t πιθανό δεδομένης της πληροφορίας του στον κόσμο s .

Ένας τύπος που είναι αληθής εξαρτάται από τον κόσμο και τη δομή και είναι πιθανό ένας τύπος που είναι αληθής σε έναν κόσμο να είναι ψευδής σε έναν άλλο. Για αυτό ορίζεται η

έννοια $(M, s) \models \phi$, η οποία μπορεί να διαβαστεί ως "φ ισχύει στο (M, s) ".

$(M, s) \models p$ (για ένα primitive proposition p) iff $\pi(s)(p) = \text{true}$.

Για τη σύζευξη και την άρνηση, ακολουθούμε την τυπική αντιμετώπιση από την προτασιακή λογική. Μια σύζευξη $\psi \wedge \psi'$ είναι αληθής αν ψ και ψ' είναι αλήθεια, ενώ ένας αρνητικός τύπος $\neg\psi$ ισχύει ακριβώς αν το ψ δεν είναι αληθές:

$(M, s) \models \psi \wedge \psi'$ iff $(M, s) \models \psi$ και $(M, s) \models \psi'$

$(M, s) \models \neg\psi$ iff $(M, s) \not\models \psi$.

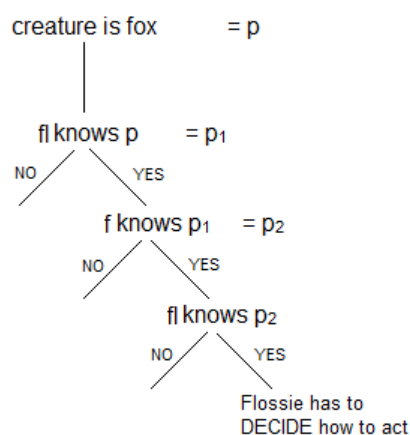
Σημειώνεται ότι η πρόταση άρνησης εγγυάται ότι η λογική είναι δύο αξιών. Για κάθε τύπο ψ , έχουμε είτε $(M, s) \models \psi$ ή $(M, s) \models \neg\psi$, αλλά όχι και τα δύο.

Ορισμός 1

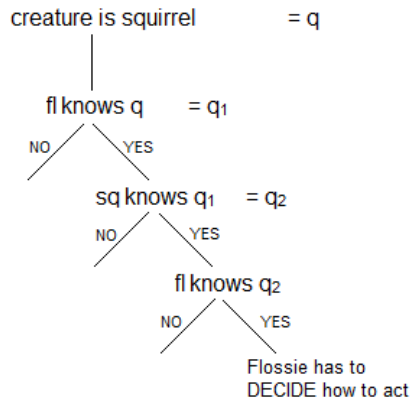
Τέλος, ασχολούμαστε με τύπους της μορφής $K_i\psi$ και γίνεται προσπάθεια να καταγραφεί η διαίσθηση ότι ο πράκτορας i γνωρίζει το ψ στους κόσμους της δομής M , ακριβώς αν το ψ είναι αλήθεια σε όλους τους κόσμους που ο i θεωρεί πιθανό στον s . Τυπικά, έχουμε

$(M, s) \models K_i\psi$ iff $(M, t) \models \psi$ για όλα τα t έτσι ώστε $(s, t) \in K_i$ [2].

Στη συνέχεια θα δούμε πως όλα τα παραπάνω εξετάζονται και εφαρμόζονται στην πράξη με το παίγνιο "Flossie & Fox". Αρχικά, έχουμε μια ομάδα από 3 πράκτορες (agent 1 = Flossie, agent 2 = fox, agent 3 = squirrel). Στη συνέχεια ορίζουμε τα primitive propositions p και q . Το p δηλώνει το γεγονός "creature is fox" και το q δηλώνει το γεγονός "creature is squirrel". Έπειτα, ορίζονται τα propositions p_1 , για το γεγονός "Flossie knows that creature is a fox", και q_1 , για το γεγονός "Flossie knows that creature is a squirrel". Τέλος, ορίζονται και τα propositions p_2 , για το γεγονός "Fox knows p_1 ", και q_2 , για το γεγονός "Squirrel knows q_1 ". Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η γνώση και η μεταγνώση που μπορεί να έχει η Flossie είτε όταν το creature είναι fox είτε όταν είναι squirrel.



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Επομένως, έχουμε $M = (S, \pi, K_1, K_2, K_3)$, όπου $S = \{s, t, u, v\}$,

το p είναι αληθές στις καταστάσεις s και t , μόνο

το q είναι αληθές στις καταστάσεις u και v , μόνο

το p_1 είναι αληθές στην s και ψευδές στην t , και ψευδές στην u και στην v

και το q_1 είναι αληθές στην v και ψευδές στην u , και ψευδές στην t και στην s .

Ο agent 1 (δηλαδή η Flossie) δεν μπορεί να ξεχωρίσει τις καταστάσεις t και u αφού σε αυτές είναι που δεν γνωρίζει τι είναι το creature. Επομένως, $K_1 = \{(s, s), (t, t), (t, u), (u, t), (u, u), (v, v)\}$. Για τον agent 2 (δηλαδή την αλεπού) ισχύει ότι δεν μπορεί να ξεχωρίσει μεταξύ των καταστάσεων s και t αφού δεν έχει παραπάνω πληροφορίες για το τι γνωρίζει η Flossie. Αντίστοιχα, ο agent 3 (δηλαδή ο σκίουρος) δεν μπορεί να ξεχωρίσει μεταξύ των καταστάσεων u και v . Άρα, $K_2 = \{(s, s), (s, t), (t, s), (t, t), (u, u), (v, v), (u, v), (v, u)\}$ και $K_3 = \{(s, s), (t, t), (s, t), (t, s), (u, u), (u, v), (v, u), (v, v)\}$.

Κάποια ζεύγη φαίνονται περιττά: στο K_2 οι καταστάσεις u, v δεν αφορούν την αλεπού, και στο K_3 οι καταστάσεις s, t δεν αφορούν τον σκίουρο. Τα επιπλέον ζεύγη συμπεριλαμβάνονται επειδή τα K_2, K_3 πρέπει να είναι σχέσεις ισοδυναμίας -- άρα και ανακλαστικές σχέσεις -- σε ολόκληρο το πεδίο ορισμού S του μοντέλου M . Επίσης, αφού η αλεπού δεν γνωρίζει τι ξέρει ή δεν ξέρει η Flossie, δεν διακρίνει μεταξύ των u, v . Αντίστοιχα, ο σκίουρος δεν διακρίνει μεταξύ των s, t .

Ερωτήματα

1. Ποιες είναι οι τιμές αλήθειας των τύπων $K_2 p_1, K_2 (\neg p_1), K_3 q_1, K_3 (\neg q_1)$, σε κάθε μία κατάσταση του μοντέλου;
2. Ποιες είναι οι τιμές αλήθειας των τύπων $K_1 (\neg K_2 p_1), K_1 (\neg K_3 q_1)$ (Flossie knows that creature does not know that Flossie knows), στις καταστάσεις s, v αντίστοιχα;

3. Ποιες είναι οι τιμές αλήθειας των τύπων $K_1 (\neg K_2 (\neg p_1))$, $K_1 (\neg K_3 (\neg q_1))$ (Flossie knows that creature does not know that Flossie does not know), στις καταστάσεις t , u αντίστοιχα;

1. Το atomic proposition p_1 είναι αληθές στην κατάσταση s μόνο. Η αλεπού (agent 2), στην κατάσταση s , γνωρίζει πως η Flossie γνωρίζει (p_2) -- σύμφωνα με το possible-world model -- όταν: $(M, s) \models K_2 p_1$.

Δηλαδή, στο Kripke model το p_2 δεν αντιστοιχεί σε atomic proposition, αλλά στη φόρμουλα $K_2 p_1$, για την οποία το M ορίζει τιμή αλήθειας σε κάθε μία κατάσταση. Σύμφωνα με τον Ορισμό 1, η φόρμουλα $K_2 p_1$ αληθεύει στην κατάσταση s : αν και μόνο αν η p_1 αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που η αλεπού θεωρεί ισοδύναμες με την s – αυτές είναι οι s, t . Άρα τελικά, η φόρμουλα $K_2 p_1$ (p_2) δεν αληθεύει στην κατάσταση s .

Η φόρμουλα $K_2 p_1$ αληθεύει στην κατάσταση t αν και μόνο αν η p_1 αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που η αλεπού θεωρεί ισοδύναμες με την t – αυτές είναι οι s, t . Άρα, η φόρμουλα $K_2 p_1$ δεν αληθεύει στην κατάσταση t .

Η p_1 είναι ψευδής στην u, v και η αλεπού θεωρεί αυτές τις καταστάσεις ισοδύναμες μεταξύ τους. Επομένως, η φόρμουλα $K_2 p_1$ δεν θα αληθεύει στις καταστάσεις u και v .

Εξετάζουμε πότε $(M, x) \models K_2 (\neg p_1)$, με x κάθε μια από τις καταστάσεις που ανήκουν στο S .

Η φόρμουλα $K_2 (\neg p_1)$ αληθεύει στην κατάσταση s αν και μόνο αν η $(\neg p_1)$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που η αλεπού θεωρεί ισοδύναμες με την s – αυτές είναι οι s, t . Άρα, η φόρμουλα $K_2 (\neg p_1)$ δεν αληθεύει στην κατάσταση s .

Η φόρμουλα $K_2 (\neg p_1)$ αληθεύει στην κατάσταση t αν και μόνο αν η $(\neg p_1)$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που η αλεπού θεωρεί ισοδύναμες με την t – αυτές είναι οι s, t . Άρα, η φόρμουλα $K_2 (\neg p_1)$ δεν αληθεύει στην κατάσταση t .

Η $(\neg p_1)$ είναι **αληθής** στην u, v και η αλεπού θεωρεί αυτές τις καταστάσεις ισοδύναμες μεταξύ τους. Επομένως, η φόρμουλα $K_2 (\neg p_1)$ **θα αληθεύει** στις καταστάσεις u και v .

Αντίστοιχα, το atomic proposition q_1 είναι αληθές στην κατάσταση v μόνο.

Ο σκίουρος (agent 3), στην κατάσταση v , γνωρίζει πως η Flossie γνωρίζει (q_2) -- σύμφωνα με το possible-world model -- όταν: $(M, v) \models K_3 q_1$.

Σύμφωνα με τον ορισμό του Kripke model, η φόρμουλα $K_3 q_1$ αληθεύει στην κατάσταση v : αν και μόνο αν η q_1 αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο σκίουρος θεωρεί ισοδύναμες με την v – αυτές είναι οι v, u . Τελικά, η φόρμουλα $K_3 q_1$ (q_2) δεν αληθεύει στην κατάσταση v .

Η φόρμουλα $K_3 q_1$ αληθεύει στην κατάσταση u αν και μόνο αν η q_1 αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο σκίουρος θεωρεί ισοδύναμες με την u – αυτές είναι οι u, v . Άρα, η φόρμουλα $K_3 q_1$ δεν αληθεύει στην κατάσταση u .

Η q_1 είναι ψευδής στην s, t και ο σκίουρος θεωρεί αυτές τις καταστάσεις ισοδύναμες μεταξύ τους. Επομένως, η φόρμουλα $K_3 q_1$ δεν θα αληθεύει στις καταστάσεις s και t .

Τώρα εξετάζουμε πότε $(M, x) \models K_3 (\neg q_1)$, με x κάθε μια από τις καταστάσεις που ανήκουν στο S .

Η $\neg q_1$ είναι **αληθής** στην s, t και ο σκίουρος θεωρεί αυτές τις καταστάσεις ισοδύναμες μεταξύ τους. Επομένως, η φόρμουλα $K_3 (\neg q_1)$ **θα αληθεύει** στις καταστάσεις s και t .

Η φόρμουλα $K_3 (\neg q_1)$ αληθεύει στην κατάσταση u αν και μόνο αν η $(\neg q_1)$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο σκίουρος θεωρεί ισοδύναμες με την u – αυτές είναι οι u, v . Άρα, η φόρμουλα $K_3 (\neg q_1)$ δεν αληθεύει στην κατάσταση u .

Η φόρμουλα $K_3 (\neg q_1)$ αληθεύει στην κατάσταση v αν και μόνο αν η $(\neg q_1)$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο σκίουρος θεωρεί ισοδύναμες με την v – αυτές είναι οι u, v . Άρα, η φόρμουλα $K_3 (\neg q_1)$ δεν αληθεύει στην κατάσταση v .

2. Η Flossie, στην κατάσταση s , γνωρίζει ότι η αλεπού δεν γνωρίζει ότι η Flossie γνωρίζει -- σύμφωνα με το possible-world model -- όταν: $(M, s) \models K_1 (\neg K_2 p_1)$. Σύμφωνα με τον ορισμό του Kripke model, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_2 p_1)$ αληθεύει στην κατάσταση s αν και μόνο αν η $\neg K_2 p_1$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που η αλεπού θεωρεί ισοδύναμες με την s – αυτές είναι οι s, t . Άρα, η φόρμουλα αυτή αληθεύει στην s όταν: $(M, s) \models \neg K_2 p_1$ και επίσης $(M, t) \models \neg K_2 p_1$.

Η φόρμουλα $\neg K_2 p_1$ αληθεύει στην κατάσταση x , αν και μόνο αν η φόρμουλα $K_2 p_1$ δεν αληθεύει στην κατάσταση x σύμφωνα με το παρακάτω:

$$(M, x) \models \neg \psi \quad \text{iff} \quad (M, x) \not\models \psi$$

Άρα, μπορούμε να βρούμε τις τιμές αλήθειας της $\neg K_2 p_1$ σε όλες τις καταστάσεις χρησιμοποιώντας τις τιμές αλήθειας της $K_2 p_1$ (από το 1). Από το Ερώτημα 1 οι τιμές αλήθειας αυτής της φόρμουλας δεν είναι αληθείς στις καταστάσεις s και t . Επομένως, η φόρμουλα $\neg K_2 p_1$ **αληθεύει** στις καταστάσεις s, t . Τελικά, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_2 p_1)$ είναι **αληθής** στην κατάσταση s .

Για την φόρμουλα $K_1 (\neg K_3 q_1)$ εργαζόμαστε ανάλογα. Η Flossie, στην κατάσταση v , γνωρίζει ότι ο σκίουρος δεν γνωρίζει ότι η Flossie γνωρίζει -- σύμφωνα με το possible-world

model -- όταν: $(M, v) \models K_1 (\neg K_3 q_1)$. Σύμφωνα με τον ορισμό του Kripke model, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_3 q_1)$ αληθεύει στην κατάσταση v αν και μόνο αν η $\neg K_3 q_1$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο σκίουρος θεωρεί ισοδύναμες με την v – αυτές είναι οι u, v . Άρα, η φόρμουλα αυτή αληθεύει στην v όταν: $(M, u) \models \neg K_3 q_1$ και επίσης $(M, v) \models \neg K_3 q_1$.

Η φόρμουλα $\neg K_3 q_1$ αληθεύει στην κατάσταση x , αν και μόνο αν η φόρμουλα $K_3 q_1$ δεν αληθεύει στην κατάσταση x . Από το Ερώτημα 1 οι τιμές αλήθειας αυτής της φόρμουλας δεν είναι αληθείς στις καταστάσεις u και v . Επομένως, η φόρμουλα $\neg K_3 q_1$ **αληθεύει** στις καταστάσεις u, v . Τελικά, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_3 q_1)$ είναι **αληθής** στην κατάσταση v .

3. Η Flossie, στην κατάσταση s , γνωρίζει ότι η αλεπού δεν γνωρίζει ότι η Flossie δεν γνωρίζει -- σύμφωνα με το possible-world model -- όταν: $(M, t) \models K_1 (\neg K_2 (\neg p_1))$. Σύμφωνα με τον ορισμό του Kripke model, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_2 (\neg p_1))$ αληθεύει στην κατάσταση t αν και μόνο αν η $\neg K_2 (\neg p_1)$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που η αλεπού θεωρεί ισοδύναμες με την t – αυτές είναι οι s, t . Άρα, η φόρμουλα αυτή αληθεύει στην t όταν: $(M, t) \models \neg K_2 (\neg p_1)$ και επίσης $(M, t) \models \neg K_2 (\neg p_1)$.

Η φόρμουλα $\neg K_2 (\neg p_1)$ αληθεύει στην κατάσταση x , αν και μόνο αν η φόρμουλα $K_2 (\neg p_1)$ δεν αληθεύει στην κατάσταση x . Από το Ερώτημα 1 οι τιμές αλήθειας αυτής της φόρμουλας δεν είναι αληθείς στις καταστάσεις s και t . Επομένως, η φόρμουλα $\neg K_2 (\neg p_1)$ **αληθεύει** στις καταστάσεις s, t . Τελικά, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_2 (\neg p_1))$ είναι **αληθής** στην κατάσταση t .

Για την φόρμουλα $K_1 (\neg K_3 (\neg q_1))$ εργαζόμαστε ανάλογα. Η Flossie, στην κατάσταση u , γνωρίζει ότι ο σκίουρος δεν γνωρίζει ότι η Flossie δεν γνωρίζει -- σύμφωνα με το possible-world model -- όταν: $(M, u) \models K_1 (\neg K_3 (\neg q_1))$. Σύμφωνα με τον ορισμό του Kripke model, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_3 (\neg q_1))$ αληθεύει στην κατάσταση u αν και μόνο αν η $\neg K_3 (\neg q_1)$ αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο σκίουρος θεωρεί ισοδύναμες με την u – αυτές είναι οι u, v . Άρα, η φόρμουλα αυτή αληθεύει στην u όταν: $(M, u) \models \neg K_3 (\neg q_1)$ και επίσης $(M, v) \models \neg K_3 (\neg q_1)$.

Η φόρμουλα $\neg K_3 (\neg q_1)$ αληθεύει στην κατάσταση x , αν και μόνο αν η φόρμουλα $K_3 (\neg q_1)$ δεν αληθεύει στην κατάσταση x . Από το Ερώτημα 1 οι τιμές αλήθειας αυτής της φόρμουλας δεν είναι αληθείς στις καταστάσεις u και v . Επομένως, η φόρμουλα $\neg K_3 (\neg q_1)$ **αληθεύει** στις καταστάσεις u, v . Τελικά, η φόρμουλα $K_1 (\neg K_3 (\neg q_1))$ είναι **αληθής** στην κατάσταση u .

Συμπεράσματα

Προσπαθώντας να ερμηνεύσουμε τη γνώση σύμφωνα με το Kripke model παρατηρούμε ότι στο Ερώτημα 1 όλες οι φόρμουλες βγαίνουν ψευδείς (με εξαίρεση δύο φόρμουλες οι οποίες βγαίνουν αληθείς σε δύο καταστάσεις η κάθε μια) και οι φόρμουλες των Ερωτημάτων 2 και 3 είναι αληθείς.

Στο Ερώτημα 1 οι φόρμουλες που ελέγχουμε εξετάζουν τη γνώση του ζώου σχετικά με το αν γνωρίζει κάτι ή όχι η Flossie. Το γεγονός ότι είναι ψευδείς αυτές οι φόρμουλες μας δείχνει ότι το ζώο δεν έχει καμία γνώση σχετικά με τη γνώση της Flossie, πράγμα που επιβεβαιώνεται και από την ίδια την ιστορία αφού το ζώο δεν έχει κάποιο στοιχείο και κάνει μόνο υποθέσεις για το τι γνωρίζει η Flossie.

Στα Ερωτήματα 2 και 3 οι φόρμουλες που ελέγχουμε εξετάζουν τη γνώση της Flossie σχετικά με τη γνώση του ζώου. Το γεγονός ότι αυτές οι φόρμουλες είναι αληθείς μας δείχνει ίσως ότι η Flossie δεν αντιλαμβάνεται το ζώο ως strategic actor. Επομένως, είναι πεπεισμένη ότι το ζώο δεν έχει κάποια επιπλέον γνώση για τη γνώση της ίδιας.

3.2 *To παίγνιο Slave & Master*

Σε αυτή την ενότητα έχει κατασκευαστεί και μελετηθεί το παίγνιο Slave & Master. Σε αυτό το παίγνιο έχουμε τον αφέντη (master) και τον δούλο (slave). Ο δούλος δουλεύει για τον αφέντη και μπορεί να επιλέξει ανά περιόδους αν θα δουλεύει ή αν θα ξεκουράζεται γνωρίζοντας ή όχι αν ο αφέντης τον επιβλέπει. Από την άλλη, ο αφέντης επιβλέπει πάντα τον δούλο και επιλέγει ανά περιόδους αν θα είναι πιο αυστηρός ή “χαλαρός” απέναντι στον δούλο. Ωστόσο, δεν γνωρίζει πάντα αν ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει. Επίσης, ο αφέντης μπορεί να είναι strategic ή non-strategic. Όταν ο αφέντης είναι strategic σημαίνει ότι ξέρει ότι ο δούλος δρα από πρόθεση. Όταν είναι non-strategic σημαίνει ότι δεν γνωρίζει αν ο δούλος δρα από πρόθεση και επομένως δρα αντικειμενικά.

Από τα παραπάνω έχουμε ότι τα actions του κάθε actor είναι τα εξής:

Actions of slave:	δουλεύει	χαλαρώνει
Actions of master:	αυστηρός	χαλαρός

Επίσης, οι πιθανές καταστάσεις (states of the world) του παιγνίου είναι:

1. Ο αφέντης είναι strategic. Ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης

γνωρίζει ότι ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.

2. Ο αφέντης είναι non-strategic. Ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης γνωρίζει ότι ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.
3. Ο αφέντης είναι strategic. Ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.
4. Ο αφέντης είναι non-strategic. Ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.
5. Ο αφέντης είναι strategic. Ο δούλος δε γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης γνωρίζει ότι ο δούλος δεν γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.
6. Ο αφέντης είναι non-strategic. Ο δούλος δε γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης γνωρίζει ότι ο δούλος δεν γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.
7. Ο αφέντης είναι strategic. Ο δούλος δε γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος δε γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.
8. Ο αφέντης είναι non-strategic. Ο δούλος δε γνωρίζει ότι τον επιβλέπει ο αφέντης, ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος δε γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.

Η πιθανότητα ο αφέντης να είναι strategic είναι $\frac{1}{2}$. Η πιθανότητα ο αφέντης να γνωρίζει τι γνώση έχει ο δούλος είναι $\frac{1}{2}$.

State 1

Ο δούλος γνωρίζοντας ότι τον επιβλέπει ο αφέντης επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα να μην είναι χαλαρός και να κάνει την δουλειά του. Επομένως, επιλέγει να δουλέψει με πιθανότητα p , με $p > \frac{1}{2}$. Ο αφέντης όντας strategic (δηλαδή γνωρίζοντας ότι ο δούλος δρα από πρόθεση) και γνωρίζοντας ότι ο δούλος γνωρίζει ότι επιβλέπεται πιστεύει ότι ο δούλος θα κάνει τη δουλειά του. Άρα, ο αφέντης επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να είναι χαλαρός.

	Αφέντης αυστηρός ($1 - p$)	Αφέντης χαλαρός (p)
Δούλος δουλεύει (p)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει ($1 - p$)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 5

Slave's expected payoff: $p \cdot (1 - p) \cdot x_{11} + p^2 \cdot x_{12} + (1 - p)^2 \cdot x_{21} + (1 - p) \cdot p \cdot x_{22} = E_1$

Master's expected payoff: $p \cdot (1 - p) \cdot y_{11} + p^2 \cdot y_{12} + (1 - p)^2 \cdot y_{21} + (1 - p) \cdot p \cdot y_{22} = E_1'$

State 2

Ο δούλος γνωρίζοντας ότι τον επιβλέπει ο αφέντης επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα να μην είναι χαλαρός και να κάνει την δουλειά του (με πιθανότητα p). Ο αφέντης γνωρίζοντας ότι ο δούλος γνωρίζει ότι επιβλέπεται πιστεύει ότι ο δούλος θα κάνει τη δουλειά του. Όμως, ως non-strategic δρα αντικειμενικά και επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να είναι αυστηρός για να μεγιστοποιήσει το κέρδος του.

	Αφέντης αυστηρός (p)	Αφέντης χαλαρός ($1 - p$)
Δούλος δουλεύει (p)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει ($1 - p$)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 6

Slave's expected payoff: $p^2 \cdot x_{11} + p \cdot (1 - p) \cdot x_{12} + (1 - p) \cdot p \cdot x_{21} + (1 - p)^2 \cdot x_{22} = E_2$

Master's expected payoff: $p^2 \cdot y_{11} + p \cdot (1 - p) \cdot y_{12} + (1 - p) \cdot p \cdot y_{21} + (1 - p)^2 \cdot y_{22} = E'_2$

State 3

Ο δούλος επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να μην είναι χαλαρός και να κάνει την δουλειά του. Ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος γνωρίζει ότι επιβλέπεται. Ως strategic και μην έχοντας παραπάνω πληροφορίες για την γνώση του δούλου επιλέγει με την ίδια πιθανότητα ($\frac{1}{2}$) να είναι αυστηρός ή χαλαρός.

	Αφέντης αυστηρός ($\frac{1}{2}$)	Αφέντης χαλαρός ($\frac{1}{2}$)
Δούλος δουλεύει (p)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει ($1 - p$)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 7

Slave's expected payoff: $p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{11} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{12} + (1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{21} + (1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{22} = E_3$

Master's expected payoff: $p \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{11} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{12} + (1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{21} + (1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{22} = E'_3$

State 4

Ο δούλος επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να μην είναι χαλαρός και να κάνει την δουλειά του. Ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος γνωρίζει ότι επιβλέπεται. Ως non-strategic και μην έχοντας παραπάνω πληροφορίες για την γνώση του δούλου επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να είναι αυστηρός.

	Αφέντης αυστηρός (p)	Αφέντης χαλαρός ($1 - p$)
Δούλος δουλεύει (p)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει ($1 - p$)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 8

Slave's expected payoff: $p^2 \cdot x_{11} + p \cdot (1 - p) \cdot x_{12} + (1 - p) \cdot p \cdot x_{21} + (1 - p)^2 \cdot x_{22} = E_4$

Master's expected payoff: $p^2 \cdot y_{11} + p \cdot (1 - p) \cdot y_{12} + (1 - p) \cdot p \cdot y_{21} + (1 - p)^2 \cdot y_{22} = E'_4$

State 5

Ο δούλος μη γνωρίζοντας ότι τον επιβλέπει ο αφέντης επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα να είναι χαλαρός αφού υποθέτει ότι μπορεί και να μην τον επιβλέπει. Επομένως, επιλέγει να χαλαρώσει με πιθανότητα p . Ο αφέντης όντας strategic και γνωρίζοντας ότι ο δούλος δε γνωρίζει ότι ο αφέντης τον επιβλέπει πιστεύει ότι ο δούλος μπορεί και να χαλαρώσει από την δουλειά και επιλέγει να είναι αυστηρός με πιθανότητα p .

	Αφέντης αυστηρός (p)	Αφέντης χαλαρός ($1 - p$)
Δούλος δουλεύει ($1 - p$)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει (p)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 9

Slave's expected payoff: $(1 - p) \cdot p \cdot x_{11} + (1 - p)^2 \cdot x_{12} + p^2 \cdot x_{21} + p \cdot (1 - p) \cdot x_{22} = E_5$

Master's expected payoff: $(1 - p) \cdot p \cdot y_{11} + (1 - p)^2 \cdot y_{12} + p^2 \cdot y_{21} + p \cdot (1 - p) \cdot y_{22} = E'_5$

State 6

Ο δούλος μη γνωρίζοντας ότι επιβλέπεται επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να είναι χαλαρός. Ο αφέντης ως non-strategic και γνωρίζοντας ότι ο δούλος δε γνωρίζει ότι επιβλέπεται πιστεύει ότι ο δούλος μπορεί και να χαλαρώσει από τη δουλειά και επιλέγει να είναι αυστηρός με πιθανότητα p .

	Αφέντης αυστηρός (p)	Αφέντης χαλαρός ($1 - p$)
Δούλος δουλεύει ($1 - p$)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει (p)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 10

Slave's expected payoff: $(1 - p) \cdot p \cdot x_{11} + (1 - p)^2 \cdot x_{12} + p^2 \cdot x_{21} + p \cdot (1 - p) \cdot x_{22} = E_6$

Master's expected payoff: $(1 - p) \cdot p \cdot y_{11} + (1 - p)^2 \cdot y_{12} + p^2 \cdot y_{21} + p \cdot (1 - p) \cdot y_{22} = E'_6$

State 7

Ο δούλος μη γνωρίζοντας ότι επιβλέπεται επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να είναι χαλαρός. Ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος δε γνωρίζει ότι επιβλέπεται. Ως strategic και μην έχοντας παραπάνω πληροφορίες για την γνώση του δούλου επιλέγει με την ίδια πιθανότητα ($\frac{1}{2}$) να είναι αυστηρός ή χαλαρός.

	Αφέντης αυστηρός ($\frac{1}{2}$)	Αφέντης χαλαρός ($\frac{1}{2}$)
Δούλος δουλεύει ($1 - p$)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει (p)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 11

Slave's expected payoff: $(1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{11} + (1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{12} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{21} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{22} = E_7$

Master's expected payoff: $(1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{11} + (1 - p) \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{12} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{21} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot y_{22} = E'_7$

State 8

Ο δούλος μη γνωρίζοντας ότι επιβλέπεται επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να είναι χαλαρός. Ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος δε γνωρίζει ότι επιβλέπεται. Ως non-strategic και μην έχοντας παραπάνω πληροφορίες για την γνώση του δούλου επιλέγει με μεγαλύτερη πιθανότητα (p) να είναι αυστηρός.

	Αφέντης αυστηρός (p)	Αφέντης χαλαρός ($1 - p$)
Δούλος δουλεύει ($1 - p$)	x_{11}, y_{11}	x_{12}, y_{12}
Δούλος χαλαρώνει (p)	x_{21}, y_{21}	x_{22}, y_{22}

Πίνακας 12

Slave's expected payoff: $(1 - p) \cdot p \cdot x_{11} + (1 - p)^2 \cdot x_{12} + p^2 \cdot x_{21} + p \cdot (1 - p) \cdot x_{22} = E_8$

Master's expected payoff: $(1 - p) \cdot p \cdot y_{11} + (1 - p)^2 \cdot y_{12} + p^2 \cdot y_{21} + p \cdot (1 - p) \cdot y_{22} = E'_8$

Σχετικά με τα payoff

Δούλος

Για τον δούλο σε αυτό το παιχνίδι το καλύτερο σενάριο είναι ενώ δουλεύει ο αφέντης να είναι χαλαρός απέναντί του. Αυτό έχει νόημα αφού ο αφέντης σε αυτή την περίπτωση μπορεί να δώσει κάποιου είδους bonus στον δούλο. Επομένως, το x_{12} έχει τη μεγαλύτερη τιμή από τα κόστη που αφορούν τον δούλο (είναι επίσης θετικό).

Από την άλλη πλευρά, το x_{21} είναι το χειρότερο σενάριο για τον δούλο αφού αν αποφασίσει να μην κάνει τη δουλειά του και παράλληλα ο αφέντης είναι αυστηρός ως προς την επιτήρηση του, τότε ο δούλος θα δεχτεί τις συνέπειες από τον αφέντη. Το x_{21} είναι αρνητικό.

Το x_{11} μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι θετικό και ότι ο δούλος αμείβεται με το ελάχιστο ποσό.

Το x_{22} μπορούμε να θεωρήσουμε και αυτό ότι είναι θετικό και ότι ο δούλος αμείβεται με το ελάχιστο ποσό δεδομένου ότι ο αφέντης επιτηρεί τον δούλο με επιείκεια.

Θέλουμε να δούμε ποια η σημασία ο αφέντης να είναι strategic ή non-strategic.

Χρησιμοποιώντας τις πιθανότητες ο αφέντης να είναι strategic ή non-strategic και τις πιθανότητες ο αφέντης να γνωρίζει ή να μην γνωρίζει για τη γνώση του δούλου υπολογίζονται τα conditional expectations για τις περιπτώσεις που ο αφέντης είναι strategic ή non-strategic. Άρα:

$$\begin{aligned} K_1 &= \frac{1}{4} \cdot E_1 + \frac{1}{4} \cdot E_3 + \frac{1}{4} \cdot E_5 + \frac{1}{4} \cdot E_7 = \frac{1}{4} \cdot (p \cdot (1-p) \cdot x_{11} + p^2 \cdot x_{12} + (1-p)^2 \cdot x_{21} + (1-p) \cdot p \cdot x_{22}) + \\ &\frac{1}{4} \cdot (p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{11} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{12} + (1-p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{21} + (1-p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{22}) + \frac{1}{4} \cdot ((1-p) \cdot p \cdot x_{11} + (1-p)^2 \cdot x_{12} + p^2 \cdot x_{21} + p \cdot (1-p) \cdot x_{22}) \\ &+ \frac{1}{4} \cdot ((1-p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{11} + (1-p) \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{12} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{21} + p \cdot \frac{1}{2} \cdot x_{22}) = x_{11} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p^2 + \frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{8}) + x_{12} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p^2 - \\ &\frac{1}{2} \cdot p + \frac{3}{8}) + x_{21} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p^2 - \frac{1}{2} \cdot p + \frac{3}{8}) + x_{22} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p^2 + \frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{8}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_2 &= \frac{1}{4} \cdot E_2 + \frac{1}{4} \cdot E_4 + \frac{1}{4} \cdot E_6 + \frac{1}{4} \cdot E_8 = \frac{1}{4} \cdot (p^2 \cdot x_{11} + p \cdot (1-p) \cdot x_{12} + (1-p) \cdot p \cdot x_{21} + (1-p)^2 \cdot x_{22}) + \frac{1}{4} \cdot (\\ &p^2 \cdot x_{11} + p \cdot (1-p) \cdot x_{12} + (1-p) \cdot p \cdot x_{21} + (1-p)^2 \cdot x_{22}) + \frac{1}{4} \cdot ((1-p) \cdot p \cdot x_{11} + (1-p)^2 \cdot x_{12} + p^2 \cdot x_{21} + \\ &p \cdot (1-p) \cdot x_{22}) + \frac{1}{4} \cdot ((1-p) \cdot p \cdot x_{11} + (1-p)^2 \cdot x_{12} + p^2 \cdot x_{21} + p \cdot (1-p) \cdot x_{22}) = x_{11} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p) + x_{12} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{2} \\ &) + x_{21} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p) + x_{22} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{2}) \end{aligned}$$

Αφαιρούμε το K_2 από το K_1 :

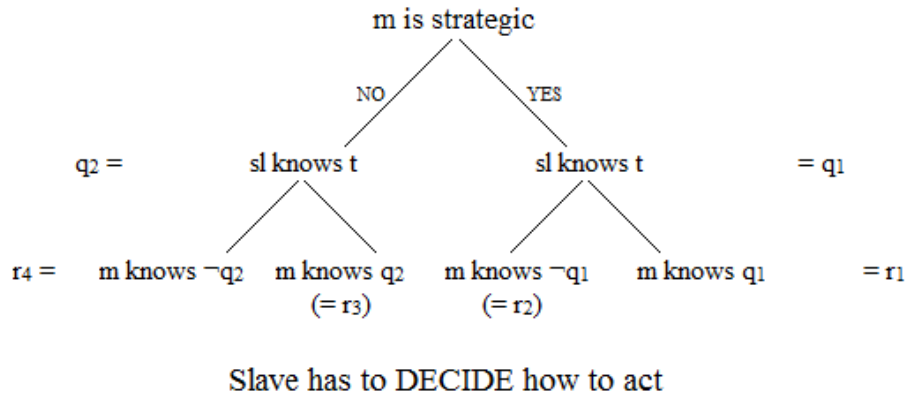
$$\begin{aligned} G &= K_1 - K_2 = x_{11} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p^2 + \frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{8}) + x_{12} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p^2 - \frac{1}{2} \cdot p + \frac{3}{8}) + x_{21} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p^2 - \frac{1}{2} \cdot p + \frac{3}{8}) + x_{22} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p^2 + \\ &\frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{8}) - x_{11} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p) - x_{12} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{2}) - x_{21} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p) - x_{22} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{2}) = x_{11} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p^2 + \frac{1}{8}) + x_{12} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p^2 - \frac{1}{8} \\ &) + x_{21} \cdot (\frac{1}{2} \cdot p^2 - p + \frac{3}{8}) + x_{22} \cdot (-\frac{1}{2} \cdot p^2 + p + \frac{3}{8}) = x_{11} \cdot [-\frac{1}{2} \cdot (p - \frac{1}{2}) \cdot (p + \frac{1}{2})] + x_{12} \cdot [\frac{1}{2} \cdot (p - \frac{1}{2}) \cdot (p + \frac{1}{2})] \\ &+ x_{21} \cdot (p - \frac{3}{2}) \cdot (p - \frac{1}{2}) + x_{22} \cdot [-(p - \frac{3}{2}) \cdot (p - \frac{1}{2})] \end{aligned}$$

Εξετάζουμε αυτή τη σχέση προσπαθώντας να βρούμε το πρόσημό της.

Γνωρίζοντας ότι $\frac{1}{2} < p < 1$, οι όροι που πολλαπλασιάζονται με το x_{11} και το x_{21} είναι αρνητικοί. Οι όροι που πολλαπλασιάζονται με το x_{12} και το x_{22} είναι θετικοί. Έχοντας ορίσει πιο πάνω και τα πρόσημα από τα κόστη x για τον δούλο βλέπουμε τελικά ότι ο μόνος όρος που βγάζει αρνητικό αποτέλεσμα είναι αυτός που αφορά το x_{11} (αφού το x_{21} είναι αρνητικό και πολλαπλασιάζεται με αρνητικό). Επομένως, το αποτέλεσμα του G θα είναι θετικό, πράγμα που σημαίνει ότι τον δούλο τον συμφέρει ο αφέντης να είναι strategic. Αυτό είναι λογικό αφού όταν ο αφέντης είναι strategic γνωρίζει ότι ο δούλος δρα από πρόθεση και επομένως μπορεί να μεταχειριστεί καλύτερα τον δούλο στην περίπτωση που αυτός δουλεύει.

Kripke model

Χρησιμοποιώντας Kripke model θέλουμε να μοντελοποιήσουμε το παίγνιο “Slave and master”. Αρχικά, ορίζουμε τα primitive propositions. Το t δηλώνει το γεγονός “ο αφέντης επιβλέπει τον δούλο” και τα υπόλοιπα φαίνονται στην *Εικόνα 3*.



Εικόνα 3

Έχουμε $n = 2$ αφού υπάρχουν 2 agents (agent 1 = slave, agent 2 = master). Έχουμε, επίσης, $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7, s_8\}$, όπου S το σύνολο των καταστάσεων και s_1, s_2 κτλ οι καταστάσεις 1, 2 κτλ. Επομένως, $M = (S, \pi, K_1, K_2)$. Για τα propositions και τις τιμές αληθείας τους στην κάθε κατάσταση έχουμε:

το p (“ο αφέντης είναι strategic”) είναι αληθές στις καταστάσεις s_1, s_3, s_5 και s_7 ,

το q_1 είναι αληθές στις καταστάσεις s_1, s_2, s_3 και s_4 .

Ο agent 1 δεν μπορεί να ξεχωρίσει μεταξύ των καταστάσεων s_1, s_2, s_3 και s_4 , αλλά και μεταξύ των καταστάσεων s_5, s_6, s_7 και s_8 .

Ο agent 2 μπορεί να ξεχωρίσει μεταξύ όλων των καταστάσεων, με δύο μόνο εξαιρέσεις. Πιο συγκεκριμένα, δεν μπορεί να ξεχωρίσει μεταξύ των s_3 και s_7 , αλλά και μεταξύ των s_4 και s_8 .

Επομένως, $K_1 = \{(s_1, s_1), (s_1, s_2), (s_1, s_3), (s_1, s_4), (s_2, s_1), (s_2, s_2), (s_2, s_3), (s_2, s_4), (s_3, s_1), (s_3, s_2), (s_3, s_3), (s_3, s_4), (s_4, s_1), (s_4, s_2), (s_4, s_3), (s_4, s_4), (s_5, s_5), (s_5, s_6), (s_5, s_7), (s_5, s_8), (s_6, s_5), (s_6, s_6), (s_6, s_7), (s_6, s_8), (s_7, s_5), (s_7, s_6), (s_7, s_7), (s_7, s_8), (s_8, s_5), (s_8, s_6), (s_8, s_7), (s_8, s_8)\}$

και $K_2 = \{(s_1, s_1), (s_2, s_2), (s_3, s_3), (s_3, s_7), (s_4, s_4), (s_4, s_8), (s_5, s_5), (s_6, s_6), (s_7, s_3), (s_7, s_7), (s_8, s_4), (s_8, s_8)\}$.

Ερωτήματα

Όπως και στο παίγνιο «Flossie & Fox» έτσι και εδώ θέτουμε κάποια ερωτήματα για να δούμε τη γνώση που μπορούμε να πάρουμε από τα Kripke models.

1. Ποιες είναι οι τιμές αλήθειας των τύπων $K_2 q_1$ στην κατάσταση s_1 , $K_2 q_2$ στην

κατάσταση s_2 , $K_2 (\neg q_2)$ στις καταστάσεις s_6 και s_8 ;

2. Ποιες είναι οι τιμές αληθείας των τύπων $K_1 r_1$ στις καταστάσεις s_1 , s_3 και s_7 , $K_1 (\neg r_4)$ στις καταστάσεις s_6 και s_8 ;

1. Σύμφωνα με τον *Ορισμό 1* για να ισχύει $(M, s_1) \models K_2 q_1$ θα πρέπει το q_1 να αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο αφέντης θεωρεί ισοδύναμες με την s_1 , δηλαδή μόνο την s_1 . Το q_1 αληθεύει σε αυτή την κατάσταση, άρα και η φόρμουλα $K_2 q_1$ θα είναι **αληθής** στην κατάσταση s_1 . Αυτό είναι λογικό, αφού πράγματι σε αυτή την κατάσταση ο αφέντης γνωρίζει ότι ο δούλος γνωρίζει ότι τον επιβλέπει.

Για να ισχύει $(M, s_2) \models K_2 q_2$ θα πρέπει το q_2 να αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο αφέντης θεωρεί ισοδύναμες με την s_2 , δηλαδή μόνο την s_2 . Το q_2 αληθεύει σε αυτή την κατάσταση, άρα και η φόρμουλα $K_2 q_2$ θα είναι **αληθής** στην κατάσταση s_2 . Και εδώ αυτό επιβεβαιώνεται από την ίδια την κατάσταση.

Εξετάζουμε αν $(M, s_6) \models K_2 (\neg q_2)$. Το $\neg q_2$ θα πρέπει να αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο αφέντης θεωρεί ισοδύναμες με την s_6 , δηλαδή μόνο την ίδια την s_6 . Αυτό συμβαίνει αν και μόνο αν το q_2 δεν αληθεύει στην κατάσταση s_6 , το οποίο είναι όντως ψευδές. Επομένως, η φόρμουλα $K_2 (\neg q_2)$ είναι **αληθής** στην κατάσταση s_6 , το οποίο επιβεβαιώνεται και από το πώς έχει οριστεί η ίδια η κατάσταση.

Με παρόμοιο τρόπο εξετάζουμε αν $(M, s_8) \models K_2 (\neg q_2)$ και η φόρμουλα αυτή βγαίνει ψευδής στην κατάσταση s_8 . Αυτό έρχεται σε σύγκρουση με το πώς έχει οριστεί αυτή η κατάσταση, αφού στην s_8 ο αφέντης δε γνωρίζει ότι ο δούλος δε γνωρίζει πως επιβλέπεται.

2. Θέλουμε να εξετάσουμε αν $(M, s_1) \models K_1 r_1$. Θα πρέπει το r_1 να αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο δούλος θεωρεί ισοδύναμες με την s_1 , δηλαδή τις s_1 , s_2 , s_3 και s_4 . Ωστόσο, το r_1 αληθεύει μόνο στην s_1 , άρα η φόρμουλα $K_1 r_1$ είναι ψευδής στην κατάσταση s_1 .

Ομοίως, εξετάζουμε και για $(M, s_3) \models K_1 r_1$, όπου με παρόμοιο τρόπο αυτή η φόρμουλα είναι ψευδής στην κατάσταση s_3 .

Για να εξετάσουμε αν $(M, s_7) \models K_1 r_1$ θα πρέπει να δούμε αν το r_1 να αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο δούλος θεωρεί ισοδύναμες με την s_7 , δηλαδή τις s_5 , s_6 , s_7 και s_8 . Ωστόσο, το r_1 δεν αληθεύει σε καμία από αυτές τις καταστάσεις, άρα η φόρμουλα $K_1 r_1$ είναι ψευδής στην κατάσταση s_7 .

Για να ισχύει $(M, s_6) \models K_1(\neg r_4)$ θα πρέπει το $\neg r_4$ να αληθεύει σε όλες τις καταστάσεις που ο δούλος θεωρεί ισοδύναμες με την s_6 , δηλαδή τις s_5, s_6, s_7 και s_8 . Αυτή η φόρμουλα αληθεύει αν και μόνο αν το r_4 είναι ψευδές σε κάθε μια από αυτές τις καταστάσεις. Ωστόσο, το r_4 είναι αληθές στην κατάσταση s_6 . Επομένως, η φόρμουλα $K_1(\neg r_4)$ είναι ψευδής στην s_6 .

Ομοίως, υπολογίζεται ότι η φόρμουλα $K_1(\neg r_4)$ είναι ψευδής στην κατάσταση s_8 .

Συμπεράσματα

Εξετάζοντας μερικά μόνο παραδείγματα για τη γνώση του δούλου στο Ερώτημα 2, παρατηρείται ότι κάθε φόρμουλα βγαίνει ψευδής. Αυτό είναι λογικό, αφού από το πώς έχει οριστεί εξ αρχής το ίδιο το παίγνιο ο δούλος δεν έχει κάποια γνώση για τη γνώση του αφέντη. Η μόνη γνώση που έχει είναι σχετικά με την επίβλεψή του από τον αφέντη.

Από την άλλη, από τη χρήση του Kripke model για τη γνώση του αφέντη παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα που βγήκαν επιβεβαιώνονται και από τα ίδια τα δεδομένα του προβλήματος.

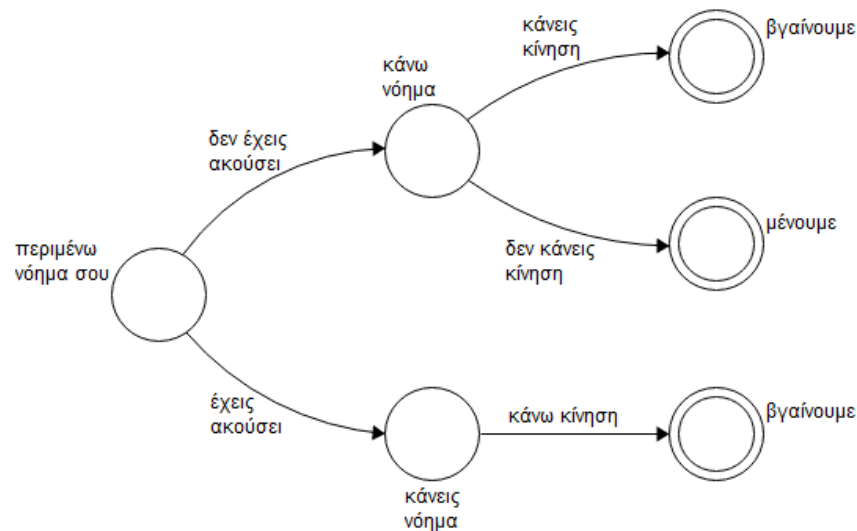
3.3 Το πρόβλημα συντονισμού στο λεωφορείο

Σε αυτή την υποενότητα έχει γίνει μια προσπάθεια να αναλύσουμε την επικοινωνία ανάμεσα στους δύο παίκτες σαν μια ακολουθία βημάτων. Σε κάθε βήμα ένας από τους δύο λέει ή/και κάνει κάτι το οποίο ο άλλος πρέπει να ερμηνεύσει και ανάλογα να πει ή/και να προβεί σε κάποια ενέργεια. Για να περιγραφεί μια τέτοια διαδικασία επικοινωνίας έχουν χρησιμοποιηθεί πεπερασμένα αυτόματα. Αρχικά ορίζεται το πρόβλημα συντονισμού πολύ περιγραφικά, δίνεται μια πρώτη αναπαράσταση της επικοινωνίας μεταξύ των ατόμων σε πεπερασμένα αυτόματα και εξηγείται αναλυτικά τι γνώση λαμβάνει ο κάθε παίκτης από τις ενέργειες του άλλου. Στη συνέχεια, εφαρμόζοντας μια συγκεκριμένη μεθοδολογία και ένα υπολογιστικό μοντέλο στο πρόβλημα αυτό περιγράφεται ο αλγόριθμος επικοινωνίας μεταξύ των παικτών και έχουν κατασκευαστεί τα τελικά αυτόματα.

Σε αυτό το παράδειγμα τίθεται το εξής πρόβλημα συντονισμού [3]. Εγώ κι εσύ βρισκόμαστε στο ίδιο λεωφορείο, εσύ βρίσκεσαι στην μπροστά πόρτα κι εγώ στην πίσω. Έξω από το λεωφορείο είναι ένας ακόμα φίλος μας ο οποίος μας φωνάζει να βγούμε και να πάμε για έναν καφέ όλοι μαζί. Εμείς όμως νοιαζόμαστε κυρίως ο ένας για την παρέα του άλλου. Για αυτό, εγώ θέλω να βγω από το λεωφορείο μόνο αν βγεις εσύ, κι εσύ αντίστοιχα θες να βγεις από το λεωφορείο μόνο αν βγω κι εγώ. Χρησιμοποιώντας πεπερασμένα αυτόματα μπορεί να περιγραφεί μια διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ των δύο ατόμων.

Πριν κατασκευαστούν τα πεπερασμένα αυτόματα θα πρέπει πρώτα να οριστούν κάποιες ακόμα βασικές έννοιες, το μήνυμα και το σημαίνον. Μια στοιχειώδης επικοινωνιακή ανταλλαγή/ενέργεια με μονοσήμαντη έννοια χαρακτηρίζεται ως μήνυμα (message). Όταν πρέπει να γίνει επιλογή μεταξύ διαφορετικών ερμηνειών, η ανταλλαγή χαρακτηρίζεται ως σημαίνον (signifier).

Στην *Εικόνα 4* περιγράφεται η επικοινωνιακή διαδικασία των δύο ατόμων όταν και οι δύο κοιτάμε ο ένας τον άλλο.



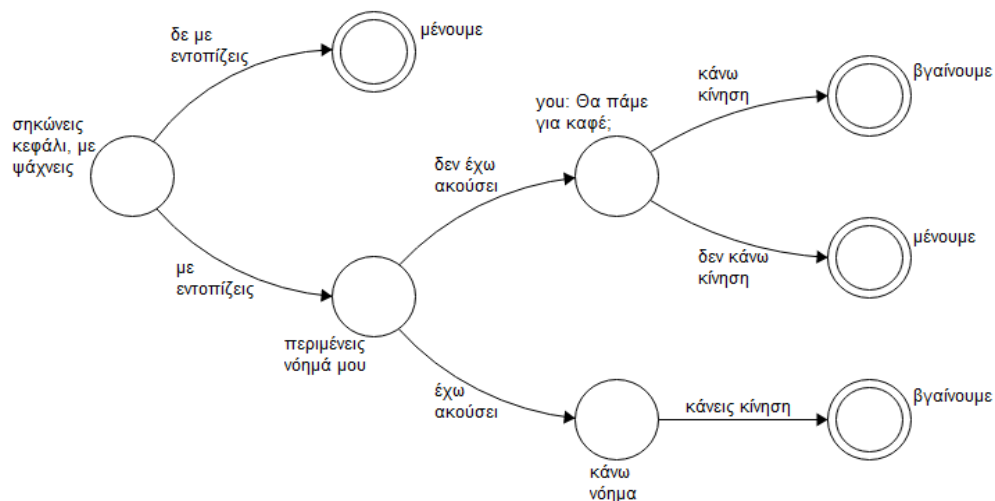
Εικόνα 4

Όπως βλέπουμε, στην αρχική κατάσταση εγώ περιμένω νόημά σου. Αυτό είναι σημαίνον αφού από τη μια μπορεί να μην έχεις ακούσει τον κοινό μας γνωστό έξω από το λεωφορείο και άρα δεν καταλαβαίνεις γιατί σε κοιτάω περιμένοντας κάποια κίνηση από εσένα. Από την άλλη, αν έχεις ακούσει ξέρεις ότι περιμένω να επιβεβαιώσεις ότι θα κατέβουμε. Οι μεταβάσεις 'δεν έχεις ακούσει' και 'έχεις ακούσει' που προκύπτουν μετά από αυτό το σημαίνον είναι μηνύματα. Το ίδιο και όλες οι επικοινωνιακές ανταλλαγές/ενέργειες σε αυτό το πεπερασμένο αυτόματο.

Βλέπουμε ότι σε αυτή την περίπτωση που κοιταζόμαστε εγώ σε κοιτάζω περιμένοντας κάποιο νόημά σου για να βεβαιωθώ ότι έχεις ακούσει τον φίλο μας από έξω που μας καλεί να πάμε για έναν καφέ. Αν δω ότι με κοιτάζεις με απορία υποθέτω ότι δεν έχεις ακούσει και σου κάνω κάποιο νόημα. Αν κάνεις κάποια κίνηση σημαίνει ότι κατάλαβες πως θέλω να βγούμε και να συναντηθούμε έξω από το λεωφορείο και επομένως βγαίνουμε και οι δύο. Αντιθέτως, αν δεν κάνεις κίνηση υποθέτω ότι δεν έχεις καταλάβει την πρόταση να κατέβουμε από το λεωφορείο και άρα μένουμε μέσα. Από την άλλη, αν έχεις ακούσει την πρόταση για καφέ του φίλου μας θα μου κάνεις κάποιο νεύμα και θα κάνω κίνηση να βγω από το λεωφορείο, επομένως θα

ακολουθήσεις κι εσύ. Σε αυτή την περίπτωση επικοινωνιακής διαδικασίας δεν μπορώ να γνωρίζω αν έχεις ακούσει ή όχι. Έτσι, προκύπτει πρόβλημα για το πώς θα επιλέξω αν θα σου κάνω νόημα ή αν θα περιμένω δικό σου. Μπαίνοντας στη θέση σου και γνωρίζοντας ότι έχουμε την ίδια λογική και ενεργούμε με τον ίδιο τρόπο καταλαβαίνω ότι αν έχεις ακούσει θα μου κάνεις νόημα. Επομένως, όταν δε βλέπω νόημά σου υποθέτω ότι δεν έχεις ακούσει και σου κάνω νόημα εγώ. Ωστόσο, εσύ για τον οποιονδήποτε λόγο μπορεί να καθυστερήσεις να κάνεις νόημα ενώ έχεις ακούσει. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να είμαι έτοιμος να αναιρέσω ή να τροποποιήσω την ενέργεια μου. Άρα, αν τη στιγμή που ετοιμάζομαι να σου κάνω νόημα τελικά με προλαβαίνεις εσύ και μου κάνεις νόημα, βγάζω το συμπέρασμα ότι τελικά είχες ακούσει εξ αρχής τον κοινό μας γνωστό έξω από το λεωφορείο και άρα κάνω κίνηση να βγω.

Στην *Εικόνα 5* περιγράφεται η επικοινωνιακή διαδικασία όταν εσύ δε με κοιτάς.



Εικόνα 5

Στην αρχική κατάσταση εσύ σηκώνεις το κεφάλι σου και ψάχνεις να με βρεις. Αυτό είναι μήνυμα αφού εγώ αντιλαμβάνομαι ότι άκουσες τη φωνή απ' έξω και θες να δεις τι θα κάνω. Το 'δε με εντοπίζεις' και το 'με εντοπίζεις' είναι μηνύματα. Το 'περιμένεις νόημά μου' είναι σημαίνον με τον ίδιο τρόπο που το 'περιμένω νόημα σου' στην πρώτη περίπτωση ήταν σημαίνον. Με την ίδια λογική όπως στο προηγούμενο αυτόματο είναι και οι υπόλοιπες επικοινωνιακές ανταλλαγές/ενέργειες μηνύματα.

Σε αυτή την περίπτωση εγώ κοιτάω προς το μέρος σου ενώ εσύ όχι. Υποθέτουμε ότι ακούς τον φίλο μας έξω από το λεωφορείο και άρα σηκώνεις το κεφάλι σου και με ψάχνεις. Στην περίπτωση που δε με εντοπίζεις (δηλαδή δε συναντιούνται τα βλέμματα μας) καταλαβαίνω ότι είναι μάταιο να κάνω την οποιαδήποτε κίνηση να βγω από το λεωφορείο αφού δε θα με δεις και συνεπώς μένουμε μέσα. Εάν με εντοπίσεις, εσύ, μη γνωρίζοντας ότι έχω ακούσει,

περιμένεις κάποιο νόημα μου για να επιβεβαιώσω ότι έχω ακούσει. Αν δεις ότι σε κοιτάζω με απορία καταλαβαίνεις ότι δεν έχω ακούσει και μου κάνεις την ερώτηση ‘Θα πάμε για καφέ’. Αν κάνω κίνηση σημαίνει ότι σε άκουσα και επομένως βγαίνουμε και οι δύο. Αντιθέτως, αν δεν κάνω κάποια κίνηση υποθέτεις ότι δε σε άκουσα και άρα μένουμε μέσα στο λεωφορείο. Από την άλλη, αν έχω ακούσει κι εγώ τον φίλο μας θα σου κάνω κάποιο νεύμα και θα κάνεις κίνηση να βγεις από το λεωφορείο, επομένως θα ακολουθήσω κι εγώ.

Υπολογιστικό μοντέλο για τον συντονισμό στο λεωφορείο

Εδώ παρουσιάζεται το υπολογιστικό μοντέλο που έχει χρησιμοποιηθεί για τον αλγοριθμικό τρόπο έκφρασης του προβλήματος συντονισμού και την επίλυσή του. Ο κάθε παίκτης έχει μια σειρά από μεταβλητές οι οποίες διατηρούν πληροφορίες για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο παίκτης (*status*), τη γνώση που έχει για την ιστορία μέχρι εκείνο το σημείο (*history*), την υπόθεση που κάνει σύμφωνα με τα δεδομένα που έχει κάθε στιγμή (*hypothesis*), αλλά και για τις μεταβάσεις από τη μια κατάσταση στην άλλη σύμφωνα με τις αποφάσεις του κάθε παίκτη (*transition*). Επιπλέον, μέσα και από τα πεπερασμένα αυτόματα παρουσιάζεται η εκτέλεση του προβλήματος (*run*) και η ακολουθία των μεταβάσεων που μας οδηγεί στο τελικό αποτέλεσμα.

Το *status* ενός παίκτη είναι ένα από τα στοιχεία του συνόλου {“stand-by”, “signal”, “move”, “not-move”, “questioning”, “leave”, “stay”}. Το αρχικό status όλων των παικτών είναι “stand-by” (περιμένω).

Μηνύματα

stand-by: είναι το αρχικό status όλων των παικτών, η κατάσταση στην οποία οι παίκτες βρίσκονται σε “αναμονή” μέχρι να ακούσουν κάποιο νόημα απ’ έξω

signal: είναι η κατάσταση στην οποία ο παίκτης που έχει ακούσει, κάνει κάποιο νόημα στον άλλο παίκτη προκειμένου να του δείξει ότι έχει ακούσει και θέλει να βγούνε από το λεωφορείο

move: ο παίκτης που βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση έχει ακούσει και θέλει να δείξει με κάποιον ποιο άμεσο τρόπο ότι θέλει να επικοινωνήσει με τον άλλο επιβάτη, ώστε να βγουν και να συναντηθούν έξω από το λεωφορείο. Όταν ο άλλος παίκτης δει αυτή την κίνηση καταλαβαίνει ότι θέλει να βγουν από το λεωφορείο. Ουσιαστικά, με αυτό τον τρόπο ο παίκτης που έχει ακούσει κάνει ξεκάθαρο στον άλλο ότι θέλει να κατέβουν.

not-move: αυτή η κατάσταση σημαίνει πως ο παίκτης δεν έχει ακούσει και δε δείχνει ιδιαίτερη προθυμία να επικοινωνήσει με τον άλλο παίκτη ώστε να συνεργαστούν

questioning: αυτή η κατάσταση σημαίνει πως ο παίκτης δεν έχει ακούσει αλλά δείχνει προβληματισμένος για τις κινήσεις του άλλου παίκτη, στην προσπάθεια του να επικοινωνήσει με αυτόν. Ουσιαστικά, προσπαθεί να ανταποκριθεί στο μήνυμα του άλλου παίκτη.

leave: είναι η κατάσταση στην οποία ο παίκτης αποφασίζει να κατέβει από το λεωφορείο, δεδομένου ότι προηγουμένως έχει υπάρξει μια επιτυχημένη επικοινωνία με τον άλλο παίκτη

stay: ο παίκτης αποφασίζει να μείνει στο λεωφορείο, δεδομένου ότι δεν έχει καταφέρει να επικοινωνήσει σε επαρκή βαθμό ώστε να κατέβει από το λεωφορείο μαζί με τον άλλο παίκτη

- Το *status* κάθε παίκτη είναι προσβάσιμο στους άλλους παίκτες.
- Το *ιστορικό (history)*, είναι η ακολουθία των διαδοχικών *status* όλων των παικτών. Το ιστορικό είναι προσβάσιμο σε όλους τους παίκτες.
- Η *υπόθεση (hypothesis)* ενός παίκτη, είναι η τρέχουσα «υπόθεση εργασίας» του για το αν ο άλλος παίκτης έχει ακούσει ή όχι. Αρχικά θέτουμε *hypothesis* = NULL για όλους τους παίκτες. Η υπόθεση κάθε παίκτη δεν είναι προσβάσιμη στους άλλους παίκτες.
- Μια *μετάβαση (transition)*, ενημερώνει το *status* και το *hypothesis* ενός μόνο από τους παίκτες.
- Ονομάζουμε *εκτέλεση (run)*, μία ακολουθία μεταβάσεων.

Επικοινωνία μεταξύ των παικτών

Τα μηνύματα είναι αυτά που επιτρέπουν στους παίκτες να επικοινωνήσουν και να αποκτήσουν "κοινή γνώση". Και οι δύο παίκτες στην αρχή βρίσκονται στην κατάσταση "stand-by", αναμένοντας κάποιο νόημα απ' έξω, όπου αναλόγως αν θα ακούσουν ή όχι θα αντιδράσουν και με τον αντίστοιχο τρόπο. Αν ο παίκτης ακούσει, τότε θα κάνει σήμα ("signal") στον άλλο παίκτη, ο οποίος βλέποντάς το είτε δε θα αντιδράσει καθόλου, είτε θα αναρωτηθεί τι σημαίνει αυτό, είτε θα καταλάβει ότι ο πρώτος παίκτης προσπαθεί να επικοινωνήσει μαζί του για να κατέβουν από το λεωφορείο. Το "signal" δείχνει στο δεύτερο παίκτη μια πρώτη προσπάθεια επικοινωνίας. Το "move", είτε ο άλλος παίκτης έχει ακούσει είτε όχι, δηλώνει με ξεκάθαρο τρόπο ότι ο παίκτης που βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση θέλει να κατέβουν από το λεωφορείο. Θεωρώντας ως δεδομένο πως και οι δύο παίκτες επιθυμούν να επικοινωνήσουν για να κατέβουν από το λεωφορείο, στην ουσία το "move" επιβεβαιώνει στον άλλο παίκτη την πρόθεση του πρώτου. Αντίθετα, το μήνυμα "not-move" δείχνει ξεκάθαρα στον άλλο παίκτη ότι δεν υπάρχει πεδίο επικοινωνίας/συνεργασίας με τον

πρώτο και έτσι δεν κάνει κάποια άλλη κίνηση ώστε να κατέβουν μαζί από το λεωφορείο. Το “questioning” δείχνει στον παίκτη που λαμβάνει αυτό το μήνυμα πως ο παίκτης που βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση επιθυμεί να επικοινωνήσει αλλά δεν είναι σίγουρος για το τι συμβαίνει. Επομένως, ο παραλήπτης αυτού του μηνύματος θα κάνει κίνηση για να του δείξει με έναν ξεκάθαρο τρόπο ότι θέλει να κατέβουν από το λεωφορείο. Με τα μηνύματα “leave” και “stay” οι παίκτες πλέον έχουν φτάσει στο τελικό στάδιο και στην ουσία θα βρεθούν στην αντίστοιχη τελική κατάσταση ανάλογα με τη λήψη και την κατανόηση όλων των προηγούμενων μηνυμάτων.

Βασικές Συνθήκες για τις εκτελέσεις

Ορθότητα Αν ένας από τους δύο παίκτες δεν έχει ακούσει, στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης μένουν και οι δύο στο λεωφορείο.

Πληρότητα Αν και οι δύο παίκτες έχουν ακούσει, στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης κατεβαίνουν και οι δύο από το λεωφορείο.

Ισχυρές Συνθήκες για τις εκτελέσεις

Ορθότητα Αν κανείς από τους δύο παίκτες δεν έχει ακούσει, στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης μένουν και οι δύο στο λεωφορείο.

Πληρότητα Αν ένας από τους δύο παίκτες έχει ακούσει, στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης κατεβαίνουν και οι δύο από το λεωφορείο.

Υλοποίηση

Ένας κανόνας μετάβασης (transition rule) εκφράζει μία ικανή συνθήκη ώστε να γίνει κάποια μετάβαση. Ενόσω το status ενός παίκτη δεν είναι “leave” ή “stay”, μπορεί να επιλέξει να ενεργοποιήσει οποιονδήποτε εφαρμόσιμο κανόνα.

Κάθε κανόνας αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- *Δεδομένα* (Observation): Η πληροφορία που ελέγχει ο παίκτης προκειμένου να ενεργοποιήσει τον κανόνα -- κατά πόσο ο ίδιος έχει ακούσει ή όχι, και ποιό είναι το τρέχον ιστορικό.
- *Εικασία* (Consideration): Η υπόθεση που κάνει ο παίκτης για το αν ο άλλος έχει ακούσει ή όχι. Επίσης, η εικασία που κάνει ο παίκτης σχετικά με τη γνώση (ή μη-γνώση) του άλλου παίκτη για το αν ο ίδιος άκουσε.
- *Απόφαση* (Action): Ενημέρωση του status του παίκτη. Ενημέρωση της υπόθεσης (hypothesis) του παίκτη, σύμφωνα με το συμπέρασμα του κανόνα.

Σε κάθε κανόνα οι παίκτες αναφέρονται ως X, Y. Ο παίκτης που ενεργοποιεί τον κανόνα είναι εκείνος που αναφέρεται στην απόφαση.

Ανάλυση του συντονισμού στο λεωφορείο

A Βασικές Συνθήκες για τις εκτελέσεις

Περίπτωση 0 Κανείς από τους δύο δεν έχει ακούσει

Στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης μένουν και οι δύο στο λεωφορείο.

Περίπτωση 1 Μόνο ένας από τους δύο έχει ακούσει

Στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης μένουν και οι δύο στο λεωφορείο.

Περίπτωση 2 Και οι δύο έχουν ακούσει

Στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης κατεβαίνουν και οι δύο από το λεωφορείο.

Κανόνες μετάβασης

Αν δεν κινηθεί κανένας σημαίνει ότι ούτε ο ένας ούτε ο άλλος έχουν ακούσει. Άρα μένουν και οι δύο στο λεωφορείο.

A1.0

If: Observation X: not-heard, history = <<“X stand-by”, “Y stand-by”>

Consideration

Then: Action X: not-move;

A1.0.1

If: Observation Y: heard, history = <<“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”>

Consideration: X: not-heard

Then: Action Y: stay; hypothesis(Y) ← X: not-heard

A1.0.2

If: Observation X: not-heard, history = <<“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y stay”>

Consideration:

Then: Action X: stay;

A2.0

If: Observation Y: not-heard, history = <<“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”>

Consideration:

Then: Action Y: not-move;

A3.0

If: Observation X: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y not-move”>

Consideration:

Then: Action X: stay;

A4.0

If: Observation Y: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y not-move”, “X stay”>

Consideration:

Then: Action Y: stay;

Αν δω ότι με κοιτάς υποθέτω ότι δεν έχεις ακούσει και σου κάνω κάποιο νόημα

A1

If: Observation X: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”>

Consideration: Y: not-heard

Then: Action X: signal; hypothesis(X) ← Y: not-heard

Αν δεν κινηθείς σημαίνει ότι δεν έχεις ακούσει και επομένως μένουμε και οι δύο στο λεωφορείο

A2.1

If: Observation Y: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by” “X signal”>

Consideration

Then: Action Y: not-move;

A3.1

If: Observation X: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y not-move”>

Consideration: Y: not-heard

Then: Action X: stay; hypothesis(X) ← Y: not-heard

A4.1

If: Observation Y: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y not-move”, “X stay”>

Consideration:

Then: Action Y: stay;

Αν κάνεις κάποια κίνηση σημαίνει ότι κατάλαβες πως θέλω να βγούμε και να συναντηθούμε έξω από το λεωφορείο και επομένως βγαίνουμε και οι δύο

A2.2

If: Observation Y: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”>

Consideration: X: heard

Then: Action Y: move; hypothesis(Y) ← X: heard

A3.2

If: Observation X: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y move”>

Consideration: Y knows X: heard

Then: Action X: leave; hypothesis(X) ← Y: heard

A4.2

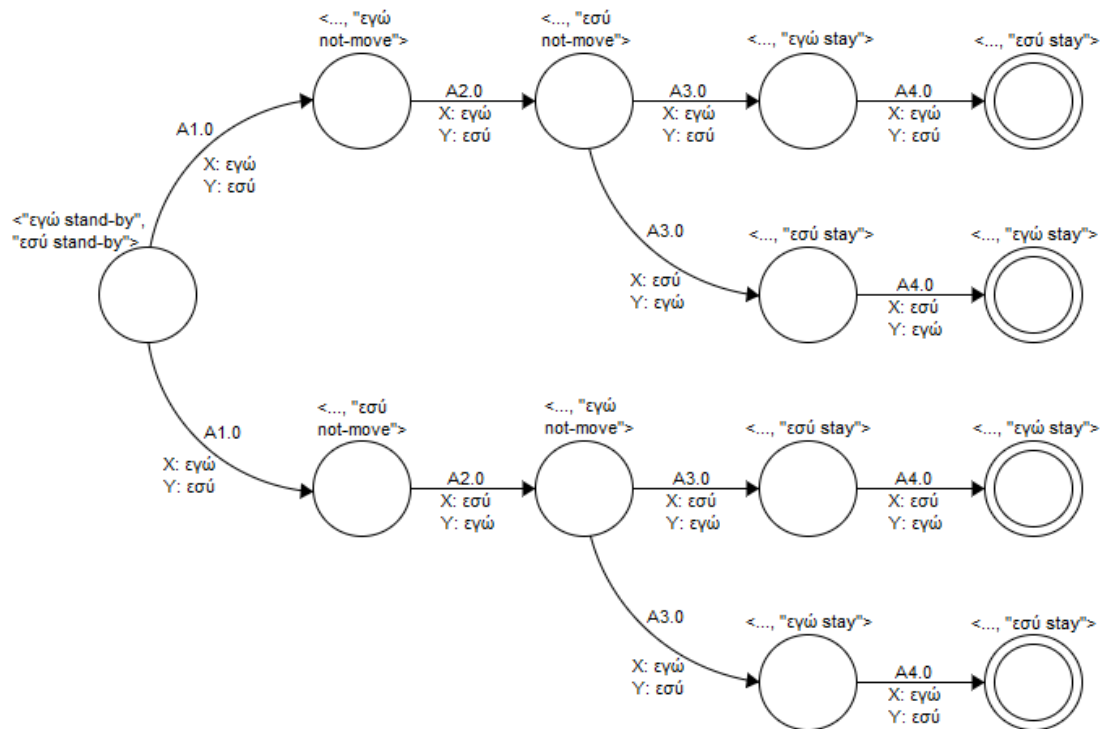
If: Observation Y: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y move”, “X leave”>

Consideration: X knows Y knows X: heard

Then: Action Y: leave;

Για κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις έχει κατασκευαστεί ένα κατευθυνόμενο γράφημα όλων των δυνατών εφαρμογών κανόνων. Για κάθε γράφημα επιλέγεται εκ των προτέρων ποιος παίκτης άκουσε και ποιος όχι. Οι κανόνες ενεργοποιούνται σύμφωνα με το αν έχει ακούσει ή όχι ο παίκτης που ενεργοποιεί τον κανόνα, αλλά και με το ακριβές ιστορικό των παικτών που είναι μέχρι εκείνη τη στιγμή διαθέσιμο. Κάθε κόμβος αντιστοιχεί σε ένα ιστορικό (ο αρχικός κόμβος αντιστοιχεί στο <“εγώ stand-by”, “εσύ stand-by”>), και από κάθε κόμβο αρχίζει μία ακμή. Οι ακμές του κάθε κόμβου θα είναι όσες και οι δυνατές εφαρμογές κανόνων για εκείνο το ιστορικό. Κάθε ακμή σημειώνεται με τον κανόνα που εφαρμόζεται και την ανάθεση παικτών στις μεταβλητές του κανόνα. Για κάθε δυνατή εφαρμογή κανόνα η ακμή καταλήγει σε αντίστοιχο κόμβο αντίστοιχο με ιστορικό όπως αυτό προκύπτει μετά την εφαρμογή του κανόνα. Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται επαναληπτικά για κάθε κόμβο μέχρις ότου να μην υπάρχει κόμβος στον οποίο να μπορεί να εφαρμοστεί κάποιος κανόνας.

Περίπτωση 0



Εικόνα 6

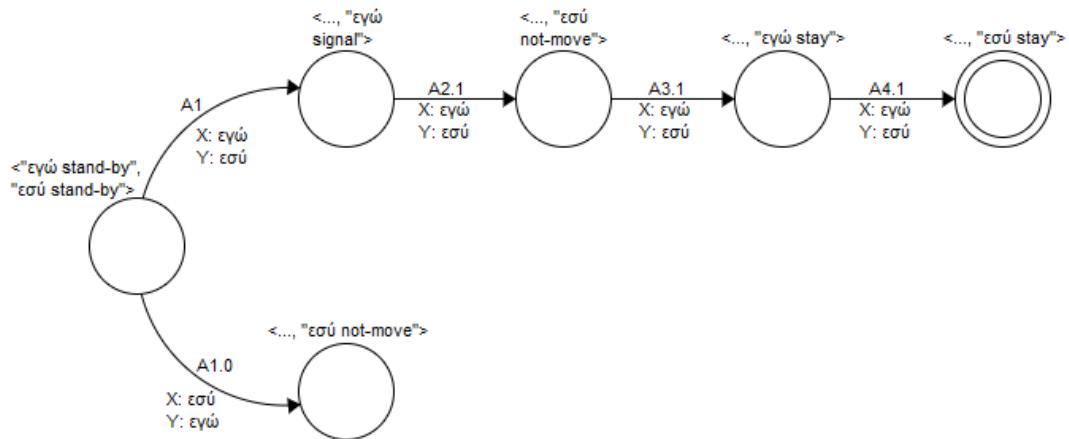
Η διακλάδωση που γίνεται σε κάθε ένα από τα βασικά μονοπάτια έχουμε θεωρήσει πως είναι δυνατή, ακόμα και αν για δύο συνεχόμενες φορές ενεργοποιείται κάποιος κανόνας από τον ίδιο παίκτη, γιατί δεν έχει γίνει κάποια υπόθεση εξαρχής ότι οι κανόνες θα ενεργοποιούνται εναλλάξ, μια από τον έναν παίκτη και μετά από τον άλλον.

Επίσης, παρατηρείται ότι οι μόνοι κόμβοι στους οποίους οι δυνατές ακμές είναι πάνω από μια είναι κόμβοι στους οποίους οι μέχρι τότε κινήσεις και των δύο παικτών μαζί είναι ζυγός αριθμός, ενώ παράλληλα οι κινήσεις τους ταυτίζονται. Για παράδειγμα, στον τρίτο κόμβο κάθε μονοπατιού οι έως τότε κινήσεις των παικτών είναι "stand-by" και "not-move" για τον καθ' ένα από τους δύο. Επομένως, ο κανόνας A3.0 μπορεί να εφαρμοστεί είτε με την ανάθεση "X: εγώ/Y: εσύ" είτε με "X: εσύ/Y: εγώ". Το ίδιο συμβαίνει και στον αρχικό κόμβο. Στους υπόλοιπους κόμβους δεν μπορεί να συμβεί αυτό γιατί ένας από τους δύο παίκτες έχει κάνει μια επιπλέον κίνηση και έτσι δεν μπορεί να εφαρμοστεί κάποιος από τους υπάρχοντες κανόνες.

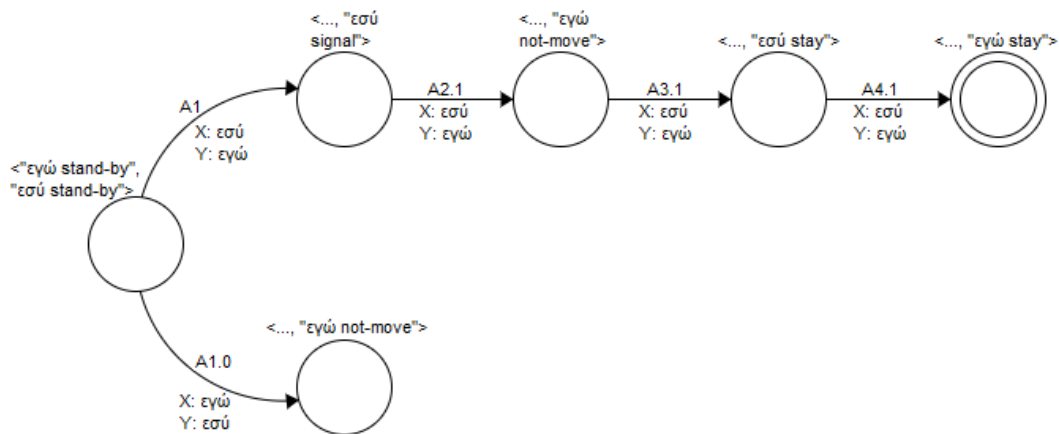
Περίπτωση 1

Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να έχει ακούσει μόνο ο ένας από τους δύο παίκτες. Στην Εικόνα 7 εγώ έχω ακούσει και εσύ δεν έχεις ακούσει, ενώ στην Εικόνα 8 συμβαίνει το αντίστροφο. Παρατηρείται ότι τα γραφήματα είναι ίδια με μόνη διαφορά ότι το "εγώ" γίνεται

“εσύ” και το αντίστροφο, για αυτό σε επόμενο γράφημα αυτά τα δύο θα συγχωνευτούν σε ένα με την κωδικοποίηση “X: εγώ/εσύ, Y: εσύ/εγώ”. Αυτό θα σημαίνει ότι σε μια εκτέλεση του γραφήματος, και για όλο το γράφημα, θα μπορεί να επιλεγεί για το X και το Y αυστηρά μόνο το πρώτο ή το δεύτερο όρισμα. Τα δύο πρώτα γραφήματα έχουν κατασκευαστεί χωρίς την εφαρμογή των κανόνων A1.0.1 και A1.0.2.



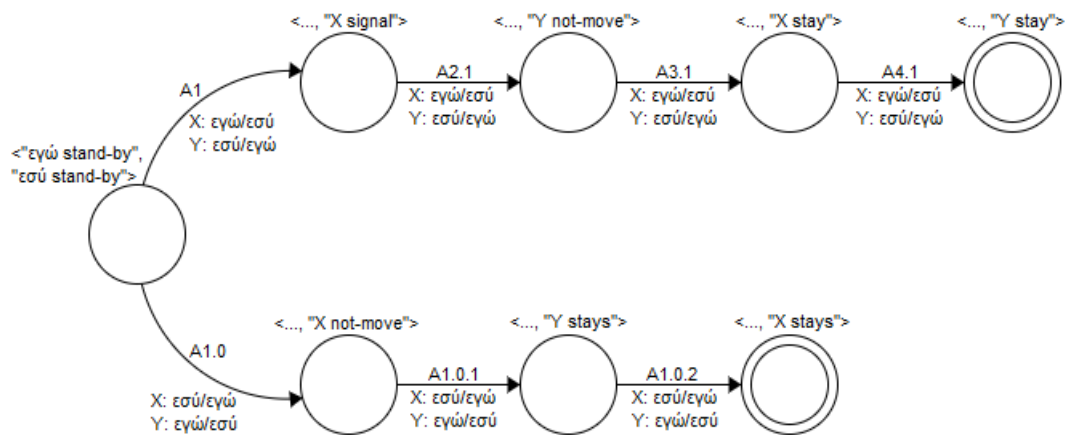
Εικόνα 7



Εικόνα 8

Παρατηρείται ότι και στα δύο γραφήματα μετά την εφαρμογή του κανόνα A1.0 οδηγούμαστε σε μια κατάσταση η οποία δεν είναι τελική και από την οποία δεν μπορούμε να μεταβούμε σε κάποια άλλη κατάσταση η οποία θα είναι τελική. Για αυτό το λόγο προστίθενται οι κανόνες A1.0.1 και A1.0.2.

Με βάση αυτούς τους κανόνες έχουμε το παρακάτω γράφημα:

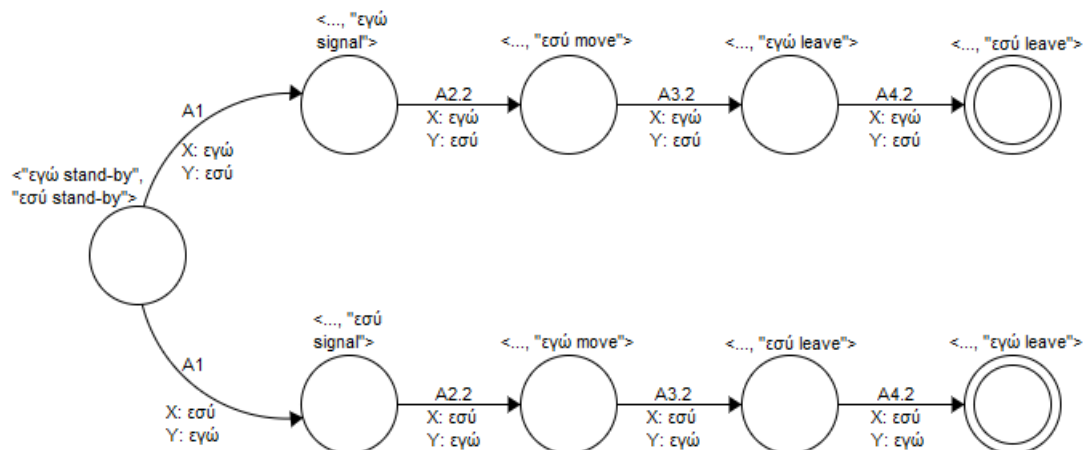


Εικόνα 9

Σύμφωνα και με την επεξήγηση που δόθηκε παραπάνω για την κωδικοποίηση “X: εγώ/εσύ, Y: εσύ/εγώ”, αν εγώ έχω ακούσει και εσύ όχι τότε σε κάθε ακμή για το X και το Y επιλέγεται το πρώτο όρισμα, ενώ στην αντίθετη περίπτωση επιλέγεται το δεύτερο.

Επιπλέον, εδώ παρατηρείται ότι ακόμα και στον πρώτο κόμβο δε γίνεται εφαρμογή του ίδιου κανόνα με διαφορετικές αναθέσεις ακριβώς για το λόγο ότι ο ένας έχει ακούσει ενώ ο άλλος όχι. Άρα, δεν μπορούν να εφαρμοστούν οι ίδιοι κανόνες, με διαφορετική ανάθεση στις μεταβλητές, και από τους δύο παίκτες.

Περίπτωση 2



Εικόνα 10

Παρατηρείται ότι μόνο στον πρώτο κόμβο που η κίνηση του κάθε παίκτη είναι “stand-by” μπορεί να εφαρμοστεί ο ίδιος κανόνας (A1) με διαφορετική ανάθεση για τις μεταβλητές X και Y. Σε αυτή την Περίπτωση δεν μπορεί να εφαρμοστεί στον 3ο κόμβο κάθε μονοπατιού ο ίδιος κανόνας με διαφορετική ανάθεση για τα X, Y, όπως είδαμε στην Περίπτωση 0, γιατί μετά το “stand-by” η κίνηση για τον κάθε παίκτη διαφέρει και δεν μπορούν να ικανοποιηθούν

οι συνθήκες για την εφαρμογή κάποιου κανόνα σύμφωνα με το ιστορικό που υπάρχει μέχρι εκείνη τη στιγμή.

B Ισχυρές Συνθήκες για τις εκτελέσεις

Περίπτωση 0 Κανείς από τους δύο δεν έχει ακούσει

Στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης μένουν και οι δύο στο λεωφορείο.

Περίπτωση 1 Μόνο ένας από τους δύο έχει ακούσει

Στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης κατεβαίνουν και οι δύο από το λεωφορείο.

Περίπτωση 2 Και οι δύο έχουν ακούσει

Στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης κατεβαίνουν και οι δύο από το λεωφορείο.

Κανόνες μετάβασης

Αν δεν κινηθεί κανένας σημαίνει ότι ούτε ο ένας ούτε ο άλλος έχουν ακούσει. Άρα μένουν και οι δύο στο λεωφορείο.

B1.0

If: Observation X: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”>

Consideration

Then: Action X: not-move;

B1.0.1

If: Observation Y: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”>

Consideration: X: not-heard

Then: Action Y: signal; hypothesis(Y) ← X: not-heard

B1.0.2

If: Observation X: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y signal”>

Consideration

Then: Action X: questioning;

B1.0.3

If: Observation Y: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y signal”, “X questioning”>

Consideration: X: not-heard

Then: Action Y: move;

B1.0.4

If: Observation X: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y signal”, “X questioning”, “Y move”>

Consideration: Y: heard

Then: Action X: leave; hypothesis(X) ← X: heard

B1.0.5

If: Observation Y: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y signal”, “X questioning”, “Y move”, “X leave”>

Consideration: X knows Y: heard

Then: Action Y: leave;

B2.0

If: Observation Y: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”>

Consideration:

Then: Action Y: not-move;

B3.0

If: Observation X: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y not-move”>

Consideration:

Then: Action X: stay;

B4.0

If: Observation Y: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X not-move”, “Y not-move”, “X stay”>

Consideration:

Then: Action Y: stay;

Αν δω ότι με κοιτάς υποθέτω ότι δεν έχεις ακούσει και σου κάνω κάποιο νόημα

B1

If: Observation X: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”>

Consideration: Y: not-heard

Then: Action X: signal; hypothesis(X) ← Y: not-heard

Αν δείχνεις απορημένος σημαίνει ότι δεν έχεις ακούσει αλλά ενδιαφέρεσαι να επικοινωνήσεις και επομένως κάνω κίνηση εγώ

B2.1

If: Observation Y: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”>

Consideration

Then: Action Y: questioning;

B3.1

If: Observation X: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y questioning”>

Consideration: Y: not-heard

Then: Action X: move; hypothesis(X) ← Y: not-heard

B4.1

If: Observation Y: not-heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y questioning”, “X move”>

Consideration: X: heard

Then: Action Y: leave; hypothesis(Y) ← X: heard

B5.1

If: Observation X: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y questioning”, “X move”, “Y leave”>

Consideration: Y knows X: heard

Then: Action X: leave;

Αν κάνεις κάποια κίνηση σημαίνει ότι κατάλαβες πως θέλω να βγούμε και να συναντηθούμε έξω από το λεωφορείο και επομένως βγαίνουμε και οι δύο

B2.2

If: Observation Y: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”>

Consideration: X: heard

Then: Action Y: move; hypothesis(Y) ← X: heard

B3.2

If: Observation X: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y move”>

Consideration: Y knows X: heard

Then: Action X: leave; hypothesis(X) ← Y: heard

B4.2

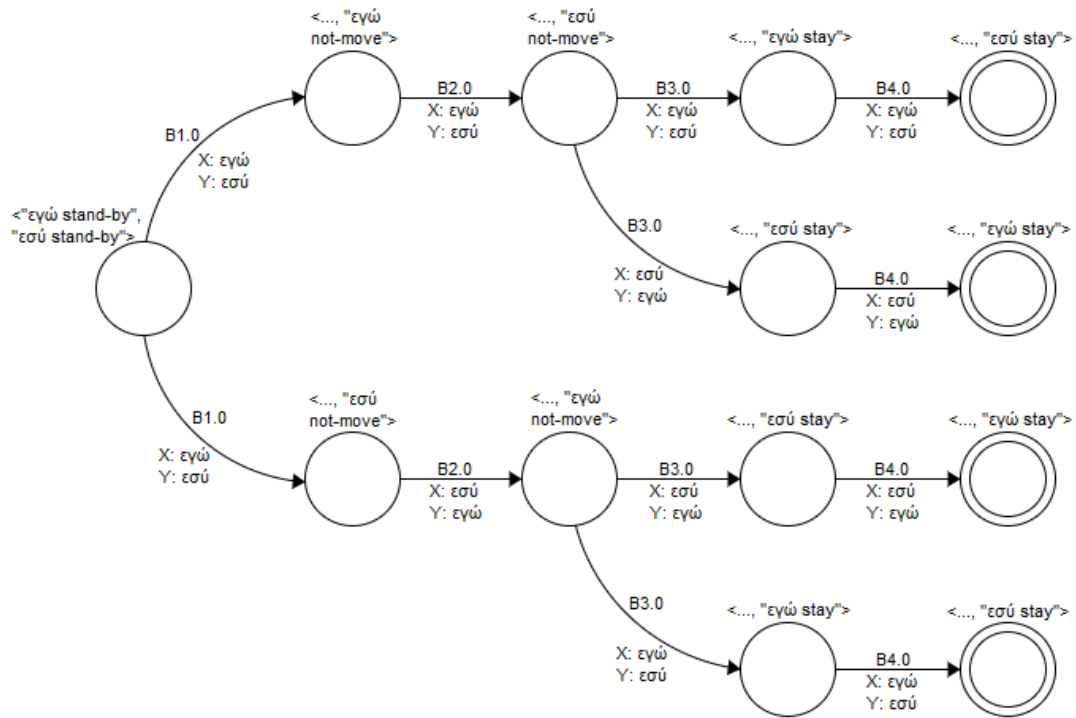
If: Observation Y: heard, history = <“X stand-by”, “Y stand-by”, “X signal”, “Y move”, “X leave”>

Consideration: X knows Y knows X: heard

Then: Action Y: leave;

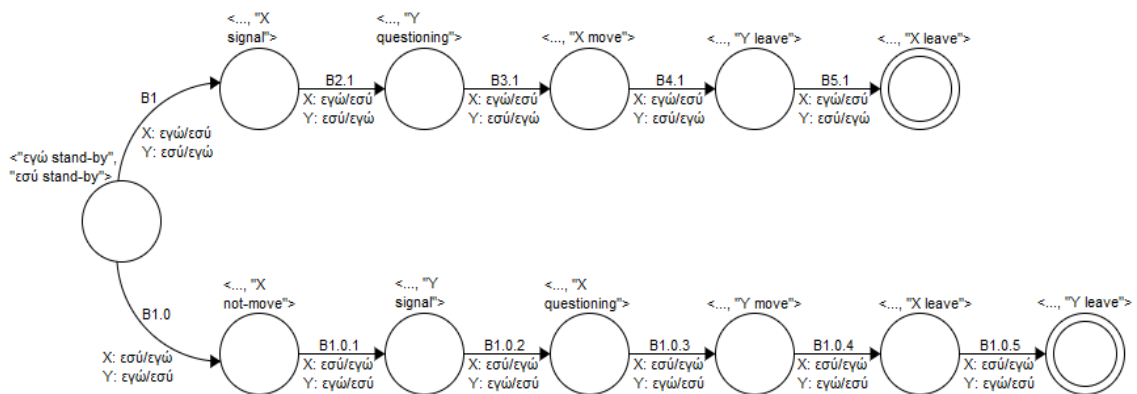
Όπως και για τις Βασικές Συνθήκες, έτσι και για τις Ισχυρές Συνθήκες έχουν κατασκευαστεί τα γραφήματα.

Περίπτωση 0



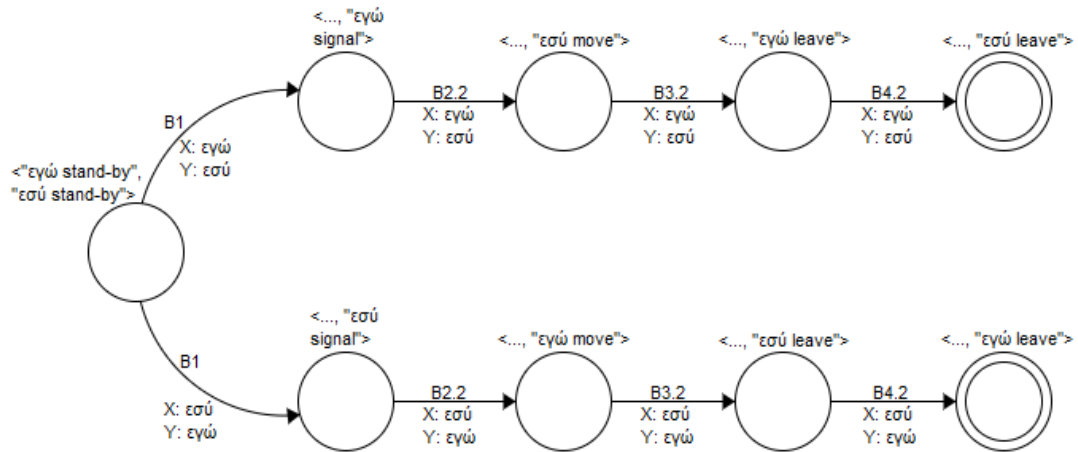
Εικόνα 11

Περίπτωση 1



Εικόνα 12

Περίπτωση 2



Εικόνα 13

Συμπεράσματα

Όπως παρατηρείται, η σειρά των μηνυμάτων και εν τέλει τα γραφήματα στην Περίπτωση 0 είναι ίδια για τις Συνθήκες A και για τις Συνθήκες B. Αυτό συμβαίνει στην Περίπτωση 0 γιατί κανένας από τους δύο παίκτες δεν έχει ακούσει αυτόν έξω από το λεωφορείο που τους κάνει νόημα. Από τη στιγμή που δεν έχουν ακούσει, λοιπόν, δεν κάνουν κάποια προσπάθεια να επικοινωνήσουν με το συμπαίκτη τους και έτσι είναι λογικό οι κινήσεις τους να είναι “not-move” και “stay”.

Επιπλέον, στην Περίπτωση 2 παρατηρείται και πάλι ότι τα γραφήματα για τις Συνθήκες A και B είναι ίδια. Με βάση τα χαρακτηριστικά του προβλήματος και δεδομένου ότι σε αυτή την Περίπτωση και οι δύο παίκτες έχουν ακούσει, αυτό είναι επίσης λογικό. Έχοντας καταλάβει το νόημα έξω από το λεωφορείο, οι δύο παίκτες ενδιαφέρονται και προσπαθούν να επικοινωνήσουν και αντιλαμβάνονται τα μηνύματα που λαμβάνουν από το συμπαίκτη τους.

Στην Περίπτωση 1 εντοπίζονται και οι μόνες διαφορές στα μηνύματα μεταξύ συνθηκών A και των συνθηκών B. Το γράφημα για τις Ισχυρές Συνθήκες είναι πιο σύνθετο, πράγμα λογικό, αφού οι απαιτήσεις του προβλήματος είναι αυξημένες σε σχέση με τις Βασικές Συνθήκες. Σε αυτή την Περίπτωση, στις Συνθήκες A στο τέλος οποιασδήποτε εκτέλεσης και οι δύο παίκτες μένουν στο λεωφορείο, ενώ στις Συνθήκες B και οι δύο κατεβαίνουν. Από τη στιγμή, λοιπόν, που μόνο ένας από τους δύο παίκτες έχει ακούσει απαιτείται καλύτερη συνεννόηση μεταξύ τους για να ικανοποιηθούν οι Ισχυρές Συνθήκες. Ο παίκτης που έχει ακούσει κάνει “signal”. Αν από τον δεύτερο παίκτη δεν υπάρξει το μήνυμα “questioning” τότε ο πρώτος θα θεωρήσει ότι δεν ενδιαφέρεται να επικοινωνήσουν. Αντιθέτως, ο δεύτερος παίκτης δεν έχει ακούσει αλλά ενδιαφέρεται να επικοινωνήσει. Έτσι, λαμβάνοντας το μήνυμα “signal” από το

συμπαίκτη του καταλαβαίνει ότι κάτι προσπαθεί να του πει, αλλά, ακριβώς επειδή δεν έχει ακούσει, χρειάζεται κάποιο επιπλέον μήνυμα για να επιβεβαιώσει αυτή την πληροφορία. Άρα, ο πρώτος παίκτης κάνει μια άμεση κίνηση με το μήνυμα “move” ώστε να γίνει πλήρως κατανοητό στον δεύτερο ότι έχει ακούσει και θέλει να κατέβουν.

Συμπερασματικά, για τις Περιπτώσεις 0 και 2 τα γραφήματα είναι ίδια γιατί η επίλυση του προβλήματος ξεκινάει από την ίδια βάση και με τις ίδιες προδιαγραφές, και επιπλέον απαιτείται το ίδιο αποτέλεσμα και για τις Βασικές Συνθήκες και για τις Ισχυρές. Στην Περίπτωση 1 τα γραφήματα διαφέρουν επειδή οι απαιτήσεις είναι διαφορετικές, και πιο συγκεκριμένα αναβαθμισμένες για τις Ισχυρές Συνθήκες. Τα μηνύματα “questioning” και “move” είναι απαραίτητα για να ικανοποιηθούν οι Ισχυρές Συνθήκες, αφού απαιτείται οι δύο παίκτες να επικοινωνήσουν σε επαρκή βαθμό για να κατέβουν.

3.4 Άλλα προβλήματα συντονισμού

Πέρα από το πρόβλημα συντονισμού στο λεωφορείο, υπάρχει μια πληθώρα κοινωνικών φαινομένων στα οποία παίζει ρόλο η "κοινή γνώση". Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη περιγραφή και ένας σχεδιασμός μερικών προβλημάτων που αντιστοιχούν σε κάποια κοινωνικά φαινόμενα.

Διαφήμιση προϊόντος

Ένα χαρακτηριστικό πρόβλημα συντονισμού θα μπορούσε κανείς να πει ότι είναι η κατανάλωση προϊόντων. Πολλοί άνθρωποι θέλουμε να παίρνουμε κάποιο προϊόν που είναι δημοφιλές ώστε να νιώθουμε ότι είμαστε μέρος ενός συνόλου που απολαμβάνει τα ίδια πράγματα, ή ακόμα και να μοιραστούμε τη χαρά της απόλαυσης της κατανάλωσης αυτού του προϊόντος με την παρέα μας. Επομένως, με κάποιο τρόπο θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι ένα συγκεκριμένο προϊόν είναι ευρέως γνωστό στον κόσμο και το προτιμάνε πολλοί άνθρωποι. Σε αυτό βοηθάει η διαφήμιση, όπου πέρα από το να κάνει γνωστό ένα προϊόν σε όλο και περισσότερους ανθρώπους, ανάλογα και με το που προβάλλεται, δείχνει στον κάθε άνθρωπο ξεχωριστά ότι και οι υπόλοιποι γνωρίζουν για αυτό. Οι διαφημίσεις σε μεγάλα τηλεοπτικά προγράμματα παίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτό, αφού με αυτό τον τρόπο όχι μόνο πολλοί τηλεθεατές βλέπουν τη διαφήμιση, αλλά κάθε τηλεθεατής γνωρίζει ότι πολλοί ακόμα άνθρωποι βλέπουν αυτή τη διαφήμιση. Ένα εξίσου σημαντικό μέσο για διαφημίσεις είναι οι πίνακες προβολής διαφημίσεων σε στάσεις λεωφορείων, όπου εκεί -πέρα από ότι πολύς

κόσμος βλέπει το προϊόν που διαφημίζεται- μπορεί να υπάρξει μέχρι και κάποιου είδους επικοινωνία μεταξύ των ενδιαφερόμενων ώστε να καταλάβει ο καθένας ξεχωριστά ότι ενδιαφέρονται πράγματι και άλλοι άνθρωποι για αυτό που διαφημίζεται.

Σε αυτό το σενάριο ο κάθε παίκτης ξεχωριστά θέλει να γνωρίζει ότι και άλλοι άνθρωποι πέρα από το οικογενειακό ή φιλικό του περιβάλλον προτιμούν το προϊόν που διαφημίζεται. Άρα, θέλει να το επιβεβαιώσει και από αγνώστους. Αυτό μπορεί να γίνει σε δημόσιους χώρους όπου το προϊόν διαφημίζεται και το βλέπουν και άλλοι άνθρωποι. Σε πολλές στάσεις λεωφορείων υπάρχουν διαφημιστικές πινακίδες. Επομένως, θα μπορούσαμε να ορίσουμε ως χώρο αυτού του προβλήματος μια τέτοια στάση και ως παίκτες τους ανθρώπους που βρίσκονται εκεί. Ένα από τα άτομα που ενδιαφέρονται για το προϊόν στη διαφημιστική πινακίδα παρατηρεί ότι μερικοί ακόμα άνθρωποι βλέπουν αυτή τη διαφήμιση. Προκειμένου να μάθει αν ενδιαφέρονται για το προϊόν ανοίγει μια συζήτηση με κάποιον/κάποιους από αυτούς γνωστοποιώντας το ενδιαφέρον του για αυτό το προϊόν. Με αυτό τον τρόπο, οι υπόλοιποι ενδιαφερόμενοι γνωρίζουν για αυτό το ενδιαφέρον και το άτομο που άνοιξε τη συζήτηση γνωρίζει ότι γνωρίζουν για το ενδιαφέρον του. Το μόνο που μένει για μια επιτυχή επικοινωνία είναι και κάποιος από τους υπόλοιπους που είναι στη στάση, άκουσαν τη συζήτηση και ενδιαφέρονται για το συγκεκριμένο προϊόν, να εκφράσουν αυτό το ενδιαφέρον τους ανοιχτά.

Κοινωνικό φαινόμενο - Χορός

Ένα διαφορετικό κοινωνικό φαινόμενο είναι μια συνάντηση ανθρώπων σε ένα κοινό μέρος όπου παίζει μουσική. Σε αυτή την κατάσταση υπάρχουν άνθρωποι που θέλουν να χορέψουν με τη μουσική, αλλά δε θέλουν να είναι οι μοναδικοί που θα το κάνουν, και μη γνωρίζοντας τις προθέσεις των υπολοίπων διστάζουν να κάνουν την πρώτη κίνηση και να πάρει πρωτοβουλία ο καθένας ξεχωριστά. Για παράδειγμα μια γυναίκα, η οποία θέλει να χορέψει, προτείνει σε μια φίλη της να χορέψουν αλλά και οι δύο διστάζουν να κάνουν κίνηση πιστεύοντας ότι θα είναι μόνες τους. Εδώ είναι η στιγμή που η "κοινή" γνώση παίζει ρόλο σε αυτό το φαινόμενο. Οι δύο κοπέλες ενώ επιθυμούν να χορέψουν θέλουν με κάποιο τρόπο να μάθουν αν και άλλοι άνθρωποι επιθυμούν το ίδιο. Μια πιθανή λύση θα ήταν δηλώσουν ανοιχτά ότι θέλουν να χορέψουν ώστε κάθε πιθανός ενδιαφερόμενος να πράξει το ίδιο, αφού πιθανότατα και άλλοι άνθρωποι έχουν κάνει την ίδια σκέψη.

Σε αυτό το πρόβλημα οι παίκτες είναι οι άνθρωποι που βρίσκονται στον ίδιο χώρο και θέλουν να χορέψουν. Κάθε άτομο ξεχωριστά επιθυμεί να χορέψει μόνο σε περίπτωση που υπάρχει και κάποιο άλλο άτομο που θέλει να πράξει το ίδιο, άρα θα πρέπει να επικοινωνήσουν μεταξύ

τους ώστε να χορέψουν ταυτόχρονα. Η κατάσταση που επικρατεί πριν την εκδήλωση κοινού ενδιαφέροντος για χορό είναι ότι όλοι οι άνθρωποι βρίσκονται σε έναν κοινό χώρο και είναι "χωρισμένοι" σε παρέες και συνομιλούν. Τη στιγμή που παίζει ένα τραγούδι ένα άτομο μιας παρέας δηλώνει ότι θα ήθελε να χορέψει και ρωτάει αν θα ήθελε κάποιος ακόμα να κάνει το ίδιο (υποθέτουμε ότι ανά παρέα θέλουν περισσότερο του ενός να χορέψουν). Πλέον, όλοι γνωρίζουν την επιθυμία αυτού που το είπε να χορέψει, και επίσης το άτομο που έκανε ξεκάθαρο την επιθυμία του γνωρίζει ότι όλοι οι υπόλοιποι γνωρίζουν για αυτήν. Επομένως, όποιος έχει αυτό το κοινό ενδιαφέρον για χορό θα το εκφράσει και εν τέλει θα επικοινωνήσουν επιτυχώς ικανοποιώντας την επιθυμία τους.

Αναλυτικός σχεδιασμός για πρόβλημα συντονισμού διαφήμισης προϊόντος

Αρχικά, θα πρέπει να ορίσουμε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες υπάρχει και θα πρέπει να επιλυθεί το πρόβλημα συντονισμού. Σε μια στάση λεωφορείου υπάρχουν διάφοροι άνθρωποι (απροσδιόριστος αριθμός παικτών, άνω του τρία) οι οποίοι περιμένουν για το λεωφορείο. Σε αυτή τη στάση υπάρχει μια διαφημιστική πινακίδα η οποία διαφημίζει ένα γάλα. Κάποιοι από τους παρευρισκόμενους βλέποντας τη διαφήμιση ενδιαφέρονται για το προϊόν αυτό αλλά θα το έπαιρναν μόνο αν ήξεραν ότι και άλλοι άνθρωποι επιθυμούν να το πάρουν. Επομένως, βρισκόμενοι στον ίδιο χώρο και με άλλους ανθρώπους θέλουν με κάποιο τρόπο να επικοινωνήσουν μαζί τους για να δουν και αυτοί τι πιστεύουν και να μάθουν τις προθέσεις τους. Κάθε ένας από τους παίκτες έχει τη δυνατότητα να επικοινωνήσει με όλους τους άλλους παίκτες ταυτόχρονα είτε δηλώνοντας την προτίμηση και την επιθυμία τους για αυτό το προϊόν, είτε αποκρινόμενοι σε δήλωση κάποιου άλλου παίκτη. Στη συνέχεια περιγράφονται τα μηνύματα που ανταλλάσσονται, η σειρά με την οποία γίνεται η ανταλλαγή τους και τι γνώση προσφέρουν στους παίκτες.

1ο μήνυμα: Ένας από τους ανθρώπους που ενδιαφέρονται για το προϊόν εκκινεί μια συζήτηση με τους άλλους ανθρώπους στη στάση, οι οποίοι βλέπει ότι ενδιαφέρονται για τη διαφήμιση, με ένα μήνυμα του τύπου "αυτό το γάλα φαίνεται ενδιαφέρον", ώστε να δει τις απόψεις και των υπόλοιπων παικτών. Με αυτό το μήνυμα δείχνει στους υπόλοιπους ενδιαφερόμενους ότι ενδιαφέρεται για το προϊόν και παράλληλα προσπαθεί να επικοινωνήσει και με τους άλλους ανθρώπους.

2ο μήνυμα: Ένας ή και παραπάνω από τους παίκτες μπορούν να ανταποκριθούν με κάποιο μήνυμα σαν και αυτά "όντως έχω ακούσει καλά λόγια", "ναι, μου του έχει προτείνει και ένας

φίλος”, ή και κάποιο μήνυμα που θα έχει να κάνει με το πώς θα διαφημίζεται το προϊόν και άρα ο παίκτης θα προσθέτει κάποιο θετικό σχόλιο επί αυτού (για παράδειγμα, αν στη διαφήμιση απεικονίζεται κάποιος άνθρωπος να πίνει ένα ποτήρι από αυτό το γάλα και να το απολαμβάνει θα μπορούσε να ειπωθεί κάτι σαν και αυτό “πράγματι, αυτός ο άνθρωπος φαίνεται να το απολαμβάνει”). Με αυτό τον τρόπο κάποιοι ακόμα παίκτες εκδηλώνουν ενδιαφέρον και ο πρώτος ενδιαφερόμενος καταλαβαίνει ότι υπάρχει μια κοινή επιθυμία για αυτό το προϊόν. Εδώ, ο πρώτος ενδιαφερόμενος με βάση κάποια χαρακτηριστικά της επικοινωνίας μπορεί να εξάγει κάποια χρήσιμα συμπεράσματα ως προς την ανταπόκριση και ως προς το πώς θα μπορούσε να συνεχίσει τη συζήτηση στο επόμενο βήμα. Ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό είναι τα ακριβή λόγια των ενδιαφερόμενων, δηλαδή ένας παίκτης μπορεί να αντιδράσει με ένα απλό γνέψιμο/κούνημα του κεφαλιού, ενώ ένας άλλος μπορεί να δώσει ένα από τα μηνύματα που δόθηκαν ως παραδείγματα παραπάνω, πράγμα που δίνει ίσως πιο ισχυρή επιβεβαίωση για το αμοιβαίο ενδιαφέρον των παικτών για το προϊόν ή δίνει το έναυσμα για μια περαιτέρω συζήτηση. Από την άλλη ένα ποσοτικό χαρακτηριστικό θα μπορούσε να είναι ο αριθμός των ανθρώπων που ανταποκρίνονται στο 1ο μήνυμα. Παράλληλα, οι υπόλοιποι παίκτες γνωρίζουν πλέον ο καθένας ξεχωριστά ότι δεν είναι οι μόνοι που ενδιαφέρονται για το προϊόν.

3ο μήνυμα: Σε αυτή τη φάση της προσπάθειας επικοινωνίας και συντονισμού των παικτών, ο πρώτος παίκτης βλέποντας ότι το πρώτο του μήνυμα είχε ανταπόκριση και γνωρίζοντας πλέον πως υπάρχει κοινή επιθυμία για αυτό το προϊόν, δηλώνει με έναν ξεκάθαρο τρόπο ότι τελικά αυτός θα αγοράσει το γάλα. Το μήνυμα μπορεί να είναι κάτι σαν και αυτό “με την πρώτη ευκαιρία θα το δοκιμάσω”. Με αυτό τον τρόπο, οι υπόλοιποι ενδιαφερόμενοι γνωρίζουν πλέον την πρόθεση του πρώτου να αγοράσει το προϊόν και ο πρώτος γνωρίζει ότι οι ενδιαφερόμενοι γνωρίζουν τις προθέσεις του.

4ο μήνυμα: Αυτό είναι το τελευταίο μήνυμα που ανταλλάσσουν οι παίκτες μεταξύ τους και μπορεί να ειπωθεί από διάφορους παίκτες που συμμετέχουν σε αυτό το πρόβλημα συντονισμού. Εδώ το μήνυμα είναι κάτι σαν και αυτό “σίγουρα θα το πάρω και εγώ”, με το οποίο επιβεβαιώνουν ότι θα αγοράσουν και αυτοί το γάλα. Σε αυτό το σημείο ο πρώτος παίκτης πέρα από τη δήλωση της δικής του επιθυμίας και πρόθεσης γνωρίζει πλέον και τις προθέσεις των υπόλοιπων παικτών που ενδιαφέρονται για αυτό το προϊόν.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει μια αναφορά και στην περίπτωση που ο πρώτος παίκτης δίνοντας το πρώτο μήνυμα δε λαμβάνει κάποια απάντηση πίσω. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να προσπαθήσει και πάλι να επικοινωνήσει και να μάθει πως βλέπουν και οι υπόλοιποι άνθρωποι στη στάση το προϊόν. Επομένως, μπορεί να ρωτήσει ευθέως “εσείς τι

γνώμη έχετε για το προϊόν;”. Εάν δε λάβει κάποια απάντηση ή λάβει κάποιες αρνητικές αντιδράσεις τότε σημαίνει ότι δεν υπάρχει κάποιο ενδιαφέρον για το προϊόν. Αν υπάρξει κάποια θετική απάντηση (η ανταπόκριση με κάποιο μήνυμα θα μπορούσε να είναι ανάλογη με την ανάλυση που έγινε παραπάνω για το 2ο μήνυμα) τότε η προσπάθεια συντονισμού προχωράει όπως αναλύθηκε παραπάνω.

Βιβλιογραφία – Αναφορές

- [1] Michael Suk-Young Chwe. (2013). *Jane Austen, Game Theorist*. Princeton: Princeton University Press.
- [2] Ronald Fagin, Joseph Y. (1995). Halpern, Yoram Moses, Moshe Y. Vardi. *Reasoning about knowledge*. Cambridge: The MIT Press.
- [3] Michael Suk-Young Chwe. (2001). *Rational Ritual: Cultrure, Coordination, and Common Knowledge*. Princeton: Princeton University Press.

4

Συμπεράσματα και Προοπτικές

4.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Στόχος αυτής της εργασίας ήταν να εξετάσει μέσα από διάφορα προβλήματα τη σημασία της γνώσης και την ερμηνεία αυτής από τους εμπλεκόμενους σε αυτά τα προβλήματα, ώστε αυτοί να πάρουν την πιο συμφέρουσα απόφαση σύμφωνα με τα δεδομένα που έχουν μέχρι τη στιγμή που πρέπει να ενεργήσουν. Κάθε πρόβλημα μπορεί να μοντελοποιηθεί με ένα συγκεκριμένο μαθηματικό ή/και αλγοριθμικό τρόπο ώστε να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα ως προς τη γνώση που κατέχει ο κάθε ένας από τους παίκτες.

Η γνώση του κάθε παίκτη και τα δεδομένα που μπορεί να έχει την κάθε χρονική στιγμή αποτελούν σημαντικό και καθοριστικό παράγοντα στο πως θα δράσει. Αυτό έγινε ξεκάθαρο και εμφανές και από τα ίδια τα παίγνια και τα προβλήματα τα οποία εξετάσαμε στο Κεφάλαιο 3. Για παράδειγμα, στο παίγνιο Flossie & Fox η Flossie θα ενεργήσει διαφορετικά στην περίπτωση που το ζώο είναι αλεπού από ότι στη συνθήκη που είναι σκίουρος. Στην πρώτη περίπτωση θα είναι αμυντική, αφού η αλεπού έχει μεγαλύτερη δύναμη απ' ότι αυτή, ενώ στη δεύτερη περίπτωση θα είναι πιο επιθετική ώστε να υπερασπιστεί και να διεκδικήσει το καλάθι με τα αυγά αν χρειαστεί. Και στα προβλήματα συντονισμού, όμως, διαπιστώθηκε πως η γνώση η οποία κατέχουν οι παίκτες, αλλά και η προσπάθεια για αλληλεπίδραση, σε κάθε φάση της επικοινωνίας τους μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικές καταστάσεις και αποτελέσματα. Χωρίς την κατάλληλη γνώση και την απαραίτητη αλληλεπίδραση μεταξύ των παικτών ώστε με κάποιο τρόπο αυτή η γνώση να γίνει γνωστή και κατανοητή και στους συμπαίκτες, η έκβαση του προβλήματος μπορεί να ήταν τελείως διαφορετική.

Ως προς τη χρήση και την εφαρμογή της αφηγηματολογίας στον τομέα της πληροφορικής και της τεχνολογίας, όπως είδαμε και στο Κεφάλαιο 2 μέσα από διάφορα παραδείγματα οι ιστορίες και οι γνώσεις που αυτές προσφέρουν σε κάθε φάση της εξέλιξής τους προσομοιάζονται και μπορούν να δώσουν χρήσιμες ιδέες στους τομείς των τεχνολογιών της γνώσης και της διαχείρισής της. Για παράδειγμα, τα βιντεοπαιχνίδια που βασίζονται στις επιλογές του χρήστη για την εξέλιξη της πλοκής μπορούν να παρομοιαστούν με τις αφηγήσεις που εξετάσαμε, όπου η συνέχεια της κάθε αφήγησης καθορίζεται από τη γνώση του κάθε παίκτη σε κάθε χρονική στιγμή. Έτσι, σε ένα βιντεοπαιχνίδι που αποτελείται από μια πίστα την οποία ο παίκτης πρέπει να διασχίσει από την αρχή μέχρι το τέλος της αποφεύγοντας και αποκρούοντας κάθε εμπόδιο και εχθρό που εμφανίζεται μπροστά του, ο χρήστης σε αυτή την περίπτωση αποφασίζει προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί ή τι αντικείμενο θα χρησιμοποιήσει προκειμένου να εξουδετερώσει τον αντίπαλό του σύμφωνα με τις δυνατότητες που έχει μέχρι στιγμής και τις γνώσεις που έχει για τη συνέχεια της διαδρομής ή τη δύναμη του αντιπάλου.

Επίσης, ένα άλλο παράδειγμα που μπορούν να φανούν χρήσιμες οι αφηγήσεις είναι στη διαδικασία περιήγησής μας στο διαδίκτυο όπου συλλέγονται πληροφορίες ως προς τους ιστότοπους τους οποίους επισκεπτόμαστε και τη διαδρομή η οποία ακολουθείται μέχρι την τελική ιστοσελίδα στην οποία θα βρεθούμε. Η διαδρομή που έχουμε ακολουθήσει δείχνει πως έχουμε μετακινηθεί από τον έναν ιστότοπο στον άλλο, δίνοντας χρήσιμες πληροφορίες και γνώση στους αλγόριθμους του ίντερνετ ώστε αυτοί να μας προτείνουν τον επόμενο ιστότοπο που θα επισκεφτούμε.

Συμπερασματικά, η αφηγηματολογία μπορεί να φανεί χρήσιμη στον τομέα της πληροφορικής κυρίως σε θεωρητικό επίπεδο, αφού μέσω αυτής και διάφορων παιγνίων και προβλημάτων μπορούμε κατά τη διάρκεια της «εκτέλεσής» τους να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα και γνώσεις για τη συνέχισή τους. Με τον ίδιο τρόπο λειτουργούν και διάφορα βιντεοπαιχνίδια αλλά και το ίδιο το ίντερνετ και πως μεταβαίνουμε από τη μια ιστοσελίδα στην άλλη, αφού το μονοπάτι που ακολουθούμε σε κάθε περιήγησή μας στο διαδίκτυο καταγράφεται και μπορεί να αξιοποιηθεί καταλλήλως από τους αντίστοιχους αλγόριθμους. Επομένως, έχει ένα νόημα να μελετάμε τον τομέα της αφηγηματολογίας και τι μπορεί αυτός να μας προσφέρει στον τομέα της τεχνολογίας.

4.2 Ψυχο-κοινωνιολογική θεωρία για τη λειτουργία των μέσων κοινωνικής δικτύωσης

Μια νέα κατεύθυνση η οποία δεν έχει μελετηθεί ιδιαίτερα μέχρι στιγμής αλλά παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι αυτή της χρήσης της ψυχαναλυτικής θεωρίας ώστε να μας βοηθήσει στην κατανόηση των περίπλοκων και ιδιαίτερων γεγονότων που συμβαίνουν μεταξύ των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και τι μπορεί να παρακινεί εμάς που τα χρησιμοποιούμε. Με αυτό τον τρόπο τα κοινωνικά δίκτυα εξετάζονται από μια ψυχαναλυτική οπτική η οποία χρησιμοποιείται για την κατανόηση της διαδικτυακής αλληλεπίδρασης και της σχεσιακής δυναμικής που μπορεί να υπάρχει.

Αρχικά, το άτομο ερχόμενο σε επαφή με ιστότοπους κοινωνικής δικτύωσης αναπτύσσει μια άλλη πτυχή του αληθινού εαυτού του, τον ψεύτικο εαυτό. Ο άνθρωπος μετά τη γέννηση του έρχεται συνεχώς σε επαφή με ερεθίσματα, συναισθήματα, εμπειρίες τα οποία προκειμένου να καταφέρει να τα διαχειριστεί και να προσαρμοστεί σε αυτό το περιβάλλον αναπτύσσει μια όψη του αληθινού εαυτού, τον ψεύτικο εαυτό, ο οποίος στην ουσία είναι η εξωτερική εικόνα του αληθινού εαυτού. Τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης στην ουσία καλούν τον ψεύτικο εαυτό, αφού αυτός καταφέρνει να κρύβει και να προστατεύει τον αληθινό, και θεωρούνται ως ένας ακόμα δημόσιος χώρος που οι διαφορετικές πτυχές του εαυτού μας καλούνται να δράσουν και να προσαρμοστούν στις πραγματικές συνθήκες.

Το άτομο επιδιώκει να αναγνωριστεί από τα άλλα άτομα και επιθυμεί να ανακαλύψει και να αναγνωρίσει τους άλλους. Οι διαπροσωπικές επικοινωνίες στο διαδίκτυο είναι αρκετά περιορισμένες σε αντίθεση με τις μυριάδες σχεσιακές ενδείξεις που παρέχουν τόσες πολλές πληροφορίες στην πραγματική ζωή (εκφράσεις του προσώπου, τόνος φωνής, γλώσσα του σώματος κ.λπ.). Ωστόσο, μέρος της διαδικτυακής κοινωνικής δικτύωσης είναι και η αλληλεπίδραση με τον κόσμο, όπου αυτή μπορεί να γίνεται πιο συχνά από απόσταση και το άτομο να είναι μόνο του, αλλά το οποιοδήποτε μέσο κοινωνικής δικτύωσης που χρησιμοποιεί το άτομο του επιτρέπει να εκφραστεί και να επικοινωνήσει με άλλους ανθρώπους. Για παράδειγμα, η απλή χρήση του κουμπιού "like" στο Facebook μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ένα απλό κλικ για προσπάθεια αλληλεπίδρασης με οικείους ανθρώπους. Επιπλέον, η επικοινωνία μέσω σχολίων στο Facebook χρησιμοποιείται για την αμοιβαία αναγνώριση μεταξύ των ατόμων, όπου ένα σύνολο διασυνδεδεμένων αναρτήσεων (δημοσιεύσεις, σχόλια, αντιδράσεις στα σχόλια) θα μπορούσε να προσεγγιστεί όπως τα αφηγήματα υπερ-κειμένου.

Ενώ η σύνδεση ενός χρήστη με ένα μέσο κοινωνικής δικτύωσης συχνά φαντάζει ως απόμερη, είναι σαφές ότι η κίνηση για αναγνώριση από άλλους ανθρώπους είναι ενσωματωμένη στην ίδια την πρόθεση και τον σκοπό αυτών των δικτύων.

Οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης χρησιμοποιούνται συχνά ως διαμεσολαβητής για διάφορες ψυχοδυναμικές λειτουργίες. Πέρα από τα κοινωνικά δίκτυα, ένας ακόμα τομέας του διαδικτύου απαιτεί έρευνα από ψυχοδυναμική οπτική και αυτός δεν είναι άλλος από την αναζήτηση του Google. Οι μηχανές αναζήτησης πλέον χρησιμοποιούνται όχι απλά για να αναζητήσουμε πληροφορίες αλλά και για να αναζητήσουμε τι λένε για εμάς. Οι μηχανές αναζήτησης όπως το Google ασχολούνται με την εικονική οργάνωση «οντοτήτων» σε ένα «γράφημα γνώσεων» που περιέχει εκατομμύρια από αυτές τις οντότητες. Οι οντότητες αυτές γίνονται διαδικτυακές ταυτότητες που κατασκευάζονται γύρω από πραγματικά ανθρώπινα όντα και καταρτίζονται για λογαριασμό αυτών των ατόμων, κυρίως εκτός του ελέγχου τους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας παθητικής διαδικτυακής ταυτότητας (σε αντίθεση με μια ενεργή διαδικτυακή ταυτότητα που μπορεί να αναπτυχθεί από το ίδιο το άτομο μέσω ενός προφίλ κοινωνικής δικτύωσης ή προσωπικού ιστότοπου).

Ενώ στους λογαριασμούς που δημιουργούν τα ίδια τα άτομα στα κοινωνικά δίκτυα υπάρχει κάτι περισσότερο από μια ψευδαίσθηση ελέγχου ως προς το τι επιλέγει ένα άτομο να μοιραστεί και με ποιον να το μοιραστεί (αν και δεν μπορεί ποτέ να εγγυηθεί ότι αυτοί οι κανόνες θα παραμείνουν σταθεροί), δε λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο στο πως διαμορφώνεται η ταυτότητά μας μέσα στις υπηρεσίες του Google, όπου πληροφορίες σχετικά με ένα άτομο από μία μόνο πηγή μπορούν να διαδίδονται ριζικά γρήγορα στο διαδίκτυο και να συγκεντρωθούν σε μια αναζήτηση Google για να τις βρει ο καθένας. Καθώς κάθε άτομο έχει ελάχιστο έλεγχο σχετικά με το τι έχει συσχετιστεί, η αναζήτηση Google παρέχει μόνο μια κατακερματισμένη εικόνα κάποιου μέσω των στοιχείων της ζωής του που τυχαίνει να έχουν συνδεθεί στο διαδίκτυο. Υπό αυτή την έννοια, οι διαδικτυακές ταυτότητες είναι κατά κάποιο τρόπο προκατασκευασμένες, δημιουργημένες σαν μια αυτόματη, φτιαγμένη από διάφορα κομμάτια ταυτότητα, μια ταυτότητα η οποία στην ουσία είναι διαθέσιμη στο διαδίκτυο για τον οποιονδήποτε και μπορεί να επηρεάσει τις διαπροσωπικές σχέσεις των ατόμων με διαφορετικούς τρόπους. Αυτή η παθητική διαδικτυακή ταυτότητα επηρεάζει τόσο τον τρόπο που εμείς βλέπουμε τον εαυτό μας όσο και τον τρόπο με τον οποίο μας βλέπουν οι άλλοι. Επομένως, αυτή η ταυτότητα συμβάλλει στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται η αναγνώριση στον εικονικό κόσμο και επηρεάζει τόσο τις δικές μας αποφάσεις για το πώς θα

περιηγηθούμε και θα αλληλεπιδράσουμε στο διαδίκτυο όσο και τον τρόπο που μας αντιλαμβάνονται οι άλλοι και άρα το πώς αποφασίζουν και αυτοί να επεξεργαστούν και να επικοινωνήσουν μαζί μας. Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να συμβαίνει αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών θα μπορούσε να εξεταστεί ως αφήγημα υπερ-κειμένου.

Μια άλλη έννοια η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως αφήγημα υπερ-κειμένου είναι αυτή του ψηφιακού φακέλου (digital dossier). Ο ψηφιακός φάκελος είναι η συλλογή όλων των διαθέσιμων πληροφοριών στο διαδίκτυο εντοπισμένες σε έναν άνθρωπο, γενικά διαθέσιμος σε μηχανές αναζήτησης και κοινωνικά δίκτυα. Αυτός ο ψηφιακός φάκελος μπορεί να περιέχει δημοσίευση υλικού στο διαδίκτυο από έναν χρήστη ακόμα και αν αυτός έχει αποσύρει αυτό το υλικό λίγο μετά την ανάρτησή του, πράγμα που σημαίνει ότι οι δημοσιεύσεις του κάθε ατόμου παραμένουν προσκολλημένες στο προφίλ του χρήστη και τον ακολουθούν για πάντα. Επομένως, ένας τέτοιος χρήστης μεταφέρει ένα προφίλ από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, από το ένα στάδιο της ζωής του στο άλλο επηρεάζοντας και τις διαπροσωπικές του σχέσεις. Οι ψηφιακές ταυτότητες αν και μπορούν να προσαρμοστούν με μεγάλη ευκολία η ικανότητα ελέγχου του τρόπου με τον οποίο μια ταυτότητα γίνεται αντιληπτή είναι πολύ λιγότερο υπό τον έλεγχό μας πλέον.

Ο ψηφιακός φάκελος περιέχει είτε παθητικά στοιχεία για έναν χρήστη όπως αυτά συλλέγονται μέσω μιας μηχανής αναζήτησης όπως το Google, είτε ενεργά στοιχεία για το άτομο όπως αυτά συλλέγονται μέσω της χρήσης άλλων κοινωνικών δικτύων από άλλους ανθρώπους (π.χ. φωτογραφίες του άτομο που δημοσιεύτηκε στο μέσο κοινωνικής δικτύωσης ενός φίλου, σχόλια που επισημαίνουν αυτό το άτομο, κ.λπ.), είτε μια σειρά από πληροφορίες σχετικά με το άτομο, οι οποίες προκύπτουν από το προφίλ του στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Όλα αυτά σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό θα περιέχουν συναισθηματικές επενδύσεις αυτού του ατόμου. Η παρουσία και η παραμονή αυτών των αντικειμένων στο διαδίκτυο ανοίγουν ένα εντελώς νέο επίπεδο ανταπόκρισης σε αυτές τις φωτογραφίες, τα σχόλια, τις συνομιλίες, αφού αυτά διατηρούνται για πάντα και αρκεί απλά να περιηγηθεί κανείς στο διαδίκτυο για να τα ανακαλύψει. Συνεπώς, είναι λογικό αυτό να επηρεάζει τις σχέσεις μεταξύ των ανθρώπων και πως αυτοί δρουν στη μεταξύ τους επικοινωνία.

Όπως γίνεται αντιληπτό μέσα στον κόσμο του διαδικτύου διαμορφώνεται ένα σχεσιακό πλέγμα για το κάθε άτομο και τη δραστηριότητα που έχει αναπτύξει τόσο από μόνο του μέσα στο διαδίκτυο, όσο και σε συσχέτιση με άλλα άτομα και την αλληλεπίδραση που έχουν μεταξύ τους. Επομένως, προκύπτουν και διατηρούνται πληροφορίες από την περιήγησή μας

στο διαδίκτυο, και τελικά μπορούν να αξιοποιηθούν και από τον κάθε χρήστη. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να επιδράσουν τόσο στη σχέση μας και την επικοινωνία μας με τους άλλους στο διαδίκτυο, όσο και γενικότερα στην καθημερινή μας ζωή και το πώς βλέπουμε και αλληλεπιδρούμε με τους ανθρώπους για τους οποίους έχουμε συλλέξει κάποιες συγκεκριμένες πληροφορίες. Το διαδικτυακό περιβάλλον είναι εν τέλει ένα είδος χώρου κράτησης πληροφοριών στον οποίο ενεργοποιείται και αμφισβητείται το αντικείμενο (οι διάφορες πτυχές του εγώ και του ατόμου, ο ψεύτικος εαυτός κλπ) και οι διαπροσωπικές σχέσεις ενός ατόμου. Με διάφορους τρόπους, όπως έχουν αναφερθεί και παραπάνω ως έναν βαθμό, το διαδίκτυο λειτουργεί ως επέκταση του εαυτού μας όπου οι πτυχές αυτού τοποθετούνται στο διαδίκτυο και στη συνέχεια αυτές αντιδρούν με άλλους. Τελικά, τα άτομα μέσα από αυτή τη διαδικασία αναζητούν την αναγνώριση σε διάφορες μορφές της και προβληματίζονται ως προς το πώς μπορούν να δημιουργήσουν μια εικόνα για τον εαυτό τους η οποία να είναι ασφαλής και ευχάριστη για το ίδιο το άτομο, πώς μπορούν να εμφανίζονται καλύτερα στο διαδίκτυο και κατ' επέκταση στο μυαλό των άλλων ατόμων. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια παντοδυναμίας και ελέγχου του ατόμου για την εικόνα του ίδιου του εαυτού του, οδηγώντας το επίσης στη διαδικασία να ανακαλύψει το ίδιο τα χαρακτηριστικά και τα γνωρίσματα ενός άλλου ατόμου. Το διαδίκτυο και ο τρόπος που αυτό λειτουργεί, δημιουργώντας και διαμορφώνοντας στιγμιαία μια σειρά από πληροφορίες, συμβάντα και πλέγματα σχέσεων δημιουργεί προκλήσεις για το πώς αυτά τα στοιχεία επιδρούν στις διαπροσωπικές σχέσεις και πώς αυτές διαμορφώνονται. Επομένως, ανοίγεται ένα νέο πεδίο μπροστά μας το οποίο μπορεί να εξερευνηθεί και σχετίζεται με το πώς το διαδίκτυο και οι μορφές ανάπτυξης, διατήρησης και αξιοποίησης πληροφοριών και στοιχείων για το κάθε άτομο μπορεί να έχει έως και μεγάλη επιρροή στην κοινή γνώση που αναπτύσσεται μεταξύ των ατόμων και στο πώς εν τέλει αυτά συσχετίζονται και επικοινωνούν μεταξύ τους [1].

Βιβλιογραφία – Αναφορές

- [1] Dr. Aaron Balick. *The Psychodynamics of Social Networking: Connected-up Instantaneous Culture and the Self*. 2013

Βιβλιογραφία- Αναφορές

- Mischa M. Tuffield, David E. Millard, Nigel R Shadbolt. (2006). *Ontological Approaches to Modelling Narrative*. 2nd AKT DTA Symposium, AKT, Aberdeen University.
- David F. Gleich. (2015). *PageRank beyond the Web*. SIAM Review, 57(3), 321-363.
- Muhammad Naeem, Omar Tariq Dalal Bashi. (2011). *RDFa as Semantic Markup and Web Visibility*. School of Technology, Malmö University.
- Aarseth, E. (2012). A Narrative Theory of Games. *Foundations of Digital Games Conference Proceedings*, 129-133.
- Jesper Juul. (2001). Games Telling stories? - A brief note on games and narratives. *Game Studies*.
- Diamantis Sellis. (2019). *Exploring the story structure of branching books*.
- Eugenia-Maria Kontopoulou, Maria Predari, Thymios Kostakis, Efstratios Gallopoulos. (2012). Graph and matrix metrics to analyze ergodic literature for children. *Proceedings of the 23rd ACM conference on Hypertext and social media*. 133–142.
- Eugenia-Maria Kontopoulou, Maria Predari, Efstratios Gallopoulos. (2013). Onomatology and content analysis of ergodic literature. *Proceedings of the 3rd Narrative and Hypertext Workshop*. 1-5.
- Michael Suk-Young Chwe. (2013). *Jane Austen, Game Theorist*. Princeton: Princeton University Press.
- Ronald Fagin, Joseph Y. Halpern, Yoram Moses, Moshe Y. Vardi. *Reasoning about knowledge*. Cambridge: The MIT Press.
- Michael Suk-Young Chwe. (2001). *Rational Ritual: Culture, Coordination, and Common Knowledge*. Princeton: Princeton University Press.
- Dr. Aaron Balick. (2014). *The Psychodynamics of Social Networking: Connected-up Instantaneous Culture and the Self*. London: Karnac Books Ltd