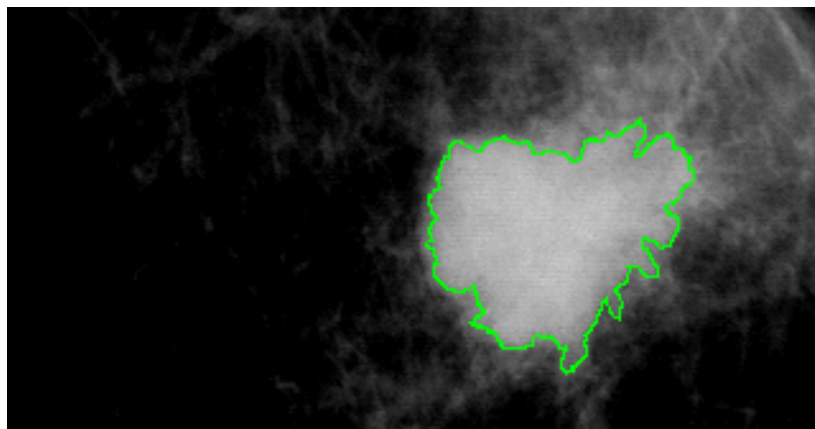


Χαρακτηρισμός Νεοπλασμάτων στη Μαστογραφία από το Σχήμα της Παρυφής με χρήση Νευρωνικών Δικτύων



Χ. Γεωργίου¹(xgeorgio@hol.gr), Δ. Κάβουρας²(cavouras@hol.gr),
Ν. Δημητρόπουλος³, Σ. Θεοδωρίδης¹(stheodor@di.uoa.gr)

¹ Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Αθήνας, κτίρια ΤΥΠΑ,
Πανεπιστημιούπολη, 157 71, Αθήνα.

² Τμήμα Τεχνολογίας Ιατρικών Οργάνων, ΤΕΙ Αθήνας, 122 10, Αθήνα.

³ Τμήμα Ιατρικών Απεικόνισεων, Ιατρικό Κέντρο EUROMEDICA,
Λεωφ. Μεσογείων 2, Αθήνα.

Σύνοψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αυτόματη ταξινόμηση μαζών μαστογραφίας σύμφωνα με το σχήμα της παρυφής τους σε μία από πέντε προεπιλεγμένες κατηγορίες, οι οποίες μπορούν να είναι ενδεικτικές του βαθμού της καλοήθειας ή κακοήθειας της μάζας.

Το σχήμα της παρυφής μαζών απεικονιζόμενων σε μαστογραφικές εικόνες χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση των μαζών σε οζώδεις (στρογγυλές, ελλειψοειδείς, λοβώδεις, μικρολοβώδεις) και αστεροειδείς. Η μορφολογία των μαζών μπορεί να είναι χρήσιμη στο χαρακτηρισμό τους σε καλοήθεις ή κακοήθεις.

Η παρυφή των μαστογραφικών μαζών βρέθηκε χρησιμοποιώντας ιστογραμμικές τεχνικές κατωφλίου. Η ταξινόμηση των σχημάτων σε μια από τις ανωτέρω πέντε κατηγορίες έγινε με τεχνικές Αναγνώρισης Προτύπων και με χρήση Νευρωνικού Δικτύου (ΝΔ). Σαν είσοδος στο ΝΔ χρησιμοποιήθηκαν 11 χαρακτηριστικά της παρυφής, που προκύπτουν από την ακτινική απόσταση από το κέντρο βάρους των μαζών, και σαν έξοδος οι πέντε κατηγορίες σχημάτων των μαζών. Η εσωτερική τοπολογία του δικτύου ήταν με 1 κρυμμένο επίπεδο αποτελούμενο από 8 νευρώνες. Χρησιμοποιήθηκαν πρότυπα σχήματα μαζών για τον σχεδιασμό (εκπαίδευση) του ΝΔ και διαφορετικά σύνολα για την αξιολόγηση του συστήματος.

Η ακρίβεια σωστής ταξινόμησης των μαζών σε μία από τις ανωτέρω πέντε μορφολογικές κατηγορίες ήταν πλησίον του 90%. Μεγαλύτερο ποσοστό λάθους ταξινόμησης (5%) εμφανίστηκε μεταξύ μαζών που είχαν στρογγυλό και μικρολοβώδες σχήμα.

Χαρακτηρισμός Νεοπλασμάτων με βάση το Σχήμα της Παρυφής

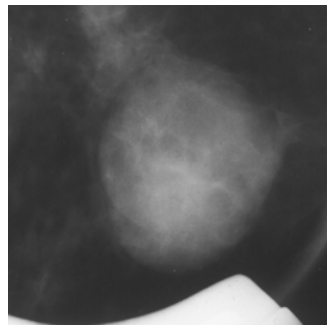
- Το σχήμα του περιγράμματος των νεοπλασμάτων ανευρίσκεται από τις μαστογραφικές εικόνες
- Χαρακτηρισμός νεοπλασμάτων ως οζώδη (σφαιρικά, ελλειψοειδή, λοβώδη, μικρολοβώδη) ή αστεροειδή.



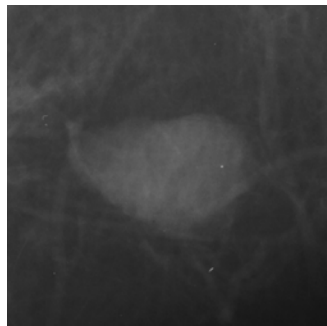
- Η κατηγοριοποίηση ως προς το σχήμα είναι ενδεικτική του βαθμού καλοήθειας ή κακοήθειας των νεοπλασμάτων.

Υλικό & Μέθοδοι

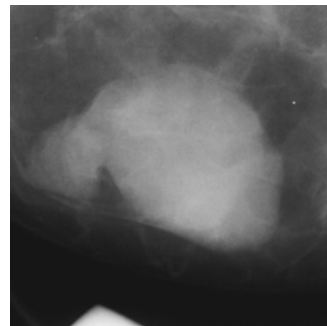
Βήμα-1: Επεξεργασία εικόνας για την εξακρίβωση του σχήματος των νεοπλασμάτων με τη χρήση ιστογραμικών τεχνικών κατωφλίωσης



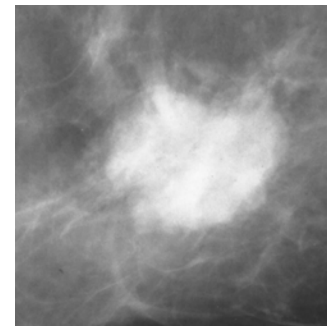
Κυκλικό



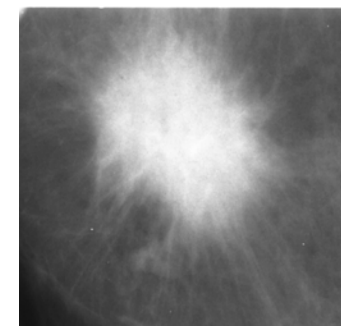
Ελλειψοειδές



Λοβώδες



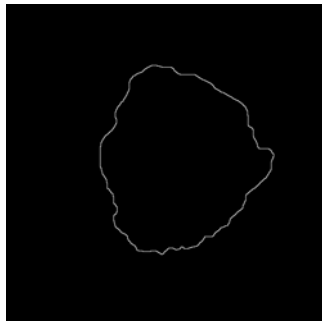
Μικρολοβώδες



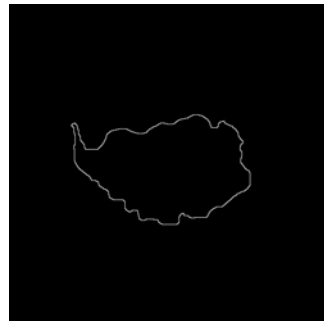
Αστεροειδές



Υλικό & Μέθοδοι



Κυκλικό



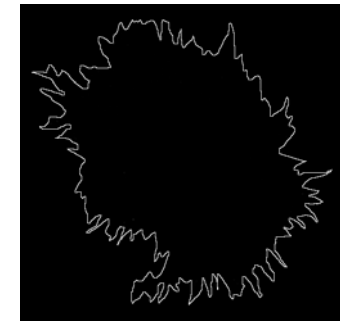
Ελλειψοειδές



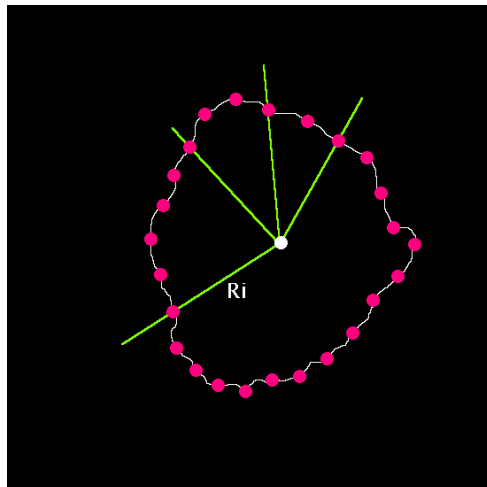
Λοβώδες



Μικρολοβώδες



Αστεροειδές

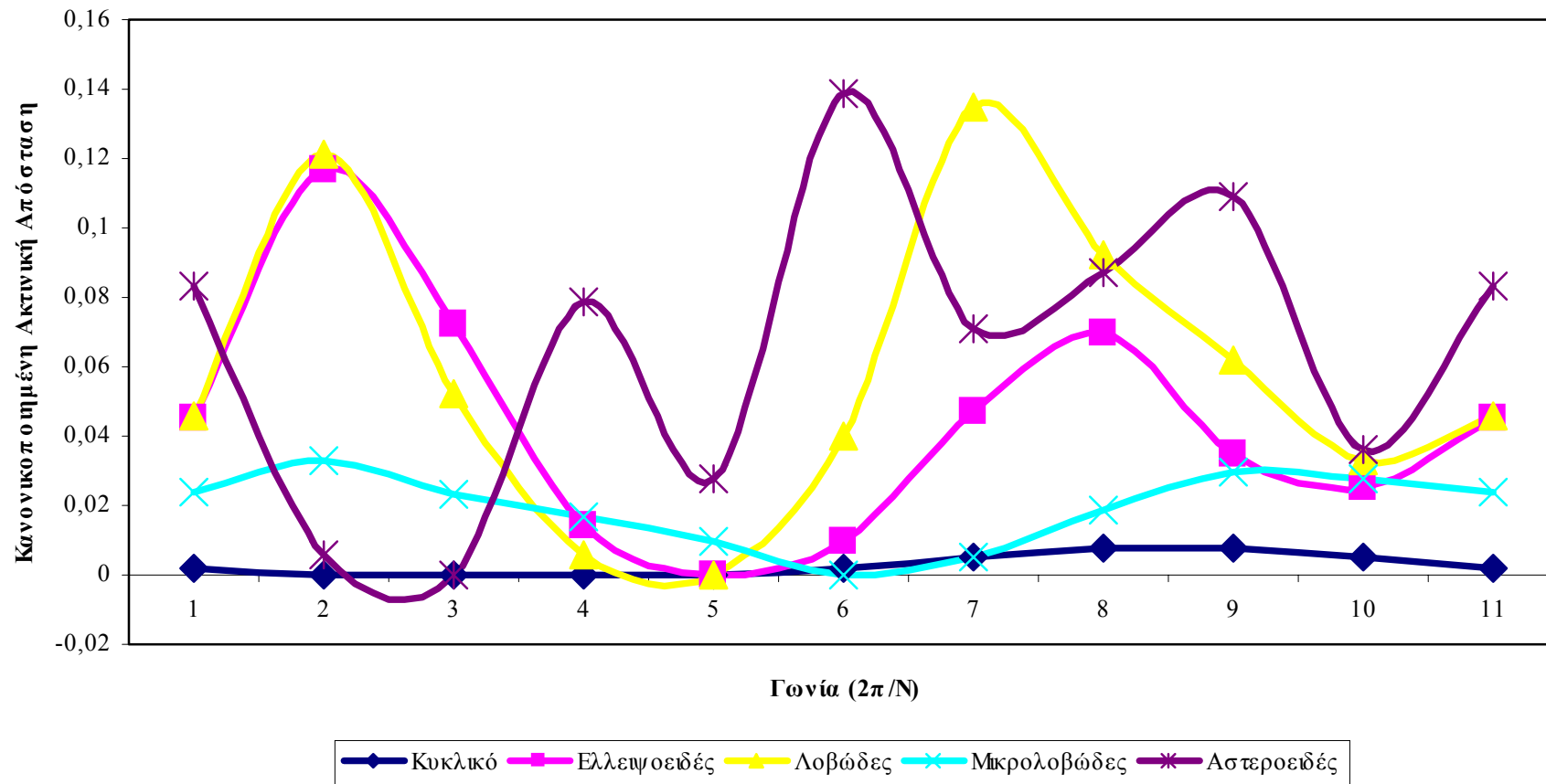


Βήμα-2: Εξακρίβωση γραμμής συνόρου

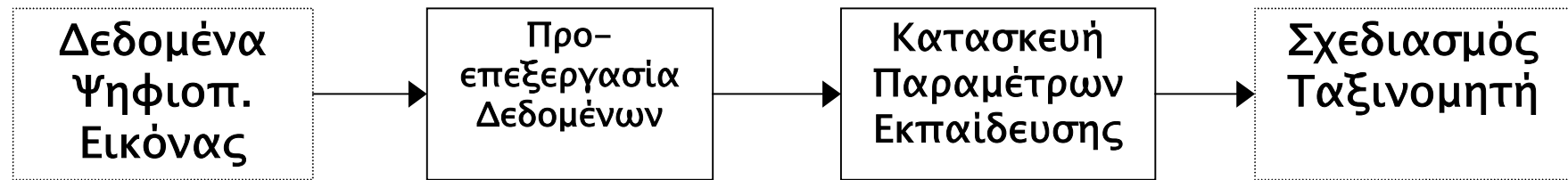
Βήμα-3: Ανάκτηση ορίων σχήματος με χρήση ακτινικής απόστασης από το κέντρο βάρους

Υλικό & Μέθοδοι

Κανονικοποιημένες καμπύλες συναρτήσεων ακτινικής απόστασης για τις 5 κατηγορίες σχημάτων (11-σημείων)



Σχεδιασμός Ταξινομητή



- Κατασκευή συνόλου εκπαιδευτικών παραμέτρων από τα αρχικά δεδομένα (ψηφιοποιημένη εικόνα)
- Χρήση των πιο αποδοτικών παραμέτρων & διαμορφώσεων
- Εκπαίδευση του ταξινομητή με το επιλεγμένο σύνολο

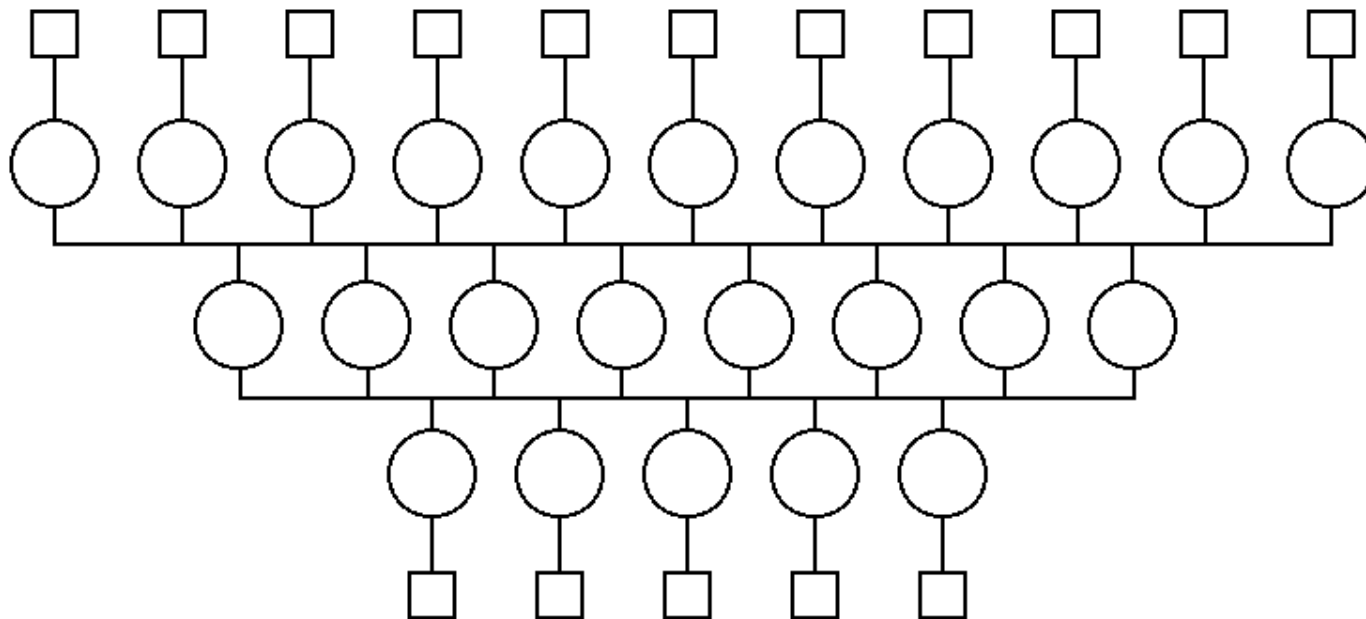
Διαμόρφωση Νευρωνικού Δικτύου

Νευρωνικό Δίκτυο:

- εμπρόσθιας διάδοσης
- πλήρως συνδεδεμένο

Τρέχουσα Τοπολογία:

- διάνυσμα εισόδου 11-σημείων
- 1 κρυμμένο επίπεδο (8 νευρώνες)
- διάνυσμα εξόδου 5-κατηγοριών



Προδιαγραφές Ταξινομητή

Αρχιτεκτονική Δικτύου:

Τοπολογία

- Feed-forward fully connected Neural Network
- Sigmoid neuron activation
- Layers: 11-8-5 (inp-hid-out)

Εκπαίδευση

- Μέθοδος Back-Propagation
- Εκπαίδευση Leave-Half-Out (on-line)
- Συντελεστές: $l=0.15$, $m=0.05$
- Λιγότεροι από 1000 κύκλοι

Προσομοιωμένο σύνολο δεδομένων:

Εκπαίδευση

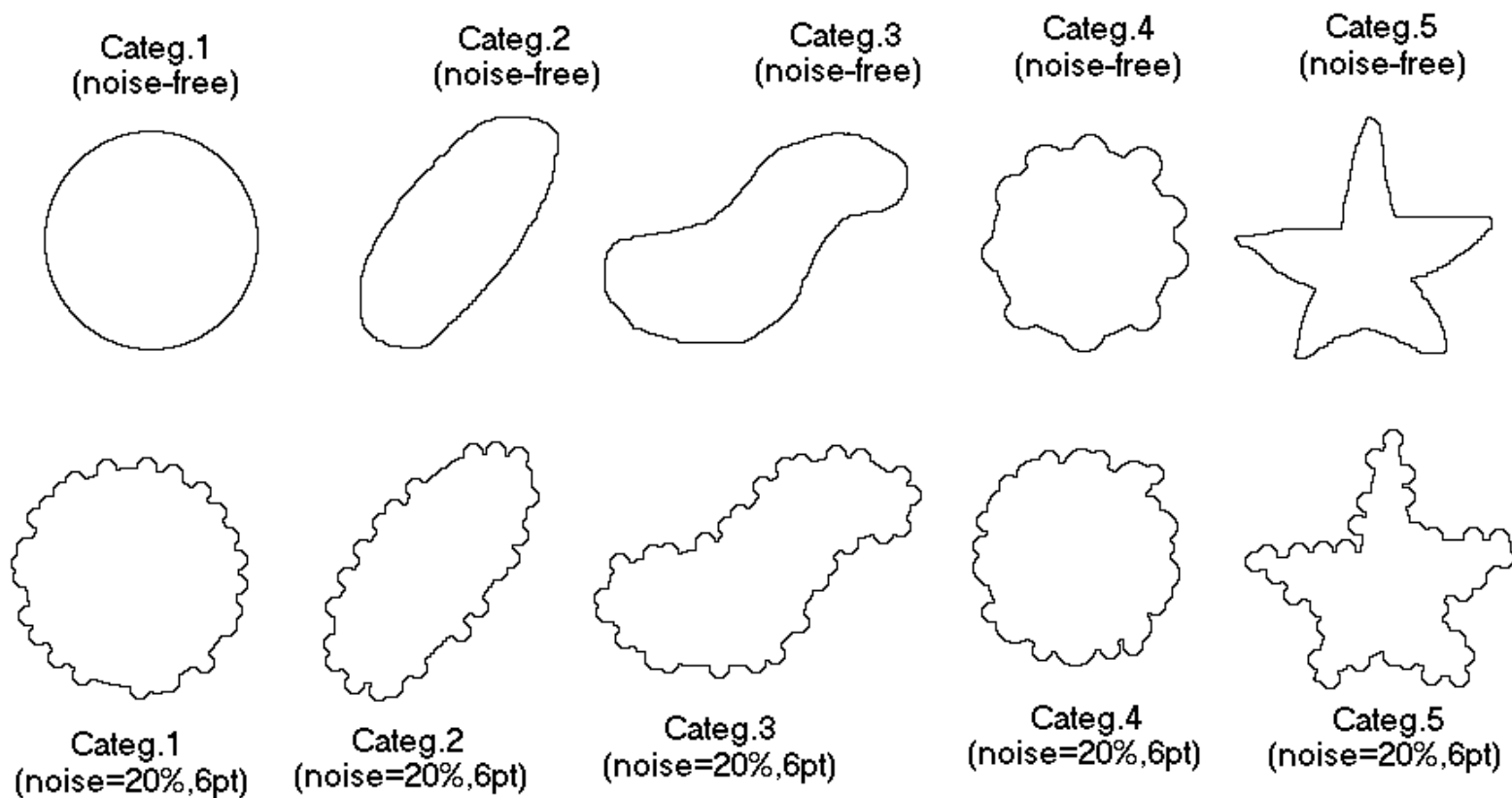
- Πιθ. παραμόρφωσης: 10%-30%
- 100 πρότυπα ανά κατ. (5x100)
- 50% για εκπαίδευση (253)
- 50% για αξιολόγηση (252)

Αξιολόγηση

- 10% ακτινική παραμόρφωση
- Πιθ. παραμόρφωσης: 10%-60%
- 1000 πρότυπα ανά κατηγορία (5x1000)

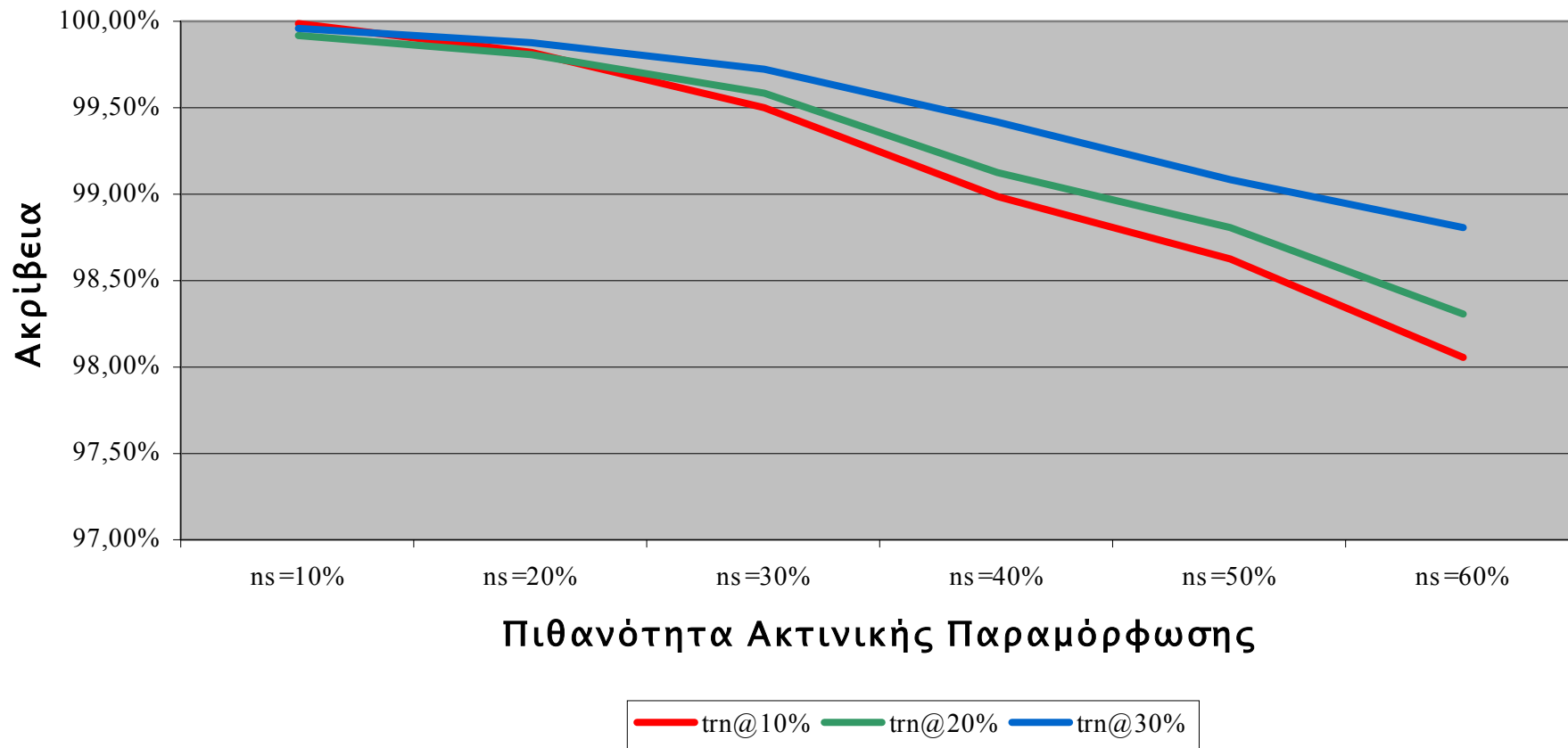
Προσομοιωμένα Σχήματα Περιγράμματος

Training samples



Αποτελέσματα Ταξινομητή

Απόδοση Νευρωνικού Ταξινομητή



Συμπεράσματα

- Υψηλή ακρίβεια Νευρωνικού Ταξινομητή (>90%)
- Ελάχιστη μείωση της απόδοσης για μεγάλη ακτινική παραμόρφωση σε κάθε κατηγορία
- Μέγιστο σφάλμα ταξινόμησης (<5%) μεταξύ σχημάτων κυκλικού και μικρολοβώδους τύπου νεοπλασμάτων
- Αποδοτική σχεδίαση & υλοποίηση για τον ταξινομητή

Αναφορές

- [01] Khotaznad, «Classification of Invariant Image Representations using a Neural Network», IEEE Trans. on Acoustics, Speech and Signal Proc., vol.38, No 6, 1990.
- [02] R. Gonzalez, R. Woods, «Digital Image Processing», Addison–Wesley Publishing Company, 1992.
- [03] Lori Mann Bruce, Reza R. Adhami, «Classifying Mammographic Mass Shapes Using the Wavelet Transform Modulus–Maxima Method», IEEE Trans. on Medical Imaging, vol.18, No 12, 1999.
- [04] Jong Kook Kim, Hyun Wook Park, «Statistical Textural Features for Detection of Microcalcifications in Digitized Mammogramms», IEEE Trans. on Medical Imaging, vol.18, No 3, 1999.
- [05] Baoyu Zheng, Wei Qian, Laurence Clarke, «Digital Mammography: Mixed Feature Neural Network with Spectral Entropy Decision for Detection of Microcalcifications», IEEE Trans. on Medical Imaging, vol.15, No 5, 1996.
- [06] Songyang Yu, Ling Guan, «A CAD System for the Automatic Detection of Clustered Microcalcifications in Digitized Mammogram Films», IEEE Trans. on Medical Imaging, vol.19, No 2, 2000.