



**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**

**Τίτλος εργασίας**

**Μελέτη ανιχνευσιμότητας Μονήρη Πνευμονικού Όζου σε  
εικόνα Αξονικής (CT) & Ποζιτρονικής (PET) τομογραφίας με  
χρήση μοντέλων προσομοίωσης**

**Γεώργιος Σ. Τζανούκος**

**Επιβλέπων: Γεώργιος Σπύρου, Ειδικός Λειτουργικός Επιστήμονας (Βαθμίδα Α'), ΙΙΒΕΑΑ**

**ΑΘΗΝΑ**

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2013**

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Μελέτη ανιχνευσιμότητας Μονήρη Πνευμονικού Όζου σε εικόνα Αξονικής (CT) & Ποζιτρονικής (PET) τομογραφίας με χρήση μοντέλων προσομοίωσης

**Γεώργιος Σ. Τζανούκος**

**A.M.: ΠΙΒ075**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:** Γεώργιος Σπύρου, Ειδικός Λειτουργικός Επιστήμονας (Βαθμίδα Α'), ΙΙΒΕΑΑ

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:** Δρ. Γεώργιος Σπύρου, Ειδικός Λειτουργικός Επιστήμονας (Βαθμίδα Α'), ΙΙΒΕΑΑ

**Εμμανουήλ Σαγκριώτης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ

**Δρ. Αναστάσιος Γαϊτάνης**, Προϊστάμενος Τμήματος Βιοϊατρικής Τεχνολογίας, ΙΙΒΕΑΑ

Δεκέμβριος 2013

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για τη δημιουργία ενός μοντέλου προσομοίωσης του Μονήρη Πνευμονικού Όζου (ΜΠΟ) σε εικόνες αξονικής τομογραφίας (CT) και τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET).

Η ανάπτυξη του μοντέλου προσομοίωσης του ΜΠΟ υλοποιήθηκε με μεθόδους προσομοίωσης Monte Carlo (MC), λαμβάνοντας υπόψη τα εξωτερικά μορφολογικά γνωρίσματα, τα εσωτερικά χαρακτηριστικά και το βαθμό πρόσληψης του ραδιοφαρμάκου (Standardized Uptake Value – SUV), όπως αυτά περιγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Με τη δημιουργία του μοντέλου σχηματίστηκαν ρεαλιστικές εικόνες διαφόρων τύπων προσομοιωμένων ΜΠΟ που ενσωματώθηκαν εντός πρωτογενών δεδομένων από 5 διαφορετικούς ασθενείς σε τομές εικόνας CT και PET. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ελήφθησαν με το τομογράφο PET/CT του τμήματος Πυρηνικής Ιατρικής του ΙΙΒΕΑΑ και για την ανακατασκευή των εικόνων χρησιμοποιήθηκε το ανοιχτό λογισμικό STIR (<http://stir.sourceforge.net>). Για την τελική αξιολόγηση του μοντέλου πραγματοποιήθηκε μελέτη παρατηρητών από τρεις ανεξάρτητους ιατρούς.

Συνολικά παράχθηκαν 80 προσομοιωμένοι ΜΠΟ, με το ποσοστό καλοήθειας και κακοήθειας να είναι 80% και 20% αντίστοιχα. Επίσης επιλέχθηκαν 20 αληθινά περιστατικά με διάγνωση ΜΠΟ, όπου τα 14 από αυτά ήταν καλοήθη και τα 6 κακοήθη. Μεταξύ των 120 περιστατικών που δημιουργήθηκαν, 25 επανελήφθησαν ώστε να διαπιστωθεί η συνέπεια των τριών παρατηρητών. Από τους παρατηρητές ζητήθηκε αρχικά να εντοπίσουν τον ΜΠΟ, στη συνέχεια να τον χαρακτηρίσουν ως προσομοιωμένο ή αληθινό και τέλος να τον ταξινομήσουν ως πιθανώς καλοήθη ή πιθανώς κακοήθη.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, περισσότεροι από 50% των προσομοιωμένων όζων δεν μπορούσαν να διαχωριστούν και χαρακτηρίστηκαν από τους παρατηρητές ως αληθινά. Όσον αφορά την κατάταξη των όζων σε πιθανώς καλοήθη ή πιθανώς κακοήθη, η ταξινόμηση των προσομοιωμένων όζων ήταν σε συμφωνία με την ταξινόμηση των τριών ανεξάρτητων ιατρών. Αξίζει τέλος να αναφέρουμε ότι 28 περιστατικά χαρακτηρίστηκαν και από τους τρεις παρατηρητές ως αληθινά, όντας προσομοιωμένα.

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:** Μέθοδοι Προσομοίωσης, Ανακατασκευή Εικόνας

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** PET/CT, Μονήρης Πνευμονικός Όζος, Monte Carlo

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis is the development of a method for the modeling of Solitary Pulmonary Nodule (SPN) in Computed Tomography (CT) and Positron Emission Tomography (PET) images.

The modeling of SPN was implemented by Monte Carlo simulation methods taking into consideration its morphological characteristics, internal features and Standardized Uptake Value (SUV) activity distribution. With this method, realistic images of various types of simulated SPNs were generated and embedded into raw data acquired from 5 different patients into CT and PET slices. The raw data were acquired using a clinical PET/CT scanner of the Nuclear Medicine Department of BBRFA, and for image reconstruction the software open STIR was used (<http://stir.sourceforge.net>). For the final validation of the model, an observer study from three independent medical experts was performed.

A total of 80 simulated SPNs were produced and in this quantity, the percentage of benignity and malignancy was 80% and 20% respectively. Furthermore, 20 real cases with SPN were selected, 14 of them were benign and 6 malignant. Among the 120 cases, 25 of them were repeated in order to check the consistency of the observers. The reviewers were asked to localize the SPN, then to characterize the lesion as simulated or real and finally to classify it as probably benign or probably malignant.

According to the results, more than 50% of the simulated lesions could not be differentiated from the real ones lesions and were designated as real. Regarding the classification of the nodules to probably benign or probably malignant, we noticed that the simulated class was consistent with the observers' classification. Finally, it's worth to be noted that, in 28 cases, all of the three observers designated the simulated lesion as real.

**SUBJECT AREA:** Simulation Methods, Image Reconstruction

**KEYWORDS:** PET/CT, Solitary Pulmonary Nodule, Monte Carlo