

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 6^{ΗΣ} ΙΟΥΝΙΟΥ 2002

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΟΥ ΠΕΡΓΑΜΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ (ΖΗΖΙΟΥΛΑ)

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ. – Προτεινόμενο ψηφιακό σύστημα πρώιμης ανίχνευσης και ταξινόμησης καρκινικών μικροαποστιτανώσεων του μαστού, υπό του Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Πάνου Ἀ. Λιγομενίδη καὶ τοῦ Δρ. Γεωργίου Μ. Σπύρου*.

Περίληψη

Τὰ ὑψηλὰ ποσοστὰ ἐμφάνισης ἀνὰ τὸν κόσμον τοῦ καρκίνου τοῦ μαστοῦ καὶ ἡ ἐκτεταμένη θνησιμότητα λόγῳ μεταστάσεων ἔχουν ὀδηγήσει στὴν ἀνάγκη διάγνωσης τῆς ἀσθένειας σὲ πρώιμα στάδια ἢ καὶ προειδοποίησης σὲ προκαρκινικά στάδια. Ἡ ἔγκαιρη ἱατρικὴ διαγνωστικὴ ἐξέταση καὶ ἡ σωστὴ κατηγοριοποίηση μικροαποστιτανώσεων (μικροασβεστώσεων) μπορεῖ νὰ δώσει κρίσιμες πληροφορίες σχετικὰ μὲ τὴν ἐμφάνιση κακοήθειας σὲ πρώιμα στάδια ἀνάπτυξης, ἐπιτρέποντας ἔτσι τὴν ἔγκαιρη πρόληψη. Τὸ προτεινόμενο σύστημα ἀνήκει στὸ εἶδος τῶν ψηφιακῶν συστημάτων γιὰ τὴν ὑποστήριξη καὶ τὴν βελτίωση τῆς διαγνωστικῆς διαδικασίας (Computer Aided Diagnosis Systems). Τὸ προτεινόμενο ψηφιακὸ διαγνωστικὸ σύστημα πρώιμης ανίχνευσης καὶ ἀνάλυσης μικροαποστιτανώσεων τοῦ μαστοῦ ἐνισχύει τὴν διαγνωστικὴ διαδικασία προσφέροντας ψηφιακὰ ἐργαλεῖα παρατήρησης καὶ ἐπεξεργασίας τῆς μαστογραφίας, ἐπιτρέποντας τὴν βῆμα-βῆμα ἀξιολόγηση τῆς ἐπικινδυνότητας τῶν ὑπόπτων μικροαποστιτανώσεων, ἀξιοποιώντας τὴν κατὰ περίπτωσιν ἐμπειρογνομωμένη τοῦ χρήστη, καὶ ἐπιτρέποντας τὴν προσμέτρηση καὶ τὸν συμψηφισμό σημαντικῶν πληροφοριῶν σχετικὰ μὲ τὴν ἡλικία, τὸ οἰκογενειακὸ ἱατρικὸ ἱστορικόν, καὶ τυχόν κλινικὲς ἢ ἐργαστηριακὲς ἐξετάσεις τῆς ἀσθενοῦς. Ἐπὶ πλεόν, προσφέρει τὴν δυνατότητα ἡμερολογιακῆς καταγραφῆς καὶ ἀποθήκευσης τῶν σημαδεμένων μαστογραφιῶν, μαζὶ μὲ τὶς ἀντίστοιχες διαγνωστικὲς παρατηρήσεις τοῦ ἱατροῦ, γιὰ κάθε μελλοντικὴ ἀνασκόπηση καὶ ἱατρικὴ ἐξέταση. Ἀπὸ τὴν ἐργαστηριακὴ ἀξιολόγηση προκύπτει ὅτι τὸ προτεινόμενο σύστημα δύναται νὰ συμβάλει οὐσιωδῶς στὴν πρώιμη διάγνωση τοῦ καρκίνου τοῦ μαστοῦ.

* PANOS A. LIGOMENIDES AND GEORGE M. SPYROU, A suggested digital system for computer aided early detection and classification of breast cancer microcalcifications.

1. Είσαγωγή

Ο καρκίνος του μαστού αποτελεί την συνηθέστερη μορφή καρκίνου στον γυναικείο πληθυσμό. Στις Η.Π.Α. 1 στις 9 γυναίκες θα αναπτύξουν καρκίνο του μαστού κατά τη διάρκεια της ζωής τους ενώ στην Ευρώπη το ποσοστό είναι ελαφρά χαμηλότερο. Η συχνή «ψηλάφηση» του μαστού και η τακτική ιατρική διαγνωστική εξέταση συνιστώνται για γυναίκες άνω των 30 ετών, ως μέσα για την προληπτική ανίχνευση καρκινικών ανωμαλιών. Τα μέσα διάγνωσης της νόσου σε πρώιμο στάδιο έγκαιρης διάγνωσης με ύψηλη πιθανότητα πλήρους ίασης, είναι πολύ περιορισμένα [1-3].

Η έγκαιρη ιατρική διαγνωστική εξέταση και η σωστή κατηγοριοποίηση μικροαποτιτανώσεων, δηλαδή των ψηγμάτων μικροασβεστώσεων ως επί το πλείστον μεγέθους λιγότερο του ενός χιλιοστοῦ, οι οποίες αναπτύσσονται στην φυσιολογία του μαστού συνήθως κατά ομάδες, μπορεί να δώσει κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με την εμφάνιση κακοήθειας σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης, επιτρέποντας έτσι την έγκαιρη πρόληψη.

Η άπευθείας όπτική εξέταση της μαστογραφικής απεικόνισης για τον εντοπισμό και την ταξινόμηση μικροασβεστώσεων, παρεμποδίζεται από την παρουσία του ιστολογικού φόντου, από ατέλειες και αναπόφευκτες αντιθέσεις φωτεινότητας στη φωτογράφιση και εμφάνιση της εκάστοτε μαστογραφικής απεικόνισης, και από την συνήθως ανεπαρκή διακριτική ικανότητα των μέσων της άπευθείας όπτικής εξέτασης από τον ιατρό. Για την υποστήριξη και την βελτίωση της διαγνωστικής διαδικασίας, αναπτύσσονται και παρέχονται ψηφιακά (computer based) εργαλεία και μέθοδοι ανάλυσης και διαγνωστικής κατηγοριοποίησης των μαστογραφικών απεικονίσεων [4-6]. Το προτεινόμενο σύστημα ανήκει σε αυτό το είδος των διαγνωστικών συστημάτων (Computer Aided Diagnosis Systems). Στο υπόλοιπο αυτής της παρουσίασης θα αναφερθούμε στα χαρακτηριστικά και την αξιολόγηση του προτεινόμενου διαγνωστικού συστήματος.

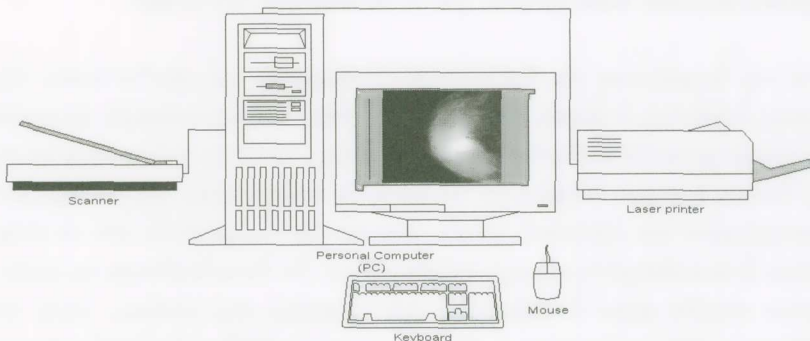
2. Γενικά χαρακτηριστικά του διαγνωστικού συστήματος «Ίπποκράτης-μστ»

Το προτεινόμενο ψηφιακό διαγνωστικό σύστημα πρώιμης ανίχνευσης και ανάλυσης μικροαποτιτανώσεων του μαστού, με την ονομασία «Ίπποκράτης-μστ», αποσκοπεί στην βελτιωμένη πληθυσμιακή διαγνωστική παρακολούθηση (monitoring) των γυναικών. Ενισχύει την διαγνωστική διαδικασία προσφέροντας ψηφιακά εργαλεία παρατήρησης και επεξεργασίας της μαστογραφίας, και επιτρέπει την βήμα-βήμα αξιολόγηση της επικινδυνότητας των υπόπτων μικροαποτιτανώσεων. Ιδιαίτε-

ρως σημαντική είναι ή παρεχόμενη δυνατότητα αξιοποίησης τής τυχόν εμπειρογνωμοσύνης, στην έκταση που υπάρχει, του χρήστη, ιδιαιτέρως σχετικά με την τοποθεσία και την κατεύθυνση τής ομάδας των υπόπτων μικροαποστιτανώσεων. Έπιτρέπει, επίσης, την προσμέτρηση και τόν συμψηφισμό σημαντικών πληροφοριών σχετικά με την ηλικία, τὸ οικογενειακὸ ἱατρικὸ ἱστορικὸ τής ασθενούς, και τυχόν κλινικές ἢ εργαστηριακές ἐξετάσεις τής ασθενούς. Προσφέρει τὴ δυνατότητα ἡμερολογιακῆς καταγραφῆς και ἀποθήκευσης τῶν σημαδεμένων μαστογραφιῶν, μαζί με τίς διαγνωστικές παρατηρήσεις τοῦ ἱατροῦ, ἔτσι ὥστε, σὲ κάθε διαγνωστικὴ ἐξέταση, νὰ δύναται ὁ ἐξεταστής-ἱατρός νὰ ἀνατρέξει στίς προηγούμενες διαγνωστικές ἐξετάσεις, νὰ ὁδηγηθεῖ στὴν ἀναζήτηση ὑπόπτων περιοχῶν τοῦ μαστοῦ και νὰ συνυπολογίσει τὰ χρονικὰ ἀναπτυσσόμενα εὐρήματα. Ὁλόκληρο τὸ διαγνωστικὸ ἀρχεῖο τῶν προηγούμενων ἐξετάσεων τής ασθενούς ἐγγράφεται σὲ ὀπτικὸ δίσκο (CD) και παραδίδεται στὴν ἐκάστοτε ἐξεταζόμενη γυναίκα γιὰ μελλοντικὴ χρήση.

3. Ἡ ὕλική ὑποδομὴ τοῦ Ἰπποκράτη-μστ

Ὁ σταθμὸς ἐργασίας τοῦ συστήματος «Ἰπποκράτης-μστ» (Εἰκόνα 1) ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα συμβατικὸ σύγχρονο ὑπολογιστὴ και ἐκτυπωτὴ, συνοδευόμενα ἀπὸ ἓναν καλῆς ποιότητος ψηφιοποιητὴ (scanner) μαστογραφικῶν ἀπεικονίσεων. Ὅπως εἶναι προφανές, ἓνας τέτοιος ἐπιτραπέζιος ἢ φορητὸς διαγνωστικὸς σταθμὸς θὰ μπορούσε νὰ ἐγκατασταθεῖ με εὐκολία και με σχετικὰ χαμηλὸ κόστος σὲ ὅποιοδήποτε ἱατρεῖο, κλινικὴ, νοσοκομεῖο ἢ περιφερειακὸ ἱατρικὸ κέντρο.



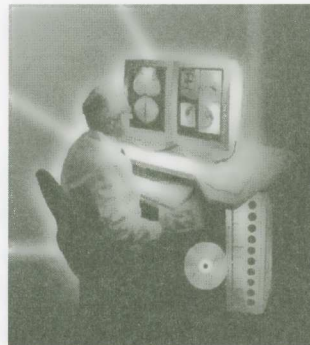
Εἰκόνα 1. Σταθμὸς Ἐργασίας «Ἰπποκράτης-μστ».

4. Ήμερολογιακή αρχειοθέτηση και παρακολούθηση τής ασθενούς

Μέσω κατάλληλης ψηφιακής αρχειοθέτησης στον υπολογιστή του διαγνωστικού κέντρου και στον φορητό οπτικό δίσκο (CD), ή ασθενής μπορεί να έχει ολόκληρο το διαγνωστικό ιστορικό της εύκολα διαθέσιμο σε κάθε νέα εξέταση (Εικόνα 2, Εικόνα 3). Στο διαγνωστικό αρχείο τής ασθενούς ο ιατρός έχει στην άμεση διάθεσή του καταχωρημένες ανά ημερομηνία εξέτασης, όλες τις προηγούμενες μαστογραφίες τής ασθενούς. Είναι σε θέση να ενημερωθεί για τις διαγνωστικές σημειώσεις, επισημάνσεις και μαρκαρίσματα πάνω στις εικόνες των προηγούμενων ιατρών, έτσι ώστε να δύναται να συνυπολογίσει τις προηγούμενες διαγνωστικές πληροφορίες με την δική του διάγνωση.

Μαστογραφίες
καταχωρημένες
ανά ημερομηνία

Προηγούμενες διαγνώσεις
με ημερολογιακές
σημειώσεις και
παρατηρήσεις Ιατρών



Αποτελέσματα
άλλων εξετάσεων

Άλλα στοιχεία
οικογενειακού
ιατρικού
ιστορικού και ηλικίας

Εικόνα 2.

5. Ψηφιακά εργαλεία παρατήρησης για τη διευκόλυνση του ιατροῦ

Για την διευκόλυνση τής διαγνωστικής διαδικασίας και την βελτίωση τής διαγνωστικής απόδοσης, ο ιατρός δύναται να εξετάσει την μαστογραφία χρησιμοποιώντας ψηφιακά εργαλεία επεξεργασίας και ανάλυσης, τα όποια του παρέχει το σύστημα του Ίπποκράτη-μστ (Εικόνα 4). Τα εργαλεία επεξεργασίας τής εικόνας, με πρωταγωνιστικό ρόλο τον «ψηφιακό φακό», μπορούν να εφαρμοστούν είτε σε ολόκληρη την εικόνα ή σε επιλεγμένη περιοχή ενδιαφέροντος. Τα άλλα διαθέσιμα εργαλεία περιλαμβάνουν συνήθη μέσα επεξεργασίας και χειρισμού τής εικόνας, όπως είναι ή ισοστάθμιση του ιστογράμματος, ή εξομάλυνση και ανάδειξη των ακμών, ή μεγέθυνση τής εικόνας και ή αλλαγή τής φωτεινότητας και τής οπτικής αντίθεσης. Σε αυτά

Patient's File Direct Preview of the Selected Image

Identification Data

Surname: Name: ID Card:

Communication Data

Middle Name: Street: Number: Zip Code:

State: Telephone:

Family Status

☒ Number of Children: Sex:

Extra Information

Birth Day: Height (cm): Weight (kg):

Employment:

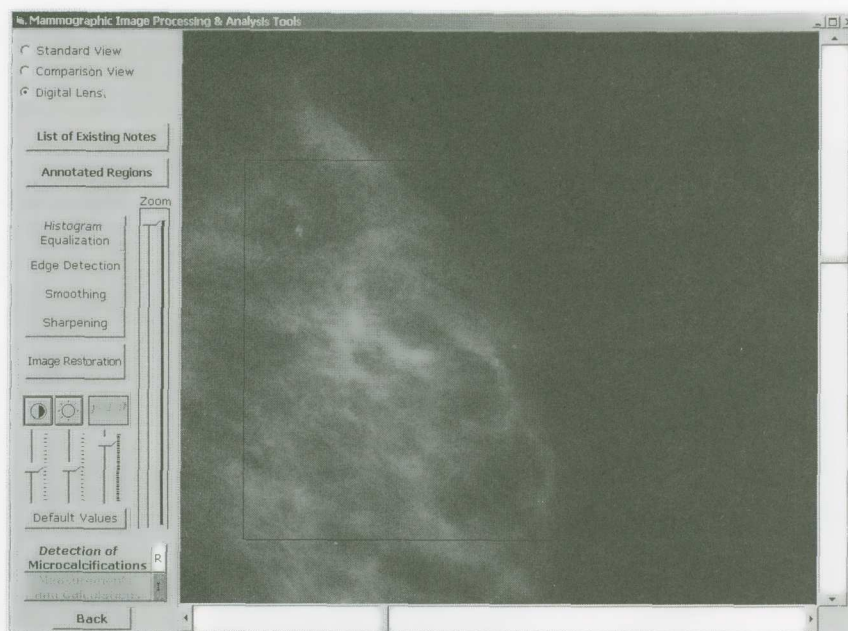
History

Age at menarche: Number of previous breast biopsies:

Age at first live birth: Number of first-degree relatives (mother or sisters) with breast cancer:

Select a Date of Mammographic Examination:

Εικόνα 3.

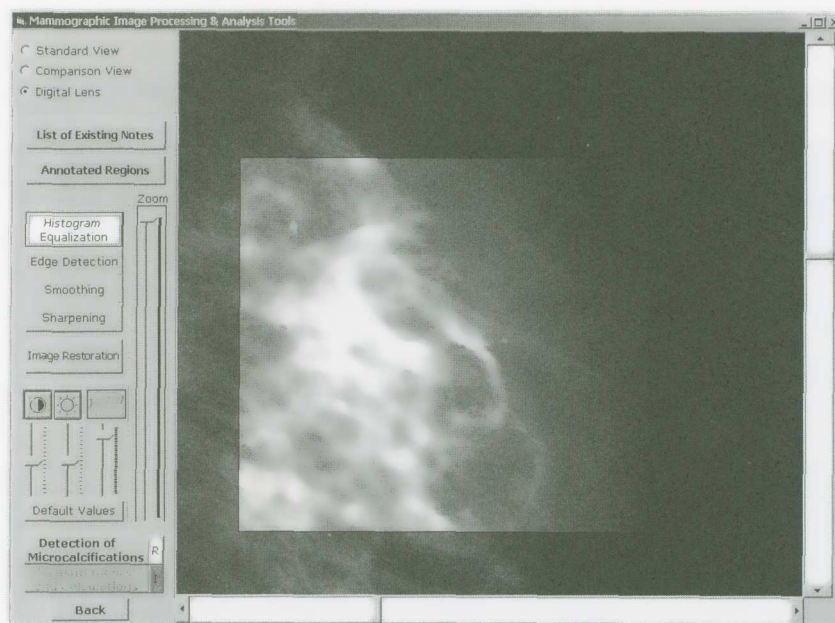


Εικόνα 4.

προστίθενται και ειδικά λογισμικά εργαλεία έντοπισμού και ανάδειξης των μικροασβεστώσεων. Ο έντοπισμός και η ανάδειξη των μικροασβεστώσεων γίνεται μέσω ενός αλγορίθμου βασισμένου σε τρεις επεξεργασίες των δεδομένων της εικόνας: (α) την εφαρμογή Υψίσυχνου Φίλτρου (High-Pass Filtering), (β) την Κανονικοποίηση των Διακυμάνσεων (Variance Normalization), και (γ) την εφαρμογή Προσαρμοστικού Φίλτρου (Adaptive Filtering). Παρόμοιες τεχνικές ανάδειξης έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία στην επεξεργασία ιατρικών, αλλά και αστρονομικών απεικονίσεων [7, 8].

Με τα εργαλεία αυτά ενδυναμώνεται η όπτική εξέταση περιοχών της μαστογραφίας που είναι ιδιαίτερα φωτεινές, ή ιδιαίτερα σκοτεινές, όπως συμβαίνει στην περιφέρεια του μαστού (Εικόνα 5).

Κάνοντας χρήση του «ψηφιακού φακού» ο ιατρός επιλέγει μια ορθογώνια περιοχή της μαστογραφίας, ή οποία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Χρησιμοποιώντας τα εργαλεία έντοπισμού και ανάδειξης των μικροασβεστωσών, επιτυγχάνει εκτενέστερο και λεπτομερέστερο έλεγχο και αξιολόγηση της ύποπτης περιοχής (Εικόνα 6).



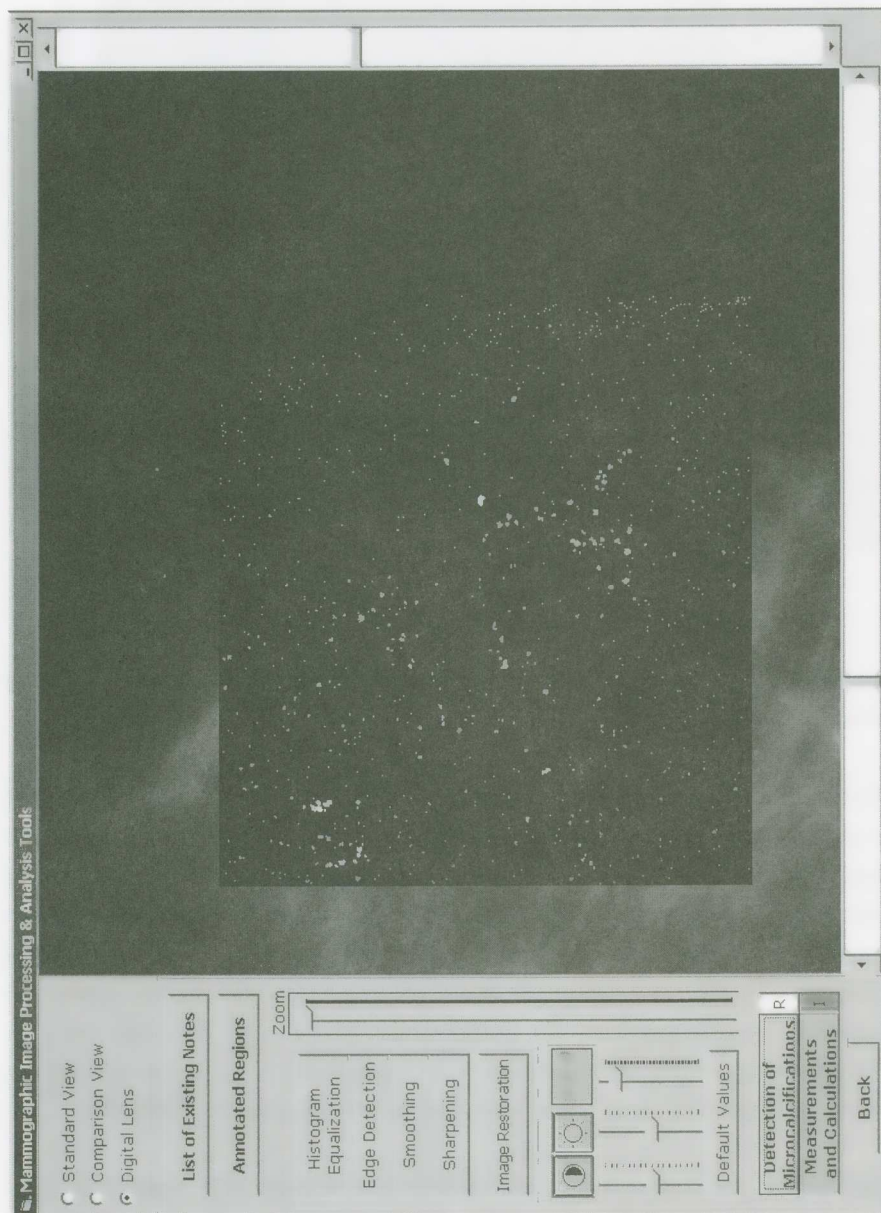
Εικόνα 5.

6. Συγκριτική έποπτεία και εξέταση της επεξεργασμένης και της ανεπεξέργαστης εικόνας

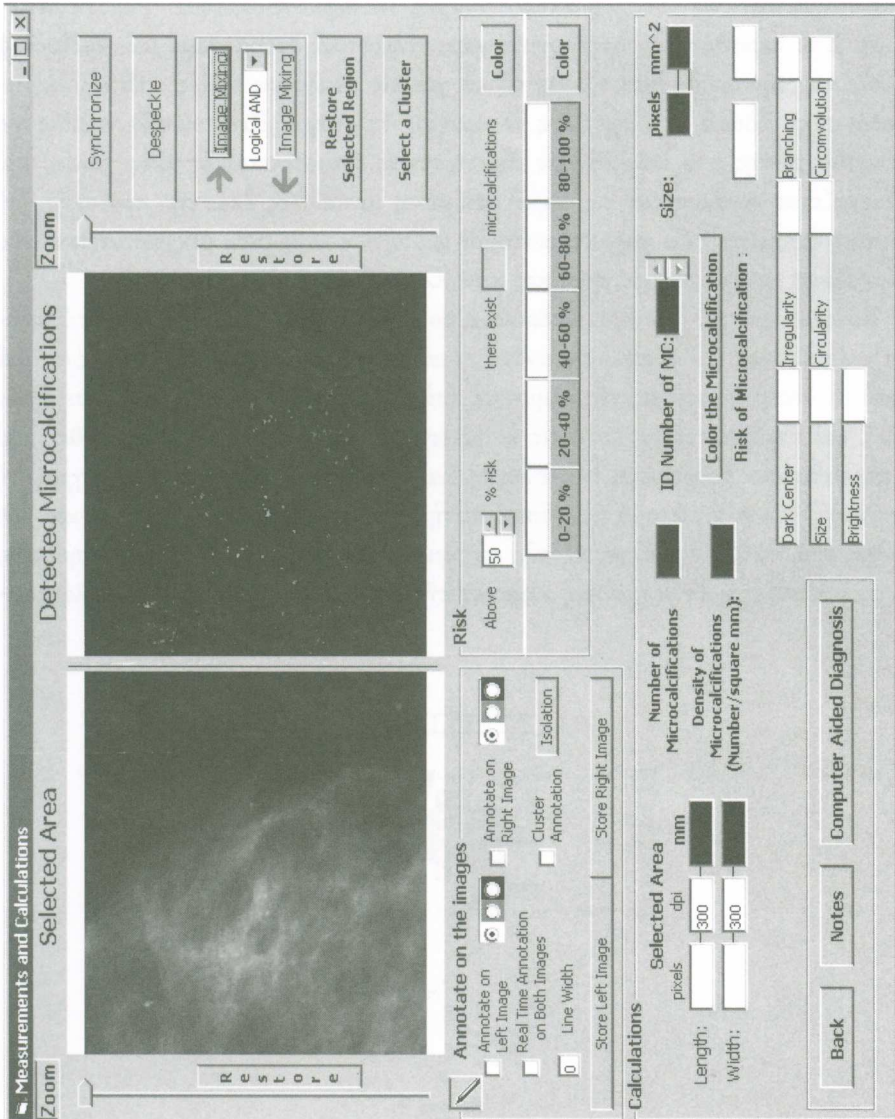
Μετά από την επεξεργασία και την ανάδειξη των μικροαποτιτανώσεων της ενδεδειγμένης περιοχής, ο ιατρός εξετάζει την επεξεργασμένη εικόνα με τις αναδεδειγμένες μικροασβεστώσεις δίπλα-δίπλα με την ανεπεξέργαστη εικόνα, έχοντας στην έποπτεία του την πλήρη τοπολογική αντιστοίχιση. Αυτή η αντιστοίχιση διατηρείται ακόμα και όταν ο ιατρός μεγεθύνει οποιαδήποτε από τις δύο εικόνες, όπως επιδεικνύεται στην Εικόνα 7. Στην ίδια εικόνα φαίνεται η δυνατότητα απάλειψης των απομονωμένων στιγμάτων από την επεξεργασμένη εικόνα με τις αναδεδειγμένες μικροασβεστώσεις, καθώς και η δυνατότητα απεικόνισής τους στην πραγματική χρωματική κλίμακα του γαρί, όπως εμφανίζονται στην αρχική μαστογραφία.

7. Υπολογισμός και εκτίμηση της «έπικινδυνότητας» κάθε μιᾶς μικροαποτιτανώσης

Στη συνέχεια, ο χρήστης δύναται να επιλέξει μιὰ ὀρθογώνια περιοχή μέσα στο παράθυρο των αναδεδειγμένων μικροασβεστώσεων και να ζητήσει ανάλυση και εκτί-



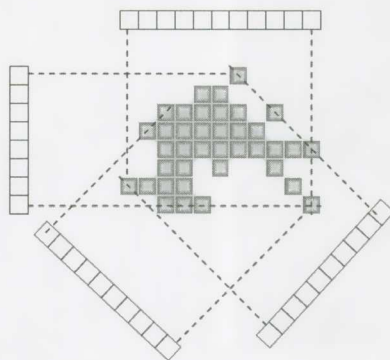
Εικόνα 6.



Εἰκόνα 7.

μηση τῆς «ἐπικινδυνότητας» ἐκάστης μικροαποτιτάνωσης ἐντὸς τοῦ πλαισίου διερεύνησης, μὲ βάση τὴν κριτικὴ ἀξιολόγηση τῶν ἐξῆς ἑπτὰ συγκεκριμένων ἰδιοτήτων¹ ποὺ χαρακτηρίζουν ὑποπτες καρκινικὲς μικροασθέσεις: (i) Μέγεθος, (ii) Κυκλικότητα, (iii) Ὑπαρξὴ Ὑπόπυκνου Κέντρου, (iv) Ἐπίπεδο Φωτεινότητας, (v) Ἀνωμαλία σχήματος, (vi) Ὑπαρξὴ ἀποφύσεων καὶ διακλαδώσεων, (vii) Ὑπαρξὴ περιελίξεων. Στὰ περισσότερα μορφολογικὰ χαρακτηριστικὰ ἐφαρμόσαμε μιὰ «μέθοδο 4 προβολῶν», τὴν ὁποία ἀναπτύξαμε εἰδικὰ γιὰ τὶς ἀνάλυσεις αὐτές. Ὅπως ἐπιδεικνύεται στὴν Εἰκόνα 8, ὁ σχετικὸς ἀλγόριθμος «φωτογραφίζει» τὸ εἶδωλο ἐκάστης μικροασθέσεως στὸ ἐπίπεδό της ἀπὸ τέσσερις διαφορετικὲς ὀπτικὲς γωνίες καὶ ἐπεξεργάζεται συνδυαστικὰ τὶς παρατηρούμενες μεταβολὲς ἐκάστης προβολῆς. Ἡ ποσοτικὴ ἐκτίμηση τῶν χαρακτηριστικῶν ἰδιοτήτων κάθε μιᾶς μικροαποτιτάνωσης ὑπολογίζεται σὲ ἀντίστοιχες σχετικὲς κανονικοποιημένες κλίμακες.

Σύμφωνα μὲ τὴν ἀνωτέρω διαδικασία, τὸ λογισμικὸ τοῦ Ἱπποκράτη-μστ ὑπολογίζει καὶ ταξινομεῖ τὸν «βαθμὸ ἐπικινδυνότητας» κάθε μιᾶς μικροασθέσεως σὲ μιὰ ἀπὸ τὶς πέντε ὑποδιαίρεσεις τῆς κλίμακας ἀπὸ 0% μέχρι 100% (σὲ διαβαθμίσεις τῶν 20%), καὶ παρέχει στὸν χρήστη τὶς ἀντίστοιχες ἐκτιμήσεις μὲ ἀριθμούς, καθὼς καὶ μὲ παραστατικὸ διάγραμμα, γιὰ εὐκόλη καὶ συγκριτικὴ ἀξιολόγηση. Ἡ γραφικὴ ἀπεικόνιση τῶν ἀποτελεσμάτων, ὅπως αὐτὴ παρουσιάζεται στὶς εἰκόνες 9 καὶ 10, παρέχει στὸν ἰατρὸ τὴν εὐχέρεια τῆς συγκριτικῆς ἐποπτείας τῶν ἀποτελεσμάτων, ὅπως ἐπιδεικνύεται στὴν πράσινη κλίμακα τῆς εἰκόνας 9 καὶ μὲ τὸ ἐρυθρὸ διάγραμ-



Εἰκόνα 8.

1. Οἱ χαρακτηριστικὲς ἰδιότητες τῶν μικροαποτιτάνσεων ἐπελέγησαν μετὰ ἀπὸ συγκριτικὴ ἔρευνα τῆς πλέον πρόσφατης βιβλιογραφίας ἐπὶ τοῦ θέματος αὐτοῦ.

μα της εικόνας 10. Ἐπίσης, ἡ ἀντιστοίχιση διαφορετικῶν χρωμάτων (ἀπὸ τὸ κυανοῦν μέχρι τὸ ἐρυθρὸ) γιὰ τὴν ἐπισήμανση τῶν διαφορετικῶν ὑποδιαίρέσεων ἐπικινδυνότητας (Εἰκόνα 9), παρέχει εὐκολότερη ὀπτική θεώρηση τῆς συνολικῆς διαγνωστικῆς ἐτυμηγορίας.

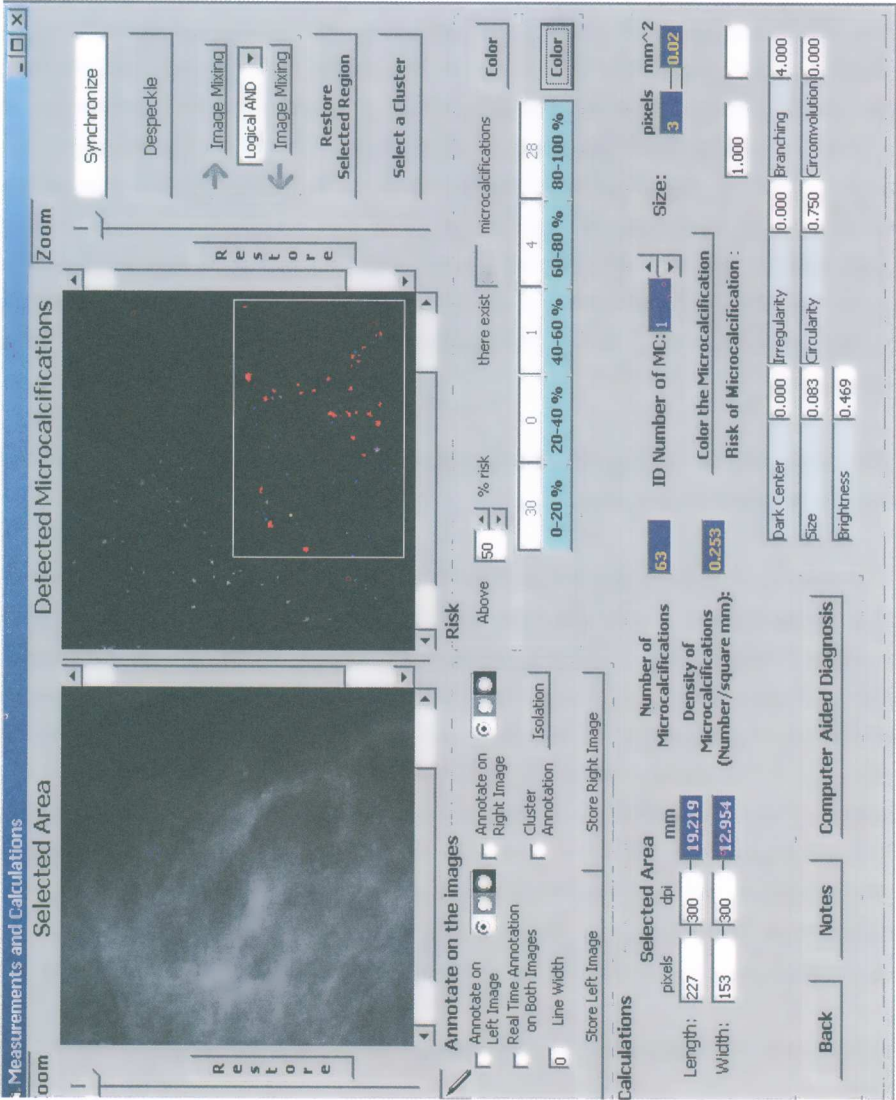
Ἀξίζει νὰ σημειωθεῖ ὅτι τὸ σύστημα Ἰπποκράτης-μστ δίνει στὸν ἰατρὸ τὴ δυνατότητα νὰ χρησιμοποιήσῃ τὴν ἐνδεχόμενη ἀνεπτυγμένη διαγνωστικὴ ἐμπειρία του ἢ τὴν ἐξειδικευμένη γνώση του, ἔτσι ὥστε νὰ ἐπιτευχθεῖ ἐπιτυχέστερη διαγνωστικὴ ταξινόμηση τῆς ἐπικινδυνότητας τῶν ξεχωριστῶν μικροασθεστώσεων, ἀκόμα καὶ σὲ αὐτὸ τὸ πρῶτο στάδιο. Αὐτὸ γίνεται μὲ τὴ δυνατότητα, ἡ ὁποία παρέχεται στὸν ἰατρὸ νὰ παρατηρήσῃ τίς κατανομές τῶν τιμῶν τῶν ἐπτὰ προαναφερθέντων χαρακτηριστικῶν ἰδιοτήτων, νὰ ἐνημερωθεῖ γιὰ τὴν τρέχουσα τιμὴ κατωφλίου ἐπικινδυνότητας ποὺ ἐφαρμόζεται γιὰ τὴν κάθε μιὰ ἀπὸ αὐτές, καὶ ἀκολούθως νὰ προσαρμόσῃ τὴν τιμὴ τοῦ κατωφλίου ἀξιοποιώντας ἔτσι τίς εἰδικές γνώσεις του καὶ τὴν ἐμπειρικὴ πραγματογνωμοσύνη του, ὅπως ἐπιδεικνύεται στὴν Εἰκόνα 11 (δίδεται: “risk percentage (A)”).

8. Ἐκτίμηση τῆς ἐπίδρασης τῆς πολυμορφίας καὶ τῆς κατανομῆς τῆς ἐπικινδυνότητας τῶν μικροαποτιτανώσεων

Ἡ ἀμέσως ἐπόμενη φάση διάγνωσης εἶναι αὐτὴ ποὺ λαμβάνει ὑπόψη τὰ συγκεκριμένα χαρακτηριστικὰ μιᾶς ἐπιλεγμένης ὀρθογώνιας περιοχῆς διερεύνησης, μέσα στὴν ὁποία ὑπάρχει κάποια ὑποπτη, τοπολογικὰ κατανεμημένη, ὁμάδα μικροασθεστώσεων. Συγκεκριμένα ἐξετάζονται καὶ ἀξιολογοῦνται ἡ «πολυμορφία» τῶν μικροασθεστώσεων τῆς περιοχῆς, καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν μικροασθεστώσεων μέσα στὴν περιοχή, οἱ ὁποῖες ἔχουν χαρακτηριστεῖ ὡς πολὺ ἐπικίνδυνες στὴν προηγούμενη φάση τῆς ἀξιολόγησης τῶν ξεχωριστῶν μικροαποτιτανώσεων (Εἰκόνα 10 – δεξιὸ μέρος τοῦ ἐρυθροῦ διαγράμματος). Μὲ βάση ἐμπειρικὰ κριτήρια καὶ ἓνα συνδυαστικὸ ἀλγόριθμο, τὸ λογισμικὸ τοῦ συστήματος παρέχει μιὰ συνολικὴ διάγνωση ὡς πρὸς τὴν ἐπικινδυνότητα ὁλοκλήρου τῆς ἐπιλεγμένης ὀρθογώνιας περιοχῆς διερεύνησης, ἡ ὁποία καταγράφεται καὶ ἀπεικονίζεται γραφικά, ὅπως ἐπιδεικνύεται στὴν Εἰκόνα 10.

9. Ἀξιολόγηση τῆς ἐπικινδυνότητας συγκεκριμένου συμπλέγματος μικροαποτιτανώσεων

Προσφέρεται ἡ δυνατότητα στὸν ἰατρὸ νὰ ἐστιάζῃ τὴν διάγνωση σὲ ἓνα συγκεκριμένο ὑποπτο «σύμπλεγμα» ἢ «σμήνος», μικροαποτιτανώσεων, τὸ ὁποῖο σημαδεύει μὲ τὴν βοήθεια «ἡλεκτρονικοῦ μολυβιοῦ». Τότε, οἱ διαγνωστικὲς διαδικασίες, οἱ



Εικόνα 9.

Classification

Microcalcification Risk Distribution

Risk Level	Number of MCS
10%	2
20%	1
30%	1
40%	1
50%	1
60%	1
70%	1
80%	1
90%	1
100%	25

Position and Direction of the Cluster

Microcalcifications at High Risk 26 Cluster Polymorphy 0.853

Risk Percentage (A): 96.03 %

Risk Percentage (B): %

Clustering Parameters

Risk Percentage (B): %

Data from the Patient's Record

Age 61 Age at menarche 14 Age at first live birth 30 Other Information Her mother had DCIS in the left

Number of previous breast biopsies 1 Number of first-degree relatives (mother or sisters) with breast cancer 1

Risk Percentage (C): 2.3027 %

Risk Estimation Model

Computer Aided Diagnosis

☒ Risk Percentage (A):

☐ Risk Percentage (B):

☐ Risk Percentage (C):

Explanation Facility

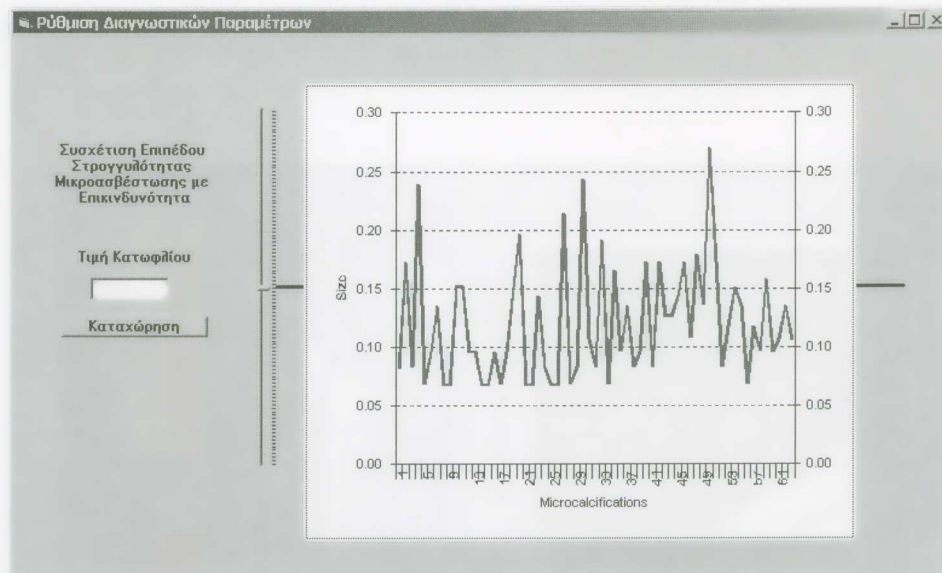
Final Risk Percentage 96.03 %

Diagnosis:

Κακοήθεια. Συνιστάται επείγοντως έλεγχος

Notes

Εικόνα 10.



Εικόνα 11.

υπολογισμοί και τὰ διαγράμματα που περιγράφτηκαν στα τμήματα #4 μέχρι #8, μπορούν να επαναληφθούν για τὸ συγκεκριμένο σμήνος. Έτσι, επιτυγχάνεται επανεκτίμηση τῆς επικινδυνότητας για τὴν συγκεκριμένη καὶ σημαδεμένη περιοχή, προάγοντας τὴν διαγνωστικὴ ἀκρίβεια καὶ τὶς δυνατότητες ἐντοπισμοῦ καὶ διαγνωστικῆς ἀξιολόγησης ὑποπτων περιοχῶν καὶ συμπλεγμάτων.

10. Ἐπέκταση τοῦ διαγνωστικοῦ ἀποτελέσματος μὲ ἐνδεχόμενη παρέμβαση τοῦ ἱατροῦ

Στὸ σημεῖο αὐτό, παρέχεται στὸν ἱατρὸ ἡ δυνατότητα νὰ ἀξιοποιήσει τὴν ἱκανότητα που μπορεῖ νὰ ἔχει ὡς πρὸς τὴν ἐκτίμηση ἑνὸς συντελεστῆ ἐπικινδυνότητας, ὁ ὁποῖος νὰ ἀπορρέει ἀπὸ τὸν ὀπτικὸ προσδιορισμὸ τῆς θέσης καὶ τῆς κατεύθυνσης τοῦ ἐξεταζόμενου συμπλέγματος μικροαποτιτανώσεων. Παρεμβαίνοντας ὁ ἱατρός στὸ διαγνωστικὸ δελτίο που ἐπιδεικνύεται στὴν Εἰκόνα 10 (κάτω ἀριστερὰ καὶ πάνω δεξιὰ), μπορεῖ νὰ ἀναβαθμίσει τὸ μέχρι ἐκείνη τὴ στιγμή διαγνωστικὸ ἀποτέλεσμα, εἰσάγοντας στὴ συγκεκριμένη θέση τοῦ διαγνωστικοῦ δελτίου (εἰσάγεται: “risk percentage (B)”) ἕναν δικό του πολλαπλασιαστὴ ἐπικινδυνότητας, ὁ ὁποῖος θὰ ἀντιστοιχεῖ στὴν προσωπικὴ του ἐκτίμηση τῆς αὐξημένης ἐπικινδυνότητας λόγω τῆς θέσης καὶ τῆς κατεύθυνσης τοῦ συμπλέγματος τῶν μικροασβεστώσεων.

11. Ἐπέκταση τῆς διάγνωσης λόγω πληροφοριῶν πού ἀφοροῦν τὴν ἡλικία, τὸ οἰκογενειακὸ ἱατρικὸ ἱστορικὸ καὶ ἄλλες ἱατρικὲς ἐξετάσεις τῆς ἀσθενοῦς

Τὸ διαγνωστικὸ ἀποτέλεσμα, τὸ ὁποῖο ἔχει σχηματιστεῖ μέχρι τὸ σημεῖο αὐτό, μπορεῖ νὰ ἀναβαθμιστεῖ μὲ τὸν συνυπολογισμό τῶν σχετικῶν πληροφοριῶν πού ἀναφέρονται στὴν ἡλικία, τὸ ἱατρικὸ ἱστορικὸ τῆς οἰκογένειας, καὶ τυχόν ἄλλα ἱατρικὰ κλινικὰ ἢ ἐργαστηριακὰ στοιχεῖα. Παρέχεται στὸν ἰατρό ἡ δυνατότητα νὰ παρέμβει στὴ διαγνωστικὴ διαδικασία ἐκτίμησης τῆς ἐπικινδυνότητας καὶ νὰ ἀναβαθμίσει τὸ ἀποτέλεσμα εἰσάγοντας ἓνα ἐμπειρικὸ συντελεστή (Εἰκόνα 10: εἰσάγεται: “risk percentage (C)”), περίπου ὅπως στὴν περίπτωση τοῦ συνυπολογισμοῦ τῆς ἐπικινδυνότητας πού μπορεῖ νὰ ὀφείλεται στὴ θέση καὶ τὴν κατεύθυνση ἑνὸς συγκεκριμένου συμπλέγματος μικροαποτιτανώσεων (βλ. #10 καὶ Εἰκόνα 10: εἰσάγεται: “risk percentage (B)”). Στὴν ἐνέργεια αὐτὴ δίδεται στὸν ἰατρό ἡ δυνατότητα νὰ συμβουλευθεῖ τίς συστάσεις πού παρέχονται ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴ τῶν σχετικῶν πληροφοριῶν περὶ ἡλικίας καὶ ἱατρικοῦ ἱστορικοῦ τῆς οἰκογένειας στὸ μαθηματικὸ «μοντέλο Gail» [9, 10], τὸ ὁποῖο ἔχει προγραμματισθεῖ καὶ ἐνσωματωθεῖ στὸν Ἰπποκράτη-μστ γιὰ τὴν περίπτωση αὐτὴ (Εἰκόνα 10: δίδεται/εἰσάγεται: “risk percentage (C)”).

12. Τελικὴ διάγνωση, καταγραφή καὶ ἀποθήκευση τῶν ἀποτελεσμάτων καὶ τῶν ἱατρικῶν παρατηρήσεων

Τὰ ἐνδιάμεσα διαγνωστικὰ ἀποτελέσματα, καθὼς καὶ τὸ τελικὸ διαγνωστικὸ ἀποτέλεσμα τοῦ συστήματος «Ἰπποκράτης-μστ» παρέχονται στὸν ἰατρό συμβουλευτικὰ καὶ μόνο. Πρέπει νὰ γίνῃ ξεκάθαρο ὅτι ὁ χρήστης ἔχει τὸν οὐσιαστικὸ ἔλεγχο τῆς διαγνωστικῆς διαδικασίας, καὶ ἔχει τὴν ἀποκλειστικὴ ἐπιλογὴ καὶ εὐθύνῃ τῆς χρησιμοποίησης τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ συστήματος, ὥστε νὰ δύναται νὰ ἐκμεταλλευθεῖ στὸν μέγιστο δυνατὸ βαθμὸ τὰ δυνατὰ ὀφέλη ἀπὸ τὰ ὑπολογιστικὰ ἀποτελέσματα τοῦ συστήματος. Ὅταν καὶ ἐὰν ὁ ἰατρός θελήσει νὰ παρεκκλίνει ἀπὸ τὴν αὐτόματη διάγνωση πού τοῦ παρέχει τὸ σύστημα ὥστε νὰ εἰσάγει τίς προσωπικὲς του ἐκτιμήσεις πού ἀπορρέουν ἀπὸ τὴν ἐμπειρία, τὴν εἰδικότητα καὶ τὴν πραγματογνωμοσύνη του, τότε ἀναλαμβάνει καὶ τὴν σχετικὴ εὐθύνῃ αὐτῆς τῆς παρέμβασης. Σὲ κάθε περίπτωση ἡ τελικὴ διάγνωση καὶ ἡ εὐθύνῃ γιὰ τίς περαιτέρω ἱατρικὲς ἐνέργειες, ἀποτελοῦν ἀναφαίρετο δικαίωμα, ὑποχρέωση καὶ εὐθύνῃ τοῦ ἱατροῦ.

Τὸ τελικὸ διαγνωστικὸ ἀποτέλεσμα, μὲ τὸ ὁποῖο τὸ σύστημα συμβουλεύει τὸν ἰατρό γιὰ τὴν ἐπικινδυνότητα τῆς συγκεκριμένης περιοχῆς τῆς μαστογραφίας, παρέχεται στὸν ἰατρό ὡς “final risk percentage” («τελικὸ ποσοστὸ ἐπικινδυνότητας»)

στο κάτω μέρος της εικόνας 10. Αυτό το τελικό ποσοστό επικινδυνότητας εμφανίζεται και παραστατικά με μιὰ λευκή κάθετη γραμμή επάνω σὲ ἓνα συνεχὲς χρωματικό διάγραμμα ἀπὸ τὸ μπλὲ (καλοήθεια) πρὸς τὸ ἐρυθρὸ (κακοήθεια) στὸ κάτω μέρος τῆς Εἰκόνας 10. Ὅπως εἶναι ἐμφανές, ἡ χρωματικὴ κατανομή τῆς ἐπικινδυνότητας διαιρεῖται σὲ τέσσερις ζῶνες: (i) 0%-35% (καλοήθεια μὲ βεβαιότητα, ἀποτρέπεται ἡ βιοψία), (ii) 35%-55% (καλοήθεια μὲ ἀμφιβολίες, παραπέμπεται γιὰ βιοψία, ἰδιαίτερος ἂν συμπαρομαρτοῦν καὶ ἄλλες ἐνοχοποιητικὲς ἐνδείξεις), (iii) 55%-75% (κακοήθεια μὲ ἀμφιβολίες, παραπέμπεται γιὰ βιοψία), (iv) 75%-100% (κακοήθεια μὲ βεβαιότητα, παραπέμπεται γιὰ βιοψία).

Στὴ συνέχεια, ὁ ἱατρός μπορεῖ νὰ καταγράψει καὶ νὰ ἀποθηκεύσει, μαζὶ μὲ τὶς ἀντίστοιχες ἐπεξεργασμένες καὶ σημαδευμένες εἰκόνες, τὶς σχετικὲς διαγνωστικὲς παρατηρήσεις του στὸ εἰδικὸ «σημειωματάριο», τὸ ὁποῖο εἶναι στὴ διάθεσή του. Αὐτὸ τὸ δελτίο τῶν σημειώσεων καὶ σχετικῶν εἰκόνων, μαζὶ μὲ τὴν ἡμερολογιακὴ ἀναφορὰ καὶ τὸ ὄνομα τοῦ ἱατροῦ, ἐντάσσεται καὶ ἀποθηκεύεται αὐτομάτως στὸ ψηφιακὸ ἀρχεῖο τοῦ ἐξεταζόμενου ἀτόμου, ὅπως ἐπιδεικνύεται στὴν Εἰκόνα 12. Τὸ ἱατρικὸ ἀρχεῖο τοῦ ἀτόμου εἶναι ἀμέσως καὶ μὲ εὐκολία διαθέσιμο στὴν παρακολούθηση καὶ τὴν ἐπόμενη ἱατρικὴ διαγνωστικὴ ἐξέταση.

13. Ἐργαστηριακὴ ἀξιολόγηση τοῦ συστήματος

Τὸ διαγνωστικὸ σύστημα Ἰπποκράτης-μστ, ὅπως ἔχει ἀναπτυχθεῖ μέχρι τώρα, ὑποβλήθηκε σὲ μιὰ σειρά ἐργαστηριακῶν ἀξιολογήσεων. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐργαστηριακῶν δοκιμῶν καὶ τῆς στατιστικῆς ἀξιολόγησης μέχρι σήμερα ἔχουν βασιστεῖ σὲ ποικιλία μαστογραφιῶν, πὺ καλύπτουν μιὰ εὐρεία ποικιλία περιπτώσεων, καὶ πὺ ὅλες συνοδεύονται ἀπὸ ἐνδεικνύμενες βιοψίες σὲ συγκεκριμένες ὑποπτες περιοχὲς τῆς μαστογραφίας, καὶ ἀπὸ τὰ σχετικὰ σχόλια καὶ σημειώσεις τῶν εἰδικῶν ἱατρῶν.

Τὸ σύνολο τῶν δειγμάτων τῆς ἐργαστηριακῆς ἀξιολόγησης περιλαμβάνει:

71 μαστογραφίες μὲ μικροαποτιτανώσεις πὺ περιέχουν 74 συμπλέγματα μικροσβεστώσεων μὲ ἀντίστοιχες βιοψίες. Στὸ σύνολο αὐτὸ ὑπάρχουν 22 κακοήθεις περιπτώσεις, 47 καλοήθεις περιπτώσεις καὶ 5 περιπτώσεις ἀτυπίας.

Γιὰ τὴν κατηγοριοποίηση τῶν μικροσβεστώσεων ἀπὸ τὸ σύστημα, χρησιμοποιήθηκαν οἱ τέσσερις ζῶνες ἐπικινδυνότητας, οἱ ὁποῖες σημειώνονται στὸ χρωματικὸ διάγραμμα πὺ ἐπιδεικνύεται στὸ κάτω μέρος τῆς Εἰκόνας 10, καὶ περιγράφονται στὸ κείμενο τοῦ προηγούμενου τμήματος #12:

- ἡ ζώνη ἐπικινδυνότητας ἀπὸ 0% ἕως 35% (σαφὴς καλοήθεια: ἀποτρέπεται ἡ βιοψία)

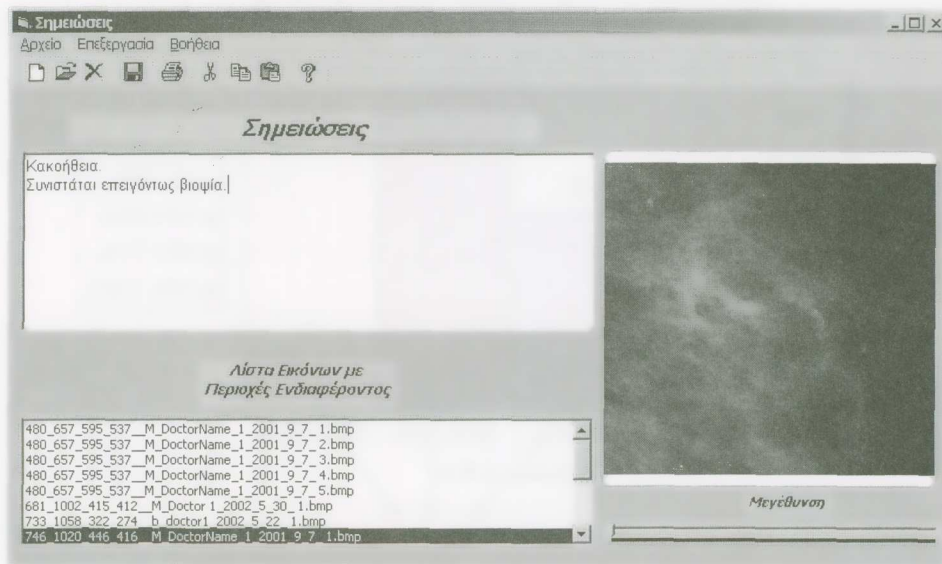
- ή ζώνη επικινδυνότητας από 35% έως 55% (καλοήθεια με αμφιβολίες: συνιστάται βιοψία)
- ή ζώνη επικινδυνότητας από 55% έως 75% (κακοήθεια με αμφιβολίες: συνιστάται βιοψία)
- ή ζώνη επικινδυνότητας από 75% έως 100% (σαφής κακοήθεια: συνιστάται επειγόντως βιοψία)

Τὰ αποτελέσματα τῶν ἐργαστηριακῶν δοκιμῶν δίδονται μὲ διαγράμματα στὶς Εἰκόνες 13(α) καὶ 13(β), ὥστε νὰ διευκολύνουν τὴν περιεκτικὴ ἀξιολόγηση τοῦ συστήματος.

Ἡ συμπεριφορὰ τοῦ συστήματος στὶς 5 περιπτώσεις ἀτυπίας ἦταν προτροπὴ γιὰ βιοψία, συμβαδίζοντας μὲ τὴ γνώμη τῶν εἰδικῶν ἰατρῶν.

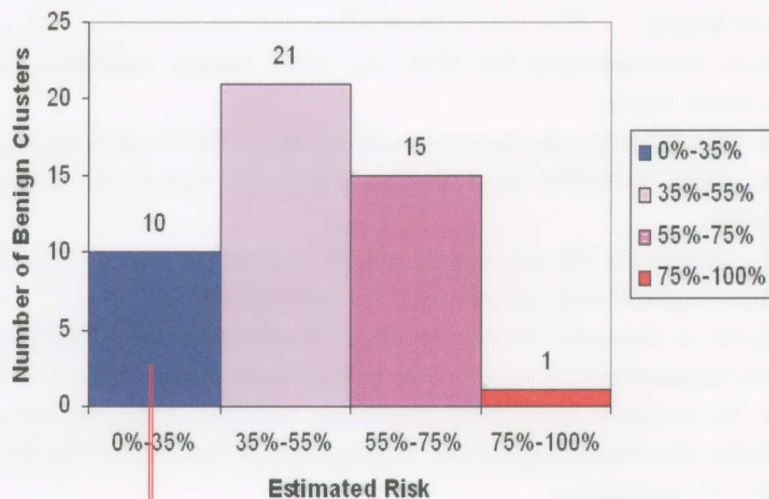
Πρέπει νὰ σημειωθεῖ ὅτι τὰ παραπάνω αποτελέσματα ἔχουν ἐξαχθεῖ χρησιμοποιώντας ἀποκλειστικὰ τὶς δυνατότητες τοῦ συστήματος νὰ ἐκτιμήσει τὴν ἐπικινδυνότητα τῆς ἐκάστοτε ἐπιλεγμένης ὀρθογώνιας περιοχῆς, χωρὶς τὶς ἐπιτρεπόμενες παρεμβολές τῶν εἰδικῶν ἰατρῶν ποὺ θὰ μπορούσαν νὰ βελτιώσουν τὴν διαγνωστικὴ ἀπόδοση τοῦ συστήματος.

Πρέπει νὰ παρατηρηθεῖ ἐδῶ, πῶς, ἐνδεχομένως, γιὰ ἓνα μικρὸ ποσοστὸ τῶν περιπτώσεων ποὺ χρησιμοποιήθηκαν, τὸ ἀποτέλεσμα τῆς βιοψίας νὰ μὴν σχετίζεται



Εἰκόνα 12.

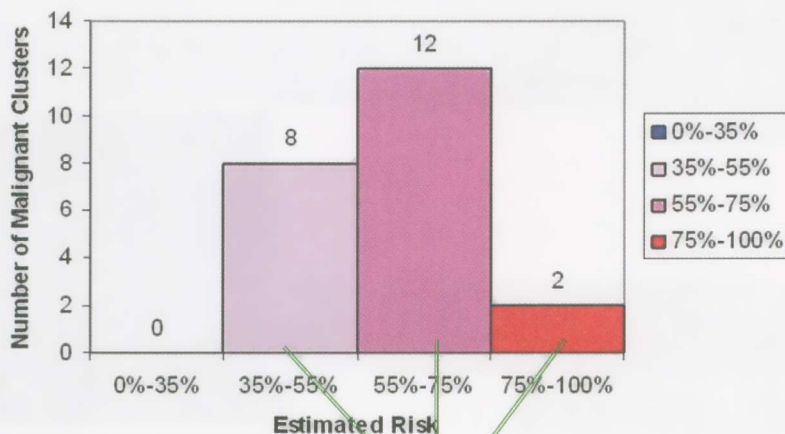
Συμπεριφορά του συστήματος στις 47 καλοήθεις περιπτώσεις



Αποτροπή 10 από τις 47 άσκοπες βιοψίες

Εικόνα 13(α).

Συμπεριφορά του συστήματος στις 22 κακοήθεις περιπτώσεις



Επιτυχής Προτροπή για βιοψία όλων των κακοήθων περιπτώσεων

Εικόνα 13(β)

Άμεσα με την παρουσία μικροαποτιτανώσεων στην εξεταζόμενη περιοχή. Παρόμοιες περιπτώσεις δειγμάτων εργαστηριακών αξιολογήσεων, όπου ο ιατρός οδηγείται σε έντολη βιοψία από ένοχοποιητικές ενδείξεις άλλες από την ύπαρξη υπόπτων μικροαποτιτανώσεων στην εξεταζόμενη περιοχή της μαστογραφίας, μπορεί να οδηγήσουν σε απόκλιση την αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος.

Τέτοιες περιπτώσεις, και άλλες παρόμοιες, δείχνουν παραστατικά τους περιορισμούς του συστήματος και τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα του ανθρώπινου παράγοντα. Για παράδειγμα, το σύστημα περιορίζεται από το να δύναται να συγκρίνει και να αξιολογήσει συνυπολογίζοντας τις διαγνωστικές εκτιμήσεις που απορρέουν από την εξέταση της εικόνας της συγκεκριμένης περιοχής που παρέχεται και στις δύο όψεις της ακτινογραφικής λήψης της μαστογραφίας (την «πλαγία» και την «κάθετο»). Όπως είναι αναμενόμενο, το σύστημα μειονεκτεί έναντι των ανθρώπινων αντιληπτικών και συνδυαστικών ικανοτήτων του ιατρού. Η χρησιμότητα του συστήματος περιορίζεται στο να παρέχει εργαλεία διαχείρισης και λεπτομερούς εξέτασης της ακτινογραφίας, και στο να συμβουλεύει τον ιατρό με διαγνωστικές εκτιμήσεις, τις οποίες και δικαιολογεί επαρκώς.

14. Συμπεράσματα και γενικές παρατηρήσεις

Από την περιγραφή του συστήματος και από την εργαστηριακή αξιολόγηση προκύπτει ότι το παρόν σύστημα δύναται να συμβάλει στην καλύτερη πρόωμη διάγνωση του καρκίνου του μαστού, ή οποία μπορεί να προκύψει από την ανίχνευση μικροαποτιτανώσεων σε μαστογραφίες και στην διαγνωστική αξιολόγησή τους. Παρέχει εργαλεία ηλεκτρονικής και ψηφιακής διαχείρισης και εξέτασης του συχνά ακαθόριστου και συγκεχυμένου ιστολογικού περιβάλλοντος των μικροασβεστώσεων, ισχυροποιώντας έτσι την όπτική ιατρική εξέταση και αξιοποιώντας την γνώση και τις σχετικές εμπειρίες του ιατρού. Επί πλέον, το σύστημα φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη διάγνωση, παρέχοντας στον ιατρό ιδιαίτερα χρήσιμες και κρίσιμες διαγνωστικές πληροφορίες και επεξηγήσεις.

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών καταδεικνύουν ότι το σύστημα παρουσιάζει πολύ μεγάλη ευαισθησία, αλλά ότι περιορίζεται και από σχετικά χαμηλή ειδικότητα. Με σκοπό να βελτιώσουμε την απόδοση του συστήματος όσον αφορά στην ειδικότητα, προγραμματίζουμε την περαιτέρω διερεύνηση και βελτίωση των σχετικών μαθηματικών αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των δεδομένων, τον όρισμό των ειδικών κριτηρίων και την ταξινόμηση των διαγνωστικών αποτελεσμάτων.

Στον έρευνητικό προγραμματισμό μας, σκοπούμε, επίσης, να περιλάβουμε την

διερεύνηση τῆς δυνατότητας ἐντοπισμοῦ καὶ ταξινόμησης καὶ ἄλλων μαστογραφικῶν εὐρημάτων, ὅπως π.χ. τὸν ἐντοπισμὸ «μαζῶν». Ἰδιαίτερης σημασίας εἶναι καὶ ἡ δυνατότητα σύγκρισης καὶ συνδυαστικῆς ἀξιολόγησης τῶν διαγνωστικῶν δεδομένων καὶ ἀποτελεσμάτων, τὰ ὅποια ἀπορρέουν ἀπὸ τὴν διαγνωστικὴ ἐπεξεργασία τῆς μαστογραφίας ἀπὸ τὸν Ἱπποκράτη-μστ, μὲ δεδομένα ἀπὸ ἄλλες τεχνικὲς ἱατρικῆς ἀπεικόνισης (π.χ. εἰκόνες ὑπερήχων) γιὰ τὸν ἴδιο ἀσθενή, καὶ ἀπὸ συναρτώμενες διαγνωστικὲς μεθόδους.

Εἶναι σαφὲς ὅτι ἡ μεθοδολογία τοῦ Ἱπποκράτη-μστ καὶ οἱ ἀλγόριθμοι ἐπεξεργασίας τῶν δεδομένων εἶναι ἐφαρμόσιμα καὶ σὲ ἄλλες ἱατρικὲς ἀπεικονιστικὲς ἀναλύσεις.

Λόγω τοῦ ἰδιαίτερα χαμηλοῦ κόστους ὑλοποίησης καὶ τῆς εὐκόλης χρησιμοποίησης, οἱ προοπτικὲς ἐφαρμογῆς τοῦ προτεινόμενου ψηφιακοῦ συστήματος περιλαμβάνουν τὴν μαζικὴ πληθυσμιακὴ ἐξέταση, ὑποστηριζόμενη ἀπὸ τὴν διάθεση τοῦ δικτύου τηλεϊατρικῆς. Ἡ μαστογραφικὴ παρακολούθηση τῶν γυναικῶν σὲ εὐρεία κλίμακα, μὲ σκοπὸ τὴν παροχὴ προληπτικῆς διάγνωσης τοῦ καρκίνου τοῦ μαστοῦ, εἶναι ὑφίστης οἰκονομικῆς καὶ κοινωνικῆς σημασίας.

Ἐπίσης, εἶναι μεγάλῃς σημασίας γιὰ τὴν ἱατρικὴ ἐκπαίδευση ἡ εἰδικὴ σχεδίαση τοῦ συστήματος «Ἱπποκράτης-μστ» καὶ ἡ ἐφαρμογὴ του ὡς ἐκπαιδευτικοῦ ἐργαλείου τῶν φοιτητῶν τῆς Ἱατρικῆς Σχολῆς, καὶ τῶν μετεκπαιδευόμενων ἱατρῶν.

Προβλέπεται ὅτι στὸ ἐγγὺς μέλλον θὰ ἀκολουθήσει ἡ πιλοτικὴ ἐφαρμογὴ καὶ ἀξιολόγηση τοῦ Ἱπποκράτη-μστ σὲ νοσοκομεῖα, κλινικὲς καὶ διαγνωστικὰ κέντρα.

Εὐχαριστίες

Εὐχαριστοῦμε θερμὰ τοὺς συνεργάτες μας ἱατροὺς κ. Κωνσταντῖνο Κουφόπουλο καὶ κ. Σταμάτη Βασίλαρο, τῶν ὁποίων οἱ ἱατρικὲς συμβουλές, ἡ διάθεση μαστογραφικῶν ἀπεικονίσεων μὲ ἀντίστοιχες βιοψίες καὶ ἡ βοήθεια στὴν ἐργαστηριακὴ ἀξιολόγηση τοῦ συστήματος, ὑπῆρξε ἐξαιρετικὰ πολύτιμη.

SUMMARY

A suggested digital system for computer aided early detection and classification of breast cancer microcalcifications

Radiologists consider breast microcalcifications as a very useful index of malignancy, which helps in the early detection of breast cancer. The micro-

calcifications are deposits of calcium salts, i.e. galactic, tricalcium phosphates, which are either benign (intra-galactophoric or intra-tissular) or malignant. They appear usually in the form of clusters and sometimes they can be easily detected on mammographic films due to their high clustering density. However, the existence of microcalcifications in breast tissue is not always a clear evidence of malignancy. Long-standing research efforts have been made to classify breast microcalcifications as benign or malignant, based on computer-aided analysis of their structural and photometric characteristics, appearing in mammographic images. We present an approach in the classification of microcalcifications with a system that is "physician-oriented", in that it is adaptive to the physician's prior knowledge and experience through interactive feedback. It is based on detailed analysis and evaluation of related features of individual microcalcifications and of formed clusters. In addition, the significance of the position and direction of a cluster, as well as information related to the patient's and her family's medical history may be taken into account in the final estimation of a malignancy "risk-index". The system-diagnosis includes several facilities: a) patient archiving, b) use of image analysis tools for image examination and management, c) detection of microcalcifications, d) classification of microcalcifications in selected areas, and e) diagnostic advice to the radiologist about the estimated risk-index, together with related justification of the step-by-step procedures. Laboratory evaluation has shown encouraging performance of the proposed diagnostic system.

Ἀναφορές

1. National Cancer Institute, URL: <http://www.nci.nih.gov>
2. American Cancer Society, URL: <http://www3.cancer.org>
3. National Alliance of Breast Cancer Organizations, URL: <http://www.nabco.org>
4. Fondrinier E, Lorimier G, Guerin-Boblet V, Bertrand AF, Mayras C, Dauver N., Breast microcalcifications: multivariate analysis of radiologic and clinical factors for carcinoma, *World J Surg.* 2002 Mar;26(3):290-6.
5. Lee S, Lo C, Wang C, Chung P, Chang C, Yang C, Hsu P. A computer-aided design mammography screening system for detection and classification of microcalcifications. *Int J Med Inf.* 2000 Oct;60(1):29-57.
6. Gurcan MN, Chan HP, Sahiner B, Hadjiiski L, Petrick N, Helvie MA.,

- Optimal neural network architecture selection: improvement in computerized detection of microcalcifications, *Acad Radiol.* 2002 Apr;9(4):420-9.
7. Karssemeijer N 1993 Adaptive noise equalization and recognition of microcalcification clusters in mammograms, *Int.J.Patt.Rec.&Im.Analysis* 7.
 8. Lorenz H, Richter G M, Capaccioli M and Longo G, 1993, Adaptive filtering in astronomical image processing. I. Basic considerations and examples, *Astron. Astrophys.* 277, 321
 9. Gail MH, Brinton LA, Byar DP, Corle DK, Green SB, Schairer C, Mulvihill JJ., Projecting individualized probabilities of developing breast cancer for white females who are being examined annually. *J Natl Cancer Inst.* 1989 Dec 20;81(24):1879-86.
 10. Gail MH, Costantino JP., Validating and improving models for projecting the absolute risk of breast cancer., *J Natl Cancer Inst.* 2001 Mar 7;93(5):334-5
 11. G. Spyrou, P.Pavlou, A Harissis, I. Bellas, P. Ligomenides, "Detection of Microcalcifications for Early Diagnosis of Breast Cancer", *Proceedings of the 7th Hellenic Conference on Informatics*, University of Ioannina Press, p. V104, August 26-28, 1999, Ioannina, Greece
 12. G. M. Spyrou, M. G. Nikolaou, K. N. Koufopoulos and P. A. Ligomenides, "A computer based model to assist in improving early diagnosis of breast cancer", *7th World Congress on Advances in Oncology and 5th International Symposium on Molecular Medicine*, October 10-12, 2002, Creta Maris Hotel, Hersonissos, Crete, Greece
 13. G. M. Spyrou, M. G. Nikolaou, M. Koussaris, A. Tsibanis, S. D. Vassilaros and P. A. Ligomenides, "A System for Computer Aided Early Diagnosis of Breast Cancer based on Microcalcifications Analysis", *5th European Conference on Systems Science*, 16-19 October 2002, Creta Maris Hotel, Crete, Greece, *full paper published in Res-Systemica, Volume N°2, Special Issue: Proceedings of the fifth European Systems Science Congress, October 2002, Crete*