

Democritus University of Thrace

**Artificial
Intelligence &
MACHINE
LEARNING
in Economics
and Finance**



Periklis Gogas

Professor of Economics


perrygogas@gmail.com

Σύντομη ιστορία του AIML στα οικονομικά



- Η **AIML** στα **οικονομικά** μπορεί να εντοπιστεί ήδη από το 1974 (Lee & Lee, 1974), αν και μόνο ως απλή αναφορά στην περίληψη.
- Η **πρώτη** εργασία που εφαρμόζει πραγματικά μια μεθοδολογία ML αποκλειστικά σε ένα **οικονομικό** πρόβλημα είναι η μελέτη των Wang et al. το 1984.
- Υιοθετεί τον όρο **AI**, αν και μάλλον πρόκειται για **κατάχρηση**.

Τεχνητή Νοημοσύνη ή Μηχανική Μάθηση;

- Οι όροι **AI** και **ML** συχνά εναλλάσσονται **καταχρηστικά** για πολλούς λόγους (μόδα, χρηματοδότηση ή ακόμη και άγνοια), δημιουργώντας **σύγχυση** στους μη ειδικούς.
- Ο γενικός κανόνας είναι ότι αν το σύστημα:
 - **Ενεργεί** χωρίς παρέμβαση, τότε πρόκειται για **TN**.
 - **Ταξινομεί ή προβλέπει** μέσω μάθησης, τότε είναι **ML**.
- Η **AI** ακούγεται **εντυπωσιακό**, αλλά από μόνη της μπορεί να είναι πολύ **απλή** 
- Η **TN** που **τροφοδοτείται** από συστήματα **MM** κάνει την μεγάλη διαφορά.



Η Τεχνητή Νοημοσύνη...



Είναι τόσο έξυπνη η ΤΝ;

- Βρείτε την πόρτα!



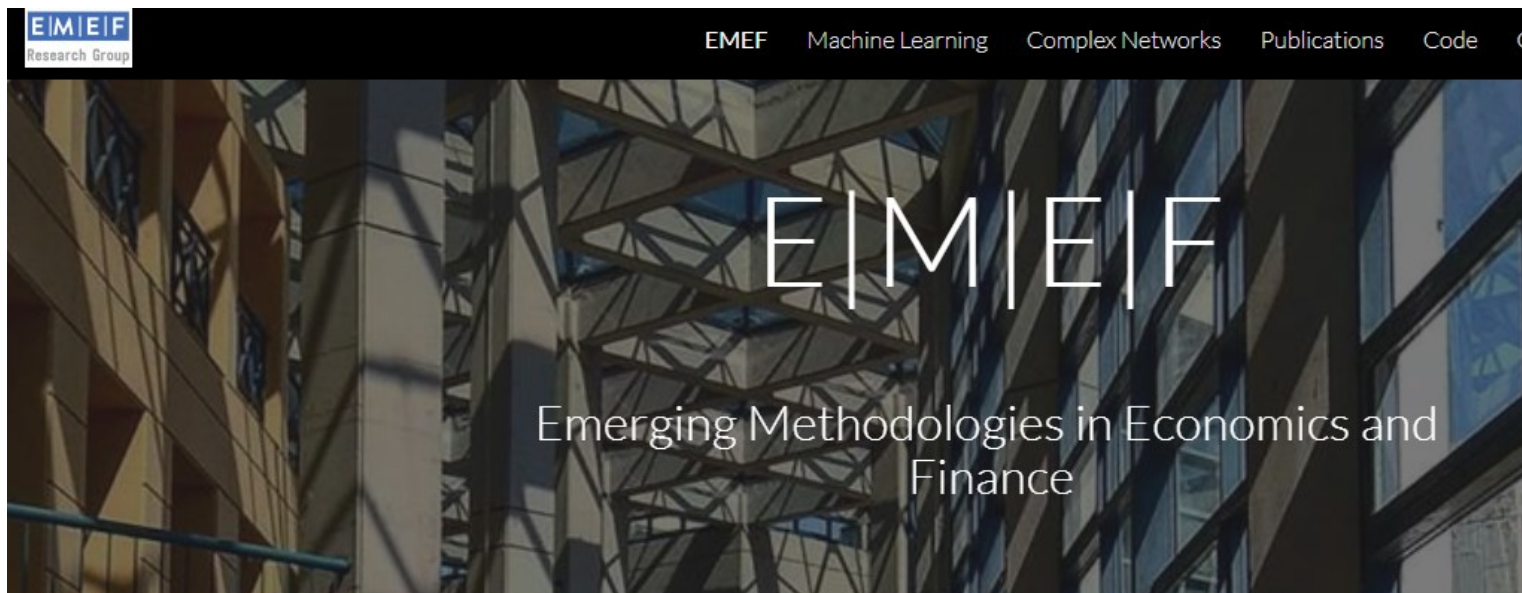
AIML στα οικονομικά και χρηματοοικονομικά

- Το ML χρησιμοποιήθηκε πρώτα ευρέως στα χρηματοοικονομικά.
- Πληθώρα δεδομένων απαραίτητη για τους πρώτους αλγόριθμους ML.
- Πρόσφατες αρχιτεκτονικές επιτρέπουν τη χρήση μικρών συνόλων δεδομένων.
- Επί του παρόντος, νέες υβριδικές μεθοδολογίες:
 - Συγχωνεύουν και συνδυάζουν την οικονομετρία με την ML (π.χ. GARCH-SVM).
 - Οι τεχνικές ML και οι εμπειρικές διαδικασίες (Cross Validation) υιοθετούνται πλέον στις παραδοσιακές μεθοδολογίες οικονομετρίας (Elastic Net, Lasso, Ridge Regression).

AIML καθημερινές εφαρμογές στα οικονομικά

- Πρόβλεψη κατανάλωσης **ενέργειας** (πάροχος-πελάτης)
- Production Line optimization (πρόληψη **ελαττωματικών** προϊόντων)
- **Chatbots** for website + analytics (sentiment analysis)
- ATM - πρόβλεψη **ζήτησης μετρητών**
- Ανίχνευση **απάτης** πιστωτικών καρτών
- Πρόβλεψη **Μη Εξυπηρετούμενων Δανείων** (κόκκινα δάνεια)
- Πρόληψη **οικονομικού εγκλήματος**
- Εντοπισμός **ξεπλύματος χρήματος**
- Τράπεζες: **Know Your Customer**

Η Ερευνητική Ομάδα μας



THE TEAM. Our research team operates within the Department of Economics, Democritus University of Thrace, Greece. Our research efforts were funded by a Research Grant from the European Union (Research Funding Program THALES) under the title “Study and Forecasting of Economic Data Using Machine Learning”, MIS 380292. Also, two PhD candidates are funded for their research from Hellenic Foundation for Research & Innovation (H.F.R.I.) and State Scholarship Foundation (IKY).

MEMBERS. The research team is led by associate professors Periklis Gogas an economist (B.A., M.A., Ph.D.) and Theodoros Panagiotelis a mathematician (B.A.) and electrical engineer (M.Sc., Ph.D.). Two Post

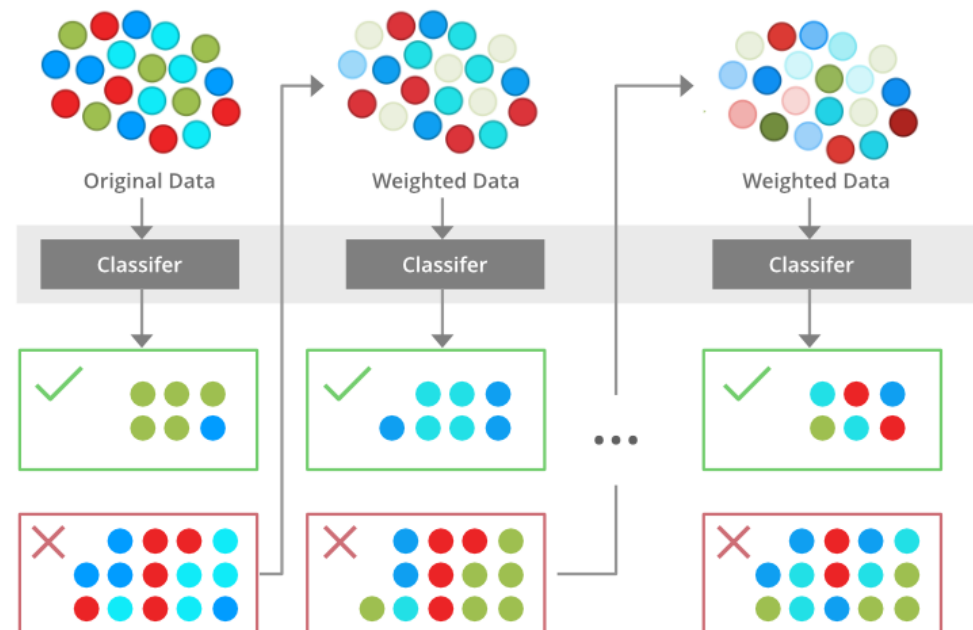
- Χρησιμοποιούμε, προσαρμόζουμε και αναπτύσσουμε:
 - Τεχνικές και αλγορίθμους ML και AI σε οικονομικά
 - Υβριδικά εμπειρικά συστήματα (pipelines) ML - Econometrics

Η Ερευνητική Ομάδα μας

- Ερευνητική ομάδα στο Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του ΔΠΘ, από το 2010
- Περικλής Γκόγκας – Θεόφιλος Παπαδημητρίου
- 10 διδακτορικοί φοιτητές
 - Υποτροφίες από ΕΛΙΔΕΚ, ΙΚΥ
- Απόφοιτοι Διδάκτορες ενδεικτικά:
 - Τράπεζα Πειραιώς, Machine Learning Engineer
 - Διεθνές Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δασολογίας
 - UBS Bank – Geneva, Senior Artificial Intelligence Model Developer
 - University of Derby, AI applications in Fintech

Μεθοδολογίες Αλγόριθμοι

- Προσαρμογή ειδικά για τα **μακροοικονομικά**.
- **Αντίσταση** από οικονομικά επιστημονικά περιοδικά.
- Αλγόριθμοι
 - Support Vector Machines and Regression
 - Decision Trees
 - Random Forests
 - XGBoost
 - ADABOOST
 - Neural Networks
 - K Nearest Neighbors
 - Elastic Net Logit



Εφαρμογές ML – προηγούμενες δημοσιεύσεις

- Finance

- Exchange rates
 - Short-long term
- Commodities: oil, gold
- Extreme values:
 - Spikes in S&P 500
 - Spikes in electricity prices
- Cryptocurrencies
- Bank failures US
- Credit/debit card fraud detection
- Natural gas prices

- Macroeconomics

- Macroeconomic uncertainty
- GDP growth rate
- Inflation - CPI
- Recession forecasting
- Housing prices index
- Transportation demand
 - Air, car, train
- Money neutrality and super-neutrality
 - Simple-Sum
 - Divisia monetary aggregates

Εξωστρέφεια – Συνεργασίες και Προσκλήσεις

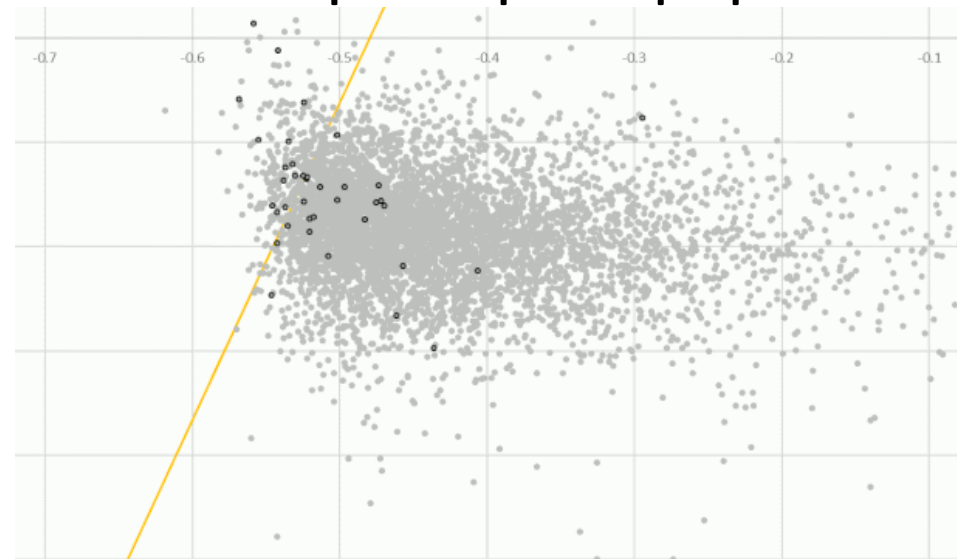
- **Ross School of Business, University of Michigan**
 - Παρουσιάσεις της έρευνάς μας σε seminars
 - Visiting Scholar in Finance
- **European Central Bank**
 - External Developments Division
 - MacroFinancial Linkages Division
- **BNY Mellon Bank**, New York
- **Temple University**, Department of Economics
- **Rennes School of Business**, Artificial Intelligence Center, μνημόνιο παροχής τεχνογνωσίας
- **University of Strasbourg**, Department of Economics
- **Gnosis Data Analysis**, εταιρία AI
- **Δεν** είδαμε ενδιαφέρον από **ελληνικές τράπεζες**



Εξωστρέφεια – Συνεργασίες Προσκλήσεις

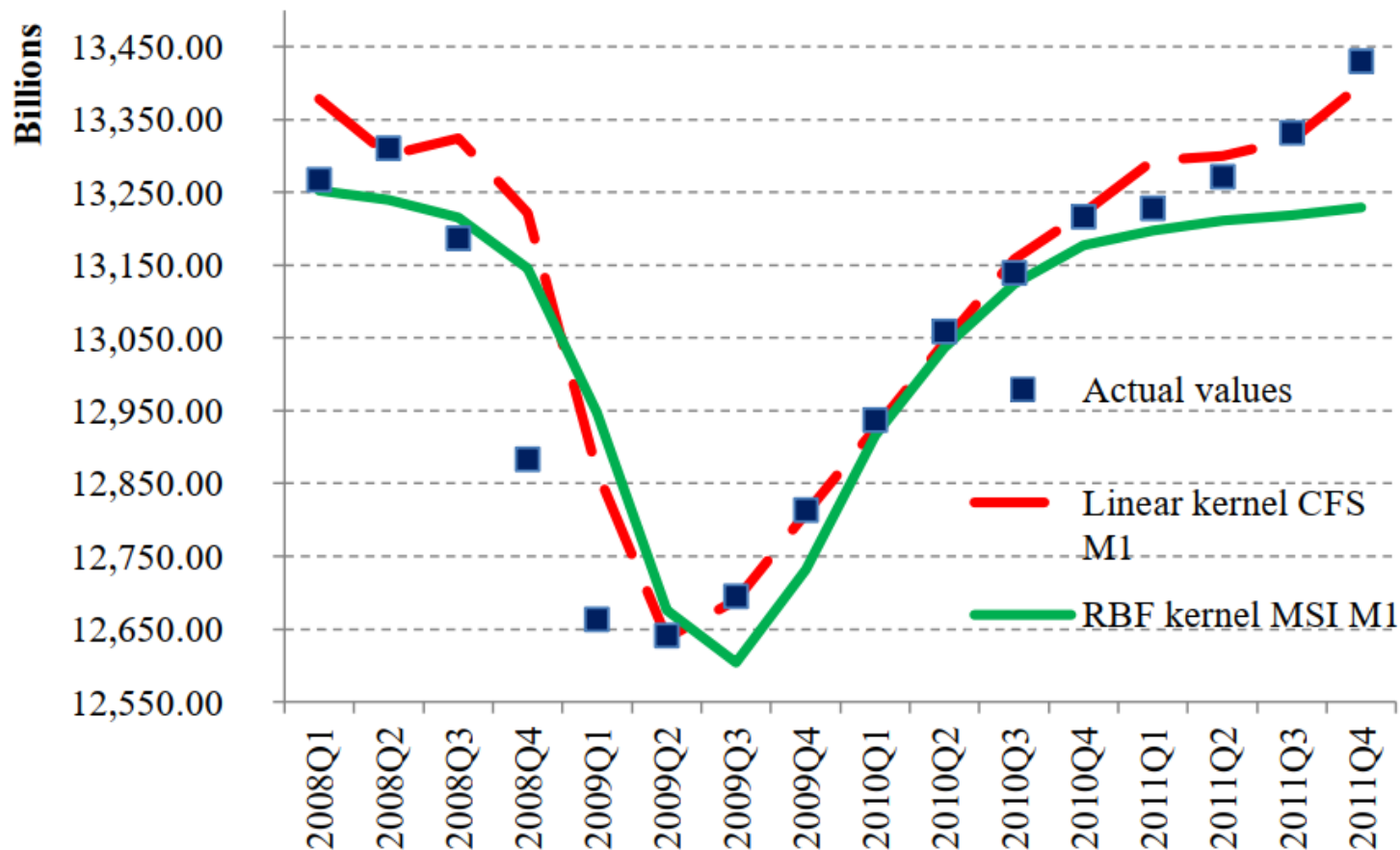
- **CLAIRE** voting member
(Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe)
- Το **μοναδικό** τμήμα Οικονομικών Επιστημών από την Ελλάδα.
- Δημοσιεύσαμε περισσότερα από **60** ερευνητικά papers
- **Προγράμματα** Θαλής, κλπ
- Υποτροφίες διδακτορικών:
 - ΕΛΙΔΕΚ
 - ΙΚΥ

CLAIRE



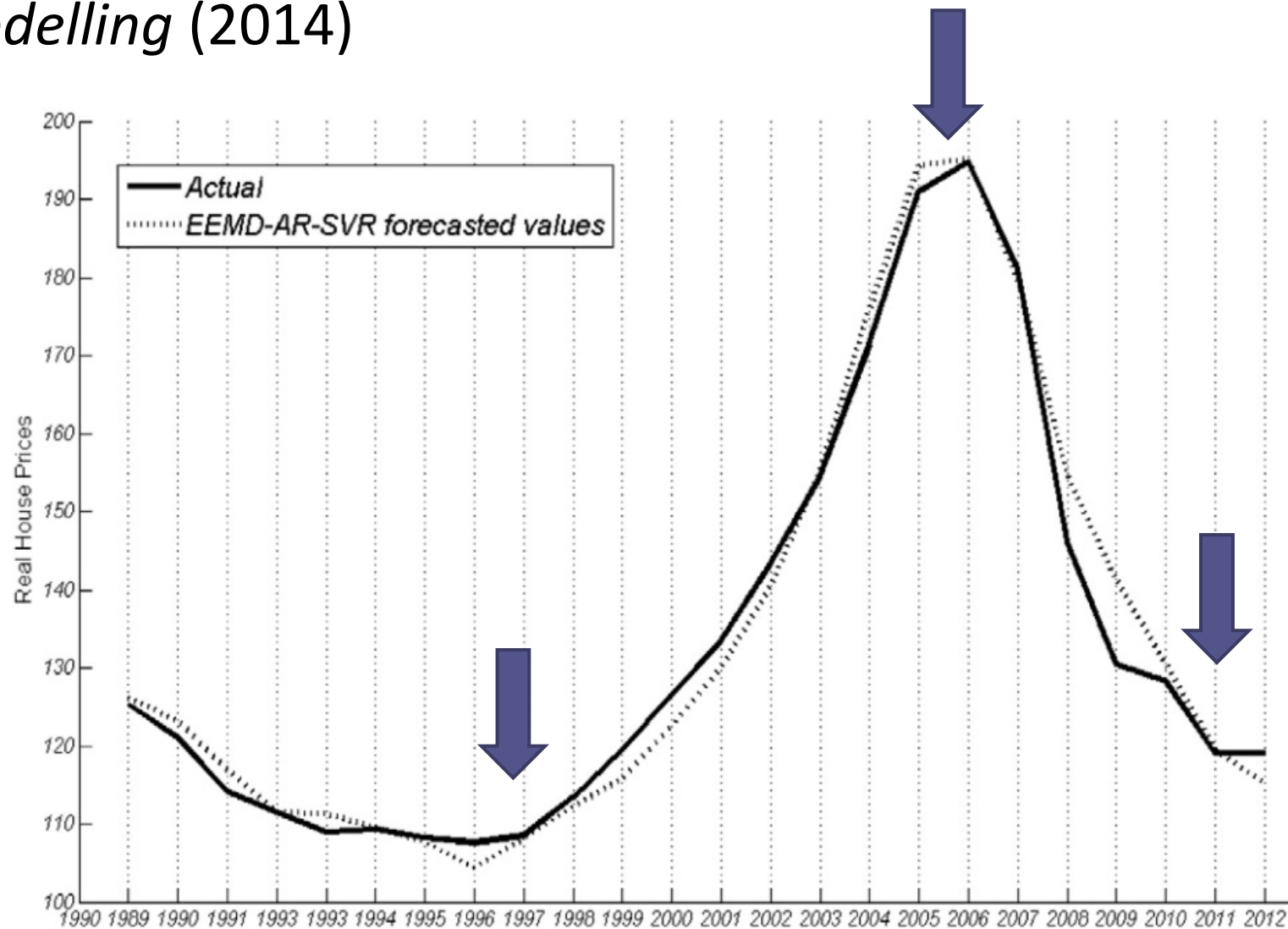
Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- Comparison of simple sum and Divisia monetary aggregates in GDP forecasting: a support vector machines approach, *Economics Bulletin* (2012)



Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- Forecasting the U.S. real house price index, *Economic Modelling* (2014)



Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

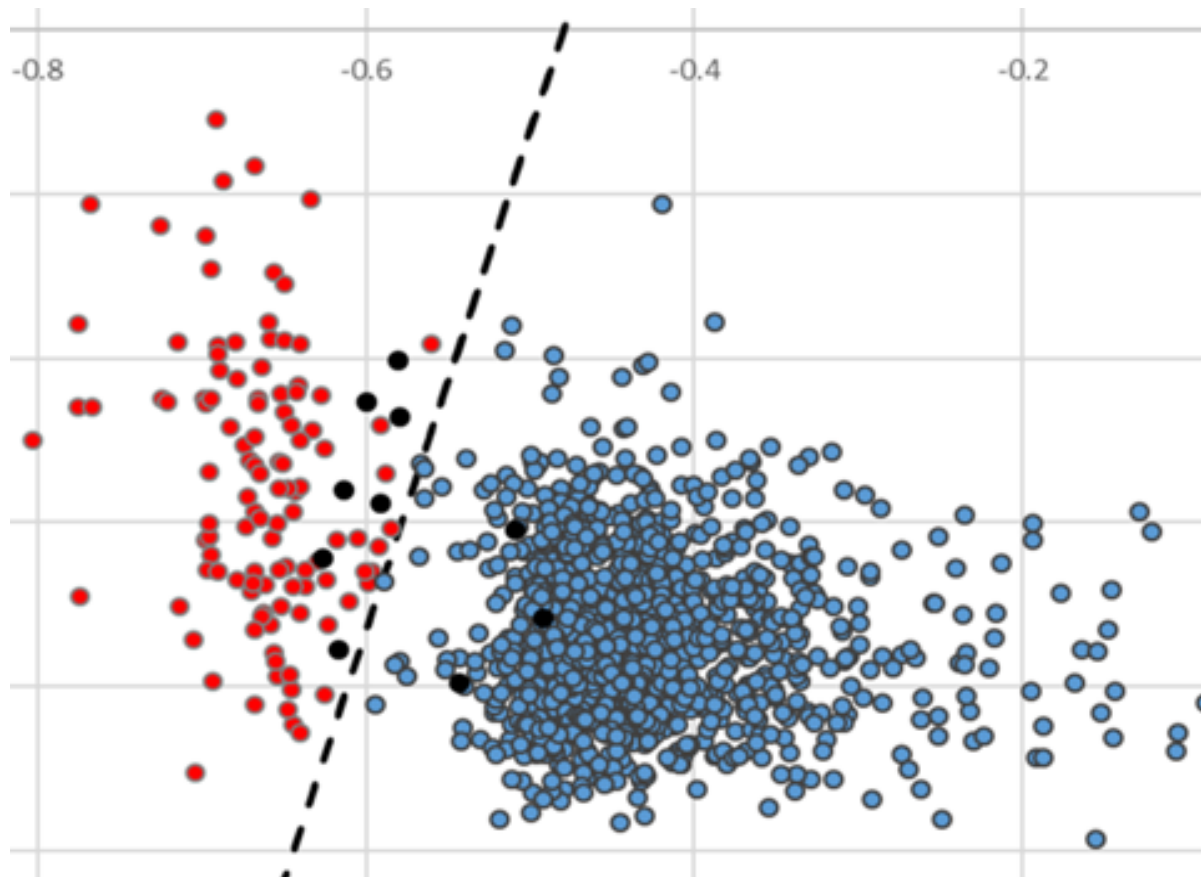
- **Yield curve and Recession Forecasting in a Machine Learning Framework, *International Finance* (2014)**
- **Πρώτη** πρόγνωση υφέσεων στην βιβλιογραφία με ML.

Table 2: Best Forecasting Results in Combinations of Three Interest Rates

| | Interest rates | Accuracy of in-sample data (%) | Accuracy of out-of-sample data (%) | Growth accuracy (%) | Recession accuracy (%) | F-score (%) | Precision (%) | Recall (%) |
|------------|----------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------|---------------|------------|
| Linear | 6M-5Y-10Y | 62.50 | 70 | 50 | 100 | 73 | 57.14 | 100.00 |
| Linear | 2Y-3Y-5Y | 62.50 | 70 | 50 | 100 | 73 | 57.14 | 100.00 |
| Linear | 2Y-5Y-7Y | 62.50 | 70 | 50 | 100 | 73 | 57.14 | 100.00 |
| RBF | 3M-2Y-3Y | 76.67 | 80 | 67 | 100 | 80 | 66.67 | 100.00 |
| Polynomial | 3M-3Y-7Y | 76.67 | 75 | 83 | 63 | 67 | 71.43 | 62.50 |
| Polynomial | 2Y-5Y-7Y | 76.67 | 75 | 83 | 63 | 67 | 71.43 | 62.50 |
| Polynomial | 6M-7Y-10Y | 76.67 | 75 | 83 | 63 | 67 | 71.43 | 62.50 |
| Probit | 2Y-5Y-7Y | 71 | 75 | 58 | 100 | 76 | 61.54 | 100.00 |

Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- **Forecasting Bank Failures and Stress Testing: a Machine Learning Approach**, *Int. Journal of Forecasting*, 2018

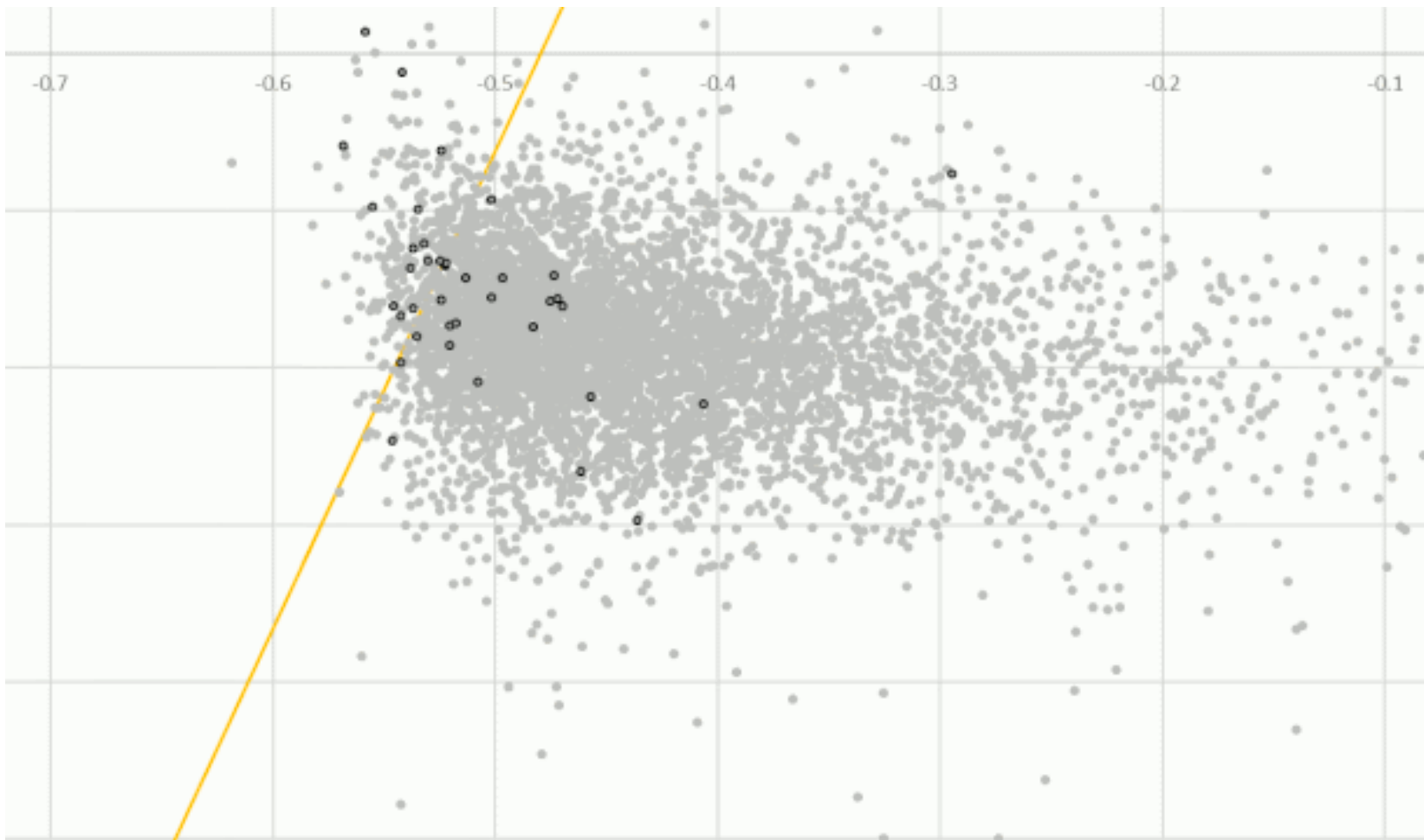


Blue: healthy banks
 Red: failed banks
 Black: misclassified

| Measure | Value |
|----------------------|-------|
| Sensitivity | 0.974 |
| Specificity | 0.994 |
| Precision | 0.941 |
| Negative Pred Value | 0.997 |
| False Positive Rate | 0.006 |
| False Discovery Rate | 0.059 |
| False Negative Rate | 0.026 |
| Accuracy | 0.992 |
| F1 Score | 0.957 |
| Matthews Cor Coef | 0.953 |

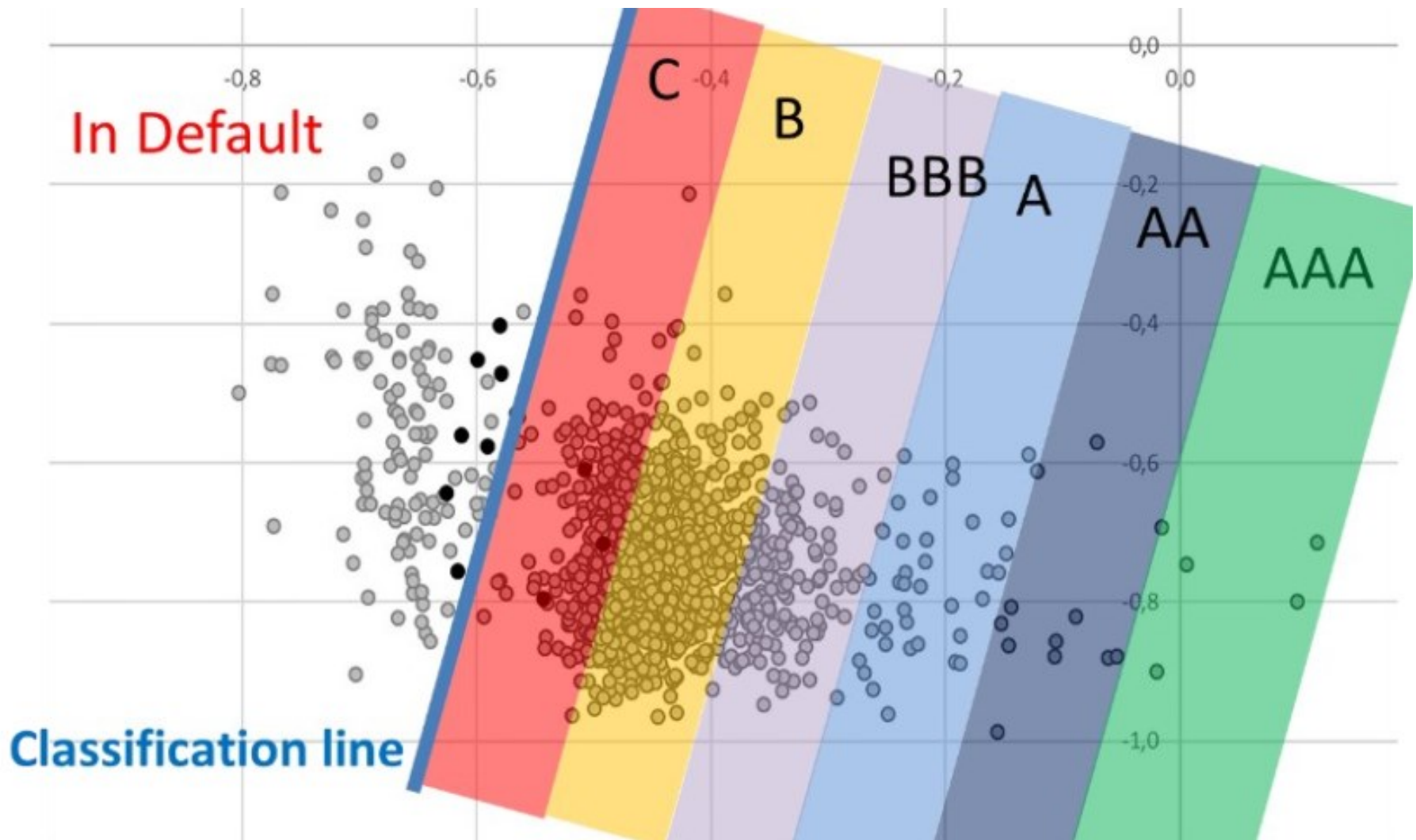
Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- **The resilience of the U.S. banking system**, *International Journal of Finance and Economics*, 2020



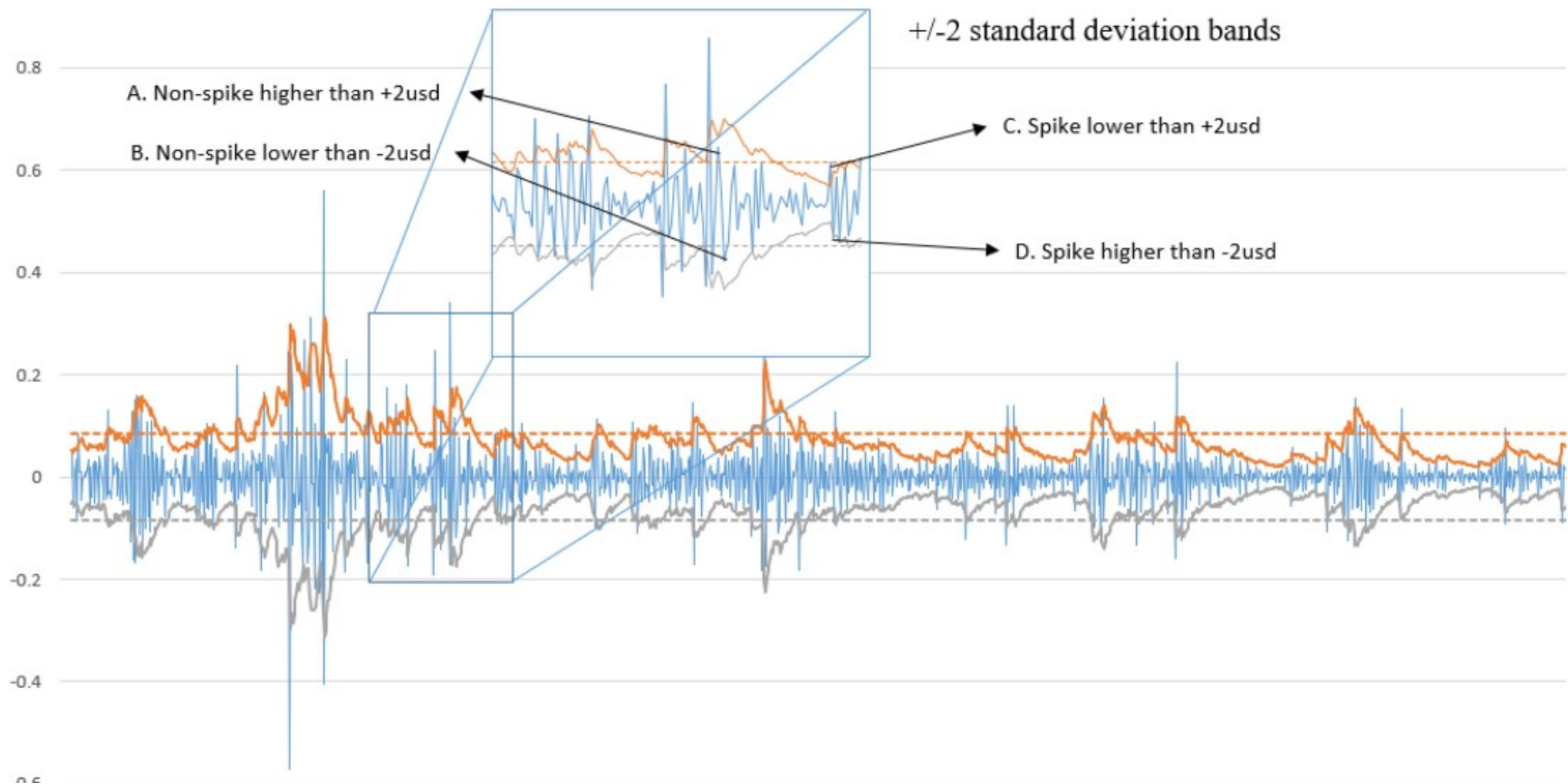
Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- Credit Rating Agencies: Evolution or Extinction? (2021)



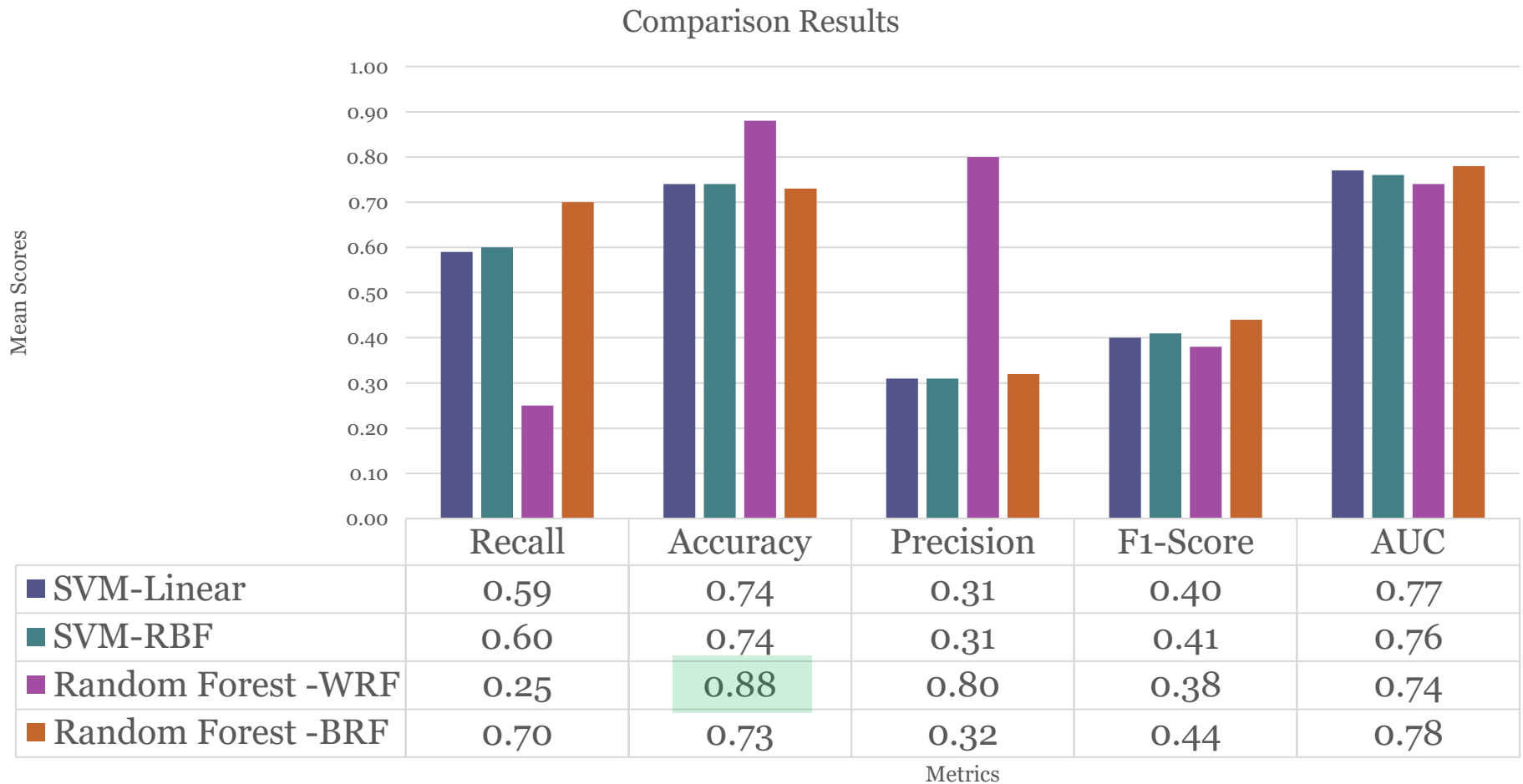
Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- **Forecasting Bitcoin Spikes: A GARCHSVM Approach, *Forecasting*, 2022**



Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- Forecasting Hospital Readmissions with Machine Learning, *Healthcare*, 2022



Σημαντικότερες Δημοσιεύσεις

- **Credit Card Fraud Detection with Automated Machine Learning Systems, *Applied Artificial Intelligence* (2022)**

Table 2. Accuracy metrics.

| Metrics | Train | Test |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| Overall Accuracy | 0.999 [0.999,1.000] | 0.999 [0.999,1.000] |
| Area Under the ROC Curve | 0.973 | 0.981 |
| Balanced Accuracy for class 0 | 0.891 [0.872,0.910] | 0.924 [0.867, 0.972] |
| Balanced Accuracy for class 1 | 0.891 [0.872,0.910] | 0.924 [0.867,0.972] |
| F-measure for class 0 | 0.999 [0.999,1.000] | 0.999 [0.999, 1.000] |
| F-measure for class 1 | 0.787 [0.757,0.815] | 0.821 [0.727,0.898] |
| Precision for class 0 | 0.999 [0.999,1.000] | 0.999 [0.999, 1.000] |
| Precision for class 1 | 0.791 [0.752,0.828] | 0.796 [0.675,0.905] |
| Recall for class 0 | 0.999 [0.999,1.000] | 0.999 [0.999, 1.000] |
| Recall for class 1 | 0.783 [0.744,0.815] | 0.848 [0.735,0.944] |
| Sensitivity for class 0 | 0.999 [0.999,1.000] | 0.999 [0.999, 1.000] |
| Sensitivity for class 1 | 0.783 [0.744,0.820] | 0.848 [0.735, 0.944] |
| Specificity for class 0 | 0.783 [0.744,0.820] | 0.848 [0.735, 0.944] |
| Specificity for class 1 | 0.999 [0.999,1.000] | 0.999 [0.999, 0.999] |

Note: Class 0 denotes legitimate transactions, while Class 1 denotes fraudulent ones. 95% confidence intervals are reported in brackets.

Τρέχουσα και μελλοντική δραστηριότητα

Research

- Spikes in energy prices
 - Gasoline, crude oil, propane, butane, natural gas
- Commodities
 - Cotton, gold, steel, lithium, titanium, coffee, zinc, beef, etc.
- Investment readiness detection σε MME
- ESG (Environmental, Social and Governance) rating

Business and Education

- Εξ αποστάσεως επιμορφωτικό πρόγρ. εξειδίκευσης σε AIML:
 - “Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση Θεωρία και Εφαρμογές”
- Business Forecasting
 - Παροχή υπηρεσιών σε εξειδικευμένο business forecasting

Democritus University of Thrace

**Artificial
Intelligence &
MACHINE
LEARNING
in Economics
and Finance**



**Periklis Gogas
Professor of Economics**