



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
"ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ"**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Σύστημα τμηματοποίησης αγγείων σε μαστογραφικές  
εικόνες πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού για τη μελέτη  
της αγγειοβρίθειας στον καρκίνο του μαστού**

**Εμμανουέλα Μ. Μαριδάκη**

**Επιβλέποντες:** **Διονύσιος Κάβουρας**, Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής  
Τεχνολογίας Τ.Ε, ΤΕΙ Αθήνας

**ΑΘΗΝΑ**

**ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2014**

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Σύστημα τμηματοποίησης αγγείων σε μαστογραφικές εικόνες πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού για τη μελέτη της αγγειοβρίθειας στον καρκίνο του μαστού

**Εμμανουέλα Μ. Μαριδάκη**

**A.M.: ΠΙΒ054**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:** **Διονύσιος Κάβουρας**, Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Βιοϊατρικής Τεχνολογίας Τ.Ε, ΤΕΙ Αθήνας

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:** **Διονύσιος Κάβουρας**, Καθηγητής ΤΕΙ-Α  
**Μανώλης Σαγκριώτης**, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΚΠΑ  
**Δημήτρης Γκλώτσος**, Καθηγητής Εφαρμογών ΤΕΙ-Α

Απρίλιος 2014

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη και ανάπτυξη ενός συστήματος επεξεργασίας μαστογραφικών εικόνων πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού για τη διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ της αγγειακής δομής του μαστού με τον καρκίνο του μαστού, ώστε να βελτιστοποιηθεί η θεραπευτική αντιμετώπιση των ασθενών με υποψία αλλοιώσεων στον μαστό.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν εικόνες από 30 ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε μαστογραφικό έλεγχο με σύστημα πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού 3 Tesla στο Γενικό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Λάρισας. Από τους 30, οι 16 διαγνώστηκαν με κακοήθεια σύμφωνα με τη γνωμάτευση έμπειρου ιστοπαθολόγου και οι 14 διαγνώστηκαν με καλοήθεια μέσω μαστογραφικής εκτίμησης.

Στο σύστημα περιελήφθησαν τεχνικές προβολής μέγιστης έντασης, μείωσης θορύβου, αύξησης αντίθεσης, κατωφλίωσης, αναπτυσσόμενης περιοχής με σπόρους για την τμηματοποίηση των αγγείων και τον διαχωρισμό τους από τον υπόλοιπο μαστικό αδένα. Στη συνέχεια από την αγγειακή δομή εξήχθησαν 11 χαρακτηριστικά για κάθε ασθενή, με στόχο την ανάλυση και διερεύνηση συσχετισμού μεταξύ επιφάνειας αγγείων και ενδεχόμενης ύπαρξης κακοθών ή καλοθών αλλοιώσεων.

Κατόπιν τα χαρακτηριστικά αυτά αποτέλεσαν την είσοδο σε ένα σύστημα αναγνώρισης προτύπων που σχεδιάστηκε, έτσι ώστε να προβλέπει τον τύπο καρκίνου του μαστού (κακοήθεια/καλοήθεια). Υλοποιήθηκαν οι ταξινομητές: Ελάχιστης Απόστασης, Πλησιέστερου Γείτονα, Μπαεσιανός, Πιθανοκρατικό Νευρωνικό Δίκτυο και Ελαχίστων Μέσων Τετραγώνων για την ταξινόμηση των περιστατικών στις δύο κατηγορίες.

Για κάθε ταξινομητή βρέθηκε ο βέλτιστος συνδυασμός χαρακτηριστικών με τη μέθοδο εξαντλητικής αναζήτησης. Το σύστημα αξιολογήθηκε με τις μεθόδους Self Consistency, Leave-One-Out και Cross Validation. Η απόδοση του συστήματος σε «άγνωστα» δεδομένα εκτιμήθηκε με τη χρήση της μεθόδου External Cross Validation.

Το προτεινόμενο σύστημα ταξινόμησε με 93.33% επιτυχία τα περιστατικά στις δύο κλάσεις, χρησιμοποιώντας τον ταξινομητή 3 Πλησιέστερων Γειτόνων, ενώ η ακρίβεια στο διαχωρισμό νέων περιστατικών με τη μέθοδο ECV εκτιμάται  $73.1 \pm 3.2\%$ . Τα χαρακτηριστικά που έχουν μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στους ταξινομητές είναι ο αριθμός των διακλαδώσεων και η μέση γωνία διακλαδώσεων.

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:** Επεξεργασία και Ανάλυση Ιατρικής Εικόνας

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Απεικόνιση πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού, καρκίνος του μαστού, μαγνητική μαστογραφία, τμηματοποίηση αγγείων, εξαγωγή χαρακτηριστικών, αναγνώριση προτύπων

## **ABSTRACT**

The aim of this diploma thesis is the development of a breast Magnetic Resonance Imaging (MRI) image processing system for the investigation of any potential correlation between breast vascular structure and breast cancer, for optimizing the treatment of patients.

Specifically, images were used from 30 patients, who had undergone breast MRI examination, using a 3-Tesla unit, at the General University Hospital of Larissa. The 16 patients had diagnosed with malignant breast cancer according to the opinion of an expert histopathologist and the remaining 14 patients had diagnosed with benign breast cancer only through mammographic assessment.

The system was structured on the techniques of maximum intensity projection, noise reduction, contrast enhancement, adaptive thresholding, seeded region growing for vessels extraction and the discrimination of vessels from the remaining breast tissues. Then 11 features were extracted from the vascular structure for each patient, in order to analyze and investigate any potential correlation of breast vascularity with the existence of benign or malignant lesions.

After that, these features were entered in a pattern recognition system that was designed in order to provide the kind of breast cancer (malignant / benign). Five different classifiers were implemented: Minimum Distance, k-Nearest Neighbors, Bayesian, Probabilistic Neural Networks and Least Mean Square for the classification of the cases in two classes.

For each classifier the optimal combination of features was found using the exhaustive search as feature selection method. The system was evaluated by the methods: Self Consistency, Leave-One-Out and Cross Validation. In addition, the system performance in "unknown" data was evaluated by External Cross Validation method.

In the proposed classification system the highest accuracy 93.33 % was achieved by 3 Nearest Neighbors along with exhaustive search method, while the discrimination accuracy to the unknown data estimated  $73.1 \pm 3.2\%$  by the method ECV. The features, which were presented the higher incidence in optimal subset of features, were the number of bifurcations and the mean orientation of bifurcations.

**SUBJECT AREA:** Medical Image Processing and Analysis

**KEYWORDS:** Magnetic Resonance Imaging, breast cancer, breast MRI, vessels extraction, feature extraction, pattern recognition