

# Χρήση ευφύων τεχνικών για τη μελέτη παιχνιδιού στρατηγικής με μερικώς παρατηρήσιμο περιβάλλον

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χαράλαμπος Ασημακόπουλος

Επιβλέπων : Ανδρέας-Γεώργιος  
Σταφυλοπάτης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπων : Γεώργιος Σιόλας  
Ε.ΔΙ.Π. Ε.Μ.Π



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και  
Μηχανικών Υπολογιστών

Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης και  
Συστημάτων Μάθησης, Τομέας Τεχνολογίας  
Πληροφορικής και Υπολογιστών

# Περιεχόμενα της παρουσίασης

01

Τεχνητή Νοημοσύνη  
και μερικώς  
παρατηρήσιμα  
παιχνίδια

02

Το παιχνίδι **Tichu** και η  
μοντελοποίηση του

03

Η προσέγγιση μας και  
η συλλογή  
δεδομένων

04

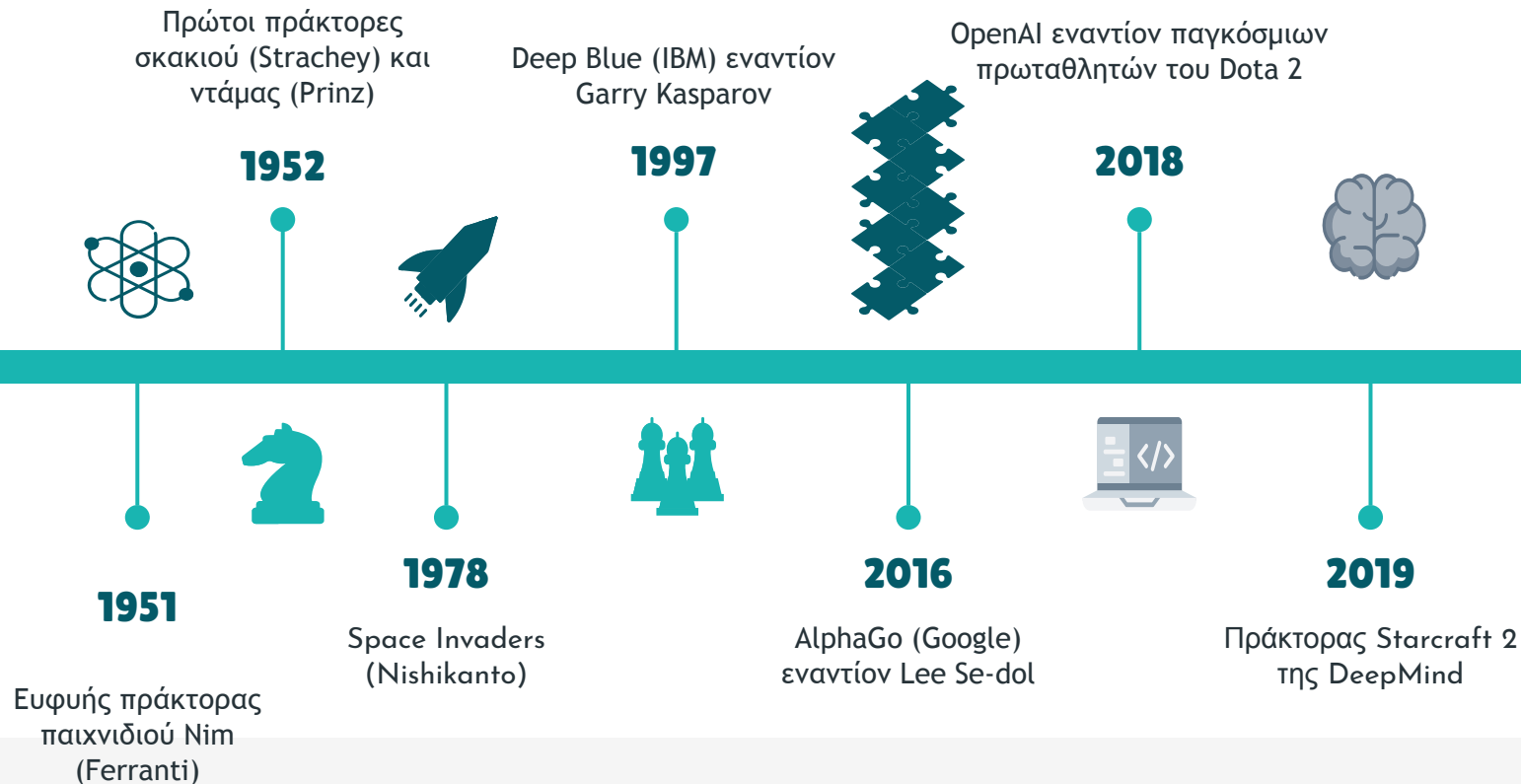
Η επιλογή των  
χαρακτηριστικών  
Επιλογή και  
εκπαίδευση των  
ευφυών  
συστημάτων

05

Αποτελέσματα,  
συμπεράσματα και  
προτάσεις για  
μελλοντικές μελέτες

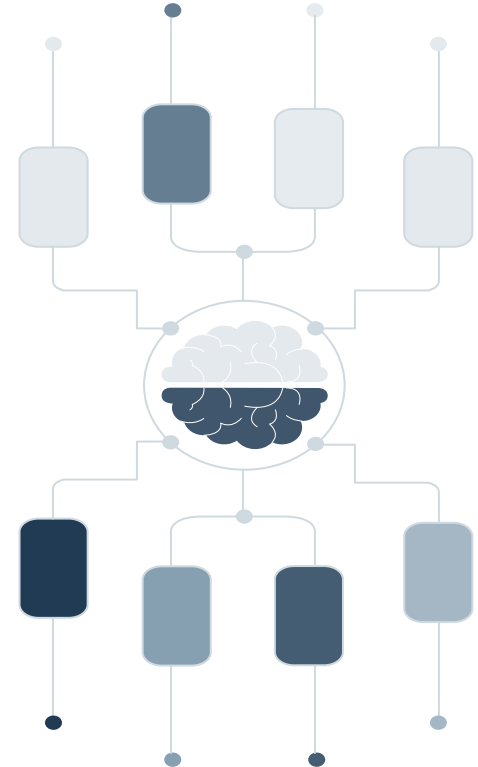
06

# Τεχνητή Νοημοσύνη και παιχνίδια



# Τεχνητή Νοημοσύνη και μερικώς παρατηρήσιμα παιχνίδια

- Τα μερικώς παρατηρήσιμα παιχνίδια μοντελοποιούνται ως μερικώς παρατηρήσιμες Μαρκοβιανές διαδικασίες αποφάσεων (Partially Observable Markov Decision Process - POMDP)
- Το 2015 οι Shin Ishii, Hajime Fujita et al. μοντελοποιούν το παιχνίδι καρτών Hearts με χρήση POMDP
- Το 2012 οι Cowling, Ward et al. μοντελοποιούν το παιχνίδι καρτών Magic: The Gathering με χρήση του αλγορίθμου Monte Carlo με χρήση δέντρου αναζήτησης (Monte Carlo Tree Search - MCTS)
- Το 2008 οι Fujii, Hashida et al. δημιουργούν έναν πράκτορα για βιντεοπαιχνίδια ανταλλαγής καρτών.
- Το 2014 οι Robilliard, Fonlupt et al. χρησιμοποιούν τον αλγόριθμο MCTS για τη δημιουργία ευφυή πράκτορα στο παιχνίδι 7 Wonders
- Το 2018 οι da Silva και Wanderley Goes δημιουργούν ένα προσαρμοστικό νευρωνικό δίκτυο για το ψηφιακό παιχνίδι καρτών HearthStone της Blizzard.



# TO TICHU



# Το παιχνίδι καρτών Tichu

- Το Tichu είναι ένα ομαδικό παιχνίδι αναρρίχησης με κάρτες και παίζεται με 4 παίκτες που χωρίζονται σε 2 ομάδες.
- Ιδρύθηκε από τον Urs Hostettler το 1991 και διανέμεται από την ελβετική εταιρία παιχνιδιών Fata Morgana
- Νικήτρια είναι η ομάδα που θα φτάσει πρώτη τους 1000 πόντους
- Το Tichu είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στην Ελλάδα
- Υπάρχουν και πολλές διαδικτυακές πλατφόρμες που μπορεί κάποιος να παίξει Tichu με άλλους παίκτες



# Η τράπουλα Tichu

- Το Tichu παίζεται με μία τράπουλα που αποτελείται από 56 κάρτες.
- 52 κάρτες είναι οι αριθμοί (2-10) και οι φιγούρες (Βαλές, Ντάμα, Ρήγας και Άσσος) σε τέσσερα διαφορετικά χρώματα (κόκκινο, μαύρο, μπλε, πράσινο).
- Υπάρχουν και τέσσερις ειδικές κάρτες - το Mahjong, τα σκυλιά, ο φοίνικας και ο δράκος.



# Συνδυασμοί καρτών στο παιχνίδι **Tichu**

- Μονό φύλλο
- Δύο φύλλα (ζευγάρι)
- Τρία φύλλα (τριπλέτα)
- Full House
- Κέντα
- Steps
- Βόμβα Καρέ
- Βόμβα Flush





# Ο γύρος στο παιχνίδι Tichu

- Το Tichu παίζεται σε γύρους. Κάθε γύρος αποτελείται από το στάδιο της δήλωσης Grand Tichu, των ανταλλαγών και του παιξίματος.
- Στόχος ενός παίκτη είναι να ξεφορτωθεί όλες τις κάρτες από το χέρι του.
- Ένας γύρος τελειώνει όταν μία ομάδα ξεφορτωθεί όλες τις κάρτες από το χέρι της.
- Σε κάθε παίκτη μοιράζονται 14 κάρτες στην αρχή του γύρου.
- Σε κάθε γύρο οι πόντοι οι οποίοι μοιράζονται στις δύο ομάδες είναι 100 - εκτός από εξαιρέσεις ή δηλώσεις παικτών.



# Δηλώσεις **Grand Tichu** και **Tichu**

- Στην αρχή κάθε γύρου δίνεται η ευκαιρία στους παίκτες να δηλώσουν **Grand Tichu**, όταν δουν τα πρώτα 8 φύλλα από τα 14 που τους μοιράζονται.
- Μια επιτυχής δήλωση **Grand Tichu** σε έναν γύρο επιτυγχάνεται όταν ο δηλών ξεφορτωθεί πρώτος όλες τις κάρτες από το χέρι του στον γύρο αυτό.
- Μια επιτυχής δήλωση **Grand Tichu** δίνει 200 επιπλέον πόντους στην ομάδα που την έκανε, αλλιώς αφαιρεί 200 πόντους από την ομάδα αυτή.
- Μετά το στάδιο των ανταλλαγών, ένας παίκτης μπορεί να δηλώσει **Tichu** πριν ξεφορτωθεί για πρώτη φορά κάρτα/κάρτες στο γύρο αυτό.
- Για το **Tichu** ισχύουν τα ίδια με το **Grand Tichu** απλά οι πόντοι που προστίθενται ή αφαιρούνται είναι 100.



# Ανταλλαγές και πόντοι

- Αφού μοιραστούν 14 φύλλα στους παίκτες ξεκινά το στάδιο των ανταλλαγών.
- Κάθε παίκτης είναι αναγκασμένος να δώσει μια κάρτα στο συμπαίκτη του και από μία κάρτα σε κάθε αντίπαλο.
- Οι πόντοι των καρτών Tichu αθροίζονται σε 100 και προκύπτουν από τα πεντάρια (5 πόντοι το καθένα), τα δεκάρια (10 πόντοι το καθένα), τους ρηγάδες (10 πόντοι ο καθένας), το δράκο (25 πόντοι) και το φοίνικα (-25 πόντοι)



# Μοντελοποίηση του παιχνιδιού Tichu

## Mini Tichu

- Ανάπτυξη ευφυούς πράκτορα με δημιουργία δέντρου αναζήτησης για την επιλογή κόμβου για το παιχνίδι Mini-Tichu (Βλάχου-Κογχυλάκη, 2012)
- Ανάπτυξη πρακτόρων με χρήση αλγορίθμου Monte Carlo και Monte Carlo με δέντρο αναζήτησης για το παιχνίδι Mini-Tichu (Castelein, 2017)
- Συνδυασμός Διαβούλευσης και Στρατηγικών Αντίδρασης για ευφυείς πράκτορες για το παιχνίδι Mini-Tichu (Βλάχου-Κογχυλάκη, Βάσσος 2013)

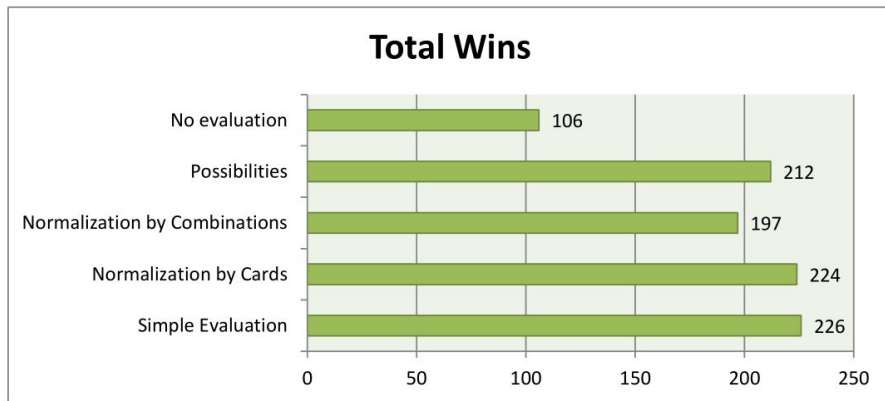
## Tichu

- Bayes-ιανό μοντέλο Tichu για σύγκριση δυναμικότητας χεριών (Reid, 2015)
- Απόφαση για δήλωση Tichu με χρήση Perceptron (Torres, 2016)
- Στρατηγική για δηλώσεις Grand Tichu/Tichu (Yang, 2018)
- Εφαρμογές Tichu σε Android και iOS (Holdren και House Full of Games αντίστοιχα)

# Μοντελοποίηση του παιχνιδιού Tichu

## Ανάπτυξη ευφυούς πράκτορα με δημιουργία δέντρου αναζήτησης για την επιλογή κόμβου για το παιχνίδι **Mini-Tichu**

- Κάθε χέρι αναλύεται σε κόμβους, ανάλογα με τους επιτρεπτούς συνδυασμούς που προκύπτουν
- Διάφοροι πράκτορες που προκύπτουν με βάση τον τρόπο που αξιολογούν τους κόμβους



# Μοντελοποίηση του παιχνιδιού Tichu

Ανάπτυξη πρακτόρων με χρήση αλγορίθμου **Monte Carlo** και **Monte Carlo** με δέντρο αναζήτησης για το παιχνίδι **Mini-Tichu**

	Random	MC	MCTS
Random	50.2	89.2	90.6
MC	10.8	50.4	50.6
MCTS	9.4	49.4	49.6

Table 6.1: Winrate without determinization (read as MC has a 89.2% chance to win against Random)

-	MC	MCTS
without determinization	87.3%	84.2%
with determinizaion	86.9%	88.2%

Table 6.2: Correctly predicted card combinations with and without determinization. Results were taken from over 1 billion predictions at various stages in the game.

# Μοντελοποίηση του παιχνιδιού Tichu

## Στρατηγική για δηλώσεις **Grand Tichu/Tichu (Yang 2018)**

- Σύγκριση διαφόρων μοντέλων, χαρακτηριστικών για δηλώσεις Grand Tichu/Tichu

	LR	NB	AdaBoost	RF
Raw hand	0.619	0.605	0.591	0.612
Compressed hand	0.624	0.619	0.609	0.627
Minimal Pattern (4 features)	0.626	0.552	0.625	0.627
Full Pattern (13 features)	0.628	0.582	0.622	0.620
Full Pattern + Compressed hand	0.624	0.595	0.618	0.622

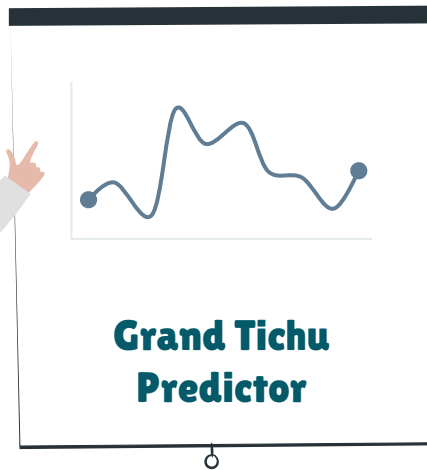
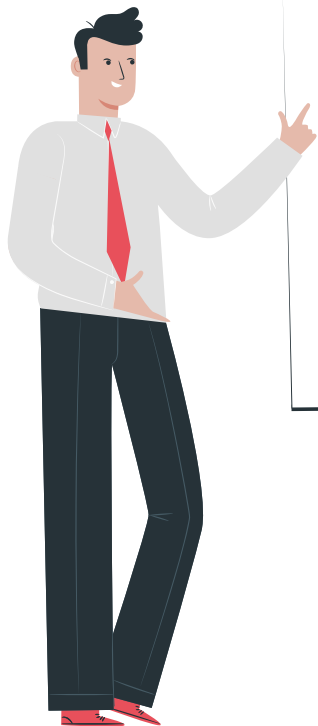
TABLE 1

AUC FOR DIFFERENT MODEL AND FEATURES COMBINATION. LR: LOGISTIC REGRESSION. NB: NAIVE BAYES. RF: RANDOM FOREST. IT SEEMS THAT THE MINIMAL FEATURE HAS CONTAINS MOST OF THE PREDICTIVE POWER, AND ALL MODELS HAVE SIMILAR PERFORMANCE.

	LR	NB	AdaBoost	RF
Raw hand	0.785	0.783	0.786	0.783
Compressed hand	0.791	0.789	0.804	0.802
Minimal Pattern (6 features)	0.827	0.827	0.82	0.827
Full Pattern (14 features)	0.834	0.74	0.832	0.837
Full Pattern + Compressed hand	0.837	0.80	0.833	0.835

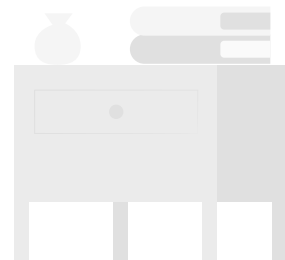
TABLE 4

AUC FOR TICHU PREDICTION WITH DIFFERENT MODEL/FEATURE COMBINATIONS.



## Η προσέγγιση μας

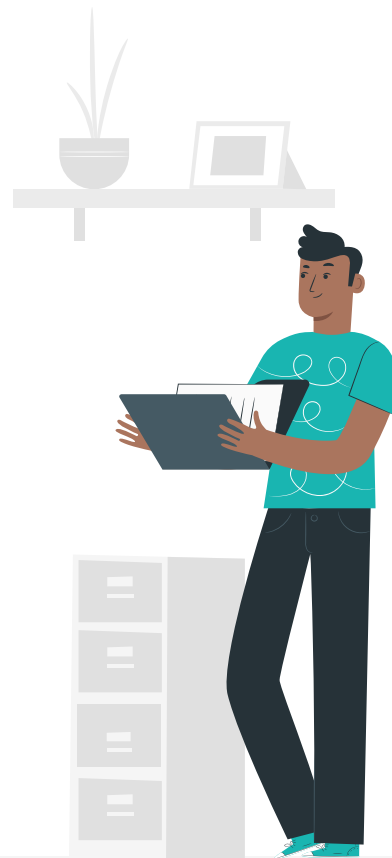
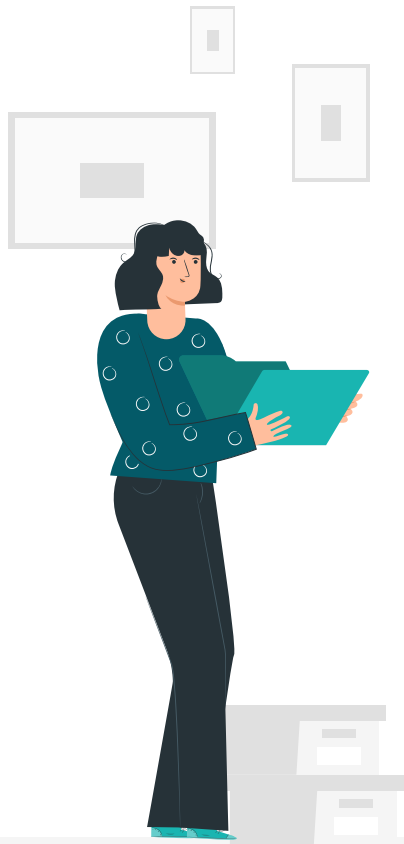
- Μελέτη των δηλώσεων Grand Tichu
- Χρήση δύο μοντέλων
- Μοντέλα παλινδρόμησης, όχι ταξινομητές
- Διάφορα είδη επιθετικότητας ανά πράκτορα





# Συλλογή δεδομένων

- Διαδικτυακό αρχείο παρτίδων Tichu από την πλατφόρμα BrettSpielWelt
- Επιλογή παρτίδων ανάλογα τη βαθμολογία Elo των παικτών στο Tichumania
- Επιλογή παρτίδων που συμμετέχουν παίκτες με διακρίσεις σε τουρνουά Tichu
- 1500 παιχνίδια Tichu για εκπαίδευση
- 100 παιχνίδια για έλεγχο απόδοσης



# Επιλογή Χαρακτηριστικών

01



## Φύλλα

Τα φύλλα που έχει ο παίκτης στο χέρι του

02



## Συνδυασμοί

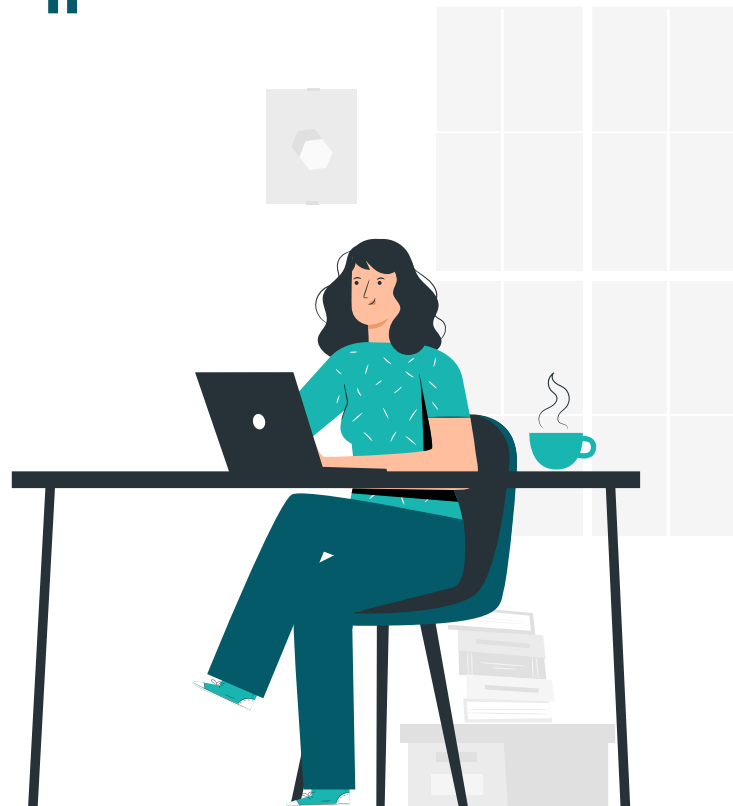
Οι αποδεκτοί συνδυασμοί Tichu που προκύπτουν από τα φύλλα αυτά

03



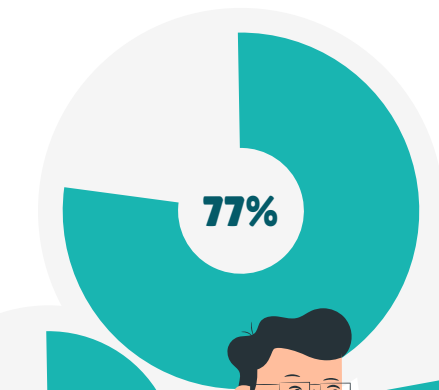
## Επιπλέον Χαρακτηριστικά

Χαρακτηριστικά πέρα από όσα προκύπτουν από τα φύλλα

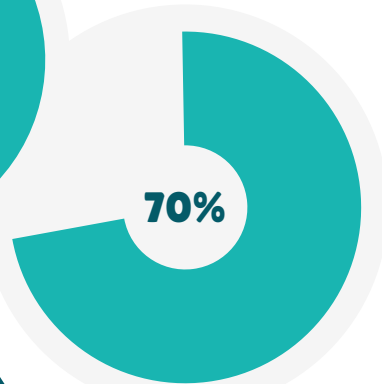


# Επιλογή Μέτρων Απόδοσης

Ορθότητα Δηλώσεων  
(**Accuracy**)

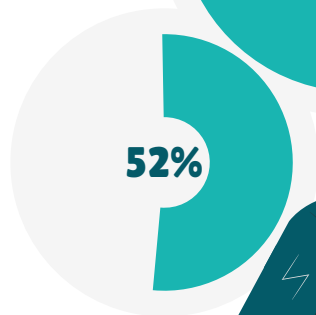


Εμβαδόν κάτω  
από την καμπύλη  
**ROC**



Βαθμολογία **F1**

Ακρίβεια Δηλώσεων  
(**Precision**)



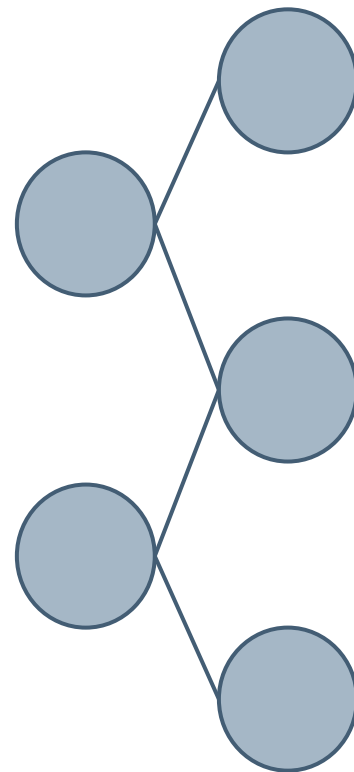
Ανάκληση  
(**Recall**)



# Επιλογή μοντέλων παλινδρόμησης

## Μοντέλο Μηχανής Διανυσμάτων Υποστήριξης με παλινδρόμηση (**Support Vector Regression – SVR**)

- Χρήση της βιβλιοθήκης scikit learn SVR της Python
- Πυρήνας Ακτινικής λειτουργίας Βάσης (Radial Basis Function kernel - RBF)
- $C$  = τιμή ποινής του όρου λάθους του μοντέλου
- $\gamma$  = συντελεστής πυρήνα (αντίστροφο ακτίνας επιρροής κάθε διανύσματος υποστήριξης)
- Εκπαίδευση με αναζήτηση πεδίου (grid search) και διαδικασία διασταυρούμενης επικύρωσης 10-φορών (10-fold cross validation)



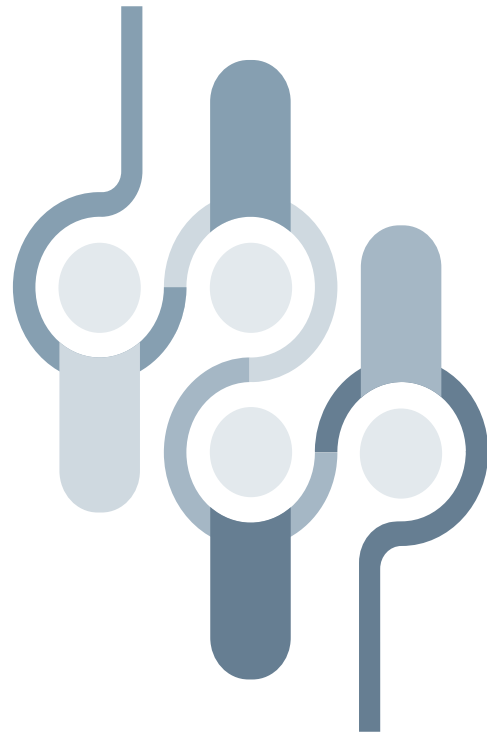
# Επιλογή μοντέλων παλινδρόμησης

## Μοντέλο Λογιστικής παλινδρόμησης (**Logistic Regression – LR**)

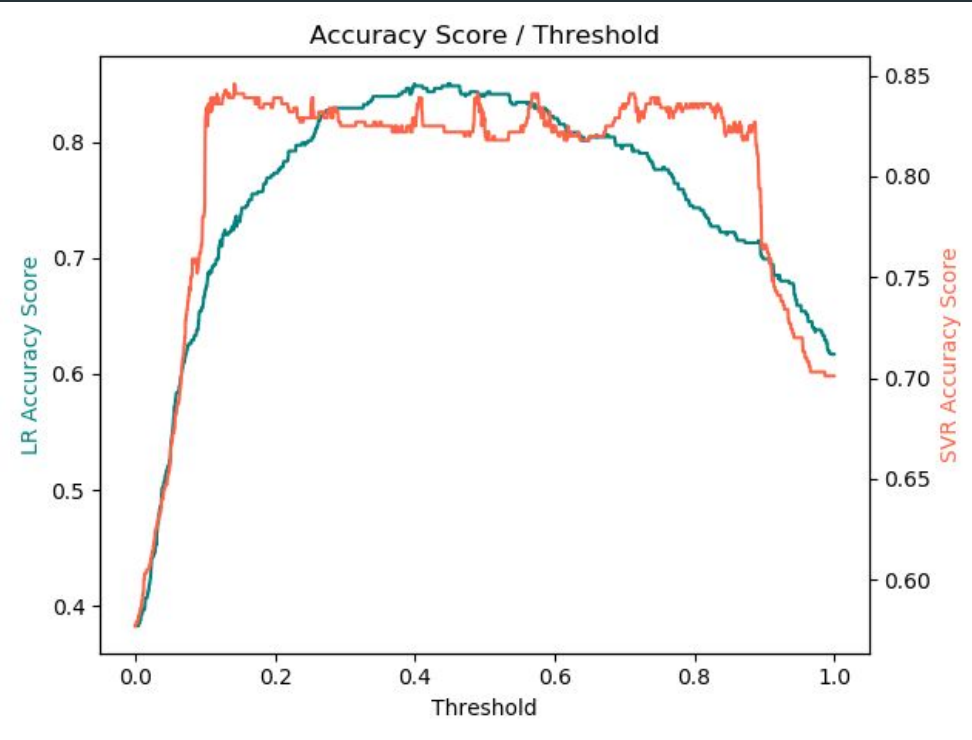
- Χρήση της βιβλιοθήκης scikit learn LR της Python
- $C$  = παράμετρος της αντίστροφης ισχύς κανονικοποίησης των αποτελεσμάτων (inverse regularization strength)
- Εκπαίδευση με αναζήτηση πεδίου (grid search) και διαδικασία διασταυρούμενης επικύρωσης 10-φορών (10-fold cross validation)

### Τιμές κατωφλίων

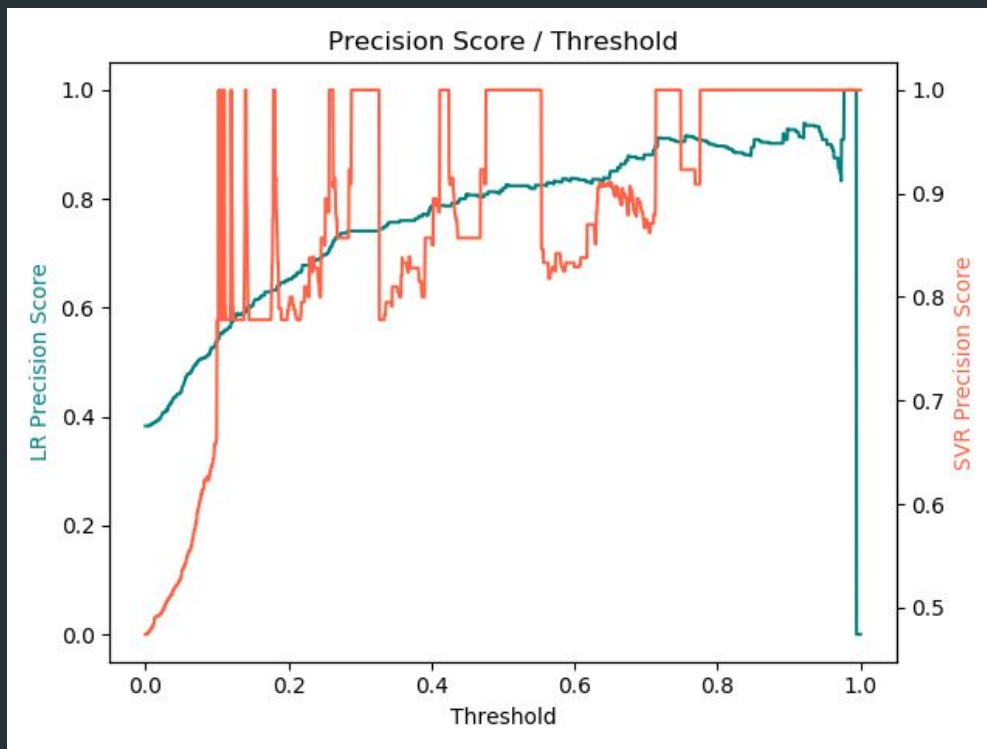
- 2000 τιμές (0 έως 1 με βήμα 0.0005)



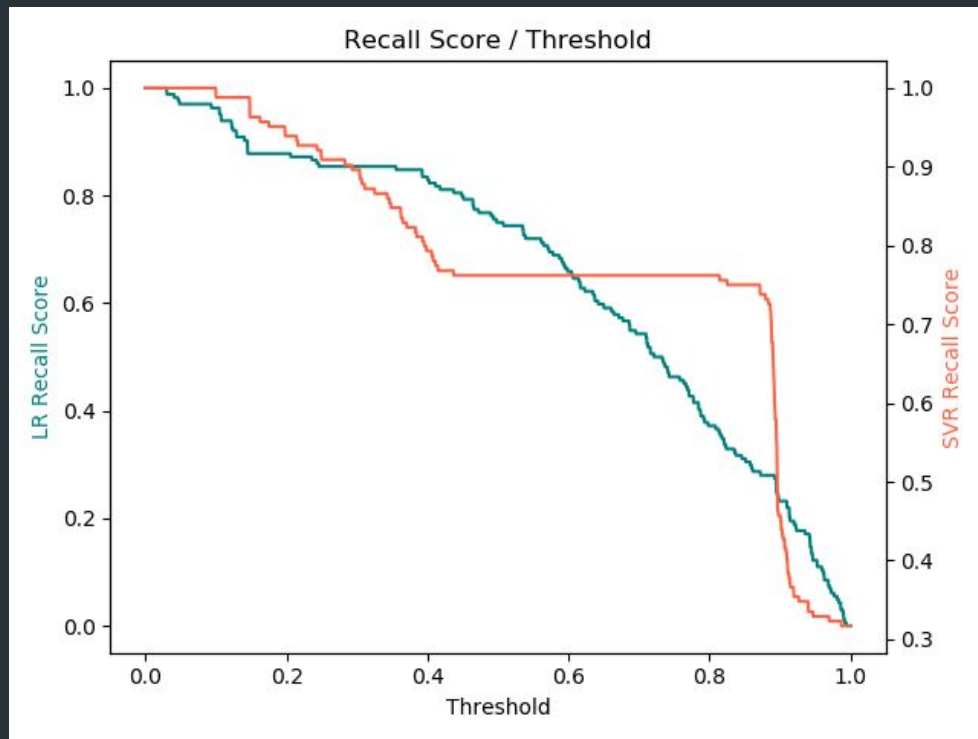
# Αποτελέσματα – Ορθότητα Δηλώσεων



# Αποτελέσματα – Ακρίβεια Δηλώσεων

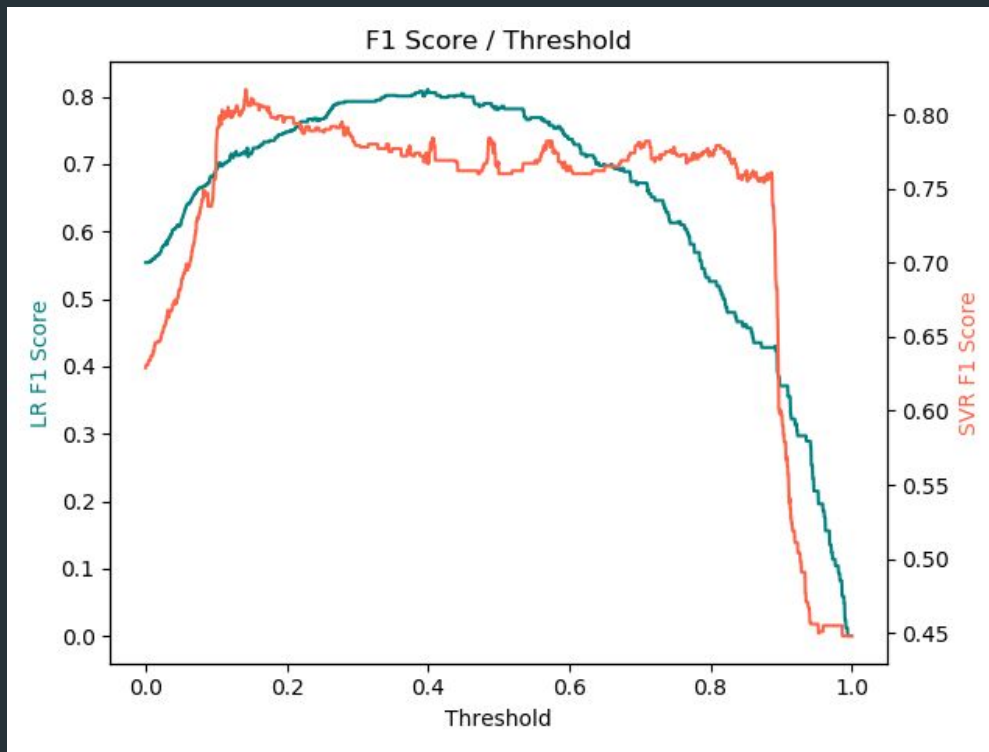


# Αποτελέσματα – Ανάκληση

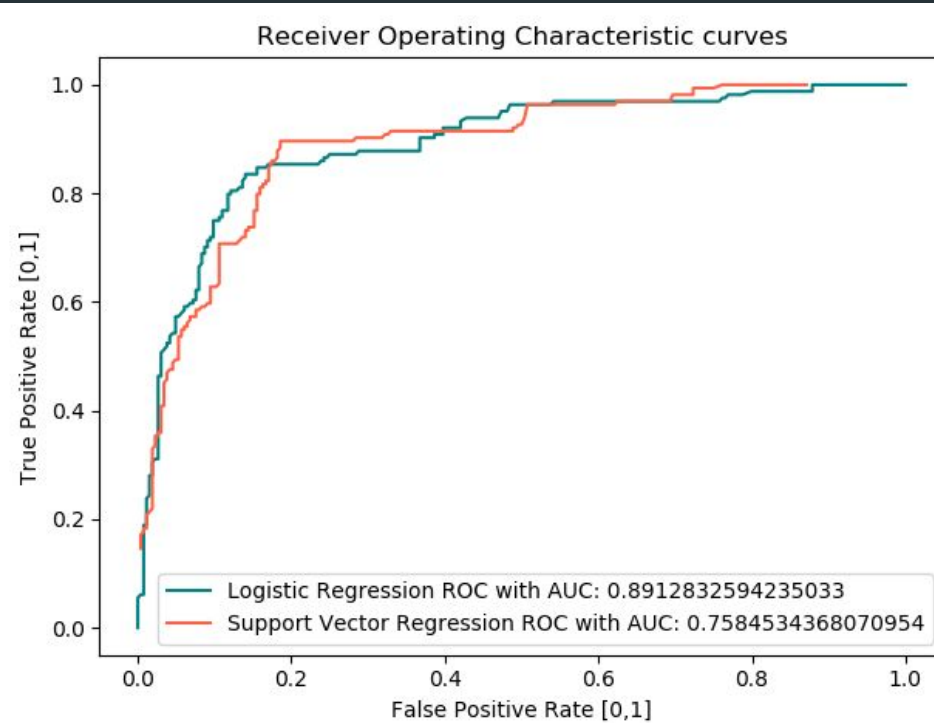




# Αποτελέσματα – Βαθμολογία F1



# Αποτελέσματα – Καμπύλη ROC



# Αποτελέσματα – Μέγιστες τιμές

## SVR

Ορθότητα Δηλώσεων  
(84.58% για  $C = 2$ ,  $\gamma = 0.5$ , τιμή  
κατωφλίου = 0.142)

Βαθμολογία F1  
(81.67% για  $C = 2$ ,  $\gamma = 0.5$ , τιμή  
κατωφλίου = 0.142)

Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC  
75.85%

## LR

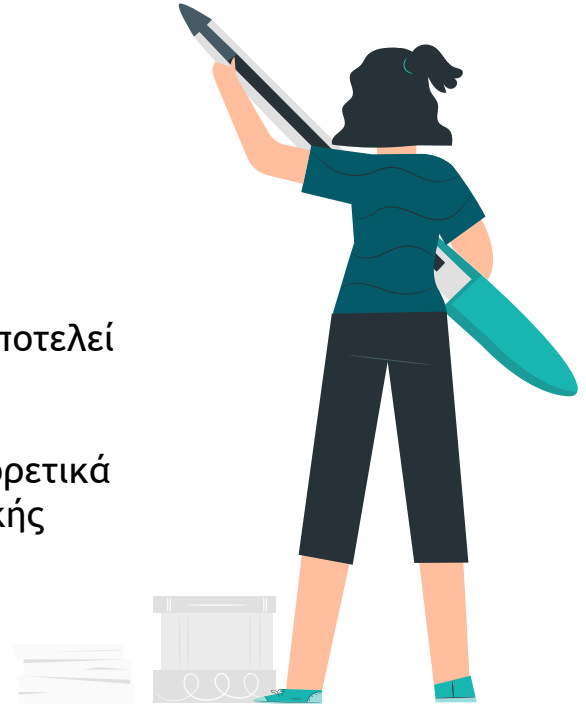
Ορθότητα Δηλώσεων  
(85.05% για τιμή κατωφλίου =  
0.3997)

Βαθμολογία F1  
(81.07% για τιμή κατωφλίου =  
0.3997)

Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC  
89.13%

# Συμπεράσματα

- Προτίμηση στο μοντέλο SVR για χαμηλά και υψηλά κατώφλια
- Προτίμηση στο μοντέλο LR για μεσαία κατώφλια
- Δημιουργία τριών πρακτόρων (επιθετικού, ουδέτερου και συντηρητικού) με βάση τα κατώφλια
- Όσο μεγαλώνει το μέγεθος των δεδομένων το SVR παύει να αποτελεί καλή επιλογή
- Αν έπρεπε να εκπαιδεύσουμε ένα μοντέλο με ελαφρά διαφορετικά χαρακτηριστικά ή δεδομένα, θα επιλέγαμε το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης



# Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

- Βελτίωση του μοντέλου μας με χρήση διαφορετικών, αλλά και με εξαγωγή επιπλέον, χαρακτηριστικών
- Συσχέτιση των καρτών τη στιγμή της δήλωσης Grand Tichu με την επιτυχία ή αποτυχία της δήλωσης
- Δημιουργία πρακτόρων για το κομμάτι των ανταλλαγών στο Tichu, για τη δήλωση Tichu αλλά και για ολόκληρο το παιχνίδι
- Εξέταση άλλων μοντέλων πέρα των SVR και LR
- Εύρεση βέλτιστου συμβιβασμού μεταξύ υπολογιστικής πολυπλοκότητας και αποτελεσμάτων



# Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Ερωτήσεις;

ch.asimakopoulos@gmail.com  
+30 697 37 08 375



[github.com/ch-asimakopoulos/Tichu-Sensei](https://github.com/ch-asimakopoulos/Tichu-Sensei)

