

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



## Πτυχιακή εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΗΞΗΣ  
ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ  
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

Περικλής Γεωργίου

Λεμεσός 2017



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

## **Πτυχιακή εργασία**

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΗΞΗΣ  
ΤΟΥ ΑΙΜΑΤΟΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ  
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

Περικλής Γεωργίου

Σύμβουλος καθηγητής  
Δρ. Ευστάθιος Καλυβιώτης

Λεμεσός 2017

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Περικλής Γεωργίου, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία διεξάχθηκε υπό την επίβλεψη του Δρ. Ευστάθιου Καλυβιώτη. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τις πολύτιμες συμβουλές, τον χρόνο που αφιέρωσε για την ολοκλήρωση των πειραμάτων και την καθοδήγηση για την διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δημήτρη Πασιά για την πολύ σημαντική βοήθεια του στην εκτέλεση των πειραμάτων, καθώς και τους δότες των δειγμάτων.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τον χαρακτηρισμό της διαδικασίας πήξης του αίματος με την χρήση τεχνικών επεξεργασίας εικόνας με σκοπό την ανάπτυξη διαγνωστικής βιοϊατρικής διάταξης. Η πήξη του αίματος είναι μια διαδικασία που ενεργοποιείται σε περιπτώσεις τραύματος ή άλλης κάκωσης αποτρέποντας απώλειες αίματος. Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις ο μηχανισμός πήξης ενεργοποιείται και σχηματίζονται θρόμβοι οι οποίοι παρακωλύουν την κυκλοφορία του αίματος, προκαλώντας ακόμα και διακοπή της αιμάτωσης. Μέσω της μελέτης αυτής οι δομικές ιδιότητες του αίματος που επηρεάζονται από τη διαδικασία πήξης του ρευστού, χαρακτηρίστηκαν με τεχνικές επεξεργασίας εικόνας μέσω του λογισμικού MATLAB®. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 9 πειράματα με δείγματα από 2 δότες. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν κάτω από μικροσκόπιο σε πλακίδιο με κανάλι 5mm από κολλητική ταινία καλυμμένο από πάνω με ακόμη ένα πλακίδιο. Με την χρήση κάμερας βιντεοσκοπήθηκε για 30 λεπτά το κάθε δείγμα από τα 9 και πάρθηκαν συνολικά 1850 εικόνες για κάθε δείγμα. Οι 1850 εικόνες κάθε δείγματος μέσω ενός βρόγχου στον αλγόριθμο επεξεργάστηκαν μέσω συγκεκριμένων διαδικασιών και εξάχθηκαν οι καμπύλες εμβαδού περιοχών πήξης (Ac) από τις οποίες στην συνέχεια εξάχθηκαν οι δείκτες χαρακτηρισμού των καμπυλών, χρόνος έναρξης πήξης (CT), μέγιστο πλάτος (MCA) και εμβαδόν κάτω από την καμπύλη (AUCC). Για περαιτέρω ανάλυση των καμπυλών Ac πραγματοποιήθηκε μοντελοποίηση με τη χρήση διπλής εκθετικής συνάρτησης για πλήρη χαρακτηρισμό τους. Οι καμπύλες Ac που εξάγονται έχουν συμπεριφορά εκθετικής συνάρτησης αφού ακολουθεί μια ανοδική πορεία και στη συνέχεια η καμπύλη σταθεροποιείται σε σταθερή τιμή στον y άξονα. Οι καμπύλες Ac της παρούσας μελέτης συμφωνούν με αυτές των υφιστάμενων συσκευών TEG και ROTEM αφού ακολουθούν την ίδια συμπεριφορά και έχουν τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά. Από τον υπολογισμό των δεικτών φάνηκε ότι οι τιμές για κάθε δείγμα διαφέρουν μεταξύ τους και αυτό οφείλεται σε παράγοντες που επηρεάζουν την πειραματική διάταξη όπως είναι ο φωτισμός, το διάκενο μεταξύ των πλακιδίων, ο όγκος δειγμάτων, κλπ. Με καλύτερο έλεγχο αυτών των χαρακτηριστικών αναμένεται οι καμπύλες να συμπίπτουν μεταξύ τους πολύ περισσότερο.

**Λέξεις κλειδιά:** πήξη αίματος, σχηματισμός θρόμβου, τεχνικές επεξεργασίας εικόνας

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the characterization of the blood coagulation process using image processing techniques for the development of a diagnostic biomedical device. Blood coagulation is a process that is triggered in cases of injury or other diseases, preventing blood loss. In some pathological conditions, the clotting mechanism is activated and clots are formed that impede blood circulation, even causing blood flow to be stopped. Through this study, the structural properties of blood affected by the fluid coagulation process, were characterized by image processing techniques through MATLAB® software. A total of 9 experiments were performed with samples from 2 donors. The specimens were placed on a microscope slide in a 5mm channel with adhesive tape, covered up with another slide. The experimental setup was placed under a microscope and with the use of a camera, each of the 9 samples was recorded for 30 minutes and a total of 1850 images were taken for each sample. The 1850 images of each sample via a loop in the algorithm were processed by specific procedures and the curves of the Ac spline regions were extracted, from which the curve characterization indices, clotting start time CT, maximum amplitude MCA and area under the curve AUCC were then extracted. For further analysis of Ac curves, modelling was performed using a double exponential function to fully characterize them. The Ac curves exported have an exponential function behaviour since they follow an upward path and then the curve stays fixed at the y-axis. The Ac curves of the present study agree with those of the existing TEG and ROTEM devices since they follow the same behaviour and have the same quality characteristics. From the calculation of the indices it appeared that the values for each sample differ from each other and this is due to factors that affect the experimental setup such as illumination, gap between the slides, sample volume, etc. With better control of these characteristics the curves are expected to match much more with each other.

**Keywords:** blood coagulation, clot formation, image processing techniques