

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Λούης Παπαγεωργίου

Τίτλος διπλωματικής εργασίας:

## **Σύστημα αυτόματης διάγνωσης ιστοπαθολογικών εικόνων μικροσκοπίας**

Περίληψη:

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη και ανάπτυξη ενός συστήματος λήψης, επεξεργασίας και ανάλυσης ιστοπαθολογικών εικόνων μικροσκοπίας για την υποστήριξη της διάγνωσης του ενδομητριακού καρκίνου. Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία του ενδομητριακού καρκίνου, δεν υπάρχει άλλη μελέτη που να αφορά την ποσοτική ανάλυση ιστοπαθολογικών εικόνων ενδομητριακών κυττάρων. Παρόμοιες εργασίες, αφορούσαν ολοκληρωμένα συστήματα ταξινόμησης ιστοπαθολογικών εικόνων άλλου είδους καρκίνου. Η δομή της υλοποίησης χωρίζεται σε πέντε βασικές διαδικασίες.

Η πρώτη διαδικασία αφορά την ψηφιοποίηση των διαθέσιμων βιοψιών του ενδομητριακού καρκίνου. Οι βιοψίες επεξεργάστηκαν από την ιστοπαθολόγο με τη χρήση Αιματοξυλίνης-Ιωσίνης για τη εκτίμηση του βαθμού διαφοροποίησης του όγκου και ανοσοϊστοχημικά για την έκφραση του ογκογονιδίου *ceb-B*. Έχουμε ψηφιοποιήσει 17 βιοψίες/περιστατικά, μέσα από τις οποίες έγινε λήψη σε 117 ψηφιακές ιστοπαθολογικές εικόνες μικροσκοπίας. Η λήψη των ιστοπαθολογικών εικόνων έγινε με την χρήση οπτικού μικροσκοπίου και ενσωματωμένης κάμερας.

Η δεύτερη διαδικασία αφορά την επεξεργασία των ιστοπαθολογικών εικόνων μικροσκοπίας, όπου με τεχνικές τμηματοποίησης απομονώνεται η περιοχή ενδιαφέροντος, οι κυτταρικοί πυρήνες, οι οποίοι φέρουν καφέ χρώμα. Με συνδυασμό τεχνικών, το σύστημα είναι ικανό να προβλέψει και να διαχωρίσει περιοχές ενδιαφέροντος που κρύβουν δύο οι περισσότερους προσκολλημένους κυτταρικούς πυρήνες. Η τρίτη διαδικασία περιλαμβάνει την εξαγωγή των χαρακτηριστικών από την περιοχή ενδιαφέροντος της ιστοπαθολογικής εικόνας. Εξάγουμε 24 χαρακτηριστικά, εκ των οποίων τα 18 είναι χαρακτηριστικά υφής και τα υπόλοιπα 6 μορφολογικά χαρακτηριστικά. Για την εξαγωγή των χαρακτηριστικών υπολογίστηκαν μήτρες όπως, «co-occurrence matrix» και «gray level run length matrix».

Η τέταρτη διαδικασία αφορά την υλοποίηση του συστήματος αναγνώρισης προτύπων. Για την επιλογή χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές όπως η εξαντλητική αναζήτηση βέλτιστων χαρακτηριστικών «exhaustive search» και τεχνικές μη βέλτιστης επιλογής χαρακτηριστικών με στατιστικούς ελέγχους. Για την ταξινόμηση των προτύπων, μελετήθηκαν αλγόριθμοι ταξινόμησης που ήταν ικανοί να διαχωρίσουν άγνωστα πρότυπα μεταξύ τριών διαθέσιμων κλάσεων (επιπέδων «grades I, II, ή III» ενδομητριακού καρκίνου) όπως ο «Minimum Distance Classifier (MDC)», ο «k-Nearest Neighbours (K-NN)», ο «Least Squares Minimum Distance Classifier (LSMDC)», ο «Linear Bayes Classifier (LBC)» και τα «Probabilistic Neural Network (PNN)». Εκτός από την επιλογή του καλύτερου ταξινομητή, προτάθηκαν τρόποι υλοποίησης με συνδυασμό ταξινομητών «ensemble classifier» κάνοντας

χρήση συνδυαστικών τεχνικών και κανόνων απόφασης «majority rules».

Η τελευταία διαδικασία αφορά την αξιολόγηση των τεχνικών και αλγορίθμων που προτάθηκαν. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα, επιλέγεται η καλύτερη τεχνική με την οποία προτείνεται η υλοποίηση του συστήματος. Για τον εγγύτερο υπολογισμό των παραμέτρων εκτίμησης χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι επαναληπτικής δειγματοληψίας, όπως τις τεχνικές «leave one out» και «external cross validation».

Η ανάπτυξη του συστήματος λήψης, επεξεργασίας και ανάλυσης ιστοπαθολογικών εικόνων μικροσκοπίας που περιγράφουμε είναι εφικτή, με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Με βάση τα αποτελέσματα καλύτερος αλγόριθμος είναι τα πιθανοτικά νευρωνικά δίκτυα. Στην επιλογή βέλτιστου συνδυασμού χαρακτηριστικών με εξαντλητική αναζήτηση, κάνοντας χρήση της μεθόδου «leave one out», επιτεύχθηκε το ποσοστό 96% ορθής ταξινόμησης. Αντίστοιχα είχαμε 94% ορθής ταξινόμησης, στις μη βέλτιστες μεθόδους επιλογής καλύτερου συνδυασμού χαρακτηριστικών. Τέλος στην τελική αξιολόγηση του ταξινομητή επιτεύχθηκε το ποσοστό 82.5%  $\pm$  6.2 ορθής ταξινόμησης άγνωστων προτύπων, με την επαναδειγματοληπτική μέθοδο «external cross validation», επιλέγοντας χαρακτηριστικά με την μη βέλτιστη τεχνική «sequentialfs».

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:** Επεξεργασία εικόνας, Αναγνώριση προτύπων

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Επεξεργασία εικόνας, Τμηματοποίηση εικόνας, Χαρακτηριστικά υφής, Μορφολογικά χαρακτηριστικά, Επιλογή χαρακτηριστικών, Αναγνώριση Προτύπων, Ενδομητριακός καρκίνος, Ογκογονίδιο cerb-B, Οπτικό μικροσκόπιο, Ιστοπαθολογικές εικόνες

Εξεταστική Επιτροπή:

**Κάβουρας Διονύσιος**, Καθηγητής, Τμήμα Τεχνολογίας Ιατρικών Οργάνων, ΤΕΙ Αθήνας- Επιβλέπων

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

**Κωστόπουλος Σπυρίδων**, μεταδιδακτορικός ερευνητής.