



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

**Σύστημα Αυτόματης Διάγνωσης Καρκίνων του Εγκεφάλου
με χρήση Αλγορίθμων Αναγνώρισης Προτύπων
και Εικόνων Ιστοπαθολογίας**

Χρήστος Δ. Κωνσταντίνου

Επιβλέπων: Διονύσης Κάβουρας, Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2011

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύστημα Αυτόματης Διάγνωσης Όγκων του Εγκεφάλου
με χρήση Αλγορίθμων Αναγνώρισης Προτύπων
και Εικόνες Ιστοπαθολογίας

Χρήστος Δ. Κωνσταντίνου
Α.Μ.: ΠΙΒ027

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Διονύσης Κάβουρας, Καθηγητής

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Εμμανουήλ Σαγκριώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής
Ερρίκος Βεντούρας, Καθηγητής

Απρίλιος 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι η δημιουργία ενός Συστήματος Υποστήριξης Απόφασης, το οποίο να βασίζεται σε ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά για τον διαχωρισμό μεταξύ χαμηλού και υψηλού βαθμού κακοήθειας αστροκυτωμάτων.

Χρησιμοποιήθηκε κλινικό υλικό 96 βιοψιών που προήλθε από 96 ασθενείς. Κάθε περιστατικό εξετάστηκε από έναν έμπειρο ιστοπαθολόγο που αξιολόγησε την εμφάνιση συγκεκριμένων διαγνωστικών ιστολογικών χαρακτηριστικών. Ο ιστοπαθολόγος έλαβε υπόψη του οκτώ ιστολογικά χαρακτηριστικά προκειμένου να συμπεράνει τον τύπο του όγκου σύμφωνα με το πρότυπο του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Π.Ο.Υ) (World Health Organization (WHO)) .

Αρχικά, δημιουργήθηκε ένα Σύστημα Αναγνώρισης Προτύπων (ΣΑΠ), αποτελούνταν από τους ταξινομητές Ελάχιστης Απόστασης, Κοντινότερου Γείτονα, Πιθανοτικά Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανή Διανυσμάτων Υποστήριξης, με σκοπό των διαχωρισμό αστροκυτωμάτων χαμηλού και υψηλού βαθμού κακοήθειας βασιζόμενο στα ιστολογικά χαρακτηριστικά. Ακολούθως, αναζητήθηκε ο βέλτιστος συνδυασμός (2 ως 4) ποσοτικών χαρακτηριστικών που προήλθαν από την επεξεργασία και ανάλυση της ιστοπαθολογικής εικόνας του κάθε περιστατικού. Τα 26 αυτά χαρακτηριστικά τροφοδότησαν την είσοδο του ΣΑΠ. Τέλος, εφαρμόστηκε ο συνδυασμός ποιοτικών (ιστολογικών) και ποσοτικών χαρακτηριστικών ο οποίος τροφοδότησε την είσοδο των ταξινομητών του ΣΑΠ με σκοπό τον ελάχιστο συνδυασμό χαρακτηριστικών που θα επιτυγχάνει τη βέλτιστη πρόβλεψη.

Η μέγιστη ακρίβεια πρόβλεψης επιτεύχθηκε, κατά τον συνδυασμό ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών, από τον ταξινομητή Μηχανή Διανυσμάτων Υποστήριξης με ποσοστό 96,3% προερχόμενο από τα χαρακτηριστικά Κυτταροβρίθεια (Cellularity), Πολυπύρνα κύτταρα (Multinucleated cells), Κύρτωση (kurtosis) και mean Sort Run Emphasis.

Ο ίδιος ταξινομητής είχε απόδοση 90,5% κατά την εφαρμογή μόνο των ποιοτικών χαρακτηριστικών που προήλθε από τα χαρακτηριστικά Μίτωση, Απόπτωση και Γιγάντιοι Πυρήνες. Τέλος, κατά την εφαρμογή μόνο των ποσοτικών χαρακτηριστικών επιτεύχθηκε απόδοση 87% από τον ταξινομητή Μηχανή Διανυσμάτων Υποστήριξης και τα χαρακτηριστικά difference Run Percentage, Eccentricity, και Solidity.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το προτεινόμενο σύστημα και ο συνδυασμός ιστολογικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών μπορεί να σταθεί αρωγός κατά την διαδικασία της διάγνωσης του βαθμού κακοήθειας όγκων του εγκεφάλου.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Αναγνώριση προτύπων,
επεξεργασία και ανάλυση ιατρικής εικόνας

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Συστήματα υποβοήθησης απόφασης στην μικροσκοπία,
αναγνώριση προτύπων, επεξεργασία εικόνας, ταξινόμηση
αστροκυτωμάτων, ιστολογικά χαρακτηριστικά

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to develop a decision support system based on histological and quantitative nuclear features for discrimination of low from high malignancy brain astrocytomas.

Material and Methods: Clinical material comprised 96 biopsies of astrocytomas corresponding to 96 patients. Each case (patient) was reviewed on a microscope by an experienced histopathologist, who evaluated the malignancy status and the appearance of specific diagnostic histological characteristics. A pattern recognition system was constructed in order to discriminate low from high grade tumors based on both qualitative and quantitative histological features. The system was assembled with the Minimum Distance, k-Nearest Neighbor, Probabilistic Neural Network and the Support Vector Machine classifiers. Initially the performance of the system in predicting the tumours' grade was tested using only qualitative histological features (i.e. mitoses, apoptosis, necrosis etc). Following, the performance of the system was evaluated using only quantitative nuclear features (i.e. features extracted from first and second order statistics and morphological appearance of nuclei). Finally, the system was adjusted to accept both qualitative and quantitative features as input. The best feature combination was determined using an exhaustive search algorithm and the leave-one-out method. To estimate the generalization capacity of the best structure of the pattern recognition system, in terms of optimal prediction, an external cross validation method was applied.

Results: Using only qualitative features best overall accuracy was obtained using the SVM classifier with 90.5% prediction and using as features mitoses, apoptosis and giant nuclei. Using only quantitative features, the SVM classifier had the best performance 87%, highlighting as most important features the difference run percentage extracted from the run length matrix, the eccentricity and solidity. Finally, it was investigated if the combination between histological and quantitative features as input of the pattern recognition system could achieve better prediction accuracy than using only qualitative or only quantitative features. The hybrid system achieved the best result (96.3%), using the SVM classifier and the features cellularity, multinucleated cells, kurtosis and mean short run emphasis.

Conclusion: Results (accuracy prediction 96.3%) have shown that the proposed system might be used as an accurate and reliable second opinion tool in the diagnosis of the grade of astrocytomas.

SUBJECT AREA: Pattern recognition, medical image processing and analysis

KEYWORDS: computer-assisted microscopy, pattern recognition, image processing, astrocytomas, histological features