

ΠΡΟΣ

- 1) Όλα τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών
- 2) Τους εκπροσώπους των Μεταπτυχιακών φοιτητών του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών
- 3) Την Επταμελή Εξεταστική Επιτροπή
- 4) Όλα τα μέλη της Πανεπιστημιακής Κοινότητας

**Πρόσκληση σε Δημόσια Παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής της
κα. Πεντάρη Αναστασία**

Doctoral Dissertation Defense

Mrs. Anastasia Pentari

Την Πέμπτη, 07/04/2022 και ώρα 11:00 π.μ. μέσω Τηλεδιάσκεψης (zoom) <https://zoom.us/j/94606278293>, θα γίνει η δημόσια παρουσίαση και υποστήριξη της Διδακτορικής Διατριβής της υποψήφιας διδάκτορας του Τμήματος Επιστήμης Υπολογιστών κας. **Πεντάρη Αναστασίας** με θέμα:

**“Επεξεργασία σήματος μέσω γράφων και ποσοτικές αναδρομικές τεχνικές για την
ανάλυση συνόλων βιοσημάτων”**

**“Graph Signal Processing and Recurrence Quantification Techniques for the
Analysis of Biomedical Signal Ensembles”**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διατριβή με τίτλο “Επεξεργασία σήματος μέσω γράφων και ποσοτικές αναδρομικές τεχνικές για την ανάλυση συνόλων βιοσημάτων” αποτελείται από τρία διαφορετικά τμήματα: Το πρώτο κομμάτι αφορά την εφαρμογή της θεωρίας επεξεργασίας σήματος μέσω γράφων σε σήματα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (ΗΕΓ) με στόχο την αποθρομβοποίηση των ΗΕΓ από κρουστικό θόρυβο. Είναι γνωστό ότι τα ΗΕΓ επηρεάζονται από κρουστικό θόρυβο που μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες κλινικές διαγνώσεις. Ο κρουστικός θόρυβος μπορεί να μοντελοποιηθεί μέσω της οικογένειας των αλφα-ευσταθών κατανομών. Σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε ένα γραφο-φίλτρο βασισμένο σε στατιστικές ροπές χαμηλής τάξης και προσαρμοσμένο σε κρουστικό θόρυβο, το οποίο μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά θόρυβο προερχόμενο από τις κινήσεις του κεφαλιού ή το περιβάλλον.

Το δεύτερο κομμάτι αφορά την μη-γραμμική δυναμική ανάλυση χρονοσειρών καταγεγραμμένων από την λειτουργική μαγνητική τομογραφία σε κατάσταση ηρεμίας. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει μία πολύ δυναμική φύση, επομένως η ανθρώπινη εγκεφαλική λειτουργία πρέπει να αναλύεται με τρόπο δυναμικό και προσαρμοστικό. Εφαρμόσαμε την αναδρομική ποσοτική ανάλυση ζευγών, μία μαθηματική μέθοδο που εκμεταλλεύεται τους πίνακες αναδρομής και διά μέσου της ποσοτικής ανάλυσής τους εξάγει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που περιγράφουν την δυναμική συμπεριφορά ενός συστήματος. Δείξαμε ότι η μέθοδος αυτή είναι ευαίσθητη στο να αναγνωρίζει περισσότερες συνδέσεις εγκεφαλικών περιοχών που διαφοροποιούν τους ασθενείς με νευροψυχιατρικό συστημικό ερυθηματώδη λύκο από τους υγιείς, σε σχέση με προηγούμενες μελέτες. Επιπλέον, η επεκτείναμε τη μέθοδο μέσω της δημιουργίας δικτύων εγκεφάλου εφαρμόζοντας ένα γραμμικό συνδυασμό των δυναμικών χαρακτηριστικών. Η ανάλυση των δικτύων αυτών πραγματοποιήθηκε μέσω της γνωστής γραφοθεωρίας του “μικρού-κόσμου” και οδήγησε σε υψηλά ποσοστά κατηγοριοποίησης.

Τέλος, στα πλαίσια της διατριβής αυτής, ασχοληθήκαμε και με την μείωση του χρόνου εξέτασης της τεχνικής σταθμισμένης διάχυσης του μαγνητικού τομογράφου. Η σταθμισμένη διάχυση μαγνητικού τομογράφου είναι μία μη επεμβατική μέθοδος εξέτασης μικρο-αρχιτεκτονικής των ανθρώπινων οργάνων η οποία, ανάλογα με το όργανο, μπορεί να έχει μακρά διάρκεια. Κατά συνέπεια, στοχεύσαμε στην επιτάχυνση του χρόνου εξέτασης για τη μείωση της δυσφορίας των ασθενών εντός του μαγνητικού τομογράφου. Η πιο σημαντική παράμετρος της τεχνικής αυτής είναι η λεγόμενη b-τιμή. Σχεδιάσαμε έναν αλγόριθμο βασισμένο στη μέθοδο των αραιών αναπαραστάσεων, για να δειγματοληπτήσουμε ένα περιορισμένο αριθμό από b-τιμές ανακατασκευάζοντας τις υπόλοιπες μέσω εκπαιδευμένων λεξικών. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε σε πραγματικά δεδομένα απεικονίσεων του παγκρέατος και αποδείχθηκε πολλά υποσχόμενη.

Επιβλέπων: Καθηγητής, Παναγιώτης Τσακαλίδης

ABSTRACT

This thesis develops novel mathematical signal processing methods for the analysis of biomedical signals. We address three distinct biomedical applications. First, we extend graph signal processing theory using fractional lower-order statistics in order to robustly denoise electroencephalogram (EEG) signals corrupted by additive heavy-tailed impulsive noise modeled with alpha-stable distributions. The proposed graph-based filter adapts to the statistics of the impulsive noise, due to head motions or the environment, and it suppresses its effects on EEG signals.

The second part concerns the nonlinear dynamic analysis of resting-state functional magnetic resonance imaging (rs-fMRI) time series. As the human brain is highly dynamic mathematical methods should approach the human brain functionality in a dynamical manner. Recurrence is a fundamental property of dynamical systems, which can be exploited to characterize the system's behavior in phase space. We employ cross recurrence quantification analysis (CRQA) to exploit the recurrence plots and via their quantitative analysis extract specific features, which characterize the dynamic behavior of rs-fMRI recordings. We showed that this method is able to recognize regional brain interconnections allowing us to separate healthy controls from patients with neuropsychiatric systemic lupus erythematosus (NPSLE). We extended our approach to create brain networks through the linear combination of the individual CRQA-based features. The analysis of these networks through conventional graph theory of small-world led to a high classification accuracy.

Finally, we addressed the problem of accelerating Diffusion-Weighted MRI (DW-MRI). DW-MRI is a non-invasive technique that provides information about the microstructure of human organs via long duration examinations. Decreasing DW-MRI examination time reduces patient discomfort. In DW-MRI, b-value is a factor that reflects the strength and timing of the gradients used to generate diffusion-weighted images. The higher the b-value, the stronger the diffusion effects. Through the application of a sparse representation method, we sampled a limited number of b-values and we reconstructed the rest through trained dictionaries. Experimental results on pancreas imaging showed the potential of our approach.

Supervisor: Professor, Panagiotis Tsakalides

Antonis Argyros

Chairman

Department of Computer Science

Σε εφαρμογή του Γενικού Κανονισμού 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27 Απριλίου 2016 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών, το Πανεπιστήμιο της Κρήτης σας ενημερώνει ότι: Η παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής της υποψήφιας διδάκτορας του Τμήματος κας Πεντάρη Αναστασίας με τίτλο «Επεξεργασία σήματος μέσω γράφων και ποσοτικές αναδρομικές τεχνικές για την ανάλυση συνόλων βιοσημάτων», η οποία θα πραγματοποιηθεί 07/04/2022 και ώρα 11:00 π.μ., θα βιντεοσκοπηθεί. Το βίντεο θα χρησιμοποιηθεί μόνο για τις ανάγκες της δημόσιας παρουσίασης της εν λόγω διδακτορικής διατριβής ενώπιον της Επταμελούς Επιτροπής και ανοιχτού ακροατηρίου. Όποιος πρόκειται να συμμετάσχει στην πιο πάνω δημόσια παρουσίαση δηλώνει ότι γνωρίζει την πιο πάνω συλλογή των προσωπικών του δεδομένων και την χρήση αυτών και συναινεί. Εάν δεν επιθυμείτε τη βιντεοσκόπησή σας, μπορείτε να επικοινωνήσετε με τον κ. Ν. Τσατσάκη (+30 2810 393524), Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης.