



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

[ΠΛΗ 412]-Αυτόνομοι Πράκτορες
Εργασία Εξαμήνου

“POKER ROBOT ASSISTANT”
...an autonomous agent that plays
Heads-Up Texas Hold'em Poker (Pot-Limit)
based on Game Theory Optimal Decisions...

Ιωάννης Περίδης
Α.Μ. 2018030069

25 Φεβρουαρίου 2021

Πίνακας Περιεχομένων:

1 Εισαγωγή

2 Κανόνες παιχνιδιού: Heads-Up Texas Hold'em Poker (Pot-Limit)

2.1 Κανόνες.....

2.2 Γλωσσάρι με ειδικούς όρους.....

3 Επεξήγηση GTO στρατηγικής

4 Βασική ιδέα λειτουργίας του πράκτορα & Διεπαφή με τον χρήστη

5 Διαγράμματα αποφάσεων

5.1 Pre-flop.....

5.2 After-flop.....

6 Σχεδιασμός-Υλοποίηση αλγόριθμου/κώδικα:

6.1 findHand().....

6.2 info1().....

6.3 info2().....

6.4 retPotSize().....

6.5 retOpponentAction()

6.6 retOpponentBetOrRaise().....

6.7 winPC().....

6.8 potOdds().....

6.9 retMyBet()

6.10 retMyRaise().....

6.11 foldPC().....

6.12 totalEquity().....

6.13 foldEquity().....

7 Αποτελέσματα & Παρατηρήσεις

8 Εμπόδια που αντιμετωπίστηκαν & Συμπεράσματα

1 Εισαγωγή:

Η εργαστηριακή άσκηση αυτή, βασίστηκε στον τομέα λήψης αποφάσεων και στην μοντελοποίηση προβλήματος απόφασης και επίλυσής της. Ο πράκτορας που δημιουργήσα, λειτουργεί μέσω κάποιων πολύπλοκων δέντρων αποφάσεων. Οι αποφάσεις αυτές στηρίζονται όλες στον θεωρητικό βέλτιστο τρόπο παιξίματος του παιχνιδιού (δηλαδή διάφορους τύπους και δείκτες πιθανοτήτων για κάθε ξεχωριστή δράση, διαγράμματα αποφάσεων κ.α. όπως θα αναλυθούν παρακάτω), αλλά ταυτόχρονα βασίζονται και στον τρόπο και συμπεριφορά παιξίματος του κάθε διαφορετικού αντιπάλου.

Το πρόγραμμα, υλοποιήθηκε όλο από την αρχή σε γλώσσα C, δεν χρησιμοποιήθηκε καμία έτοιμη συνάρτηση ή αναφορά σε κώδικα, παρά μόνο χρησιμοποιήθηκε η αναγκαία θεωρία από διαφάνειες ενός μαθήματος «Poker Theory and Analytics» του πανεπιστημίου MIT για την κατανόηση των τύπων, οι οποίες θα αναρτηθούν παρακάτω. Τέλος ο πράκτορας δοκιμάστηκε εναντίον άλλων αληθινών παικτών (καθώς και δεν βρέθηκε κάποιος άλλος πράκτορας για να τους συγκρίνω) και καταγράφηκαν τα αποτελέσματα.

2 Κανόνες παιχνιδιού: Heads-Up Texas Hold'em Poker(Pot-Limit):

2.1 Κανόνες:

Οι κανόνες στο συγκεκριμένο παιχνίδι είναι σχετικά απλοί. Ο καλύτερος συνδυασμός πέντε φύλλων κερδίζει. Η συγκεκριμένη εκδοχή του παιχνιδιού αυτού, παίζεται μονάχα με δύο παίκτες ο ένας αντίπαλος του άλλου.

Στους δύο παίκτες μοιράζονται δύο κλειστά φύλλα και ο πρώτος γύρος πονταρίσματος ξεκινάει, με τους δύο παίκτες να κάνουν δύο μικρά υποχρεωτικά και προκαθορισμένα πονταρίσματα. Ο παίκτης που παίζει πρώτος έχει την επιλογή να κάνει "Bet" (να ποντάρει) ή να κάνει "Check" (να περάσει την δράση στον δεύτερο παίκτη). Στην περίπτωση που ποντάρει, ο δεύτερος παίκτης έχει τις επιλογές να κάνει "Call" (να ποντάρει ποσό ίσο με το ποντάρισμα του αντιπάλου), να κάνει "Fold" και να βγει από το παιχνίδι (δίνοντας την νίκη της παρτίδας δηλαδή τα blinds που υπάρχουν έως τώρα στο pot στον αντίπαλο), ή να κάνει "Raise" (να αυξήσει το ποντάρισμα).

Τα δύο υποχρεωτικά πονταρίσματα ονομάζονται blinds, μικρό blind για τον παίκτη που παίζει δεύτερος, ενώ μεγάλο blind, για τον παίκτη που παίζει πρώτος. Στην περίπτωση μας, τα δύο blinds θα έχουν την ίδια τιμή (προκαθορισμένη σε ότι τιμή θέλεις).

Στη συνέχεια βγαίνουν τρία ανοιχτά φύλλα στο κέντρο του τραπέζιου (flop) τα οποία είναι διαθέσιμα και στους δύο παίκτες. Ο δεύτερος γύρος πονταρίσματος ξεκινάει, αυτή τη φορά χωρίς blinds. Όταν οι παίκτες ολοκληρώσουν τις κινήσεις τους, βγαίνει τέταρτο ανοιχτό φύλλο στο τραπέζι (turn) και ξεκινάει ο τρίτος γύρος πονταρίσματος. Το παιχνίδι τελειώνει όταν μοιράστεί και το πέμπτο ανοιχτό φύλλο (river) με την ίδια διαδικασία και ολοκληρωθεί και ο τέταρτος γύρος πονταρίσματος.

Νικητής είναι ο παίκτης που έχει τον καλύτερο συνδυασμό 5 φύλλων από τα 7 που έχει διαθέσιμα.

Pot Limit Texas Hold'em :Σε αντίθεση με το No Limit, στο Pot Limit Texas Holdem υπάρχουνε συγκεκριμένα όρια στο παιχνίδι. Το ελάχιστο επιτρεπτό ποντάρισμα ισούται με το μέγεθος του μεγάλου blind ενώ οι παίκτες μπορούν να ποντάρουν μέχρι και το ποσό που βρίσκεται στο pot.

Σημαντικό: Στην δική μου εκδοχή του παιχνιδιού, έγινε μια μικρή απλοποίηση στις δράσεις των παικτών, κανονικά αν κάποιος παίκτης κάνει Raise στο Bet του

αντιπάλου του, τότε ο αντίπαλος έχει την δυνατότητα να κάνει και ο ίδιος αύξηση στην αύξηση που έγινε, δηλαδή Re-Raise. Για σκοπούς μιας μικρής διευκόλυνσης η δράση αυτή (αν και εμφανίζεται σπάνια), δεν θα είναι επιλογή για τους παίκτες, πάρα μόνο κάποιοι παίκτης θα μπορεί να κάνει call σε ένα raise.











2.2 Γλωσσάρι ειδικών όρων:

Παρακάτω, παραδίδω ένα γλωσσάρι με κάποιους όρους που θα χρησιμοποιηθούν στην πορεία της εργασίας (σημαντικό να γίνουν κατανοητοί):

- **CHECK**= Περνάει η δράση στον αντίπαλο όπως έχει
- **BET**= Ποντάρισμα κάποιων μαρκών
- **CALL**= Ποντάρισμα των ίδιων μαρκών που πόνταρε ο αντίπαλος
- **RAISE**= Αύξηση του πονταρίσματος του αντίπαλου
- **FOLD**= Πέταγμα των καρτών σου, έξοδος από την παρτίδα χάνοντας όλες τις μάρκες έβαλες έως τώρα
- **BLIND**= Αρχική μάρκα που οι παίκτες πρέπει να βάζουν υποχρεωτικά
- **POT**= Συνολικές μάρκες που έχουν βάλει έως τώρα οι δύο παίκτες
- **PREFLOP**= Πριν ανοίξουν οι πρώτες 3 κάρτες
- **FLOP**= Όταν ανοίξουν οι πρώτες 3 κάρτες
- **TURN**= Όταν ανοίξει η τέταρτη κάρτα
- **RIVER**= Όταν ανοίξει η Πέμπτη και τελευταία κάρτα
- **HIT**= Χτύπησες/έφτιαξες κάποιον συνδυασμό από τους παρακάτω (pair ή καλύτερο)
- **MISS**= Δεν έφτιαξες κανέναν συνδυασμό, έχεις high card
- **DRAW**= Δεν έφτιαξες συνδυασμό, αλλά έχεις πιθανότητα να σου ανοίξει στα επόμενα φύλλα που θα ανοίξουν κάποιος δυνατός συνδυασμός (όπως κέντα ή χρώμα)
- **OUTS**= Αριθμός των καρτών που αν ανοίξουν θα σου δώσουν το νικητήριο συνδυασμό
- **WIN% (HAND EQUITY)**= Ποσοστό επί τις εκατό που το χέρι σου θα είναι νικητήριο αν ανοίξουν όλα τα φύλλα που είναι κλειστά (αλλάζει ανάλογα με το πλήθος των φύλλων που είναι ακόμα κλειστά)
- **FOLD% (FOLD EQUITY)**= Ποσοστό των φορών που αν ποντάρεις ο αντίπαλος σου θα πάει fold
- **TOTAL EQUITY**= Άθροισμα των ποσοστών win% και fold%
- **HAND**= Το χέρι που έχεις, οι 2 κάρτες που σου μοιράζονται
- **SUITED**= Αν οι 2 κάρτες στο χέρι σου έχουν το ίδιο χρώμα (δηλαδή ίδιο σύμβολο)
- **OFF-SUITED**= Αν οι 2 κάρτες στο χέρι σου έχουν διαφορετικό χρώμα (δηλαδή διαφορετικό σύμβολο)
- **BLUFF**= Όταν γνωρίζεις στα σίγουρα πως δεν έχεις το καλύτερο χέρι, δηλαδή win%=0, αλλά ποντάρεις με σκοπό να κάνεις τον αντίπαλο σου να κάνει fold και να νικήσεις έτσι το pot.
- **SEMI-BLUFF**= Ίδιο με την μπλόφα, αλλά αυτήν τη φορά win%>0, δηλαδή δεν έχουν ανοίξει όλες οι κάρτες ακόμα και έχεις πιθανότητα νίκης μεγαλύτερη του 0
- **INFORMATION-BET**= Όταν ποντάρεις για να μάθεις ουσιαστικά κάποια πληροφορία για την δύναμη του χεριού του αντιπάλου σου, δεν είσαι σίγουρος να νικάει ο συνδυασμός σου ή όχι
- **VALUE-BET**= Όταν ποντάρεις για να κερδίσεις αξία (μάρκες), είσαι σίγουρος ότι νικάς

- **POSITION**= Η θέση που μιλάει η αλλιώς δρα ο παίκτης. Ο παίκτης που παίζει πρώτος είναι σε μειονεκτική θέση, καθώς και δεν έχει καμία πληροφορία για το πόσο ισχυρό συνδυασμό έχει χτυπήσει ο αντίπαλός του. Αντίθετα ο παίκτης που παίζει δεύτερος έχει πάντα πλεονέκτημα, καθώς και από την δράση που είχε ο αντίπαλος πριν από αυτόν, μπορεί να καταλάβει αν ο αντίπαλος έχει χτυπήσει κάτι δυνατό ή όχι (θα ποντάρει ή όχι).Επίσης ο παίκτης που παίζει δεύτερος έχει την δυνατότητα να ελέγχει το μέγεθος του Pot, δηλαδή αν θα το αυξήσει κάνοντας ένα raise όταν ο αντίπαλος ποντάρει ή αν θα το αφήσει όπως έχει κάνοντας απλά call κλπ.
- **POCKET PAIR**= Όταν το αρχικό σου χέρι είναι ήδη ένα pair, δηλαδή είναι το ίδιο φύλο σε διαφορετικό χρώμα
- **SHOWDOWN** = Όταν και οι δύο παίκτες έχουν φτάσει μέχρι το river(κανείς δεν έχει κάνει fold) , δηλαδή έχουν ανοίξει και τα πέντε φύλα, επομένως νικάει ο παίκτης με τον καλύτερο συνδυασμό.

Παρακάτω παραδίδονται και όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί φύλλων που θα υπάρχουν στο πόκερ:

Hand	Example
Royal Flush	Consists of the following cards: ten, jack, queen, king, and an ace all of the same suit. 
Straight Flush	Five cards in sequence, all of the same suit. 
Four of a Kind	Four cards of the same denomination, one in each suit. 
Full House	Three cards of one denomination and two cards of another denomination. 
Flush	Five cards all of the same suit. 
Straight	Five cards in sequence of any suit. 
Three of a Kind	Three cards of the same denomination and two unmatched cards. 
Two Pairs	Two sets of two cards of the same denomination and any fifth card. 
One Pair	Two cards of the same denomination and three unmatched cards. 
No Pair	All five cards of different rank and a variety of suits. 

3 Επεξήγηση GTO στρατηγικής:

Τι είναι το Poker Game Theory Optimal(GTO)? Είναι το βασικό στυλ παιχνιδιού που βασίζεται στην κατανόηση της μαθηματικής και υπολογιστικής πλευράς του πόκερ, το οποίο αν ακολουθείς, λαμβάνεις σε όλες τις δυνατές καταστάσεις που είσαι πάντα την θεωρητική σωστή απόφαση. Ουσιαστικά χρησιμοποιώντας αυτό το στυλ παιχνιδιού, προσπαθείς να παίζεις τέλειο πόκερ μόνος σου, το οποίο με τη σειρά του επιτρέπει μόνο στους αντιπάλους σου να κάνουν λάθη εναντίον σου (από όπου θα προέρχεται σχεδόν όλο το κέρδος σου). Ενσωματώνει πάντα μπλόφες ή ημι-μπλόφες που αναμειγνύονται με τα στοιχήματα αξίας σου, μπορεί να σε βοηθήσει να αποσαφηνίσεις τα νούμερά σου στη χρήση και πολλά άλλα. Συμπερασματικά, εάν μπορείς να παίζεις τέλειο GTO, δεν χρειάζεται να ανησυχείς για το τι κάνουν οι άλλοι παίκτες - θα έχεις κέρδος.

Η ερώτηση είναι θα μπορούσε ένα ρομπότ-λογισμικό να μιμηθεί σωστά τις παραπάνω διαδικασίες και να παίρνει όλες τις αποφάσεις για εσένα?

4 Βασική ιδέα λειτουργίας του πράκτορα & Διεπαφή με τον χρήστη:

Στόχος μου ήταν να δημιουργήσω έναν πράκτορα που να είναι ικανός να χρησιμοποιεί στατιστικά στοιχεία και σύνθετους υπολογισμούς που εκτελούνται από τους λεγόμενους solvers (δηλαδή τις συναρτήσεις υπολογισμού των πιθανοτήτων που δημιούργησα) και, ταυτόχρονα να μπορεί να «θυμηθεί» πολυάριθμους αριθμούς προϋπολογισμένων σεναρίων, που σημαίνει ότι μπορεί να παράγει μια σωστή απάντηση σε πολλές διαφορετικές καταστάσεις. Τέλος, όπως θα δείτε και παρακάτω, το ρομπότ όχι μόνο παίζει τη βέλτιστη στρατηγική σε συγκεκριμένες καταστάσεις, αλλά μπορεί επίσης να στοιχηματίσει δυνατά και, το πιο σημαντικό, να μπλοφάρει όπως και οι άνθρωποι!

Ο τρόπος ο οποίος επικοινωνεί το ρομπότ αυτό με τον χρήστη είναι απλός. Μοιράζονται τα φύλλα στον χρήστη, ύστερα αυτός τα εισάγει στο πρόγραμμα σαν είσοδο, όπως επίσης εισάγει και το position του, καθώς και είναι καταλυτικός παράγοντας αποφάσεων. Ακόμη, για να βοηθήσει το ρομπότ να πάρει πιο σύνθετες αποφάσεις, εισάγει και το δεδομένο αν ο αντίπαλος που αντιμετωπίζεις είναι επιθετικός ή παθητικός, το οποίο στο online poker φαίνεται κάτω από το όνομα του παίκτη, αλλά στο live, πρέπει ο χρήστης να το κρίνει μόνος του. Έπειτα από αυτά το ρομπότ επιλέγει για τον χρήστη την κατάλληλη απόφαση preflop. Στην συνέχεια afterflop το ρομπότ ρωτάει τον χρήστη για το μέγεθος του pot, για το αν έφτιαξε κάποιον συνδυασμό από το board (ή έχει κάποιο draw) ή όχι και για το αν ο χρήστης πιστεύει ότι αυτός ο συνδυασμός νικάει τώρα (ή μπορεί να νικάει) ή όχι. Τέλος, χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα όπως θα δείτε παρακάτω, λέει στον χρήστη ποια ακριβώς πρέπει να είναι η απόφαση που θα πάρει, ποιο να είναι το μέγεθος του πονταρίσματος του κλπ.

Επομένως, θα μπορούσαμε να ονομάσουμε αυτό το πρόγραμμα, *Poker Robot Assistant!*



5 Διαγράμματα αποφάσεων:

5.1 Pre-flop:

Για να σχεδιαστεί το βέλτιστο διάγραμμα αποφάσεων, χρειάστηκαν οι παρακάτω θεωρητικές γνώσεις για το παιχνίδι.

Παρακάτω φαίνεται στον πίνακα η πιθανότητα νίκης του κάθε ενός από τους 169 διαφορετικούς πιθανούς αρχικούς συνδυασμούς χεριών, δεδομένου ότι δεν ξέρεις τα φύλλα του αντιπάλου.

Starting Hands Win Percentage

The following chart will show you the percentage chance of winning a hand based on your starting cards. This chart assumes that the opponent's cards are not known.

	A	K	Q	J	T	9	8	7	6	5	4	3	2
A	85%	68%	67%	66%	66%	64%	63%	63%	62%	62%	61%	60%	59%
K	66%	83%	64%	64%	63%	61%	60%	59%	58%	58%	57%	56%	55%
Q	65%	62%	80%	61%	61%	59%	58%	56%	55%	55%	54%	53%	52%
J	65%	62%	59%	78%	59%	57%	56%	54%	53%	52%	51%	50%	50%
T	64%	61%	59%	57%	75%	56%	54%	53%	51%	49%	49%	48%	47%
9	62%	59%	57%	55%	53%	72%	53%	51%	50%	48%	46%	46%	45%
8	61%	58%	55%	53%	52%	50%	69%	50%	49%	47%	45%	43%	43%
7	60%	57%	54%	52%	50%	48%	47%	67%	48%	46%	45%	43%	41%
6	59%	56%	53%	50%	48%	47%	46%	45%	64%	46%	44%	42%	40%
5	60%	55%	52%	49%	47%	45%	44%	43%	43%	61%	44%	43%	41%
4	59%	54%	51%	48%	46%	43%	42%	41%	41%	41%	58%	42%	40%
3	58%	54%	50%	48%	45%	43%	40%	39%	39%	39%	38%	55%	39%
2	57%	53%	49%	47%	44%	42%	40%	37%	37%	37%	36%	35%	51%

Οι συνδυασμοί που είναι πάνω από την κύρια διαγώνιο είναι εκείνοι που είναι suited, αυτοί που είναι κάτω είναι αυτοί που είναι off-suited, ενώ αυτοί στην κύρια διαγώνιο είναι τα pocket pairs. Παρατηρούνται στον πίνακα κάποιες διαφορετικές χρωματικές περιοχές, ανάλογα με το ποσοστό νίκης κάθε χεριού. Ονόμασα αυτές τις περιοχές σε:

Very Good Hands=έντονο πράσινο, Good Hands=ελαφρύ πράσινο, Average Hands= κίτρινο, Bad Hands= ελαφρύ κόκκινο και τέλος Very Bad Hands= έντονο κόκκινο.

Συνεχίζοντας, για να αποφασίσει το ρομπότ τι χέρια θα παίξει preflop, και αν θα τα παίξει παθητικά ή επιθετικά πρέπει να ληφθεί υπόψιν και το position του όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα 4(δες στο γλωσσάρι γιατί).

Παρακάτω λοιπόν φαίνεται ένας πίνακας για το ποια χέρια πρέπει να παίζονται και από ποιο position. Φυσικά ο πίνακας είναι λίγο διαφορετικός για εμάς καθώς και παίζουμε heads-up (2 άτομα), οπότε υπάρχουν μόνο δύο θέσεις, αυτός που έχει την ισχυρή θέση και παίζει δεύτερος και αυτός που έχει την αδύναμη θέση και παίζει πρώτος.

Starting Hands Based on Position

The chart below will give you a basic guide on which hands can be played from which position. The default chart shows paired hands and suited hands. Click the button to switch to off-suit hands.

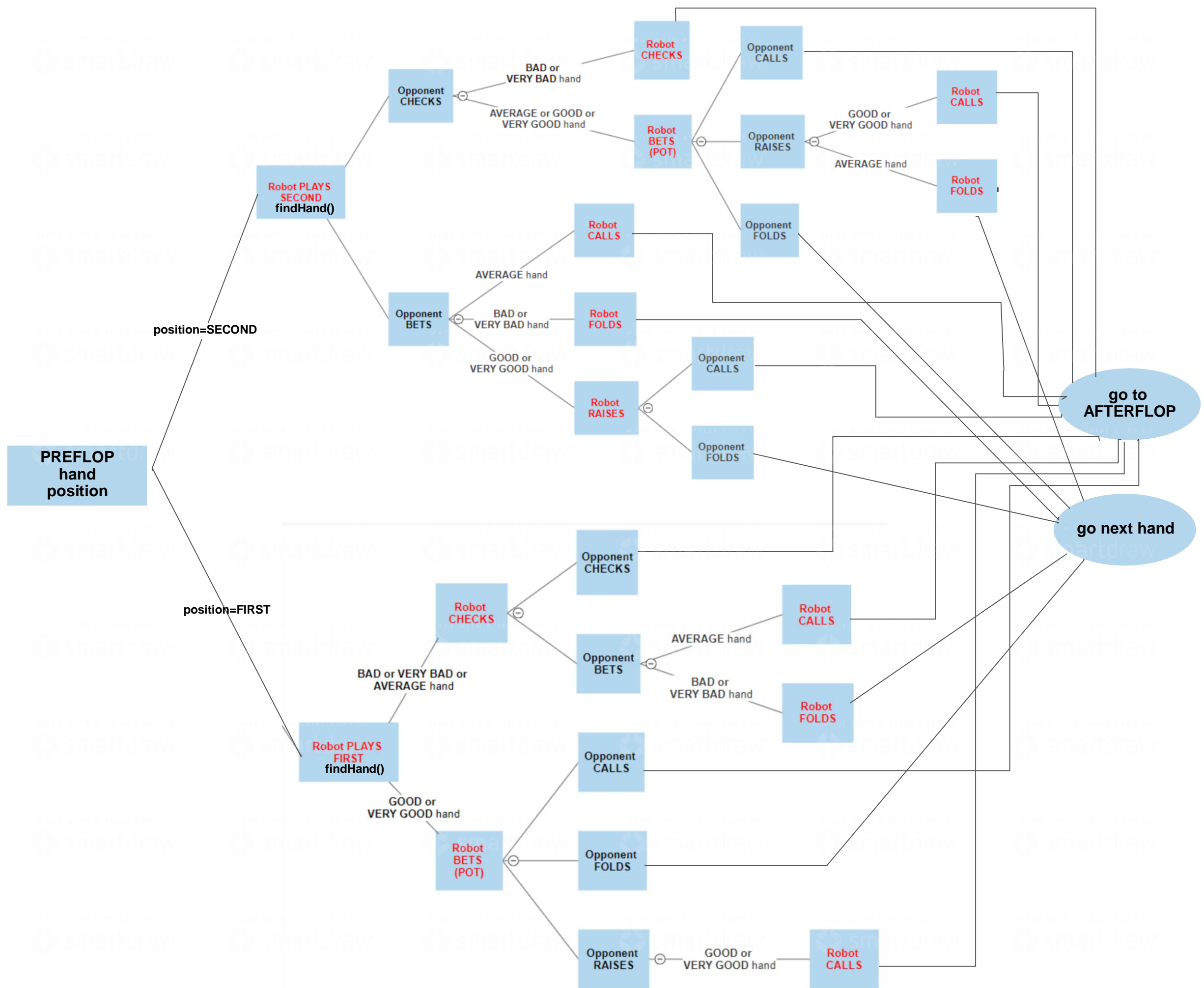
Pairs and suited Hands							Off-Suited Hands						
A-A	A-K	K-Q	Q-J	J-T	T-9	9-8	8-7	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2	
K-K	A-Q	K-J	Q-T	J-9	T-8	9-7	8-6	7-5	6-4	5-3	4-2		
Q-Q	A-J	K-T	Q-9	J-8	T-7	9-6	8-5	7-4	6-3	5-2			
J-J	A-T	K-9	Q-8	J-7	T-6	9-5	8-4	7-3	6-2				
T-T	A-9	K-8	Q-7	J-6	T-5	9-4	8-3	7-2					
9-9	A-8	K-7	Q-6	J-5	T-4	9-3	8-2						
8-8	A-7	K-6	Q-5	J-4	T-3	9-2							
7-7	A-6	K-5	Q-4	J-3	T-2								
6-6	A-5	K-4	Q-3	J-2									
5-5	A-4	K-3	Q-2										
4-4	A-3	K-2											
3-3	A-2												
2-2													
										Any Position			
										Mid or Late Position			
										Late Position			
										Unplayable hand			

Συλλέγοντας λοιπόν όλη αυτήν την θεωρητική γνώση , υλοποίησα με την κρίση μου το παρακάτω δέντρο αποφάσεων βασιζόμενος στα παραπάνω για την preflop δράση του χρήστη. Το δέντρο αυτό, σχεδιάστηκε σε μια online εφαρμογή το SmartDraw, όλο από την αρχή και ενσωματώθηκε μετά σε μια μεγάλη σελίδα pdf.

Όπως φαίνεται στο δέντρο , ανάλογα την δύναμη του χεριού, το ρομπότ παίζει επιθετικά δηλαδή κάνει από μόνο του bet με κάποιο καλό χέρι ή ακόμα και raise σε κάποιο bet του αντιπάλου με τα πολύ δυνατά χέρια . Κάνει check και μετά call σε κάποιο bet με τα μέτρια χέρια και αντίθετα κάνει check και ύστερα fold σε κάποιο bet , με τα αδύναμα χέρια. Ακόμη , αν παρατηρήσετε καλά όλες τις περιπτώσεις του δέντρου , έχει τεράστια σημασία και το position , εκτός από την δύναμη του χεριού. Αυτό φαίνεται πολύ έντονα στην κατηγορία των average hands τα οποία όταν παίζει δεύτερος τα παίζει επιθετικά και ποντάρει , ενώ όταν παίζει πρώτος τα παίζει τελείως παθητικά κάνοντας check. Αντίστοιχα ισχύει και για τις υπόλοιπες κατηγορίες σε έναν μεγάλο βαθμό, εκτός από τις ακραίες περιπτώσεις τα πολύ καλά και τα πολύ κακά χέρια που τα παίζει πάντα επιθετικά και παθητικά αντίστοιχα.

Τέλος, αφού ολοκληρωθούν οι δράσεις του ρομπότ και του αντιπάλου , είτε πηγαίνουν στο επόμενο χέρι αν κάποιος από τους δύο κάνει fold , είτε πηγαίνουν στο επόμενο δέντρο afterflop για να συνεχιστεί η δράση, αν έχουν μπει και οι δύο στην παρτίδα.

Προσοχή το δέντρο φαίνεται παρακάτω σε μεγαλύτερο μέγεθος χαρτιού, ίσως χρειαστεί να το σμικρύνετε για να το δείτε ολόκληρο



5.2 After-flop:

Για να σχεδιαστεί το δέντρο αποφάσεων για δράσεις μετά το flop, χρειάστηκε θεωρητική γνώση πολύ πιο περίπλοκων συνδυαστικών αποφάσεων και η ικανότητα υλοποίηση τους σε πολυάριθμες συναρτήσεις. Το δέντρο αυτό, σχεδιάστηκε επίσης στην ίδια εφαρμογή με προηγούμενος, όλο από την αρχή και ενσωματώθηκε μετά σε μια μεγάλη σελίδα pdf.

Η δημιουργία του δέντρου αυτού, ήταν πολύ πιο απαιτητική και χρειάστηκαν πολλές μέρες συνδυαστικών σκέψεων και συνεχών διορθώσεων ή προσθηκών για να καταλήξω σε ένα τελικό αποτέλεσμα το οποίο να καλύπτει με βέλτιστο τρόπο όλες τις πλέον πολυάριθμες περιπτώσεις διαφορετικών αποτελεσμάτων.

Αρχικά, το δέντρο χωρίζεται σε δύο μεγάλα υποδέντρα, ανάλογα με το αν το ρομπότ έχει πλεονεκτική θέση (μιλάει δεύτερο) ή αν έχει μειονεκτική θέση (μιλάει πρώτο).

Στην περίπτωση που παίζει δεύτερο , το υποδέντρο χωρίζεται σε δύο άλλα μεγάλα υποδέντρα, ανάλογος με το αν ο αντίπαλος του αρχικά ποντάρει ή πάει check. Στην συνέχεια φυσικά το ρομπότ δέχεται σαν πληροφορία από το χρήστη , αν έφτιαξε κάποιο συνδυασμό και αν ναι , αν πιστεύει ότι αυτός ο συνδυασμός νικάει ή όχι .Έπειτα συνυπολογίζοντας τα παραπάνω δεδομένα , σε συνδυασμό με το αν ο αντίπαλος είναι παθητικός ή επιθετικός , χρησιμοποιεί πολλαπλούς διαφορετικούς δείκτες και πιθανοτικούς τύπους, για να βρει την σωστή απόφαση και τα σωστά πονταρίσματα , σε κάθε δυνατό ενδεχόμενο.

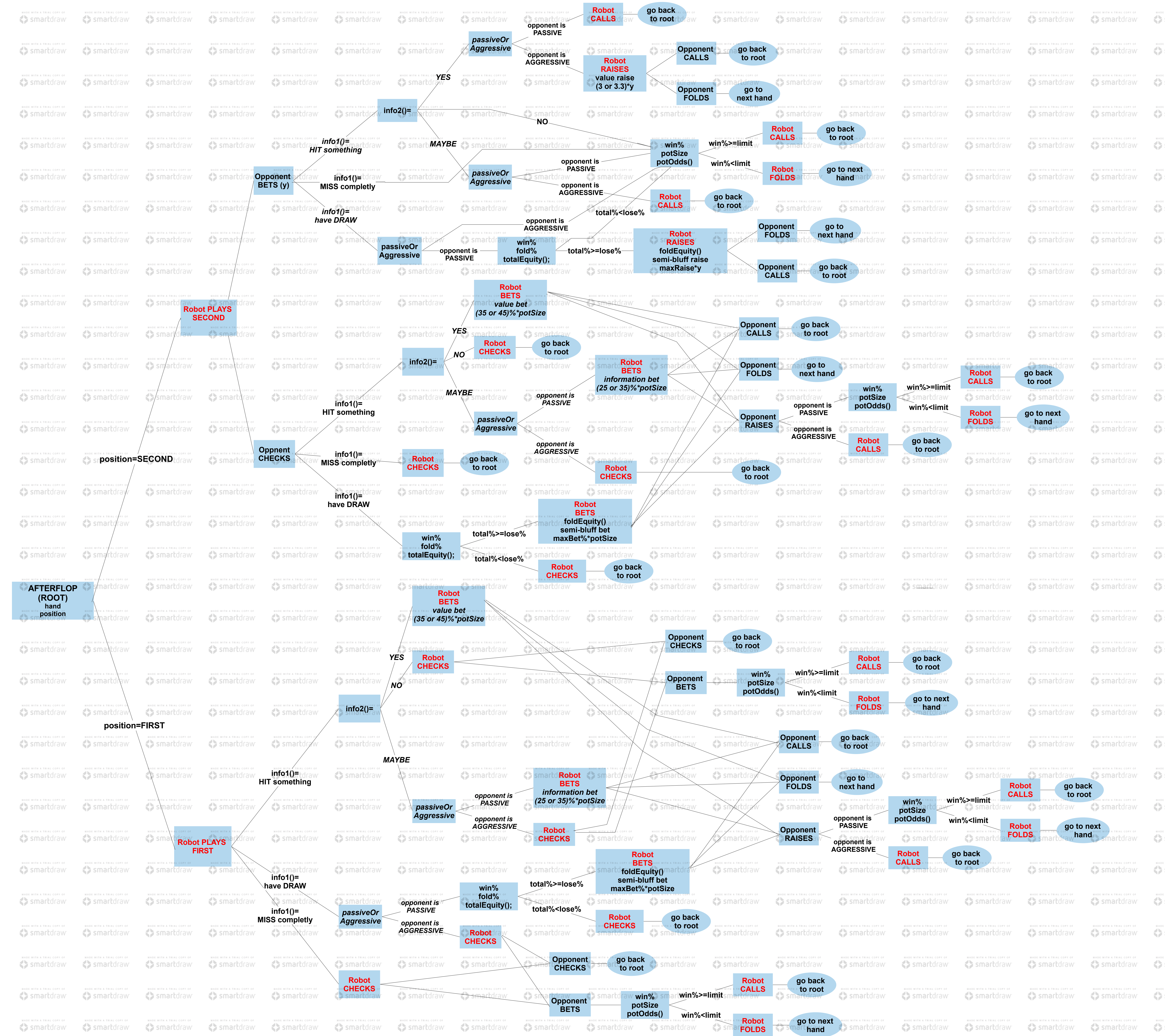
Αντίστοιχα στην περίπτωση που το ρομπότ παίζει πρώτο, δέχεται για αρχή την πληροφορία του αν έχει φτιάξει κάποιο συνδυασμό και αν αυτός ο συνδυασμός είναι νικητήριος ή όχι, όποτε χωρίζεται σε τρία υποδέντρα και πράττει ανάλογα. Ύστερα, χρησιμοποιεί όλα αυτά που προαναφέρθηκαν για να κάνει τις σωστές επιλογές.

Και στις δύο περιπτώσεις αυτές, το ρομπότ πρέπει να έχει την σωστή απάντηση , όχι μόνο στην πρώτη δράση του αντιπάλου, αλλά σε όλη την πιθανή αλυσίδα επόμενων (δεύτερων ή μέχρι τρίτων) δράσεων του αντίπαλου που θα ακολουθήσει μετά την δράση του ρομπότ.

Τέλος το δέντρο after-flop, τρέχει από την αρχή για κάθε νέα κάρτα που εμφανίζεται στο board , δηλαδή θα τρέξει μια φορά για το flop, μια φορά για το turn και μια φορά για το river και θα σταματήσει να τρέχει αν κάποιος από τους δύο παίκτες πάει fold όπου πάνε στο επόμενο χέρι ή αν έρθουν σε showdown αφού ανοίξουν και τα πέντε φύλα κάτω , δηλαδή μετά το river.

Οι συναρτήσεις σύνθετων αποφάσεων , και η θεωρία πίσω από την δημιουργία τους θα δειχθεί αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

Προσοχή , το δέντρο φαίνεται παρακάτω σε μεγαλύτερο μέγεθος χαρτιού, για να το δείτε ολόκληρο θα πρέπει να κάνετε zoom out



6 Σχεδιασμός-Υλοποίηση αλγόριθμου/κώδικα:

Σε αυτό το σημείο θα αναλυθούν όλες οι σημαντικές συναρτήσεις και στον τρόπο που σχεδιαστήκαν , όσο και στο θεωρητικό υπόβαθρο που έχουν από πίσω η κάθε μια .

6.1 findHand():

Η συνάρτηση αυτή, χρησιμοποιείται στο δέντρο preflop για να ξεχωρίσει σε κατηγορίες τα διαφορετικά χέρια ανάλογα με το ποσοστό νίκης τους. Αρχικά, δημιουργήσα 5 πίνακες που περιέχουν ο καθένας κάθε μία από τις κατηγορίες των αρχικών χεριών. Ύστερα εισήγαγα στους πίνακες αυτούς τα αντίστοιχα χέρια που περιέχουν σαν strings ,όπου os=off suited, ενώ s=suited.Έπειτα έκανα ένα απλό for loop, που συγκρίνει το χέρι που σου δόθηκε με τα ολικά (συγκρίνοντας πρακτικά τα 2 strings) και έτσι το αντιστοιχίζει σε μια κατηγορία. Προσοχή, για να τρέξει σωστά η συνάρτηση θα πρέπει να εισάγεται το κάθε χέρι σαν string, όπως εγώ , δηλαδή το μεγάλο φύλο πρώτα, και το μικρό ύστερα και στο τέλος η ένδειξη ο ή os.

Παραδείγματα:

```
Please enter your hand:  
87s
```

```
Please enter your hand:  
AKos
```

```
Please enter your hand:  
JJ
```

6.2 info2():

Η συνάρτηση αυτή , ρωτάει τον χρήστη αν χτύπησε κάτι, δηλαδή αν έφτιαξε κάποιο συνδυασμό, αν αστόχησε τελείως ή αν έχει κάποιο draw.

```
Did you  
1-> hit something,  
2-> completely missed,  
3-> have a draw  
Press 1,2 or 3 to choose
```

6.3 info2():

Η συνάρτηση αυτή , ρωτάει τον χρήστη αν πιστεύει ότι ο συνδυασμός που χτύπησε νικάει ή όχι ή ίσως.

```
Do you believe that your hand wins right now?  
1->YES  
2->MAYBE  
3->NO  
Press 1,2 or 3 to choose
```

6.4 retPotSize():

Η συνάρτηση αυτή , ζητάει από τον χρήστη να εισάγει το μέγεθος του pot, το οποίο και αποθηκεύει σε μια μεταβλητή για να χρησιμοποιήσει αργότερα.

```
Please enter the Pot Size:  
23.4
```

6.5 retOpponentAction():

Η συνάρτηση αυτή , επιστρέφει την δράση του αντιπάλου.

```
Please enter the opponent's action.Press:
1->Check
2->Call
3->Bet
4->Raise
5->Fold
```

6.6 retOpponentBetOrRaise():

Η συνάρτηση αυτή επιστρέφει το μέγεθος του πονταρίσματος του αντιπάλου σε περίπτωση που έκανε bet ή το μέγεθος του raise του αντιπάλου.

```
Please enter the opponent's bet amount or raise amount:
43.9
```

Σε αυτό το σημείο τελειώνουν οι απλές συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται για να δώσουν πληροφορίες στο ρομπότ και αρχίζουν οι μαθηματικές υπολογιστικές συναρτήσεις.

6.7 retWinPC():

Η συνάρτηση αυτή, επιστρέφει το ποσοστό της πιθανότητας να νικήσεις, win%. Αυτό εξαρτάται από δύο παράγοντες, από το πλήθος των outs του ρομπότ και από το πλήθος των καρτών που περιμένεις να ανοίξουν, δηλαδή 1 κάρτα αν βρίσκεσαι στο turn ή 2 κάρτες αν βρίσκεσαι στο flop. Την συνάρτηση την υλοποίησα με διάφορες if ελέγχου και switch case οι οποίες αντιστοιχούν τα outs και εναπομείναντες κάρτες που θα ανοίξουν με τις αντίστοιχες πιθανότητες νίκης που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Poker Outs Chart		
Outs	% 2 Cards to Come	% 1 Card to Come
1	4.4%	2.2%
2	8.4%	4.3%
3	12.5%	6.5%
4	16.5%	8.7%
5	20.3%	10.9%
6	24.1%	13%
7	27.8%	15.2%
8	31.5%	17.4%
9	35%	19.6%
10	38.4%	21.7%
11	41.7%	24%
12	45%	26.1%
13	48.1%	28.3%
14	51.2%	30.4%
15	54.1%	32.6%
16	57%	34.3%
17	59.8%	37%
18	62.4%	39.1%
19	65%	41.3%
20	67.5%	43.5%

Ακόμη, για την διευκόλυνση του χρήστη προσέθεσα ένα μενού βασικών επιλογών που συμβαίνουν με μεγάλη συχνότητα στο παιχνίδι, έτσι ώστε να μην χρειάζεται να υπολογίζει μόνος του τον αριθμό των outs του. Για ακόμα καλύτερη διεπαφή με τον χρήστη, προσέθεσα και ένα μενού πιο σπάνιων και συγκεκριμένων συνδυαστικών επιλογών, οπότε πρακτικά καλύπτεται σχεδόν όλο το εύρος των πιθανών του outs.

```
Please enter:
  Number of Cards Remaining 1(river) or 2(turn+river)
2
Choose your outs from the list or press 0 to enter your own
-----
1->Inside Straight Draw
2->Up and Down Straight Draw
3->Flush Draw
4->2 Overs
5->1 Over
6->Pair vs Better Pair
7->Top Pair vs Two Pair
8->Combination
0->Else
```

```
Choose your combinational output
-----
0->Flush + 2 Overs
1->Flush + 1 Over
2->Flush + Pair(vs Better Pair)
3->Flush + Inside Straight
4->Flush + Up and Down Straight
5->Up and Down Straight + Pair(vs Better Pair)
6->Inside Straight + Pair(vs Better Pair)
```

Your Win Equity =45.00 perCent

6.8 potOdds():

Η συνάρτηση αυτή, χρησιμοποιείται σε σημεία όπου το ρομπότ δεν βρίσκεται σε κατάσταση που νικάει αυτή τη στιγμή το χέρι του, αλλά ίσως να έχει κάποιο draw με αρκετά καλές πιθανότητες νίκης να νικήσει στα επόμενα φύλα. Η απόφαση του αν το ρομπότ αξίζει να κάνει call ή fold ένα bet του αντιπάλου, εξαρτάται από αν το ποσοστό νίκης του ρομπότ είναι μεγαλύτερο από το ποσό που πρέπει να κάνει call δια το ολικό ποσό που θα έχει το pot μετά το call του (δηλαδή το ήδη υπάρχον pot και το bet του αντιπάλου και το ποσό που χρειάζεται να κάνει call) ή όχι. Παρακάτω φαίνεται ο τύπος σε μια από τις διαφάνειες του μαθήματος του MIT όπως είχα αναφέρει στην εκφώνηση.

Drawing Formulas

- EV (Marginal Value of Any Decision)
 - $x = \text{Win\%} * \text{WinAmt} - \text{Lose\%} * \text{LoseAmt}$
- Rule of 2 or 4 (Chance of Hitting Draw)
 - $x = 2\% * \# \text{Outs} * \# \text{FreeCards}$
- Pot Odds (Decision Rule to Call Bet)
 - $\text{Win\%} > \text{CallAmt} / (\text{Pot} + \text{BetAmt} + \text{CallAmt})$
- Implied Odds (Additional Chips After Draw Hits Needed to Call)
 - $x = (\text{BetAmt} / \text{Win\%}) - (\text{Pot} + \text{BetAmt} + \text{CallAmt})$



Η υλοποίηση της συνάρτησης ήταν μια απλή if που έλεγχε την συνθήκη αυτή, με ορίσματα το ποσοστό νίκης, το potSize, το ποσό που πρέπει να κάνει call το ρομπότ και το ποσό πονταρίσματος του αντιπάλου. Αντίστοιχα αν είναι μεγαλύτερο σου λέει πως πρέπει να κάνει call, αλλιώς αν είναι μικρότερο σου λέει να κάνεις fold.

You should call the bet

You should not call the bet, you should fold

6.9 retMyBet():

Η συνάρτηση αυτή, υπολογίζει το ποσό που πρέπει να ποντάρει το ρομπότ σε κάθε διαφορετική κατάσταση. Αυτό εξαρτάται από 3 παράγοντες, αρχικά εξαρτάται από το μέγεθος του Pot φυσικά, εφόσον το ποντάρισμα θα είναι ένα ποσοστό του συνολικού pot. Ύστερα, σημαντικό ρόλο παίζει ο σκοπός του πονταρίσματος, δηλαδή όταν το ρομπότ είναι σίγουρο ότι νικάει, τότε ποντάρει για να βγάλει μέγιστη αξία αν ο αντίπαλος κάνει call, δηλαδή κάνει ένα value bet. Αντιθέτως, όταν το ρομπότ πιστεύει ότι μπορεί να νικάει αλλά δεν είναι σίγουρο για την δύναμη του χεριού του αντιπάλου του, τότε κάνει ένα μικρό bet για να αποσπάσει πληροφορία για το πόσο ισχυρός είναι ο αντίπαλός του, δηλαδή κάνει ένα information bet. Τέλος, μπορεί να έχει κάποιο δυνατό draw και έτσι να κάνει ένα semi-bluff bet και ας μην νικάει τώρα το χέρι του, με σκοπό να κάνει τον αντίπαλό του να πάει fold.

Συγκεκριμένα $\text{information-bet} = 25\% * \text{potSize}$, ενώ $\text{value-bet} = 40\% * \text{potSize}$.

```
Please enter the Pot Size:
5
Is the board draw heavy (does it have straight or flush draws)?Press:
1->YES
2->NO
2
*You should bet for value:2.00*
```

Τέλος, με σκοπό ο αντίπαλος να μην κυνηγάει τα draws του, δηλαδή να μην κάνει calls χωρίς να έχει χτυπήσει τίποτα με σκοπό να βελτιωθεί στις επόμενες κάρτες, αν το board είναι draw heavy, δηλαδή αν υπάρχουν flush draws και straight draws (2 ή 3 φύλα του ίδιου χρώματος και 2 ή 3 συνεχόμενες κάρτες στην σειρά), τότε το ρομπότ ποντάρει 10% παραπάνω του pot σε κάθε ένα από τα πονταρίσματά του. Αυτό, για να κάνει την τιμή του να δει τις επόμενες κάρτες χειρότερη στον αντίπαλό του.

```
Please enter the Pot Size:
5
Is the board draw heavy (does it have straight or flush draws)?Press:
1->YES
2->NO
1
*You should bet for value:2.50*
```

6.10 retMyRaise():

Η συνάρτηση αυτή είναι πρακτικά ίδια με την παραπάνω, με την διαφορά ότι τώρα για ένα value-raise το ρομπότ αυξάνει το ποντάρισμα του αντιπάλου επί 3, ενώ όταν το board είναι drawheavy, επί 3.3.

6.11 retFoldPC():

Η συνάρτηση αυτή, επιστρέφει στο ρομπότ το fold%, δηλαδή, το ποσοστό επί τις εκατό πιθανότητας ο αντίπαλος σου να πάει fold αν ποντάρεις, δεδομένου ότι δεν έχεις εσύ το νικητήριο χέρι. Αυτό, το κρίνει είτε από μόνος του ο χρήστης είτε δίνεται η επιλογή να διαλέξεις από ένα μενού, το οποίο σχετίζεται με την επιθετικότητα ή την παθητικότητα του αντιπάλου. Προφανώς, όσο πιο παθητικός είναι ο αντίπαλος και όσο πιο σφιχτά παίζει, τόσο μεγαλύτερη πιθανότητα θα έχεις να πάει fold. Αντίθετα, όσο πιο επιθετικός και χαλαρός είναι ο αντίπαλος, τόσο μικρότερη πιθανότητα έχεις να πάει fold. Στον πίνακα αντιστοιχίζονται ποσοστά που θα πήγαινε κατά μέσο όρο fold ο αντίπαλος σε κάθε περίπτωση.

```
What you believe is your Fold Equity?Press
1-> Enter the probability in Per Cent
2-> If you don't know enter your opponents tight/loose factor from the menu below:
2
My opponent is(press the number):
1->Very Tight(very high fold equity)
2->Tight(high fold equity)
3->Normal-Tight(average-high fold equity)
4->Normal(average fold equity)
5->Normal-Loose(average-low fold equity)
6->Loose(low fold equity)
7->Very Loose(very low fold equity)
```


6.12 totalEquity():

Η συνάρτηση αυτή παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον, καθώς και ουσιαστικά λέει στο ρομπότ πότε αξίζει να μπλοφάρει και πότε όχι! Πρακτικά λέει πώς η συνολική πιθανότητα να νικήσεις, είναι η πιθανότητα να νικήσει το χέρι σου και η πιθανότητα να πάει fold ο αντίπαλός σου. Αν αυτή η συνολική πιθανότητα είναι μεγαλύτερη από την πιθανότητα νίκης χεριού του αντιπάλου σου (δηλαδή, την πιθανότητα ήττας σου) τότε μπορείς να κάνεις ένα semi-bluff.

Η συνάρτηση χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου το ρομπότ έχει κάποιο δυνατό draw (αλλά δεν έχει χτυπήσει κάτι), επομένως έχει ένα ορισμένο $win\% < lose\% = 1 - win\%$, και αν έχει και ένα fold% τέτοιο ώστε να ισχύει $total\ equity = (win\% + fold\%) > lose\%$, θα πρέπει να δοκιμάσει να κάνει ένα semi-bluff, με σκοπό να καταφέρει να κάνει τον αντίπαλό του να πάει fold. Παίρνει σαν όρισμα τις πιθανότητες win%, fold% και βγάζει σαν αποτέλεσμα την πληροφορία μέσω μιας απλής συνθήκης if, αν τελικά αξίζει ή όχι να μπλοφάρεις.

```
*You could Bluff/Semi-Bluff*
```

```
*You should not Bluff/Semi-Bluff, you should fold*
```

6.13 foldEquity():

Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιείται μονάχα αφού έχει χρησιμοποιηθεί η παραπάνω συνάρτηση και είναι υπεύθυνη σε περίπτωση που το ρομπότ μπλοφάρει, να υπολογίσει και το ακριβές ποντάρισμα ή raise που πρέπει να κάνει το ρομπότ ώστε να έχει μια ισχυρή πιθανότητα να κάνει τον αντίπαλό του να πάει fold. Συγκεκριμένα αυτή η πιθανότητα υπολογίζεται ως εξής με τους παρακάτω μαθηματικούς τύπους.

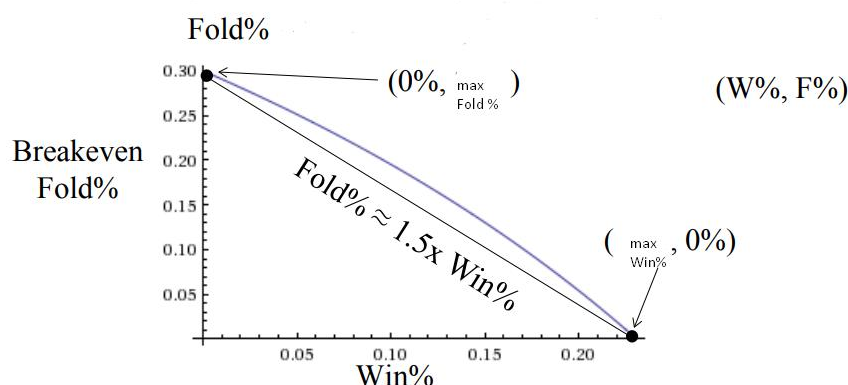
Bluffing Formulas

- Fold% (Minimum Fold Rate if SDWin% = 0)
 - $x = \text{BetAmt} / (\text{Pot} + \text{BetAmt})$
- Fold Equity (EV of Bluff, assuming SDWin% = 0)
 - $x = \text{Fold\%} * \text{Pot} - (1 - \text{Fold\%}) * \text{BetAmt}$
- Showdown-Value (EV Contribution of Being Called)
 - $x = (1 - \text{Fold\%}) * (\text{Win\%} * \text{WinAmt} - \text{Lose\%} * \text{LoseAmt})$
- Fold Equity (EV of Semi-Bluff, if SDWin% > 0)
 - $x = \text{Fold\%} * \text{Pot} + (1 - \text{Fold\%}) * (\text{Win\%} * \text{WinAmt} - \text{Lose\%} * \text{LoseAmt})$
- Semi-Bluff Fold% (Quick Rule for Breakeven Semi-Bluff Fold%)
 - $x = \text{BetAmt} / (\text{Pot} + \text{BetAmt}) - 1.5x \text{ Win\%}$



Massachusetts Institute of Technology

Semi-Bluffing – Impact of Win%

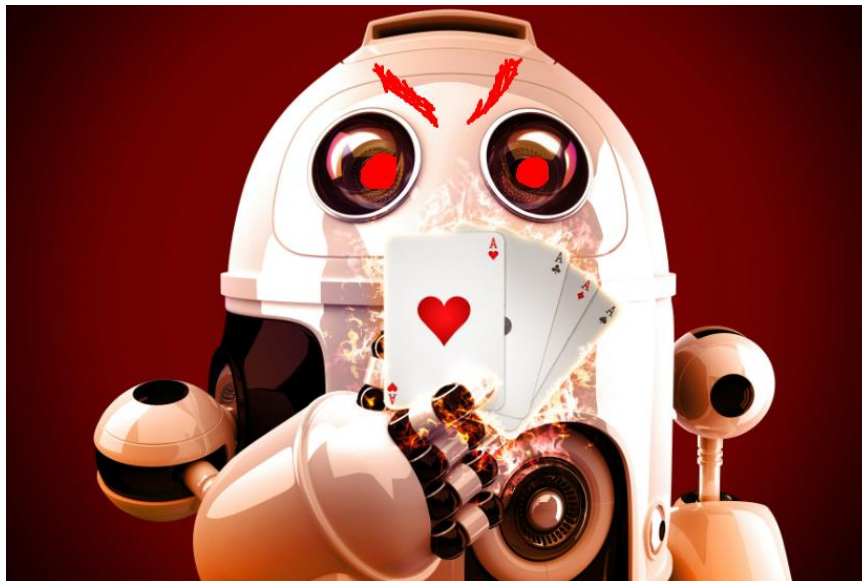


Οι εξισώσεις αυτές πρακτικά σου λένε πως αν έχεις $\text{win}\% = 0$, τότε πρακτικά επιχειρείς μια πλήρης μπλόφα , βασιζόμενος μόνο στην πιθανότητα ο αντίπαλος σου να πάει fold. Επομένως , υπολογίστηκε λύνοντας ως προς το BetAmt, με ένα δεδομένο fold% και potSize ποιο είναι το ποσό εκείνο που πρέπει να ποντάρεις. Παρόλα αυτά, ο πράκτορας αυτός δεν κάνει τέτοιου είδους ακραίες μπλόφες , καθώς και βασίζονται σε πολύ μεγάλα ρίσκα και ασταθής προβλέψεις για το αν θα πάει ο αντίπαλος fold ή όχι.

Από την άλλη, αν έχεις ένα ορισμένο ποσοστό νίκης $\text{win}\% > 0$ και ισχύει ο τύπος της προηγούμενης συνάρτησης, τότε επιχειρείς μια ημι-μπλόφα (καθώς και έχεις πιθανότητες νίκης αν χτυπήσει το draw σου) και λύνοντας πάλι ως προς BetAmt, με ένα συγκεκριμένο fold% , potSize και win% αυτή τη φορά , βρήκα ποιο πρέπει να είναι το σωστό ποντάρισμα.

```
Please enter the Pot Size:  
5  
*For your Bluff/Semi-Bluff , your max bet should be :5.04*
```

Παρατηρείστε από τους δύο τύπους πως όταν κάνει ημι-μπλόφα , παίρνεις ένα πολύ μικρότερο ρίσκο, καθώς και αφού αφαιρείς $1.5 * \text{win}\%$ από το αναγκαίο fold%, τότε ο αντίπαλος σου δεν χρειάζεται να έχει τόσο μεγάλο fold% για να πετύχει η μπλόφα σου. Το ρομπότ λοιπόν, έχει ενσωματώσει πλήρως στο παιχνίδι του τέτοιου είδους απρόβλεπτες και επιθετικές κινήσεις, με μικρό ρίσκο!



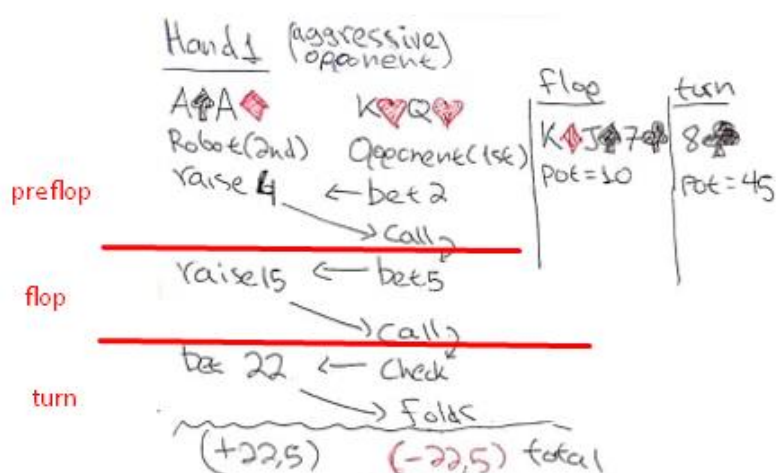
7 Αποτελέσματα & Παρατηρήσεις:

Στο σημείο αυτό, θα αναρτηθούν όλα τα αποτελέσματα που κατέγραψα από το ρομπότ σε δράση. Η διαδικασία καταγραφής ήταν αρκετά ενδιαφέρουσα, καθώς και το ρομπότ συναγωνιστικό δύο πραγματικούς ανθρώπους σε heads up poker, τους φίλους μου Γιώργο και Νίκο οι οποίοι είναι οι ίδιοι αρκετά έμπειροι στο παιχνίδι. Τα αποτελέσματα ήταν απροσδόκητα καλά, καθώς και στην πρώτη παρτίδα που έπαιξε με τον καθένα, νίκησε και τους δύο! Παρόλα αυτά, ο Νίκος κατάφερε να το νικήσει την δεύτερη φορά που έπαιξαν , αφού του είχα εξηγήσει περίπου πως λειτουργεί το πρόγραμμα και αφού είχε αναμετρηθεί ήδη μαζί του. Οι παρτίδες διήρκεσαν περίπου μισή ώρα η κάθε μια, καθώς και άρχιζαν με ένα μικρό ποσό μαρκών ο καθένας . Η καταγραφή των αποτελεσμάτων είχε ως εξής, εγώ καθόμουν στον υπολογιστή μου με το πρόγραμμα ανοιχτό , εισάγοντας σαν είσοδο τις

απαραίτητες πληροφορίες κάθε φορά και κάνοντας ακριβώς ότι κίνηση μου έλεγε το ρομπότ να κάνω , έχοντας τους αντιπάλους μου να παίζουμε δίπλα. Κατέγραψα το πρόγραμμα όσο το έτρεχα , με έναν screen recorder , για να επιβεβαιώσω σε εσάς με βίντεο τις αποφάσεις που έπαιρνε.

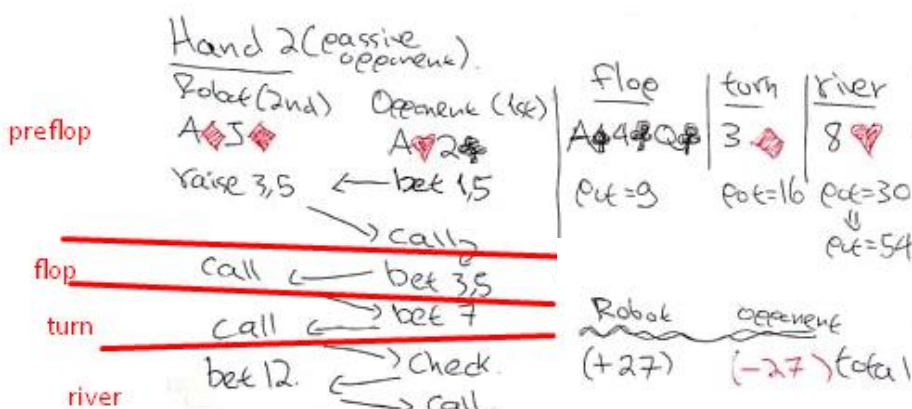
Παρακάτω, παραδίδω μερικές (6) κομβικές παρτίδες που συνέβησαν τις οποίες , κατέγραψα επίσης και με το χέρι για να σας τις αναλύσω και να τις σχολιάσω. Τα αντίστοιχα βίντεο αυτά θα αναρτηθούν μαζί με την εργασία, στα οποία φαίνονται οι υπολογισμοί όχι μόνο των αποφάσεων αλλά και των αντίστοιχων πονταρισμάτων. Οι δράσεις του κάθε παίκτη και το ποιος μιλάει πρώτος και δεύτερος, φαίνονται στο σχήμα (δράση ακολουθεί τα βελόνια).

Να σημειωθεί στο σημείο αυτός πως γνωρίζοντας τους αντιπάλους μου, εφόσον έχουμε ξαναπαίζει αρκετές φορές μαζί, εισήγαγα τον Γιώργο σαν επιθετικό παίκτη, ενώ τον Νίκο σαν παθητικό.



Σημαντικό σημείο αυτής της παρτίδας είναι πως εφόσον ο αντίπαλος έχει καταχωρηθεί σαν επιθετικός, το ρομπότ κάνει μεγάλο raise για value , καλώντας την συνάρτηση retMyRaise, στο ποντάρισμα του αντιπάλου στο flop (αντίθετα σε έναν παθητικό παίκτη , θα έκανε απλά call), με σκοπό να μην τον αφήσει να τραβήξει κάρτες που θα τον βελτιώσουν σε χαμηλή τιμή. Αποτέλεσμα αυτού, είναι ο αντίπαλος να έχει καταλάβει ότι το ρομπότ έχει κάποιο πολύ δυνατό

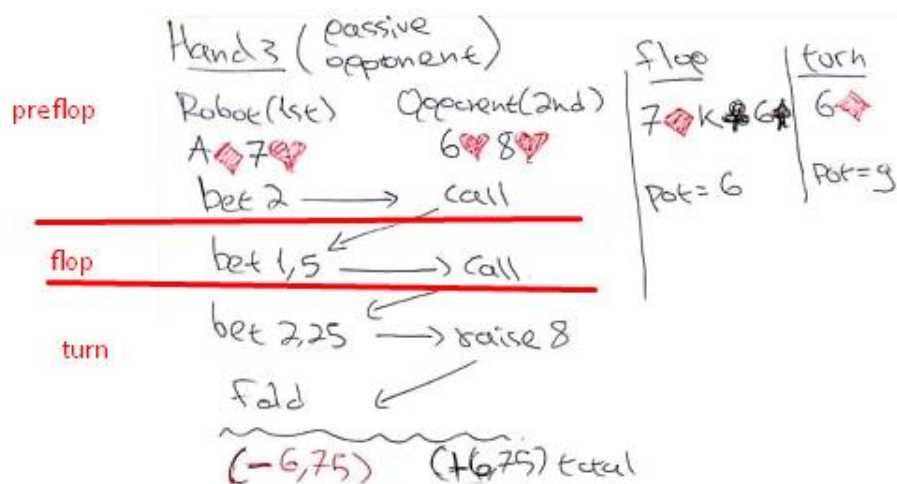
συνδυασμό και έτσι στο turn να πηγαίνει check και ύστερα fold. Επομένως το ρομπότ μπορεί να εξασφάλισε την νίκη του και να παρέτρεψε τον αντίπαλο από το να βελτιώσει τον συνδυασμό του, πράγμα που είναι το ασφαλές να γίνει, αλλά ίσως έχασε κάποιο value, τρομάζοντας τον αντίπαλο και μην αφήνοντας τον να ξαναμοντάρει μόνοι του.



Στο χέρι αυτό, θα γίνει κατανοητό ένα μεγάλο λάθος πολλών παικτών. Ο αντίπαλος όπως φαίνεται, κάνει call στο preflop raise του ρομπότ με ένα χέρι μέτριας δύναμης(ο άσπος είναι δυνατός στο heads up, αλλά το 2άρι είναι ένα αδύναμο

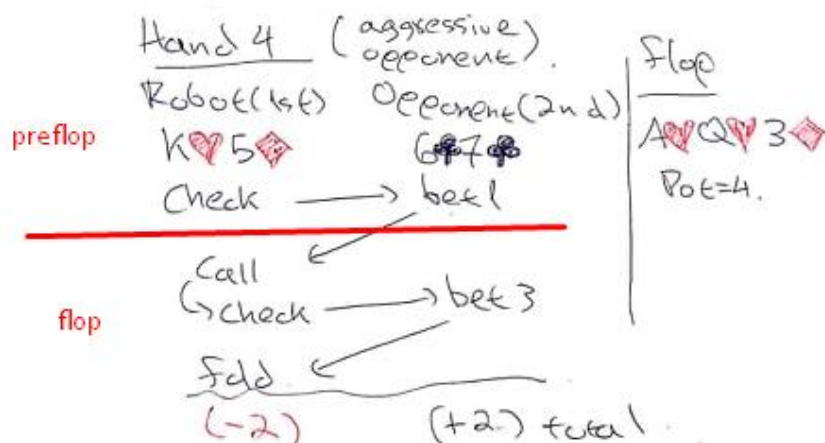
δεύτερο φύλο), πράγμα που το ρομπότ δεν θα έκανε(θα πήγαινε fold σε ένα τέτοιο raise preflop). Αποτέλεσμα της πράξης αυτής του αντιπάλου είναι να χτυπήσει top-pair, θεωρώντας πως νικάει και έτσι να συνεχίσει τα πονταρίσματα στους επόμενους γύρους. Το ρομπότ εφόσον ο αντίπαλος εδώ ήταν παθητικός, απλά έκανε call στα πονταρίσματα και δεν αύξανε με σκοπό να μην διώξει τον αντίπαλο από το χέρι και να βγάλει μέγιστο Value. Στο river ο

αντίπαλος, εφόσον έχει δεχτεί ήδη 2 calls στα πονταρίσματα του , κάνει slow down και κάνει check, θεωρώντας ότι έχω το καλύτερο χέρι , το ρομπότ κάνει ανάλογο ποντάρισμά για value, καλώντας την συνάρτηση retMyBet. Έτσι ο αντίπαλος βρίσκεται σε μια πολύ δύσκολη και άβολη, καθώς έχει top-pair έχει ήδη επενδύσει αρκετά χρήματα στο Pot, αλλά δεν έχει καλό δεύτερο φύλο. Εν τέλει κάνει το κακό call. Το ρομπότ φυσικά δεν θα βρισκόταν ποτέ σε μια τέτοια δύσκολη κατάσταση καθώς και θα είχε πάει το χέρι fold preflop!



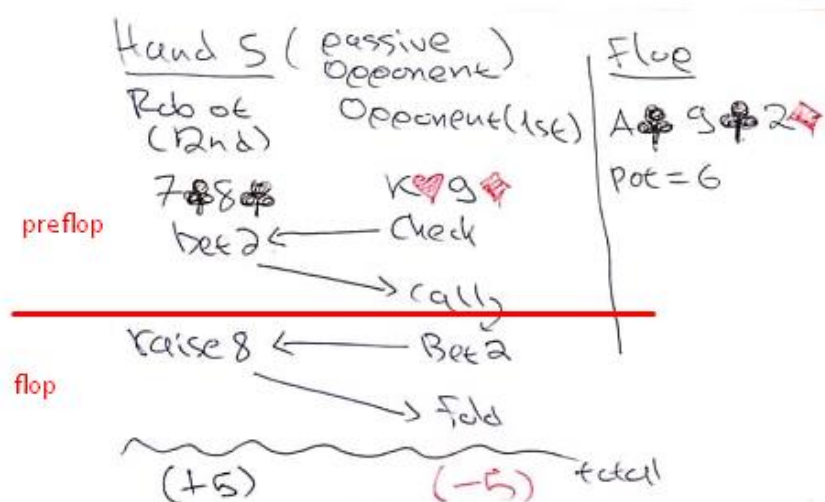
Στο χέρι αυτό, το ρομπότ παίζει πρώτο και εφόσον δεν ήμουν σίγουρος αν έχω το νικητήριο χέρι στο flop και ο αντίπαλος είναι παθητικός , το ρομπότ επιχειρεί ένα μικρό Information -bet καλώντας την συνάρτηση retMyBet, με σκοπό είτε να είναι αρκετό για να διώξει τον αντίπαλο, είτε για να πάρει την πληροφορία , ότι

το χέρι του είναι δυνατό σε μια μικρή τιμή(αποτρέπει τον αντίπαλο να ποντάρει περισσότερα). Σε έναν aggressive αντίπαλο το ρομπότ θα πήγαινε check καθώς και θα φοβόταν μήπως ο αντίπαλος το κάνει raise. Ύστερα, ξανά επιχειρεί ένα μικρό information bet, στο οποίο τώρα ο αντίπαλος κάνει raise(αφού βελτιώθηκε). Το ρομπότ αντιδρά στο raise αυτό, εφόσον πιστεύω εγώ ότι χάνω, με την κλήση της συνάρτησης retWinPC και potOdds() για να δει αν αξίζει να κάνει το call ή όχι με το συγκεκριμένο ποσοστό νίκης που έχει τώρα (δηλαδή 2 outs τα 7αρια). Αποφασίζει ότι δεν αξίζει και κάνει ένα καλό fold.



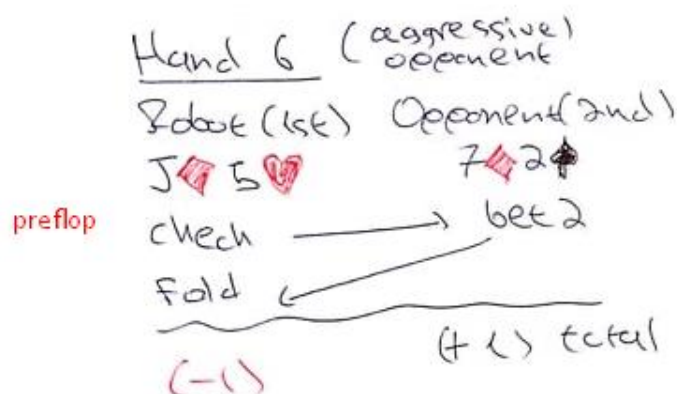
Αυτό είναι μια από τις πιο κλασικές παρτίδες που αντιμετωπιζόταν και στους δύο αντιπάλους, το ρομπότ να έχει ένα μέτριας δύναμης χέρι, να το παίζει παθητικά εναντίον του επιθετικού αντίπαλου. Στην περίπτωση που δεν χτυπούσε οτιδήποτε δηλαδή κανέναν συνδυασμό ή έστω κάποιο draw και ο αντίπαλος του πόνταρε και ας είχε το χειρότερο χέρι, το ρομπότ πήγαινε εκ του

ασφαλούς και έκανε fold, φροντίζοντας έτσι πάντα να χάνει τις λιγότερες δυνατές μάρκες. Γεγονός βέβαια που αποδείχθηκε, πολύ δυνατή άμυνα εναντίον στους αντιπάλους του , σε περιπτώσεις που είχαν χτυπήσει κάτι καλό και πόνταραν για Value, αλλά φυσικά δεν κατάφεραν να κερδίσουν παραπάνω μάρκες παρά από τις αρχικές (τα Blinds). Σε αντίθεση με κάποιον παίκτη που ίσως κάνει κάποιο κακό call χωρίς κάποιο δυνατό draw, με σκοπό να μπλοφάρει στους επόμενους γύρους , το ρομπότ δεν παίρνει τέτοια ρίσκα χωρίς να έχει τις πιθανότητες με το μέρος του!



Η παρτίδα αυτή, παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς και συνέβη αρκετές φορές και δείχνει την έννοια του semi-bluff. Το ρομπότ παίζει εναντίον ενός παθητικού αντιπάλου ο οποίος του ποντάρει στο flop. Εναντίον ενός επιθετικού αντιπάλου θα καλούταν η συνάρτηση retWinPC και potOdds και απλά θα έδειχνε call. Παρόλα αυτά, εναντίον ενός παθητικού αντιπάλου που πηγαίνει fold συχνότερα, δηλαδή έχει μεγάλο fold%, το ρομπότ

δοκιμάζει να νικήσει το χέρι εδώ και τώρα, καλώντας τις συνάρτησεις retWinPC, retFoldPC, και retTotalEquity για να δει αν αξίζει το semi-bluff και ύστερα ποντάρει το απαραίτητο ποσό καλώντας την συνάρτηση foldEquity. Ο αντίπαλος, πάει fold το καλύτερο χέρι.



Τέλος, άλλο ένα παράδειγμα ενός χεριού που γίνεται εκμετάλλευση της παθητικής στρατηγικής, χωρίς ρίσκα του ρομπότ, καθώς και πάει ένα μέτριο χέρι fold, ενάντια στο χειρότερο χέρι του παιχνιδιού!

8 Εμπόδια που αντιμετωπίστηκαν & Συμπεράσματα:

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να τονίσω πως το μεγαλύτερο εμπόδιο στην εργασία, ήταν η δημιουργία του δέντρου αποφάσεων after flop. Προσέγγισα το θέμα της λειτουργίας του από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες, πριν καταλήξω στην τελική. Αρχικά, είχα προσπαθήσει να φτιάξω το ρομπότ εντελώς αυτόνομο, δηλαδή χωρίς ούτε την μια πληροφορία που δεν μπορεί να πάρει το ρομπότ μόνο του την info2(). Η συνάρτηση αυτή ρωτάει από τον παίκτη αν πιστεύει ότι το χέρι του νικάει τώρα ή όχι, πρακτικά είναι ο λόγος που το ρομπότ ονομάστηκε poker assistant. Συνειδητοποίησα πως αυτή η πληροφορία δεν έχει σχέση τόσο με την δύναμη του δικού σου χεριού, αλλά με το τι πιστεύεις για την δύναμη του χεριού του αντιπάλου, γεγονός που δεν βασίζεται σε κάποιου είδους βέλτιστη στρατηγική, αλλά βασίζεται ξεκάθαρα στο ψυχολογικό κομμάτι του παιχνιδιού και στην ικανότητα κάθε παίκτη να κρίνει αν ο αντίπαλος του είναι δυνατός ή αν μπλοφάρει ή όχι. Οπότε είναι φανερό, πως μια τέτοια πληροφορία δεν θα μπορούσε να την αντλήσει με οποιοδήποτε τρόπο ένα ρομπότ ανεξαρτήτως της υπολογιστικής του ισχύς και της αποθηκευμένης γνώσης που είχε στην μνήμη του.

Αυτός είναι και ο λόγος που το παιχνίδι Texas hold'em , μέχρι και σήμερα, δεν έχει καταφέρει να λυθεί επιτυχώς από κανέναν πράκτορα (σε αντίθεση με άλλα παιχνίδια όπως το σκάκι, που υπολογίζοντας κάθε δυνατή κίνηση μπορείς να βρεις την βέλτιστη), διότι όπως και προανέφερα, περιέχει τον παράγοντα της ψυχολογίας σε ένα πολύ μεγάλο επίπεδο.

Παρόλα αυτά, δίνοντας αυτήν την μικρή βοήθεια στον παραπάνω τομέα στο ρομπότ, κατάφερα να δημιουργήσω έναν πράκτορα αρκετά αποτελεσματικό. Συγκεκριμένα, έγινε κατανοητό πως ο robot poker assistant, ακολουθεί την ασφαλή πορεία, δεν παίρνει μεγάλα ρίσκα, αλλά ταυτόχρονα έχει δυνατά πονταρίσματα και επιθετικές κινήσεις όπως ημι-μπλόφες. Αποτέλεσμα αυτών είναι όταν χάνει να χάνει λίγες μάρκες, να μην μπαίνει σε δύσκολες και οριακές καταστάσεις όπου δεν είναι σίγουρη η νίκη του, να εκμεταλλεύεται τους παθητικούς του αντιπάλους και ταυτόχρονα να προσπαθεί να παγιδέψει τους επιθετικούς έτσι ώστε να κάνουν μόνοι τους κάποιο λάθος.

Συνολικά όλοι αυτοί οι παράγοντες αποφέρουν ένα σταθερά αυξανόμενο κέρδος και μικρές απώλειες. Σημαντικό είναι όμως, να μην ξεχνάμε πως παραμένει ένα ρομπότ , το οποίο παρακολουθώντας τα μοτίβα των κινήσεων και των πονταρισμάτων του ή ξέροντας τον τρόπο λειτουργίας του, μπορεί κανείς πολύ εύκολα να το εκμεταλλευτεί προς όφελός του. Παρόλα αυτά, το ρομπότ μπορεί να βγει κερδισμένο εναντίον ανύποπτων ή μη παρατηρητικών παικτών!

Ποιος ξέρει, με την ραγδαία ανάπτυξη του τομέα των αυτόνομων πρακτόρων ίσως κάποια μέρα τα ρομπότ να κατακτήσουν την κοινότητα του online poker!



~ΤΈΛΟΣ~