

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**Αυτοματοποιημένο Σύστημα Ανάλυσης Ψηφιακών Μακροσκοπικών
Εικόνων Δερματοπάθειας**

Νίκος Μούζουρας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2017

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Αυτοματοποιημένο Σύστημα Ανάλυσης Ψηφιακών Μακροσκοπικών Εικόνων
Δερματοπάθειας**

Νίκος Μούζουρας

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Κωνσταντίνος Παττίχης

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των
απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του
Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2017

.....
Μούζουρας Νίκος

Διπλωματούχος Πληροφορικής Π.Κ.

Copyright © Μούζουρας Νίκος, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου ή τμήματος αυτής για εμπορικό σκοπό.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Κύπρου.

Ευχαριστίες

Με το πέρας της ακαδημαϊκής χρονιάς και με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής αυτής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Κωνσταντίνο Παττίχη, αρχικά για την δυνατότητα που μου έδωσε να αναπτύξω μια δική μου ιδέα. Τόσο η στήριξη όσο και η καθοδήγηση που δέχτηκα καθ' όλη την διάρκεια ήταν πραγματικά πολύτιμη.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Μάριο Νεοφύτου, Ειδικό Επιστήμονα Διδασκαλίας του Πανεπιστημίου Κύπρου, την κυρία Στυλιανή Κλεάνθους-Λοΐζου, Ειδική Επιστήμονα Διδασκαλίας του Πανεπιστημίου Κύπρου, τον κύριο Παύλο Αντωνίου, Ειδικό Εκπαιδευτικό Προσωπικό του Πανεπιστημίου Κύπρου, τον κύριο Ιωάννη Κωνσταντίνου και τον κύριο Ζήνωνα Αντωνίου, Διδακτορικούς του Πανεπιστημίου Κύπρου, την Κωνσταντίνα Κωνσταντίνου, φοιτήτρια του Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Κύπρου, τις Γιουλιάννα Καλαιτζίδου και Χρυσανγή Νικολαΐδου, φοιτήτριες του Τμήματος Πληροφορικής Πανεπιστημίου Κύπρου καθώς και τον Αντρέα Πογιατζί, CTO του DermaTrack, για τον χρόνο και την συμβολή τους στην ανάπτυξη του έργου αυτού.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου που ήταν πάντα κοντά μου και με στήριξαν καθ' όλη την διάρκεια.

Περίληψη

Είναι γεγονός πως το μελάνωμα είναι μία από τις πιο επιθετικές μορφές καρκίνου με υψηλά ποσοστά θνησιμότητας. Σε συνδυασμό με την επιθετικότητα του μελανώματος, την άγνοια του ασθενή και την μη έγκαιρη διάγνωση οδηγείται τις περισσότερες φορές στον θάνατο. Με το πέρας των χρόνων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας στην ανάλυση ψηφιακών εικόνων και των έξυπνων τηλεφώνων είναι πλέον δυνατή η άμεση επεξεργασία και εξαγωγή των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός σπίλου, καθώς επίσης και η άμεση κοινοποίηση των αποτελεσμάτων σε κάποιον ειδικό.

Το αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος εξαγωγής των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός σπίλου, που θα βοηθήσει τους δερματολόγους στην κατάταξή του σε μελανωματικές και μη μελανωματικές παθήσεις. Επιπρόσθετα, σκοπός είναι να δίνεται στον ασθενή η δυνατότητα παρακολούθησης ενός σπίλου στο πέρασμα του χρόνου, όπως επίσης και το να αποθηκεύει εύκολα τα αποτελέσματα αυτά. Επιπλέον, κρίθηκε αναγκαίο να παρέχεται η δυνατότητα για κοινοποίηση των αποτελεσμάτων σε κάποιον ειδικό.

Το παρόν σύστημα χωρίζεται σε τρία κύρια μέρη, τα οποία διακρίνονται πιο κάτω: Τον Server όπου είναι εγκατεστημένοι οι αλγόριθμοι που υλοποιήθηκαν για την επεξεργασία και εξαγωγή των σπύλων. Ο Server τρέχει λειτουργικό σύστημα Linux και φιλοξενείται στο Azure της Microsoft. Για την προβολή των αποτελεσμάτων και την αποθήκευση τους αναπτύχθηκε μια εφαρμογή Android. Τέλος η επικοινωνία μεταξύ του Server και του Client έγινε μέσω του μοντέλου μεσίτη μηνυμάτων. Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το Rabbit MQ που κάνει χρήση AMPQ πρωτόκολλο και είναι message oriented.

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που εξάχθηκαν από τον σπίλο είναι: στρογγυλότητα, περιοχή που λαμβάνει, περίμετρος, ασυμμετρία, ανωμαλία ορίων, αριθμός χρωμάτων που παρουσιάζονται με βάση των 6 βασικών χρωμάτων ενός μελανώματος καθώς επίσης και το ποσοστό τους.

Τα αποτελέσματα για την στρογγυλότητα, την περιοχή, την περίμετρο και την ανωμαλία των ορίων βασίστηκαν σε μετρήσεις και πειράματα που έγιναν κατά την διάρκεια της παρούσας εργασίας. Η ασυμμετρία και ο αριθμός χρωμάτων που παρουσιάζονται βασίστηκαν στην βάση δεδομένων του Πανεπιστημίου του Porto και την δερματολογική υπηρεσία του νοσοκομείου Pedro Hispano στο Matosinhos της Πορτογαλίας[43].

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή.....	1
	1.1 Ψηφιακή Εικόνα	1
	1.2 Επεξεργασία εικόνας	1
	1.3 Επεξεργασία εικόνας στην ιατρική	2
	1.4 Καρκίνος του δέρματος	3
	1.5 Στόχος διπλωματικής εργασίας	3
	1.6 Δομή διπλωματικής εργασίας	4
Κεφάλαιο 2	Καρκίνος του δέρματος.....	5
	2.1 Βιολογικά χαρακτηριστικά	5
	2.2 Σταδιοποίηση	8
	2.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	9
	2.4 ABCD(E)	9
	2.5 Seven-point checklist	11
	2.6 Απλουστευμένη μορφή scored pattern analysis	14
	2.7 ΧΑΣΟ (CASH)	14
	2.8 Manzies	15
Κεφάλαιο 3	Ανασκόπηση δερματολογικών συστημάτων.....	18
	3.1 Συστήματα σάρωσης	18
	3.2 Κλινική εξέταση με οπτική επιθεώρηση	21
	3.3 Δερματοσκόπηση	22
	3.4 Παρακολούθηση εξετάσεων	22
	3.5 Τηλεδερματολογία	23
	3.6 Ανάλυση πολυφασματικών εικόνων	23
	3.7 Υπέρηχος υψηλής συχνότητας	24
	3.8 Οπτική τομογραφία συνοχής	24
	3.9 Μικροσκόπιο συνεστιακής ανάκλασης	24
	3.10 Διάγνωση με τη βοήθεια υπολογιστή	25

Κεφάλαιο 4	Μεθοδολογία –Αλγόριθμοι.....	26
	4.1 Εισαγωγή	26
	4.2 Προ-επεξεργασία	27
	4.3 Αλγόριθμοι κατάτμησης	31
	4.4 Εξαγωγή μορφολογικών χαρακτηριστικών δερματοπάθειας	34
Κεφάλαιο 5	Σχεδίαση και Υλοποίηση – Εφαρμογή Android.....	42
	5.1 Απαιτήσεις	42
	5.2 Τεχνολογίες και Αρχιτεκτονική	43
	5.3 Βασικές οθόνες διεπαφής	45
	5.4 Αξιολόγηση της ευχρηστίας του συστήματος	50
Κεφάλαιο 6	Σύνοψη και συμπεράσματα.....	52
	6.1 Σύνοψη	52
	6.2 Συμπεράσματα	53
	6.3 Μελλοντική εργασία	55

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Ψηφιακή Εικόνα	1
1.2 Επεξεργασία εικόνας	1
1.3 Επεξεργασία εικόνας στην ιατρική	2
1.4 Καρκίνος του δέρματος	3
1.5 Στόχος διπλωματικής εργασίας	3
1.6 Δομή διπλωματικής εργασίας	4

1.1 Ψηφιακή Εικόνα

Μια ψηφιακή εικόνα αποτελεί μια πηγή πληροφορίας η οποία καθορίζετε από την δισδιάστατη συνάρτηση $f(x,y)$, όπου x και y αναπαριστούν τις συντεταγμένες στον χώρο και με f συμβολίζεται η ένταση ή η τιμή της χρωματικής πυκνότητας στο σημείο (x,y) [1].

1.2 Επεξεργασία εικόνας

Με τον όρο επεξεργασία εικόνας αναφερόμαστε στην αλγοριθμική επεξεργασία, ανάλυση και χειρισμό ψηφιακών δεδομένων εικόνας ή βίντεο. Οι είσοδοι καθώς και οι έξοδοι των δεδομένων στην επεξεργασία εικόνας είναι δεδομένα σε εικόνα ή βίντεο, έγχρωμα, ασπρόμαυρα ή σε μία απόχρωση κάποιου συγκεκριμένου χρώματος.

Από την επεξεργασία εικόνας οδηγούνται και αλγόριθμοι ανάλυσης και κατανόησης εικόνας, αλλά υπάρχει επικάλυψη με το γνωστικό πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης, την μηχανική όραση. Μεγάλο μέρος της επεξεργασίας εικόνας προέρχεται από την επεξεργασία σήματος, αφού μια εικόνα η οποία είναι σε ψηφιακή μορφή μπορεί να

θεωρηθεί ως ένα δισδιάστατο χωρικό σήμα ενώ ένα βίντεο ως τρισδιάστατο χωροχρονικό σήμα.

Στην επεξεργασία εικόνας υπάρχουν διάφοροι τύποι επεξεργασίας: γεωμετρικές μετατροπές, χρωματικές μετατροπές και διορθώσεις, συμπίεση και μετατροπή της μορφής αποθήκευσης, εφαρμογή φίλτρων, ανάμιξη, κατάτμηση, και αποκατάσταση. Στις γεωμετρικές μετατροπές έχουμε την αλλαγή στο μέγεθος της εικόνας, ολόκληρης ή ενός τμήματος της, περιστροφή, παραμόρφωση, αλλαγή προοπτικής, αλλαγή ανάλυσης κτλ. Στις χρωματικές μετατροπές και διορθώσεις έχουμε την αλλαγή των χρωματικών τόνων, την ρύθμιση φωτεινότητας, αντίθεσης, αλλαγή του χρωματικού χώρου, π.χ. από RGB σε CMYK. Στην συμπίεση και μετατροπή της μορφής αποθήκευσης μια εικόνας έχουμε την συμπίεση ή μετατροπή της ψηφιακής εικόνας από ένα τύπο σε ένα άλλο. Στην εφαρμογή φίλτρων ο απώτερος σκοπός είναι η βελτίωση της ποιότητας ή ο τονισμός γνωρισμάτων μια εικόνας, π.χ. η εξάλειψη φαινομένου κόκκινων ματιών από εικόνες προσώπων. Η ανάμιξη εφαρμόζεται όταν χρειαζόμαστε να εμφανίσουμε δύο ή περισσότερες εικόνες ως μια εικόνα. Η κατάτμηση είναι η διαδικασία διαίρεσης μια εικόνας σε ομοιόμορφες περιοχές, όπου τις περισσότερες φορές αντιστοιχούν σε αντικείμενα, π.χ. σε πρόσωπα που υπάρχουν στην εικόνα. Η κατάτμηση, τις περισσότερες φορές, είναι το πρώτο στάδιο στην ανάλυση εικόνων. Στην αποκατάσταση έχουμε την εξαγωγή μιας νέας, καλύτερης και πιο ορθής εκδοχής της πρώτης εικόνας η οποία είτε είναι ενθόρυβη είτε θολωμένη είτε παραμορφωμένη [2].

1.3 Επεξεργασία εικόνας στην ιατρική

Στις σύγχρονες υπηρεσίες Υγείας δίνετε μεγάλο βάρος στις τεχνολογίες ιατρικής απεικόνισης, αφού η έγκαιρη διάγνωση, ο σχεδιασμός της κατάλληλης θεραπείας και η εκτίμηση της πορείας μιας νόσου βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην απεικόνιση βιολογικών ιστών και οργάνων του ανθρώπινου σώματος.

Στην επεξεργασία εικόνας στην ιατρική υπάρχουν πέντε κύριες κατηγορίες ιατρικών εικόνων.

- Δύο διαστάσεων (2D): Ακτινογραφίες, υπέρηχοι
- Τριών διαστάσεων (3D): Υπολογιστική τομογραφία (CT), μαγνητική τομογραφία (MRI), τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET), τομογραφία εκπομπής φωτονίου (SPECT).

- Τεσσάρων διαστάσεων (4D): Δυναμική αλληλουχία ογκομετρικών δεδομένων από μία δυναμική τομογραφική μελέτη.
- Πέντε διαστάσεων (5D): Χρονική αλληλουχία ογκομετρικών δεδομένων από μία δυναμική τομογραφική μελέτη που απεικονίζει επιπλέον την τιμή κάποιας παραμέτρου ενδιαφέροντος (π.χ. μελέτη μαγνητικής φασματοσκοπίας της καρδιάς) [1].

1.4 Καρκίνος του δέρματος

Με τον όρο καρκίνου του δέρματος αναφερόμαστε στον τύπο καρκίνου που αναπτύσσεται στο δέρμα. Ο καρκίνος του δέρματος οφείλεται στην ανάπτυξη ανώμαλων κυττάρων, τα οποία έχουν την ικανότητα να εισχωρούν σε άλλα μέρη του σώματος και να εξαπλώνονται. Ο καρκίνος του δέρματος χωρίζεται σε τρεις βασικούς τύπους: καρκίνος βασικών κυττάρων (BCC), καρκίνος πλακωδών κυττάρων (SCC) και το μελάνωμα. Το μελάνωμα με την σειρά του υποδιαιρείται σε τέσσερεις τύπους: Μελάνωμα επιφανειακής εξάπλωσης (Superficial spreading melanoma), Maligna lentigo μελάνωμα (Lentigo maligna melanoma), Άκρο-lentigo μελάνωμα (Acral Lentiginous Melanoma - ALM) και Κονδυλώδες μελάνωμα (Nodular Melanoma) [3].

1.5 Στόχος διπλωματικής εργασίας

Ο καρκίνος του δέρματος και πιο συγκεκριμένα το μελάνωμα είναι μία από τις πιο επικίνδυνες μορφές καρκίνου ο οποίος έχει υψηλά ποσοστά θνησιμότητας. Ο κύριος λόγος οφείλετε στους μεταστατικούς όγκους που δημιουργεί. Η αναγνώριση και η έγκαιρη διάγνωση των μελανωμάτων έχει αποτελέσει το επίκεντρο έρευνας για πολλούς ερευνητές και ιατρούς καθώς η έγκαιρη διάγνωση ενός μελανώματος αυξάνει της πιθανότητες θεραπείας και ανάρρωσης εκθετικά.

Σήμερα οι δερματολόγοι με την χρήση εμπειρικών αλγορίθμων για την αναγνώριση και ταύτιση επικίνδυνων δερματοπαθειών έχουν απλουστεύσει και επιταχύνει την διάγνωση των μελανωμάτων. Οι αλγόριθμοι αυτοί είναι βασισμένοι στα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των μελανωμάτων με αποτέλεσμα η διάγνωση να είναι άμεση και χωρίς να χρειάζεται η οποιαδήποτε επέμβαση.

Ο κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία μιας εφαρμογής Cloud base για ανάλυση ψηφιακών εικόνων με την χρήση python και OpenCV μέσω των έξυπνων κινητών τηλεφώνων. Η εφαρμογή θα επεξεργάζεται και θα αναλύει τους σπίλους/βλάβες του δέρματος και θα τους κατηγοριοποιεί με βαθμό επικινδυνότητας για μελάνωμα ανάλογα με τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά που θα εξάγονται από την ψηφιακή εικόνα του σπίλου. Η εφαρμογή θα παίρνει ως είσοδο μια φωτογραφία του χρήστη και στην συνέχεια θα υλοποιεί αυτόματα την προ-επεξεργασία, την κατάτμηση της εικόνας καθώς επίσης και την εξαγωγή πληροφορίας των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σπίλου. Ακολούθως, με την εξαγωγή των χαρακτηριστικών του σπίλου θα τον κατηγοριοποιεί σε μελάνωμα ή μη μελάνωμα. Επίσης, ο χρήστης θα μπορεί να συγκρίνει και να βλέπει τυχόν αλλαγές στους σπίλους/ βλάβες στο πέρασμα του χρόνου. Τέλος, θα δίνεται η δυνατότητα για αποστολή των αποτελεσμάτων και δεδομένων στον προσωπικό ιατρό του κάθε χρήστη για περαιτέρω μελέτη και παρακολούθηση.

1.6 Δομή διπλωματικής εργασίας

Στα κεφάλαια που ακολουθούν έχει γίνει μια αναφορά στον Καρκίνο του δέρματος, στα είδη του καρκίνου του δέρματος και τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (Κεφάλαιο 2). Επιπρόσθετα, έγινε μια ανασκόπηση στα είδη υπάρχοντα δερματολογικά συστήματα και τις λειτουργίες τους (Κεφάλαιο 3). Ακολούθως περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και οι αλγόριθμοι που υλοποιήθηκαν για την επεξεργασία των μακροσκοπικών εικόνων και για την εξαγωγή των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σπίλου (Κεφάλαιο 4). Στην συνέχεια αναφέρεται η σχεδίαση και υλοποίηση της εφαρμογής Android, η επικοινωνία μεταξύ της εφαρμογής και του Server καθώς επίσης και τα αποτελέσματα της έρευνας για την αξιολόγηση της ευχρηστίας του συστήματος (Κεφάλαιο 5). Τέλος έγινε μια σύνοψη και καταγράφηκαν κάποια συμπεράσματα για την παρούσα εργασία (Κεφάλαιο 6).

Κεφάλαιο 2

Καρκίνος του δέρματος

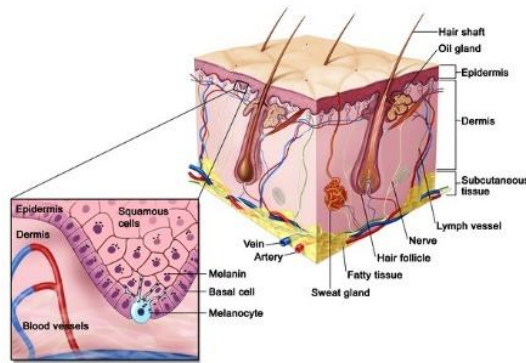
2.1 Βιολογικά χαρακτηριστικά	5
2.2 Σταδιοποίηση	8
2.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	9
2.4 ABCD(E)	9
2.5 Seven-point checklist	11
2.6 Απλουστευμένη μορφή scored pattern analysis (ανάλυση πίνακα μοτίβου)	14
2.7 ΧΑΣΟ (CASH)	14
2.9 Manzies	15

2.1 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Ο **καρκίνος βασικών κυττάρων** κατά την ανάπτυξη του μπορεί να προσβάλει τον ιστό γύρω από αυτόν, παρόλα αυτά οι πιθανότητες να κάνει μετάσταση σε απομακρυσμένες περιοχές ή να οδηγήσει σε θάνατο είναι μηδαμινές. Στην περιοχή όπου αναπτύσσεται ο καρκίνος βασικών κυττάρων υπάρχει μια ανύψωση του δέρματος η οποία μπορεί να είναι λαμπερή με ένα μικρό αγγείο ή με έλκος.

Στον **καρκίνο των πλακωδών κυττάρων** οι πιθανότητες για εξάπλωση του είναι μεγαλύτερες. Τις περισσότερες φορές εμφανίζεται ως ένα σκληρό εξόγκωμα με μία φολιδωτή κορυφή, αλλά κάποιες φορές μπορεί να σχηματίσει ένα έλκος.

Το **μελάνωμα** είναι η πιο επιθετική μορφή καρκίνου και τα συμπτώματα περιλαμβάνουν μια ελιά που έχει αλλάξει στο μέγεθος, σχήμα και χρώμα, έχει ακανόνιστη συμμετρία στα άκρα, περιλαμβάνει περισσότερα χρώματα και είναι ερεθισμένη ή αιμορραγεί. Στο σχήμα 2.1.1 απεικονίζεται η ανατομία του δέρματος και η τοποθεσία των μελανοκυττάρων [4].



Σχήμα 2.1.1: Η ανατομία του δέρματος [5]

Πιο συγκεκριμένα, το μελάνωμα επιφανειακής εξαπόλυσης όπως υποδηλώνει το όνομα, αναπτύσσεται κατά μήκος του ανώτερου στρώματος του δέρματος για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα πριν τη διείσδυση πιο βαθιά. Το πρώτο σημάδι είναι η εμφάνιση ενός επίπεδου ή ελαφρώς αυξημένων αποχρωματισμένων περιοχών που έχουν ακανόνιστα όρια και έχουν ασύμμετρη μορφή. Τα χρώματα τα οποία έχει ποικίλουν, και μπορούν να παρατηρηθούν περιοχές με καφέ, μαύρο, κόκκινο, μπλε ή λευκό χρώμα. Αυτό το είδος του μελανώματος μπορεί να δημιουργηθεί από μία προηγούμενη καλοήγη ελιά. Το μελάνωμα μπορεί να βρεθεί σχεδόν σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος, αλλά είναι πιο πιθανό να εμφανιστεί στον κορμό, στους άνδρες, στα πόδια, στις γυναίκες, και στο πάνω μέρος της πλάτης και στα δύο φύλα. Στο σχήμα 2.1.2 απεικονίζεται ένα μελάνωμα επιφανειακής εξαπόλυσης σε άντρα 61 ετών [5].



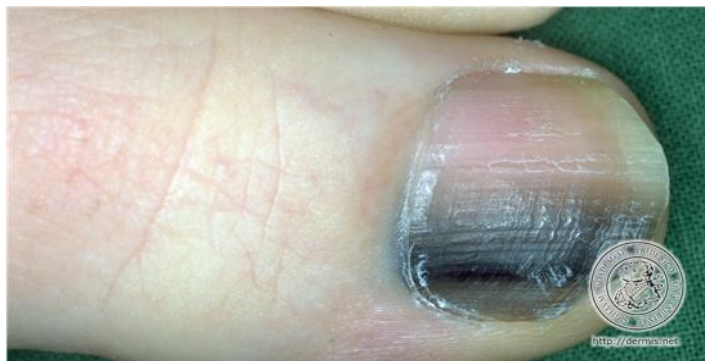
Σχήμα 2.1.2: Μελάνωμα επιφανειακής εξαπόλυσης [5]

Το Meligna lentigo μελάνωμα είναι παρόμοιο με το μελάνωμα επιφανειακής εξαπόλυσης καθώς παραμένει και αυτό στην επιφάνεια του δέρματος για αρκετό διάστημα, και συνήθως εμφανίζεται ως μια επίπεδη επιφάνεια ή ως ελαφρώς αυξημένα στίγματα μαυρίσματος, σε αποχρωματισμό καφέ ή σκούρο καφέ. Αυτό το είδος μελανώματος εμφανίζεται πιο συχνά στους ηλικιωμένους, καθώς προκύπτουν από χρόνια έκθεση στον ήλιο ή από κατεστραμμένο δέρμα στο πρόσωπο, τα αυτιά, τα χέρια και του άνω κορμού. Στο σχήμα 2.1.3 απεικονίζεται ένα Meligna lentigo μελάνωμα σε άντρα 79 ετών [5].



Σχήμα 2.1.3: Meligna lentigo μελάνωμα [5]

Το Άκρο-lentigo μελάνωμα εξαπλώνεται επίσης επιφανειακά, πριν διεισδύει πιο βαθιά. Είναι μια αρκετά διαφορετική μορφή από τις υπόλοιπες μορφές μελανώματος και συνήθως εμφανίζεται με ένα μαύρο ή καφέ χρώμα κάτω από τα νύχια ή στα πέλματα των ποδιών ή στις παλάμες των χεριών. Στο σχήμα 2.1.4 απεικονίζεται ένα Άκρο-lentigo μελάνωμα σε άντρα 54 ετών [5].



Σχήμα 2.1.4: Άκρο-lentigo μελάνωμα [5]

Το Κονδυλώδες μελάνωμα έχει συνήθως μαύρο χρώμα, αλλά μερικές φορές είναι μπλε, γκρι, λευκό, καφέ, μπεζ, κόκκινο ή στον τόνο του δέρματος. Εμφανίζεται κυρίως στον κορμό, τα πόδια, τα χέρια και ειδικά στους ηλικιωμένους, αλλά και στο τριχωτό της κεφαλής σε άνδρες. Στο σχήμα 2.1.5 απεικονίζεται ένα Κονδυλώδες μελάνωμα σε άντρα 81 ετών [5].



Σχήμα 2.1.5: Κονδυλώδες μελάνωμα [5]

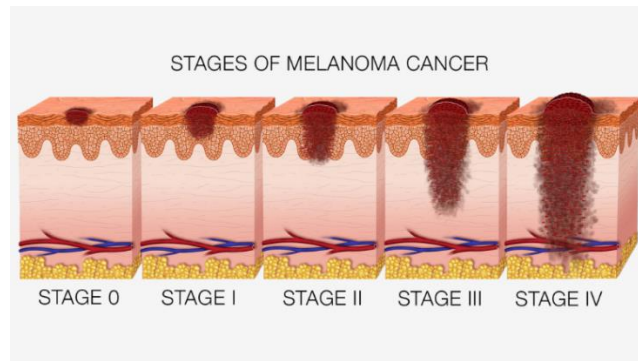
2.2 Σταδιοποίηση

Στη διαδικασία της σταδιοποίησης του μελανώματος περιγράφεται η έκταση της νόσου όπου οι ογκολόγοι λαμβάνουν και υπολογίζουν τρεις παραμέτρους:

- Το πάχος / βάθος διείσδυσης του όγκου.
- Εάν ο όγκος είναι εξελκωμένος, δηλαδή έχει κάποια μορφή ρωγμής ή αιμορραγία.
- Κατά πόσο το μελάνωμα έχει επεκταθεί.

Τα πέντε στάδια του μελανώματος παρουσιάζονται στο σχήμα 2.2.1 ανάλογα με το βάθος που έχει εισχωρήσει ο όγκος στο δέρμα.

Με την γνώση του σταδίου ενός μελανώματος μπορεί να υπάρξει καλύτερη οργάνωση στην θεραπεία και να συμβάλει σημαντικά στο έργο της θεραπευτικής ομάδας [6].



Σχήμα 2.2.1: Στάδια του μελανώματος [6]

2.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το μεγαλύτερο πρόβλημα με το μελάνωμα είναι η κοινή του μορφή με άλλες καλοήθειες ελιές του δέρματος και η άγνοια του κόσμου για τα συμπτώματά του. Εντούτοις έχει παρατηρηθεί πως τα μελανώματα έχουν κάποια κοινά μορφολογικά χαρακτηριστικά που τα ξεχωρίζουν:

- Ασυμμετρία
- Περιφέρεια
- Χρώμα
- Διάμετρος
- Ανάπτυξη

Αυτά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά οδήγησαν τους δερματολόγους στην ανάπτυξη εμπειρικών αλγορίθμων για την αναγνώριση επικίνδυνων σπύλων (ελιών) οι οποίοι μπορεί να είναι μελανώματα.

2.4 ABCD(E)

Ο πιο κοινός αλγόριθμος είναι ο **ABCD(E)** καθώς μπορεί να εφαρμοστεί με μεγάλη ευκολία ακόμα και από τον ίδιο τον ασθενή (σχήμα 2.4.1). Το **A** (Asymmetry) δηλώνει την ασυμμετρία που έχει ένας σπύλος. Σε ένα υγιές σπύλο αν σχεδιάσουμε μια νοητή γραμμή στην μέση οι δύο πλευρές θα ταιριάζουν αφού είναι συμμετρικές. Σε αντίθετη περίπτωση είναι ένα προειδοποιητικό σημάδι για το μελάνωμα. Το **B** (Border) δηλώνει

τα σύνορα του σπίλου, όπου στην περίπτωση που υπάρχουν ανωμαλίες στα σύνορα είναι ένα ακόμη προειδοποιητικό σημάδι για το μελάνωμα. Το **C** (Color) στους περισσότερους σπίλους είναι ένα ενιαίο χρώμα που στις περισσότερες φορές είναι μία απόχρωση του καφέ. Στις περιπτώσεις όπου υπάρχει μια ποικιλία χρωμάτων είναι ακόμα ένα προειδοποιητικό σημάδι. Επίσης, μια σειρά από διαφορετικές αποχρώσεις του καφέ, μπεζ ή μαύρου θα μπορούσαν να εμφανιστούν. Ένα μελάνωμα μπορεί να γίνει κόκκινο, λευκό ή μπλε. Το **D** (Diameter) δηλώνει την διάμετρο του σπίλου όπου στους καλοήθεις σπίλους η διάμετρος είναι μικρότερη από αυτή στους κακοήθεις. Τα μελανώματα είναι μεγαλύτερα από 6 χιλιοστά σε διάμετρο, αλλά μερικές φορές μπορεί να είναι μικρότερα όταν εντοπιστούν για πρώτη φορά. Το **E** (Evolving) δηλώνει την εξέλιξη ενός σπίλου, όπου στις περιπτώσεις του καλοήθους παραμένει η ίδια στο πέρασμα του χρόνου. Όταν ένας σπίλος ξεκινά να εξελίσσεται ή να αλλάζει με οποιονδήποτε τρόπο τότε συνιστάτε άμεση επίσκεψη σε έναν ειδικό. Οποιαδήποτε αλλαγή στο μέγεθος, στο σχήμα, στο χρώμα, στην ανύψωση, ή άλλο χαρακτηριστικό, ή οποιαδήποτε νέα συμπτώματα όπως αιμορραγία, κνησμός ή αποξήρανση είναι προειδοποιητικά σημάδια [7].



Σχήμα 2.4.1: Αλγόριθμος ABCD(E), σύγκριση σπίων (αριστερά) με μελανώματα (δεξιά) [7].

2.5 Seven-point checklist

Στο αρχικό έγγραφο του αλγορίθμου **Seven-point checklist** [11] οι δερματοσκοπικές εικόνες των μελαγχρωματικών ανωμαλιών του δέρματος μελετήθηκαν για την αξιολόγηση του αλγορίθμου όπως επίσης και για τα τυπικά κριτήρια/χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά επιλέχθηκαν λόγω της υψηλής συχνότητας τους στα μελανώματα. Τα περισσότερα από αυτά που αναφέρονται στις κατευθυντήριες γραμμές της Consensus Meeting of Hamburg και έχουν περιγραφή λεπτομερώς στο βήμα 2. Βλέπε Πίνακα 2.5.1 για τον ορισμό των 7 κριτηρίων [8].

Πίνακας 2.5.1

Ο αλγόριθμος Seven-point checklist: Ορισμός και ιστοπαθολογικοί συσχετισμοί των 7 δερματοσκοπικών κριτηρίων του μελανώματος		
Κριτήριο	Ορισμός	Ιστοπαθολογική συσχέτιση *
1. Άτυπο χρωστικό δίκτυο	Μαύρο, καφέ, ή γκρι δίκτυο με ακανόνιστα πλέγματα και παχιές γραμμές	Ακανόνιστες και διευρυνμένες πλεγματικές ραβδώσεις
2. Μπλε-υπόλευκο πέπλο	Συμβολή, γκρι-μπλε σε υπόλευκο-μπλε χρωματισμό, σχετίζεται με αλλοιώσεις του δικτύου χρωστικής ουσίας, κουκκίδες / σφαιρίδια ή / και ραβδώσεις	Ακανθωτή επιδερμίδα με εστιακή υπερκοκκίωση πάνω από φύλλα χρωματισμένων μελανοκυττάρων στη δερμίδα
3. Άτυπο αγγειακό μοτίβο	Γραμμικό-ακανόνιστο ή διακεκομμένο αγγείο που δεν συνδυάζεται σαφώς με τις δομές παλινδρόμησης και συνδέεται με μεταβολές του δικτύου χρωστικής	Νεοαγγείωση

	ουσίας, κουκκίδες / σφαιρίδια ή / και ραβδώσεις	
4. Παράτυπες ραβδώσεις	Ακανόνιστο, περισσότερη ή λιγότερη συρροή, οι γραμμικές δομές δεν συνδυάζονται καθαρά με τις γραμμές του δικτύου χρωστικής ουσίας	Συρρέουσες κομβικές φωλιές των μελανοκυττάρων
5. Ακανόνιστος χρωματισμός	Μαύρες, καφέ, ή και γκρι χρωματισμένες περιοχές με ακανόνιστο σχήμα ή / και κατανομή	Υπερκοκκίωση στην επιδερμίδα ή/και στην ανώτερη δερμίδα
6. Παράτυπες κουκκίδες/σφαιρίδια	Μαύρο, καφέ, ή / και γκρι στρογγυλό προς ωοειδές, ποικιλότροπες μεγέθους δομές που είναι ακανόνιστα κατανεμημένες εντός του σπίλου	Συσσωματώματα χρωστικής εντός της κεράτινης στιβάδας, της επιδερμίδας, της δερμικής- επιδερμικής ένωσης, ή θηλοειδούς δερμίδας
7. Δομές παλινδρόμησης	Λευκές περιοχές και μπλε περιοχές μπορεί να συνδέονται.	Παχύρρευστο θηλώδες χόριο με ίνωση ή / και μεταβλητές ποσότητες μελανοφάγων

Οι διαφορές μεταξύ μελανώματος και σπίλου αξιολογήθηκαν από μια στατιστική εξέταση και οι κύριες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν σε μια σταδιακή ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης για να προσδιοριστεί το διαφορετικό διαγνωστικό βάρος τους στη διάγνωση μελανώματος, όπως εκφράζεται από αναλογίες πιθανοτήτων. Χρησιμοποιώντας τις αναλογίες πιθανοτήτων που υπολογίστηκαν με πολυπαραγοντική ανάλυση, δόθηκε ένα σκορ 2 στα 3 κριτήρια με αναλογίες πιθανοτήτων >5 , που ονομάστηκαν "κύρια" κριτήρια, και σκορ 1 δόθηκε στα 4 κριτήρια με αναλογίες πιθανοτήτων <5 , που ονομάστηκαν "δευτερεύον" κριτήρια.

Έπειτα γίνεται μια απλή πρόσθεση των επιμέρους βαθμολογιών σε μια συνολική βαθμολογία, η οποία αν είναι 3 ή άνω επιτρέπει ταξινόμηση για το μελάνωμα με ευαισθησία 95% και ειδικότητα 75%. Συνολικά το 82% των μελαγχρωματικών βλαβών διαγνώστηκαν σωστά με τη μέθοδο Seven-point checklist. Βλέπε Πίνακα 2.5.2 για τον υπολογισμό βαθμολογίας [8].

Πίνακας 2.5.2 [8]

Ο αλγόριθμος Seven-point checklist: ένα ελάχιστο συνολικό σκορ 3 απαιτείται για τη διάγνωση του μελανώματος		
ELM κριτήρια	Αναλογία πιθανοτήτων a	Seven-point βαθμολογία b
<i>Βασικά κριτήρια:</i>		
1. Άτυπο δίκτυο χρωστικής	5.19	2
2. Μπλε-υπόλευκο πέπλο	11.1	2
3. Άτυπο αγγειακό μοτίβο	7.42	2
<i>Βασικά κριτήρια:</i>		
4. Ακανόνιστες ραβδώσεις	3.01	1
5. Ακανόνιστος χρωματισμός	4.90	1
6. Ακανόνιστες κουκκίδες / σφαιρίδια	2.93	1
7. δομές Παλινδρόμηση	3.89	

a: Αποδόσεις δεικτών μέτρησης της ικανότητας του κάθε κριτηρίου για να αυξήσει την πιθανότητα διάγνωσης του μελανώματος.

b: Η βαθμολογία για το κριτήριο καθορίζεται βάση του δείκτη απόδοσης: > 5 (βαθμολογία 2), και < 5 (βαθμολογία 1).
Απλά προσθέστε τις βαθμολογίες του κάθε κριτηρίου που υπάρχει μέσα σε ένα κελί [8].

2.6 Απλουστευμένη μορφή scored pattern analysis (ανάλυση πίνακα μοτίβου)

Ο αλγόριθμος Seven-point checklist είναι μια διαγνωστική μέθοδος που απαιτεί την αναγνώριση των 7 δερματοσκοπικών κριτηρίων, επιτρέποντας έτσι ακόμη και σε μη έμπειρους κλινικούς ιατρούς να χρησιμοποιούν το μοντέλο μετά από μια σχετικά μικρή εκμάθηση του. Στην πραγματικότητα, αυτή η απλοποιημένη μορφή του αλγορίθμου έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να βοηθήσει μη έμπειρους δερματολόγους, οι οποίοι ήταν σε θέση να χαρακτηρίσουν ένα υψηλό ποσοστό των μελανωμάτων (σε εύρος ευαισθησίας: 85-93%) [11].

Φυσικά, τα ποσοστά ειδικότητας αυτών των μη έμπειρων ήταν χαμηλά (45-48%). Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι περισσότερες από τις δερματικές ανωμαλίες δεν ήταν μελανώματα και ήταν κλινικά άτυπες, έτσι οδήγησαν εύκολα στην απόφαση για εκτέλεση μιας βιοψίας. Σαφώς, η πραγματική ειδικότητα της μεθόδου στην καθημερινή ρουτίνα θα πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερη. Εν κατακλείδι, για την διάγνωση ενός μελανώματος απαιτείται η ταυτοποίηση τουλάχιστον 2 δερματοσκοπικών ειδικών κριτηρίων μελανώματος (1 πρωτεύον (κύριο) συν 1 δευτερεύον ή 3 δευτερεύοντα κριτήρια) [8].

2.7 ΧΑΣΟ (CASH)

Background

Ο αλγόριθμος ΧΑΣΟ (χρώμα, αρχιτεκτονική, συμμετρία, ομογένεια) για δερματοσκόπηση περιλαμβάνει ένα χαρακτηριστικό που δεν χρησιμοποιήθηκε σε προηγούμενους αλγόριθμους και ονομάζεται αρχιτεκτονική. Η φυσιολογική/ανώμαλη αρχιτεκτονική προέρχεται από τις τρέχουσες αντιλήψεις σχετικά με τη βιολογία καλοηθών εναντίον κακοηθών μελανοκυτταρικών νεοπλασμάτων.

Σκοπός

Επιδιώξαμε να αξιολογήσουμε την ακρίβεια του αλγορίθμου ΧΑΣΟ.

Μεθόδους

Ένα συνολικό σκορ ΧΑΣΟ (ΣΣΧ) υπολογίστηκε για δερματοσκοπικές εικόνες 325 μελανοκυτταρικών νεοπλασμάτων. Έγιναν αναλύσεις των καμπυλών της ευαισθησίας, της εξειδίκευσης, της διαγνωστικής ακρίβειας και του δέκτη λειτουργικού χαρακτηριστικού με σύγκριση του ΣΣΧ με τις ιστοπαθολογικές διαγνώσεις όλων των βλαβών.

Αποτελέσματα

Το μέσο ΣΣΧ ήταν 12,28 για το μελάνωμα, 7,62 για τους δυσπλαστικούς σπίλους, και 5,24 για τους μη-δυσπλαστικούς σπίλους. Αυτές οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές ($P < 0.001$). Ένα ΣΣΧ των 8 ή περισσότερων έδωσε ευαισθησία 98% και εξειδίκευση 68% για τη διάγνωση του μελανώματος.

Περιορισμοί

Αυτή είναι μια μονής-εκτίμησης μελέτη. Απαιτούνται περισσότερες μελέτες για την επαλήθευση του αλγόριθμου ΧΑΣΟ.

Συμπεράσματα

Ο αλγόριθμος ΧΑΣΟ μπορεί να διακρίνει το μελάνωμα από τους μελανοκυτταρικούς σπίλους με ευαισθησία και εξειδίκευση ανάλογη με άλλους αλγορίθμους. Περαιτέρω μελέτη είναι αναγκαία για να καθορίσει ενδο- και μεταξύ- παρατηρητικές συσχετίσεις [9].

2.8 Manzies

Ένας σπίλος για να διαγνωστεί ως μελάνωμα πρέπει να μην έχει τα δύο αρνητικά χαρακτηριστικά και να έχει ένα ή περισσότερα από τα εννέα θετικά χαρακτηριστικά όπως φαίνεται πιο κάτω [10].

Αρνητικά χαρακτηριστικά (δεν μπορούν να υπάρχουν)	• Συμμετρία των μοτίβων • Παρουσία ενός και μόνο χρώματος
Θετικά χαρακτηριστικά (πρέπει τουλάχιστον να υπάρχει ένα)	• Μπλε-λευκό πέπλο Σχήμα • Πολλαπλές καφέ κουκίδες • Ψευδοπόδια (Pseudopods) • Ακτινική ροή • Σαν ουλή αποχρωματισμός • Περιφερικές μαύρες κουκκίδες / σφαιρίδια • Πολλαπλά (5-6) χρώματα • Πολλαπλές μπλε / γκρι κουκκίδες • Διευρυμένο δίκτυο

Ορισμοί

Συμμετρία των μοτίβων	Συμμετρία του μοτίβου απαιτείται σε όλους τους άξονες δια μέσου του σπίλου (από το κέντρο του σπίλου). Συμμετρία του μοτίβου δεν απαιτεί συμμετρία του σχήματος.
Ενιαίο χρώμα	Τα χρώματα που βαθμολογούνται είναι μαύρο, γκρι, μπλε, σκούρο καφέ, μαύρισμα και το κόκκινο. Λευκό δεν βαθμολογείται ως ένα χρώμα.
Μπλε-λευκό πέπλο	Μία ακανόνιστη, χωρίς δομή περιοχή της συρροής μπλε χρώσης με υπερκείμενο λευκό πέπλο. Η χρώση δεν μπορεί να καταλάβει το σύνολο του σπίλου και δεν μπορεί να συνδεθεί με τα κόκκινα-μπλε κενά.
Πολλαπλές καφέ κουκίδες	Περιοχές εστίασης πολλαπλών καφέ (συνήθως σκούρο καφέ) κουκκίδων (όχι σφαιρίδια).

Ψευδοπόδια (Pseudopods)	Βολβώδεις και συχνές προεξοχές με τσακίσεις που βρίσκονται στην άκρη μιας αλλοίωσης που συνδέονται άμεσα είτε με το σώμα του όγκου ή το χρωματισμένο δίκτυο. Δεν μπορεί να κατανεμηθεί τακτικά συμμετρικά γύρο από τον σπίλο.
Ακτινική ροή	Σαν δάχτυλα-προεκτάσεις στην άκρη μιας αλλοίωσης που ποτέ δεν διανέμονται τακτικά ή συμμετρικά γύρω από τον σπίλο.
Σαν ουλή αποχρωματισμός	Περιοχές του λευκού, διακριτές, ακανόνιστες προεκτάσεις (πραγματικές ουλές), οι οποίες δεν πρέπει να συγχέονται με υπό- ή από-χρωματισμούς λόγω της απλής απώλειας της μελανίνης.
Περιφερικές μαύρες κουκκίδες/ σφαιρίδια	Μαύρες κουκκίδες / σφαιρίδια βρέθηκαν κοντά στο άκρο του σπίλου.
Πολλαπλά (5-6) χρώματα	Τα χρώματα που βαθμολογούνται είναι μαύρο, γκρι, μπλε, σκούρο καφέ, μαύρισμα και το κόκκινο. Λευκό δεν βαθμολογείται ως ένα χρώμα
Πολλαπλές μπλε / γκρι κουκκίδες	Εστίες πολλαπλών μπλε ή γκρι κουκκίδων (όχι σφαιρίδια) που συχνά περιγράφονται ως «σαν πιπέρι» στο μοτίβο.
Διευρυμένο δίκτυο	Ένα δίκτυο που αποτελείται από ακανόνιστες, παχιές "χορδές" και είναι συχνά εστιακά παχύτερο.

[10]

Κεφάλαιο 3

Ανασκόπηση δερματολογικών συστημάτων

3.1 Συστήματα σάρωσης	18
3.2 Κλινική εξέταση με οπτική επιθεώρηση	21
3.3 Δερματοσκόπηση	22
3.4 Παρακολούθηση εξετάσεων	22
3.5 Τηλεδερματολογία	23
3.6 Ανάλυση πολυφασματικών εικόνων	23
3.7 Υπέρηχος υψηλής συχνότητας	24
3.8 Οπτική τομογραφία συνοχής	24
3.9 Μικροσκόπιο συνεστιακής ανάκλασης	24
3.10 Διάγνωση με τη βοήθεια υπολογιστή	25

3.1 Συστήματα σάρωσης

Η κλινική παρατήρηση με γυμνό μάτι σε συνδυασμό με τη δερματοσκόπηση μπορεί να θεωρηθεί ως σημείο αναφοράς για το πρακτικό πρότυπο στον προσδιορισμό βλαβών του δέρματος για ιστοπαθολογική αξιολόγηση. Οι μελαγχρωματικές βλάβες πρέπει να αξιολογηθούν στο πλαίσιο του ιστορικού του ασθενή για να εντοπισθούν επικίνδυνοι παράγοντες για μελάνωμα, όπου ακολουθείται από μια εξέταση δερματοσκόπησης ολόκληρου του δέρματος. Μια φωτογράφιση ολόκληρου του σώματος χρησιμοποιείται ευρέως στην παρακολούθηση των ασθενών υψηλού κινδύνου και μπορεί να συνδυαστεί με την ψηφιακή δερματοσκόπηση ή βίντεο δερματοσκόπησης. Νέα, μη επεμβατικά διαγνωστικά βοηθήματα περιλαμβάνουν ανάλυση πολυφασματικών εικόνων, συνεστιακή μικροσκοπία ανάκλασης και συστήματα διάγνωσης με τη βοήθεια υπολογιστή. Ακόμη, το μοριακό προφίλ των βλαβών είναι μια νέα τεχνική που αναδύεται στο προσκήνιο για τη διάγνωση του μελανώματος αλλά ακόμη είναι υπό έρευνα [11]-[13]. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναδειχθεί αρκετά νέα, μη επεμβατικά διαγνωστικά

εργαλεία που έχουν ως στόχο την αύξηση της ακρίβειας της διάγνωσης του καρκίνου του δέρματος και την ελαχιστοποίηση έτσι περιττών χειρουργικών επεμβάσεων (Πίνακας 3.1.1).

Πίνακας 3.1.1
Σύγκριση μεθόδων σάρωσης σπύλων/βλαβών

Μέθοδος	Δεδομένα	Πλεονεκτήματα	Κύρια μειονεκτήματα
Οπτικός έλεγχος	Ο ABCDE * κανόνας είναι ο πιο συνήθης κλινικός οδηγός και εύκολος να εκτελεστεί στις περισσότερες βλάβες, αλλά ο EFG ⁺ είναι πιο κατάλληλος για οζώδεις βλάβες.	Εύκολο να εκτελεστεί.	Περιορισμένη ευαισθησία στη διάγνωση του μελανώματος.
Σύνολο βασικών φωτογραφιών	Ψηφιακής απεικόνιση σε τυποποιημένες θέσεις. Σχεδόν απεικονίζεται ολόκληρη η επιφάνεια του δέρματος	Εντοπισμός νέων ή εξελισσόμενων βλαβών	Δίνει μόνο μακροσκοπικές πληροφορίες
Φορητή δερματοσκόπηση	Απεικόνιση των ανατομικών δομών της επιδερμίδας με δερματοσκόπηση με πολωμένο και μη-πολωμένο φως.	Καθιερωμένα κριτήρια. Αυξάνει τη διαγνωστική ευαισθησία χωρίς να μειώνεται η ειδικότητα, όταν γίνεται από ειδικούς.	Απαιτεί εξειδικευμένη εκπαίδευση.

Διαδοχική δερματοσκοπική παρακολούθηση		Αυτοματοποιημένη διάγνωση και δυνατός ο συνδυασμός με το σύνολο των βασικών φωτογραφιών	Μόνο προεπιλεγμένες βλάβες μπορούν να συγκριθούν δερματοσκοπικά . Δεν είναι κατάλληλο για οζώδεις βλάβες
Ανάλυση πολυφασματικών εικόνων	Το φως που ανακλάται σε διαφορετικά βάθη του δέρματος συλλέγεται και αναλύεται.	Οπτικές πληροφορίες από βαθύτερα στρώματα του δέρματος συγκρίνονται με δερματοσκόπηση. Δυνατή η αυτόματη διάγνωση.	Χρειάζεται περαιτέρω αξιολόγηση σε κλινικές δοκιμές.
Υπέρηχοι υψηλής συχνότητας και τομογραφία οπτικής συνοχής	Κάθετη απεικόνιση του δέρματος	Δυνατή η παρακολούθηση τοπικής θεραπείας	Μέχρι σήμερα, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό βοήθημα
Συνεστιακή μικροσκόπια ανάκλασης	Οριζόντια απεικόνιση του δέρματος με φως λέιζερ που δεν προκαλεί καμία βλάβη στους ιστούς. Η μελανίνη/μελανοκύττα ρα είναι μια ισχυρή πηγή αντίθεσης		Απαιτεί εξειδικευμένη εκπαίδευση. Μέχρι σήμερα, χρησιμοποιείται κυρίως για την έρευνα

Μικροσκοπία σάρωσης με πολυφωτονικό λείζερ		Οπτικοποίηση των κυτταρικών και υποκυτταρικών δομών	Μέχρι σήμερα, χρησιμοποιείται κυρίως για την έρευνα
---	--	--	--

* Ασυμμετρία, όριο ανωμαλίας, χρώμα ποικιλοχρωμία και μεγάλης διαμέτρου, συμπληρώνεται με E για την Εξέλιξη

† Αυξημένα, σταθερή και αυξανόμενη σταδιακά

3.2 Κλινική εξέταση με οπτική επιθεώρηση

Για τον εντοπισμό των επικίνδυνων παραγόντων του μελανώματος είναι απαραίτητη η ύπαρξη ιστορικού του ασθενούς, το οποίο δημιουργείται με την πρώτη πλήρη εξέταση και δερματοσκόπηση πάνω στο σώμα του. Ένα λεπτομερές ιστορικό θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Την ηλικία και το φύλο
- Προσωπική ιστορία του μελανώματος ή του καρκίνου του δέρματος που δεν είναι μελάνωμα
- Οικογενειακό ιστορικό μελανώματος
- Αριθμός των σπύλων
- Παρουσία άτυπων ή δυσπλαστικών σπύλων
- Τον τύπο του δέρματος
- Συνήθειες μαυρίσματος
- Απάντηση για την έκθεση του ασθενή στον ήλιο και συλλογή των στοιχείων της καταστροφής του δέρματος από τον ήλιο [14],[15].

Τα ακρόνυμα ABCD(E), ασυμμετρία (**A**symmetry), σύνορα ανωμαλίας (**B**order irregularity), χρώμα (**C**olour variegation), διάμετρος (large **D**iameter) και εξέλιξης (**E**volution), αντιπροσωπεύουν την κλινική κατευθυντήρια γραμμή για την διάγνωση του μελανώματος.

Ωστόσο, οποιαδήποτε οπτική επιθεώρηση αποτυγχάνει να ανιχνεύσει μικρά μελανώματα και αμελανωτικό μελανώματα. Έτσι, τα άτομα υψηλού κινδύνου έχουν μια εξαμηνιαία

πλήρη δερματική εξέταση που συνοδεύεται από ένα σύνολο φωτογραφιών του σώματος και τη δερματοσκόπηση, καθώς και την εκπαίδευση του ασθενούς για να κάνει αυτοεξέταση [16].

3.3 Δερματοσκόπηση

Η δερματοσκόπηση, επίσης γνωστή και ως μικροσκοπία επιφωτοβολίας, έχει υιοθετηθεί ευρέως στην καθημερινή κλινική χρήση. Επιτρέπει την απεικόνιση του υπεδάφους των ανατομικών δομών της επιδερμίδας και ανώτερο χόριο της δερμίδας. Ένα δερματοσκόπιο αποτελείται από μια πηγή φωτός και ένα μεγεθυντικό φακό. Η Ψηφιακή δερματοσκόπηση ή βιντεοδερματοσκόπηση χρησιμοποιείται επίσης ευρέως. Καθώς παρέχει εύκολη αποθήκευση και ανάκτηση όπως επίσης την δυνατότητα για να αποσταλούν ηλεκτρονικά οι κλινικές εικόνες και η ψηφιακή δερματοσκόπηση. Αυτό ονομάζεται τηλεδερματολογία (Πίνακας 3.1.1). Ένας μεγάλος αριθμός από διαγνωστικούς αλγόριθμους έχουν προταθεί για να αξιολογηθεί ένας σπίλος και για την ανάλυση του μοτίβου, ABCD(E), Seven-point, three-point checklist, Manzi's. Όλοι αυτοί οι αλγόριθμοι έχουν αποδειχθεί ότι έχουν υψηλή ευαισθησία στην διάγνωση του μελανώματος. Η δερματοσκόπηση, όταν γίνεται από ειδικούς αυξάνει την διαγνωστική ευαισθησία και μειώνει περιττές επεμβάσεις [11]-[13],[17]. Δύο αναλύσεις που έγιναν σχετικά με τις μελέτες που δημοσιεύτηκαν πριν από το 2000 επαλήθευσαν ότι η χρήση της δερματοσκόπησης είναι καλύτερη από την εξέταση με γυμνό μάτι όταν εφαρμόζεται από του ειδικούς [11],[12].

3.4 Παρακολούθηση εξετάσεων

Η παρακολούθηση των βλαβών είναι ζωτικής σημασίας καθώς είναι ανέφικτη η αφαίρεση όλων των βλαβών. Υποπτες βλάβες μπορεί να παρακολουθούνται με μία σειρά από δερματοσκοπικές και μακροσκοπικές απεικονίσεις. Ψηφιακές δερματοσκοπικές (και κλινικές) εικόνες έχουν ληφθεί και έχουν συνδεθεί με την περιοχή του σώματος μέσω ενός υπολογιστή. Κατά την επίσκεψη για την παρακολούθηση, ο σπίλος ο ίδιος φωτογραφίζεται και πάλι για σύγκριση. Αυτή η διαδικασία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για του ασθενείς με πολλαπλές βλάβες και σύμφωνα με αναφορές βελτιώνουν την ακρίβεια στη διάγνωση του μελανώματος [13],[19]. Μια χρήσιμη στρατηγική είναι μια

επανεξέταση μετά από τρεις μήνες και οι επόμενες επισκέψεις για παρακολούθηση κάθε 6-12 μήνες. Για άτομα με οικογενείς άτυπες πολλαπλές ελιές και το σύνδρομο μελανώματος, συνιστάτε παρακολούθηση κάθε τρεις μήνες [20]. Ένα κύριο πρόβλημα της μεθόδου είναι το γεγονός ότι μόνο οι προεπιλεγμένες βλάβες παρακολουθούνται, ενώ οι αλλαγές σε προηγούμενως μη ύποπτες βλάβες δεν θα έχουν καταγραφεί. Ακόμη στις οξώδης βλάβες η παρακολούθηση δεν πρέπει να εφαρμόζεται για τον λόγο ότι εάν είναι κακοήθεις τείνουν να μεγαλώνουν γρηγορότερα σε αντίθεση με άλλους τύπους μελανώματος. Ακόμη και μικρές καθυστερήσεις στη θεραπεία μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο μιας κακής πρόγνωσης.

3.5 Τηλεδερματολογία

Η ψηφιακή δερματοσκόπηση επιτρέπει στους γιατρούς να έχουν μια αρχική εικόνα του σπίλου και στην συνέχεια να την προωθήσουν σε ειδικούς για μια δεύτερη γνώμη [21]. Μελέτες έχουν δείξει ότι η διάγνωση που γίνεται πρόσωπο με πρόσωπο και η διάγνωση με βάση ψηφιακές εικόνες συμφωνούν [22],[23]. Αυτό έχει θετικό αντίκτυπο στις περιπτώσεις που η παραπομπή του ασθενή για εξέταση συνδέεται με σημαντικό κόστος και μεγάλο χρόνο για τον ασθενή. Σύγχρονες συσκευές απεικόνισης δέρματος συνδυάζουν δερματοσκόπηση και μια συνολική φωτογραφία του σώματος με τα δίκτυα τηλεδερματολογίας και με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή παράγουν μια αυτοματοποιημένη διάγνωση. Η εταιρεία MoleMap, που ιδρύθηκε από τους δερματολόγους, για παράδειγμα, προσφέρει ένα σύστημα στο οποίο μια λεπτομερής εξέταση που ακολουθείται από συνολική φωτογράφιση του σώματος και ολοκληρωμένη δερματοσκοπική λήψη εικόνας λαμβάνεται από έναν ειδικά εκπαιδευμένο νοσηλευτή. Οι πληροφορίες αυτές στη συνέχεια αποστέλλονται ηλεκτρονικά σε έναν δερματολόγο για μια πιο εκτενή ανάλυση.

3.6 Ανάλυση πολυφασματικών εικόνων

Η πολυφασματική απεικόνιση βασίζεται στην αρχή ότι το φως των διαφορετικών μηκών κύματος, του ορατού και του υπέρυθρου φάσματος, διαπερνούν το δέρμα σε διαφορετικά βάθη. Σε συνδυασμό με την ανάλυση που παράγεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή,

ορισμένα χαρακτηριστικά που δεν είναι ορατά με μακροσκοπική και δερματοσκοπική ανάλυση μπορούν να απεικονιστούν.

3.7 Υπέρηχος υψηλής συχνότητας

Ο υπέρηχος υψηλής συχνότητας παρέχει μία κατακόρυφη εικόνα του δέρματος που βασίζεται σε διαφορετικές ακουστικές ιδιότητες. Ωστόσο, εξαιτίας της περιορισμένης ανάλυσης, ο υπέρηχος από μόνος του δεν είναι ένα αξιόπιστο διαγνωστικό βοήθημα. Αυτή η τεχνική είναι καταλληλότερη για την προεργασία πριν την επέμβαση, για παράδειγμα την εκτίμηση του πάχους του όγκου.

3.8 Οπτική τομογραφία συνοχής

Η οπτική τομογραφία συνοχής είναι παρόμοια με την τεχνική των υπερήχων, ωστόσο χρησιμοποιεί φως αντί των ηχητικών κυμάτων. Έχει καλύτερη ανάλυση από ένα υπερηχογράφημα, αλλά διεισδύει μόνο σε βάθος έως 1mm, το οποίο αντιστοιχεί περίπου στο δικτυωτό της δερμίδας. Η ανάλυση της οπτικής τομογραφίας συνοχής δεν φτάνει τις δυνατότητες της ανάκλασης της συνεστιακής μικροσκοπίας ή της ιστοπαθολογικής εξέτασης, ωστόσο οι κυτταρικές λεπτομέρειες μπορούν να προβληθούν με τις πιο σύγχρονες συσκευές. Αν και υπάρχουν μελέτες σχετικά με τις διάφορες λειτουργίες του καρκίνου του δέρματος, οι εκθέσεις της διαγνωστικής ακρίβειας της οπτικής τομογραφίας συνοχής λείπουν. Φαίνεται ότι αυτή η τεχνική θα μπορούσε επίσης να παίξει ρόλο σε άλλες ασθένειες του δέρματος στο μέλλον, όπως η δερματίτιδα επαφής, ψωρίαση και πομφολυγώδεις νόσους, καθώς και την παρακολούθηση της τοπικής θεραπείας [24].

3.9 Μικροσκόπιο συνεστιακής ανάκλασης

Η συνεστιακή σάρωση λέιζερ με μικροσκόπιο μπορεί να λειτουργεί σε φθορισμό ή λειτουργία ανάκλασης, όπου η ανάκλαση συνεστιακού μικροσκοπίου είναι πιο κατάλληλη για κλινικές εφαρμογές. Η ανάκλαση με συνεστιακό μικροσκόπιο επιτρέπει την απεικόνιση της επιδερμίδας και του θηλώδους χορίου σε μια οιονεί-ιστολογική (quasi-histological) ανάλυση. Οριζόντια τμήματα του σπίλου μπορούν να σαρωθούν και να

προβληθούν χρησιμοποιώντας ένα υπέρυθρο λέιζερ. Αυτή η μέθοδος είναι ιδανική για την διάγνωση του μελανώματος καθώς η μελανίνη παρέχει ισχυρή αντίθεση και μπορεί να απεικονιστεί εύκολα. Έχουν προταθεί διαγνωστικοί αλγόριθμοι για την ανίχνευση του μελανώματος και δείχνουν βελτιωμένη διαγνωστική ακρίβεια και ευαισθησία [25]-[27]. Ωστόσο απαιτούνται κλινικές μελέτες μεγάλης κλίμακας για την αξιολόγηση των μεθόδων και τις κλινικές τους δυνατότητες.

3.10 Διάγνωση με τη βοήθεια υπολογιστή

Αυτοματοποιημένα συστήματα διάγνωσης εξάγουν και αναλύουν τα χαρακτηριστικά των δερματικών βλαβών για να δώσουν μια διάγνωση. Έχει δειχθεί ότι φτάνουν σε παρόμοια επίπεδα διαγνωστικής εξειδίκευσης και ευαισθησίας με αυτά των έμπειρων δερματολόγων [28]. Μέχρι σήμερα, λίγα πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα είναι διαθέσιμα, μερικά από τα οποία είναι ενσωματωμένα στο λογισμικό των συσκευών δερματοσκόπησης. Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την αξιολόγηση του αντίκτυπου των αυτοματοποιημένων μέσων κατά της ανθρώπινης απόδοσης στο κλινικό πεδίο.

Κεφάλαιο 4

Μεθοδολογία –Αλγόριθμοι

4.1 Εισαγωγή	26
4.2 Προ-επεξεργασία	27
4.3 Αλγόριθμοι κατάτμησης	31
4.4 Εξαγωγή μορφολογικών χαρακτηριστικών δερματοπάθειας	34

4.1 Εισαγωγή

Για την επεξεργασία και την ανάλυση των σπύλων, σε αυτή την εργασία αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανάλυσης ψηφιακών εικόνων δερματοπαθειών. Σκοπός του παρόντος συστήματος είναι η εξαγωγή και ποσοτικοποίηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών, που κάνουν χρήση οι γιατροί για την διάγνωση δερματικών ανωμαλιών. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά που εξάχθηκαν και μελετήθηκαν είναι η ασσυμετρία, τα όρια, το χρώμα, η εξέλιξη, η στρογγυλότητα και η περίμετρος.

Τα διακριτά βήματα του αλγόριθμου επεξεργασίας της κάθε εικόνας είναι τα εξής:

1. Η προ-επεξεργασία της εικόνας του σημείου αναφοράς.
2. Η κατάτμηση της εικόνας του σημείου αναφοράς και εύρεση των τεσσάρων χρωματιστών τετραγώνων
3. Η προ-επεξεργασία της εικόνας του σπύλου.
4. Η κατάτμηση της εικόνας του σπύλου σε δύο περιοχές: σε αυτή του σπύλου και αυτή του δέρματος.
5. Υπολογισμός των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σπύλου.

4.2 Προ-επεξεργασία

Διάμεσο φίλτρο:

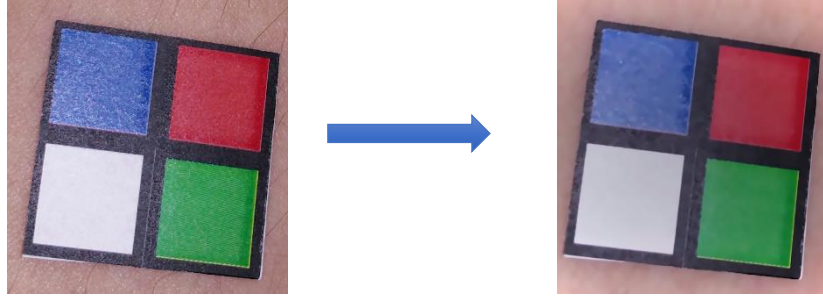
Σε αυτό το στάδιο, οι επιδράσεις ενός μέρους των αντικειμένων σε μακροσκοπικές εικόνες, συμπεριλαμβανομένου του θορύβου πρόσκρουσης (impact noise), των γραμμών του δέρματος, των λεπτών τριχών, των λεκέδων του δέρματος και των μικρών λαμπών και ανακλάσεων, αφαιρούνται εφαρμόζοντας ένα **διάμεσο φίλτρο** με μέγεθος μάσκας που υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1) [30].

$$n = \text{floor} (5 * \sqrt{(M/768) * (N/512)}) \quad (1)$$

Σε αυτή την εξίσωση, το μέγεθος μάσκας n καθορίζεται για μια εικόνα $M \times N$ και η λειτουργία floor στρογγυλοποιείται προς τα κάτω στο αποτέλεσμα στον επόμενο ακέραιο αριθμό.

Αφαίρεση θορύβου:

Επιπλέον για την αφαίρεση θορύβου από την εικόνα εφαρμόστηκε η μέθοδος μη τοπικού μέσου (**non-local means**). Η μέθοδος βασίζεται σε μια απλή αρχή: αντικατάσταση του χρώματος ενός εικονοστοιχείου με τον μέσο όρο των χρωμάτων παρόμοιων εικονοστοιχείων. Αλλά τα πιο παρόμοια εικονοστοιχεία σε ένα δεδομένο εικονοστοιχείο δεν έχουν κανένα λόγο να είναι κοντά. Επομένως, είναι θεμιτό να σαρωθεί ένα τεράστιο τμήμα της εικόνας σε αναζήτηση όλων των εικονοστοιχείων που πραγματικά μοιάζουν με το εικονοστοιχείο που θα γίνει η διόρθωση (denoise). Αυτή η μέθοδος παίρνει περισσότερο χρόνο σε σύγκριση με τις τεχνικές θόλωσης (blurring techniques) αλλά τα αποτελέσματα είναι πολύ καλύτερα [31].



Σχήμα 4.2.1: Παράδειγμα αφαίρεσης θορύβου από την εικόνα.

Λιόρθωση σκιάσεων:

Στη συνέχεια, έστω η εικόνα εισόδου στο έγχρωμο χώρο **RGB** $I \in \mathbb{R}^{m \times n \times 3}$. Εξετάζονται οι εντάσεις των εικονοστοιχείων στην περιοχή $[0, 1]$ και τα εικονοστοιχεία που έχουν ευρεθεί από την πλειάδα $(i, j) \in \{1, 2, \dots, m\} \times \{1, 2, \dots, n\}$ στο κανάλι **V** (τρίτο κανάλι του χώρου χρώματος **HSV**) που ορίζεται από την εξίσωση (2):

$$V_{(i,j)} = \max\{R_{(i,j)}, G_{(i,j)}, B_{(i,j)}\} \quad (2)$$

Όπου $\{R_{(i,j)}, G_{(i,j)}, B_{(i,j)}\}$ είναι το εικονοστοιχείο ευρετηριωμένο από (i, j) στο έγχρωμο χώρο **RGB**. Το κανάλι **V** παίζει βασικό ρόλο σε αυτό το βήμα της προ-επεξεργασίας, επειδή τα φαινόμενα σκίασης μπορεί να είναι καλύτερα αναγνωρισμένα σε αυτό κανάλι [32]. Εξετάζονται τα ακόλουθα σκετ εικονοστοιχείων στην εικόνα **I**:

$$\begin{aligned} \Phi_{ul} &= \{(i, j) | 1 \leq i \leq k, 1 \leq j \leq k\}, \\ \Phi_{ur} &= \{(i, j) | 1 \leq i \leq k, n - k + 1 \leq j \leq n\}, \\ \Phi_{ll} &= \{(i, j) | m - k + 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq k\}, \\ \Phi_{lr} &= \{(i, j) | m - k + 1 \leq i \leq m, n - k + 1 \leq j \leq n\}. \end{aligned} \quad (3)$$

Αυτά τα σύνολα περιέχουν τα εικονοστοιχεία με δείκτες της ανώτατης αριστερής $k \times k$ γωνιάς (Φ_{ul}), της ανώτατης δεξιάς $k \times k$ γωνιάς (Φ_{ur}), της κατώτατης αριστερής $k \times k$ γωνιάς (Φ_{ll}), και της κατώτατης δεξιάς $k \times k$ γωνιάς (Φ_{lr}). Δεδομένου ότι υποτίθεται ότι η βλάβη δεν αγγίζει τις τέσσερις γωνίες της εικόνας θεωρούμε ότι τα εικονοστοιχεία περιέχουν μόνο δείγμα δέρματος, τα

οποία χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του ακόλουθου μοντέλου τετραγωνισμένης αλλοιώσεως δέρματος:

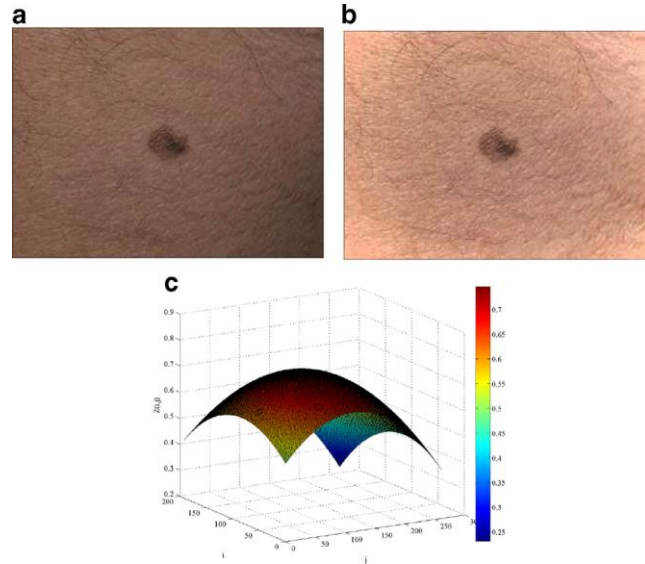
$$Z_{(i,j)} = P_1 i^2 + P_2 j^2 + P_3 ij + P_4 i + P_5 j + P_6 \quad (4)$$

Οι παράμετροι $\{P_k\}_{k=1}^{k=6}$ επιλέγονται έτσι ώστε:

$$\{P_k\}_{k=1}^{k=6} = \arg \min_{\{P_k\}_{k=1}^{k=6}} \sum_{(i,j) \in \Phi} (Z_{(i,j)} - V_{(i,j)})^2 \quad (5)$$

Όπου $\Phi = \Phi_{ul} \cup \Phi_{ur} \cup \Phi_{ll} \cup \Phi_{lr}$. Στην συνέχεια το καινούριο κανάλι V^* λαμβάνεται

όπου η σκίαση εξασθενεί: $V_{(i,j)}^* = \frac{V_{(i,j)}}{Z_{(i,j)}}$



Σχήμα 4.2.2: Παράδειγμα διόρθωσης σκίασης: **(a)** εικόνα σπίλου πριν από την διόρθωση της σκίασης. **(b)** Εικόνα σπίλου μετά από διόρθωση σκίασης. **(c)** Τρισδιάστατη απεικόνιση του μοντέλου φωτισμού του δέρματος [32].

Έτσι, το στάδιο προ-επεξεργασίας μπορεί να συνοψισθεί ως εξής:

1. Μετατροπή της εικόνας εισόδου από το χώρο χρωμάτων **RGB** στο χώρο χρώματος **HSV**.
2. Υπολογισμός του V^* και αντικατάσταση του V με V^*
3. Επαναφορά της εικόνας από **HSV** σε **RGB**

Προκειμένου να αποδυναμωθεί η επίδραση του μη ομοιόμορφου φωτισμού ή της σκιάς, η εικόνα του αρχικού χώρου **RGB** χρώματος μετατρέπεται σε χώρο απόχρωσης, κορεσμού και τιμής (**HSV**), επειδή το φαινόμενο σκίασης στο κανάλι Value είναι πιο ορατό από άλλα κανάλια και διαστήματα. Στη συνέχεια η δειγματοληψία από το κανονικό δέρμα γίνεται ως εξής και όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2.3:



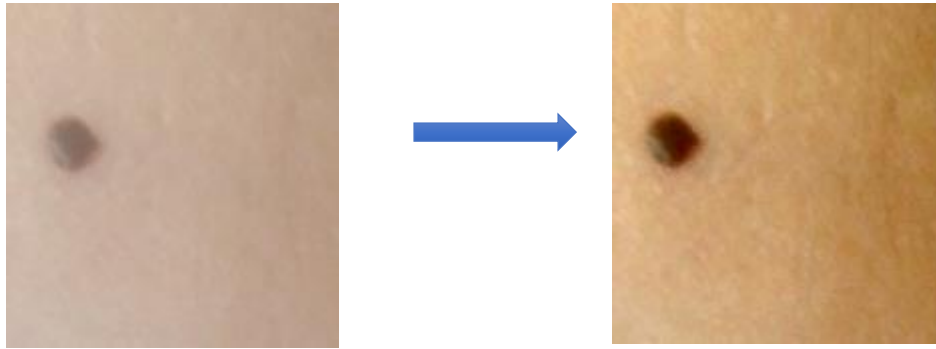
Σχήμα 4.2.3: Δειγματοληψία από τις τέσσερις γωνίες του καναλιού V σε 40×40 τετράγωνα, λαμβάνοντας υπόψη το περιθώριο των 10 εικονοστοιχείων από τις άκρες των εικόνων.

Διόρθωση χρωμάτων:

Σε αυτό το βήμα έγινε προσπάθεια για διόρθωση των χρωμάτων της εικόνας βασιζόμενη στις εξής εξισώσεις:

$$\begin{aligned} R_{out} &= a_R R_{in}^{YR} + b_R \\ G_{out} &= a_G G_{in}^{YG} + b_G \\ B_{out} &= a_B B_{in}^{YB} + b_B \end{aligned} \quad (6)$$

Τα R_{in} , G_{in} and B_{in} υποδηλώνουν τα πρωτότυπα των χρωμάτων: κόκκινου, πράσινου και μπλε και τα R_{out} , G_{out} και B_{out} υποδηλώνουν τα διορθωμένα χρώματα εξόδου [33]. Οι εξισώσεις λύθηκαν χρησιμοποιώντας τον μη γραμμικό αλγόριθμο ελαχίστων τετραγώνων (lmfit στην Python [34]).



Σχημα 4.2.4: Παράδειγμα διόρθωσης χρωμάτων.

4.3 Αλγόριθμοι κατάτμησης

Αν και για τον άνθρωπο η εύρεση των ορίων είναι σχετικά εύκολη στις πλείστες φορές δεν μπορούμε να πούμε το ίδιο όταν αυτό γίνεται μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Για την εύρεση των ορίων μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή πρέπει να εφαρμοστούν κάποιοι αλγόριθμοι κατάτμησης για να προσεγγίσει αυτά τα όρια.

Σκοπός της κατάτμησης είναι η παραγωγή μίας δυαδικής εικόνας (binary mask) η οποία δουλεύει ως μάσκα για να διαχωρίσουμε το δέρμα από την δερματοπάθεια. Τα εικονοστοιχεία που περιέχουν 0 (μαύρο) αντιστοιχούν στο δέρμα καθώς τα εικονοστοιχεία που περιέχουν 1 (άσπρο) αντιστοιχούν στην περιοχή της δερματοπάθειας. Η δημιουργία της μάσκας αποτελεί το πιο σημαντικό κομμάτι του συστήματος, καθώς για την εξαγωγή των μορφολογικών χαρακτηριστικών της δερματοπάθειας το σύστημα πρέπει να γνωρίζει έστω κατά προσέγγιση τα όρια της.

Canny Edge Detection:

Για την αναγνώριση των ορίων των τετραγώνων χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος εντοπισμού ακμής Canny (**Canny Edge Detection**). Η ανίχνευση ακμής Canny είναι μια τεχνική για την εξαγωγή χρήσιμων δομικών όπου έχει εφαρμοστεί ευρέως σε διάφορα συστήματα ηλεκτρονικής όρασης. Τα γενικά κριτήρια ανίχνευσης ακμών περιλαμβάνουν [36]:

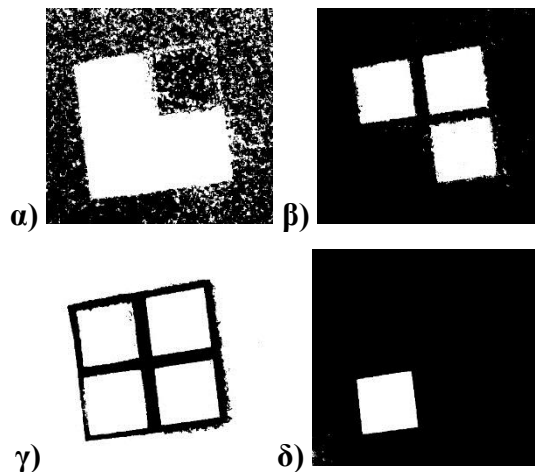
1. Ανίχνευση ακμής με χαμηλό ρυθμό σφάλματος, πράγμα που σημαίνει ότι η ανίχνευση πρέπει να αγγίζει με ακρίβεια όσες ακμές εμφανίζονται στην εικόνα όσο το δυνατόν περισσότερο.
2. Το σημείο ακμής που ανιχνεύεται από τον χειριστή θα πρέπει να εντοπίζεται με ακρίβεια στο κέντρο της άκρης.
3. Μια δεδομένη ακμή στην εικόνα θα πρέπει να σημειώνεται μόνο μία φορά και, όπου είναι δυνατόν, ο θόρυβος της εικόνας δεν πρέπει να δημιουργεί ψευδείς ακμές.

Μεταξύ των μεθόδων ανίχνευσης ακμών που αναπτύχθηκαν μέχρι τώρα, ο αλγόριθμος ανίχνευσης άκρων Canny είναι μία από τις πιο αυστηρά καθορισμένες μεθόδους που παρέχει καλή και αξιόπιστη ανίχνευση. Λόγω της βελτιστοποίησής του για να ανταποκριθεί στα τρία κριτήρια για την ανίχνευση ακμών και την απλότητα της διαδικασίας για την υλοποίηση, έγινε ένας από τους πιο δημοφιλείς αλγόριθμους ανίχνευσης άκρων [35].

Ο αλγόριθμος εντοπισμού ακμής Canny εφαρμόστηκε και στα τρία χρωματικά κανάλια του χρωματικού χώρου **HSV** για καλύτερα αποτελέσματα.

Σε κάθε στάδιο έγιναν οι εξής ελέγχοι:

1. Αν τα Contours ήταν ίσα με τέσσερα.
2. Αν η μέγιστη γωνία συνημίτονου που σχηματίζουν είναι μικρότερη από 0.1 και η απόσταση μεταξύ τους ήταν μικρότερη του $\tau = 50$.



Σχήμα 4.3.1: Παράδειγμα εκτέλεσης εντοπισμού ακμών Canny.

α) αποτέλεσμα 1ης επανάληψης, **β)** αποτέλεσμα 26ης επανάληψης, **γ)** αποτέλεσμα 38^{ης} επανάληψης και **δ)** αποτέλεσμα 43ης επανάληψης.

Με την ολοκλήρωση του πιο πάνω αλγορίθμου και την αναγνώριση των τεσσάρων τετραγώνων ακολουθεί η κατηγοριοποίηση τους στα ακόλουθα χρώματα:

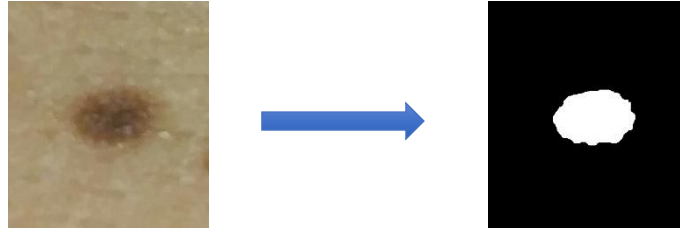
- Άσπρο (255,255,255)
- Μπλε (0,0,255)
- Πράσινο (0,255,0)
- Κόκκινο (255,0,0)

Η κατηγοριοποίηση στα πιο πάνω χρώματα έγινε ως εξής:

1. Εύρεση του άσπρου τετραγώνου, το τετράγωνο που είχε τις μεγαλύτερες τιμές και στα τρία χρωματικά κανάλια.
2. Εύρεση του μπλε τετραγώνου, το τετράγωνο που είχε την μεγαλύτερη τιμή στο μπλε χρωματικό κανάλι.
3. Εύρεση του πράσινου τετραγώνου, το τετράγωνο που είχε την μεγαλύτερη τιμή στο πράσινο χρωματικό κανάλι.
4. Εύρεση του κόκκινου τετραγώνου, το τετράγωνο που είχε την μεγαλύτερη τιμή στο κόκκινο χρωματικό κανάλι.

Otsu:

Για την αναγνώριση των ορίων της δερματοπάθειας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος **Otsu**. Ο αλγόριθμος υποθέτει ότι η εικόνα περιέχει δύο κατηγορίες εικονοστοιχείων που ακολουθούν το ιστόγραμμα bi-modal (εικονοστοιχεία προσκήνιου και εικονοστοιχεία φόντου) και στη συνέχεια υπολογίζει το βέλτιστο κατώφλι που τα χωρίζει [35]. Με το πέρας του αλγορίθμου εφαρμόζεται ο μορφολογικός μετασχηματισμός άνοιγμα (**Open**) και ακολούθως ο μορφολογικός μετασχηματισμός κλείσιμο (**Close**) με πυρήνα (**kernel**) 9 x 9 για την αφαίρεση θορύβου.



Σχήμα 4.3.2: Παράδειγμα εκτέλεσης εντοπισμού δερματοπάθειας.

4.4 Εξαγωγή μορφολογικών χαρακτηριστικών δερματοπάθειας

Υπολογισμός μεγέθους της περιοχής της δερματοπάθειας:

Στο στάδιο της κατάτμησης υπολογίζεται το μέγεθος της κλίμακας των εικονοστοιχείων της εικόνας με βάση τον μέσο όρο των τεσσάρων πλευρών του λευκού τετραγώνου και το πραγματικό μέγεθος της πλευράς του (εξίσωση 7). Με αυτό τον τρόπο το σύστημα μπορεί να γνωρίζει και να υπολογίσει το πραγματικό μέγεθος της περιοχής της δερματοπάθειας. Η αρχική τιμή της περιοχής της δερματοπάθειας υπολογίστηκε με την βοήθεια της συνάρτησης `contourArea` του OpenCV [37] σε εικονοστοιχεία και στην συνέχεια μετατρέπεται σε χιλιοστόμετρο (εξίσωση 8).

$$scale = \frac{1}{4} * \sum_{i=0}^1 \sum_{j=2}^3 \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} * \text{πραγματικό μέγεθος} \quad (7)$$

$$\text{περιοχή} = \frac{\text{περιοχή}_p}{scale^2} \quad (8)$$

Όπου περιοχή_p το αρχικό μέγεθος της περιοχής σε εικονοστοιχεία και $scale$ το μέγεθος της κλίμακας.

Υπολογισμός της περιμέτρου:

Η περίμετρος είναι το μονοπάτι που περιβάλλει ένα δισδιάστατο σχήμα.

Η αρχική περίμετρος που καταλαμβάνει η δερματοπάθεια υπολογίστηκε με την βοήθεια της συνάρτησης `arcLength` του OpenCV [37] σε εικονοστοιχεία και στην συνέχεια μετατρέπεται σε χιλιοστόμετρο (εξίσωση 9).

$$\text{περίμετρος} = \frac{\text{περίμετρος}_p}{\text{scale}} \quad (9)$$

Όπου περίμετρος p το αρχικό μέγεθος της περιμέτρου σε εικονοστιχεία και scale το μέγεθος της κλίμακας.

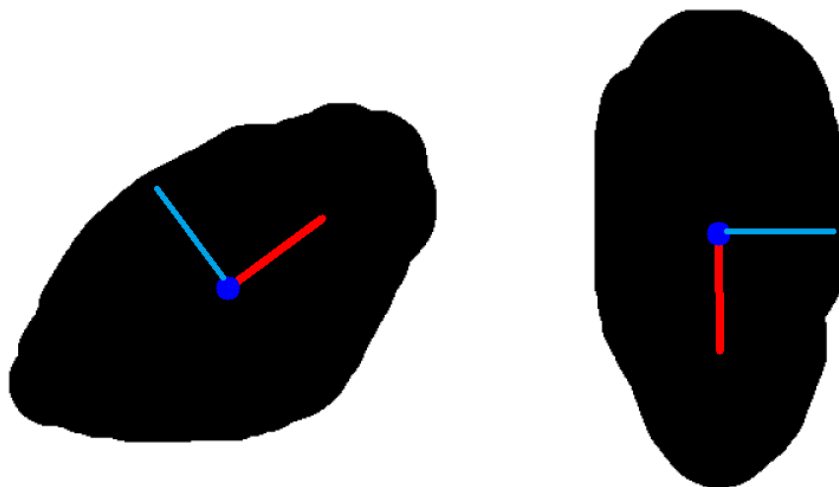
Υπολογισμός στρογγυλότητας:

Η στρογγυλότητα είναι το μέτρο σύγκρισης του πόσο κοντά ένα σχήμα ενός αντικειμένου προσεγγίζει ένα μαθηματικά τέλειο κύκλο. Η στρογγυλότητα υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση 10, με αποτελέσματα από 0.0 μέχρι 1.0 όπου οποιοδήποτε αποτέλεσμα μεγαλύτερο ή ίσο με 0.90 δηλώνει κύκλο .

$$\text{στρογγυλότητα} = \frac{4 \cdot \text{περιοχή} \cdot \pi}{\text{περίμετρος}^2} \quad (10)$$

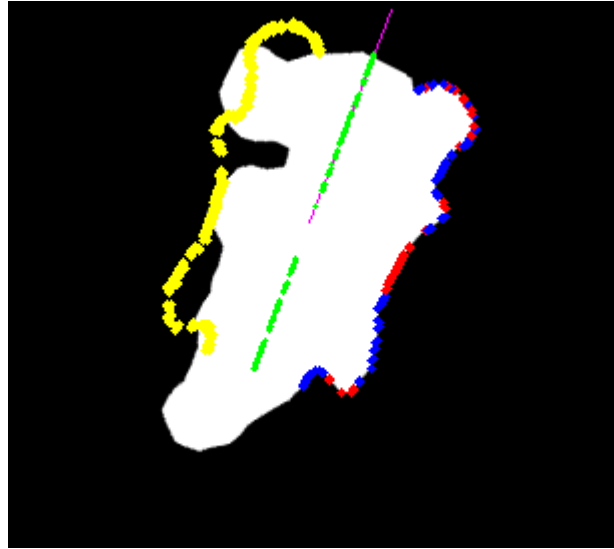
Υπολογισμός ασυμμετρίας:

Ο αλγόριθμος που αναπτύχθηκε για την εύρεση της ασυμμετρίας στην παρούσα εργασία ελέγχει τα όρια της μάσκας της εικόνας. Η μάσκα σαρώνεται και εφαρμόζεται η κατάλληλη έλλειψη πάνω της (**fit ellipse**) για την εύρεση των αξόνων της δερματοπάθειας και την κλίση της.



Σχήμα 4.4.1: Παράδειγμα εκτέλεσης εντοπισμού αξόνων.

Για κάθε όριο της δερματοπάθειας υπολογίζεται η απόσταση προς τον κάθετο άξονα του (εξίσωση 1) και ακολούθως υπολογίζεται ένα νέο σημείο από τον άξονα του, ακριβώς απέναντι από αυτό με την ίδια απόσταση. Ελέγχεται κατά πόσο το καινούριο σημείο είναι όριο της δερματοπάθειας ή όχι (εξισώσεις 2-3). Για κάθε έναν τέτοιο έλεγχο που τα όρια διαφέρουν σημειώνεται ως μία αποτυχία.



Σχήμα 4.4.2: Παράδειγμα εκτέλεσης εντοπισμού ασυμμετρίας, μπλε/κόκκινο χρώμα είναι τα όρια που εξετάστηκαν και τα κίτρινα είναι τα νέα σημεία που υπολογίστηκαν και εξετάστηκαν εάν είναι όρια και απέτυχαν.

Το μέτρο της ασυμμετρίας υπολογίζεται με βάση τον αριθμό αποτυχιών προς τον συνολικό αριθμό ορίων που ελέγχθηκαν (εξίσωση 11). Η ασυμμετρία υπολογίζεται και στους δύο άξονες της δερματοπάθειας. Στην περίπτωση όπου και στους δύο άξονες το ποσοστό της ασυμμετρίας είναι μικρότερο του 45% τότε ο αλγόριθμος επιστρέφει 0 δηλώνοντας πως η δερματοπάθεια είναι συμμετρική και στους δύο άξονες. Στην περίπτωση όπου υπάρχει ασυμμετρία σε ένα από τους άξονες επιστρέφει 1 και στην περίπτωση όπου υπάρχει ασυμμετρία και στους δύο άξονες επιστρέφει 2.

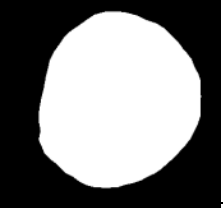
$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (11)$$

Όπου x_1, y_1 το x,y του ορίου που εξετάζουμε, όπου x_2, y_2 το x,y του άξονα.

$$x_{new} = x_2 + \eta\mu\acute{\iota}\tau\omicron\nu\omicron(\gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha) * d \quad (12)$$

$$y_{new} = y_2 + \sigma\upsilon\nu\eta\mu\acute{\iota}\tau\omicron\nu\omicron(\gamma\omega\nu\acute{\iota}\alpha) * d \quad (13)$$

$$\text{Ποσοστό ασυμμετρίας} = \frac{\text{αριθμός αποτυχιών}}{\text{συνολικό αριθμό ορίων που ελέγχθηκαν}} * 100 \quad (14)$$

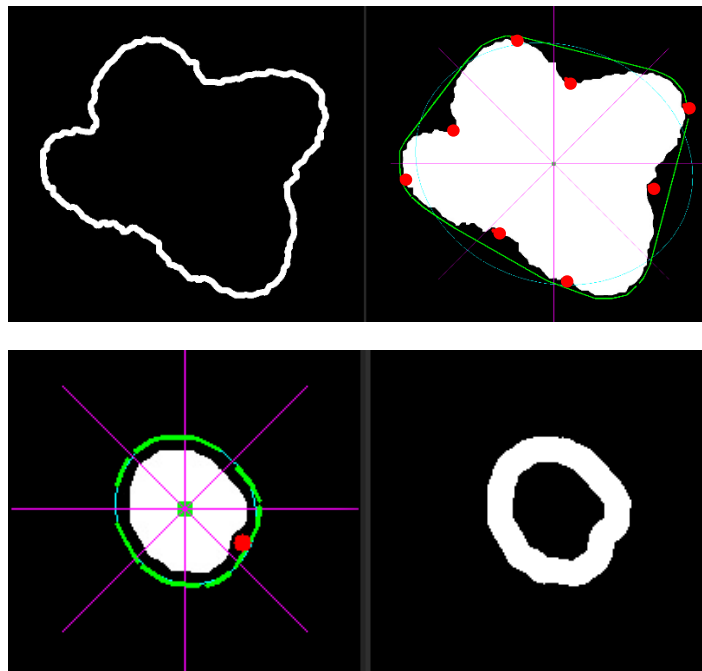
	Αριθμός σημείων που ελέγχθηκαν στον X άξονα	Αριθμός αποτυχιών στον X άξονα	Ποσοστό ασυμμετρίας στον X άξονα	Αριθμός σημείων που ελέγχθηκαν στον Y άξονα	Αριθμός αποτυχιών στον Y άξονα	Ποσοστό ασυμμετρίας στον Y άξονα	Συνολικός Αριθμός σημείων που ελέγχθηκαν	Συνολικός Αριθμός αποτυχιών	Συνολικό ποσοστό ασυμμετρίας
	91	27	26.7%	66	41	62.1%	157	68	43.3%
	413	116	28%	360	43	12%	773	159	20.5%
	308	93	30.2%	334	277	83%	642	370	57.6%
	349	271	77.7%	324	209	64.5%	673	480	71.3%

Σχήμα 4.4.3: Παράδειγμα εκτέλεσης εντοπισμού ποσοστού ασυμμετρίας σε μελανώματα. Αριστερά εμφανίζεται η δυαδική εικόνα του μελανώματος και δεξιά ο

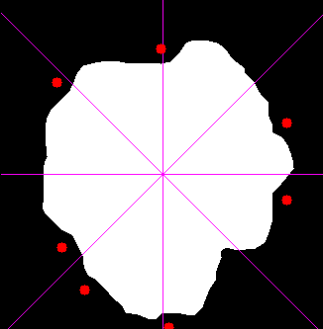
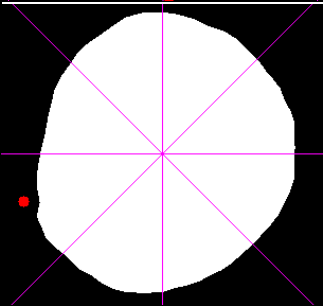
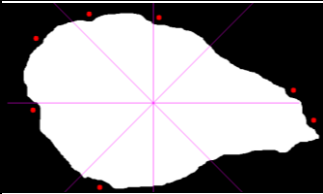
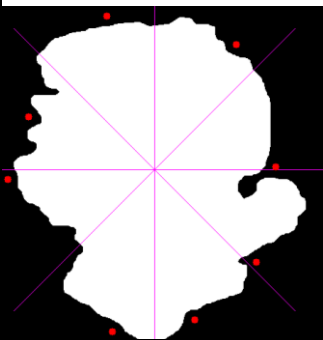
αριθμός σημείων που ελέγχθηκαν και των αποτυχιών που καταγραφικάν στου δυο άξονες, καθώς επίσης ο συνολικός αριθμός σημείων που ελέγχθηκαν ,που απειτιχαν και το συνολικό ποσοστό ασυμμετρίας.

Υπολογισμός ανωμαλιών ορίων:

Τα όρια της μάσκας του σπίλου χωρίζονται σε 8 περιοχές, όπου κάθε μια από αυτές αναλύεται και εξετάζεται κατά πόσο υπάρχουν εγκοπές η απότομες ακμές. Στην μάσκα εφαρμόζεται μορφολογικός μετασχηματισμός διαστολής 30 εικονοστοιχείων. Για κάθε περιοχή που εμφανίζεται μια εγκοπή ή μια απότομη ακμή το σύστημα αυξάνει τον μετρητή ορίων κατά ένα και προχωρά στην επόμενη περιοχή. Η εύρεση των εγκοπών/απότομων ακμών έγινε με την χρήση των συναρτήσεων convexHull και convexityDefects του OpenCV [39].



Σχήμα 4.4.4: α) Παράδειγμα εκτέλεσης εντοπισμού εγκοπών/απότομων ακμών στις 8 περιοχές. Με κόκκινο χρώμα σημειώθηκαν τα σημεία όπου βρέθηκε η πρώτη εγκοπή/απότομη ακμή στην συγκεκριμένη περιοχή. **β)** διαστολή των ορίων της μάσκας χρησιμοποιώντας δίσκο έλλειψης 30 εικονοστοιχείων.

	Αριθμός ανωμαλιών ορίων:
	7/8
	1/8
	7/8
	8/8

Σχήμα 4.4.5: Παράδειγμα εκτέλεσης εντοπισμού αριθμού ανωμαλιών ορίων. Αριστερά εμφανίζεται η δυαδική εικόνα του μελανώματος και οι ανωμαλίες που εντοπίστηκαν στα οκτώ διακριτά κομμάτια του. Δεξιά είναι ο αριθμός των ανωμαλιών ορίων.

Ποσοτικοποίηση χρωμάτων

Τα έξι βασικά χρώματα που εξετάζονται ορίζονται σε **RGB** όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Για κάθε εικονοστοιχείο, υπολογίζεται η Ευκλείδεια απόσταση (εξίσωση 15) σε σχέση με κάθε ένα από αυτά τα έξι χρώματα και υπολογίζεται ο μετρητής του πλησιέστερου χρώματος, C_{white} , C_{red} , C_{light_brown} , C_{dark_brown} , C_{blue_gray} ή C_{black} και αυξάνεται κατά $1/n$ όπου n ο συνολικός αριθμός εικονοστοιχείων της δερματοπάθειας [38].

$$d = \sqrt{(R_p - R_c)^2 + (G_p - G_c)^2 + (B_p - B_c)^2} \quad (15)$$

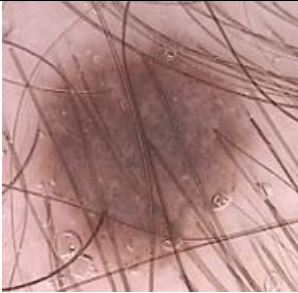
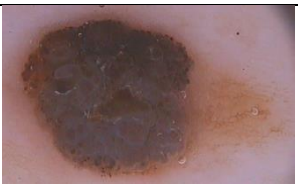
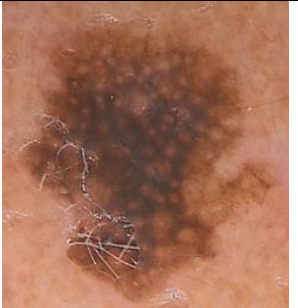
Όπου R_p , G_p , B_p οι τιμές του εικονοστοιχείου που εξετάζεται και R_c , G_c , B_c οι τιμές από τα έξι βασικά χρώματα.

Πίνακας 4.4.4

Τοποθεσία των έξι βασικών χρωμάτων μιας δερματοπάθειας στον χρωματικό χώρο **RGB**

Χρώμα	Red	Green	Blue
White	255	255	255
Red	204	51	51
Light Brown	153	102	0
Dark Brown	51	0	0
Blue Gray	51	153	255
Black	0	0	0

Για κάθε χρώμα που εμφανίζεται αν το ποσοστό του ξεπερνά το 5% ο μετρητής χρωμάτων αυξάνεται κατά ένα. Τέλος, επιστρέφονται τα ποσοστά των έξι βασικών χρωμάτων και ο μετρητής χρωμάτων.

	White	Red	Light Brown	Dark Brown	Blue Gray	Black
	1.3%	1.8%	1.5%	95.4%	0.0%	0.0%
	0.1%	0.1%	99.6%	0.2%	0.0%	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	31.6%	68.1%	0.0%
	0.7%	0.0%	57.8%	31.8%	0.0%	9.0%

Σχήμα 4.4.6: Παράδειγμα εκτέλεσης ποσοτικοποίησης των χρωμάτων του μελανώματος στα βασικά χρώματα μιας δερματοπάθειας στον χρωματικό χώρο RGB. Αριστερά εμφανίζεται το μελάνωμα και δεξιά το ποσοστό του κάθε χρώματος που εμφανίζεται στο μελάνωμα.

Κεφάλαιο 5

Σχεδίαση και Υλοποίηση – Εφαρμογή Android

5.1 Απαιτήσεις	42
5.2 Τεχνολογίες και Αρχιτεκτονική	43
5.3 Βασικές οθόνες διεπαφής	45
5.4 Αξιολόγηση της ευχρηστίας του συστήματος	50

5.1 Απαιτήσεις

Η παρούσα εργασία επιτελεί δύο βασικές λειτουργίες:

1. Την επεξεργασία της εικόνας για εξαγωγή και ποσοτικοποίηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών της, με κύριο σκοπό να βοηθήσει στη διάγνωση του γιατρού και μελλοντικά να συμβάλει στον τομέα της έρευνας.
2. Την δυνατότητα του ασθενή για δόμηση και αποθήκευση των αποτελεσμάτων του, με άμεση προώθηση στον γιατρό που τον παρακολουθεί.

Για τις πιο πάνω λειτουργίες και την υλοποίηση του συστήματος αυτού αναπτύχθηκε μια Client εφαρμογή android για τον ασθενή. Η εφαρμογή είναι υπεύθυνη για την λήψη της φωτογραφίας, την προβολή των αποτελεσμάτων στον ασθενή και στην συνέχεια την προώθηση στον γιατρό του. Οι προδιαγραφές ευχρηστίας που ορίστηκαν έχουν ως εξής [29]:

- Ευκολία εκμάθησης: Το σύστημα να είναι εύκολο να το μάθει ο απλός χρήστης, να είναι προβλέψιμο, οικείο και να έχει συνέπεια.
- Αποδοτικότητα: Ο χρόνος απόκρισης στις λειτουργίες του και τα βήματα για την ολοκλήρωση μιας εργασίας να είναι μικρός.
- Χαμηλή συχνότητα σφαλμάτων: Το σύστημα θα πρέπει να είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτρέπει το χρήστη από το να κάνει λάθη. Επιπρόσθετα,

σε περιπτώσεις σφαλμάτων και λάθος βημάτων να μπορεί να έχει γρήγορη ανάνηψη.

- Ευκολία συγκράτησης γνώσης: Πρέπει ο χρήστης να μπορεί να ανακαλεί τις γνώσεις του από παλαιότερες εμπειρίες που είχε για να μη χρειάζεται να μάθει το σύστημα από την αρχή.
- Υποκειμενική ικανοποίηση χρήστη: Να ικανοποιεί τις προσδοκίες που έχει ο κάθε χρήστης από το σύστημα.

5.2 Τεχνολογίες και Αρχιτεκτονική

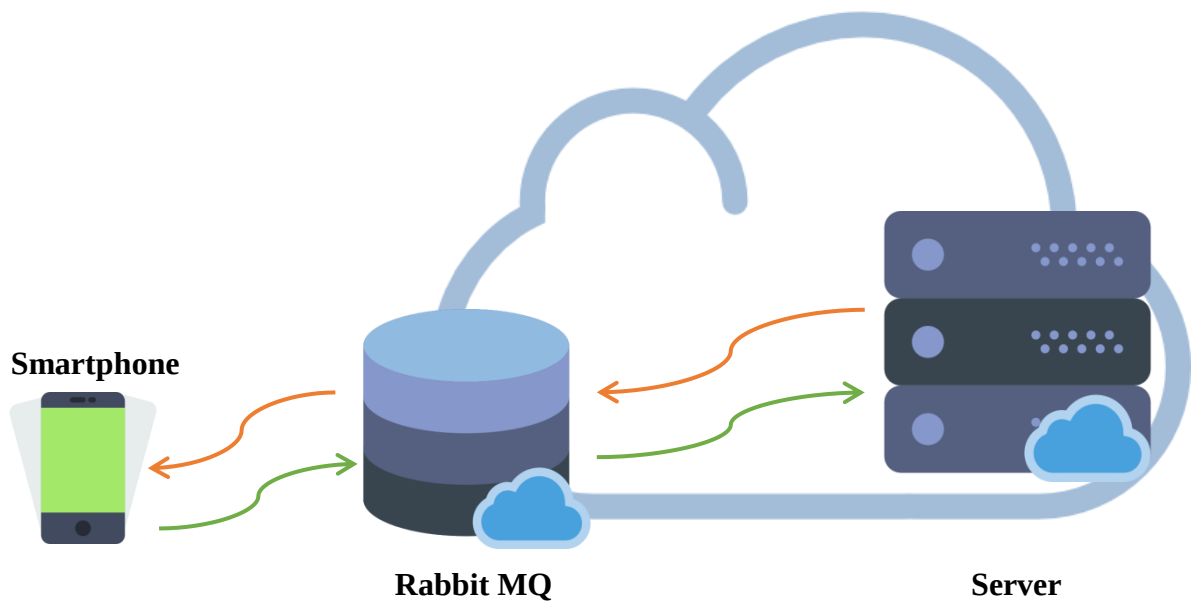
Για την επεξεργασία και την εξαγωγή των μορφολογικών χαρακτηριστικών δημιουργήθηκε ένας Server Cloud base στο Azure της Microsoft που τρέχει Python 3.5 και OpenCv 3.

Η χρήση του Azure παρέχει την ικανότητα κλιμάκωσης κατ' απαίτηση, καθώς είναι δύσκολη η πρόβλεψη του όγκου εργασίας που θα αναπτυχθεί για το σύστημα ή αν και πότε θα χρειαστεί επιπλέον πόρους για βραχυπρόθεσμες «εκρήξεις» κυκλοφορίας ή όγκου εργασίας. Η αυξημένη ανάπτυξη ή άλλες απαιτήσεις συχνά απαιτούν εφαρμογές με υψηλό φορτίο ή πρόσθετες εφαρμογές που τα πιο παραδοσιακά μοντέλα φιλοξενίας δεν μπορούν να τα χειριστούν. Ακόμη, παρέχει την δυνατότητα ευκαμψίας όπου στον τομέα της ταχέως εξελισσόμενης τεχνολογίας χρειάζεται μια λύση φιλοξενίας που μπορεί να τροποποιηθεί γρήγορα καθώς αλλάζουν οι ανάγκες του συστήματος. Το Azure είναι απλό να προσαρμοστεί και προσφέρει μια σειρά από δομικά στοιχεία και υπηρεσίες που επιτρέπουν προσαρμογή ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος [40].

Η Python, εξ' ορισμού, είναι μια γλώσσα προγραμματισμού και μεγάλο μέρος της υλοποίησης της είναι στη γλώσσα C. Η Python αποτελείται επίσης από μια εκτεταμένη βιβλιοθήκη. Αυτή η βιβλιοθήκη στοχεύει στον προγραμματισμό και περιέχει ενότητες για συγκεκριμένα πράγματα, όπως για την επεξεργασία εικόνας, την δικτύωση, τις βάσεις δεδομένων κ.λπ.. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη OpenCV λόγω των δυνατοτήτων που προσφέρει σε προβλήματα επεξεργασίας εικόνας και υπολογιστικής όρασης. Ο κύριος λόγος που προτιμήθηκε η Python έναντι της Matlab είναι το γεγονός πως η Matlab είναι ένα εμπορικό αριθμητικό υπολογιστικό περιβάλλον [41].

Για την προβολή των αποτελεσμάτων και την αποθήκευση τους αναπτύχθηκε μια εφαρμογή Android. Μέσο αυτής της εφαρμογής δίνεται η δυνατότητα στον ασθενή να φωτογραφίσει ένα σπύλο και να δει σε γραφικό περιβάλλον και σε μορφή που μπορεί να κατανοήσει τα αποτελέσματα από την επεξεργασία του σπύλου [42]. Επίσης, τα αποτελέσματα αποθηκεύονται τοπικά στην συσκευή του σε δομημένη μορφή, όπου έχει πρόσβαση μόνο ο ίδιος. Επιπλέον, του δίνεται η δυνατότητα για αποστολή των αποτελεσμάτων του στον προσωπικό του ιατρό για την αξιολόγησή τους.

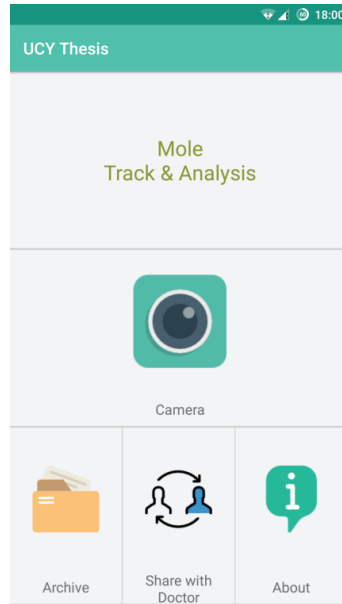
Η επικοινωνία μεταξύ του Client και του Server έγινε με την χρήση **Rabbit MQ** που κάνει χρήση AMQP Protocol και είναι message oriented. Αυτό μας παρέχει την δυνατότητα για ασύγχρονη επικοινωνία (asynchronous communication), κεντροποιημένη ασφάλεια (centralise security) και παρακολούθηση (monitory), καθώς επίσης και δυναμική δρομολόγηση (dynamic routing).



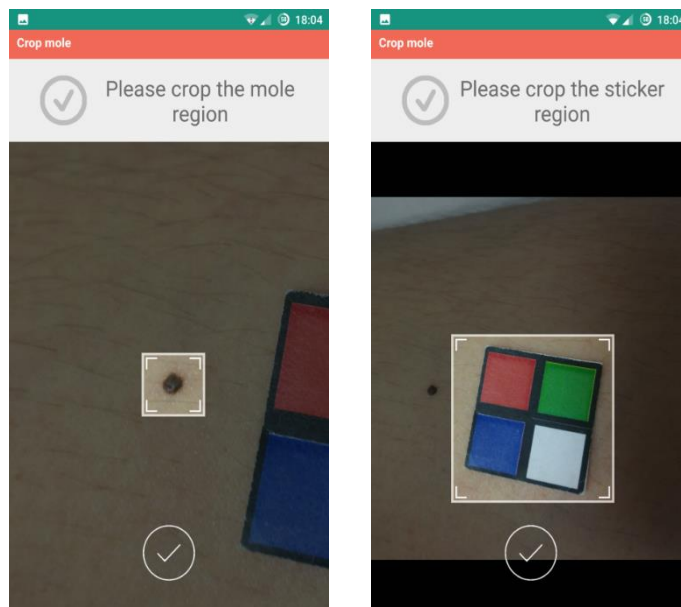
Σχήμα 5.2.1: Αρχιτεκτονική επικοινωνίας συστήματος.

5.3 Βασικές οθόνες διεπαφής

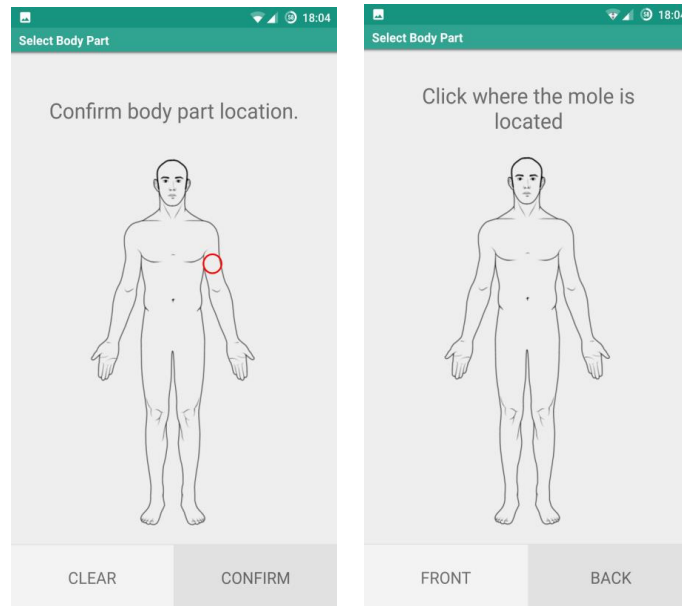
Πιο κάτω γίνεται παρουσίαση των οθονών διεπαφής που έχουν υλοποιηθεί. Μαζί με την κάθε οθόνη δίνεται και μια μικρή περιγραφή για την λειτουργία και την χρήση της κάθε οθόνης.



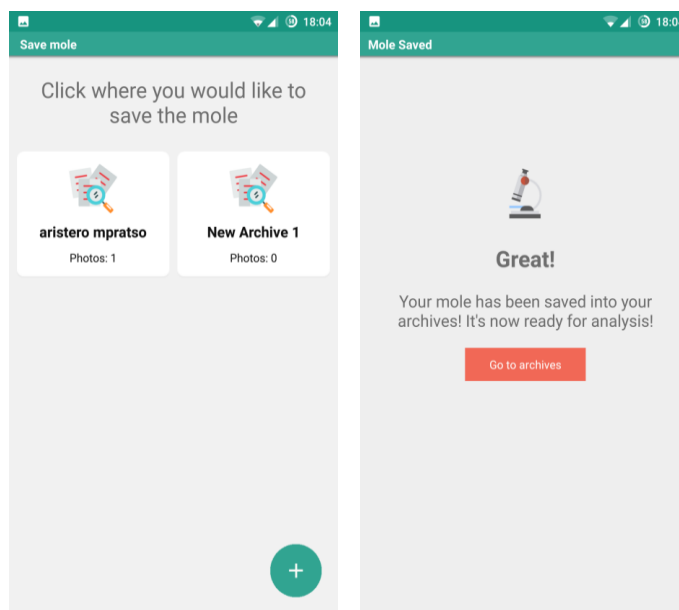
Εικόνα 5.3.1: Η κύρια οθόνη παρέχει συντομεύσεις σε όλες τις κύριες λειτουργίες της εφαρμογής.



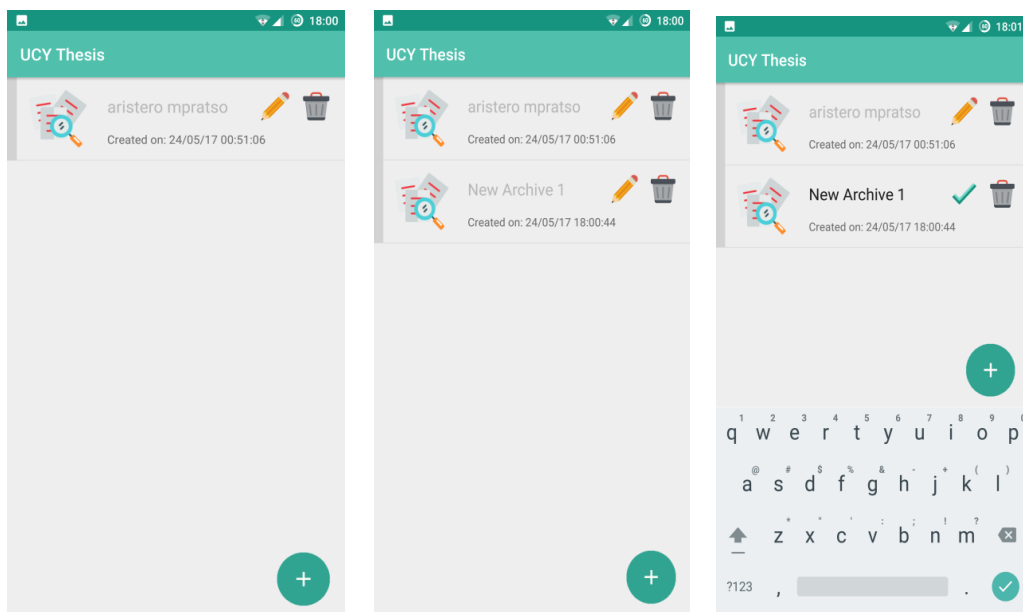
Εικόνα 5.3.2: Επιλέγεται και γίνεται περικοπή της περιοχής της δερματοπάθειας (αριστερά) και στη συνέχεια η περιοχή του αυτοκόλλητου (δεξιά). Στο πάνω μέρος της οθόνης παρέχονται οδηγίες στον χρήστη.



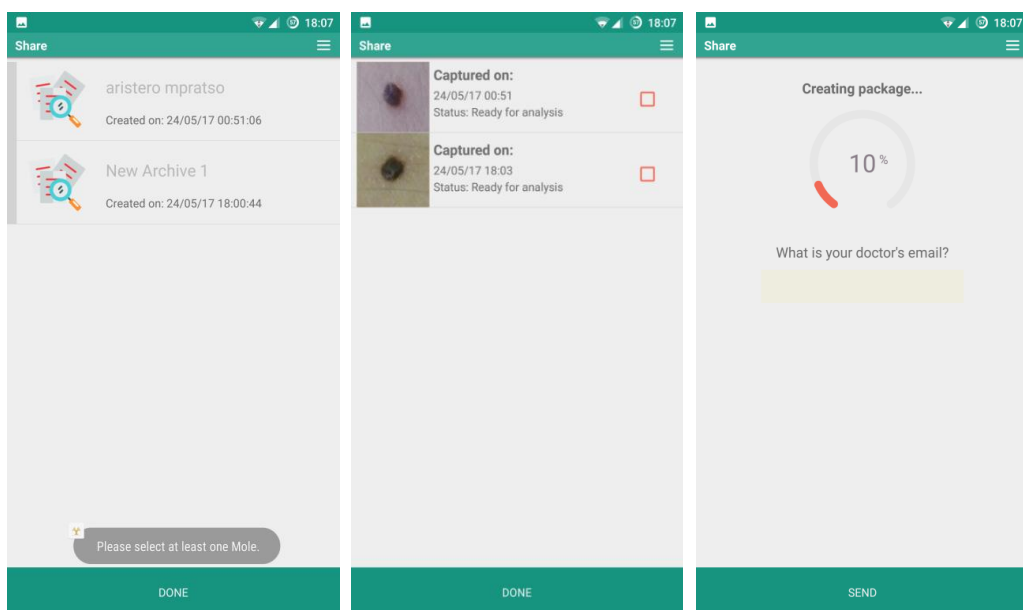
Εικόνα 5.3.3: Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την περιοχή του σώματος που ανιχνεύεται ο σπίλος.



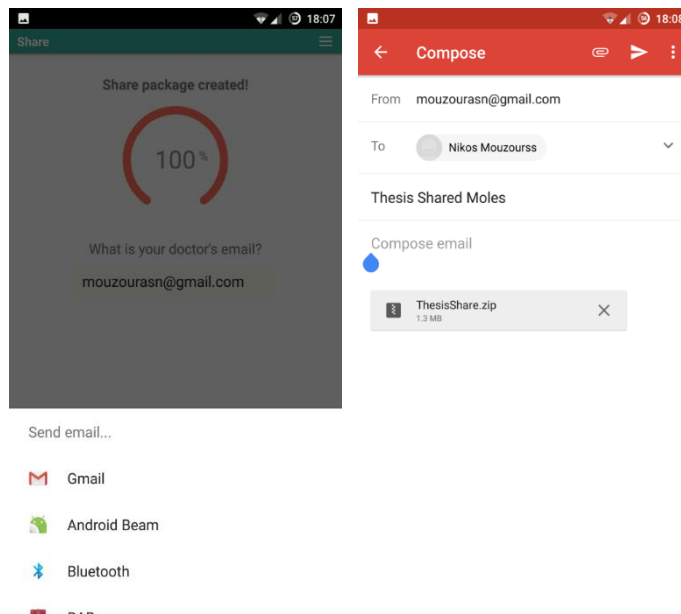
Εικόνα 5.3.4: Ζητείτε από τον χρήστη να επιλέξει πού να αποθηκεύσει τη φωτογραφία που έχει βγάλει. Μπορεί να είναι μια υπάρχουσα αρχειοθέτηση ή να δημιουργήσει μια νέα αρχειοθέτηση χρησιμοποιώντας το σύμβολο συν (+) στην κάτω δεξιά γωνία.



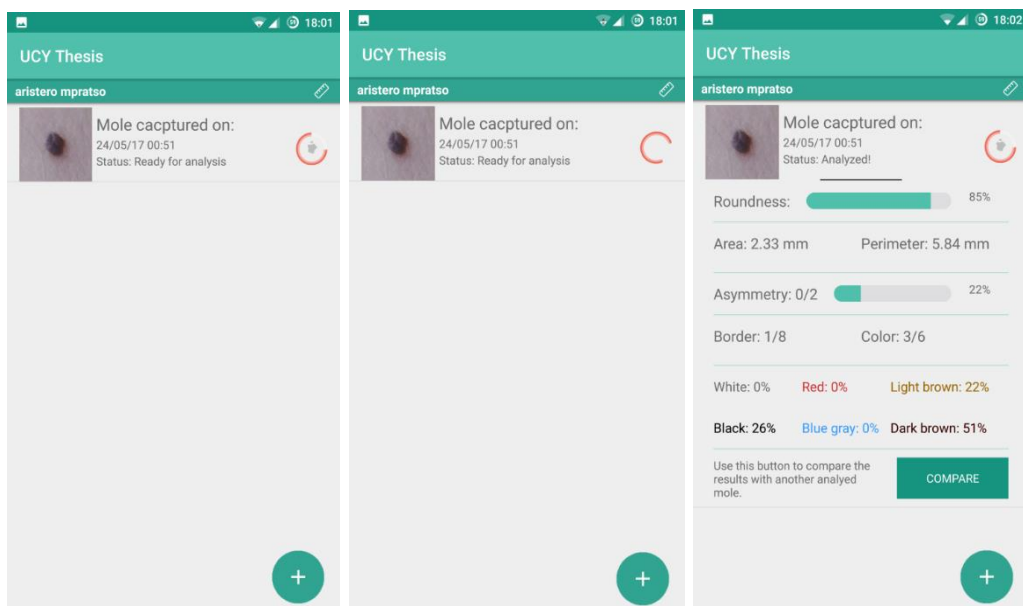
Εικόνα 5.3.5: Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μια νέα αρχειοθέτηση χρησιμοποιώντας το σύμβολο συν (+) στην κάτω δεξιά γωνία. Ακόμη μπορεί να μετονομάσει και να διαγράψει μια αρχειοθέτηση.



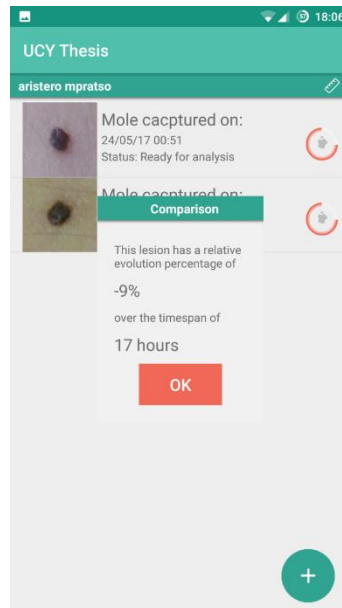
Εικόνα 5.3.6: Ο χρήστης επιλέγει την αρχειοθέτηση και τις εικόνες που θέλει να μοιραστεί με τον γιατρό του.



Εικόνα 5.3.7: Το πακέτο κοινοποιήσεων δημιουργείται και παρέχεται η ηλεκτρονική διεύθυνση του γιατρού.



Εικόνα 5.3.7: Ο χρήστης πατώντας στο εικονίδιο της επεξεργασίας (πάνω δεξιά στην οθόνη) αποστέλλει την εικόνα για επεξεργασία. Με το πέρας της επεξεργασίας παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και οι μορφολογικές πληροφορίες του σπίλου στον χρήστη (αριστερά).



Εικόνα 5.3.8: Η σύγκριση των φωτογραφιών που λήφθηκαν σε διαφορετικά χρονικά σημεία είναι ζωτικής σημασίας.

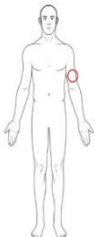


This card was issued for thesis demonstration. Scan the QR code below to add the results in your application



Mole Track & Analysis

Nicos Mouzouras



Scanned on: 24/05/17 00:51



Area:	2.33	Asymmetry:	0/2 22%
Perimeter:	5.84	Border:	1/8
Roundness:	0.86	Colors:	3/6
White:	0%	Red:	0%
Light Brown:	22%	Dark Brown:	51%
Blue Gray:	0%	Black:	26%

Εικόνα 5.3.9: Κατά την κοινοποίηση των αποτελεσμάτων δημιουργείται μια κάρτα με όλες τις σχετικές πληροφορίες. Στην κάρτα εκτός της προβολής των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται ο ίδιος ο σπίλος, καθώς επίσης και σε πιο σημείο του σώματος βρίσκεται. Επιπλέον, δημιουργείται ένα QR-code για αυτόματη εισαγωγή των δεδομένων στο σύστημα του γιατρού.

5.4 Αξιολόγηση της ευχρηστίας του συστήματος

Το παρόν σύστημα τέθηκε σε πρώτη αξιολόγηση με πιθανούς χρήστες. Σκοπός αυτής της αξιολόγησης ήταν να εκτιμηθεί η χρησιμότητα του πρωτοτύπου και η αντίληψη των πιθανών χρηστών για τη χρήση τέτοιων εφαρμογών. Συνολικά συμμετείχαν 11 χρήστες σε αυτή την αξιολόγηση. Δεδομένου ότι πρόκειται για ένα πρωτότυπο και η εφαρμογή αφορά μια σοβαρή ιατρική κατάσταση, θέλαμε να την αξιολογήσουμε αρχικά με χρήστες που δεν πάσχουν από καρκίνο, αλλά φαίνεται να έχουν σπίλους που χρειάζονται προσοχή. Ζητήσαμε από κάθε συμμετέχοντα να εκτελέσει μια σειρά από εργασίες που τους επιτρέπουν να χρησιμοποιούν όλες τις λειτουργίες της εφαρμογής με την ακόλουθη σειρά:

1. Πάρτε μια φωτογραφία του σπίλου που θα θέλατε να παρακολουθήσετε.
2. Αποκόψτε το μέρος του σπίλου που θέλετε να αποθηκεύσετε.
3. Σημειώστε στο ανθρώπινο διάγραμμα σώματος το πού βρίσκεται ο σπίλος.
4. Αποθηκεύστε τη φωτογραφία σε μια αρχειοθέτηση για μελλοντική αναφορά. Εάν μια αρχειοθέτηση δεν υπάρχει, δημιουργήστε μια νέα.
5. Κάντε το βήμα 4.
6. Αναλύστε την εικόνα για εξαγωγή των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σπίλου.
7. Μοιραστείτε την επιθυμητή αρχειοθέτηση με έναν γιατρό.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών, δόθηκε στους συμμετέχοντες ένα ερωτηματολόγιο. Έγιναν προσωπικές συνεντεύξεις με επιλεγμένους χρήστες για την ενίσχυση των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε 10 ερωτήσεις που προέρχονταν από τη Σειρά Ευχρηστίας Συστήματος (SUS) και το Ερωτηματολόγιο Σενάριο (ASQ) με πέντε ερωτήσεις για την εξέταση της αντίληψης και της αποδοχής. Τα αποτελέσματα του SUS έχουν βαθμολογηθεί και αναλυθεί σύμφωνα με τις οδηγίες και έχει επιτευχθεί βαθμολογία χρηστικότητας 81.364. Ερμηνεύοντας αυτόν τον αριθμό όσον αφορά τη χρηστικότητα, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η εφαρμογή πέτυχε εξαιρετική βαθμολογία για χρηστικότητα.

Κοιτάζοντας βαθύτερα τα αποτελέσματα των χρηστών, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι οι περισσότεροι χρήστες θεωρούσαν ότι η εφαρμογή ήταν εύκολη στη χρήση (Μέσος

όρος: 4.27, SD: 1.009), οι διάφορες λειτουργίες ήταν καλά ενσωματωμένες (Μέσος όρος: 4.00, SD: 0.775) και ότι οι περισσότεροι χρήστες θα είναι σε θέση να μάθουν πώς να χρησιμοποιούν την εφαρμογή πολύ γρήγορα (Μέσος όρος: 4,82, SD: 0,405).

Η ASQ μας επέτρεψε να εξετάσουμε την αντίληψη των χρηστών για την εκτέλεση της εργασίας και την προθυμία αποδοχής της εφαρμογής. Συνολικά, οι χρήστες πίστευαν ότι αυτή η εφαρμογή θα ήταν χρήσιμη για τον ασθενή παρακολουθώντας ένα ύποπτο σπίλο αντί να χρησιμοποιείται από έναν γιατρό (βέβαια αυτό μπορεί να αλλάξει εάν το ζητήσουμε από έναν ειδικό).

Επιπρόσθετα, ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση και την προβολή των αποτελεσμάτων ήταν αποδεκτή και οι πληροφορίες υποστήριξης που παρέχονται σε κάθε οθόνη ήταν επαρκείς. Ανάφεραν ότι η εφαρμογή ήταν αργή κατά τα διαστήματα που γινόταν η επεξεργασία και η σύγκριση εικόνων. Εκτός από την ASQ, επιλεγμένοι χρήστες κλήθηκαν για προσωπική συνέντευξη. Η ανατροφοδότηση αφορούσε κυρίως τις οδηγίες αποκοπής που έπρεπε να γίνουν σαφέστερες και να κατευθύνουν καλύτερα τον χρήστη για πρώτη φορά στη διαδικασία και η προσθήκη της λειτουργίας "λήψη φωτογραφίας" στην οθόνη "Αρχειοθέτησης", οπότε ο χρήστης να μην χρειάζεται να επιστρέψει στο κύριο μενού για να τραβήξει μια άλλη φωτογραφία.

Κεφάλαιο 6

Σύνοψη και συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη	52
6.2 Συμπεράσματα	53
6.3 Μελλοντική εργασία	54

6.1 Σύνοψη

Ο καρκίνος του δέρματος και πιο συγκεκριμένα το μελάνωμα αναμφίβολα είναι μια από τις πιο επιθετικές μορφές καρκίνου με μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας. Αρκετές είναι οι φορές όπου αγνοείται από τους ανθρώπους και με συνδυασμό την μη έγκαιρη διάγνωση του οδηγεί στον θάνατο. Με το πέρασμα των χρόνων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας στην υπολογιστική όραση και επεξεργασία εικόνας είναι εφικτό η ανάλυση και παρακολούθηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σπίλου για την πρόληψη του καρκίνου του δέρματος.

Οι κύριοι στόχοι της εργασίας αυτής ήταν η υλοποίηση ενός συστήματος όπου θα βοηθούσε τους ανθρώπους για την ανάλυση και παρακολούθηση των σπύλων τους καθώς επίσης δίνει την δυνατότητα να κοινοποιήσουν τα αποτελέσματα τους σε κάποιον ειδικό για διάγνωση. Το σύστημα χωρίζεται σε τρία κύρια υποσυστήματα: Το υποσύστημα που αναλαμβάνει την εξαγωγή των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σπίλου, το υποσύστημα για την λήψη της φωτογραφίας του σπίλου και την προβολή των αποτελεσμάτων και το υποσύστημα για την επικοινωνία μεταξύ των δύο υποσυστημάτων που προαναφέραμε. Στο υποσύστημα για την εξαγωγή των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σπίλου αναπτύχθηκαν δύο κύριοι αλγόριθμοι για την προ-επεξεργασία της εικόνας:

1. Ο αλγόριθμος διόρθωση σκίασης.
2. Ο αλγόριθμος διόρθωση χρωμάτων.

Στην επεξεργασία αναπτύχθηκαν τρεις κύριοι αλγόριθμοι:

1. Ο αλγόριθμος του ποσοστού ασυμμετρίας όπου μέσω της δυαδικής εικόνας που παράγεται μετά την προ-επεξεργασία ανιχνεύει τον προσανατολισμό του σπίλου και υπολογίζει την ασυμμετρία στους δύο νοητούς άξονες.
2. Ο αλγόριθμος για τον υπολογισμό των ανωμαλιών των ορίων, όπου με βάσει της δυαδικής εικόνας που παράγεται μετά την προ-επεξεργασία δημιουργείται

μια καινούρια δυαδική εικόνα που περιέχει με άσπρο χρώμα τα όρια του σπίλου. Στην συνέχεια υπολογίζεται κατά πόσο εμφανίζεται κάποια ανωμαλία στα όρια.

3. Τέλος, υλοποιήθηκε ο αλγόριθμος για την ποσοτικοποίηση των έξι βασικών χρωμάτων που έχει ένα μελάνωμα.

Για το υποσύστημα της λήψης της φωτογραφίας του σπίλου και την προβολή των αποτελεσμάτων υλοποιήθηκαν πέντε κύριες λειτουργίες:

1. Λήψη φωτογραφίας.
2. Αρχαιοθέτηση φωτογραφίας και αποτελεσμάτων.
3. Αποστολή φωτογραφίας για επεξεργασία.
4. Προβολή αποτελεσμάτων επεξεργασίας.
5. Κοινοποίηση αποτελεσμάτων σε ειδικό μέσο ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

6.2 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία η αξιολόγηση και η αξιοπιστία των αλγορίθμων του παρόν συστήματος σε πραγματικούς ασθενείς με καρκίνο του δέρματος δεν ήταν εφικτή καθώς ο νόμος περί της Κατοχύρωσης και της Προστασίας των Δικαιωμάτων των Ασθενών Νόμος του 2004 (Ν. 1(Ι)/2005) άρθρο 14 παράγραφος (γ) προνοεί ότι η ερευνητική μελέτη έχει εγκριθεί από το αρμόδιο σώμα μετά από ανεξάρτητη εξέταση της επιστημονικής της αξίας, συμπεριλαμβανομένης αξιολόγησης της σημασίας του στόχου της έρευνας και πολυθεματικής αναθεώρησης της ηθικής αποδοχής της. Παρόλα αυτά η αξιολόγηση για την στρογγυλότητα, την περιοχή, την περίμετρο και την ανωμαλία των ορίων βασίστηκαν σε μετρήσεις και πειράματα που έγιναν κατά την διάρκεια της παρούσας εργασίας σε προσωπικούς σπίλους και διάφορα αντικείμενα όπως κέρματα και αυτοσχέδια σχήματα. Τα ποσοστά απόκλισης παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.1.

Πίνακας 6.2.1

	Ποσοστό απόκλισης
Στρογγυλότητα	1-5%
Περιοχή	1-8%
Περίμετρος	1-5%
Ανωμαλία των ορίων	0-5%

Η ασυμμετρία και ο αριθμός χρωμάτων που παρουσιάζονται βασίστηκαν στην βάση δεδομένων του Πανεπιστημίου του Porto και την δερματολογική υπηρεσία του νοσοκομείου Pedro Hispano στο Matosinhos της Πορτογαλίας[43]. Τα ποσοστά απόκλισης παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.2.

Πίνακας 6.2.2

	Ποσοστό απόκλισης
Ασυμμετρία	1-16%
Αριθμός χρωμάτων	0-16%

Οι κύριοι λόγοι στο ποσοστό απόκλισης των αποτελεσμάτων ήταν το γεγονός πως η λήψη των φωτογραφιών δεν γινόταν κάθετα από το κινητό τηλέφωνο προς το αντικείμενο ως επακόλουθο να υπολογίζεται λάθος η κλίμακα από εικονοστοιχεία σε χιλιοστά. Επίσης, όταν το αντικείμενο είχε κάποιο ύψος και δεν φωτιζόταν ομοιόμορφα πάραγε λανθασμένη δυαδική εικόνα λόγω των κοντινών σκιών που παράγονταν εξαρχής στην εικόνα. Ακόμη, στις περιπτώσεις όπου γινόταν λήψη ενός σπύλου και υπήρχε μεγάλη ποσότητα τριχώματος πάραγε λανθασμένη δυαδική εικόνα και συνεπώς λανθασμένα αποτελέσματα.

6.3 Μελλοντική εργασία

Η υλοποίηση ενός αλγορίθμου αφαίρεσης τριχώματος είναι απαραίτητος για την μείωση των ποσοστών απόκλισης. Με την εφαρμογή του θα αποφευχθούν τα λανθασμένα αποτελέσματα κατά την δημιουργία της δυαδικής εικόνας και συνεπώς τα λάθος αποτελέσματα στην εξαγωγή των μορφολογικών δεδομένων.

Οι αλγόριθμοι κατάτμησης είναι από τους κύριους παράγοντες για την σωστή λειτουργία του συστήματος. Πετυχαίνοντας καλύτερη ακρίβεια θα οδηγούσε σε βελτίωση των αποτελεσμάτων του συστήματος.

Εξαγωγή της διαφορικής δομής (differential structure) μιας δερματοπάθειας που θα βοηθούσε στην συνέχεια στην αυτόματη κατηγοριοποίηση σε μελανωματικές και μη μελανωματικές βλάβες κάνοντας χρήση του εμπορικού αλγορίθμου **ABCD**.

Δημιουργία πλατφόρμας για τους γιατρούς, στην οποία θα αρχειοθετούνται τα αποτελέσματα και το ιστορικό του ασθενή από την κοινοποίηση που γίνεται από τον ασθενή προς τον γιατρό.

Ακόμη, τα επόμενα βήματα σε αυτό το έργο είναι να αξιολογηθεί η εφαρμογή με εξειδικευμένους γιατρούς όσον αφορά την επιστημονική εγκυρότητά του (ακρίβεια των

πληροφοριών που παρέχονται στους ασθενείς) και τα δεοντολογικά ζητήματα που μπορεί να προκύψουν. Για παράδειγμα, θα μπορούσε η εφαρμογή να αλλάξει την ευθύνη της ανίχνευσης καρκίνου από τον γιατρό στον ασθενή; Ή θα μπορούσε η εφαρμογή να κάνει τους χρήστες πιο ασφαλείς, αποτρέποντάς τους έτσι από τακτικές επισκέψεις σε γιατρούς;

Βιβλιογραφία

- [1] G. Dougherty, Digital Image Processing for Medical Applications. 2009.
- [2] R. Szeliski, “Computer Vision: Algorithms and Applications,” Computer (Long Beach, Calif.), vol. 5, p. 832, 2010.
- [3] Ainsley Burgess., “Understanding Skin Cancer,” p. 18, 2014.
- [4] Skincancer.org. Types of Melanoma - SkinCancer.org. Available at: <http://www.skincancer.org/skin-cancer-information/melanoma/types-of-melanoma>. ,2017.
- [5] Dermis.net. DermIS. Available at: <http://www.dermis.net>
- [6] Drug Resource. Study Finds Link Between Viagra and Melanoma Skin Cancer. Available at: <http://drugresource.com/drugs/what-is-viagra/viagra-and-melanoma-skin-cancer> , 2014.
- [7] Skincancer.org. Do You Know Your ABCDEs? - SkinCancer.org. Available at: <http://www.skincancer.org/skin-cancer-information/melanoma/melanoma-warning-signs-and-images/do-you-know-your-abcdes>, 2017.
- [8] Dermoscopy.org. Dermoscopy_tutorial. Available at: http://dermoscopy.org/atlas/4step/point_d.htm .
- [9] Henning, J., Dusza, S., Wang, S., Marghoob, A., Rabinovitz, H., Polsky, D. and Kopf, A. The CASH (color, architecture, symmetry, and homogeneity) algorithm for dermoscopy, 2007.
- [10] Dermoscopy.org. (2017). Dermoscopy_tutorial. Available at: <http://www.dermoscopy.org/consensus/2c.asp> , 1996.

- [11] H. P. Soyer, G. Argenziano, R. Talamini, and S. Chimenti, "Is dermoscopy useful for the diagnosis of melanoma?," *Arch Dermatol*, vol. 137, no. 10, pp. 1361–1363, 2001.
- [12] H. Kittler, H. Pehamberger, K. Wolff, and M. Binder, "Diagnostic accuracy of dermoscopy," *Lancet Oncol.*, vol. 3, no. 3, pp. 159–165, 2002.
- [13] Vestergaard, M.E. et al. "Dermoscopy Compared With Naked Eye Examination For The Diagnosis Of Primary Melanoma: A Meta-Analysis Of Studies Performed In A Clinical Setting". *British Journal of Dermatology* .2008.
- [14] S. Gandini et al., "Meta-analysis of risk factors for cutaneous melanoma: I. Common and atypical naevi," *Eur. J. Cancer*, vol. 41, no. 1, pp. 28–44, 2005.
- [15] R. P. Braun, L. E. French, and F. H. Saurat, "Dermoscopy of pigmented lesions: A valuable tool in the diagnosis of melanoma," *Swiss Med. Wkly.*, vol. 134, no. 7–8, pp. 83–90, 2004.
- [16] S. E. Skalicky, P. E. Holt, M. Giblin, S. Taylor, and R. M. Conway, *Australian Cancer Network Clinical Practice Guidelines for the Management of ocular and periocular Melanoma: An evidence-based literature analysis*, vol. 36, no. 7. 2008.
- [17] Kittler H, Binder M. Follow-up of melanocytic skin lesions with digital dermoscopy: risks and benefits. *Arch Dermatol* 2002;138:1379.
- [19] Menzies SW, Emery J, Staples M, Davies S, McAvoy B, Fletcher J, et al. Impact of dermoscopy and short-term sequential digital dermoscopy imaging for the management of pigmented lesions in primary care: a sequential intervention trial. *Br J Dermatol* 2009;161:1270-7.
- [20] Haenssle HA, Korpas B, Hansen-Hagge C, Buhl T, Kaune KM, Johnsen S, et al. Selection of patients for long-term surveillance with digital dermoscopy by assessment of melanoma risk factors. *Arch Dermatol* 2010;146:257-64.

- [21] Wurm EM, Campbell TM, Soyer HP. Teledermatology: how to start a new teaching and diagnostic era in medicine. *Dermatol Clin* 2008;26:295-300, vii.
- [22] Piccolo D, Smolle J, Argenziano G, Wolf IH, Braun R, Cerroni L, et al. Teledermoscopy - results of a multicentre study on 43 pigmented skin lesions. *J Telemed Telecare* 2000;6:132-7.
- [23] Piccolo D, Smolle J, Wolf IH, Peris K, Hofmann-Wellenhof R, Dell'Eva G, et al. Face-to-face diagnosis vs telediagnosis of pigmented skin tumors: a teledermoscopic study. *Arch Dermatol* 1999;135:1467-71.
- [24] Mogensen M, Thrane L, Joergensen TM, Andersen PE, Jemec GB. Optical coherence tomography for imaging of skin and skin diseases. *Semin Cutan Med Surg* 2009;28:196-202.
- [25] Pellacani G, Guitera P, Longo C, Avramidis M, Seidenari S, Menzies S. The impact of in vivo reflectance confocal microscopy for the diagnostic accuracy of melanoma and equivocal melanocytic lesions. *J Invest Dermatol* 2007;127:2759-65.
- [26] Langley RG, Walsh N, Sutherland AE, et al. The diagnostic accuracy of in vivo confocal scanning laser microscopy compared to dermoscopy of benign and malignant melanocytic lesions: a prospective study. *Dermatology* 2007;215:365-72.
- [27] Gerger A, Hofmann-Wellenhof R, Langsenlehner U, Richtig E, Koller S, Weger W, et al. In vivo confocal laser scanning microscopy of melanocytic skin tumours: diagnostic applicability using unselected tumour images. *Br J Dermatol* 2008;158:329-33.
- [28] Rosado B, Menzies S, Harbauer A, Pehamberger H, Wolff K, Binder M, et al. Accuracy of computer diagnosis of melanoma: a quantitative meta-analysis. *Arch Dermatol* 2003;139:361-7; discussion 366.

- [29] NIELSEN, J. Usability laboratories. *Behaviour & Information Technology*, 13(1-2), pp.3-8, 1994.
- [30] Celebi ME, Kingravi HA, Iyatomi H, Aslandogan YA, Stoecker WV, Moss RH, et al. Border detection in dermoscopy images using statistical region merging. *Skin Res Technol*. 2008;14:347–53.
- [31] Docs.opencv.org. OpenCV: Image Denoising. Available at: http://docs.opencv.org/trunk/d5/d69/tutorial_py_non_local_means.html 2017.
- [32] F. Eliezer, S. Jacob, “Segmentation of melanocytic skin lesions using feature learning and dictionaries”, 2016
- [33] I. Constantinou, V. Tanos, M. Neofytou, and C. Pattichis, “XII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2010,” vol. 29, no. May 2017, 2010.
- [34] Lmfit.github.io. Non-Linear Least-Squares Minimization and Curve-Fitting for Python — Non-Linear Least-Squares Minimization and Curve-Fitting for Python. Available at: <https://lmfit.github.io/lmfit-py> , 2017
- [35] Docs.opencv.org. OpenCV: Canny Edge Detection. Available at: http://docs.opencv.org/trunk/da/d22/tutorial_py_canny.html , 2017
Docs.opencv.org. OpenCV: Image Thresholding. Available at: http://docs.opencv.org/trunk/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html , 2017.
- [36] I. Constantinou, V. Tanos, M. Neofytou, and C. Pattichis, “XII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2010,” vol. 29, no. May 2017, 2010.

- [37] Docs.opencv.org. OpenCV: Contour Features. Available at: http://docs.opencv.org/trunk/dd/d49/tutorial_py_contour_features.html , 2017
- [38] J. F. Alcón et al., “for Inspection of Pigmented Skin Lesions and Melanoma Diagnosis,” vol. 3, no. 1, pp. 14–25, 2009.
- [39] F. Nachbar et al., “The ABCD rule of dermatoscopy,” J. Am. Acad. Dermatol., vol. 30, no. 4, pp. 551–559, 1994.
- [40] SaaSplaza. What are the BENEFITS of Microsoft Azure?.Available at: <http://www.saasplaza.com/blog/what-are-benefits-microsoft-azure> , 2017.
- [41] Pyzo.org. Python vs Matlab — Pyzo - Python to the people. Available at: http://www.pyzo.org/python_vs_matlab.html 2016.
- [42] N. Mouzouras, A. Pogiatis, S. Kleanthous, and G. Samaras, “DermaTrack : A Skin Cancer Tracking Intelligent Application,” pp. 85–88, 2017.
- [43] ADDI Project. Automatic computer-based Diagnosis system for Dermoscopy Images. Available at: <https://www.fc.up.pt/addi/ph2%20database.html> 2012.