

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακή Διατριβή στα Πληροφοριακά Συστήματα



**Αξιολόγηση Υφιστάμενων Και Νέων Στρατηγικών Βασισμένες
Στην Θεωρία Παιγνίων Για Σχεδιασμό Ενός Αρχικού Πρωτόκολλου
Μείωσης Παρεμβολών Ανάμεσα Σε Γεωγραφικά Κοντινούς
Σταθμούς Αναμετάδοσης**

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ

Επιβλέπων Καθηγητής

ΙΩΣΗΦΙΝΑ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΜΑΙΟΣ 2012

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Αξιολόγηση Υφιστάμενων Και Νέων Στρατηγικών Βασισμένες
Στην Θεωρία Παιγνίων, Για Σχεδιασμό Ενός Αρχικού Πρωτόκολλου
Μείωσης Παρεμβολών Ανάμεσα Σε Γεωγραφικά Κοντινούς
Σταθμούς Αναμετάδοσης**

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ

**Επιβλέπων Καθηγητής
ΙΩΣΗΦΙΝΑ ΑΝΤΩΝΙΟΥ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε
προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση

μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
στα Πληροφοριακά Συστήματα

από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου

ΜΑΙΟΣ 2012

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ευρύτερη χρήση των ασύρματων δικτύων που τείνουν να αντικαταστήσουν τα ενσύρματα, χάρη στα πλεονεκτήματα τους που προσδίδουν ευελιξία και αυτονομία στους χρήστες. Εντούτοις όπως κάθε καινούρια τεχνολογία έτσι και αυτή των ασύρματων δικτύων βρίσκεται αντιμέτωπη με δυσκολίες και περιορισμούς. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα, οι παρεμβολές [1], προκύπτει από τον ανταγωνισμό μεταξύ των διάφορων σταθμών αναμετάδοσης για τη δέσμευση ελεύθερου καναλιού επικοινωνίας.

Λόγω της ευρείας χρήσης των ασύρματων δικτύων και της συνεχόμενης ανάπτυξης νέων τεχνολογιών που προωθούν τη χρήση ασύρματων συσκευών, δημιουργείται άμεση ανάγκη αντιμετώπισης των παρεμβολών που μειώνουν την απόδοση του δικτύου και της ποιότητας της εμπειρίας του χρήστη. Προηγούμενες προσπάθειες μείωσης των παρεμβολών εισηγήθηκαν προσωρινές λύσεις [2], όπως τη μετακίνηση των σταθμών αναμετάδοσης σε άλλα σημεία ή τη δημιουργία αλγόριθμων για αυτόματη εναλλαγή συχνότητας.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στοχεύει στον σχεδιασμό μιας πιο μόνιμης λύσης του προβλήματος των παρεμβολών. Η λύση αυτή περιλαμβάνει τον σχεδιασμό ενός αρχικού καταναμημένου πρωτοκόλλου όπου ανεξάρτητοι ασύρματοι κόμβοι μπορούν να συνεργαστούν με σκοπό την μείωση παρεμβολών μεταξύ τους. Το κίνητρο για την συνεργασία είναι ότι το πρωτόκολλο θα βασίζεται σε στρατηγικές δράσης για τον κάθε ασύρματο κόμβο, που θα έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικό κέρδος για τον κάθε κόμβο ξεχωριστά και ως αποτέλεσμα για όλους τους κόμβους ως ομάδα. Με βάση τη Θεωρία Παιγνίων εξετάστηκαν οι δημοφιλέστερες στρατηγικές και αναπτύχθηκαν τέσσερις νέες που σκοπός τους είναι η προώθηση της συνεργασίας μεταξύ των συμμετεχόντων, δηλαδή τους διάφορους σταθμούς αναμετάδοσης. Η αξιολόγηση των στρατηγικών αυτών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του εργαλείου Matlab που έθεσε δυνατή τη σύγκριση μεταξύ των στρατηγικών και την επιλογή μιας από αυτές που όχι μόνο είναι αποδοτική αλλά προωθεί και τη συνεργασία.

Τα συμπεράσματα που φαίνονται με βάση τη σύγκριση είναι ότι η συνεργασία είναι σημαντική και μπορεί να φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα κάτι το οποίο αδυνατεί να συνδυάσει η μέχρι τώρα επικρατέστερη στρατηγική σε παρόμοια παιχνίδια Southampton. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην επιλογή μιας από τις καινούριες στρατηγικές, της Guess Opponent's Next Move η στρατηγική αυτή επιλέχτηκε λόγω της πολύ κοντινής απόδοσης που εξασφάλισε έναντι της Southampton αλλά και επίσης λόγω του ότι προωθεί τα κοινά πλεονεκτήματα της συνεργασίας έναντι του ατομικού συμφέροντος κάτι που η Southampton δεν προωθεί.

Με βάση τα ευρήματα της αξιολόγησης έγινε μια αρχική περιγραφή ενός πιθανού πρωτόκολλου. Ως μελλοντική εργασία παραμένει η ανάπτυξη και εφαρμογή του ώστε να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητά του σε πραγματικό περιβάλλον.

ABSTRACT

In recent years wireless networks have become a trend, as the advantages of autonomy and flexibility which they provide, have not been lost on the general public. A wider and ever increasing use puts them ahead in a race that will soon see cabled networks replaced by wireless networks and quite possibly render them obsolete. With every new technology however, certain limitations must be overcome and wireless networks are no different.

Interference, the most common of said problems, arises from competing Access Points (APs) trying to acquire an open communications channel in a first-come-first-serve environment. Due to the wide use of wireless networks, not to mention the continuous research and development of new technologies that strive to promote use of such networks, there arises an immediate requirement in dealing with such interference difficulties that tend to lower, substantially, the networks' quality of service and, by consequence, that of the user's.

Many attempts at solving interference have been put forth in the past, from complex solution such as implementing algorithms to automatically switch channels/frequencies to some as simple as moving the APs from one location to another. All had similar faults in that they were, at best, short-term solutions.

This master's thesis aims to possibly provide a more permanent solution to the problem of interference in wireless networks. Using the mathematical concepts of Game Theory, the author investigates the popular and well-known strategies that encompass the Prisoner's Dilemma games, while also developing four new-strategies, in an effort to suggest new methods of dealing with interference between APs known as the players in the Prisoner's Dilemma and Iterated Prisoner's Dilemma games. Said strategies try to promote cooperation between the players instead of the more commonly deployed solutions which promote competition and rivalry.

The analysis and experimentation of the above mentioned strategies were performed using the MatLab (short for Matrix Laboratory) tool which allows for comparison between each strategy and makes the choice of an efficient and cooperative strategy easy, through a comprehensive and conclusive analysis of facts and data. All conclusions derived are made with cooperation as the first and most important objective, a requirement for the best possible solution, something which the Southampton strategy, the leading Prisoner's Dilemma strategy up to the time of this writing, cannot accomplish. As such, the Guess Opponent's Next Move strategy, the strategy chosen by the author, may not be the winning strategy, it is considered the best with regard to cooperation and comes in a close second to the Southampton strategy in terms of accumulation of points.

All conclusions attributed within this thesis were then used to create a possible theoretical network communication protocol. Development and deployment are still required before it may be applied to a real-world environment, such that its effectiveness may be quantified.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
2. Σχετικές Εργασίες.....	4
2.1 Τι είναι οι παρεμβολές και πως προκαλούνται.....	4
2.2 Συνέπειες των παρεμβολών και προσπάθειες αντιμετώπισής τους	6
2.3 Πιθανές θεωρίες προσέγγισης της μείωσης των παρεμβολών στα ασύρματα δίκτυα.....	7
2.3.1 Τι είναι η “Θεωρία Παιγνίων” (Game Theory).....	7
2.3.2 “Το δίλημμα του φυλακισμένου” (Prisoner’s Dilemma)	8
2.3.3 Προεκτάσεις του “Prisoner’s Dilemma”	9
2.3.4 Σχεδιασμός αρχικού πρωτόκολλου για μείωση παρεμβολών	13
3. Υλοποίηση	14
3.1 Περιγραφή περιβάλλοντος Matlab	14
3.2 Περιγραφή κώδικα	16
3.3 Υλοποίηση στρατηγικών και ανάλυση αποτελεσμάτων	21
4. Αρχικό πρωτόκολλο	60
4.1 Σχεδιασμός αρχικού πρωτόκολλου και ανάλυση	60
5. Συμπεράσματα Και Μελλοντικές Προεκτάσεις	68
5.1 Συνοπτικά.....	68
5.2 Μελλοντικές προεκτάσεις.....	69
Βιβλιογραφία	71

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Αναμφισβήτητα στις μέρες μας η τεχνολογία έχει παρουσιάσει ραγδαία εξέλιξη συμβάλλοντας έτσι σε διάφορα ερευνητικά και πρακτικά πεδία. Ένα από τα πλέον συζητημένα πεδία στις μέρες μας είναι η τεχνολογία των ασύρματων δικτύων. Η ραγδαία τους εξέλιξη και η ευρύτερη αποδοχή τους, σε παγκόσμιο επίπεδο, τα έχει τοποθετήσει στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος διάφορων ερευνητικών και επιστημονικών ομάδων. Η άνθιση αυτή εντάθηκε κυρίως τα τελευταία χρόνια, καθώς έχουν ενταχθεί δυναμικά στη ζωή και την καθημερινότητα μας. Συγκεκριμένα, η χρήση των ασύρματων δικτύων γίνεται ολοένα και ευρύτερη σε διάφορες σημαντικές εταιρείες, νοσοκομεία, σπίτια και άλλους φορείς.

Οι τεχνολογίες των ασύρματων συνδέσεων έχουν μονοπωλήσει το ενδιαφέρον σε ερευνητικό και πρακτικό επίπεδο λόγω των πλεονεκτημάτων τους έναντι των ενσύρματων συνδέσεων. Από τα πλέον σημαντικά προτερήματα για την ευρεία χρήση και υποστήριξη τους από το κοινό, είναι η ευκολία της διασύνδεσης χωρίς τη χρήση καλωδίου, καθώς επίσης και η διαχρονική και εξελισσόμενη δημιουργία των διάφορων μη καλωδιακών συσκευών και μηχανισμών (mobile phones, tablet κ.α.). Εντούτοις, όπως η κάθε τεχνολογική καινοτομία, επιφέρει και κάποια μειονεκτήματα στα διάφορα πεδία μιας κοινωνίας. Η συνεχής ανάπτυξη του ανταγωνισμού μεταξύ των διάφορων σταθμών αναμετάδοσης αποτελεί ένα από τα βασικότερα ζητήματα που προκύπτουν μέσα από την δημιουργία και την ευρύτερη αξιοποίηση των ασύρματων συνδέσεων. Συγκεκριμένα, ο πολλαπλασιασμός των ασύρματων συνδέσεων δυσχεραίνει την εύρεση ελεύθερων διαθέσιμων συχνοτήτων σε ένα γεωγραφικό σημείο [3], όπου συνυπάρχουν διάφοροι σταθμοί αναμετάδοσης. Η δυσκολία αυτή συνδέεται και με διάφορα άλλα ζητήματα

αλληλεπίδρασης μεταξύ των σταθμών αναμετάδοσης και παρεμβολών από άλλους γειτονικούς σταθμούς, με αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσης στις παροχές των ασύρματων δικτύων, ή ακόμη και σε ορισμένες περιπτώσεις τη μη δυνατή σύνδεση σε κάποιο ασύρματο δίκτυο. Ο περιορισμός αυτός εντείνει τη δυσαρέσκεια πολλών χρηστών, ενώ παράλληλα καθιστά ευάλωτη την ποιότητα των υπηρεσιών (QoS) και την ποιότητα της εμπειρίας των χρηστών(QoE), η οποία αναφέρεται σε μια υποκειμενική μέτρηση της εμπειρίας ενός πελάτη (web browsing, voip, τηλεοπτική μετάδοση).

Συνοψίζοντας τις δυσκολίες και τους περιορισμούς της τεχνολογίας των ασύρματων δικτύων, καταλήγουμε στην ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση στο πεδίο αυτό. Ειδικότερα, η παρούσα διατριβή αποσκοπεί στην εξέταση του σεναρίου της συνύπαρξης πολλών ασύρματων δικτύων σε μια πυκνοκατοικημένη περιοχή όπου το κάθε σπίτι διαθέτει το δικό του ασύρματο σημείο πρόσβασης (AP) και πως μπορεί αυτό το γεγονός να πάψει να αποτελεί αιτία προβλήματος και να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την εξεύρεση μιας μεθόδου που θα οδηγήσει στη μείωση των παρεμβολών και ως αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητα εμπειρίας των χρηστών (QoE).

Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι σε μια τέτοια περίπτωση θα ήταν προτιμότερη η ομαδοποίηση των γειτονικών σημείων πρόσβασης (AP) η ομαδοποίηση τους σε ένα (AP), όπου ένα μέλος από κάθε ομάδα θα εξυπηρετεί όλους τους σταθμούς που κατατάσσονται στην ίδια ομάδα συμπεριλαμβανομένου και τους δικούς του σταθμούς [4]. Το μέλος αυτό που θα αναλαμβάνει τον ρόλο του εξυπηρετητή της ομάδας θα πρέπει να βρίσκεται σε μια τοποθεσία σε σχέση με τους γειτονικούς σταθμούς, έτσι ώστε το σήμα που εκπέμπει να καλύπτει όλες τις συσκευές. Επιπρόσθετα, τα υπόλοιπα σημεία πρόσβασης (AP) της ομάδας θα βρίσκονται σε κατάσταση αναστολής της λειτουργίας (sleep mode) ή θα γίνονται αναμεταδότες, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι οποιοσδήποτε παρεμβολές στο δίκτυο. Τέλος, λόγω της μη παρουσίας μεσολαβητή στο διαδικτυακό σύστημα, αναγκαίο μέτρο θα ήταν η δημιουργία ενός κατανεμημένου πρωτοκόλλου όπου το κάθε σημείο πρόσβασης (AP) θα λειτουργεί με βάση την ομάδα του και το κοινό όφελος της, εξαλείφοντας έτσι την πιθανότητα να δημιουργηθούν προβλήματα στην ενοποίηση των σημείων πρόσβασης της ομάδας ή ακόμα και την απόρριψη της ομάδας από αυτά.

Λαμβάνοντας υπόψη την αναγκαιότητα της ομαδοποίησης των σταθμών αναμετάδοσης και έχοντας ως βάση τη Θεωρία Παιγνίων [5] στο πλαίσιο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα σχεδιαστούν τέσσερις νέες στρατηγικές: η Punish, η Play Last Move, η Twice Defect και η Guess Opponent's Next Move, , οι οποίες θα ληφθούν υπόψη ως βάση για τον σχεδιασμό του προτεινόμενου συνεργασιακού μοντέλου.

Με τη βοήθεια του εργαλείου Matlab οι νέες στρατηγικές θα ανταγωνιστούν κάποιες υφιστάμενες δημοφιλείς στρατηγικές, την Always Defect, Always Cooperate, Tit for Tat, Grim και τη Southampton. Η σύγκριση μεταξύ τους θα οδηγήσει στην επιλογή της καταλληλότερης στρατηγικής που θα μπορεί να συνδυάζει καλές επιδόσεις και παράλληλα να προωθεί τη συνεργασία. Το επόμενο στάδιο προβλέπει, ένα αρχικό σχέδιο ενός πρωτοκόλλου επικοινωνίας έτσι ώστε να διασφαλιστεί η συνεργασία μεταξύ όλων των σημείων πρόσβασης (AP) με τις καλύτερες προοπτικές στη ποιότητα βελτίωσης της εμπειρίας των χρηστών (QoE).

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξηγούνται τα εξής: η έννοια των παρεμβολών, οι παράγοντες που τις προκαλούν και οι συνέπειες τους κάτι το οποίο τονίζει την αναγκαιότητα της μείωσής τους. Αναφέρονται επίσης προηγούμενες εισηγήσεις για μείωση των παρεμβολών και επεξηγείται η Θεωρία Παιγνίων που θα αποτελέσει βάση της παρούσας προσπάθειας εξεύρεσης λύσης.

Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει την υλοποίηση του πειράματος. Εδώ εξηγείται ο τρόπος λειτουργίας του εργαλείου Matlab, και του κώδικα, των στρατηγικών, παλιών και νέων και γίνεται σύγκριση των στρατηγικών μεταξύ τους. Τέλος, αναλύονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης αυτής και επιλέγεται μια στρατηγική.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται ο αρχικός σχεδιασμός ενός πρωτόκολλου επικοινωνίας με βάση τη στρατηγική που επιλέχθηκε στο προηγούμενο στάδιο.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα διάφορα συμπεράσματα και πιθανές μελλοντικές προεκτάσεις.

Κεφάλαιο 2

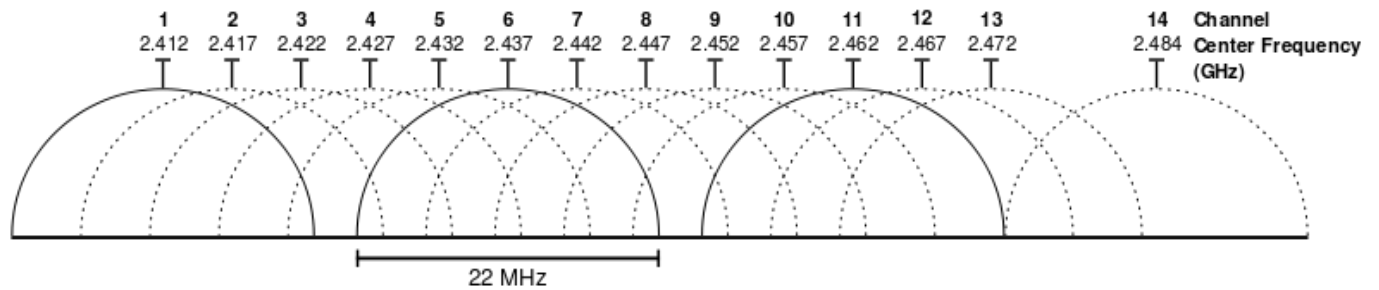
Σχετικές Εργασίες

Η ασύρματη επικοινωνία επιτρέπει την μετάδοση πληροφοριών, κωδικοποιημένων σε ραδιοκύματα, μεταξύ ενός πομπού και ενός δέκτη. Με τον όρο ραδιοκύματα εννοούμε τα ηλεκτρομαγνητικά σήματα που ενεργοποιούνται σε δεδομένα μήκη κύματος – κανάλια των οποίων οι δυσκολίες θα εξεταστούν στη συνέχεια.

2.1 Τι είναι οι παρεμβολές και πως προκαλούνται

Ένα από τα πλέον διαδεδομένα προβλήματα που παρουσιάζονται σε τέτοιου είδους ασύρματες επικοινωνίες είναι οι παρεμβολές. Ο όρος παρεμβολή αναφέρεται στο «σήμα κάποιου σταθμού εκπομπής, που εισέρχεται στην εκπομπή άλλου σταθμού, ο οποίος λειτουργεί στην ίδια ή σε παραπλήσια συχνότητα» με αποτέλεσμα την αλλοίωση της επικοινωνίας μεταξύ πομπού και δέκτη [6]. Από τις πλέον πρωτοφανείς αιτίες δημιουργίας των παρεμβολών είναι οι ταυτόσημες συχνότητες με τις οποίες λειτουργούν πολλαπλές ασύρματες συσκευές σε ένα κοντινό γεωγραφικό σημείο όπου συνυπάρχουν διάφοροι σταθμοί αναμετάδοσης (AP), και μεταξύ άλλων διάφορες οικιακές συσκευές, όπως φούρνοι μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα και κάμερες.

Όπως προαναφέρθηκε, η ασύρματη επικοινωνία επιτυγχάνεται με ηλεκτρομαγνητικά σήματα που ενεργοποιούνται σε δεδομένα μήκη κύματος. Το πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας (Wi-Fi 802.11) έχει τη δυνατότητα να χωρίζει το σήμα σε διάφορες συχνότητες - κανάλια και έχει ως αποτέλεσμα μερική μείωση των παρεμβολών στο δίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον διαχωρισμό που απεικονίζεται στη πιο κάτω γραφική αναπαράσταση.



Σχήμα 2.1: Παράδειγμα διαχωρισμού καναλιών σε 2.4GHz συχνότητα [7]

Η παρεμβολή προκαλείται όταν ένας άλλος πομπός χρησιμοποιεί το ίδιο κανάλι επικοινωνίας ή ένα κοντινό του το οποίο ήδη χρησιμοποιείται από ένα υφιστάμενο πομπό, π.χ. εάν ένας πομπός λειτουργεί στο κανάλι 2 και στην συνέχεια εμφανιστεί ένας δεύτερος που λειτουργεί στο κανάλι 3 τότε θα δημιουργηθεί παρεμβολή. Ο διαχωρισμός δημιουργεί δεκατέσσερα διαφορετικά κανάλια από τα οποία μόνο τα τρία (1,6 και 11) κανάλια μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των παρεμβολών λόγω της απόστασης που έχουν μεταξύ τους.

Σε αυτή τη περίπτωση τα τρία κανάλια (1,6 και 11) παρόλο που έχουν τις λιγότερες πιθανότητες εμφάνισης παρεμβολών δεν είναι επαρκή για την κάλυψη όλων των πομπών (AP). Το πρόβλημα των παρεμβολών παραμένει για τον λόγο ότι πολλές συσκευές (φούρνοι μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα, κάμερες κτλ), όπως προαναφέρθηκε, λειτουργούν στις ίδιες συχνότητες 2.400 - 2.483,5 MHz (ISM band) άλλα και για το ότι διάφοροι σταθμοί αναμετάδοσης(AP) συνυπάρχουν σε πολύ κοντινά σημεία.

2.2 Συνέπειες των παρεμβολών και προσπάθειες αντιμετώπισής τους

Οι παρεμβολές που δημιουργούνται στις επικοινωνίες μεταξύ των ασύρματων δικτύων έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην ποιότητα των υπηρεσιών που λαμβάνει ο χρήστης και για αυτό υπάρχει άμεση ανάγκη για σχεδιασμό διαδικασιών και μεθοδολογιών που θα επιτρέψουν την μείωση τους [8].

Ο τρόπος που επηρεάζουν την απόδοση του δικτύου μας αρχίζει από την στιγμή που ο πομπός θα ανιχνεύσει μια παρεμβολή. Εάν η παρεμβολή εντοπιστεί πριν ο πομπός ξεκινήσει την αποστολή του πακέτου, τότε θα σταματήσει την προσπάθεια αποστολής έως ότου καθαρίσει η γραμμή, δηλαδή να σταματήσει η παρεμβολή, γεγονός το οποίο προσθέτει καθυστέρηση στο δίκτυο μας (delay). Επίσης στη περίπτωση που η παρεμβολή κάνει την εμφάνιση της στο ενδιάμεσο της αποστολής τότε το πακέτο δεν θα έχει παραληφθεί σωστά με αποτέλεσμα να επανασταλεί από τον πομπό [9].

Η επαναποστολή των πακέτων προκαλεί καθυστέρηση (συμφόρηση) στις συνδέσεις προς όλους τους χρηστές που είναι συνδεδεμένοι με το συγκεκριμένο δίκτυο και προσθέτει περαιτέρω όγκο πληροφοριών στο δίκτυο μας από ότι τον ζητούμενο. Αποτέλεσμα αυτού, οι χρηστές να μην μπορούν να χρησιμοποιήσουν σωστά τις εφαρμογές τους, ειδικά εάν πρόκειται για κάποια εφαρμογή όπως livestreaming ή τηλεφωνική επικοινωνία μέσω διαδικτύου (Skype, VoIP service) πού αυτές η επικοινωνίες πραγματοποιούνται σε πραγματικό χρόνο.

Όπως συμπεραίνεται, οι παρεμβολές αποτελούν ένα παράγοντα ζωτικής σημασίας για την ομαλή λειτουργία των ασύρματων δικτύων για αυτό και πολλές έρευνες εισηγούνται διαφορές μεθόδους πρόληψης και αντιμετώπισης, όπως την αποφυγή εγκατάστασης άλλων ηλεκτρονικών συσκευών κοντά στους πομπούς. Άλλες τεχνικές εισηγούνται τη δημιουργία αλγόριθμων για αυτόματη εναλλαγή συχνότητας σε περίπτωση εμφάνισης κάποιας παρεμβολής ή και τη μετακίνηση των πομπών σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία [10].

Όλα τα πιο πάνω μπορούν να βοηθήσουν στην προσωρινή ομαλή λειτουργία του δικτύου αλλά δεν μειώνουν ούτε εξαλείφουν μόνιμα το πρόβλημα εξαιτίας της ραγδαίας και αυθαίρετης εγκατάστασης συσκευών Wi-Fi σε όλο και πιο κοντινά γεωγραφικά σημεία μεταξύ τους από διάφορους χρηστές ή και οργανισμούς.

2.3 Πιθανές θεωρίες προσέγγισης της μείωσης των παρεμβολών στα ασύρματα δίκτυα

Εκτός από τις απλές πρακτικές που ακολουθούνται για γρήγορη επίλυση του προβλήματος των παρεμβολών στα δίκτυα, αναπτύχθηκαν θεωρίες βασισμένες σε μεθοδολογίες άλλων κλάδων των οποίων τα παραδείγματα μπορούν να εφαρμοστούν στην πληροφορική. Μια από τις κυριότερες προσαρμογές στη πληροφορική είναι η “Θεωρία παιγνίων” η οποία θα αναλυθεί πιο κάτω.

2.3.1 Τι είναι η “Θεωρία Παιγνίων” (Game Theory)

Το κύριο αντικείμενο που εξετάζει η “Θεωρία των Παιγνίων” είναι η ανάλυση των αποφάσεων σε καταστάσεις στρατηγικής αλληλεπίδρασης. Η θεωρητική αυτή προσέγγιση αναφέρεται στις μεθόδους ανάλυσης προβλημάτων που αφορούν τον τρόπο λήψης αποφάσεων σε καταστάσεις όπου υπάρχει σύγκρουση ή και συνεργασία. Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων είναι απαραίτητη η ανάλυση των καταστάσεων όπου οι διάφοροι συμμετέχοντες βρίσκονται αντιμέτωποι, κάποιες φορές έχοντας την ευκαιρία να ακολουθήσουν στρατηγικές συνεργασίας [11].

Ένα παιχνίδι στρατηγικής αποτελείται από δύο ή περισσότερους συμμετέχοντες που βρίσκονται αντιμέτωποι με τις συνέπειες των επιλογών τους. Βάση αυτών των επιλογών μπορούν να έχουν κέρδος ή και ζημιά, ανάλογα με το τι οι άλλοι συμμετέχοντες επιλέξουν να πράξουν. Το τελικό αποτέλεσμα καθορίζεται από τις στρατηγικές που ο κάθε συμμετέχοντας έχει επιλέξει να ακολουθήσει. Σε αυτού του είδους τα παιχνίδια το τελικό αποτέλεσμα δεν είναι προβλέψιμο διότι ο κάθε συμμετέχοντας έχει ελεύθερη βούληση να πράξει ό,τι εκείνος θεωρεί σωστό κάτω από τις περιστάσεις και δεν μπορεί να γνωρίζει τι θα πράξουν η άλλοι συμμετέχοντες.

2.3.2 “Το δίλημμα του φυλακισμένου” (Prisoner’s Dilemma)

“Το δίλημμα του φυλακισμένου” ένα από τα πλέον γνωστότερα στρατηγικά παιχνίδια, είναι ένα σενάριο που συμβάλλει στη καλύτερη κατανόηση των εννοιών της ανταγωνιστικότητας και της συνεργασίας, το οποίο παρουσιάζει πως η συνεργασία και η εμπιστοσύνη μπορούν να αποφέρουν κέρδος σε όλες τις πλευρές.

Το πιο πάνω σενάριο μας περιγράφει το δίλημμα που αντιμετωπίζουν δύο συνεργοί ενός εγκλήματος που βρίσκονται στη φυλακή αλλά σε ξεχωριστά κελιά χωρίς καμία επαφή μεταξύ τους. Η αστυνομία προτείνει και στους δύο από τρεις επιλογές:

1. Αν ομολογήσουν και οι δύο το έγκλημα που έχουν διαπράξει τότε θα εκτίσουν αμφότεροι πέντε χρόνια φυλάκιση.
2. Αν ομολογήσει μόνο ο ένας τότε το άτομο που ομολόγησε θα ελευθερωθεί και ο άλλος θα εκτίσει δέκα χρόνια φυλάκιση.
3. Αν κανένας δεν ομολογήσει τότε και οι δύο θα κατηγορηθούν για πιο μικρά εγκλήματα και θα εκτίσουν από ένα χρόνο ποινή φυλάκισης.

Εάν και οι δύο γνωρίζουν ότι ο άλλος δεν θα φερθεί εγωιστικά και λάβουν υπόψη τους το κοινό συμφέρον τότε κανένας δεν θα ομολογήσει και θα εκτίσουν μόνο ένα χρόνο φυλάκισης.

Στην αντίθετη περίπτωση όπου ο ένας δεν εμπιστεύεται τον άλλο δεν έχουν άλλη επιλογή παρά να ομολογήσουν και οι δύο και να εκτίσουν από πέντε χρόνια[12]

Βάση του πιο πάνω σεναρίου φαίνεται ότι εάν η σχέση τους είναι one-shot τείνουν να επιλέξουν εγωιστικά ενώ εάν έχουν πολλαπλές επανάληψης τείνουν να μην συμπεριφέρονται εγωιστικά, αν και οι δύο συμμετέχοντες δεν συμπεριφερθούν εγωιστικά αλλά επιλέξουν τη συνεργασία τότε θα έχουν και οι δύο την ελάχιστη ποινή. Αυτό επεξηγείτε καλύτερα πιο κάτω.

2.3.3 Προεκτάσεις του “Prisoner’s Dilemma”

Το “Prisoner’s Dilemma” μπορεί να εξελιχθεί σε δύο πιθανά σενάρια βάση του αριθμού των επαναλήψεων του βασικού γύρου του παιχνιδιού. Στο κάθε ένα ακολουθούνται εντελώς διαφορετικές στρατηγικές. Στο πρώτο, “One-shot”, οι συμμετέχοντες έχουν μόνο μία ευκαιρία συνεργασίας επειδή ο γύρος δεν επαναλαμβάνεται ενώ στο δεύτερο “Repeated” μπορούν να αναπτύξουν πολλαπλές στρατηγικές χάρη στο γεγονός ότι οι γύροι επαναλαμβάνονται.

- One-shot:

Σύμφωνα με το σενάριο One-shot ο κάθε συμμετέχοντας έχει δύο επιλογές, να ομολογήσει ή να μην ομολογήσει. Τα αποτελέσματα των επιλογών φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

		Player2	
		confess	Don't
Player1	confess	5,5	0,10
	Don't	10,0	1,1

Πίνακας 2.2: ο παίκτης 1 αντιπροσωπεύεται από τις σειρές και τον πρώτο αριθμό του κάθε

Μια προέκταση του σεναρίου προβλέπει μια ανάπτυξη στρατηγικής με βαθμούς όπου ο κάθε συμμετέχοντας βάση της επιλογής που έχει κάνει και βάσει της επιλογής του αντίπαλου του ανταμείβεται με κάποιους βαθμούς. Σύμφωνα με αυτή αν και η δύο συμμετέχοντες συνεργαστούν τότε θα πάρουν από μια ανταμοιβή “R” (reward), εάν ο ένας παίκτης συνεργαστεί ενώ ο άλλο απορρίψει τη συνεργασία τότε αυτός που δεν συνεργάστηκε παίρνει μια αμοιβή “T” (the temptation of defect) ενώ ο άλλος τιμωρείται με το “S” (sucker’s payoff). Στην περίπτωση που και οι δύο παίκτες απορρίψουν τη συνεργασία τότε τιμωρούνται με τη ποινή “P” (punishment).

Ο πιο κάτω πίνακας επεξηγεί τις βαθμολογίες όπως προκύπτουν από τη πιο πάνω περιγραφή. Ισχύουν ότι “T”=5, “R”=3, “P”=1, “S”=0.

		Player B	
		Cooperate	Defect
Player A	Cooperate	R=3,R=3	S=0,T=5
	Defect	T=5,S=0	P=1,P=1

Πίνακας 2.3 : ο παίκτης 1 αντιπροσωπεύεται από τις σειρές και τον πρώτο αριθμό του κάθε ζεύγους των αριθμών και αντίστοιχα ο παίκτης 2 από τις στήλες και τον δεύτερο αριθμό. τα γράμματα στο πίνακα αντιπροσωπεύουν τις αμοιβές (R=reward, T= the temptation of defect, S= sucker's payoff, P= punishment).

Ο πίνακας 2.3 τονίζει ότι αν και οι δύο συμμετέχοντες συνεργαστούν τότε εξασφαλίζουν την ψηλότερη βαθμολογία και για τις δύο πλευρές.

Υποθέτοντας ότι ο κάθε παίκτης γνωρίζει ότι το παιχνίδι διαρκεί μόνο ένα γύρο (one-shot) προσπαθεί να μεγιστοποιήσει το κέρδος του. Εάν ο παίκτης πιστεύει ότι ο αντίπαλος του θα συνεργαστεί τότε θα επιλέξει να μην συνεργαστεί γιατί η αμοιβή είναι "T"=5. Εάν ο παίκτης πιστεύει ότι ο αντίπαλός του δεν θα συνεργαστεί τότε η επιλογή είναι να μην συνεργαστεί ούτε αυτός για να διασφάλιση τον ένα βαθμό "P"=1.

Έτσι συμπεραίνεται ότι και οι δύο παίκτες θα επιλέγουν πάντα την επιλογή να μην συνεργαστούν κερδίζοντας από μόνο από ένα βαθμό αντί από τρεις που θα κέρδιζαν από μια πιθανή συνεργασία. Στο Game Theory έχει αποδειχθεί ότι πάντα η επιλογή της μη συνεργασίας είναι η κυρίαρχη στρατηγική. Αυτό ισχύει πάντοτε εφόσον οι αμοιβές ακολουθούν την σειρά $T > R > P > S$ και το κέρδος για την αμοιβαία συνεργασία είναι μεγαλύτερο από τον μέσο όρο της συνεργασίας μαζί με την μη-συνεργασία: $R > (S+T)/2$. Αυτές οι δύο συνθήκες χαρακτηρίζουν το θεωρητικό αυτό μοντέλο [13,14].

- Repeated:

Μια ενδιαφέρουσα παραλλαγή του προηγούμενου σεναρίου είναι το “επαναλαμβανόμενο δίλημμα του φυλακισμένου” (Iterated Prisoner’s Dilemma). Στο πρώτο σενάριο η κυρίαρχη στρατηγική ήταν πάντα η μη συνεργασία για τον λόγο ότι το παιχνίδι παιζόταν για μόνο ένα γύρο (one-shot).

Η κύρια διαφορά είναι ότι οι παίκτες σε αυτή τη περίπτωση μπορούν να επαναλάβουν το ίδιο παιχνίδι μεταξύ τους πολλές φορές, γεγονός το οποίο τους δίνει την δυνατότητα να αναπτύξουν στρατηγική με βάση τους προηγούμενους γύρους του παιχνιδιού. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να καταργηθεί η κυρίαρχη στρατηγική του προηγούμενου σεναρίου όπου οι δύο πλευρές δεν συνεργάζονταν, και να προωθηθεί η αμοιβαία συνεργασία μεταξύ των παικτών βάσει του ιστορικού που υπάρχει από τους προηγούμενους γύρους. Έτσι θα μεγιστοποιηθεί το κέρδος και για τις 2 πλευρές.

Για να καταστεί αυτό δυνατό και να επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα οι παίκτες δεν πρέπει να γνωρίζουν τον αριθμό των επαναλήψεων. Στην περίπτωση που τον γνώριζαν τότε η τελευταία επανάληψη θα μετατρέποταν σε one-shot game όπου και οι δύο πλευρές θα επέλεγαν την στρατηγική της μη συνεργασίας, και γνωρίζοντας αυτό οι δύο παίκτες δεν θα συνεργάζονταν ούτε στην προτελευταία επανάληψη αφού θα ήξεραν ότι στην τελευταία δεν θα υπάρχει συνεργασία, κ.ο.κ. μέχρι την πρώτη επανάληψη με αποτέλεσμα να μην συνεργαστούν σε καμία επανάληψη του παιχνιδιού[15].

Οι πιο επιτυχημένες στρατηγικές του επαναλαμβανόμενου παιχνιδιού με άγνωστο αριθμό επαναλήψεων είναι η “Tit for Tat” και η “Southampton Strategy”. Η στρατηγική “Tit for Tat” ήταν η πιο επιτυχημένη πριν ηττηθεί από την “Southampton Strategy”.

a. *“Tit for Tat”*

Ο κάθε παίκτης στον πρώτο γύρο αρχίζει να συνεργάζεται εώς ότου ο αντίπαλος του αποφασίσει να μην συνεργαστεί. Έπειτα ο παίκτης αντιγραφεί (εκδικείται) στον επόμενο γύρο και δεν συνεργάζεται μέχρι που ο αντίπαλός του αποφασίσει να συνεργαστεί και τότε συνεργάζεται και αυτός ξανά.

Με αυτόν τον τρόπο ακολουθεί το πιο κάτω πρωτόκολλο:

1. Αν δεν προδοθεί από τον αντίπαλο του πάντα θα συνεργάζεται (αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι η στρατηγική αυτή ξεκινά με συνεργασία).
2. Εάν προδοθεί τότε θα ανταποδώσει πίσω.
3. Οι παίκτες μπορούν να συγχωρούν γρήγορα (η τιμωρία είναι για μόνο μία επανάληψη).
4. Πρέπει να υπάρχει η ευκαιρία να αγωνιστεί περισσότερο από μια φορά με τον αντίπαλο του.

b. *“Southampton strategy”*

Η στρατηγική Southampton λειτουργεί βάσει της υπόθεσης ότι οι διάφοροι παίκτες στο παιχνίδι που χρησιμοποιούν την στρατηγική Southampton έχουν κάποιες σταθερές κινήσεις (5-10) οπότε μπορούν με αυτόν τον τρόπο να αναγνωρίσουν ο ένας τον άλλο, αφού το παιχνίδι παίζεται από όλους ταυτόχρονα και κατανεμημένα.

Όταν ο ένας Southampton παίκτης αναγνωρίσει ένα άλλο Southampton παίκτη τότε αυτόματα ο ένας αναλαμβάνει τον ρόλο του αρχηγού (Master) και ο άλλος του σκλάβου (Slave) *“Master and Slave”*. Ο σκλάβος θα θυσιάσει τον εαυτό του έτσι ώστε να νικά πάντα ο αρχηγός. Αν κάποιος άλλος παίκτης εισέρθει στο παιχνίδι και αναγνωριστεί ότι δεν είναι Southampton παίκτης τότε θεωρείται ως εισβολέας και πρέπει να εξοντωθεί.

Το αποτέλεσμα αυτής της στρατηγικής εξασφαλίζει στους Southampton παίκτες την καλύτερη απόδοση ως ομάδα. Ωστόσο στην ομάδα αυτή υπάρχουν και οι περισσότερες

αποτυχίες για τον λόγο ότι πολλοί παίκτες που έπαιξαν το παιχνίδι ως σκλάβοι, θυσίαζαν τον εαυτό τους για το κοινό συμφέρον της ομάδας.

Μια άλλη προσθήκη στην στρατηγική Southampton ήταν ο θόρυβος ο οποίος επέτρεπε σε κάποιες κινήσεις να μην είναι καθαρές και να μπορούν να παρερμηνευτούν. Η αρχική φιλοσοφία του Prisoner's Dilemma προϋποθέτει ότι η συμμετέχοντες δεν μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Στη στρατηγική Southampton όμως, οι συμμετέχοντες μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με κάποια σήματα έτσι ώστε να δηλώσουν τις προθέσεις τους χωρίς αυτό να σημαίνει ότι θα εμποδίσει τις διαμάχες των παικτών μεταξύ τους[16].

2.3.4 Σχεδιασμός αρχικού πρωτόκολλου για μείωση παρεμβολών

Όπως συμπεραίνεται από τα πιο πάνω η καλύτερη απόδοση για τους συμμετέχοντες σε μια επαναλαμβανόμενη κατάσταση που πληρεί τις προϋποθέσεις του παιχνιδιού Prisoner's Dilemma, και για την οποία δεν γνωρίζουμε τον αριθμό των επαναλήψεων προκύπτει από την συνεργασία [4].

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η ανάπτυξη ενός αρχικού πρωτόκολλου επικοινωνίας με βάση την επιλογή επαναλαμβανόμενης στρατηγικής που προωθά την συνεργασία (πιθανό σημείο ισορροπίας) μεταξύ των συμμετεχόντων. Όπως προαναφέρθηκε, ο κάθε συμμετέχοντας είναι αυτόνομος και μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις για την ισχύ και την προώθηση των πακέτων του, είτε "αλτρουιστικά" είτε "εγωιστικά". Επίσης, η ανάπτυξη του πρωτοκόλλου θα πρέπει να ενθαρρύνει τους συμμετέχοντες να λαμβάνουν αποφάσεις ώστε να αυξάνεται και το κοινό κέρδος της ομάδας, εκτός από το ατομικό.

Κεφάλαιο 3

Υλοποίηση

Η υλοποίηση του πειράματος πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του εργαλείου Matlab, του οποίου η λειτουργίες και ο κώδικας περιγράφονται πιο κάτω. Ακολουθεί επίσης η ανάλυση των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν.

3.1 Περιγραφή περιβάλλοντος Matlab

Το εργαλείο MATLAB αποτελεί ένα διαδραστικό (interactive) προγραμματιστικό περιβάλλον, κυρίως αριθμητικής υπολογιστικής, που σε συνδυασμό με προγραμματιστική γλώσσα τέταρτης γενιάς χρησιμοποιείται στη μοντελοποίηση (data visualisation) και επίλυση σύνθετων μαθηματικών προβλημάτων με βάση πίνακες ή αλλιώς άλγεβρα μητρών. Όπως υποδηλώνεται από το όνομά του **MATrix LABoratory** (εργαστήριο πινάκων) που η λειτουργία του βασίζεται εξ ολοκλήρου στη χρήση πινάκων με πραγματικούς ή μιγαδικούς αριθμούς όπου ακόμα και ένας μεμονωμένος αριθμός, για παράδειγμα το 1, θεωρείται ως πίνακας με ένα στοιχείο. Επιπλέον, το εργαλείο αυτό διαθέτει πολλές επιλογές για γραφικά που μεταξύ άλλων βοηθούν στη κατασκευή γραφικών παραστάσεων, αλλά και εφαρμογές γραμμένες στη δική του γλώσσα προγραμματισμού χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αποκλείεται η διαλειτουργικότητα με προγράμματα γραμμένα σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού.

Όλα τα πιο πάνω καθιστούν το MATLAB ένα σημαντικό εργαλείο στις μαθηματικές και φυσικές επιστήμες αλλά επιτρέπουν την εφαρμογή του και σε άλλα επιστημονικά πεδία όπως επεξεργασία σήματος, συστήματα ελέγχου, νευρωνικά δίκτυα κ.α. Λόγω του ότι το MATLAB χρησιμοποιείται σε ένα τόσο ευρύ φάσμα εφαρμογών μπορεί να εξοπλιστεί με πρόσθετα πακέτα (toolboxes) που επιτρέπουν πιο εξειδικευμένες συναρτήσεις.

Τα κυριότερα τμήματα του MATLAB είναι τέσσερα και αριθμούνται ως εξής [17] : Το Περιβάλλον Ανάπτυξης και τα αντίστοιχα εργαλεία του στο οποίο ο χρήστης βρίσκει χρήσιμα παράθυρα, όπως το Παράθυρο Εντολών (Command Window) και το Ιστορικό Εντολών (Command History) και άλλα εργαλεία για αποσφαλμάτωση (debugging), ανάλυση κώδικα και πλοήγηση στο σύστημα αρχείων.

1. Η βιβλιοθήκη μαθηματικών συναρτήσεων με απλές και πιο πολύπλοκες αριθμητικές συναρτήσεις.
2. Η γλώσσα προγραμματισμού με δομές δεδομένων, συναρτήσεις, εντολές ελέγχου ροής, εντολές εισόδου/εξόδου και στοιχεία από αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού που αυτό δίνει την ευκολία στον χρηστή να γράψει και να κατανοήσει των κώδικα πολύ πιο εύκολα και πιο γρήγορα από ότι άλλες γλώσσες προγραμματισμού.
3. Τα γραφικά για οπτικοποίηση δεδομένων και αποτελεσμάτων.

Για τον σκοπό αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής χρησιμοποιήθηκαν το παράθυρο εισαγωγής κειμένου (Editor window) του πολυεργαλείου MATLAB για την εκτέλεση εντολών, την δημιουργία και επεξεργασία μεταβλητών (variables), τη δημιουργία και κάλεσμα αρχείων m-files. Όπως και επίσης και το παράθυρο εντολών (Command Window) για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων. Πέρα των πιο πάνω ένα άλλο χρήσιμο εργαλείο είναι ο Χώρος Εργασίας (Workspace) που σε αυτό πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των γραφικών παραστάσεων.

3.2 Περιγραφή κώδικα

Για την ανάπτυξη του κώδικα έχει χρησιμοποιηθεί ο υφιστάμενος σχεδιασμός που παρέχεται από τον G.Taylor και βρίσκεται στον ακόλουθο σύνδεσμο [18]. Ο συγκεκριμένος κώδικας περιλαμβάνει έξι στρατηγικές:

1. ALWAYS DEFECT
2. ALWAYS COOPERATE
3. TIT-FOR-TAT
4. GRIM
5. SOUTHAMPTON
 - α. PLAYER IS MASTER
 - β. PLAYER IS SLAVE
6. RANDOM

Επεξήγηση Στρατηγικών:

- 1) ALWAYS DEFECT = Η συγκεκριμένη στρατηγική σε κάθε γύρο επιλέγει την μη συνεργασία.
- 2) ALWAYS COOPERATE = Η συγκεκριμένη στρατηγική σε κάθε γύρο επιλέγει την συνεργασία
- 3) TIT-FOR-TAT = Στον πρώτο γύρο αρχίζει με συνεργασία έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει να μην συνεργαστεί. Έπειτα ο παίκτης αντιγραφεί (εκδικείται) στον επόμενο γύρο και δεν συνεργάζεται μέχρι που ο αντίπαλός αποφασίσει να ξανάσυνεργαστεί τότε συνεργάζεται ξανά.
- 4) GRIM = Συνεργάζεται πάντα έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει να μην συνεργαστεί τότε εκδικείται για πάντα (επιλέγει πάντα την μη-συνεργασία).
- 5) SOUTHAMPTON MASTER = ορίζεται ως αρχηγός βάση της “*Southampton strategy*”
- 6) SOUTHAMPTON SLAVE = ορίζεται ως ακόλουθος βάση της “*Southampton strategy*”
- 7) RANDOM = Η συγκεκριμένη στρατηγική επιλέγει τυχαία είτε να συνεργαστεί είτε να μη συνεργαστεί

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι στο αρχικό πρόγραμμα έγιναν τροποποιήσεις καθώς και υλοποίηση επιπρόσθετου κώδικα για σκοπούς της εργασίας αυτής.

Στο λογισμικό πακέτο που έχουμε χρησιμοποιήσει για την αξιολόγηση των στρατηγικών υπάρχουν υλοποιημένες 7 συναρτήσεις. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

1. tournaments.m
2. iteratedPD.m
3. playPD.m
4. rounds_.m
5. twiceDefected.m
6. punishment.m
7. guessNextMove.m

Οι πιο πάνω συναρτήσεις υλοποιούν τις στρατηγικές για το επαναλαμβανόμενο δίλημμα του φυλακισμένου. Οι καινούργιες στρατηγικές όπου έχουν προστεθεί στον κώδικα είναι οι πιο κάτω:

1. PLAY LAST MOVE
2. PUNISH
3. TWICE DEFECT
4. GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE

Η συνάρτηση “tournaments.m” είναι αυτή που καλεί όλα τα υπόλοιπα. Με άλλα λόγια είναι το κυρίως πρόγραμμα που εκτελούνται και καλούνται οι υπόλοιπες λειτουργίες.

Στην αρχή του κυρίως προγράμματος δηλώθηκαν οι διάφορες μεταβλητές για να ορίσουν στο πρόγραμμα πόσους γύρους θα συναγωνιστούν οι διάφορες στρατηγικές όπως επίσης και ποιες στρατηγικές θα χρησιμοποιηθούν.

Αυτές οι δηλώσεις αναφέρονται πιο κάτω και επεξηγούνται:

```
ROUNDS =5;%number of rounds - change to suit needs -
```

```
STRGTGS = [8,3];%list of strategies
```

```
PAYOFF_MTRX = [1,4;0,3];%possible points of each payoff - may be changes to suit any needs
```

```
TRNMNT_TBL = zeros(length(PAYOFF_MTRX),length(PAYOFF_MTRX));%zero out the tournament table
```

Όπως παρατηρείται πιο πάνω δηλώθηκαν οι αριθμοί των γύρων με την μεταβλητή ROUNDS. Έπειτα δηλώθηκε ο αριθμός των στρατηγικών που καλούνται να εκτελεστούν από την συνάρτηση "play.m" με την μεταβλητή "STRGTGS = [8,3]", οι αριθμοί 8 και 3 αντιστοιχούν στον αριθμό της κάθε στρατηγικής όπως αυτή έχει δηλωθεί στο πρόγραμμα.

Επίσης στην συνάρτηση "tournaments.m" δηλώθηκε ο πίνακας με τις βαθμολογίες "PAYOFF_MTRX = [1,4;0,3];" που εξασφαλίζει ο κάθε συμμετέχοντας ανάλογα με το τι έχει επιλέξει να πράξει και βάση της επιλογής που έχει κάνει ο αντίπαλος του.

Στη συνέχεια δηλώνεται ο πίνακας "TRNMNT_TBL" που σε αυτόν αποθηκεύονται οι βαθμολογίες που συγκεντρώνουν οι στρατηγικές στο τέλος κάθε τουρνουά.

Στην συνάρτηση "tournaments.m", εκτελείται ένα ένθετο "for" που εκεί καλείται η συνάρτηση "iteratedPD". Με τη χρήση της συνάρτησης "iteratedPD" καλείται η συνάρτηση "playPD.m" για να συναγωνιστούν οι στρατηγικές που έχουν επιλεγεί. Η συνάρτηση "playPD.m" εκτελεί τη στρατηγική και επιστρέφεται μια μεταβλητή x στη συνάρτηση "iteratedPD" που αν ισούται με 0 τότε η στρατηγική έχει επιλέξει τη μη συνεργασία, ενώ αν ισούται με 1 έχει επιλέξει την συνεργασία. Βάση του αποτελέσματος που επιστρέφεται

στην συνάρτηση “iteratedPD” υπολογίζεται η βαθμολογία που έχει συγκεντρώσει η στρατηγική.

Αυτές οι βαθμολογίες επιστρέφονται στο κυρίως πρόγραμμα από τη συνάρτηση “iteratedPD” και αποθηκεύονται στον πίνακα “TRNMNT_TBL”.

Με την λήξη του προγράμματος καλείται ένα άλλο “for” το οποίο υπολογίζει τον συνολικό αριθμό βαθμών που έχει συγκεντρώσει η κάθε μια στρατηγική σε κάθε τουρνουά.

```
for i = 1:length(STRTGS)
    scores(i) = sum(TRNMNT_TBL(i,1:length(STRTGS)));
end
```

Αυτό πραγματοποιείται με το πιο πάνω υπολογισμό αυτές οι βαθμολογίες αποθηκεύονται στο πίνακα με τα scores.

Στη συνάρτηση “iteratedPD.m” υπάρχουν δηλωμένες οι βαθμολογίες που κερδίζουν οι συμμετέχοντες ανάλογα με την επιλογή που έχουν κάνει αλλά και αυτή του αντίπαλου τους:

```
MUTUAL_DEFECT = payoffs(1,1);
MUTUAL_COOPERATE = payoffs(2,2);
SUCKER_WINS = payoffs(1,2);
SUCKER_LOSES = payoffs(2,1);
```

Ανάλυση βαθμολογιών:

```
MUTUAL_DEFECT = payoffs(1,1);
```

Η πιο πάνω σταθερή μεταβλητή αντιπροσωπεύει την βαθμολογία που και οι δύο συμμετέχοντες κερδίζουν αν επιλέξουν τη μη συνεργασία. Οι αριθμοί 1,1 παραπέμπουν στον πίνακα “PAYOFF_MTRX = [1,4;0,3]; “.

Που έχουν δηλωθεί στο κύριως πρόγραμμα και μπορεί να ερμηνευτεί ότι το 1,1 αναφέρεται στο πρώτο μέρος του "PAYOFF_MTRX" και στο πρώτο στοιχείο που είναι ο αριθμός ένα.

Για να γίνει αυτό ακόμη πιο σαφές το "SUCKER_LOSES = payoffs(2,1);" αναφέρεται στο δεύτερο μέρος του πίνακα στην πρώτη θέση δηλαδή στον αριθμό 0.

Έπειτα ο υπολογισμός των βαθμών υπολογίζεται μέσα σε ένα "for"
"for i = 1:rounds".

Σε αυτό το "for" πραγματοποιείται ο υπολογισμός των βαθμών, έως ότου τελειώσουν οι αριθμοί των γύρων και στην συνέχεια αποστέλλονται στο κύριως πρόγραμμα.

Στη συνάρτηση "playPD.m" υπάρχουν όλες οι στρατηγικές που είναι υλοποιημένες, και υπολογίζεται αν η στρατηγική θα επιλέξει την συνεργασία η όχι, αυτή η πληροφορία αποστέλλεται στη συνάρτηση iteratedPD, όπως αναλύσαμε πιο πάνω, υπολογίζονται οι βαθμολογίες και αποστέλλονται για το άθροισμα πίσω στο κύριως πρόγραμμα.

Οι υπόλοιπες συνάρτησεις που έχουν δημιουργηθεί καλούνται από τις στρατηγικές που υπάρχουν υλοποιημένες στη συνάρτηση "playPD.m". Συγκεκριμένα η "twiceDefected.m" καλείται από την στρατηγική "TWICE DEFECTION" για να υπολογίσει αν ο αντίπαλος έχει επιλέξει δύο συνεχόμενες φορές την μη-συνεργασία όπως αυτό ορίζεται στην τακτική που ακόλουθει. Η "punishment.m" καλείται από την στρατηγική "PUNISH" που υπολογίζεται ο αριθμός των ποινών, που θα επιβάλει αυτή η στρατηγική στην περίπτωση που ο αντίπαλος επιλέξει την μη-συνεργασία και η "guessNextMove.m", καλείται από την στρατηγική "GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE", που σε αυτή υπολογίζονται πόσες φορές ο αντίπαλος έχει επιλέξει την μη-συνεργασία και πόσες φορές έχει επιλέξει την συνεργασία, έτσι ώστε η στρατηγική να επιλέξει την επομένη της κίνηση.

3.3 Υλοποίηση στρατηγικών και ανάλυση αποτελεσμάτων

Όπως αναφέρθηκε στο πιο πάνω κεφαλαίο σκοπός αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής είναι ο σχεδιασμός μιας στρατηγικής που θα έχει σαν βάση της την «θεωρεία παιγνίων» με σκοπό να επιτύχει μια συνεργασία μεταξύ όλων των συμμετεχόντων.

Για αυτό τον σκοπό σχεδιαστήκαν και αναπτυχτήκαν τέσσερις νέες στρατηγικές στο εργαλείο Matlab το οποίο θα βοηθήσει στην ανάλυση των αποτελεσμάτων ώστε να διαπιστωθεί αν οι στρατηγικές που αναπτύχθηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ενός αρχικού πρωτοκόλλου επικοινωνίας ανάμεσα στους διαφόρους σταθμούς αναμετάδοσης.

Για την εξαγωγή κάποιων χρήσιμων συμπερασμάτων δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα στο εργαλείο MATLAB, που εκεί βρίσκονται υλοποιημένες κάποιες από τις δημοφιλέστερες στρατηγικές που έχουν σχεδιαστεί έως τώρα για το Δίλημμα του Φυλακισμένου, όπως επίσης οι τέσσερις νέες στρατηγικές που έχουν σχεδιαστεί και υλοποιηθεί για τον σκοπό αυτή της μεταπτυχιακής διατριβής.

Οι διαφορές στρατηγικές θα συναγωνιστούν μεταξύ τους για ένα αριθμό γύρων και βάση των αποτελεσμάτων της σύγκρισης, και της επίδοσης τους, θα κριθεί ποια είναι η καταλληλότερη για να αποτελέσει βάση σχεδιασμού ενός αρχικού πρωτόκολλου επικοινωνίας

Οι στρατηγικές που υπάρχουν ήδη στο εργαλείο Matlab είναι οι πιο κάτω:

- 1) ALWAYS DEFECT = Η συγκεκριμένη στρατηγική σε κάθε γύρο επιλέγει την μη συνεργασία.
- 2) ALWAYS COOPERATE = Η συγκεκριμένη στρατηγική σε κάθε γύρο επιλέγει την συνεργασία.

- 3) TIT-FOR-TAT = Στον πρώτο γύρο αρχίζει με συνεργασία έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει να μην συνεργαστεί. Έπειτα ο παίκτης αντιγραφεί (εκδικείται) στον επόμενο γύρο και δεν συνεργάζεται μέχρι που ο αντίπαλός του αποφασίσει να ξανά συνεργαστεί τότε συνεργάζεται και αυτός ξανά.
- 4) GRIM = Συνεργάζεται πάντα έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει να μην συνεργαστεί τότε εκδικείται για πάντα (επιλεγεί πάντα την μη-συνεργασία).
- 5α) SOUTHAMPTON MASTER = ορίζεται ως αρχηγός βάσει της *“Southampton strategy”*.
- 5β) SOUTHAMPTON SLAVE = ορίζεται ως ακόλουθος βάσει της *“Southampton strategy”*.
- 6) RANDOM = Η συγκεκριμένη στρατηγική επιλεγεί τυχαία είτε να συνεργαστεί είτε να μη συνεργαστεί.

Οι στρατηγικές που σχεδιάστηκαν για τον σκοπό αυτή της μεταπτυχιακής διατριβής είναι οι εξής:

- 1) PUNISH = Στον πρώτο γύρο ο παίκτης πάντα θα επιλεγεί την συνεργασία. Αυτό παραμένει έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει τη μη συνεργασία, δηλαδή αν ο αντίπαλος επιλέξει μια φορά να μην συνεργαστεί τότε και ο παίκτης θα επιλέξει για τους επόμενους τρεις γύρους την επιλογή της μη συνεργασίας. Αν κάνει και δεύτερη φορά ο αντίπαλος την επιλογή της μη-συνεργασίας τότε ο παίκτης για τους επόμενους πέντε γύρους θα επιλέξει τη μη συνεργασία. Τέλος σε περίπτωση που κάνει και τρίτη φορά την επιλογή της μη συνεργασίας τότε ο παίκτης θα επιλέξει για πάντα τη μη συνεργασία.
- 2) PLAY-LAST-MOVE = Ο παίκτης θα αρχίζει πάντα τον γύρο με μια τυχαία επιλογή, είτε θα επιλεγεί την επιλογή της συνεργασίας είτε της μη-συνεργασίας και αν συγκέντρωσε τρεις ή τέσσερις βαθμούς, τότε στον επόμενο γύρο θα επαναλάβει την προηγούμενη κίνηση, Αλλιώς θα επιλέξει και πάλι μια τυχαία επιλογή.

- 3) TWICE DEFECT = Στον πρώτο γύρο πάντα θα επιλεγεί την συνεργασία και αν ο αντίπαλος επιλέξει την μη συνεργασία για δύο γύρους στην σειρά τότε ο παίκτης θα επιλεγεί την μη συνεργασία για πάντα.
- 4) GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE = Στους πρώτους δύο γύρους ο παίκτης επιλεγεί την συνεργασία και παράλληλα έχει σε ένα πινάκα (table) όλες τις κινήσεις του αντίπαλου. Στον τρίτο γύρο εάν ο αντίπαλος έχει επιλέξει περισσότερες φορές τη μη συνεργασία τότε ο παίκτης θα επιλέξει και εκείνος τη μη συνεργασία. Γενικά αν ο αντίπαλος έχει επιλέξει περισσότερες φορές την συνεργασία τότε και ο παίκτης θα επιλέξει την συνεργασία. Σε περίπτωση ισοβαθμίας μεταξύ της συνεργασία και της μη συνεργασίας ο παίκτης ως ένδειξη καλής θελήσεως θα επιλέξει τη συνεργασία. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται σε όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού και σε κάθε γύρο υπολογίζεται πόσες φορές ο αντίπαλος έχει επιλέξει την συνεργασία και πόσες την μη συνεργασία και βάση των αποτελεσμάτων αυτών προχωρά στην απόφαση της συνεργασία ή μη.

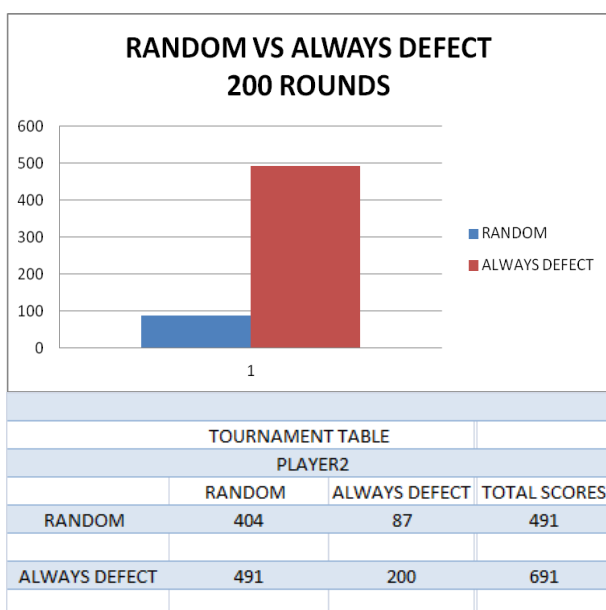
ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Με βάση το δεδομένο ότι οι συμμετέχοντες κερδίζουν βαθμούς ανάλογα με την επιλογή τους και με την επιλογή του αντιπάλου καθορίστηκε η ακόλουθη μέθοδος κατανομής βαθμών. Αν σε ένα γύρο επιλέξουν και οι δύο συμμετέχοντες τη μη συνεργασία, τότε θα αποκτήσουν από ένα βαθμό. Αν επιλέξουν και οι δύο τη συνεργασία τότε θα αποκτήσουν από τρεις βαθμούς. Αν ο ένας συμμετέχοντας επιλέξει την συνεργασία ενώ ο άλλος τη μη συνεργασία, τότε ο συμμετέχοντας που επέλεξε την μη συνεργασία θα κερδίσει τέσσερις βαθμούς ενώ ο άλλος θα κερδίσει μηδέν βαθμούς.

Το κάθε τουρνουά αποτελείται από ένα αριθμό γύρων που οι διάφορες στρατηγικές ανταγωνίζονται η μια την άλλη. Στο τέλος κάθε τουρνουά οι βαθμοί που συγκέντρωσε η κάθε στρατηγική αποθηκεύονται και υπολογίζεται το άθροισμα τους. Με αυτόν τον τρόπο ξεκαθαρίζεται ο αριθμός των βαθμών που συγκέντρωσε η κάθε στρατηγική έναντι μιας άλλης.

Στην αρχή της ανάλυσης δοκιμάστηκαν όλες οι στρατηγικές εναντίον της στρατηγικής RANDOM. Με σκοπό να δημιουργηθεί μια πρώτη εικόνα του πως η κάθε στρατηγική συμπεριφέρεται και ποια είναι τα αποτελέσματα της έναντι μιας στρατηγικής που επιλεγεί πάντα μια τυχαία επιλογή. Στους πίνακες που ακολουθούν στον άξονα ψ αναγράφονται οι βαθμοί που συγκέντρωσαν οι στρατηγικές και στα δεξιά εμφανίζονται με διαφορετικά χρώματα οι στρατηγικές που ανταγωνίστηκαν.

RANDOM VS ALWAYS DEFECT

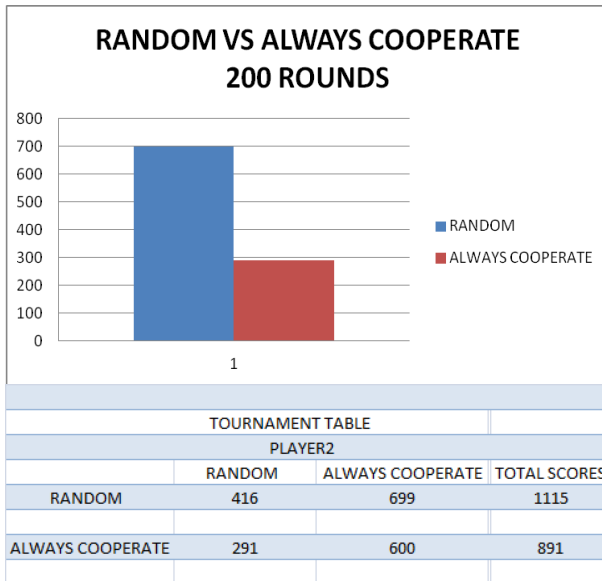


Σχήμα 3.1

Στο σχήμα 3.1 παρατηρείται ότι η στρατηγική ALWAYS DEFECT εξασφαλίζει καλύτερα αποτελέσματα όταν συναγωνίζεται με την στρατηγική RANDOM. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι η ALWAYS DEFECT πάντα επιλεγεί την μη συνεργασία, έτσι εάν τυχαία επιλέξει η στρατηγική RANDOM τη συνεργασία αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να εξασφαλίσει 0 βαθμούς, ενώ η ALWAYS DEFECT θα εξασφαλίσει 4 βαθμούς. Αφού η στρατηγική RANDOM δεν χρησιμοποιεί κάποιο είδος τιμωρίας εάν ο αντίπαλος επιλέξει τη μη συνεργασία τότε

πάντα θα εξασφαλίζει χαμηλότερες ή και ίσες βαθμολογίες στην καλύτερη των περιπτώσεων όταν ανταγωνίζεται ενάντια στην ALWAYS DEFECT.

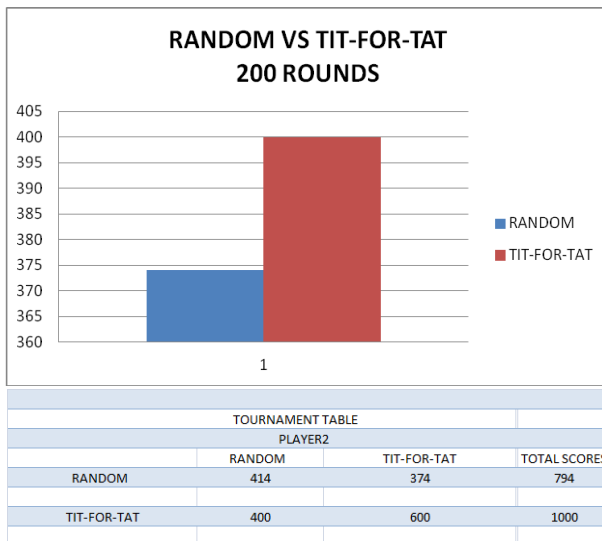
RANDOM VS ALWAYS COOPERATE



Σχήμα 3.2

Στο σχήμα 3.2 παρατηρείται ότι η στρατηγική RANDOM εξασφαλίζει καλύτερα αποτελέσματα όταν συναγωνίζεται με την στρατηγική ALWAYS COOPERATE. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι η στρατηγική ALWAYS COOPERATE πάντα επιλέγει την συνεργασία ανεξάρτητος της επιλογής που έκανε ο αντίπαλος της στον προηγούμενο ή προηγούμενους γύρους. Βάση αυτού εάν η στρατηγική RANDOM επιλέξει έστω και μόνο μια φορά τη μη συνεργασία θα κερδίσει 4 βαθμούς, έτσι η στρατηγική RANDOM πάντα θα προηγείται της στρατηγικής ALWAYS COOPERATE. Συμπεραίνεται όμως ότι το συνολικό κέρδος θα είναι πιο χαμηλό αν και οι δύο παίκτες δεν χρησιμοποιήσουν μια στρατηγική που να υπάρχει συνεργασία στην αρχή και αυτό εμφανίζεται στο πίνακα των αποτελεσμάτων όπου αν και οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την στρατηγική ALWAYS COOPERATE θα έχουν συγκεντρώσει 600 βαθμούς ενώ αν χρησιμοποιήσουν την RANDOM θα έχουν μόνο 416.

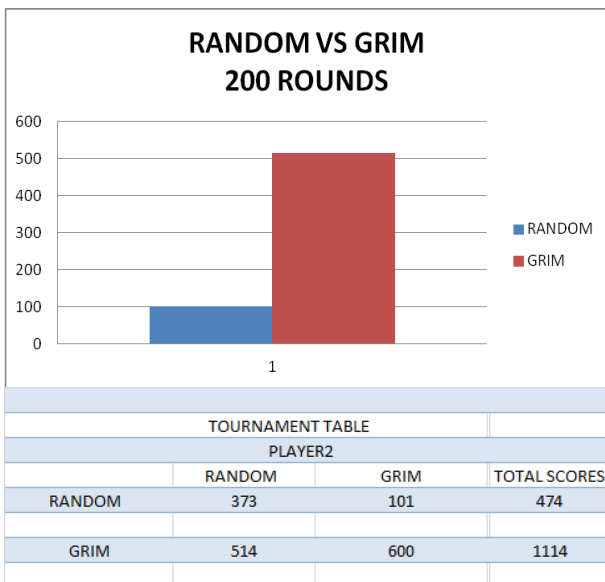
RANDOM VS TIT-FOR-TAT



Σχήμα 3.3

Στο σχήμα 3.3 παρατηρείται ότι η στρατηγική TIT-FOR-TAT εξασφαλίζει καλύτερα αποτελέσματα εναντίον της RANDOM. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο του ότι η στρατηγική TIT-FOR-TAT στον πρώτο γύρο πάντα συνεργάζεται και αυτό συνεχίζεται έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει τη μη συνεργασία και στην συνέχεια αντιγραφεί την κίνηση του αντίπαλου του έτσι πάντα η TIT-FOR-TAT θα έχει καλύτερα αποτελέσματα εναντία σε μια στρατηγική RANDOM. Συμπεραίνεται επίσης ότι αν και η δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την στρατηγική TIT-FOR-TAT εξασφαλίζουν 600 βαθμούς σε αντίθεση αν χρησιμοποιήσουν την RANDOM θα εξασφαλίσουν μόνο 414 βαθμούς. Η στρατηγική TIT-FOR-TAT είναι κατά πολύ καλύτερη από την RANDOM.

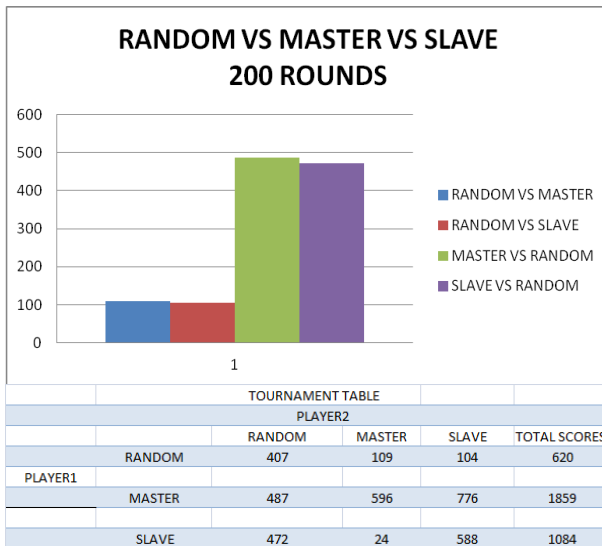
RANDOM VS GRIM



Σχήμα 3.4

Στο σχήμα 3.4 παρατηρείται ότι η στρατηγική GRIM βρίσκεται στην πρώτη θέση της βαθμολογίας με μεγάλη διάφορα βαθμών. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο του ότι η GRIM έχει σαν κανόνα στον πρώτο γύρο να συνεργάζεται πάντα, εάν όμως ο αντίπαλος επιλέξει μια φορά τη μη συνεργασία τότε για πάντα θα επιλεγεί τη μη συνεργασία. Η στρατηγική RANDOM απλά χρησιμοποιεί την τυχαία επιλογή πάντα έτσι εάν σε κάποιο γύρο επιλέξει την μη συνεργασία και μετά στο επόμενο τη συνεργασία θα εξασφαλίσει 0 βαθμούς διότι η στρατηγική GRIM θα επιλεγεί πάντα τη μη συνεργασία. Έτσι η GRIM πάντα θα εξασφαλίζει καλύτερες βαθμολογίες εναντίον της στρατηγικής RANDOM. Επίσης αν και οι δύο συμμετέχοντες επιλέξουν την στρατηγική GRIM εξασφαλίζουν 600 βαθμούς σε αντιθεση με την RANDOM που εξασφαλίζουν μόνο 373.

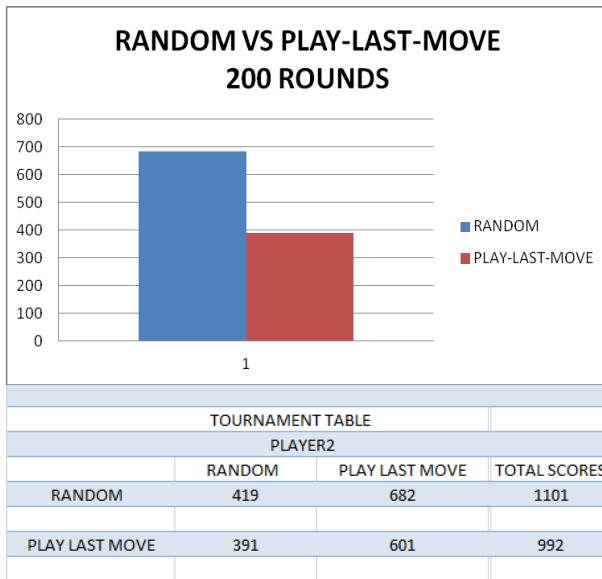
RANDOM VS SOUTHAMPTON



Σχήμα 3.5

Στο σχήμα 3.5 παρατηρείται ότι οι στρατηγικές SOUTHAMPTON βρίσκονται στην πρώτη θέση της βαθμολογίας και η στρατηγική RANDOM συγκεντρώνει πολύ χαμηλότερες βαθμολογίες. Αυτό συμβαίνει επειδή οι στρατηγικές SOUTHAMPTON συνεργάζονται μεταξύ τους και ο slave θυσιάζεται πάντα για τον αρχηγό του. Επίσης αυτό που συμπεραίνεται είναι ότι ο συνδυασμός master-slave εξασφαλίζει 776 βαθμούς σε αντίθεση εάν και οι δύο συμμετέχοντες επιλέξουν την RANDOM που τους εξασφαλίζει μόνο 407. Η στρατηγική SOUTHAMPTON είναι κατά πολύ καλύτερη από την RANDOM.

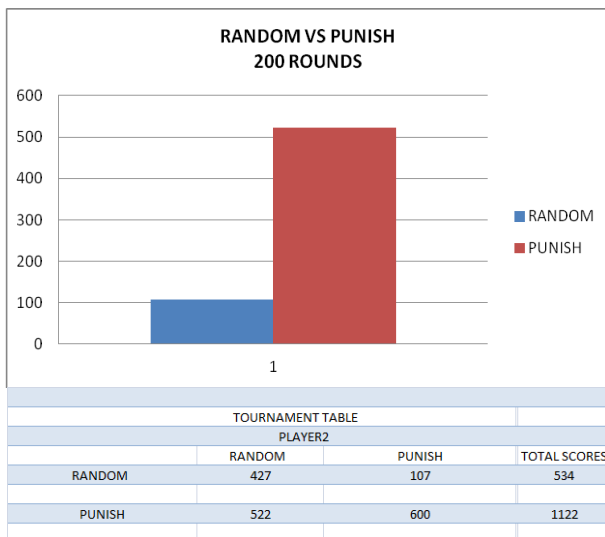
RANDOM VS PLAY-LAST-MOVE



Σχήμα 3.6

Στο σχήμα 3.6 η στρατηγική RANDOM βρίσκεται στην πρώτη θέση της βαθμολογίας. Αυτό συμβαίνει γιατί η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE έχει σαν κανόνα αν κέρδισε 3 ή 4 βαθμούς στον προηγούμενο γύρο να επαναλαμβάνει την ίδια επιλογή, ενώ η στρατηγική RANDOM σε κάθε γύρο επιλεγεί τυχαία μια επιλογή. Βάσει αυτού εάν η στρατηγική RANDOM επιλέξει τη μη συνεργασία στον πρώτο γύρο ενώ η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE τη συνεργασία θα δώσει το προβάδισμα στην στρατηγική RANDOM. Επίσης η στρατηγική RANDOM δεν έχει κάποια τακτική παρά μόνο την τυχαία επιλογή έτσι η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE δεν μπορεί να βρεί ένα μοτίβο που θα της εξασφαλίζει ψηλές βαθμολογίες. Συμπεραίνεται όμως ότι το συνολικό κέρδος θα είναι πιο χαμηλό αν και οι δύο παίκτες δεν χρησιμοποιήσουν μια στρατηγική που να υπάρχει συνεργασία στην αρχή και αυτό εμφανίζεται στο πίνακα των αποτελεσμάτων που αν και οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την στρατηγική PLAY-LAST-MOVE θα έχουν συγκεντρώσει 601 βαθμούς ενώ αν χρησιμοποιήσουν την RANDOM θα έχουν μόνο 419.

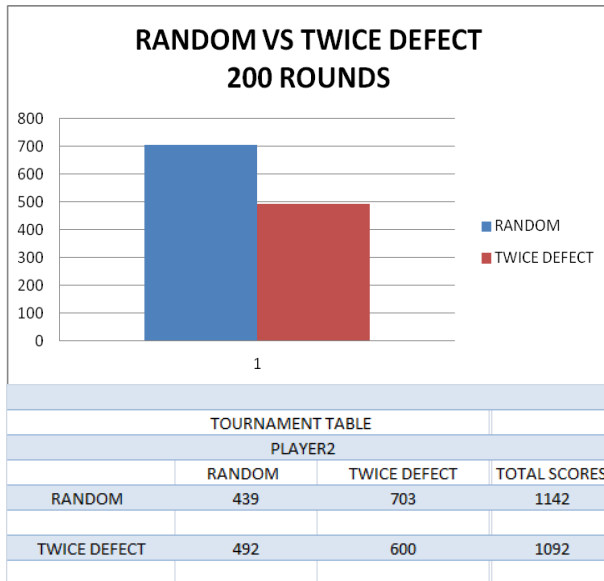
RANDOM VS PUNISH



Σχήμα 3.7

Στο σχήμα 3.9 παρατηρείται ότι η στρατηγική PUNISH εξασφαλίζει καλύτερα αποτελέσματα εναντίον της RANDOM. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο του ότι η στρατηγική PUNISH στον πρώτο γύρο πάντα συνεργάζεται και αυτό συνεχίζεται έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει τη μη συνεργασία, και στην συνέχεια ανάλογα πόσες φορές έχει επιλέξει την μη συνεργασία υπολογίζει το επόμενο βήμα αν έχει επιλέξει μια φορά την μη συνεργασία τότε η PUNISH σαν τιμωρία επιλέγει να μην συνεργαστεί για τους επόμενους 3^{εις} γύρους, αν επιλέξει και δεύτερη φορά την μη συνεργασία τότε επιλέγει να μην συνεργαστεί για τους επόμενους 5 γύρους, και αν επιλέξει και 3^η φορά τη μη συνεργασία, τότε επιλέγει να μη συνεργαστεί για πάντα. Συμπεραίνεται επίσης ότι αν και η δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την στρατηγική PUNISH εξασφαλίζουν 600 βαθμούς σε αντίθεση αν χρησιμοποιήσουν την RANDOM θα εξασφαλίσουν μόνο 427 βαθμούς. Η στρατηγική PUNISH είναι κατά πολύ καλύτερη από την RANDOM.

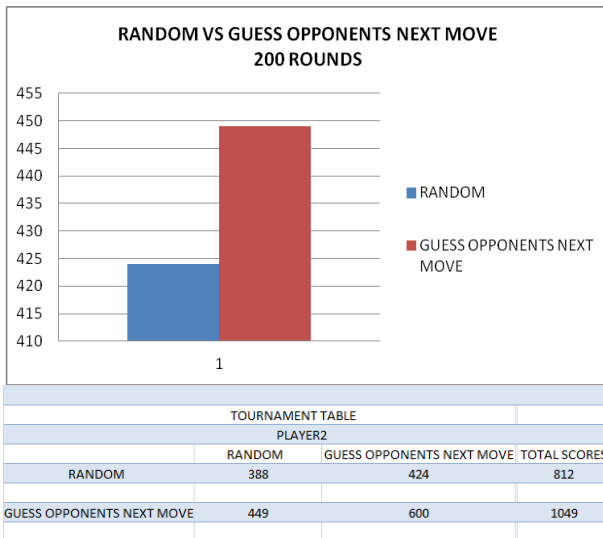
RANDOM VS TWICE DEFECT



Σχήμα 3.8

Στο σχήμα 3.8 παρατηρείται ότι η στρατηγική RANDOM εξασφαλίζει καλύτερες βαθμολογίες έναντι της στρατηγικής TWICE DEFECT. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι η στρατηγική TWICE DEFECT συνεργάζεται πάντα στον πρώτο γύρο και μόνο αν ανιχνεύσει σε δύο συνεχόμενους γύρους τη μη συνεργασία από την πλευρά που αντίπαλου τότε θα αρχίσει να εφαρμόζει την μέθοδο της τιμωρίας της, έτσι εάν η στρατηγική RANDOM τυχαία δεν επιλέξει ποτέ την μη συνεργασία σε 2 συνεχόμενους γύρους η στρατηγική TWICE DEFECT δεν θα εφαρμόσει ποτέ την τιμωρία της. Βάση αυτού η RANDOM πάντα θα προηγείται όταν συναγωνίζεται εναντία στη TWICE DEFECT. Συμπεραίνεται όμως ότι το συνολικό κέρδος θα είναι πιο χαμηλό αν και οι δύο παίκτες δεν χρησιμοποιήσουν μια στρατηγική που να υπάρχει συνεργασία στην αρχή, και αυτό εμφανίζεται στο πίνακα των αποτελεσμάτων που αν και οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την στρατηγική TWICE DEFECT θα έχουν συγκεντρώσει 600 βαθμούς ενώ αν χρησιμοποιήσουν την RANDOM θα κερδίσουν μόνο 439.

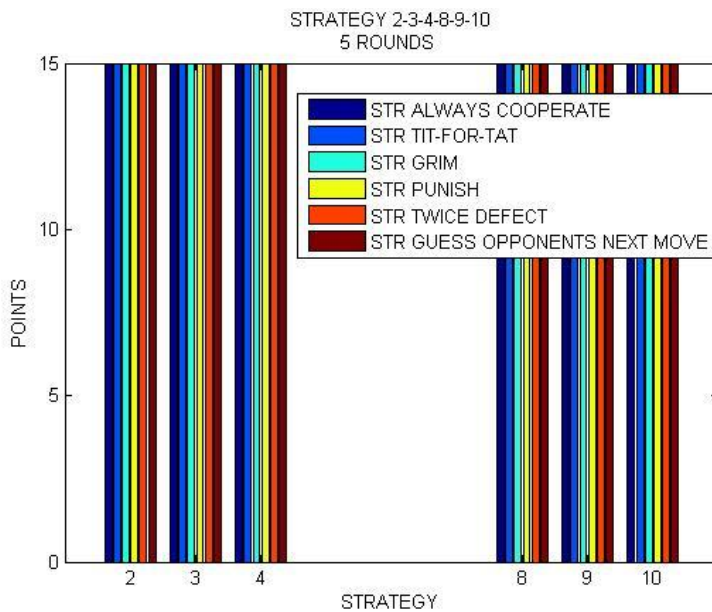
RANDOM VS GUESS OPPONENTS NEXT MOVE



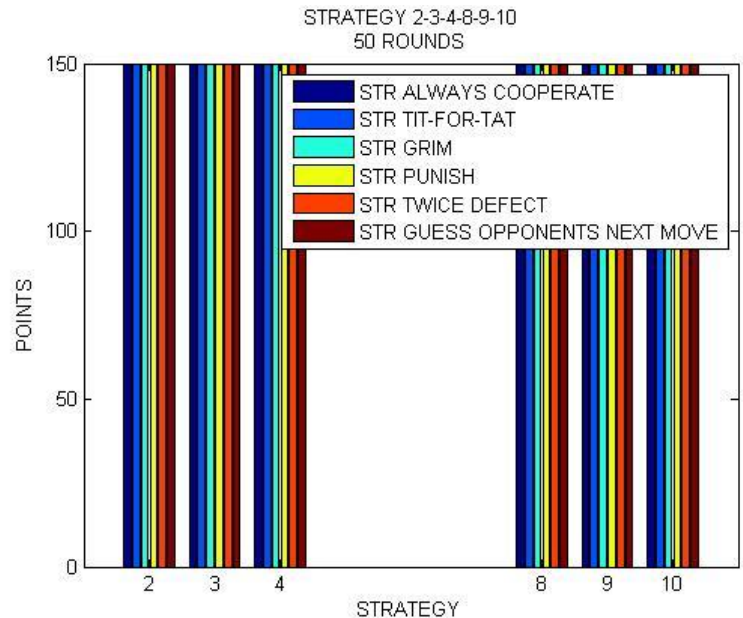
Σχήμα 3.9

Στο σχήμα 3.9 παρατηρείται ότι η στρατηγική GUESS OPPONENTS NEXT MOVE εξασφαλίζει καλύτερα αποτελέσματα εναντίον της RANDOM. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο του ότι η στρατηγική GUESS OPPONENTS NEXT MOVE στους 2 πρώτους γύρους πάντα συνεργάζεται και αυτό συνεχίζεται έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει τη μη συνεργασία, στην συνέχεια αναλογά πόσες φορές έχει επιλεξει την συνεργασία και πόσες την μη συνεργασία υπολογίζει το επόμενο βήμα. Συμπεραίνεται επίσης ότι αν και η δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την στρατηγική GUESS OPPONENTS NEXT MOVE εξασφαλίζουν 600 βαθμούς σε αντίθεση αν χρησιμοποιήσουν την RANDOM θα εξασφαλίσουν μόνο 388 βαθμούς. Η στρατηγική GUESS OPPONENTS NEXT MOVE είναι κατά πολύ καλύτερη από την RANDOM.

Αφού δοκιμάστηκαν όλοι οι συνδυασμοί μεταξύ τους, ένα γεγονός που παρατηρείται είναι ότι οι στρατηγικές που σχεδιάστηκαν, εκτός της στρατηγικής PLAY-LAST-MOVE έχουν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα σε όλους τους γύρους με τις στρατηγικές TIT-FOR-TAT, GRIM και ALWAYS COOPERATE. Αυτό συμβαίνει επειδή οι στρατηγικές έχουν σαν κανόνα πάντοτε να συνεργάζονται έως ότου ο αντίπαλος πράξει το αντίθετο.



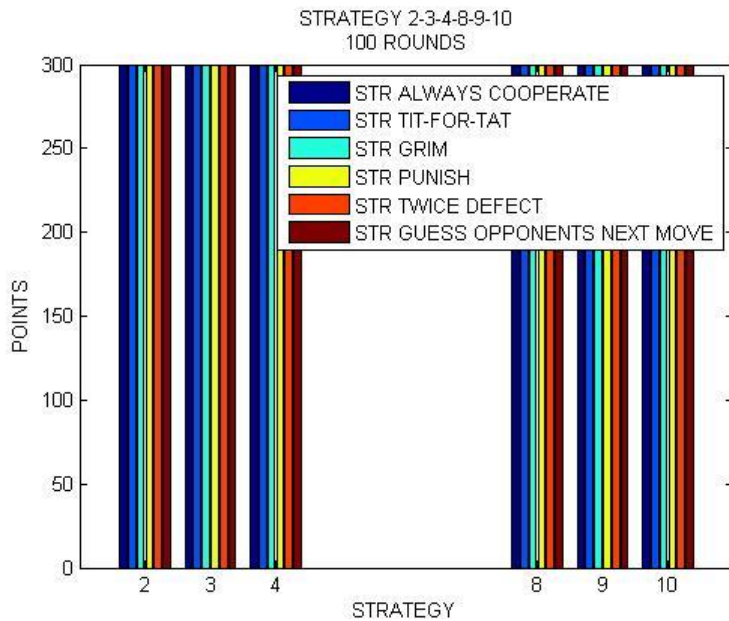
Σχήμα 3.10



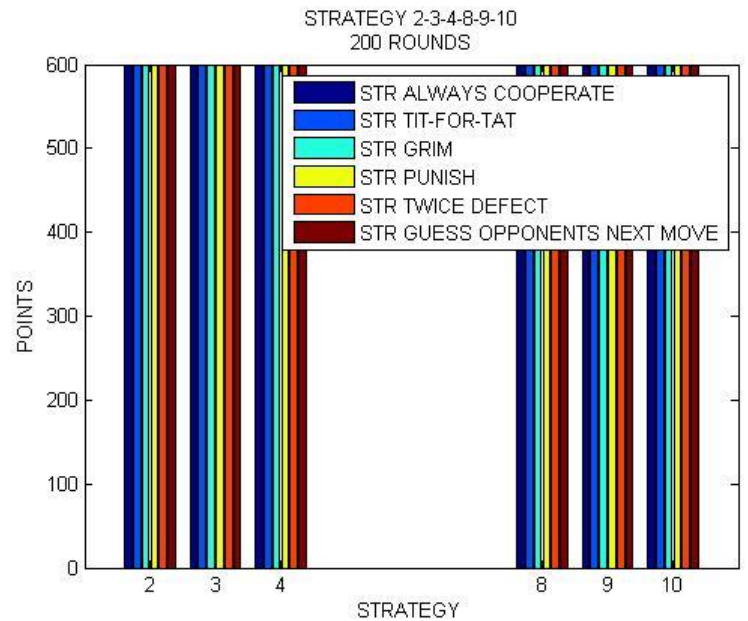
Σχήμα 3.11

Το συμπέρασμα φαίνεται στις δύο πιο πάνω γραφικές παραστάσεις όπου γίνεται η σύγκριση των στρατηγικών που έχουν σαν κανόνα στον πρώτο γύρο να συνεργάζονται πάντα έως ότου ο αντίπαλος να πράξει το αντίθετο. Στον άξονα x αναγράφεται ο αριθμός της στρατηγικής και στον ψ οι βαθμοί που συγκέντρωσαν. Στα δεξιά εμφανίζονται με διαφορετικά χρώματα οι διάφορες στρατηγικές που ανταγωνίστηκαν.

Αυτό που παρατηρείται στους πέντε γύρους αλλά και στους πενήντα είναι ότι οι στρατηγικές αυτές πάντα συνεργάζονται μεταξύ τους και εξασφαλίζουν ακριβώς την ίδια βαθμολογία κάθε φορά.



Σχήμα 3.12



Σχήμα 3.13

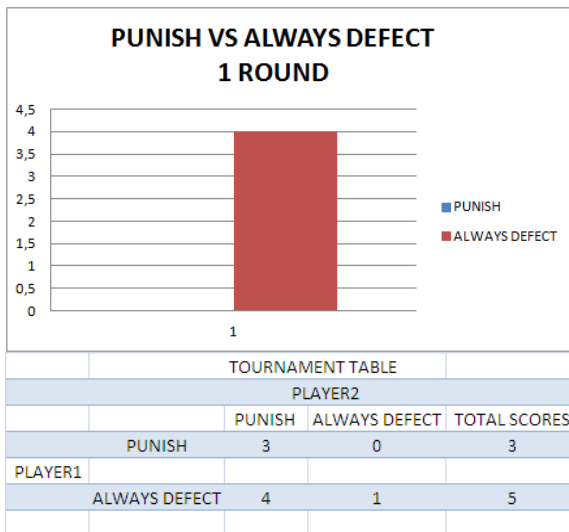
Συνέχεια της πιο πάνω διαπίστωσης αυξήθηκε ο αριθμός των γύρων σε 100 και 200 αντίστοιχα και παρατηρήθηκε ότι τα αποτελέσματα παραμένουν τα ίδια, δηλαδή αν και οι δύο παίκτες χρησιμοποιήσουν μια στρατηγική συνεργασίας εξασφαλίζουν και οι δύο τις ίδιες βαθμολογίες ανεξαρτήτως του αριθμού των γύρων.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο πιο πάνω συνδυασμός από στρατηγικές να εξασφαλίζει το μέγιστο κέρδος και για τους δύο τους συμμετέχοντες σε όλους τους γύρους,

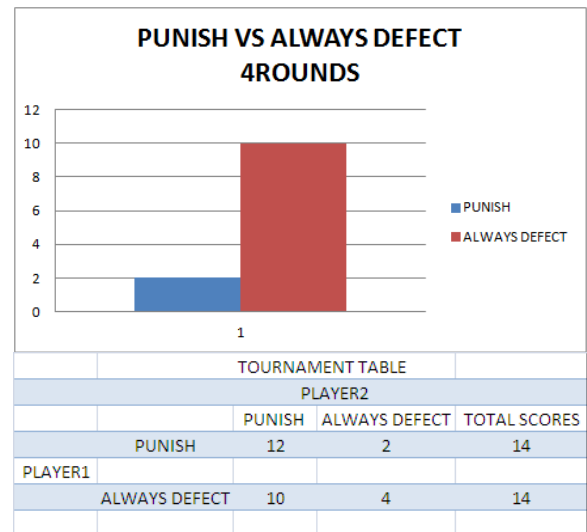
Ένα άλλο σενάριο εξετάζει την πιθανότητα μια στρατηγική να ανταγωνίζεται μια άλλη στρατηγική όπως την ALWAYS DEFECT ή τη SOUTHAMPTON που δεν έχουν σαν κανόνα να συνεργάζονται πάντα στον πρώτο γύρω. Σε ένα πρώτο στάδιο γίνεται σύγκριση μεταξύ της PUNISH με την ALWAYS DEFECT και μετά σύγκριση της PUNISH με τη SOUTHAMPTON.

Οι πίνακες που ακολουθούν έχουν στον άξονα χ μόνο τις βαθμολογίες που η κάθε στρατηγική συγκέντρωσε εναντίω στην άλλη, όπως και αυτές εμφανίζονται και στον πίνακα με τα τουρνουά κάτω από κάθε στρατηγική. Επίσης στον πίνακα φαίνονται και οι βαθμολογίες που συγκέντρωσαν και οι δύο παίκτες όταν χρησιμοποίησαν την ίδια στρατηγική αλλά επίσης και τα συνολικά αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν σε όλα τα τουρνουά.

PUNISH VS ALWAYS DEFECT

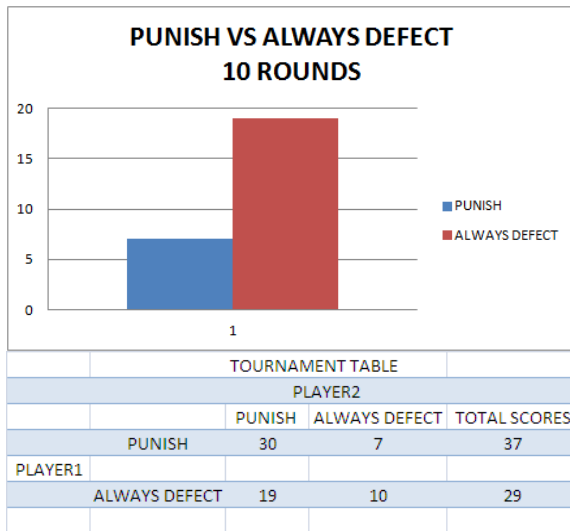


Σχήμα 3.14

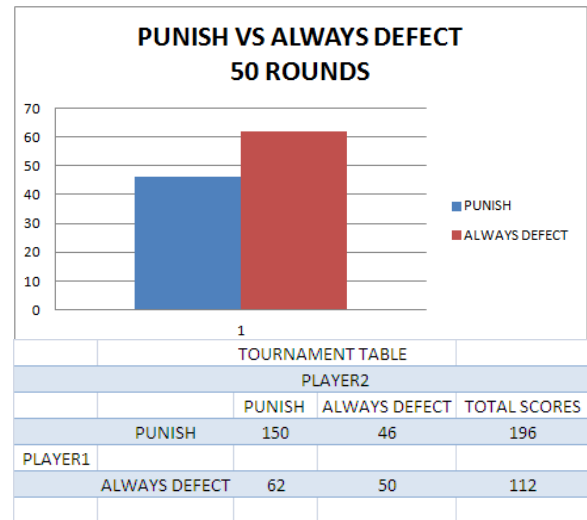


Σχήμα 3.15

Στις δύο πιο πάνω γραφικές παραστάσεις παρατηρείται ότι η στρατηγική ALWAYS DEFECT συγκέντρωσε 4 βαθμούς στον πρώτο γύρο ενώ η PUNISH 0 βαθμούς. Αυτό οφείλεται στο ότι η στρατηγική PUNISH έχει σαν κανόνα πάντα να συνεργάζεται στο πρώτο γύρο. Με την αύξηση του αριθμού των γύρων σε τέσσερις η στρατηγική ALWAYS DEFECT εξακολουθεί να παραμένει στην πρώτη θέση. Αυτό οφείλεται σε μια διαφορά τεσσάρων βαθμών που συγκεντρώθηκαν στον πρώτο γύρο σε συνδυασμό με ακόμα τέσσερις βαθμούς που εξασφάλισε στον δεύτερο γύρο.

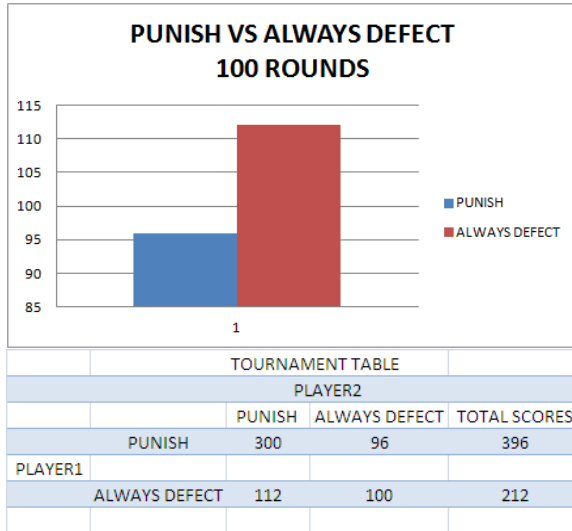


Σχήμα 3.16

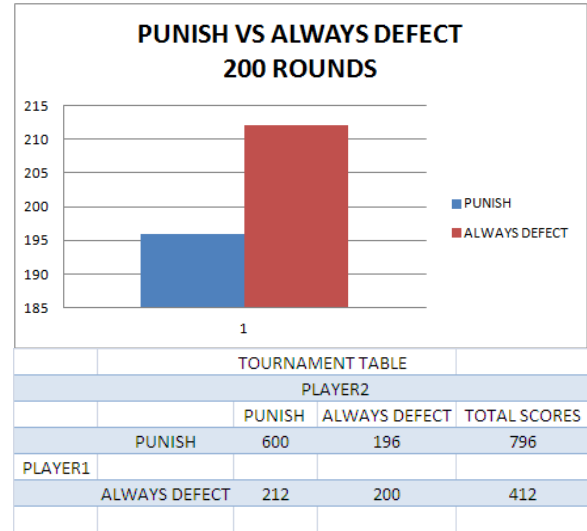


Σχήμα 3.17

Σύμφωνα με τις γραφικές παραστάσεις η διαφορά μεταξύ των στρατηγικών παραμένει με την ALWAYS DEFECT να διατηρεί την πρωτιά, όχι μόνο στους δέκα γύρους αλλά και στους πενήντα, με 62 βαθμούς. Ακολουθεί η στρατηγική PUNISH με 46 βαθμούς. Στο πινάκα εμφανίζεται επίσης και η βαθμολογία που θα έχουν οι παίκτες αν εφαρμόζουν και οι δύο τη στρατηγική PUNISH, θα κέρδιζαν από 150 βαθμούς. Αν ακολουθούν και οι δύο τη ALWAYS DEFECT εξασφαλίζουν από 50 βαθμούς κάτι το οποίο αποδεικνύει ότι συμφέρει και στους δύο παίκτες να χρησιμοποιήσουν την στρατηγική PUNISH. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις η στρατηγική ALWAYS DEFECT θα εξασφαλίζει πάντα περισσότερους βαθμούς όταν ανταγωνίζεται με στρατηγικές που έχουν σαν κανόνα στον πρώτο ή στους πρώτους γύρους να συνεργάζονται έως ότου ο αντίπαλος πράξει το αντίθετο. Συμπεραίνεται όμως ότι το συνολικό κέρδος θα είναι πιο χαμηλό αν και οι δύο παίκτες δεν χρησιμοποιήσουν μια στρατηγική που υπάρχει συνεργασία στην αρχή.



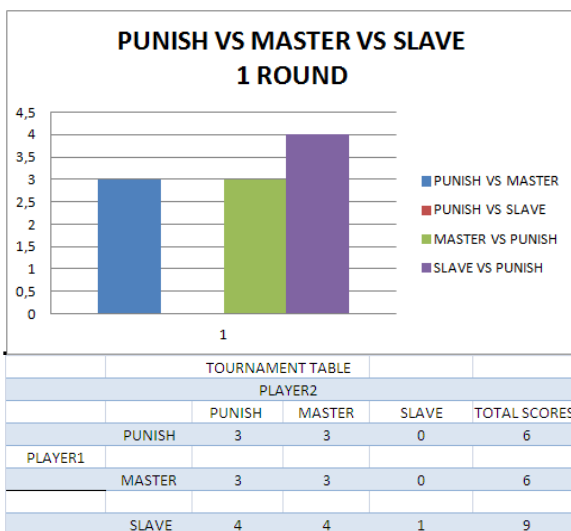
Σχήμα 3.18



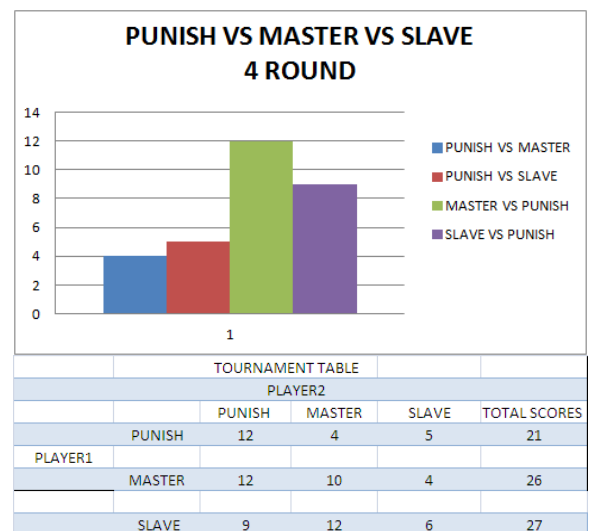
Σχήμα 3.19

Όσο αυξάνεται ο αριθμός των γύρων η διάφορα παραμένει πάντα υπέρ της στρατηγικής ALWAYS DEFECT για τον λόγο που αναφέρθηκε και πιο πάνω.

PUNISH VS SOUTHAMPTON



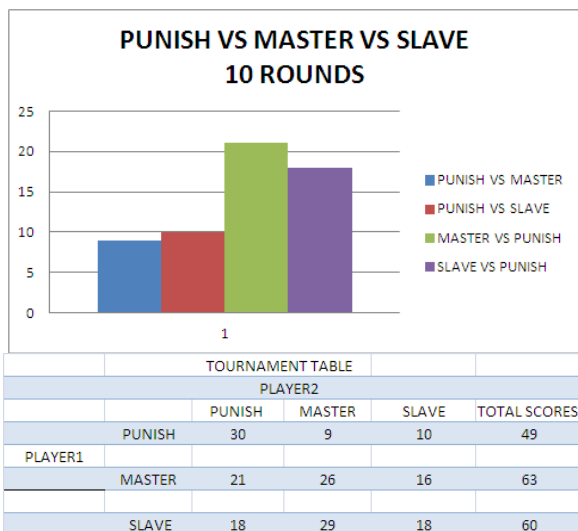
Σχήμα 3.20



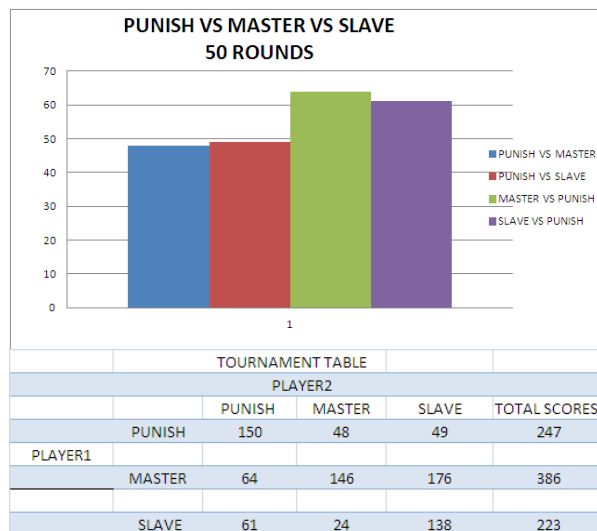
Σχήμα 3.21

Στον πρώτο γύρο η στρατηγική PUNISH συγκεντρώνει πιο λίγους βαθμούς από ότι η στρατηγική SOUTHAMPTON διότι ο ακόλουθος θυσιάζεται για τον αρχηγό του. Όταν

αυξηθεί ο αριθμός των γύρων σε 4 παρατηρείται ότι οι στρατηγικές SOUTHAMPTON προηγούνται. Αυτό το φαινόμενο θα επαναλαμβάνεται για πάντα εφόσον ο ακόλουθος θα θυσιάζεται για τον αρχηγό του.

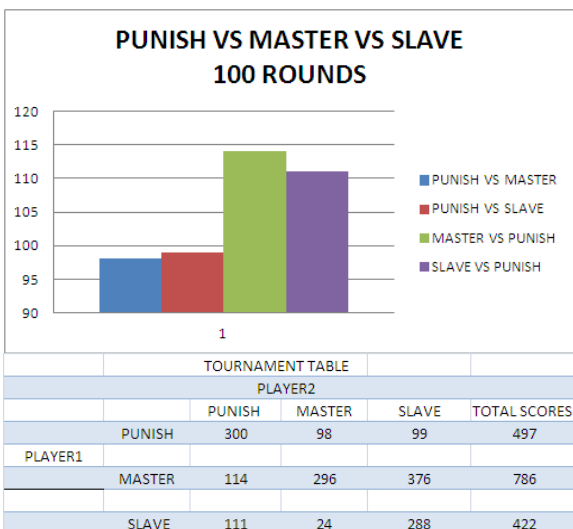


Σχήμα 3.22

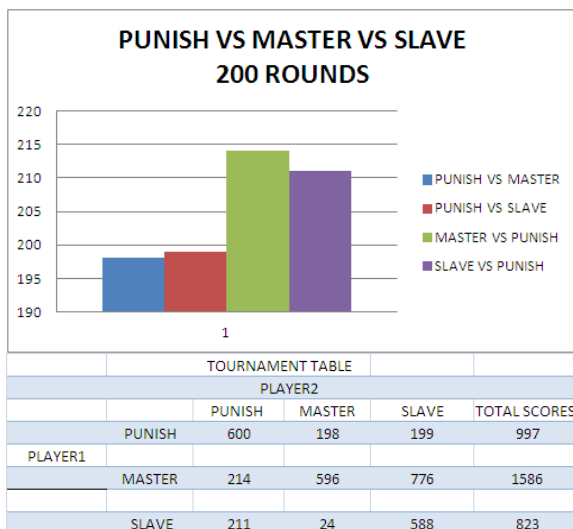


Σχήμα 3.23

Αυτό συνεχίζεται σε όλους τους γύρους λόγω του ότι οι στρατηγικές SOUTHAMPTON έχουν πάρει το προβάδισμα στην αρχή, και ανεξαρτήτως της στρατηγική PUNISH πάντα θα συνεργάζονται μεταξύ τους ώστε να έχουν το περισσότερο κέρδος. Αυτό φαίνεται καλύτερα στον πίνακα με 50 γύρους στην γραμμή slave και στήλη master όπου ο ακόλουθος έχει συγκεντρώσει μόλις 24 βαθμούς επειδή θυσιάζεται για τον αρχηγό του. Ένα άλλο πολύ σημαντικό στοιχείο που παρατηρείται στη περίπτωση αυτή είναι ότι αν και οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την τακτική PUNISH τότε κερδίζουν περισσότερους βαθμούς, αυτό φαίνεται στο σχημα 3.22 με αριθμό γύρων 10. Το σχημα 3.23 και ο πίνακας με τα αποτελέσματα δείχνουν ότι την μέγιστη βαθμολογία εξασφαλίζει ο συνδυασμός master and slave πού ο master συγκέντρωσε βαθμολογία 176 αλλά ο slave μόλις 24 βαθμούς. Δεν προωθείτε το ομαδικό κέρδος αλλά το ατομικό.



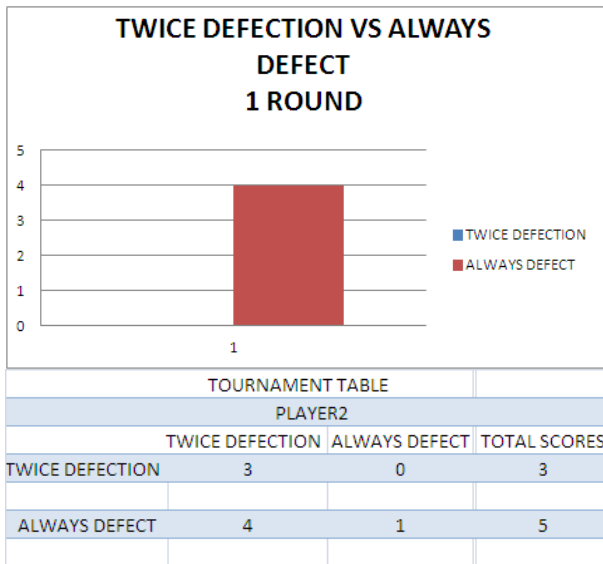
Σχήμα 3.24



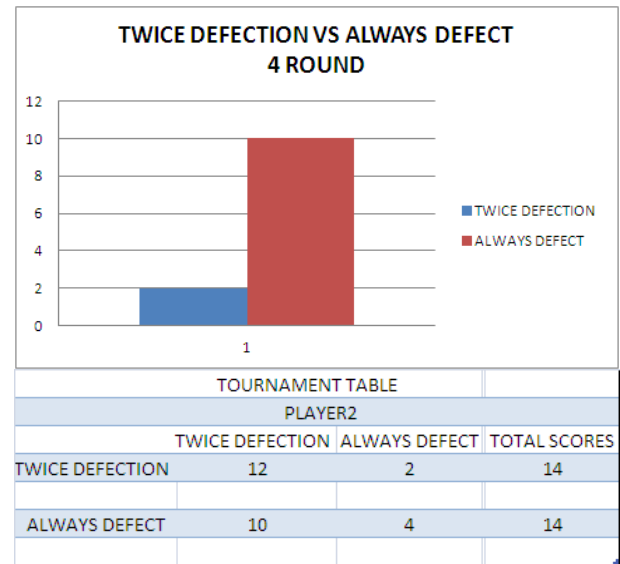
Σχήμα 3.25

Η προηγούμενη παρατήρηση επιβεβαιώνεται από το σχήμα 3.24 και 3.25 πού και στους 100 αλλά και στους 200 γύρους ο συνδυασμός master και slave εξασφαλίζουν 776 βαθμούς ενώ ο συνδυασμός PUNISH-PUNISH 600 βαθμούς. Όσον αφορά την ανάλυση της στρατηγικής PUNISH οι βαθμολογίες είναι και πάλι πιο χαμηλές αλλά με μικρότερη διαφορά βαθμών, στους 200 γύρους έχει 16 βαθμούς διάφορα και επίσης η στρατηγική PUNISH προωθεί την συνεργασία σε αντίθεση με την SOUTHAMPTON πού επωφελείται μόνο ο master.

TWICE DEFECTION VS ALWAYS DEFECT

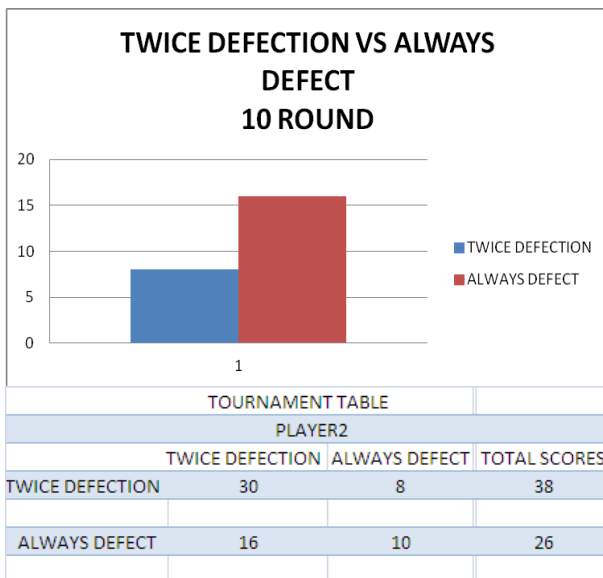


Σχήμα 3.26

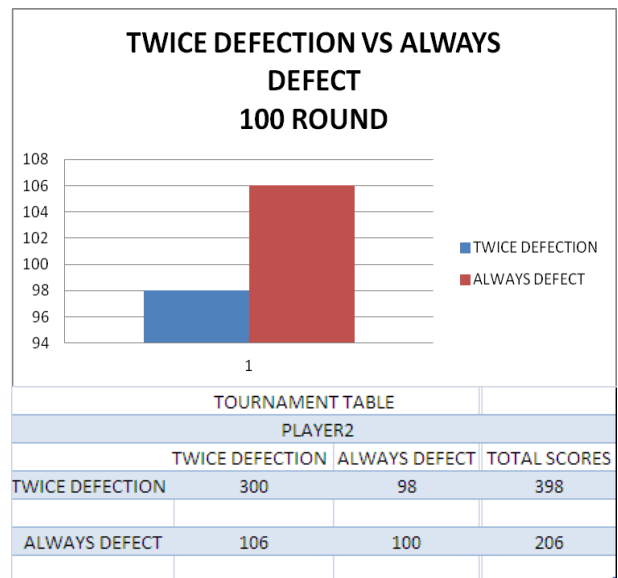


Σχήμα 3.27

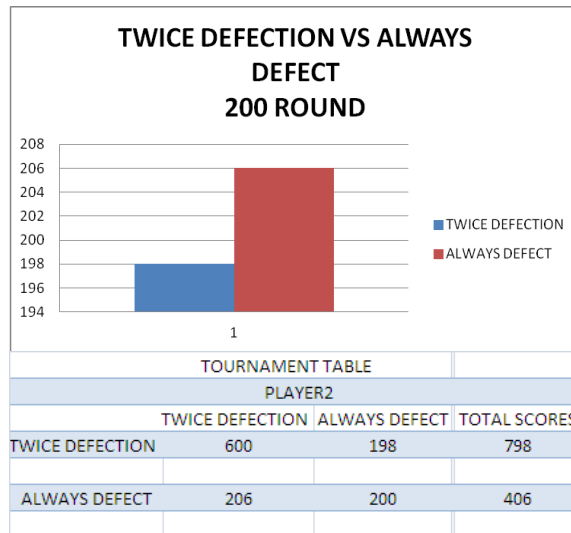
Στα σχήματα 3.26 και 3.27 παρατηρείται ότι η διάφορα της στρατηγικής ALWAYS DEFECT στον πρώτο γύρο είναι 4 βαθμοί, διότι η στρατηγική TWICE DEFECTION επιλεγεί πάντα συνεργασία έως ότου ο αντίπαλος επιλέξει δύο συνεχόμενες φορές την μη συνεργασία. Έτσι την πρώτη φορά η διάφορα είναι 4 βαθμοί και στον δεύτερο γύρο αυξάνεται σε 8. Σε όλους τους υπόλοιπους γύρους θα διατηρείτε στους 8. Αφού στον τρίτο γύρο η στρατηγική TWICE DEFECTION θα επιλεγεί πάντα την μη συνεργασία όπως ορίζει ο σχεδιασμός της.



Σχήμα 3.28



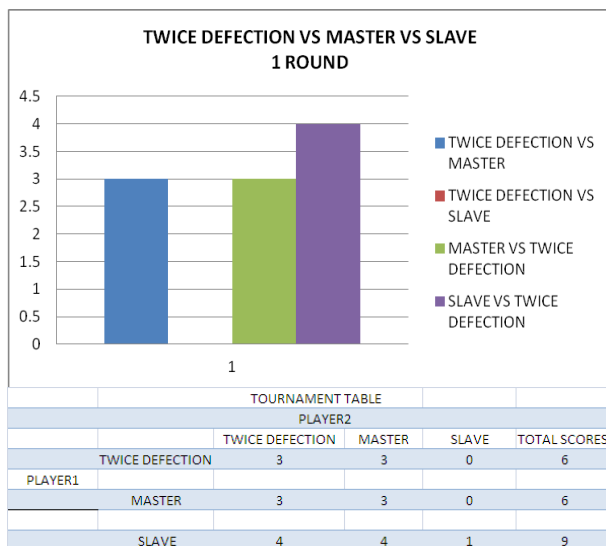
Σχήμα 3.29



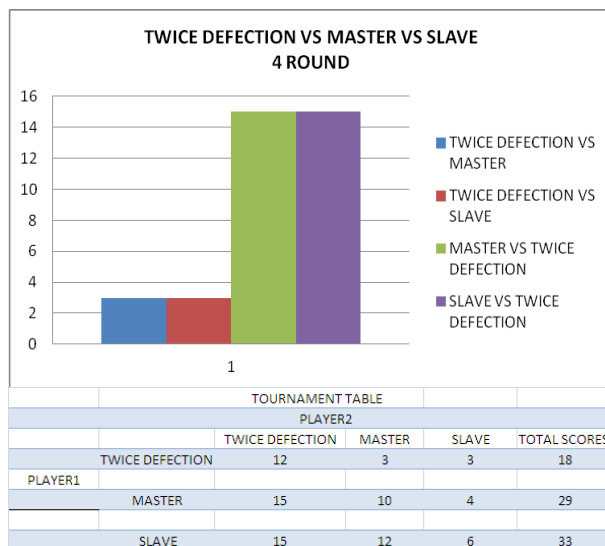
Σχήμα 3.30

Το πιο πάνω συμπέρασμα επιβεβαιώνεται και από τα σχήματα 3.28, 3.29 και 3.30 πού η διάφορα παραμένει στους 8 βαθμούς, ανεξάρτητος των αριθμό των γύρων. Συμπεραίνεται ότι αν και οι δύο συμμετέχοντες επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν την στρατηγική TWICE DEFECTION, τότε εξασφαλίζουν το μέγιστο αποτέλεσμα. Αυτό αποδεικνύεται στον τελευταίο πίνακα του σχήματος 3.30 με αριθμό γύρων 200 εάν οι παίκτες επιλέξουν TWICE DEFECTION τότε εξασφαλίζουν 600 βαθμούς.

TWICE DEFECTION VS SOUTHAMPTON

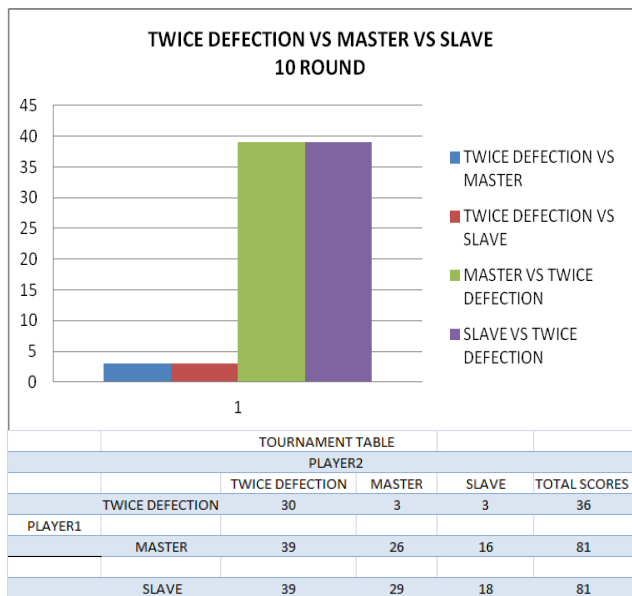


Σχήμα 3.31

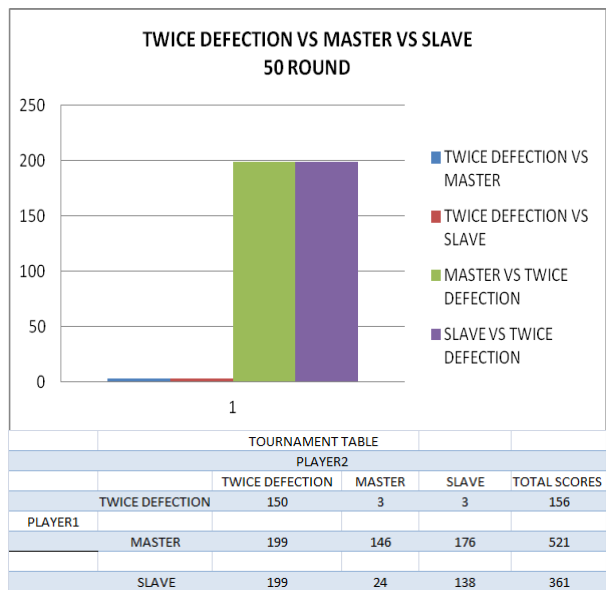


Σχήμα 3.32

Στα σχήματα 3.31 και 3.32 παρατηρείται, ότι στον πρώτο γύρο η στρατηγική TWICE DEFECTION συγκεντρώνει πιο λίγους βαθμούς από ότι μια στρατηγική Southampton. Αυτό συμβαίνει διότι ο ακόλουθος θυσιάζεται για τον αρχηγό του. Όταν αυξήσουμε των αριθμών των γύρων σε τέσσερις αυτό συνεχίζεται. Οι στρατηγικές Southampton προηγούνται με 15 βαθμούς ενώ η στρατηγική TWICE DEFECTION έχει μόλις 3 βαθμούς.

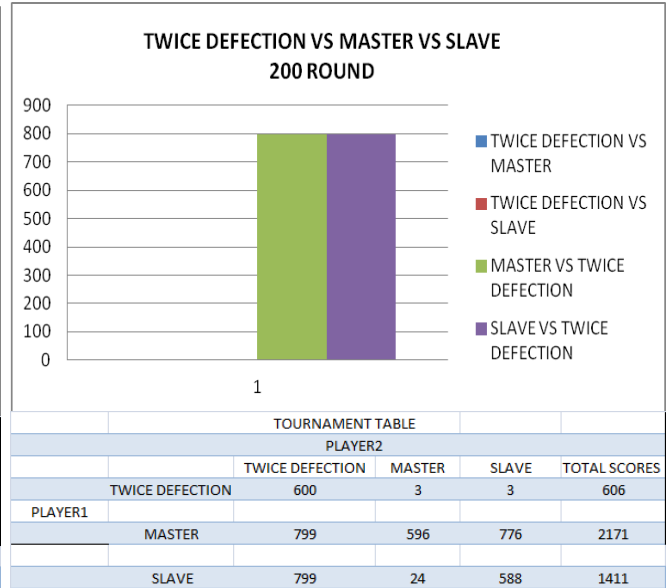
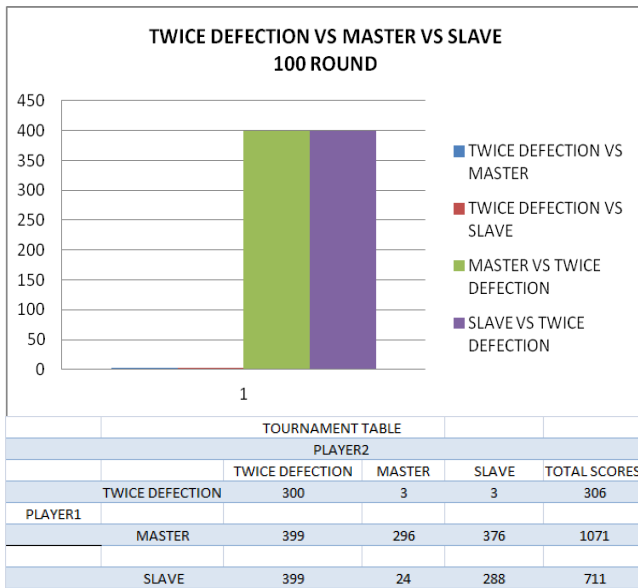


Σχήμα 3.33



Σχήμα 3.34

Αυτό συνεχίζει σε όλους τους γύρους για τον λόγο ότι οι στρατηγικές Southampton έχουν το προβάδισμα στην αρχή και η στρατηγική TWICE DEFECTION αδυνατεί να ξεπεράσει σε βαθμολογία την Southampton. Πιο αναλυτικά βλέπουμε ότι οι στρατηγικές Southampton master-slave συγκεντρώνουν 176 βαθμούς στον πίνακα του σχήματος 3.34 με τους 50 γύρους ενώ αν και οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιήσουν την στρατηγική TWICE DEFECTION συγκεντρώνουν 150 βαθμούς ο καθένας τους. Και σε αυτό το παράδειγμα η TWICE DEFECTION προωθεί την συνεργασία σε αντίθεση με την Southampton πού επωφελείται πάντα μόνο ο αρχηγός. Σε αυτήν την περίπτωση η στρατηγική Southampton έχει καλύτερα αποτελέσματα μόνο ο master, και ο slave συγκεντρώνει μόνο 24 βαθμούς. Επίσης η στρατηγική TWICE DEFECTION αρχίζει την τιμωρία της, εάν εντοπίσει τη μη συνεργασία σε δύο συνεχόμενους γύρους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην εντοπίζει δύο συνεχόμενες μη συνεργασίες έτσι επιλεγεί πάντα την συνεργασίας και συγκεντρώνει μόλις 3 βαθμούς στους 200 γύρους. Η στρατηγική TWICE DEFECTION είναι ως τώρα η πιο ακατάλληλη επιλογή όταν συναγωνίζεται με την Southampton.

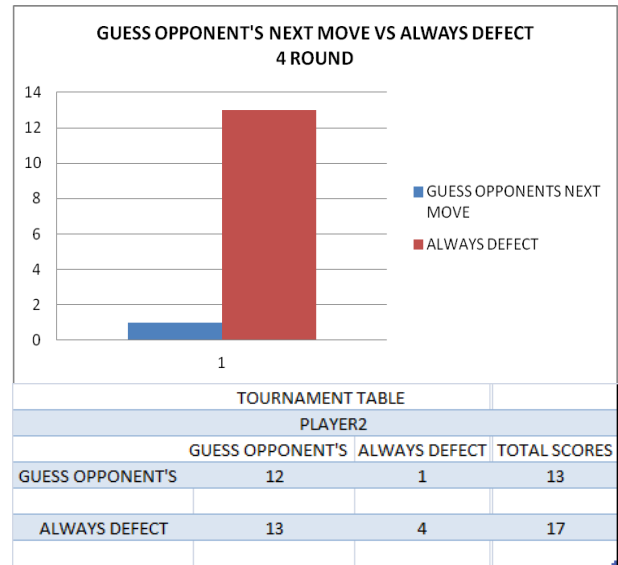
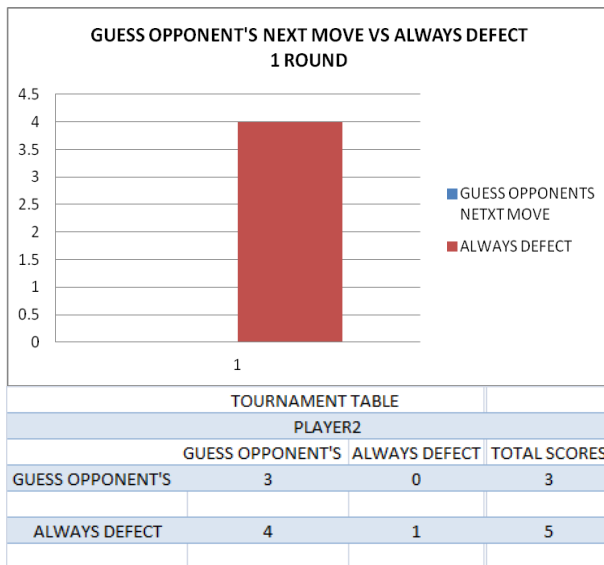


Σχήμα 3.35

Σχήμα 3.36

Ακόμα και σε πιο μεγάλο αριθμών γύρων η διάφορα παραμένει σταθερή και οι στρατηγικές Southampton συνεργάζονται μεταξύ τους πάντα, ενώ η στρατηγική TWICE DEFECTION επιλεγεί πάντα την συνεργασία και εξασφαλίζει 0 βαθμούς. Η στρατηγική Southampton υπερέχει κατά πολύ εναντίον της TWICE DEFECTION.

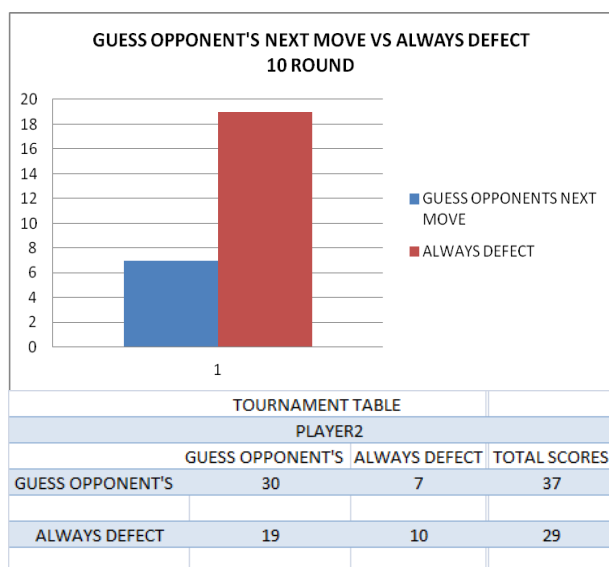
GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE VS ALWAYS DEFECT



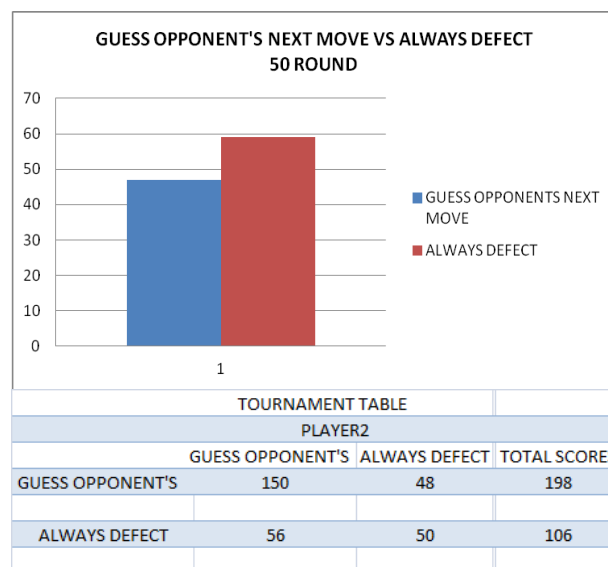
Σχήμα 3.37

Σχήμα 3.38

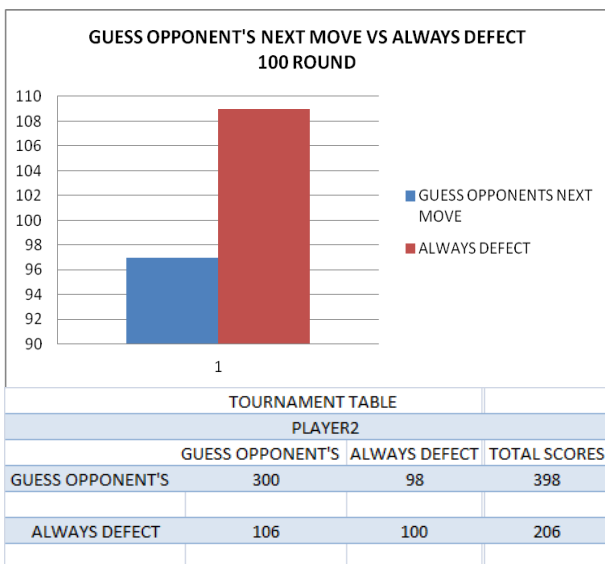
Στα σχήματα 3.37 και 3.38 παρατηρείται ότι η διάφορα της στρατηγικής ALWAYS DEFECT, στον πρώτο γύρο είναι 4 βαθμούς, διότι η στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE επιλέγει πάντα στους πρώτους 2 γύρους συνεργασία. Στον πρώτο γύρο η διάφορα είναι 4 βαθμοί, στον δεύτερο γύρο αυξάνεται σε 8 και έπειτα σε όλους τους υπόλοιπους γύρους θα διατηρείτε στους 12. Στον 3^ο γύρο η στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE θα επιλεγεί την μη συνεργασία όσο ο αντίπαλος έχει επιλέξει περισσότερες φορές την μη-συνεργασία απο ότι την συνεργασία. Η στρατηγική ALWAYS DEFECT θα επιλεγεί πάντα την μη-συνεργασία τότε το ίδιο και η στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE αυτό θα διατήρησει την διάφορα στους 12 βαθμούς.



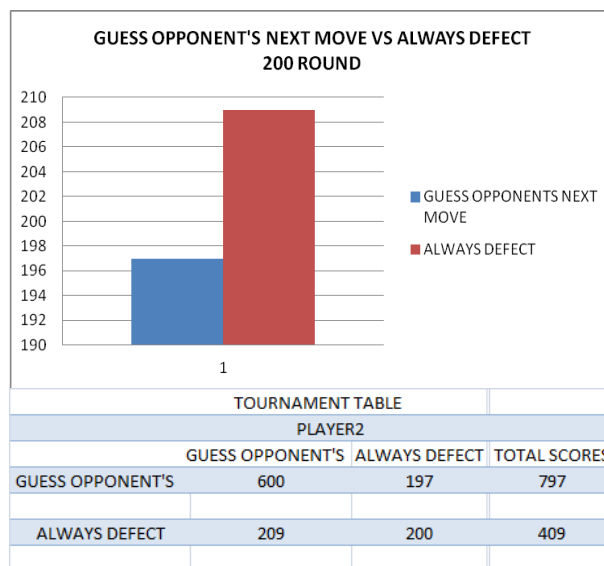
Σχήμα 3.39



Σχήμα 3.40



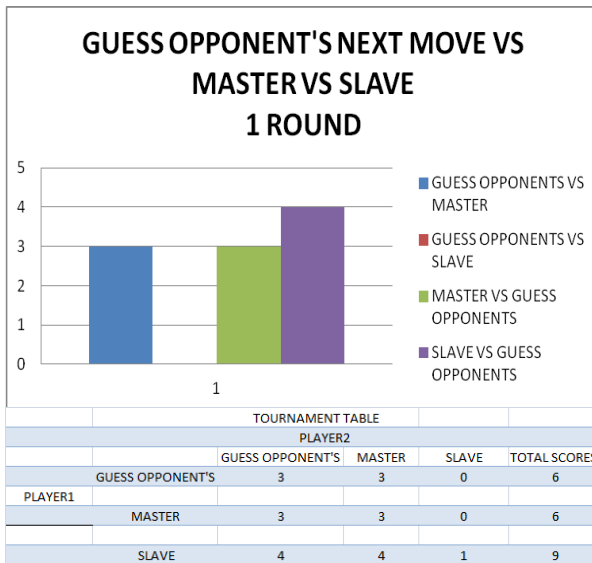
Σχήμα 3.41



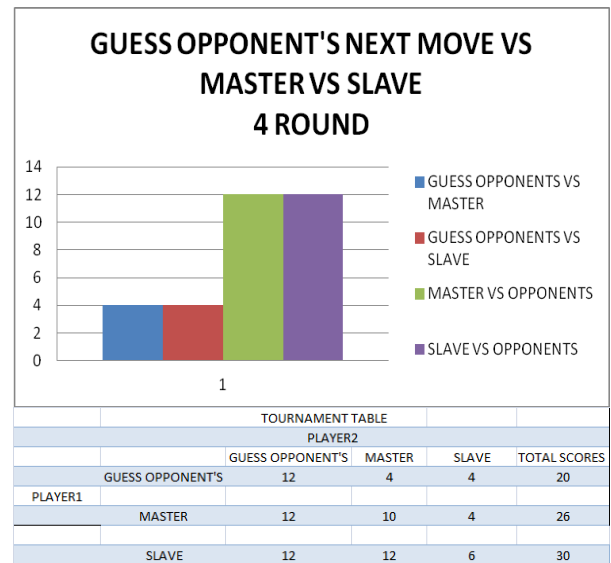
Σχήμα 3.42

Το πιο πάνω συμπέρασμα αποδεικνύεται στα σχήματα 3.39, 3.40, 3.41 και 3.42, πού αυξάνεται ο αριθμός των γύρων, αλλά η διάφορα παραμένει στους 12 βαθμούς. Εκείνο που παρατηρείται όμως από τους πίνακες των αποτελεσμάτων, αν και οι δύο συμμετέχοντες επιλέξουν την στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE τότε έχουν το περισσότερο κέρδος σε βαθμολογία.

GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE VS SOUTHAMPTON

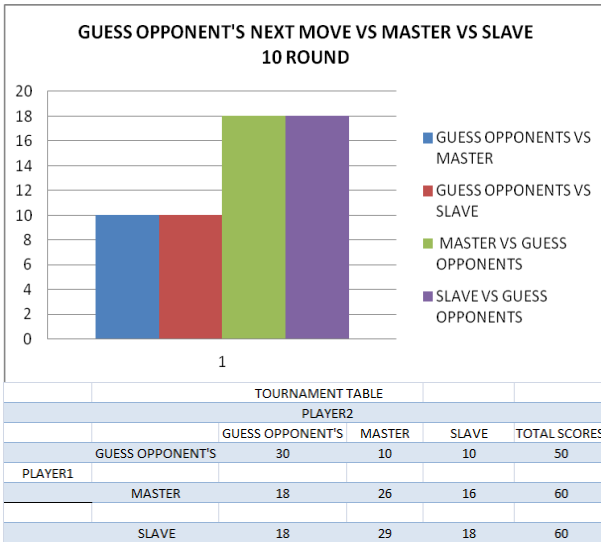


Σχήμα 3.43

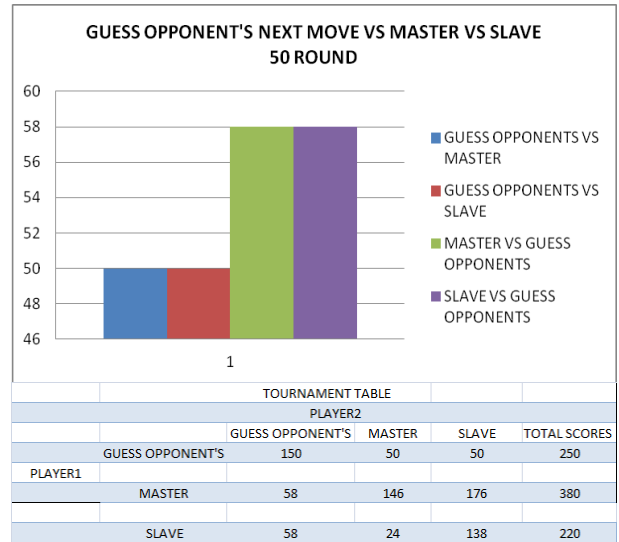


Σχήμα 3.44

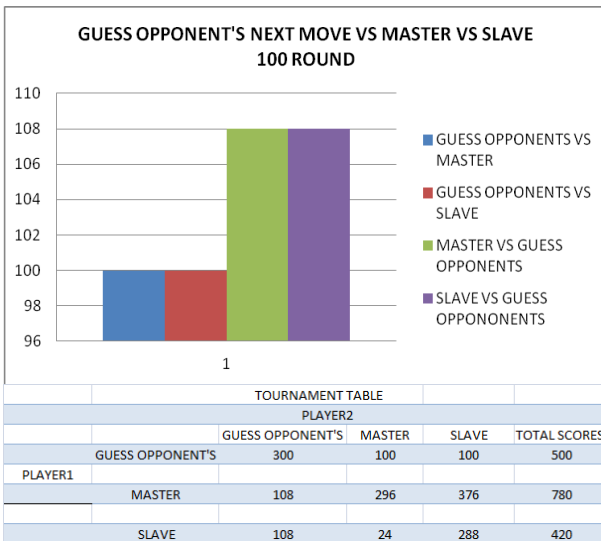
Όπως παρατηρείται στις πιο πάνω γραφικές στο σχήμα 3.43 και 3.44 αλλά και επίσης στους πίνακες με τα αποτελέσματα η στρατηγική Southampton συγκεντρώνει τους περισσότερους βαθμούς εναντίον τις GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE λόγω της συνεργασίας που υπάρχει μεταξύ τους. Στην πρώτη γραφική με αριθμό γύρων 1 η στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE συγκέντρωσε την ίδια βαθμολογία με μια εκ των Southampton αλλά μόλις αυξήθηκε ο αριθμός των γύρων σε τέσσερις οι στρατηγικές Southampton βρίσκονται στην πρώτη θέση με διάφορα 8 βαθμών από τη GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE.



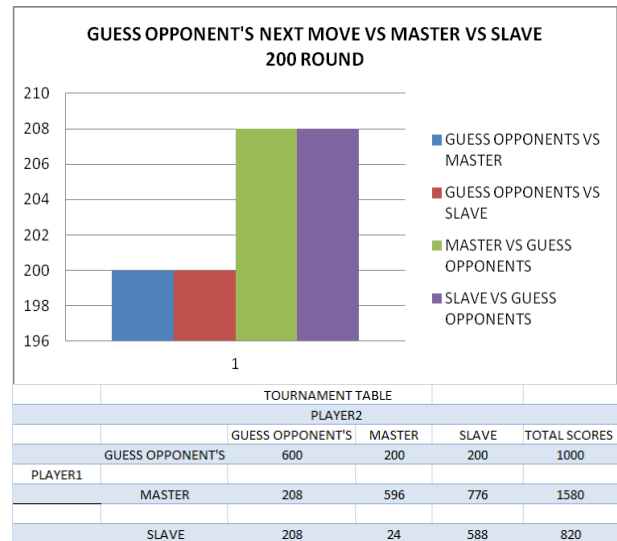
Σχήμα 3.45



Σχήμα 3.46



Σχήμα 3.47



Σχήμα 3.48

Με την αύξηση των γύρων η διάφορα διατηρείται στους 8 βαθμούς μεταξύ της στρατηγικής GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE και της Southampton. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι τους πρώτους 2 γύρους θα επιλεγεί πάντα τη συνεργασία και μετά στον 3ο γύρο θα αρχίσει να εφαρμόζει την στρατηγική της τιμωρίας έτσι η διαφορά πάντα θα παραμένει στο 8 βαθμούς.

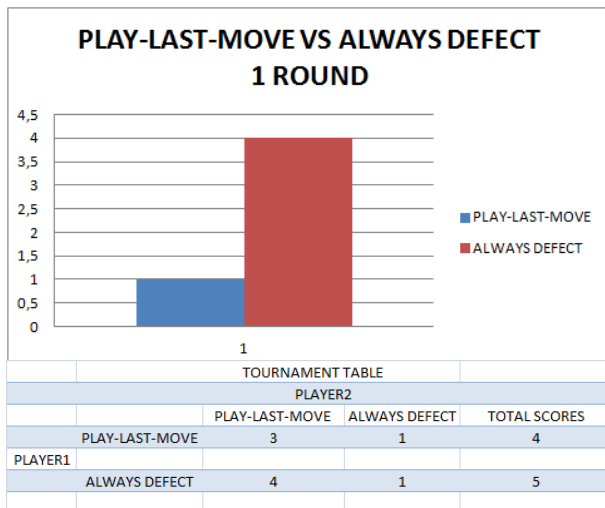
Επίσης παρατηρείται ότι τα καλύτερα αποτελέσματα κερδίζει η τακτική master and slave με 776 βαθμού, αλλά αυτή η βαθμολογία αναφέρεται μόνο στον master ενώ ο slave έχει μόλις 24 βαθμούς. Αν και οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν την στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE θα είχαν κερδίσει 600 βαθμούς ο καθένας τους, γεγονός το οποίο προωθεί τη συνεργασία και το κοινό όφελος και στους 2 παίκτες σε αντίθεση με την southampton που εξασφαλίζει κέρδος μόνο στον master.

Έως τώρα βάση των συγκρίσεων παρατηρείται ότι η στρατηγική PUNISH είχε διαφορά 16 βαθμούς στους 200 γύρους από την SOUTHAMPTON ενώ η στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE έχει μόλις 8 βαθμούς διαφορά στους 200 γύρους. Επίσης διαπιστώθηκε ότι τις μέγιστες βαθμολογίες εξασφαλίζουν οι στρατηγικές που έχουν σαν τακτική να συνεργάζονται στον πρώτο γύρο και αν ο αντίπαλος τους δεν πράξει το ίδιο τότε εκδικούνται.

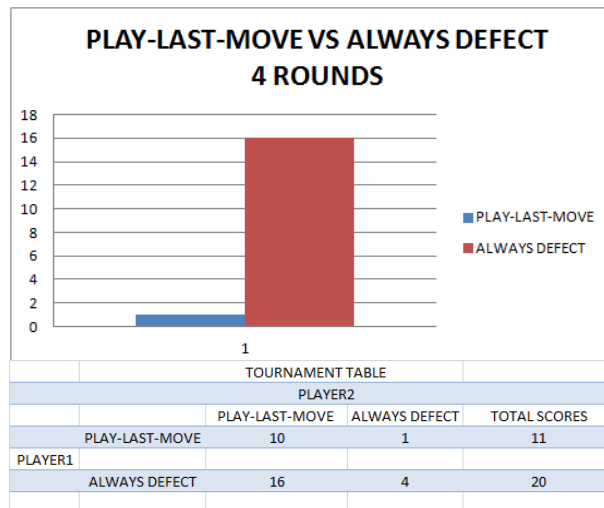
Η στρατηγική GUESS OPPONENT'S NEXT MOVE βρίσκεται στην πιο κοντινή διαφορά που εξασφάλισε έως τώρα μια στρατηγική, που σχεδιαστική για τον σκοπό αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής εναντία στην SOUTHAMPTON, και επίσης προωθεί την συνεργασίας.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE, είναι η μονή στρατηγική που δεν έχει ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα με τις άλλες, δηλαδή τις TIT-FOR-TAT, GRIM, ALWAYS COOPERATE, ALWAYS COOPERATE, SOUTHAMPTON, για τον λόγω του οτι δεν συνεργάζεται πάντα στον πρώτο γύρο και δεν έχει κάποιο είδους τιμωρίας αν μια από τις άλλες στρατηγικές δεν έχει επιλέξει την συνεργασία. Για αυτό πιο κάτω εξηγείτε πως αυτή η στρατηγική συμπεριφέρετε, και πια ακριβώς κέρδη έχει ανάμεσα σε όλες τις άλλες στρατηγικές.

PLAY-LAST-MOVE VS ALWAYS DEFECT

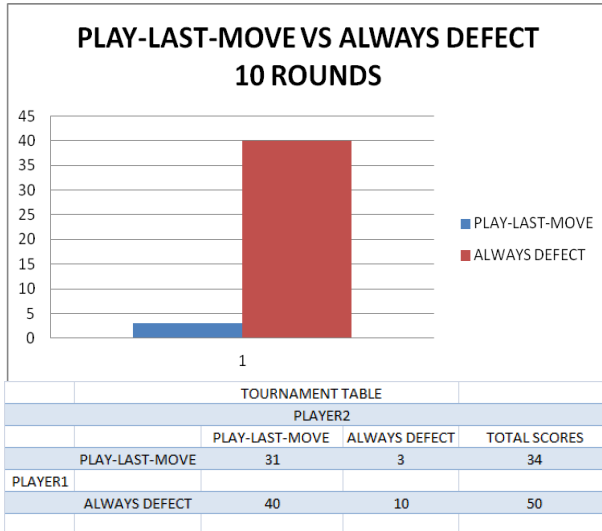


Σχήμα 3.49

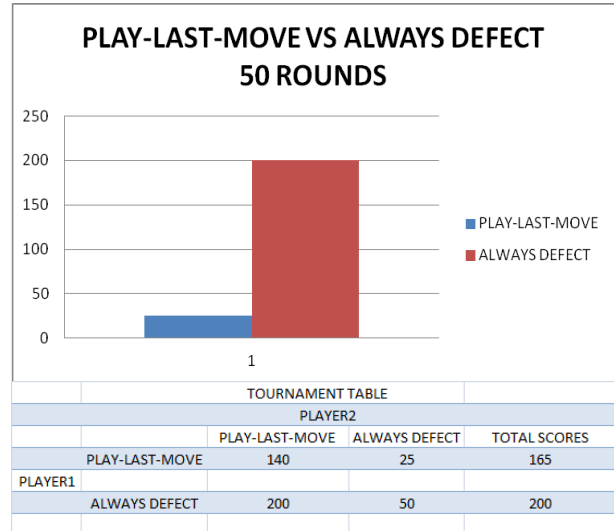


Σχήμα 3.50

Βάσει των σχημάτων 3.49 και 3.50 η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE συγκεντρώνει πιο λίγους βαθμούς έναντι της ALWAYS DEFECT για τον λόγο ότι η στρατηγική τον πρώτο γύρο χρησιμοποιεί τυχαία επιλογή και βάση αυτής αν έχει κερδίσει 3 ή και 4 βαθμούς τότε επαναλαμβάνει την προηγούμενη επιλογή αλλιώς επιλεγεί τυχαία την επομένη κίνηση. Στον πρώτο γύρο είχε επιλέξει τυχαία τη μη συνεργασία και εξασφάλισε 1 βαθμό όπως και ο αντίπαλος, έπειτα στους επομένους γύρους επέλεξε τυχαία την συνεργασία και εξασφάλισε 0 βαθμούς, Αυτό συμβαίνει γιατί ο αντίπαλος πάντα επιλεγεί μη-συνεργασία άρα η μέγιστη βαθμολογία που θα εξασφαλίσει είναι 1 βαθμό αν επιλέξει μη-συνεργασία άρα σε κάθε γύρο αφού δεν κέρδισε ποτέ τρεις ή και τέσσερις βαθμούς τυχαία θα επιλεγεί μια στρατηγική.

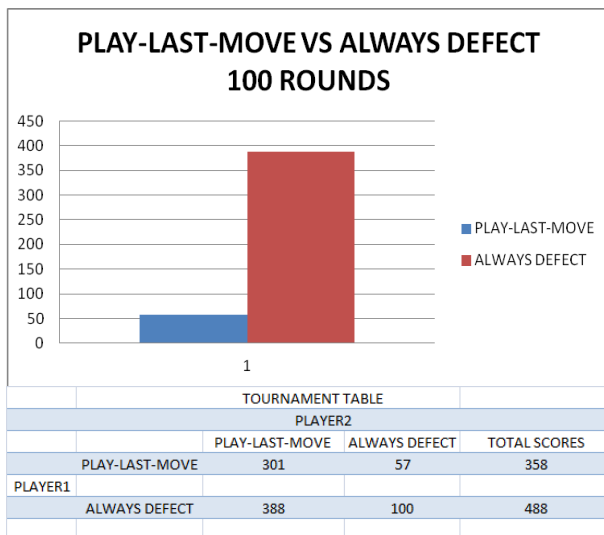


Σχήμα 3.51

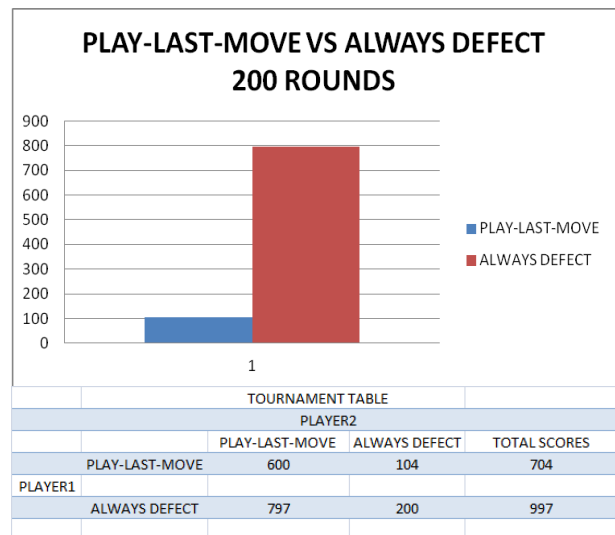


Σχήμα 3.52

Όσο αυξάνεται ο αριθμός των γύρων η στρατηγική ALWAYS DEFECT αυξάνει την διαφορά της, διότι εάν τυχαία επιλέξει συνεργασία η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE θα έχει ως αποτέλεσμα να κερδίσει 0 βαθμούς ενώ η στρατηγική ALWAYS DEFECT θα αποκτήσει 4.



Σχήμα 3.53

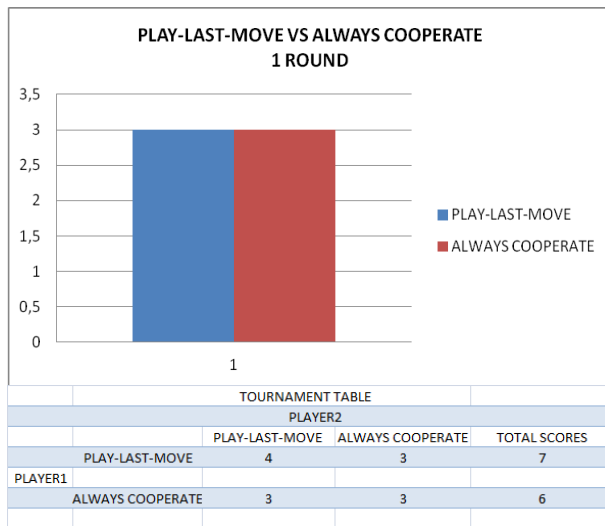


Σχήμα 3.54

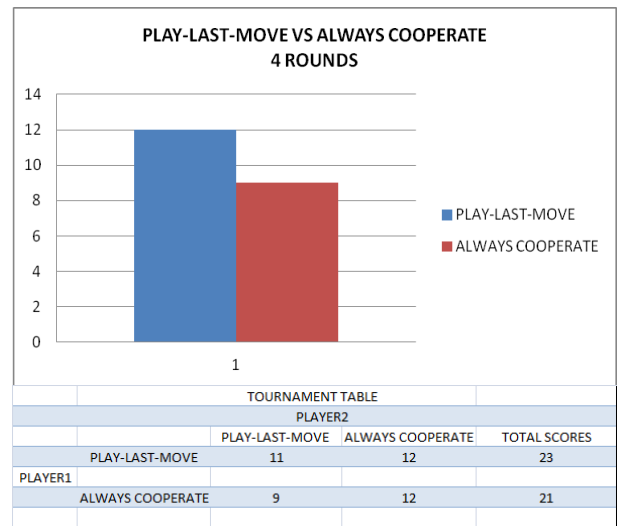
Το πιο πάνω γεγονός φαίνεται πιο έντονα στο σχήμα 3.54 με τους 200 γύρους η διαφορά είναι 693 βαθμούς. Αυτό που παρατηρείτε είναι ότι αν και οι δύο συμμετέχοντες επιλέξουν την PLAY-LAST-MOVE τότε εξασφαλίζουν μαζί την ψηλότερη βαθμολογία. Αν και οι δύο επιλέξουν στην αρχή την μη συνεργασία, τότε και οι δύο παίκτες στον επόμενο γύρο θα

επιλέξουν μια άλλη επιλογή έως ότου και οι δύο συμμετέχοντες συνεργαστούν για να επιτύχουν μια συνεργασία σε οποιοδήποτε γύρο. Έτσι θα συνεχίζουν μέχρι το τέλος του τουρνουά με συνεργασία αφού θα εξασφαλίζουν και οι δύο 3 βαθμούς. Αυτό όμως μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε αριθμών γύρων λόγω της τυχαίας επιλογής που χρησιμοποιούν άρα δεν μπορεί να διασφαλίσει τη συνεργασία ανεξαρτήτως αριθμών γύρων.

PLAY-LAST-MOVE VS ALWAYS COOPERATE

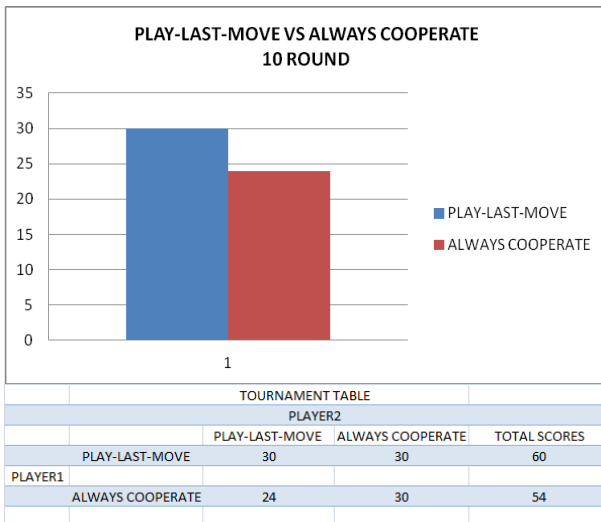


Σχήμα 3.55

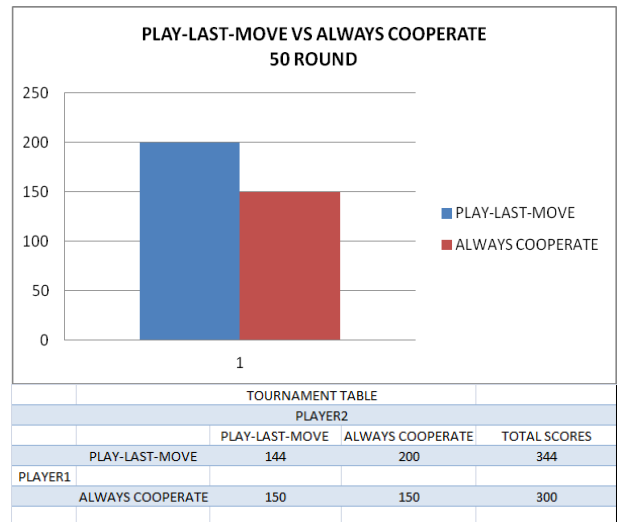


Σχήμα 3.56

Στα σχήματα 3.55 και 3.56 παρατηρείται ότι τον πρώτο γύρο οι στρατηγικές ισοβαθούν διότι η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE τυχαία επέλεξε τη συνεργασία και η ALWAYS COOPERATE θα επιλέγει πάντα την συνεργασία. Έτσι συγκέντρωσαν μαζί από 3 βαθμούς, στην συνέχεια ο αριθμός των γύρων είναι 4 παρατηρείτε ότι η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE έχει συγκέντρωση περισσότερους βαθμούς απο ότι η ALWAYS COOPERATE.

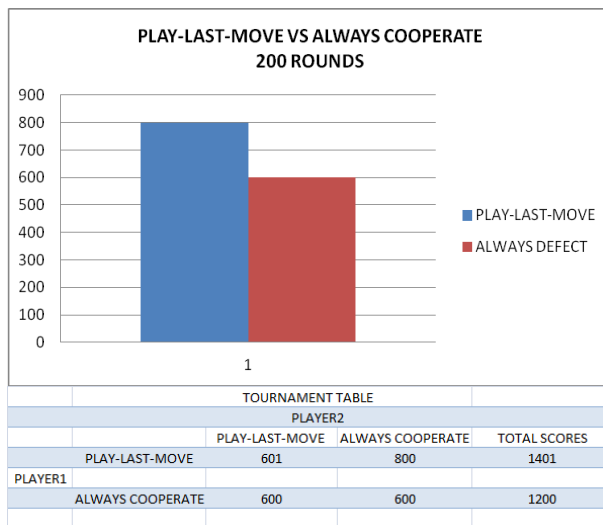


Σχήμα 3.57



Σχήμα 3.58

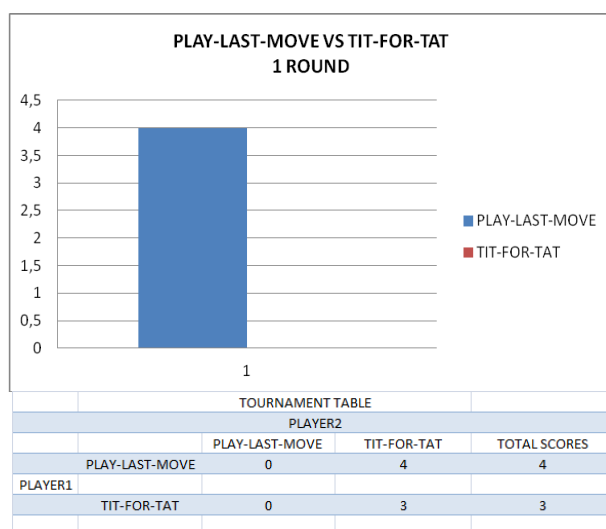
Έπειτα στα σχήματα 3.57 και 3.58 αυξήθηκε ο αριθμός των γύρων σε 10 και 50 και η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE διατηρείται στην πρώτη θέση με διαφορά 50 βαθμών στους 50 γύρους. Αν και οι δύο παίκτες χρησιμοποιήσουν, την τακτική ALWAYS COOPERATE τότε συγκεντρώνουν περισσότερους βαθμούς. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE, δεν έχει κάποια συγκεκριμένη τακτική για την επίτευξη συνεργασίας ή την προώθηση της παρά μόνο να εξασφαλίσει 3 ή και 4 βαθμούς. Αυτό εξασφαλίζει ένα προβάδισμα στην στρατηγική PLAY-LAST-MOVE, που έχει σαν στόχο μόνο το δικό της όφελος όταν ανταγωνίζεται με μια στρατηγική που πάντα συνεργάζεται.



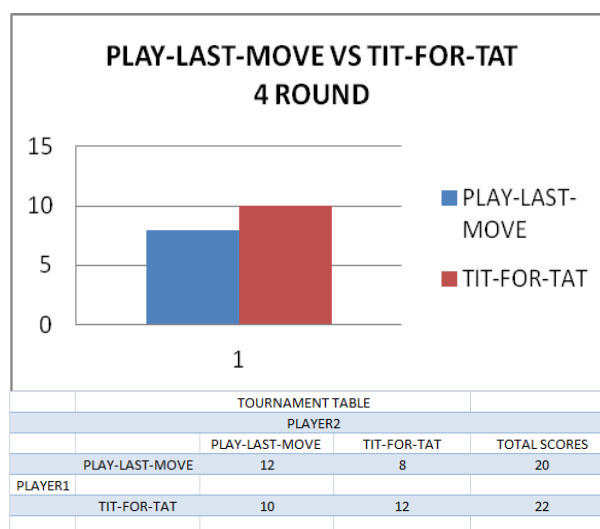
Σχήμα 3.59

Όταν αυξήθηκε ο αριθμός των γύρων σε 200 όπως εμφανίζεται στο σχήμα 3.59 η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE βρίσκεται στην πρώτη θέση με διαφορά 200 βαθμών. Αυτό οφείλεται στη τυχαία επιλογή, αν επιλέξει τη μη-συνεργασία επιτυγχάνει 4 βαθμούς και 0 ο αντίπαλος, και αν επιλέξει συνεργασία τότε εξασφαλίζει 3 βαθμούς αρά στην προκειμένη περίπτωση που ο αντίπαλος επιλεγεί να συνεργάζεται πάντα η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE θα βρίσκεται είτε στην ίδια βαθμολογία ή και σε ψηλότερη θέση πάντα.

PLAY-LAST-MOVE VS TIT-FOR-TAT

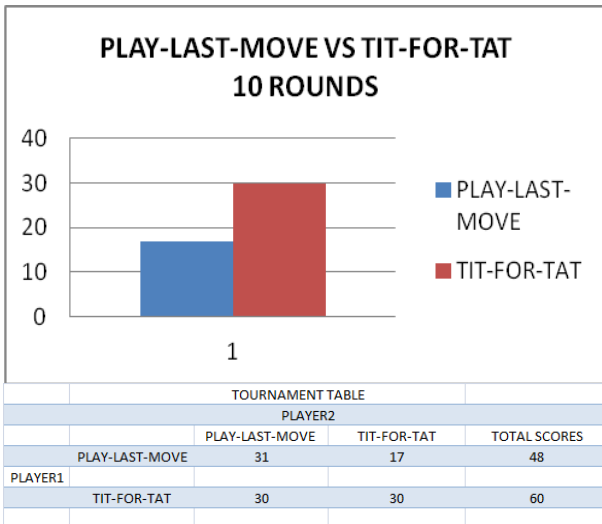


Σχήμα 3.60

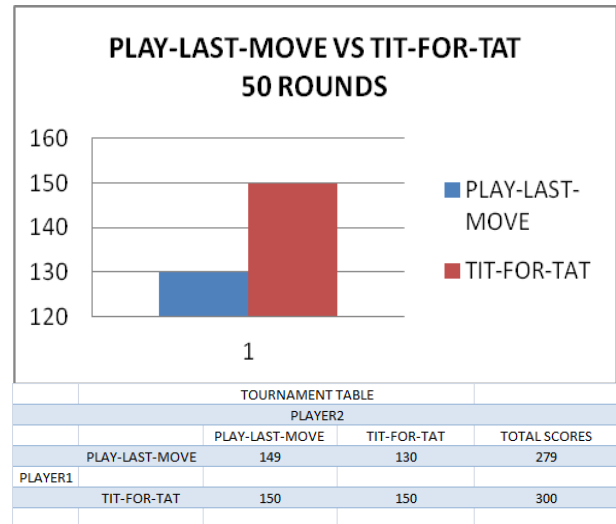


Σχήμα 3.61

Στην σύγκριση των πιο πάνω στρατηγικών παρατηρείται ότι στον πρώτο γύρο η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE κέρδισε 4 βαθμούς, ενώ η TIT-FOR-TAT 0. Αυτό συμβαίνει διότι η TIT-FOR-TAT πάντα επιλέγει τη συνεργασία στον πρώτο γύρο, και η αντίπαλη στρατηγική επέλεξε τυχαία την μη συνεργασία. Στη συνέχεια η στρατηγική TIT-FOR-TAT, απέκτησε το προβάδισμα στην βαθμολογία, όταν άρχισε να ενεργοποιεί την τιμωρία της βάση της επιλογής του αντιπάλου.

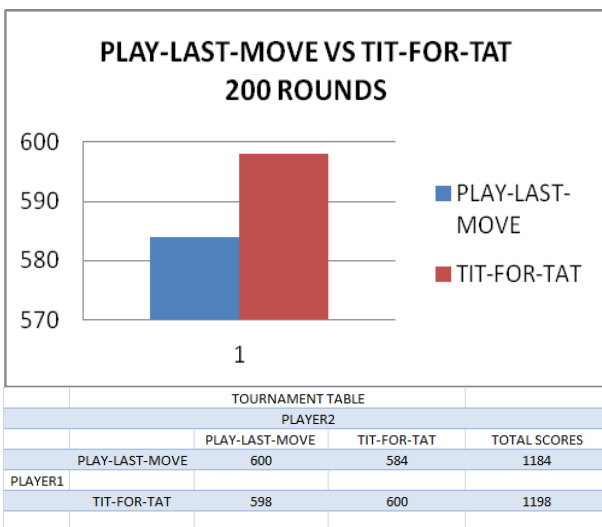


Σχήμα 3.62



Σχήμα 3.63

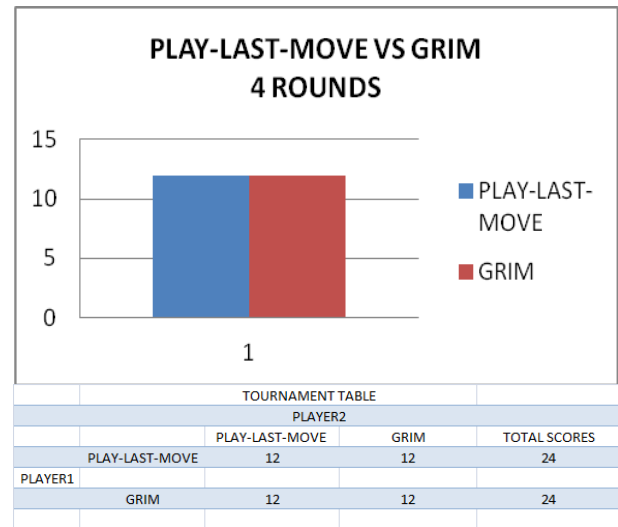
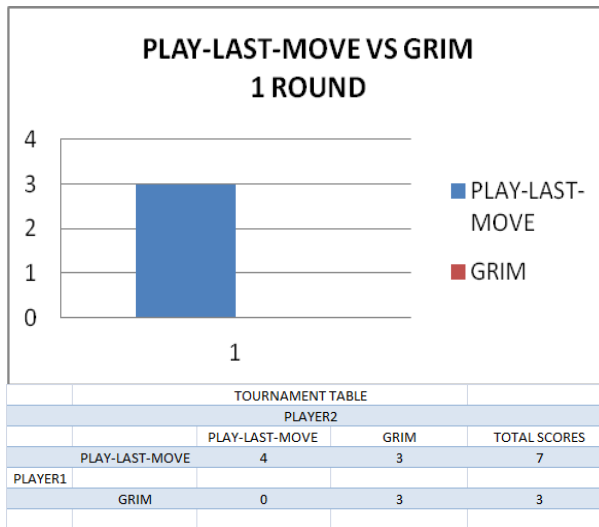
Σε αύξηση των γύρων η στρατηγική TIT-FOR-TAT παραμένει στην πρώτη θέση με διάφορα 20 βαθμών στους 50 γύρους.



Σχήμα 3.64

Στο σχήμα 3.64 η στρατηγική TIT-FOR-TAT στους 200 γύρους διατηρεί το προβάδισμα.

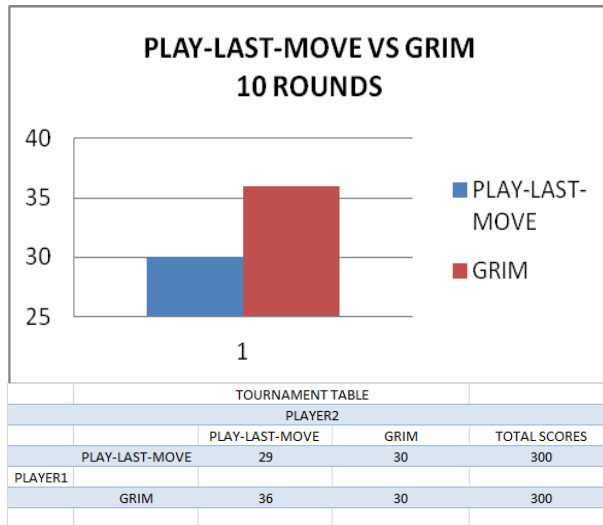
PLAY-LAST-MOVE VS GRIM



Σχήμα 3.65

Σχήμα 3.66

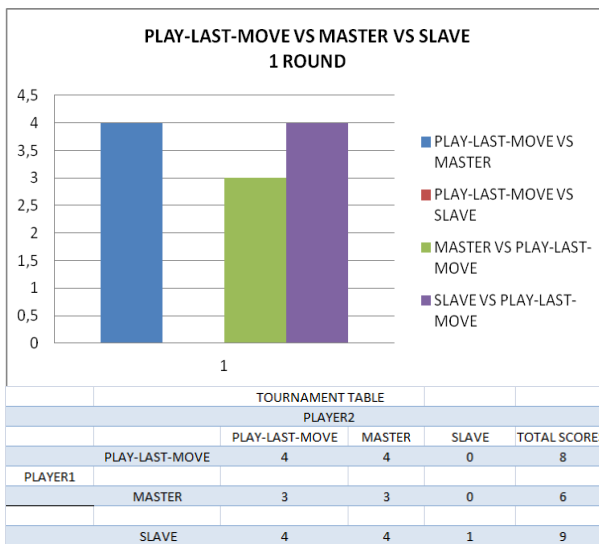
Η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE στον πρώτο γύρο προηγείται διότι τυχαία έχει επιλέξει τη μη συνεργασία, ενώ η GRIM όπως ορίζεται και στην τακτική της στον πρώτο γύρο συνεργάζεται. Έπειτα στους 4 γύρους η στρατηγική GRIM καταφέρνει να ισοφαρίσει την PLAY-LAST-MOVE και στην συνέχεια θα επιλέξει την μη συνεργασία διότι η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE έχει επιλέξει την μη συνεργασία στον πρώτο γύρο.



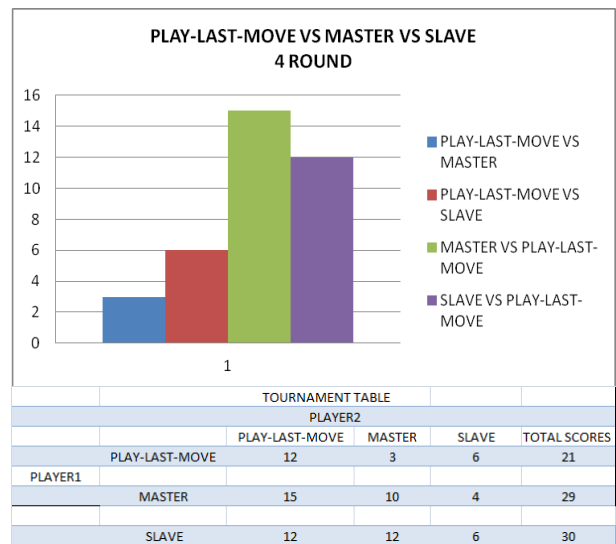
Σχήμα 3.67

Το πιο πάνω συμπέρασμα επιβεβαιώνεται στο σχήμα 3.67. Η GRIM σε όλους τους επόμενους γύρους θα προηγείται της PLAY-LAST-MOVE εφόσον θα επιλέγει πάντα την μη-συνεργασία.

PLAY-LAST-MOVE VS SOUTHAMPTON



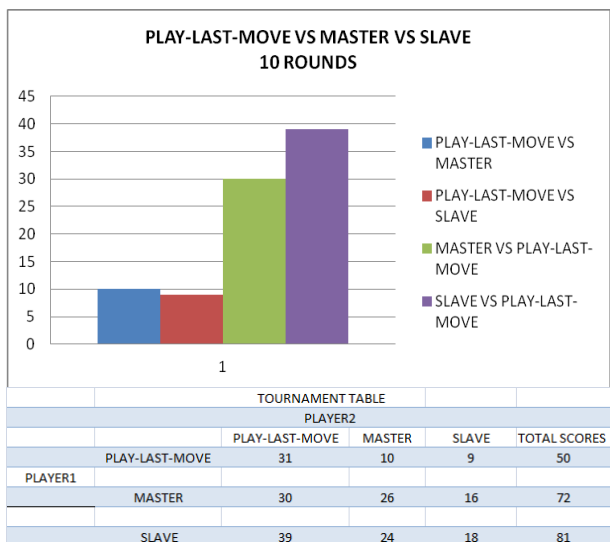
Σχήμα 3.68



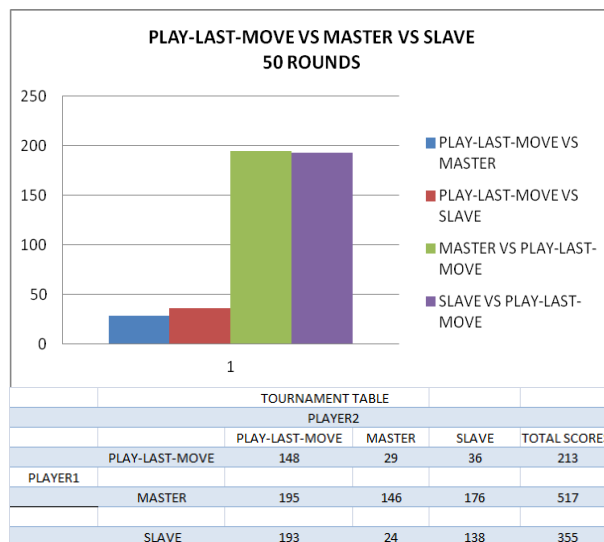
Σχήμα 3.69

Στις πιο πάνω συγκρίσεις παρατηρείται ότι στον πρώτο γύρο η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE έχει συγκεντρώσει την ίδια βαθμολογία με μια από τις SOUTHAMPTON. Όμως όσο

αυξάνουμε τον αριθμό των γύρων και οι στρατηγικές SOUTHAMPTON έχουν τον χρόνο να συνεργαστούν μεταξύ τους προηγούνται της PLAY-LAST-MOVE.

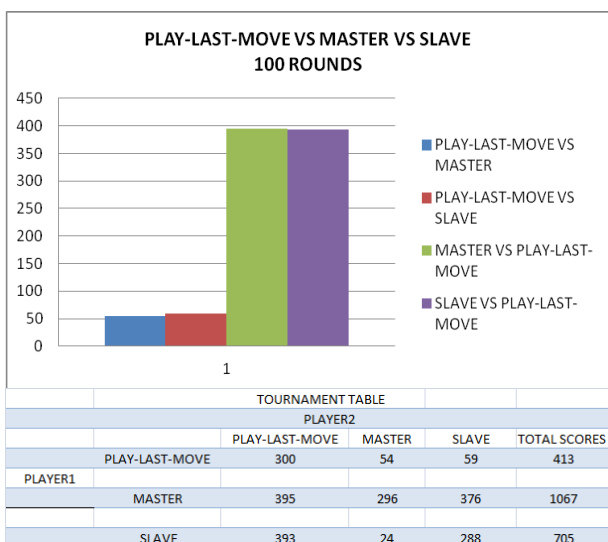


Σχήμα 3.70

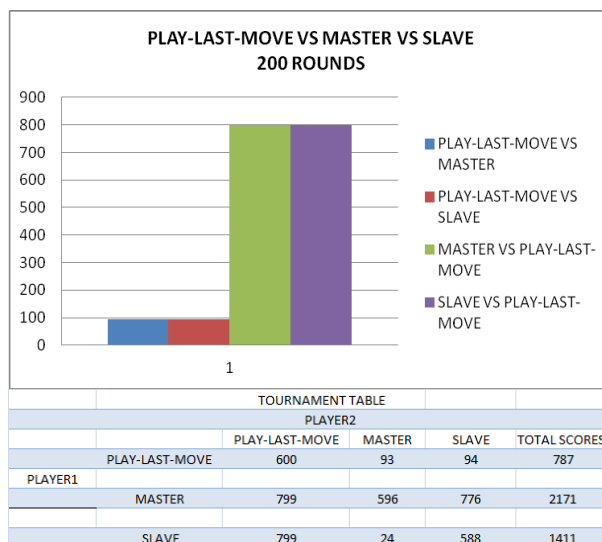


Σχήμα 3.71

Η πιο πάνω διαπίστωση επιβεβαιώνεται από τους πιο πάνω πίνακες, η διαφορά που έχουν οι στρατηγικές SOUTHAMPTON με την PLAY-LAST-MOVE είναι πολύ μεγάλη.



Σχήμα 3.72



Σχήμα 3.73

Όσο αυξάνονται οι αριθμοί των γύρων η στρατηγική SOUTHAMPTON διατηρείται στην πρώτη θέση και μάλιστα η διαφορά είναι πολύ μεγάλη.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ

Πιο πάνω έγινε μια σύγκριση μεταξύ των υλοποιημένων στρατηγικών που υπήρχαν στον πρόγραμμα, έναντι αυτών που σχεδιάστηκαν για τον σκοπό αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής.

Με σκοπό την επιλογή μια στρατηγικής, για την υλοποίηση ενός αρχικού πρωτοκόλλου επικοινωνίας, εφόσον τρεις από τις υλοποιημένες στρατηγικές έχουν ακριβώς τα ίδια αποτελέσματα με τις τρεις από τις οποίες σχεδιάστηκαν, προχωρήσαμε σε περαιτέρω ανάλυση των στρατηγικών που δεν μας επέφεραν τα ίδια αποτελέσματα. Με βάση αυτή την ανάλυση παρατηρούμε ότι η στρατηγική PLAY-LAST-MOVE συγκεντρώνει περισσότερους βαθμούς μόνο όταν συναγωνιστεί εναντίον της ALWAYS COOPERATE, και επίσης δεν προωθεί την συνεργασία. Η στρατηγική ALWAYS DEFECT συγκεντρώνει περισσότερους βαθμούς έναντι των στρατηγικών που σχεδιάστηκαν, αλλά δεν προωθεί την συνεργασία. Για τους λόγους αυτούς οι πιο πάνω στρατηγικές αποκλείονται από τις επιλογές μας.

Βάση των αποτελεσμάτων της σύγκρισης αυτής, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η συνεργασία εξασφαλίζει και στους δύο συμμετέχοντες τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Για τον λόγο αυτό συγκρίθηκε η στρατηγική SOUTHAMPTON μεταξύ των στρατηγικών PUNISH, TWICE DEFECT, GUESS OPPONENTS NEXT MOVE.

Με τα αποτελέσματα των συγκρίσεων, των τεσσάρων στρατηγικών η GUESS OPPONENTS NEXT MOVE είναι η πιο κατάλληλη από τις επιλογές μας λόγω της μικρής διαφοράς που την χωρίζει από την SOUTHAMPTON στην βαθμολογία, και αντίθετα με την SOUTHAMPTON προωθεί την συνεργασία όπου αυτό έχει όφελος και στους δύο συμμετέχοντες.

Κεφάλαιο 4

Αρχικό πρωτόκολλο

Ακόλουθι μια πιθανή προσέγγιση για τον σχεδιασμό ενός αρχικού πρωτόκολλου επικοινωνίας, ανάμεσα στους διαφόρους σταθμούς αναμετάδοσης, όπως και η ανάλυση του. Ο σχεδιασμός του αρχικού πρωτόκολλου επικοινωνίας θα βασίζεται στην στρατηγική που επιλέγηκε μέσα από την αξιολόγηση που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3

4.1 Σχεδιασμός αρχικού πρωτόκολλου και ανάλυση

Ανάλυση βημάτων για τον σχεδιασμό ενός αρχικού πρωτόκολλου:

Το αρχικό πρωτόκολλο θα ακόλουθη τα εξής βήματα,

Μόλις ο σταθμός αναμετάδοσης τεθεί σε λειτουργία, θα κάνει έλεγχο για τα γειτονικά δίκτυα που βρίσκονται στην εμβέλεια του, έπειτα θα εντοπίζει ποιοι σταθμοί αναμετάδοσης λειτουργούν στο ίδιο κανάλι μαζί του, και το SNR(signal to noise ratio)[19] τους προκαλεί παρεμβολές.

Στο επόμενο βήμα ελέγχει εάν υπάρχει κάποιο ελεύθερο κανάλι στο οποίο μπορεί να λειτουργήσει χωρίς να υπάρχει παρεμβολή, εάν ανιχνεύσει ελεύθερο κανάλι τότε αλλάζει σε αυτό, αλλιώς προχωρά στο επόμενο βήμα, και εκπέμπει ένα μήνυμα (multicast message) [20] στα γειτονικά δίκτυα, που λειτουργούν στο ίδιο κανάλι.

Με σκοπό να δημιουργήσουν μαζί μια ομάδα, εάν δεν υπάρχει ειδή ομάδα τότε οι γειτονικοί σταθμοί αναμετάδοσης του εισηγητή, επικοινωνούν με τα άμεσος επόμενα

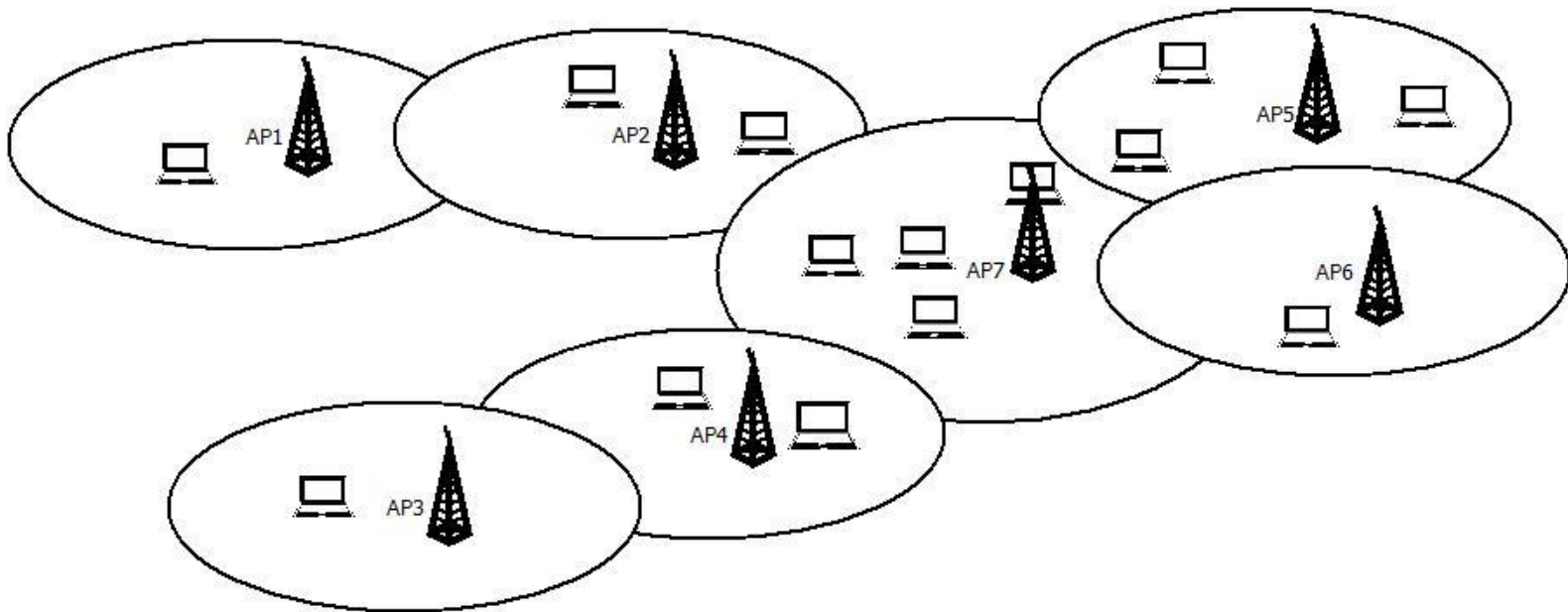
γειτονικά τους δίκτυα. Για να καθορίσουν αν μπορούν να δημιουργήσουν μαζί μια ομάδα με την προϋπόθεση ότι είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες των σταθμών τους. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την ελευθέρωση κάποιου καναλιού επικοινωνίας.

Έως ότου ολοκληρωθεί η πιο πάνω διαδικασία ο εισηγητής παραμένει σε κατάσταση αναμονής (idle state) και περιμένει την απάντηση από τα γειτονικά του δίκτυα, στην περίπτωση που δημιουργήθηκε ομάδα και έχει ελευθερωθεί κάποιο κανάλι θα προχωρήσει με το να συνδεθεί σε αυτό. Αλλιώς ο εισηγητής στην συνέχεια αποστέλλει ένα μήνυμα στο κάθε μέλος της ομάδας για τον υπολογισμό των ενδιαμέσων σταθμών (number of hops) που χρειάζονται, για να επικοινωνήσουν μεταξύ όλων των σταθμών αναμετάδοσης που βρίσκονται στην ίδια ομάδα. Αυτή η διαδικασία γίνεται με σκοπό να εντοπιστεί ποιος σταθμός αναμετάδοσης βρίσκεται στην καλύτερη τοποθεσία, έτσι ώστε να αναλάβει τον ρόλο του αρχηγού για να έχει την καλύτερη δυνατή απόδοση το δίκτυο. Όταν ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία ο κάθε σταθμός αναμετάδοσης ενημερώνει τον εισηγητή με τα αποτελέσματα της μέτρησης. Έπειτα βάση όλων αυτών των αποτελεσμάτων συμπεριλαμβανομένου των μετρήσεων του εισηγητή καθορίζεται ο αρχηγός της ομάδας.

Στη σπάνια περίπτωση που θα υπάρξει ισοβάθμια μεταξύ κάποιων σταθμών αναμετάδοσης, προβλέπεται μια δεύτερη διαδικασία μεταξύ αυτών των συγκεκριμένων σταθμών. Η οποία προβλέπει ότι ο κάθε σταθμός αναμετάδοσης θα αναλαμβάνει τον ρόλο του αρχηγού προσωρινά και οι υπόλοιποι εκ των σταθμών τον ρόλο του αναμεταδότη (repeater). Αυτό γίνεται για να υπολογιστεί ο αριθμός των ενδιάμεσων σταθμών (number of hops) προς όλα τα άλλα δίκτυα (δηλαδή αυτόν που βρίσκονται στην ομάδα αλλά και αυτόν που δεν είναι μέλη της ομάδας), βάση των υπολογισμών αυτών ο σταθμός αναμετάδοσης που θα συγκεντρώσει την ψηλότερη βαθμολογία θα αναλάβει τον ρόλο του αρχηγού. Σε αυτήν την περίπτωση, θα υπάρξει κάποια καθυστέρηση (delay) στο δίκτυο έως ότου καθοριστεί ο αρχηγός της ομάδας.

Στην περίπτωση που οι γειτονικοί σταθμοί αναμετάδοσης είναι ήδη σε ομάδα ο αρχηγός αυτής της ομάδας απαντά πίσω με ένα μήνυμα στο οποίο δηλώνεται στο σταθμό αναμετάδοσης, ο οποίος αποστέλλει αίτημα συνεργασίας, ότι υπάρχει ήδη ομάδα και είναι ο αρχηγός. Έπειτα η πιο πάνω διαδικασία ακολουθείται μόνο μεταξύ του σταθμού

αναμετάδοσης που εισηγείται την δημιουργία ομάδας και του αρχηγού της ομάδας για να καθοριστεί ποιος από τους δύο θα αναλάβει τον ρολό του αρχηγού.



Σχήμα 4.1 κάθε κύκλος συμβολίζει την εμβέλεια που εκπέμπει ο κάθε σταθμός αναμετάδοσης και είναι θεωρητικό 100 μετρά. Επίσης όλοι οι σταθμοί αναμετάδοσης λειτουργούν σε 802.11b/g, και το προεπιλεγμένο κανάλι λειτουργίας τους είναι το 6. Ο συμβολισμός AP δηλώνει κάποιο σταθμό αναμετάδοσης(access point).

Πιο κάτω περιγράφεται ένα υποθετικό σενάριο ομαδοποίησης κάποιων σταθμών αναμετάδοσης με σκοπό την περαιτέρω ανάλυση ενός αρχικού πρωτοκόλλου με βάση το πιο πάνω σχήμα:

Στην περίπτωση που κάποιος σταθμός αναμετάδοσης δεν πρέπει να εξυπηρετήσει κάποιο σταθμό τότε τίθεται εκτός λειτουργίας (idle state) έως ότου καλεστεί να εξυπηρετήσει κάποιο σταθμό.

Το AP1 τίθεται σε λειτουργία, στην συνέχεια κάνει έλεγχο(scan) αν υπάρχει κάποιο ελεύθερο κανάλι και αν το ποσοστό του θορύβου στην γραμμή(SNR) είναι μικρό έτσι ώστε να μην προκαλείται παρεμβολή. Σε αυτή την περίπτωση θεωρείται ότι δεν υπάρχει κάποια παρεμβολή και θέτει τον εαυτό του σε λειτουργία στο κανάλι 6, που είναι το προεπιλεγμένο κανάλι λειτουργίας (default channel) του.

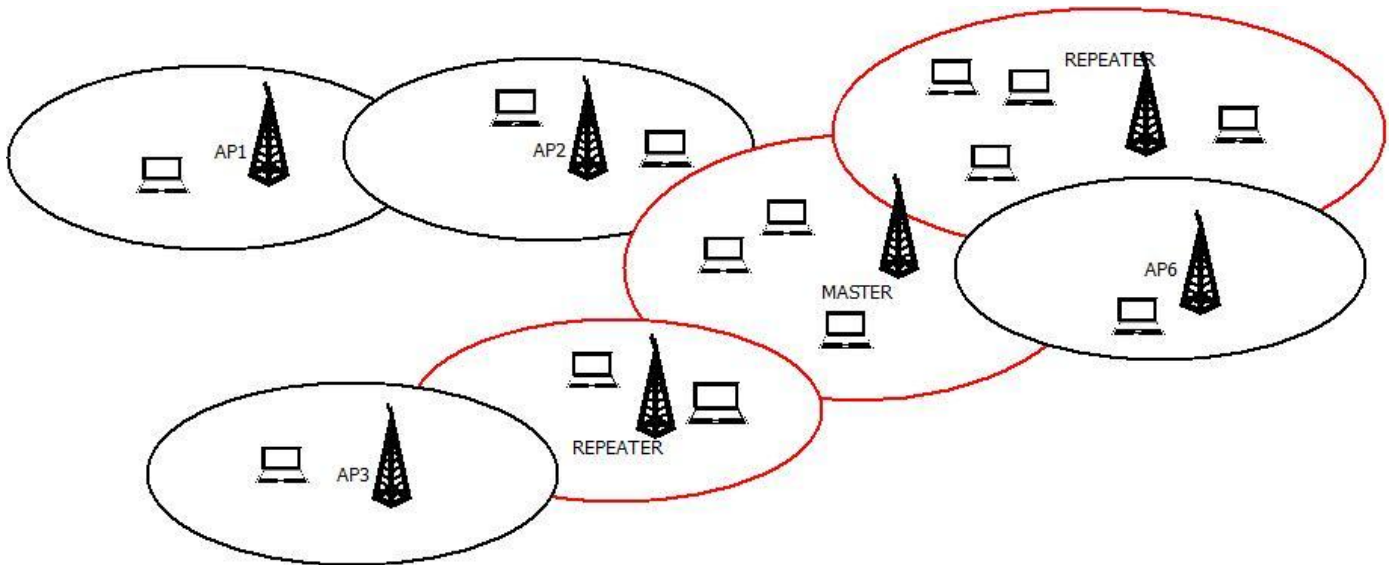
Στην συνέχεια τίθεται σε λειτουργία το AP2 και κάνει έλεγχο(scan) αν υπάρχει κάποιο ελεύθερο κανάλι και αν το ποσοστό του θορύβου στην γραμμή(SNR) είναι μικρό έτσι ώστε να μην προκαλείται παρεμβολή. Το προεπιλεγμένο κανάλι λειτουργίας του είναι κρατημένο από το AP1 και υπάρχει παρεμβολή, επείτα επιλεγεί τυχαία ένα από τα ελευθέρτα κανάλια 1 και 11 και επιλεγεί να λειτουργήσει στο κανάλι 1.

Η ακριβώς πιο πάνω διαδικασία πραγματοποιείται από τα υπόλοιπα AP του δίκτυο που έχει σαν αποτέλεσμα το AP3 να λειτουργεί στο κανάλι 1, το AP4 να λειτουργεί στο κανάλι 6, το AP5 στο κανάλι 6 και το AP6 στο κανάλι 11. Στην περίπτωση του AP7 δεν υπάρχει κάποιο ελεύθερο κανάλι για να συνδεθεί διότι στην εμβέλεια του όλα τα κανάλια είναι κρατημένα από τα AP2, AP6, AP5 και AP4.

Επίσης σε αυτήν την περίπτωση ελέγχει αν οποιοδήποτε άλλο κανάλι είναι ελεύθερο χωρίς παρεμβολές (πχ 5,8,9) παρόλο που είναι μικρή η πιθανότητα αυτά τα κανάλια να μην έχουν παρεμβολές λόγω της επικάλυψης(overlap) [σχήμα 2.1] που υπάρχει από τα τρία κύρια κανάλια, τότε συνδέεται σε αυτό. Στο σενάριο αυτό κανένα κανάλι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί λόγω των παρεμβολών που υπάρχουν.

Έπειτα το AP7 επικοινωνεί με το AP4 και το AP5 που λειτουργούν στο ίδιο κανάλι με εκείνον, στέλνοντας αίτημα συνεργασία για τον σχηματισμό ομάδας. Τα δύο AP απαντούν πίσω με αποδοχή συνεργασίας (ACK), στην συνέχεια αποστέλνετε ένα αίτημα στο AP4 και το AP5 για τον αριθμό των ενεργών σταθμών που έχει ο κάθε σταθμός αναμετάδοσης. Στην συνέχεια υπολογίζονται οι ενεργοί σταθμοί και ενημερώνεται ο εισηγητής δηλαδή το AP7. Για να υπολογιστεί ποιος σταθμός αναμετάδοσης θα αναλάβει τον ρόλο του αρχηγού το AP7 στέλνει ένα μήνυμα στο AP4 και το AP5 για να προχωρήσουν σε υπολογισμό της απόστασης που απέχουν από τους κοντινούς τους γείτονες(immediate neighbors). Αφού υπολογιστούν στέλνονται πίσω στον AP7 που και εκείνος βάση τους δικούς του

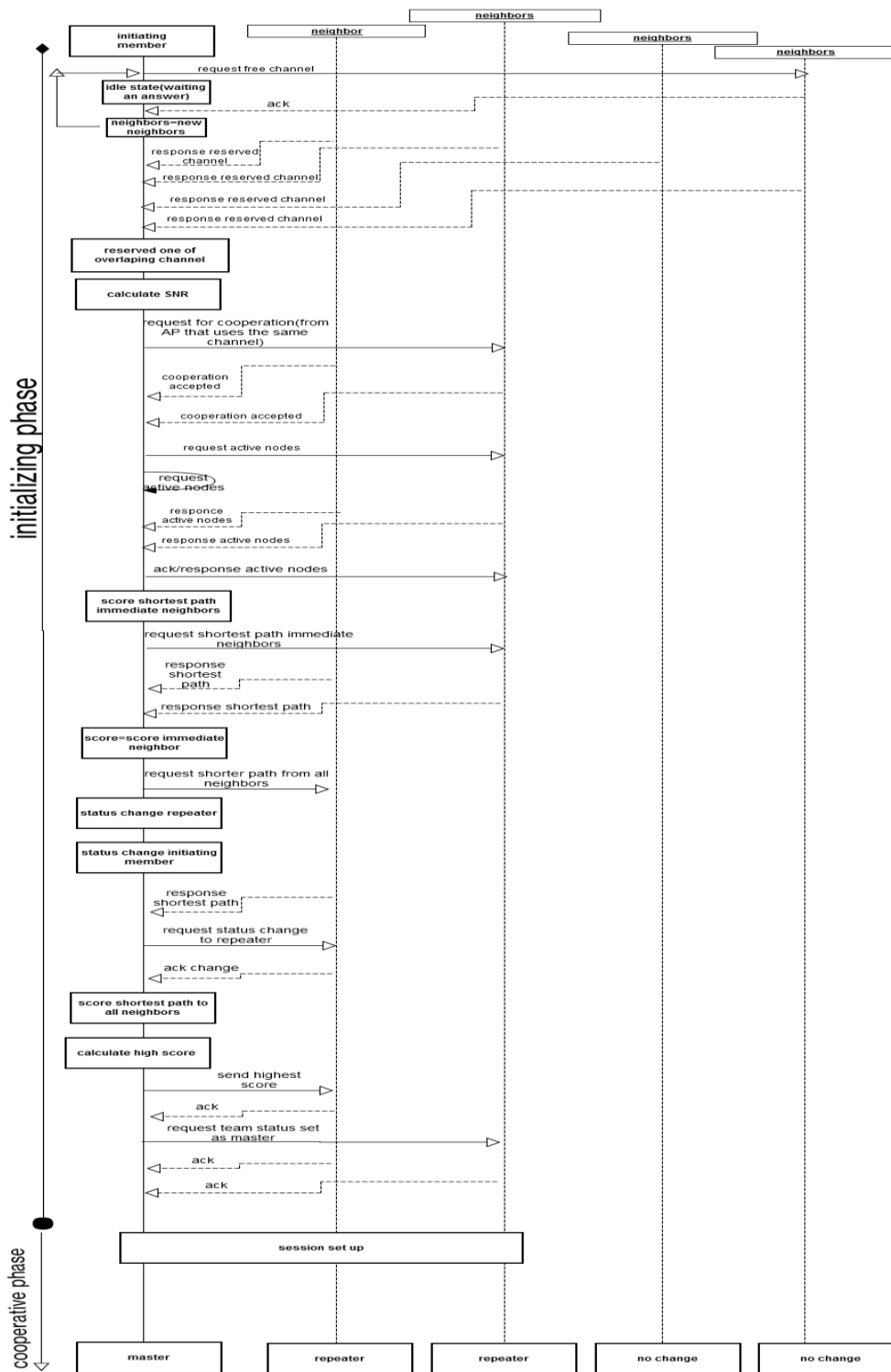
υπολογισμούς των αποστάσεων, ενημερώνει πίσω το AP4 και το AP5. Στο θεωρητικό αυτό σενάριο την καλύτερη βαθμολογία εξασφάλισε το AP7 και έτσι γίνεται ο αρχηγός της ομάδας το AP4 και το AP5 λειτουργούν σαν αναμεταδοτές (repeaters).



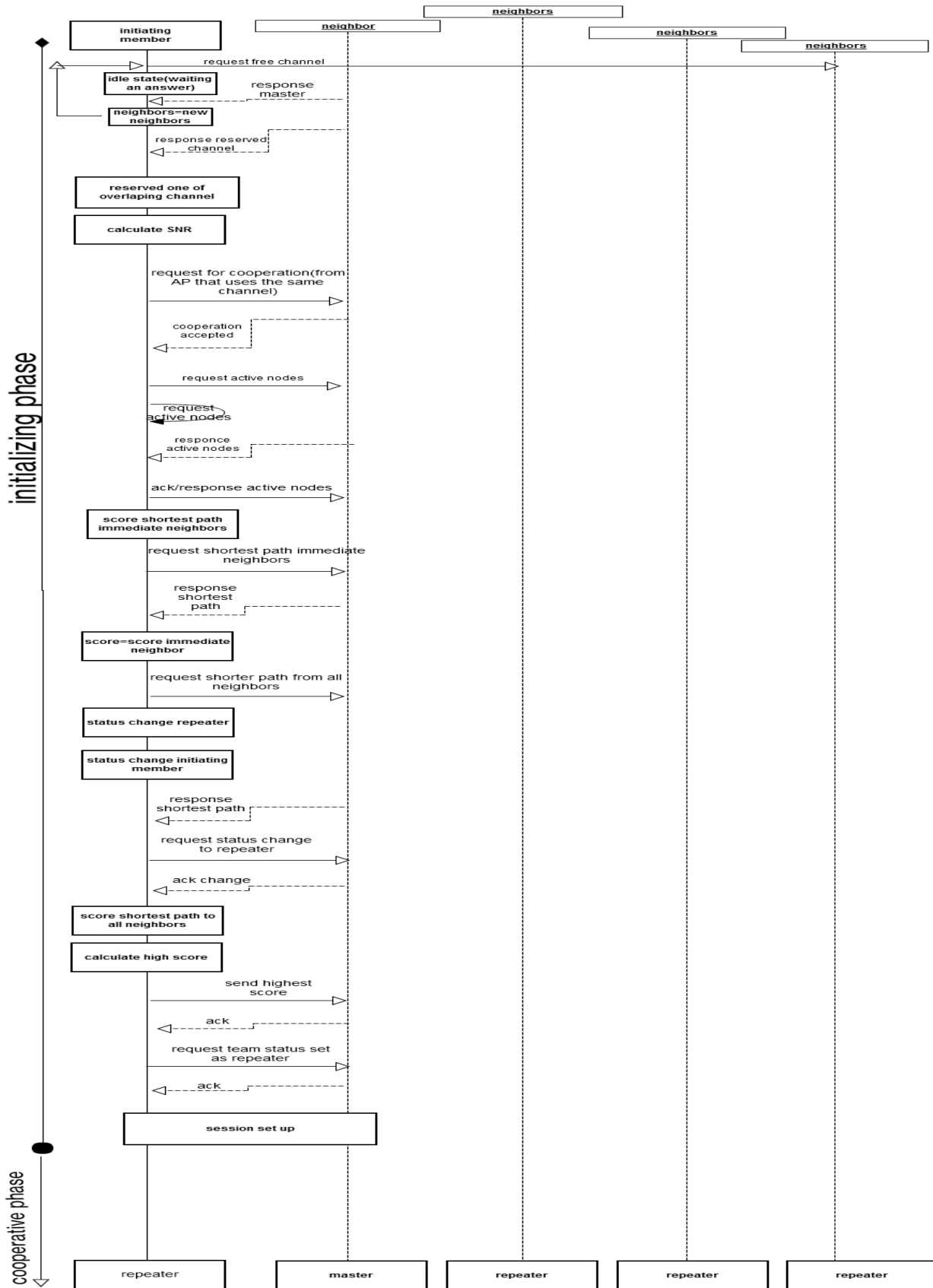
Σχήμα 4.2 δημιουργία ομάδας σταθμών αναμετάδοσης

Έπειτα τα τρία AP θα προχωρήσουν στην δημιουργία ομάδας μεταξύ τους, όπως εμφανίζεται στο σχήμα 4.2 πιο πάνω, η βαθμολογία που εξασφάλισαν οι σταθμοί αναμετάδοσης προκύπτει από τον σχεδιασμό της στρατηγικής “GUESS OPPONENTS NEXT MOVE” που βασίζεται στην “θεωρία παιγνίων”, στον πρώτο γύρο της συνεργασίας και τα τρία AP’s δεν μπορούσαν να αλλάξουν κανάλι, αλλά και ούτε να γίνουν ανενεργά (idle state), άρα κερδίζουν όλοι από ένα βαθμό, στην συνέχεια υπολογίζονται οι αποστάσεις για το κάθε ένα σταθμό αναμετάδοσης που βρίσκεται στην ομάδα, για να καθοριστεί πιο AP έχει επικοινωνία με όλα τα αλλά με όσο το δυνατό πιο μικρή απόσταση (minimum number of hops). Το AP7 στο σενάριο αυτό συγκεντρώνει τους περισσότερους βαθμούς έπειτα ορίζεται σαν αρχηγός της ομάδας και οι άλλοι σταθμοί αναμετάδοσης (AP), λειτουργούν σαν αναμεταδότες (repeaters).

Επίσης βάση της στρατηγικής “GUESS OPPONENTS NEXT MOVE” που σχεδιάστηκε το αρχικό πρωτόκολλο επικοινωνίας όλα τα AP στους δύο πρώτους γύρους θα επιλέγουν πάντα την συνεργασία ,δηλαδή ο εισηγητής στέλνει ένα μήνυμα για τον υπολογισμό των ελεύθερων καναλιών και αν μπορεί κάποιο AP να αλλάξει κανάλι. Τα AP βάση του πρωτοκόλλου που ακολουθούν είναι υποχρεωμένα να συνεργαστούν μεταξύ τους, όπως επίσης και με τον εισηγητή και με τα γειτονικά τους δίκτυα, έπειτα αφού ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία για τον καθορισμό του αρχηγού, πρέπει να υπολογιστούν και ο αριθμός της απόστασης για το κάθε ένα AP και των γειτόνων του. Σε αυτήν την διαδικασία πρέπει όλα τα AP να συνεργαστούν μεταξύ τους, όπως ορίζει η στρατηγική “GUESS OPPONENTS NEXT MOVE”, με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται πάντα η συνεργασία για τον καθορισμό του αρχηγού της ομάδας.



Σχήμα 4.3 Υλοποίηση ενός αρχικού πρωτόκολλου σε ένα διάγραμμα ακολουθίας (sequence diagram), που αναλύει όλα τα βήματα που ακολούθει το αρχικό πρωτόκολλο για να γίνει εφικτή η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων σταθμών αναμετάδοσης. Αναλύεται η περίπτωση που δεν υπάρχει κάποια ομάδα δημιουργημένη και ο εισηγητής πρέπει να επικοινωνήσει με τους γειτονικούς σταθμούς αναμετάδοσης για την δημιουργία μιας ομάδας.



Σημα 4.4 Αναλύεται η περίπτωση στην οποία υπάρχει ήδη μια ομάδα δημιουργημένη

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα Και Μελλοντικές Προεκτάσεις

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται μια σύντομη σύνοψη της διατριβής και επισημαίνονται στη συνέχεια τα κυριότερα καινοτομικά της στοιχεία δίνονται κατευθύνσεις των οποίων η περαιτέρω διερεύνηση παρουσιάζει ενδιαφέρον.

5.1 Συνοπτικά

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετήθηκε το πρόβλημα των παρεμβολών, που εμφανίζεται σε ασύρματα δίκτυα όταν βρίσκονται σε κοντινά γεωγραφικά σημεία. Με βάση την “θεωρία παιγνίων” και την περαιτέρω ανάλυση της προσεγγιστικέ το πρόβλημα των παρεμβολών, και το πως αυτή η θεωρία μπορεί να προτείνει μια λύση που θα μειώνει τις παρεμβολές με αποτέλεσμα να βελτιώνει την εμπειρία των χρηστών.

Στην συνέχεια σχεδιαστήκαν τέσσερις νέες στρατηγικές που εφάρμοζαν την “θεωρία παιγνίων”. Αυτές οι στρατηγικές υλοποιήθηκαν στο εργαλείο Matlab και συγκριθηκαν με κάποιες από τις δημοφιλέστερες στρατηγικές. Έπειτα επιλέχτηκε μια στρατηγική που πλήρη τα κριτήρια για την συνεργασία όλων των σταθμών αναμετάδοσης, η στρατηγική “Guess opponents next move” είναι αυτή που επιλεκτική. Στην συνέχεια δημιουργήθηκε με βάση αυτή ένα αρχικό μοντέλο πρωτόκολλου επικοινωνίας που θα μπορεί να συμβάλει

στην μείωση των παρεμβολών, σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελεσματα όταν υπάρχει συνεργασία από όλους τους σταθμούς αναμετάδοσης.

Το μοντέλο αυτό διασφαλίζει στα σίγουρα ότι στους πρώτους δύο γύρους την συνεργασία μεταξύ όλων των σταθμών αναμετάδοσης, και έχει σαν αποτέλεσμα οι διάφοροι σταθμοί αναμετάδοσης να ακολουθούν αυτά τα βήματα, έως ότου φτάσουν σε ένα σημείο συνεργασίας με αποτέλεσμα την δημιουργία κάποια ομάδας και έτσι διασφαλίζεται το κοινό όφελος που θα έχει σαν αποτέλεσμα την βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών.

5.2 Μελλοντικές προεκτάσεις

Η αξία κάθε ερευνητικής εργασίας, έτσι και της παρούσας, καθορίζεται από το μέγεθος του προβλήματος που εξετάζει, τις λύσεις που προτείνει αλλά επίσης και από τις μελλοντικές προεκτάσεις που μπορεί να έχει από τις διαφορές ερευνητικές ομάδες στο μέλλον.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μέσω μιας θεωρητικής προσέγγισης προχώρησε στον αρχικό σχεδιασμό ενός αρχικού πρωτοκόλλου επικοινωνίας. Παραμένει ανεκπλήρωτος ένας πιο λεπτομερής και εις βάθος σχεδιασμός και ακολούθως η υλοποίηση σε ένα προσομοιωτή δικτύου ή και ακόμη η εφαρμογή του σε ένα πραγματικό περιβάλλον. Η επιτυχημένη πρακτική εξέταση του αρχικού πρωτοκόλλου αυτού μπορεί να συντελέσει σε σημαντική μείωση του υφιστάμενου προβλήματος των παρεμβολών και να εφαρμοστεί σε ένα εύρη φάσμα χρηστών, επιχειρήσεων, οργανισμών κτλ.

Όπως προαναφέρθηκε, για να γίνει αυτό κατορθωτό πρέπει να αναπτυχθεί και να δοκιμαστεί στην πράξη με τη βοήθεια προσομοιωτή δικτύου έτσι ώστε να μελετηθούν τα ακριβή αποτελέσματα και τα οφέλη που κερδίζονται από τη χρήση του σε σχέση με τα υφιστάμενα.

Επίσης, είναι δυνατή η επιπλέον βελτίωση και η περεταίρω ανάπτυξη αυτού του αρχικού πρωτοκόλλου ώστε να διασφαλίζει την αποδοτικότητα του δικτύου και την μείωση του

χρόνου αναμονής έως ότου αποφασιστεί ποιος σταθμός αναμετάδοσης θα αναλάβει τον ρολό του αρχηγού.

Τέλος, το συγκεκριμένο αρχικό πρωτόκολλο βασίζει την λειτουργία του στο γεγονός ότι οι διάφοροι σταθμοί αναμετάδοσης είναι μέρος ενός κοινού δικτύου(lan). Μια πιθανή μελλοντική προσέγγιση μπορεί να επιχειρήσει να αναπτύξει αυτό το αρχικό πρωτόκολλο ώστε να υποστηρίζεται η εφαρμογή του και σε ένα δίκτυο ευρείας περιοχής(wan) δίκτυο. Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να μελετηθούν ποικίλες περιοχές που περιλαμβάνουν νομικές και οικονομικές πτυχές σε σχέση με τους διαφόρους παροχείς διαδικτύου και τα συμφέροντα τους

Βιβλιογραφία

- [01] Coping with Wi-Fi's biggest problem: interference Available online at: <http://www.networkworld.com/news/tech/2010/080210-wifi-interference.html> (accessed 18th may 2012).
- [02] 20 Myths of Wi-Fi Interference online at: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps9391/ps9393/ps9394/prod_white_paper0900aecd807395a9_ns736_Networking_Solutions_White_Paper.html (accessed 18th may 2012).
- [03] Change the Wi-Fi Channel Number to Avoid Interference Available online at: <http://compnetworking.about.com/od/wifihomenetworking/qt/wifichannel.htm> (accessed 18th may 2012).
- [04] Josephina Antoniou and Andreas Pitsillides Department of Computer Science university of Cyprus , Lavy Libman School of Information Technologies University of Sydney *A Game Theory-based Approach to Reducing Interference in Dense Deployments of Home wireless networks* available onl :<http://www.cse.unsw.edu.au/~llibman/papers/iscc11.pdf> (accessed 18th may 2012).
- [05] Game theory Available online at: http://en.wikipedia.org/wiki/Game_theory (accessed 18th may 2012).
- [06] 20 Myths of Wi-Fi Interference, Myth #1: "The only interference problems are from other 802.11 networks." Available online at: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps9391/ps9393/ps9394/prod_white_paper0900aecd807395a9_ns736_Networking_Solutions_White_Paper.html (accessed 18th may 2012).
- [07] Channels and international compatibility Available online at: http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11 (accessed 18th may 2012).

[08] Six Things That Block Your Wi-Fi, and How to Fix Them Available online at: http://www.pcworld.com/article/227973/six_things_that_block_your_wifi_and_how_to_fix_them.html (accessed 18th may 2012).

[09] Myth #2: "My network seems to be working, so interference must not be a problem." Available online at: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps9391/ps9393/ps9394/prod_white_paper0900aecd807395a9_ns736_Networking_Solutions_White_Paper.html (accessed 18th may 2012).

[10] Common approaches to dealing with interference Available online at: <http://www.networkworld.com/news/tech/2010/080210-wifi-interference.html> (accessed 18th may 2012).

[11] game theory Definition Available online at: <http://www.businessdictionary.com/definition/game-theory.html> (accessed 18th may 2012).

[12] The Prisoners' Dilemma Available online at: <http://pespmc1.vub.ac.be/PRISDIL.html> (accessed 18th may 2012).

[13] Roger McCain's, *Game Theory: A Nontechnical Introduction to the Analysis of Strategy , Dominant Strategies*, Available online at: <http://faculty.lebow.drexel.edu/McCainR/top/eco/game/dilemma.html> (accessed 18th may 2012).

[14] Brembs, B. 1996., *Chaos, cheating and cooperation: potential solutions to the Prisoner's Dilemma* Available online at: <http://brembs.net/ipd/ipd.html> (accessed 18th may 2012).

[15] Richard Dawkins, 1989,p.205, *The Selfish Gene*, Iterated Prisoner's Dilemma Available online at: <http://www.iterated-prisoners-dilemma.net/> (accessed 18th may 2012).

[16] New Tack Wins Prisoner's Dilemma Available online at: <http://www.wired.com/culture/lifestyle/news/2004/10/65317> (accessed 18th may 2012).

[17] MATLAB Available online at: http://www.mathworks.com/tagteam/70533_91199v01_MATLABDataSheet_v9.pdf?s_cid=ML2012_ff_about (accessed 18th may 2012).

[18] Graeme Taylor, 27 March 2006, Iterated prisoner's dilemma in MATLAB Available online at: <http://maths.straylight.co.uk/archives/44> (accessed 18th may 2012).

[19] Wi-Fi: Define Minimum SNR Values for Signal Coverage Available online at:
<http://www.enterprisenetworkingplanet.com/netsp/article.php/3747656/WiFi-Define-Minimum-SNR-Values-for-Signal-Coverage.htm> (accessed 18th may 2012).

[20] BROADCAST/MULTICAST TRAFFIC Available online at:
http://www.alberta.com/Docs/WP_EN/ALB-W-000007enA1_BridgingvsRouting.pdf
(accessed 18th may 2012).