



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας

Πτυχιακή εργασία

**Δημιουργία ολοκληρωμένου υπολογιστικού συστήματος για
κατάτμηση και 3Δ ανακατασκευή πλακών πολλαπλής
σκλήρυνσης από εικόνες Μαγνητικής Τομογραφίας
εγκεφάλου**

Γιώργος Σαμαράς

Λεμεσός, Μάιος 2017

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

Δημιουργία ολοκληρωμένου υπολογιστικού συστήματος για
κατάτμηση και 3Δ ανακατασκευή πλακών πολλαπλής
σκλήρυνσης από εικόνες Μαγνητικής Τομογραφίας εγκεφάλου

του

Γιώργος Σαμαράς

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Χρίστος Λοΐζου

Λεμεσός, Μάιος 2017

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Γιώργος Σαμαράς 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογιών Πληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το πέρας της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω καταρχάς τον επιβλέπων καθηγητή μου, Δρ. Χρήστο Λοΐζου για τις συμβουλές και την καθοδήγηση του σε όλη την πορεία της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Ακολούθως θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο τον καθηγητή Δρ. Ευθύβουλο Κυριάκου όσο και τον ιατρό του Ινστιτούτου Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου, Δρ. Μάριο Παντζιαρή οι οποίοι με την βοήθεια και την συμβολή τους συνέλαβαν να πραγματοποιηθεί ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω το Ιατρικό Διαγνωστικό Κέντρο Άγιος Θέρισσος Λευκωσίας για τα δείγματα των εικόνων MT που δόθηκαν για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας όπως επίσης και την οικειοθελής βοήθεια που μας παραχώρησαν με σκοπό την αποτίμηση του συστήματος μέσω αντικείμενου γνωστών γεωμετρικών χαρακτηριστικών.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την συμπαράσταση που μου έδειξαν όπως επίσης και την σύντροφο μου, Διαμάντω για την υπομονή που μου έδωσε καθ' όλη την διάρκεια της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Πολλαπλή σκλήρυνση (ΠΣ) είναι μια ασθένεια που εμφανίζεται στον εγκέφαλο, κατά την οποία τα μονωτικά καλύμματα των νευρικών κυττάρων καταστρέφονται με αποτέλεσμα την ανεπαρκή επικοινωνία των τμημάτων του νευρικού συστήματος. Βάσει στατιστικών στοιχείων, πάνω από 2.5 εκατομμύρια ανθρώπους ανά το παγκόσμιο και γύρω στους 1250 ανθρώπους στην Κύπρο πάσχουν από ΠΣ. Η ΠΣ κατατάσσεται ως η πιο κοινή νευρολογική ασθένεια η οποία εμφανίζεται σε άτομα ηλικίας 20 έως 40 ετών με διπλάσια ποσοστά στις γυναίκες από τους άντρες.

Μέσω των ιατρικών απεικονιστικών συστημάτων όπως ο μαγνητικός τομογράφος (MT), εξάγονται δισδιάστατες (2Δ) εικόνες MT και μέχρι το 1992 οι εικόνες αυτές για ανάλυση των όγκων δεν έδιναν την πραγματική αίσθηση για το πως είναι ο όγκος τρισδιάστατα (3Δ). Δεδομένου ότι οι ιατροί δεν είχαν την ακριβή απεικόνιση του όγκου, ούτε το μέγεθος του σε πραγματικά μεγέθη υπήρχε ένα κενό στη διαδικασία ανάλυσης και κατ' επέκταση στη θεραπεία του όγκου του εγκεφάλου.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο ιατρικό πληροφοριακό σύστημα, το οποίο να είναι σε θέση να αναπαριστά σε 3Δ μορφή τις εστίες ΠΣ όπως επίσης και τα περιγράμματα των εικόνων MT του εγκεφάλου αφού ενσωματωθούν οι εστίες ΠΣ. Έτσι, ο θεράπων ιατρός θα είναι σε θέση να αναπαριστά διαδοχικές 3Δ απεικονίσεις εγκεφάλου για καλύτερη μέτρηση και παρακολούθηση της ασθένειας. Επίσης, θα υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού των όγκων των εστιών ΠΣ στις 4 διαφορετικές χρονικές περιόδους που γίνεται εξέταση MT σε ένα ασθενή, δείχνοντας έτσι την πορεία του όγκου βάσει γεωμετρικών χαρακτηριστικών. Επιπρόσθετα, θα υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής ανάλυσης υφής στις εστίες ΠΣ για την καλύτερη κατανόηση της ασθένειας μέσω της εξαγωγής διάφορων χαρακτηριστικών υφής.

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό MATLAB[®] μέσω του οποίου αναλύθηκαν και επεξεργάστηκαν οι εικόνες MT τύπου DICOM οι οποίες πάρθηκαν από το ιατρικό διαγνωστικό κέντρο Άγιος Θέρισσος από MT 3 Tesla. Οι εικόνες έχουν ανακτηθεί από γυναίκα ασθενή με ΠΣ σε 2 διαδοχικά χρονικά διαστήματα. Οι προ-επεξεργασίες που έτυχαν οι εικόνες πριν την ανάκτηση τους είναι το φιλτράρισμα (μέσω του χαμηλοπερατού φίλτρου Wiener), η

κανονικοποίηση ιστογράμματος και η ευθυγράμμιση (μέσω της μεθόδου ενδογενών χαρακτηριστικών με συνδυασμό Affine). Ακολούθως, μετά την ανάκτηση των προεξεργασμένων εικόνων MT, ιατρός από το Ινστιτούτο Νευρολογίας και Γενετικής Κύπρου έκανε χειροκίνητη κατάτμηση εστιών ΠΣ. Επιπλέον, έγινε κατάτμηση περιγραμμάτων εικόνων MT (μέσω της μεθόδου ανίχνευσης ακμών Sobel και μορφολογικών πράξεων) και 3Δ ανακατασκευή (μέσω της τεχνικής ανακατασκευής ίσο-επιφανειών με χαρτογράφηση υφής). Εν συντομία δίνονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν: α) ανάκτηση φιλτραρισμένων, κανονικοποιημένων και ευθυγραμμισμένων εικόνων MT από ασθενείς με ΠΣ σε 2 διαδοχικά χρονικά σημεία, β) χειροκίνητη κατάτμηση εστιών ΠΣ, γ) 3Δ ανακατασκευή εστιών ΠΣ, δ) κατάτμηση περιγραμμάτων εγκεφάλου εικόνων MT, ε) 3Δ ανακατασκευή περιγραμμάτων εγκεφάλου με εμφανείς τις περιοχές ΠΣ, ζ) εξαγωγή γεωμετρικών χαρακτηριστικών, η) εξαγωγή χαρακτηριστικών υφής και θ) μέτρα αποτίμησης.

Για την αξιολόγηση του συστήματος έχει γίνει αποτίμηση μέσω εικόνων MT γνωστών γεωμετρικών χαρακτηριστικών (Phantom), όπως επίσης και οπτική αποτίμηση από θεράποντα νευρολόγο ιατρό με σκοπό την αξιολόγηση του συστήματος και τυχόν παρατηρήσεις και εισηγήσεις.

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι στην κατάτμηση περιγραμμάτων η μέθοδος Sobel είναι καλύτερη από την μέθοδο Roberts. Επίσης παρατηρήθηκε ότι το σύστημα υπολογίζει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά υφής των εστιών ΠΣ και του 3Δ όγκου σε γρήγορο χρόνο ενώ στην διαδικασία της χειροκίνητης κατάτμησης χρειάζεται περισσότερος χρόνος. Τέλος, κάποια από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά υφής που υπολογίστηκαν στη μεγαλύτερη 3Δ εστία ΠΣ γυναίκας ασθενή έδειξαν ότι ο όγκος στην πρώτη εξέταση MT ήταν 308.1mm^3 , η περίμετρος $28.58\pm 7.1\text{mm}$, η εντροπία 4.15 ± 0.48 , η μέση τιμή 318 ± 29 και η λοξότητα 0.26 ± 0.31 ενώ μετά από 6 μήνες, στην δεύτερη εξέταση MT ο όγκος και η περίμετρος μειώθηκαν σε 295.5mm^3 και $25.91\pm 7.5\text{mm}$ αντίστοιχα, η εντροπία υπολογίστηκε στα 4.12 ± 0.66 , η μέση τιμή 297 ± 28 και η λοξότητα -0.15 ± 0.35 .

Μελλοντικά, για να ολοκληρωθεί το σύστημα αυτό θα πρέπει να γίνεται αυτόματη κατάτμηση εστιών ΠΣ με σκοπό τη διαμόρφωση του συστήματος σε πλήρως αυτοματοποιημένο περιβάλλον και να το καταστήσει πιο γρήγορο. Επίσης, ένα χρήσιμο εργαλείο στον ιατρό στην 3Δ απεικόνιση περιγραμμάτων θα μπορούσε να

είναι ένα εργαλείο που θα δίνει τη δυνατότητα εισδοχής εντός του 3Δ εγκεφάλου με σκοπό να μπορεί ο ιατρός να εισέρχεται εντός του 3Δ εγκεφάλου προς τις 3Δ εστίες ΠΣ.

Λέξεις κλειδιά: Εγκέφαλος, Πολλαπλή Σκλήρυνση, Μαγνητικός Τομογράφος, Κατάτμηση, Τρισδιάστατη Ανακατασκευή, Αποτίμηση

ABSTRACT

The aim of this diplomatic assignment is to develop a complete medical information system, which it can represent a 3D form of the lesions and of the brain's contours with obvious lesions' area. By this, the attending physician will be able to represent consecutives 3D brain's illustrations for better measurement and observation of the illness. Furthermore, it could give the possibility to calculate the volume of plaques in four different times where MRI is perform, showing the course of the tumor based on geometric characteristics.

In order to perform this specific assignment MATLAB[®] was used. Through this MRI pictures type DICOM were analysed. The pictures were taken from the diagnostic center Agios Therisos from MRI 3 Tesla.

The steps that were followed are: a) recovery of filter, normalized and registered MRI pictures from patients with MS in 4 consecutively time, b) lesion segmentation c) 3D reconstruction of plaque MS d) contours image segmentation, e) 3D contours reconstruction with obvious MS regions, f) export of geometric characteristics MS and g) valuation measures.

For the evaluation of the system there's been valuation through pictures MRI known geometric characteristics (Phantom) as also visual valuation from a neurologist doctor which targets the evaluation of the system, observations and suggestions.

The results of the assignment showed that segmentation contours, Sobel method is consider better than the Roberts method. Some of the geometric characteristics that were calculated in the biggest MS region of woman patient showed that the 3D MS plaque in the first MRI examination had average perimeter 28.58mm and volume 308.1mm³ and in the second MRI examination, decreased to 295.5mm³ and 25.91mm respectively.

In the future to complete this system there's must be an automatic lesion segmentation which targets the configuration of the system in full automatized and make it faster.

Keywords: Brain, Multiple Sclerosis, Magnetic Resonance Imaging, Segmentation, 3D reconstruction, Valuation.