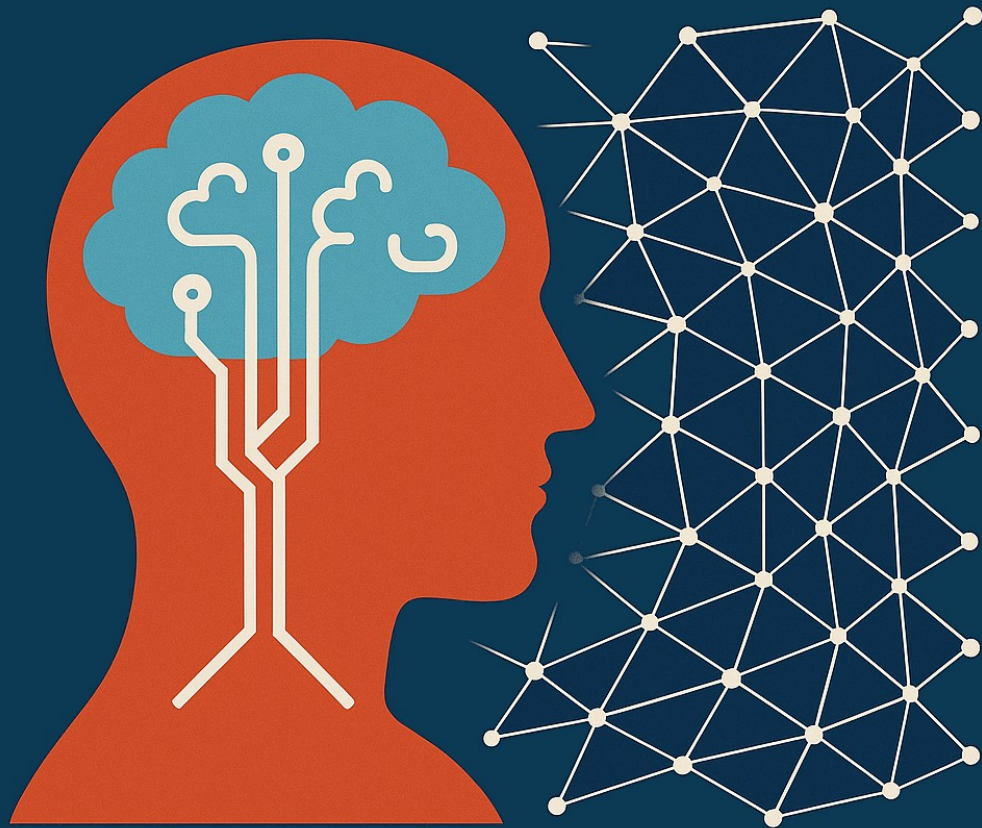


Σεμινάριο

Ομιλητής:
Κωνσταντίνος Σιέττος

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



STATE OF THE ART ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

πληροφορίες: tmaaita@physics.duth.gr

Περίληψη:

Τα πολύπλοκα συστήματα χαρακτηρίζονται τυπικά από φαινόμενα πολλαπλών κλιμάκων που οδηγούν σε απροσδόκητη εμφάνιση συμπεριφοράς, συμπεριλαμβανομένων καταστροφικών μεταβολών / σημαντικών μη αναστρέψιμων αλλαγών στο κυρίαρχο μεσο- ή μακροσκοπικό χωροχρονικό μοτίβο συμπεριφοράς. Η μοντελοποίηση και η συστηματική ανάλυση της δυναμικής αυτής της εμφάνισης συμπεριφοράς είναι κρίσιμη για την αντιμετώπιση πραγματικών προκλήσεων, όπως η κλιματική αλλαγή, η εξάπλωση πανδημιών, οι οικονομικές κρίσεις, η εξαφάνιση οικοσυστημάτων, η εξέλιξη του καρκίνου και οι νευρολογικές διαταραχές.

Προς αυτόν τον στόχο, τα τελευταία χρόνια, λόγω τόσο των θεωρητικών όσο και των τεχνολογικών προόδων, η επιστημονική μηχανική μάθηση (scientific machine learning) φαίνεται υποσχόμενη για την επίλυση τόσο του ευθέως (forward) (επίλυση διαφορικών εξισώσεων) όσο κυρίως για την επίλυση του λεγόμενου αντίστροφου προβλήματος, δηλαδή την ανακάλυψη των φυσικών νόμων με τη μορφή κανονικών και μερικών διαφορικών εξισώσεων από δεδομένα και την ανάλυσή τους.

Η κύρια πρόκληση και δυσκολία προς αυτή την κατεύθυνση όμως προκύπτει από την «κατάρτα της διαστατικότητας» (curse of dimensionality), που χαρακτηρίζει την εκπαίδευση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, όπως τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα, και η οποία κλιμακώνεται με την πολυπλοκότητα του προβλήματος που μελετάται. Θεωρητικά αποτελέσματα έχουν δείξει ότι, ακόμη και για απλά προβλήματα, η εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου είναι NP-hard, καθιστώντας την εκπαίδευσή τους όχι μόνο εξαιρετικά υπολογιστικά δαπανηρή, αλλά και αναξιόπιστη, παρέχοντας μια αρκετά χαμηλή ακρίβεια αριθμητικής προσέγγισης. Αυτό, στην πράξη, περιορίζει την αποδοτικότητά τους για τέτοιες εφαρμογές.

Σε αυτήν την παρουσίαση, θα αναφέρω εν συντομία τα ιστορικά θεμέλια και τις εξελίξεις του πεδίου, θα επανεξετάσω τις κύριες προκλήσεις στο σημείο συνάντησης της επιστημονικής μηχανικής μάθησης και των πολύπλοκων συστημάτων, και θα δείξω πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά τα μαθηματικά για την αντιμετώπιση της κατάρτα της διαστατικότητας, δηλαδή για την ανάπτυξη αλγορίθμων εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων που να είναι ταχύτεροι και πιο ακριβείς, κατά τάξεις μεγέθους συγκριτικά με την παραδοσιακή εκπαίδευση βαθιών νευρωνικών δικτύων. Θα παρουσιάσω το γενικό μαθηματικό υπόβαρθο μεθόδων που έχουμε αναπτύξει, καθώς και εφαρμογές τους σε πολύπλοκα συστήματα που κυμαίνονται από τη χρηματοοικονομική μηχανική και την επιδημιολογία μέχρι τις νευροεπιστήμες.

Τετάρτη 16/4/2025, 18:00,
μέσω Microsoft Teams

Ο Κωνσταντίνος Σιέττος είναι Αναπληρωτής Καθηγητής στο Τμήμα Μαθηματικών και Εφαρμογών "Renato Caccioppoli" του Πανεπιστημίου της Νάπολης Federico II, Ιταλία. Έχει επίσης αποκτήσει την Ιταλική Εθνική Υψηλότητα (ASN) για θέση Καθηγητή στην Αριθμητική Ανάλυση. Είναι Πρόεδρος της Διεθνούς Συμβουλευτικής Επιτροπής του Dynamics Days Europe. Επιπλέον, είναι μέλος των επιτροπών του διδακτορικού προγράμματος "Modeling and Engineering Risk and Complexity" της Σχολής Προηγμένων Σπουδών (SSM) στη Νάπολη, καθώς και του Ιταλικού Εθνικού Διδακτορικού Προγράμματος στην Τεχνητή Νοημοσύνη. Η έρευνά του εστιάζει στη γεφύρωση της αριθμητικής ανάλυσης, της μαθηματικής μοντελοποίησης και της μηχανικής μάθησης για την αντιμετώπιση της "κατάρτα της διαστατικότητας" σε πολύπλοκα/πολυκλιμακωτά δυναμικά συστήματα. Για το έργο του, έχει προσκληθεί να δώσει πολλές κεντρικές ομιλίες σε διεθνή συνέδρια, εργαστήρια, ερευνητικά ινστιτούτα και πανεπιστήμια όπως το Princeton, Oxford, Brown, κα. Η έρευνά του έχει χρηματοδοτηθεί από πολλά ευρωπαϊκά και εθνικά προγράμματα.



ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ