



**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**

**Υπολογιστική Ανάλυση παθολογιών γονάτου με την  
χρήση εικόνων MRI**

**Νάντα Α. Μπότσι**

**Επιβλέπων: Παντελής Ασβεστάς, Επίκουρος Καθηγητής**

**ΑΘΗΝΑ**

**ΙΟΥΛΙΟΣ 2018**

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Υπολογιστική Ανάλυση παθολογιών γονάτου με την χρήση εικόνων MRI

**Νάντα Α. Μπότσι**  
**A.M.: ΠΙΒ0161**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :** Παντελής Ασβεστάς, Επίκουρος Καθηγητής

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:** Παντελής Ασβεστάς, Επίκουρος Καθηγητής  
Ιωάννης Καλατζής, Επίκουρος Καθηγητής  
Νεκτάριος Καλύβας, Επίκουρος Καθηγητής

Ιούλιος 2018

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αρθρίτιδα είναι μία παθολογική κατάσταση η οποία εμφανίζεται πολύ συχνά όχι μόνο σε άτομα προχωρημένης ηλικίας αλλά και σε σχετικά νεαρά άτομα. Το οστικό οίδημα αποτελεί το αποτέλεσμα ενός τραυματισμού. Για την διάγνωση αυτών των παθολογιών χρησιμοποιείται η μαγνητική τομογραφία. Στα πλαίσια ενός πρωτοκόλλου ρουτίνας συμπεριλαμβάνονται οι ακολουθίες STIR που είναι μια κατεξοχήν ακολουθία καταστολής λίπους και Proton Density (PD) fat saturation (FS) δηλαδή PD με επιλεκτικό φασματικό κορεσμό του λίπους. Η κάθε κατηγορία σε αυτές τις ακολουθίες απεικονίζεται με υψηλό σήμα. Σκοπός της εργασίας είναι να δημιουργηθεί ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο θα χρησιμοποιεί τεχνικές ανάλυσης ψηφιακής εικόνας για την αποτίμηση της διαφοροποίησης μεταξύ εικόνων MRI σε γόνατα από φυσιολογικό μυελό των οστών, αρθρίτιδας και οστικού οιδήματος από τραυματισμό. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει αρχικά την χειροκίνητη επιλογή των περιοχών ενδιαφέροντος. Στη συνέχεια, εξήχθησαν από κάθε περιοχή ενδιαφέροντος 12 χαρακτηριστικά για το χρώμα και την υφή (στατιστικά χαρακτηριστικά 1<sup>ης</sup> τάξης, 2<sup>ης</sup> τάξης) και έγινε αναζήτηση των χαρακτηριστικών εκείνων που προσφέρουν διαφοροποίηση μεταξύ των τριών κατηγοριών (φυσιολογικός μυελός, αρθρίτιδα, οστικό οίδημα από τραυματισμό). Η μεθοδολογία δοκιμάστηκε σε 92 περιστατικά (29 με φυσιολογικό μυελό των οστών, 31 με οστικό οίδημα από κάκωση και 38 από οστεοαρθρίτιδα) από το ANIMOYΣ ΚΥΑΝΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ. Από το αρχικό πλήθος των 12 χαρακτηριστικών εφαρμόστηκε το κριτήριο rank-features ως μέθοδος επιλογής χαρακτηριστικών. Για την ταξινόμηση των δειγμάτων υλοποιήθηκε ο ταξινομητής Cubic SVM. Τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν με χρήση της STIR ακολουθίας. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στον διαχωρισμό μεταξύ φυσιολογικών και παθολογικών (οστεοαρθρίτιδα και οίδημα από κάκωση), το ποσοστό ακριβείας έφθασε στο 75.50% με χρήση των χαρακτηριστικών τυπική απόκλιση, ενέργεια, εύρος συσχέτισης, ομοιογένεια, εύρος αντίθεσης ασυμμετρία, εύρος ομοιογένειας και αντίθεση. Για για τον διαχωρισμό μεταξύ φυσιολογικού μυελού και οιδήματος από κάκωση τα καλύτερα χαρακτηριστικά ήταν ενέργεια, εύρος συσχέτισης, τυπική απόκλιση, ομοιογένεια, ασυμμετρία, εύρος αντίθεσης, αντίθεση, και το μεγαλύτερο ποσοστό ακριβείας ήταν 68.30%. Για τον διαχωρισμό μεταξύ φυσιολογικού μυελού και οστεοαρθρίτιδας εξήχθησαν τα χαρακτηριστικά τυπική απόκλιση, ενέργεια, εύρος συσχέτισης, ομοιογένεια, κύρτωση, μέση τιμή και το ποσοστό ακριβείας ήταν 70.10%. Τέλος, το καλύτερο ποσοστό ακριβείας για τον διαχωρισμό μεταξύ των δύο κατηγοριών παθολογίας ήταν 65.20% με χρήση των χαρακτηριστικών μέση τιμή, ασυμμετρία, συσχέτιση, αντίθεση.

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:** Σύστημα Αναγνώρισης Προτύπων

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Σύστημα Αναγνώρισης Προτύπων, χαρακτηριστικά υφής Ανάλυση ιατρικής εικόνας, Μαγνητική τομογραφία, αρθρίτιδα, οστικό οίδημα, ερυθροποίηση μυελού.

## **ABSTRACT**

Arthritis is a pathological condition that occurs a very big range of people not only in the elderly but also in young people. An injury can be a cause of a bone marrow edema. Magnetic Resonance Imaging is used to diagnose these pathologies. Short Tau Inversion Recovery (STIR) sequences and Proton Density (PD) with fat saturation (FS) sequence, i.e. PD with selective spectral saturation of fat are included in a knee routine examination protocol. Each category in these sequences is represented by a high signal. The aim of this thesis is to create a computational system that will use digital image analysis techniques to measure the differentiation between normal MRI bone marrow erythropoiesis, arthritis and bone edema from injury. The methodology that will be used will initially include the manual selection of interest areas (ROIs). Then, from each ROI 12 color and texture features were extracted (e.g. 1st class, 2nd class statistics, etc.) and a feature selection process was apply to to isolate the features that provide differentiation between the three categories (normal marrow, arthritis, bone edema from injury). The methodology was tested on 92 cases (29 bone marrow erythropeisis, 31 injury, 38 osteoarthritis) from ANIMOUS KYANOS STAYROS. From the initial set of 12 features, the rank-features criterion was applied as a method of selecting features. The Cubic SVM classifier was used to classify the samples. In particular, with regard to the separation between normal and pathological (osteoarthritis and edema from injury), the accuracy rate reached 75.50% using the features standard deviation, energy, correlation range, homogeneity, contrast range, skewness, homogeneity range and contrast. For the discrimination, between normal marrow and edema from injury the best features were energy, correlation range, standard deviation, homogeneity, skewness, contrast range, contrast, and the highest accuracy rate was 68.30%. For the separation between normal marrow and osteoarthritis the features standard deviation, energy, correlation range, homogeneity, kurtosis, mean value reached the percentage of 70.10%. Finally, the best accuracy rate for the separation between the two categories of pathology was 65.20% using typical mean values, skweness, correlation, contrast.

**SUBJECT AREA:** Pattern recognition system

**KEYWORDS:** Pattern recognition system, Medical Image Analysis, textural features, MRI, bone knee edema, arthritis, bone erythropoiesis.

