



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΙΝΗΤΩΝ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ
ΠΑΘΗΣΕΩΝ ΖΩΩΝ ΑΠΟ ΔΕΡΜΑΤΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Δανιήλ Νικόλαος, Α.Μ. 1900

Επιβλέπων: Πετρέλλης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Πάτρα, 2023

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Πάτρα, 13/11/2023

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Νικόλαος Πετρέλλης
2. Νικόλαος Βώρος
3. Χρήστος Αντωνόπουλος

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη εργασία.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Δανιήλ Νικόλαου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος ανα

παραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Νικόλαο Πετρέλλη, ο οποίος εφήυρε αυτήν την ευρεσιτεχνία, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αλλά και για την σημαντική βοήθεια που μου παρείχε οποιαδήποτε στιγμή την είχα ανάγκη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε η έξυπνη εφαρμογή τηλεφώνου SkinDisease, η οποία αποτελεί πατέντα του κ. Νικόλαου Πετρέλλη και η οποία έχει αναπτυχθεί για WindowsPhone 8/8.1 στην εφαρμογή Visual Studio. Θέμα αυτής της εργασίας είναι η αναγνώριση και ταυτοποίηση συγκεκριμένης δερματικής ασθένειας γάτας μέσω του emulator της εφαρμογής Visual Studio. Πιο συγκεκριμένα, φορτώνοντας εικόνες από δερματικές ασθένειες γάτας πραγματοποιεί ποιοτική ανάλυση με βάση την περιοχή όπου εμφανίζονται τα εξανθήματα επάνω στο δέρμα της γάτας καθώς και το χρώμα, το σχήμα και τον αριθμό των εξανθημάτων. Αυτά τα στοιχεία συγκρίνονται με ήδη καθορισμένα όρια, ώστε να γίνει η τελική ταυτοποίηση.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εγκατάσταση της εφαρμογής, έπειτα έγινε επιλογή τεσσάρων δερματικών ασθενειών γάτας και στη συνέχεια συλλογή φωτογραφιών από την εκάστοτε ασθένεια. Οι ασθένειες που επιλέχθηκαν είναι η Κεχροειδής Δερματίτιδα, το Ηωσινόφιλο Κοκκίωμα, η Δερματοφυτίαση και τέλος, η Αλωπεκία. Συλλέχθηκαν 20 φωτογραφίες για κάθε ασθένεια και χρησιμοποιήθηκαν οι 4 από αυτές, οι πιο αντιπροσωπευτικές, οι οποίες αναλύθηκαν σε 3 κανονικοποιήσεις (0, 1, 2). Τα αποτελέσματα των κανονικοποιήσεων οδηγούν στο τελικό συμπέρασμα που είναι η αναγνώριση της δερματικής ασθένειας στις 20 φωτογραφίες που συλλέξαμε και η καταγραφή κανόνων διάγνωσης υπό μορφή νέων κλάσεων που θα ενσωματωθούν στην υπάρχουσα εφαρμογή.

ABSTRACT

In this Undergraduate thesis, the smart phone application SkinDisease was used, which is Mr. Nikolaos Petrellis' patent and which has been developed for WindowsPhone 8/8.1 in the Visual Studio application. The topic of this thesis is the recognition and identification of a specific skin disease in the Visual Studio simulator. More specifically, by uploading images of cat skin diseases to the application it performs a qualitative analysis based on the area where the rashes appear on the cat's skin as well as the color, shape and number of the rashes. These are compared with already defined limits, so that the identification is finally done.

Firstly, the application was installed, then four cat skin diseases were selected, and then photos of each disease were collected. The skin diseases that were chosen are Miliary Dermatitis, Eosinophilic Granuloma, Ringworm and Feline Alopecia. 20 photographs were collected for each disease and 4 of them, the most distinguish, were used and analyzed in 3 normalizations (0, 1, 2). The results lead to the conclusion which is the recognition of the skin disease and the recording of diagnosis rules in the form of classes to be integrated into the existing application.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
ABSTRACT	viii
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΟΡΟΙ.....	xi
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	xi
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ	xii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΓΑΤΑΣ.....	1
2.1 ΚΕΧΡΟΕΙΔΗΣ ΔΕΡΜΑΤΙΤΙΔΑ – MILIARY DERMATITIS.....	2
2.2 ΗΩΣΙΝΟΦΙΛΟ ΚΟΚΚΙΩΜΑ - EOSINOPHILIC GRANULOMA	3
2.3 ΔΕΡΜΑΤΟΦΥΤΙΑΣΗ – RINGWORM.....	4
2.4 ΑΛΩΠΕΚΙΑ – FELINE ALOPECIA	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ SkinDisease	6
3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	6
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	7
4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	7
4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΜΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	8
4.3 ΜΕΓΙΣΤΑ & ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΟΡΙΑ	9
4.4 ΟΡΙΑ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	11
5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	11
5.2 SENSITIVITY – SPECIFICITY – ΛΟΙΠΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	13

5.3 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ WEKA.....	15
5.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	22
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	25
5.0.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	27

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΟΡΟΙ

TP = True Positive

TN = True Negative

FP = False Positive

FN = False Negative

TPR = True Positive Rate

TNR = True Negative Rate

ACC = Accuracy

WEKA = Waikato Environment for Knowledge Analysis

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 5.1: True Positive Rate για Κανονικοποίηση 0

Γράφημα 5.2: True Positive Rate για Κανονικοποίηση 1

Γράφημα 5.3: True Positive Rate για Κανονικοποίηση 2

Γράφημα 5.4: True Negative Rate για Κανονικοποίηση 0

Γράφημα 5.5: True Negative Rate για Κανονικοποίηση 1

Γράφημα 5.6: True Negative Rate για Κανονικοποίηση 2

Γράφημα 5.7: Accuracy για Κανονικοποίηση 0

Γράφημα 5.8: Accuracy για Κανονικοποίηση 1

Γράφημα 5.9: Accuracy για Κανονικοποίηση 2

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 2.1.1: M. Dermatitis στο κεφάλι.

Εικόνα 2.1.2: M. Dermatitis στο σώμα.

Εικόνα 2.2.1: E. Granuloma στο χείλος.

Εικόνα 2.2.2: E. Granuloma στο πρόσθιο άκρο.

Εικόνα 2.3.1: Ringworm στο πρόσθιο άκρο.

Εικόνα 2.3.2: Ringworm στο κεφάλι.

Εικόνα 2.4.1: Αντιπροσωπευτική εικόνα ασθένειας αλωπεκίας στο κεφάλι, την πλάτη και το αυτί.

Εικόνα 3.1: Εκδόσεις Εφαρμογής.

Εικόνα 3.2: Ελάχιστες Απαιτήσεις Εφαρμογής.

Εικόνα 3.3: Περιβάλλον εργασίας Visual Studio.

Εικόνα 3.4: Φόρτωση Εξομοιωτή.

Εικόνα 3.5: Αρχική Οθόνη.

Εικόνα 3.6: Πεδία Εφαρμογής.

Εικόνα 3.7: Πρόσθετα Εργαλεία.

Εικόνα 3.8: Αναζήτηση Φωτογραφίας στο άλμπουμ.

Εικόνα 3.9: Επιλογή Φωτογραφίας.

Εικόνα 3.10: Ορισμός πεδίων & Ανάλυση.

Εικόνα 3.11: Χαρακτηριστικά Ανάλυσης.

Εικόνα 3.12: Τμήμα σώματος.

Εικόνα 3.13: Τμήμα Σώματος (Συνέχεια).

Εικόνα 3.14: Διάφορες Επιλογές.

Εικόνα 3.15: Αποτελέσματα.

Εικόνα 4.1: Screenshot rules individual.

Εικόνα 4.2: Screenshot από Spots rules.

Εικόνα 5.1: Screenshots από βαθμούς Results Rules για τις ασθένειες Feline Alopecia και Dermatitis.

Εικόνα 5.2: Screenshots από βαθμούς Results Rules για τις ασθένειες Ringworm και Eosinophilic Granuloma.

Εικόνα 5.3: Sensitivity & Specificity (Wikipedia).

Εικόνα 5.4: Δείκτες TPR, TNR, ACC για κάθε κανονικοποίηση.

Εικόνα 5.5: Ταξινόμηση δεικτών σε περιβάλλον Weka.

Εικόνα 5.6: Τιμές των Attributes μετά τη βελτιστοποίηση με χρήση Weka (παράδειγμα α).

Εικόνα 5.7: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 30624 με κανονικοποίηση 0.

Εικόνα 5.8: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 31490 με κανονικοποίηση 0.

Εικόνα 5.9: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 36879 με κανονικοποίηση 0.

Εικόνα 5.10: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 30624 με κανονικοποίηση 1.

Εικόνα 5.11: Γραμμική προσέγγιση βελτιστοποίησης με χρήση Weka (παράδειγμα β).

Εικόνα 5.12: Ισοβαθμία ασθενειών στην φωτογραφία 30624 με κανονικοποίηση 0.

Εικόνα 5.13: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 36879 με κανονικοποίηση 0.

Εικόνα 5.14: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 34190 με κανονικοποίηση 0.

Εικόνα 5.15: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 30624 με κανονικοποίηση 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες οι γάτες αποτελούν την πιο κοινή κατηγορία ζώων συντροφιάς σε όλο τον κόσμο. Η υγεία και η ευημερία τους, λοιπόν, απασχολεί μεγάλο μέρος του πληθυσμού. Επομένως, οποιαδήποτε αλλαγή στην επιφάνεια του δέρματος ή ακόμη και στο εσωτερικό των κοιλότητων (στόμα, αυτιά) της γάτας αποτελεί πιθανή ένδειξη ασθένειας. Γι' αυτό τον λόγο θα πρέπει το ζώο να υποβληθεί άμεσα σε εξέταση ούτως ώστε να εντοπιστεί η αιτία που την έχει προκαλέσει. Έχει αποδειχθεί πως οι συνηθέστερες παθήσεις της γάτας είναι επί το πλείστον δερματικές. Οι δερματικές ασθένειες χαρακτηρίζονται από πληθώρα συμπτωμάτων τα οποία ποικίλλουν ανάλογα με τα αίτια. Επίσης, πολλές από αυτές είναι μεταδοτικές από γάτα σε γάτα. Ορισμένα από τα πιο συχνά συμπτώματα είναι η έντονη φαγούρα και η αλλαγή στη συμπεριφορά της όπως άλλωστε και οι παραμορφώσεις στην επιφάνεια του δέρματός της όπως εξανθήματα, τριχόπτωση, πληγές κ.α. (Morelli, S. *et al.*, 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΓΑΤΑΣ

Ως ασθένεια ορίζεται η διαταραχή της ομοιόστασης ενός οργανισμού δηλαδή της φυσιολογικής λειτουργίας του. Οι ασθένειες πιθανώς να οφείλονται σε ποικίλους παράγοντες όπως για παράδειγμα σε μολύνσεις από ιούς ή μικρόβια, στο τρόπο ζωής ή και σε κληρονομικούς παράγοντες. Η κάθε ασθένεια εμφανίζει διαφορετικά συμπτώματα και χρήζει διαφορετικής αντιμετώπισης (Μαυρικάκη, Γκούβρα, Καμπούρη).

2.1 ΚΕΧΡΟΕΙΔΗΣ ΔΕΡΜΑΤΙΤΙΔΑ – MILIARY DERMATITIS

Έχει πάρει το όνομα της από το κεχριμπάρι, τους σπόρους που τρώνε τα πουλιά, γιατί οι πληγές είναι πολύ μικροσκοπικές και στρογγυλές. Πρόκειται για μία δερματική πάθηση όπου η γάτα εμφανίζει, κυρίως στην περιοχή της πλάτης, μικροσκοπικές και στρογγυλές πληγές, κόκκινες και με κρούστα. Τα αίτια είναι πολλά, όπως παράσιτα, ευαισθησία στο περιβάλλον, αντίδραση σε τροφή ή ακόμα κάποια αντίδραση του ανοσοποιητικού συστήματος. Εναλλακτικά, μπορεί να προκαλείται από αντίδραση σε συγκεκριμένα φάρμακα. Ο κνησμός συμβάλλει στην ανάπτυξη της ασθένειας και συνήθη επακόλουθα είναι η αλωπεκία και οι δευτερογενείς λοιμώξεις. Και σ' αυτή την περίπτωση, όπως και σε κάθε δερματική αλλοίωση, κρίνεται απαραίτητη η εξέταση από κτηνίατρο. Χωρίς ανάλυση δείγματος του δέρματος δεν μπορεί να δοθεί και η ανάλογη θεραπεία που θα ανακουφίσει το ζώο από τα ενοχλητικά συμπτώματα (Ruadhri M., et al., 2006).



Εικόνα 2.1.1: M. Dermatitis στο κεφάλι

(Update on Feline Adverse Food Reactions).



Εικόνα 2.1.2: M. Dermatitis στο σώμα

(What is Feline Miliary Dermatitis?).

2.2 ΗΩΣΙΝΟΦΙΛΟ ΚΟΚΚΙΩΜΑ - EOSINOPHILIC GRANULOMA

Εμφανίζεται όταν πολλά ηωσινόφυλα εισέρχονται σε μια περιοχή του δέρματος για να σκοτώσουν μία μόλυνση και δεν το πετυχαίνουν πλήρως. Ηωσινόφυλο ονομάζεται ένας τύπος λευκοκυττάρου που βρίσκεται στο αίμα της γάτας, το οποίο αποτελεί μέρος του ανοσοποιητικού συστήματος της. Παράλληλα όμως προωθεί και τις φλεγμονές. Σ' αυτήν την ασθένεια, η γάτα εμφανίζει μικρές πληγές με κοκκινύλες στο δέρμα, την στοματική κοιλότητα και τις βλεννογονοδερματικές συνδέσεις. Δεν υπάρχει πόνος αλλά ούτε και φαγούρα. Η συγκεκριμένη δερματική πάθηση συνήθως αφορά νεαρές γάτες έως 12 μηνών με τα συμπτώματα να υποχωρούν σταδιακά με το χρόνο. Δεν υπάρχει αυτοϊαση, χρειάζεται ειδική εξέταση αίματος και ανάλυση δείγματος δέρματος. Δεν θα πρέπει να αγνοηθεί το γεγονός ότι πιθανόν να υπάρχει άλλη αιτία, όπως οι ψύλλοι ή η αλλαγή στη διατροφή της γάτας. Στεροειδή και αντιβιοτικά συνήθως βοηθούν στην αντιμετώπισή της (Hopke & Sargent, 2019).



Εικόνα 2.2.1: E. Granuloma στο χείλος
(Rees C., 2004).



Εικόνα 2.2.2: E. Granuloma στο πρόσθιο άκρο
(Hopke & Sargent, 2019).

2.3 ΔΕΡΜΑΤΟΦΥΤΙΑΣΗ – RINGWORM

Είναι μια δερματοπάθεια που προκαλείται κυρίως από ένα τύπο μυκήτων γνωστό ως δερματόφυτο. Στις γάτες το μεγαλύτερο ποσοστό των μυκητιάσεων οφείλονται στο *Microsporum Canis* ή *Trichophyton*. Η δερματοφυτίαση είναι λοίμωξη του κερατινοποιημένου ιστού, αφορά δηλαδή το δέρμα, τις τρίχες και τα νύχια. Ο μύκητας επεκτείνεται εύκολα στο περιβάλλον και προσβάλλει ζώα και ανθρώπους (Cabañes F., 2020). Η πιθανότητα μόλυνσης εξαρτάται από κάποιους παράγοντες όπως η ηλικία του ξενιστή, η κατάσταση του ανοσοποιητικού του συστήματος και την συχνότητα έκθεσης του σε μολυσμένες επιφάνειες. Η μόλυνση προκαλεί ανοσία η οποία δίνει ατελή και βραχύβια αντοχή σε επακόλουθη μόλυνση. Έτσι σε νεαρά ή εξασθενημένα ζώα μπορεί να είναι επίμονη. Ο τρόπος που μολύνονται εκτός από συχνή επαφή με άλλα νοσούντα ζώα, είναι όταν έρχονται σε επαφή με άλλα μολυσμένα αντικείμενα. Η διάγνωση γίνεται είτε με μικροσκοπική εξέταση τριχών ή ξεσμάτων δέρματος είτε με καλλιέργεια τριχών. Μερικές περιπτώσεις δερματοφυτίασης στη γάτα είναι πιθανό να αυτοθεραπευτούν. Αυτό συμβαίνει σπάνια και υπάρχει η πιθανότητα μετάδοσης του μύκητα στον άνθρωπο, πάντα θα πρέπει να γίνεται θεραπεία του ζώου σε όλες τις περιπτώσεις. Επομένως όλα τα ζώα που συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο θα πρέπει να υποβάλλονται σε θεραπεία. Η θεραπεία των ζώων είναι τοπική και συστηματική. Η τοπική θεραπεία γίνεται με μπάνια χρησιμοποιώντας σαμπουάν που περιέχουν κετοконаζόλη, χλωρεξιδίνη ή ενιλκοναζόλη (Grzyb K., 2022).



Εικόνα 2.3.1: Ringworm στο πρόσθιο άκρο.



Εικόνα 2.3.2: Ringworm στο κεφάλι.

(RINGWORM IN KITTENS)

2.4 ΑΛΩΠΕΚΙΑ – FELINE ALOPECIA

Στις γάτες το τρίχωμα είναι πολύ σημαντικό καθώς βοηθά στην ρύθμιση της θερμοκρασίας και προστατεύει το δέρμα. Οι γάτες ξοδεύουν πολύ χρόνο στην περιποίηση του τριχώματός τους η οποία βοηθάει και στην φυσική αποτρίχωση. Ο βαθμός του κνησμού και των δερματικών βλαβών που σχετίζονται με την αλωπεκία είναι ποικίλος. Η διάχυτη, συμμετρική ή ασύμμετρη τριχόπτωση στη γάτα μπορεί να προκληθεί από συστηματική ασθένεια. Τα τριχοθυλάκια είναι ευαίσθητα σε παθολογικές και φυσιολογικές αλλαγές που προκύπτουν από συστηματικές ασθένειες, όπως νεφρική νόσο τελικού σταδίου, χρόνια ηπατίτιδα, σακχαρώδη διαβήτης και ιογενείς λοιμώξεις (FeLV, FIV) (Scheidt, V. J., & Hillier, A. 2006).



Εικόνα 2.4.1: Αντιπροσωπευτική εικόνα ασθένειας αλωπεκίας στο κεφάλι, την πλάτη και το αυτί (Cat Pattern Baldness).

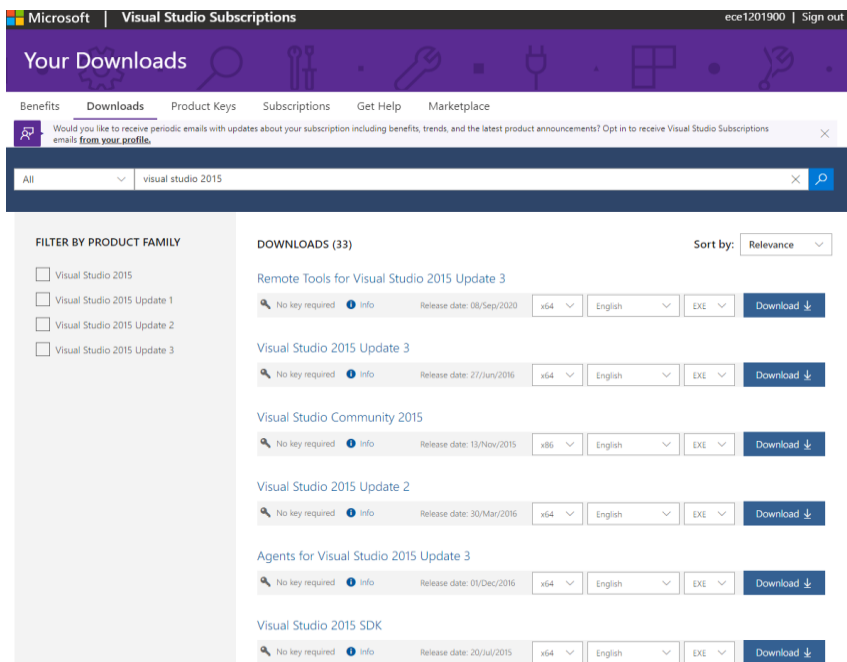
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ SkinDisease

3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Για να χρησιμοποιήσουμε την εφαρμογή θα χρειαστούμε την έκδοση Visual Studio 2015 και θα χρησιμοποιήσουμε τον εξομοιωτή (emulator) Windows Phone 8.1.

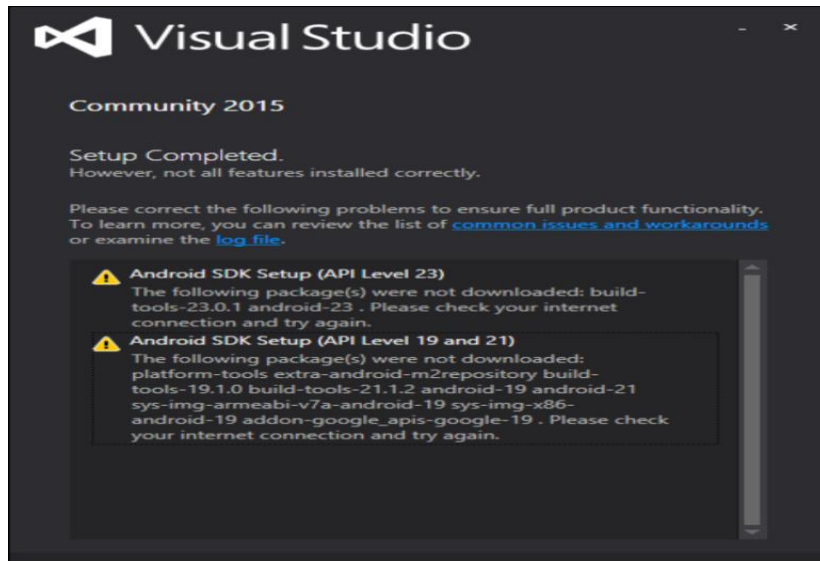
Έπειτα, για να κάνουμε λήψη του Visual Studio θα χρειαστούμε ένα λογαριασμό Microsoft.

Μόλις κατεβάσουμε το εκτελέσιμο αρχείο το ανοίγουμε και ακολουθούμε τις οδηγίες εγκατάστασης.



Εικόνα 3.1: Εκδόσεις Εφαρμογής.

Για να λειτουργήσει το Visual Studio στον υπολογιστή μας υπάρχουν κάποιες ελάχιστες απαιτήσεις (Εικόνα 3.2).

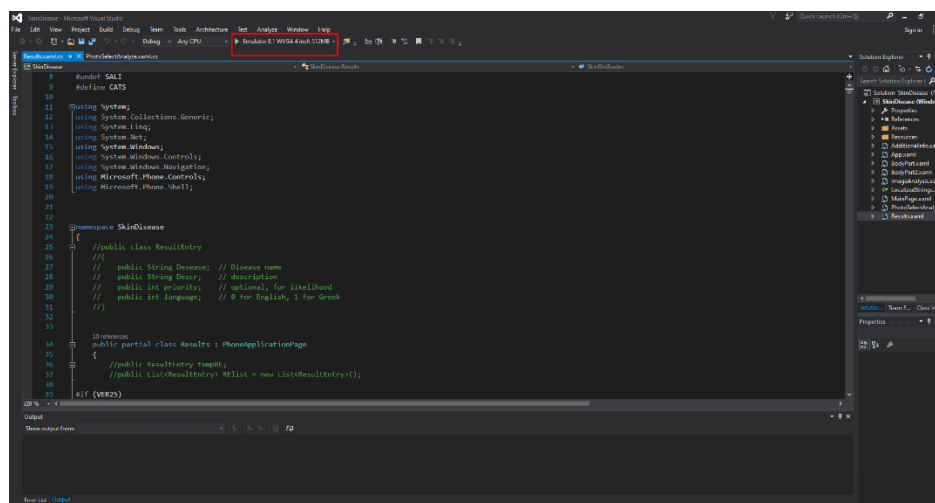


Εικόνα 3.2: Ελάχιστες Απαιτήσεις Εφαρμογής.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

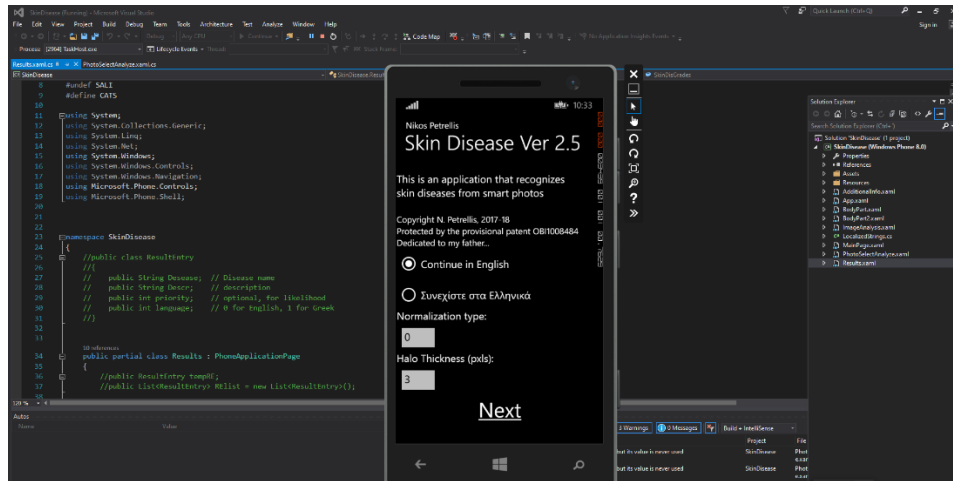
Ανοίγουμε την εφαρμογή και επιλέγουμε *File > Open > Project/Solution*. Έπειτα ανοίγουμε το αρχείο *SkinDisease.sln* για να φορτώσει τον κώδικα.

Στο δεξί πλαίσιο της οθόνης εμφανίζονται τα περιεχόμενα του Project. Αρχεία με κατάληξη *.cs* πχ. *Results.xaml.cs* περιλαμβάνει τον τελικό κώδικα και άλλα. Από την γραμμή εργαλείων επιλέγουμε τον εξομοιωτή (Emulator 8.1 WGA) για να τρέξουμε την εφαρμογή (Εικόνα 3.3).



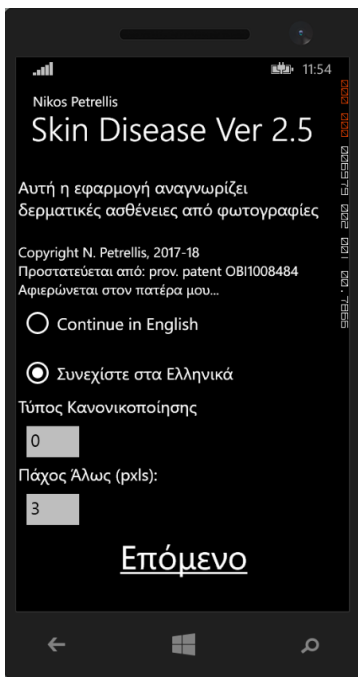
Εικόνα 3.3: Περιβάλλον εργασίας Visual Studio.

Στην συνέχεια ανοίγει ο εξομοιωτής (Εικόνα 3.4).

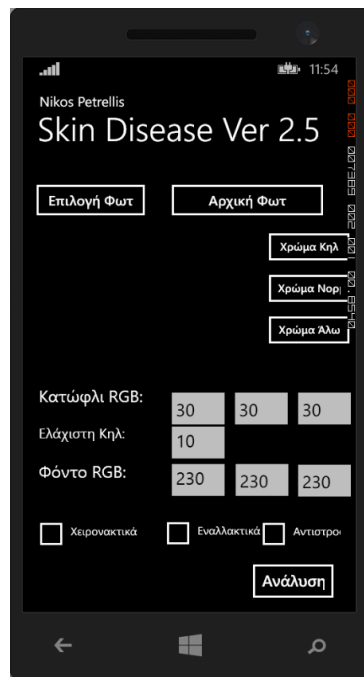


Εικόνα 3.4: Φόρτωση Εξομοιωτή.

Στην αρχική οθόνη (Εικόνα 3.5) που εμφανίζεται υπάρχουν οι εξής επιλογές: επιλογή γλώσσας, επιλογή κανονικοποίησης και πάχος Άλως. Επιλέγουμε Ελληνικά, πατώντας επόμενο, μας οδηγεί στην επόμενη οθόνη (Εικόνα 3.6)



Εικόνα 3.5: Αρχική Οθόνη.



Εικόνα 3.6: Πεδία Εφαρμογής.

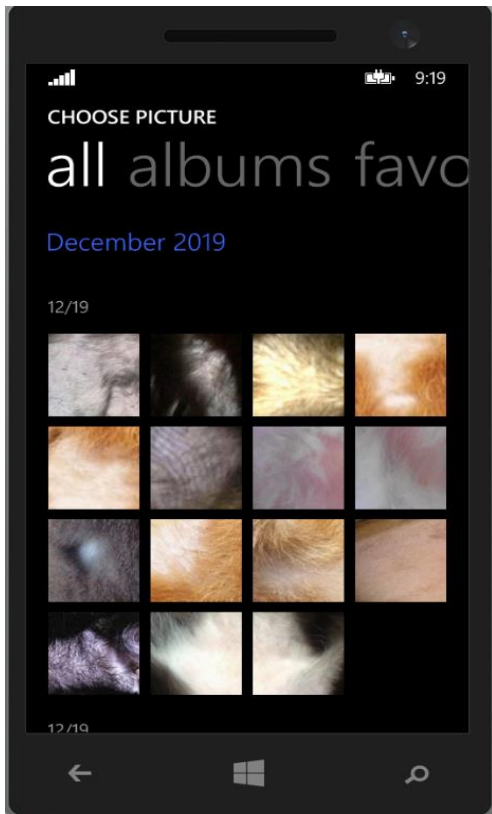
Από τη γραμμή εργαλείων επιλέγουμε την εικονική SD CARD και εισάγουμε το κατάλογο των φωτογραφιών (εικόνες 3.7 , 3.8 και 3.9).



Εικόνα 3.7: Πρόσθετα Εργαλεία.

Για να μπορούν να αναγνωριστούν οι φωτογραφίες σωστά από την εφαρμογή μετατράπηκαν σε αναλογία 16:9 σε αναλύσεις 1296x728, 648x364 κ.ο.κ

Ακολουθεί παράδειγμα ανάλυσης φωτογραφίας και τα αποτελέσματα που προέκυψαν για την κατανόηση της εφαρμογής.

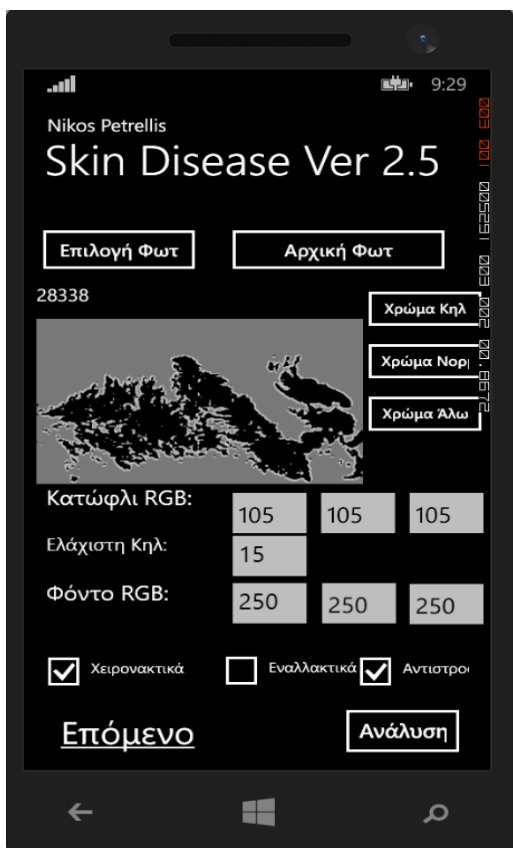


Εικόνα 3.8: Αναζήτηση Φωτογραφίας στο άλμπουμ. Εικόνα 3.9: Επιλογή Φωτογραφίας.

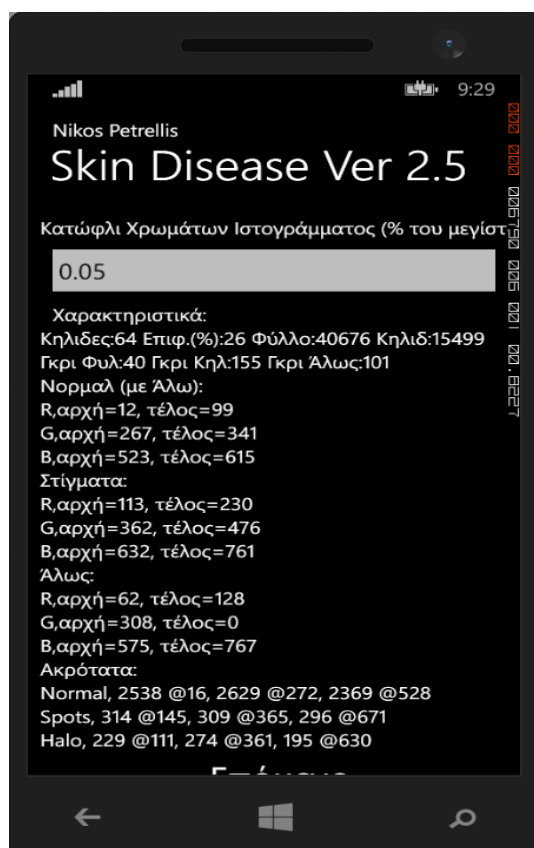
Στις εικόνες 3.10 και 3.11 έχουμε επιλέξει τη φωτογραφία, για την οποία ο μοναδικός αριθμός της αριθμός είναι 28338(πάνω αριστερά), στο πεδίο **Κατώφλι** δίνουμε ελάχιστες τιμές 105 για (R), 105 για (G) και 105 για (B) , το πεδίο **Ελάχιστη κηλίδας** είναι εξ ορισμού τιμή 15 (οποιαδήποτε τιμή κάτω από τον αριθμό που ορίζεται στο πεδίο δεν λαμβάνεται υπόψη διότι θεωρείται θόρυβος) και το πεδίο **Φόντο** έχει προκαθορισμένες σταθερές τιμές 250 για (R), 250 για (G), και 250 για (B).

Στη συνέχεια υπάρχουν τα πεδία **Χρώμα Κηλίδας**, **Χρώμα Δέρματος & Χρώμα Άλω** αυτά τα πεδία αν επιλεγθούν δείχνουν σε ιστόγραμμα τα χρώματα ανάλογα με τις τιμές κατωφλίων. Επιπλέον, υπάρχει το πεδίο **Χειρονακτικά**, το οποίο το επιλέγουμε ώστε να μπορεί να γίνει η αλλαγή στις τιμές των κατωφλίων ανάλογα, το πεδίο **Εναλλακτικά** (δεν χρησιμοποιείται στο παράδειγμά μας) και το πεδίο **Αντιστροφή** το οποίο επιλέγεται μόνο όταν οι κηλίδες είναι πιο ανοιχτόχρωμες από το δέρμα.

Τέλος, επιλέγουμε το πεδίο **Ανάλυση** (Εικόνα 3.10) εδώ φαίνονται οι περιοχές του δέρματος με τρία επίπεδα του Γκρι. Με λευκό χρώμα είναι το φόντο, με γκρι το κανονικό του δέρματος και με μαύρο οι αλλοιωμένες περιοχές του δέρματος (κηλίδες). Γύρω από τα στίγματα υπάρχει λευκό φωτοστέφανο (άλως) πάχους σε pixels.



Εικόνα 3.10: Ορισμός πεδίων & Ανάλυση.



Εικόνα 3.11: Χαρακτηριστικά Ανάλυσης.

Η επόμενη οθόνη (Εικόνα 3.11) περιγράφει αναλυτικά τα χαρακτηριστικά και τις τιμές που παίρνουμε από την ανάλυση της φωτογραφίας: εμφανίζει το πλήθος Κηλίδων = 64, το μέσο επίπεδο του Γκρι στις αλλοιωμένες κηλίδες και στην υπόλοιπη περιοχή του δέρματος. Γκρι δέρματος = 40, Γκρι κηλίδων = 155, Γκρι Άλως = 101 .

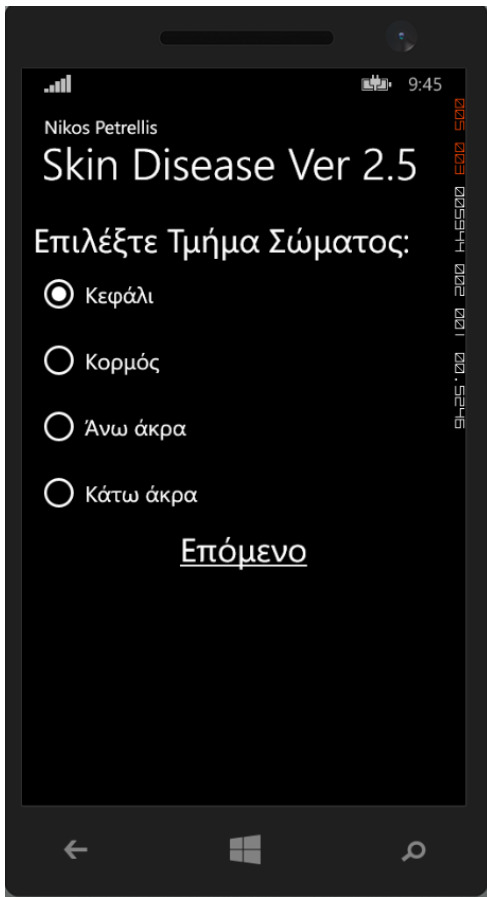
Η αρχή για το R (κόκκινο) **στα δέρμα** είναι = 12 και το τέλος = 99 , το μέγιστο του ακρότατου είναι = 16 με αρχικό το = 2538, η αρχή για το G (πράσινο) είναι = 267 και το τέλος = 341, το

μέγιστό του ακρότατου είναι = 272 με αρχικό το = 2629, η αρχή για το B (μπλε) είναι = 523 και το τέλος = 615, το μέγιστό του ακρότατου είναι = 528 με αρχικό το = 2369.

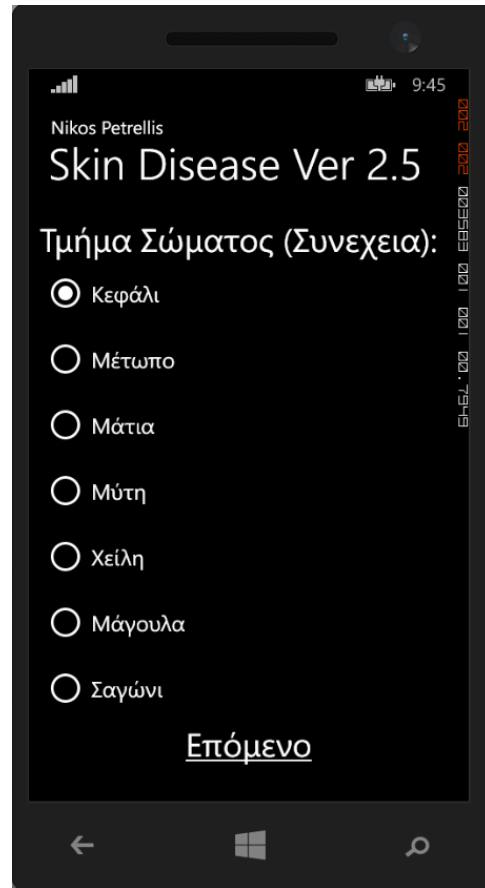
Η αρχή για το R (κόκκινο) **στα στίγματα** είναι = 113 και το τέλος = 230, το μέγιστο του ακρότατου είναι = 145 με αρχικό το = 314, η αρχή για το G (πράσινο) είναι = 362 και το τέλος = 476, το μέγιστό του ακρότατου είναι = 365 με αρχικό το = 309, η αρχή για το B (μπλε) είναι = 632 και το τέλος = 761, το μέγιστό του ακρότατου είναι = 671 με αρχικό το = 296.

Η αρχή για το R (κόκκινο) **στην Άλω** είναι = 62 και το τέλος = 128, το μέγιστο του ακρότατου είναι = 111 με αρχικό το = 229, η αρχή για το G (πράσινο) είναι = 308 και το τέλος = 0, το μέγιστό του ακρότατου είναι = 361 με αρχικό το = 274, η αρχή για το B (μπλε) είναι = 575 και το τέλος = 767, το μέγιστό του ακρότατου είναι = 630 με αρχικό το = 195.

Στην επόμενη οθόνη (Εικόνα 3.12) επιλέγουμε το τμήμα του σώματος που εξετάζουμε (π.χ. Κεφάλι) και στη συνέχεια της επόμενης οθόνης (Εικόνα 3.13) επιλέγουμε ποιο μέρος του ζώου φωτογραφήθηκε π.χ. τα Μάγουλα.



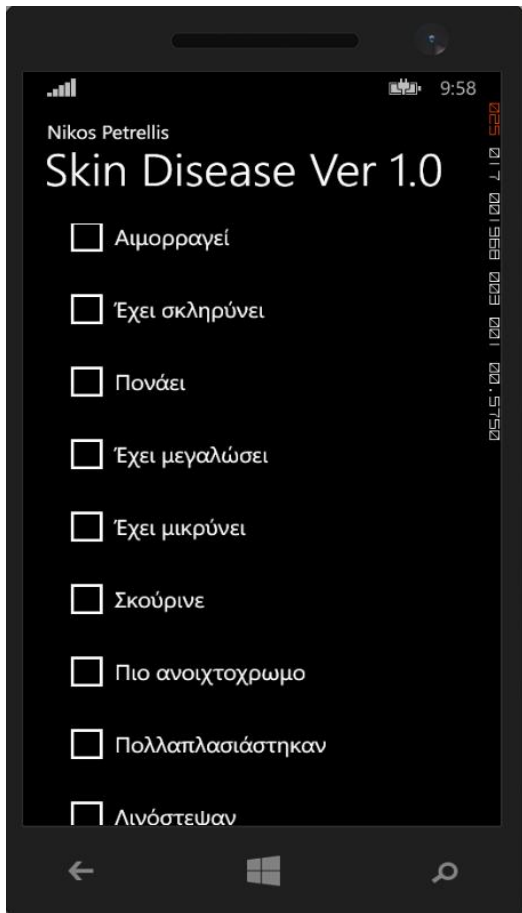
Εικόνα 3.12: Τμήμα σώματος.



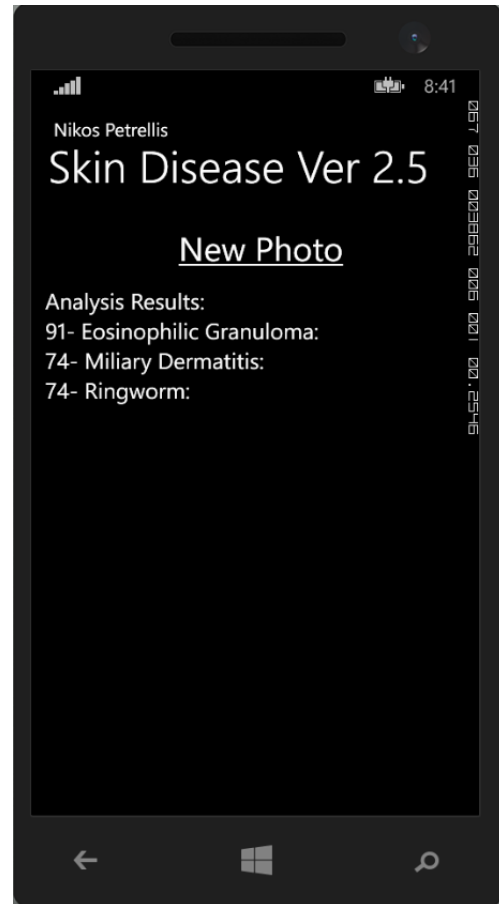
Εικόνα 3.13: Τμήμα Σώματος (Συνέχεια).

Στην επόμενη οθόνη (Εικόνα 3.14) μπορούμε να επιλέξουμε περισσότερες επιλογές για να πάρουμε πιο εξειδικευμένες απαντήσεις για τη σωστή διάγνωση των ασθενειών π.χ. αν η κηλίδα αιμορραγεί, σκούραϊνε ή μίκρυνε. Στην τελική οθόνη (Εικόνα 3.15) εμφανίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τις τρεις επικρατέστερες ασθένειες.

Τέλος, με την επιλογή «Νέα φωτογραφία» επιστρέφουμε στην αρχική οθόνη για εισαγωγή και ανάλυση της επόμενης φωτογραφίας.



Εικόνα 3.14: Διάφορες Επιλογές.



Εικόνα 3.15: Αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Με τον όρο επεξεργασία αναφερόμαστε στον διαχωρισμό της εικόνας σε κανονικό δέρμα, κηλίδες άλωσ και το φόντο. Όσον αφορά τα χρώματα που εμφανίζονται στην εφαρμογή, το κανονικό δέρμα εμφανίζεται γκρι, οι κηλίδες οι οποίες είναι αλλοιωμένες περιοχές του δέρματος εμφανίζονται μαύρες ενώ το λευκό χρώμα είναι το φόντο.

Γίνεται επεξεργασία του επιπέδου του γκρι των εικονοστοιχείων του δέρματος τα οποία αποτελούν τις βλάβες. Προϋπόθεση για να θεωρηθούν βλάβες είναι το γεγονός ότι τα εικονοστοιχεία κηλίδων έχουν ένα γκριζό επίπεδο το οποίο ξεπερνά το μέσο μέγεθος εικονοστοιχείου του δέρματος με αντιστάθμιση κατωφλίου. Αυτό επιτυγχάνεται επιλέγοντας ανάλυση εικόνας μιας γάτας, όπου η εικόνα μετατρέπεται σε γκριζα.

Χρησιμοποιούνται τρία κατώφλια για το διαχωρισμό του υποστρώματος (BackGround), των υγιεινών περιοχών και των περιοχών βλάβης του δέρματος (ThresHold). Αν το επίπεδο γκριζου ενός εικονοστοιχείου είναι G (Grey) τότε, αν $G > BG$ το εικονοστοιχείο θεωρείται ότι ανήκει στο φόντο. Αν το $BG \geq G > TH$ και τα στίγματα είναι πιο σκούρα από το κανονικό χρώμα του δέρματος, το εικονοστοιχείο θεωρείται ότι ανήκει στο δέρμα, ενώ αν το $G \leq TH$ ανήκει στη βλάβη. Εάν οι βλάβες έχουν πιο ανοιχτό χρώμα από το κανονικό δέρμα, τότε ένα εικονοστοιχείο ανήκει στο κανονικό δέρμα εάν $G \leq TH$ και στη βλάβη εάν $BG \geq G > TH$. Ο διαχωρισμός κανονικού δέρματος, βλάβης και φόντου μπορεί να επιτευχθεί με καλή ακρίβεια πραγματοποιώντας τροποποιήσεις στις παραμέτρους BG και TH .

Συμπερασματικά, αν τα στίγματα είναι πιο σκούρα από το κανονικό δέρμα, το επίπεδο του γκριζου τους πρέπει να είναι χαμηλότερο από το μέσο επίπεδο του γκρι από όλα τα pixel του δέρματος μείον την τιμή του κατωφλίου. Εάν οι κηλίδες είναι φωτεινότερες από το κανονικό δέρμα τότε επιλέγουμε το πεδίο Αντιστροφή.

4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ ΜΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Για να εκπαιδεύσουμε την εφαρμογή Skin Disease να αναγνωρίζει τις φωτογραφίες και να βγάζει αποτελέσματα επιλέξαμε τέσσερις φωτογραφίες από κάθε ασθένεια, τις οποίες αναλύσαμε και πήραμε τα δεδομένα για τις εκάστοτε παραμέτρους:

Spots, Area, Leaf_Grey, Spot_Grey, LR_start, LR_peak, LR_stop, LG_start, LG_peak, LG_stop, LB_start, LB_peak, LB_stop, SR_start, SR_peak, SR_stop, SG_start, SG_peak, SG_stop, SB_start, SB_peak, SB_stop, HR_start, HR_peak, HR_stop, HG_start, HG_peak, HG_stop, HB_start, HB_peak, HB_stop τα οποία καταγράψαμε.

Η Κανονικοποίηση ουσιαστικά κλιμακώνει τις τιμές φωτεινότητας της ενεργής στρώσης, έτσι ώστε το πιο σκοτεινό σημείο να γίνει μαύρο και το πιο φωτεινό σημείο να γίνει όσο πιο φωτεινό γίνεται, χωρίς αλλαγή απόχρωσης του (Petrellis N., 2019).

- Η ανάλυση φωτογραφίας με τύπο μηδέν (0) γίνεται χωρίς κανονικοποίηση.

- Στον τύπο 2 γίνεται ανεξάρτητη κανονικοποίηση για κάθε βασικό χρώμα R, G, B μόνο προς τα πάνω και υπολογίζεται ως εξής:

$$R = (RimageBytes * (rgb_range_start + rgb_range) / maxGrey)$$

$$G = (GimageBytes * (rgb_range_start + rgb_range) / maxGrey)$$

$$B = (BimageBytes * (rgb_range_start + rgb_range) / maxGrey)$$

4.3 ΜΕΓΙΣΤΑ & ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΟΡΙΑ

Στο επόμενο στάδιο έγινε η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η καταγραφή τους σε αρχείο Excel, υπολογίσαμε τα μέγιστα και τα ελάχιστα από τις παραμέτρους: Spots, Area, Leaf_Grey, Spot_Grey, Halo_Grey, LR_start, LR_end, PR, LG_start, LG_end, PG, LB_start, LB_end, PB, SR_start, SR_end, PR, SG_start, SG_end, PG, SB_start, SB_end, PB, HR_start, HR_end, PR, HG_start, HG_end, PG, HB_start, HB_end, PB.

Ακολουθήσαμε τα παραπάνω βήματα για όλες τις ασθένειες και για τους άλλους 2 τύπους κανονικοποίησης.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
1	Disease	Code Normalization	Side	Photografia	Invert	MinArea/BkGnd	Threshold	Spots	Area	Grey Leaf	Grey Spot	Gray Halo	LR_start	LR_end	LRP	LG_start	LG_end	LGP	LB_start	LB_end	LBP	SR_start	SR_end	SRP	SG_start	SG_end
2	Miliary_Dermatitis	0 Upper	Auto	28783	Yes	230/230/230	150/50/50	56	18	82	134	111	39	150	98	275	383	326	536	658	580	151	202	159	322	
3		0 Upper	Auto	57825	Yes	230/230/230	150/50/50	74	31	94	179	151	26	150	79	291	406	353	548	682	621	151	229	185	384	
4		0 Upper	Auto	35165	Yes	230/230/230	150/50/50	80	23	72	169	132	10	150	97	261	396	339	517	647	587	151	0	0	379	
5		0 Upper	Auto	27350	Yes	230/230/230	150/50/50	82	46	113	176	166	69	150	115	334	412	361	579	675	629	151	229	152	367	
6		0 Upper	Auto	30713	Yes	230/230/230	150/50/50	108	43	79	166	143	64	150	139	285	372	401	516	611	541	151	229	201	355	
7		0 Upper	Auto	32196	Yes	230/230/230	150/50/50	33	3	31	156	112	0	8	2	256	270	257	515	572	518	151	219	153	348	
8		0 Upper	Auto	29475	Yes	230/230/230	150/50/50	31	2	30	141	105	0	64	1	256	335	257	514	585	518	151	210	152	342	
9		0 Upper	Auto	174224	Yes	230/230/230	150/50/50	57	10	80	150	103	19	150	112	273	395	347	526	639	574	151	0	0	353	
10	PARAMETERS	Min						31	2	30	134	103	0	8	1	256	270	257	514	572	518	151	0	0	322	
11		Max						108	46	113	179	166	69	150	139	334	412	401	579	682	629	151	229	201	384	
12		Loose Min						21	0	20	124	93	0	0	0	246	290	247	504	562	508	141	0	0	312	
13		Strict Min						31	2	30	134	103	0	8	1	256	270	257	514	572	518	151	0	0	322	
14		Strict Max						108	46	113	179	166	69	150	139	334	412	401	579	682	629	151	229	201	384	
15		Loose Max						118	56	123	183	176	79	160	149	344	422	411	589	692	639	161	239	211	394	
16																										
17	Ringworm	0 Upper	Auto	236053	Yes	230/230/230	150/105/105	75	23	89	179	135	23	150	94	285	406	345	532	660	596	151	0	0	392	
18		0 Upper	Auto	163615	Yes	230/230/230	150/105/105	54	83	120	179	182	93	169	144	309	396	383	541	631	619	151	229	170	388	
19		0 Upper	Auto	29933	Yes	230/230/230	150/105/105	34	9	51	165	142	29	104	33	281	312	284	535	557	539	151	229	154	373	
20		0 Upper	Auto	23959	Yes	230/230/230	150/105/105	46	23	66	148	133	19	150	49	277	396	303	525	641	545	151	179	160	384	
21		0 Upper	Auto	27317	No	230/230/230	150/105/105	31	16	150	93	123	126	210	158	361	454	396	608	712	644	79	148	125	296	
22		0 Upper	Auto	86410	No	230/230/230	150/105/105	107	10	151	97	129	133	186	168	361	443	412	609	701	660	85	149	127	315	
23		0 Upper	Auto	63811	Yes	230/230/230	150/105/105	139	21	83	150	111	27	162	118	274	392	343	524	643	576	151	207	148	366	
24		0 Upper	Auto	43947	No	230/230/230	180/105/105	81	16	158	107	120	151	225	201	361	451	423	590	687	654	127	179	167	332	
25	PARAMETERS	Min						31	9	51	93	111	19	104	33	274	312	284	524	557	539	79	0	0	296	
26		Max						139	83	158	179	182	151	225	201	361	454	423	609	712	660	151	229	170	392	
27		Loose Min						21	0	41	83	101	9	94	23	264	302	274	514	547	529	69	0	0	286	
28		Strict Min						31	9	51	93	111	19	104	33	274	312	284	524	557	539	79	0	0	296	
29		Strict Max						139	83	158	179	182	151	225	201	361	454	423	609	712	660	151	229	170	392	
30		Loose Max						149	93	168	189	192	161	235	211	371	464	433	619	722	670	161	239	180	402	
31																										
32	Feline Alopecia	0 Upper	Auto	18912	Yes	230/230/230	105/105/105	48	14	75	145	113	23	159	99	271	388	330	520	617	562	112	190	165	362	
33		0 Upper	Auto	46353	Yes	230/230/230	105/105/105	55	12	57	154	125	27	130	63	27	363	306	531	616	560	126	229	149	362	
34		0 Upper	Auto	21874	Yes	230/230/230	105/105/105	30	9	22	140	103	8	41	14	262	289	266	514	541	518	111	209	124	364	
35		0 Upper	Auto	26346	Yes	230/230/230	105/105/105	49	37	54	138	105	23	120	36	272	360	285	524	615	535	117	184	144	362	

Εικόνα 4.1: Screenshot rules individual.

4.4 ΟΡΙΑ

Τα **Αυστηρά** και **Ελαστικά** όρια τα υπολογίσαμε με τον ορισμό τύπου στο Excel ως εξής:

- Strict Min το οποίο είναι το αυστηρό ελάχιστο όριο και το Loose Min το οποίο είναι το ελαστικό ελάχιστο όριο (-10 της τιμής του ελάχιστου αυστηρού ορίου),
- Strict Max το οποίο είναι το αυστηρό μέγιστο όριο,
- Loose Max το οποίο είναι το ελαστικό μέγιστο όριο (+10 της τιμής του μέγιστου αυστηρού ορίου).

Για παράδειγμα στην Εικόνα 4.2 στην παράμετρο Spots το Min και το Max είναι 31 και 108 αντίστοιχα. Το Loose Min 21, Strict Min 31 και το Loose Max 118, Strict Max 108.

Αφού υπολογίσαμε όλες τις παραμέτρους αυτές δημιουργήσαμε κατάλληλες κλάσεις κανόνων και βαθμών, public GenericRules και public GenericRuleGrades αντίστοιχα, για κάθε ασθένεια και κανονικοποίηση.

Όλες οι τιμές των κλάσεων και το τμήμα κώδικα που χρησιμοποιήθηκε αναφέρονται στο παράρτημα.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y		
Disease	Code Normalization	Side	Photografia	Invert	MinArea/BkGnd	Threshold	Spots	Area	Grey_Leaf	Grey_Spot	Gray_Halo	LR_start	LR_end	LBP	LG_start	LG_end	LGP	LB_start	LB_end	LBP	SR_start	SR_end	SRP	SG_start		
1	Miliary_Dermatitis	0	Upper	Auto	28783	Yes	230/230/230	150/50/50	56	18	82	134	111	39	150	98	275	383	326	536	658	580	151	202	159	322
2		0	Upper	Auto	57825	Yes	230/230/230	150/50/50	74	31	94	179	151	26	150	79	291	406	353	548	682	621	151	229	185	384
3		0	Upper	Auto	35165	Yes	230/230/230	150/50/50	80	23	72	169	132	10	150	97	261	396	339	517	647	587	151	0	0	379
4		0	Upper	Auto	27350	Yes	230/230/230	150/50/50	82	46	113	176	166	69	150	115	334	412	361	579	675	629	151	229	152	367
5		0	Upper	Auto	30713	Yes	230/230/230	150/50/50	108	43	79	166	143	64	150	139	285	372	401	516	611	541	151	229	201	355
6		0	Upper	Auto	32296	Yes	230/230/230	150/50/50	33	3	31	156	112	0	8	2	256	270	257	515	572	518	151	219	153	348
7		0	Upper	Auto	29475	Yes	230/230/230	150/50/50	31	2	30	141	105	0	64	1	256	335	257	514	585	518	151	210	152	342
8		0	Upper	Auto	174224	Yes	230/230/230	150/50/50	57	10	80	150	103	19	150	112	273	395	347	526	639	574	151	0	0	353
9		0	Upper	Auto	174224	Yes	230/230/230	150/50/50	57	10	80	150	103	19	150	112	273	395	347	526	639	574	151	0	0	353
10	PARAMETERS	Min							31	2	30	134	103	0	8	1	256	270	257	514	572	518	151	0	0	322
11		Max							108	46	113	179	166	69	150	139	334	412	401	579	682	629	151	229	201	384
12		Loose Min							21	0	20	124	93	0	0	0	246	260	247	504	562	508	141	0	0	312
13		Strict Min							31	2	30	134	103	0	8	1	256	270	257	514	572	518	151	0	0	322
14		Strict Max							108	46	113	179	166	69	150	139	334	412	401	579	682	629	151	229	201	384
15		Loose Max							118	56	123	189	176	79	160	149	344	422	411	589	692	639	161	239	211	394
16																										
17	Ringworm	0	Upper	Auto	236053	Yes	230/230/230	150/105/105	75	23	89	179	135	23	150	94	285	406	345	532	660	596	151	0	0	392
18		0	Upper	Auto	163615	Yes	230/230/230	150/105/105	54	83	120	179	182	93	169	144	309	396	383	541	631	619	151	229	170	388
19		0	Upper	Auto	29933	Yes	230/230/230	150/105/105	34	9	51	165	142	29	104	33	281	312	284	535	557	539	151	229	154	373
20		0	Upper	Auto	23959	Yes	230/230/230	150/105/105	46	23	66	148	133	19	150	49	277	396	303	525	641	545	151	179	160	384
21		0	Upper	Auto	27317	No	230/230/230	150/105/105	31	16	150	93	123	126	210	158	361	454	396	608	712	644	79	148	125	296
22		0	Upper	Auto	86410	No	230/230/230	150/105/105	107	10	151	97	129	133	186	168	361	443	412	609	701	660	85	149	127	315
23		0	Upper	Auto	63811	Yes	230/230/230	150/105/105	139	21	83	150	111	27	162	118	274	392	343	524	643	576	151	207	148	366
24		0	Upper	Auto	43947	No	230/230/230	180/105/105	81	16	158	107	120	151	225	201	361	451	423	590	687	654	127	179	167	332
25	PARAMETERS	Min							31	9	51	93	111	19	104	33	274	312	284	524	557	539	79	0	0	298
26		Max							139	83	158	179	182	151	225	201	361	454	423	609	712	660	151	229	170	398
27		Loose Min							21	0	41	83	101	9	94	23	264	302	274	514	547	529	69	0	0	284
28		Strict Min							31	9	51	93	111	19	104	33	274	312	284	524	557	539	79	0	0	298
29		Strict Max							139	83	158	179	182	151	225	201	361	454	423	609	712	660	151	229	170	392
30		Loose Max							149	93	168	189	192	161	235	211	371	464	433	619	722	670	161	239	180	402
31																										

Εικόνα 4.2: Screenshot από Spots rules.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αφού δημιουργήσαμε τις κατάλληλες κλάσεις με τις κατάλληλες παραμέτρους στην συνέχεια μέσω της εφαρμογής αναλύσαμε και αναγνωρίσαμε το σύνολο των φωτογραφιών μας. Για να θεωρήσουμε ότι η ανάλυση της φωτογραφίας ήταν επιτυχής θα πρέπει η ασθένεια που εξετάζουμε να είναι στην κορυφή της βαθμολογίας από τις τρεις επικρατέστερες ασθένειες.

Εάν η ασθένεια είναι πρώτη τότε είναι θετικό αποτέλεσμα (True Positive), διαφορετικά είναι αρνητικό αποτέλεσμα (False Negative). Η ανάλυση που έγινε σε 80 φωτογραφίες από δέρμα γάτας για τύπο κανονικοποίησης 0, για τύπο κανονικοποίησης 1 και για τύπο κανονικοποίησης 2 όπου και τα 240 αποτελέσματα καταγράφηκαν σε φύλλο excel με τις βαθμολογίες αναγνώρισης τους (εικόνες 5.1, 5.2 & 5.3).

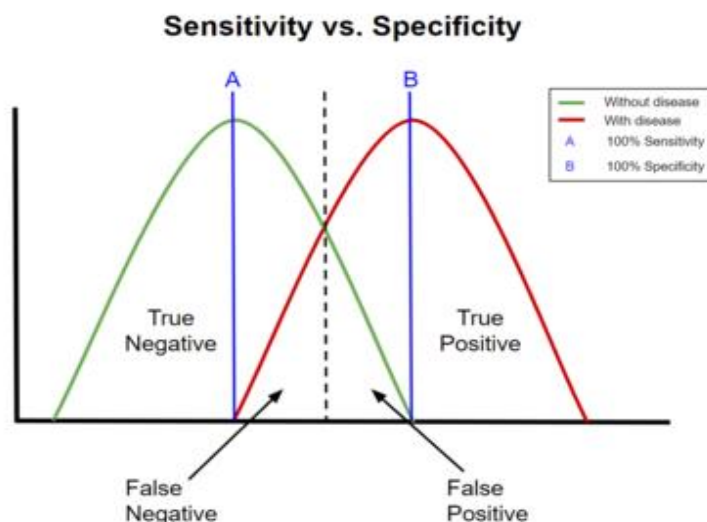
Feline Alopecia	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma	Miliary Dermatitis	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	46353	80	91	70		1	55326	86	52	79	
2	30442	85	91	71		2	37752	89	68	88	
3	21874	58	91	71		3	174224	86	70	86	
4	51320	85	77	65		4	307552	77	73	79	
5	22030	73	47	47		5	57825	85	65	89	
6	22136	77	44	49		6	59173	83	61	79	
7	26346	85	91	74		7	43019	85	68	76	
8	42919	88	70	79		8	36791	88		68	67
9	30624	88	83	71		9	31452	91	58	86	
10	22657	67	47	47		10	28783	89	65	86	
11	22998	83	58	61		11	30713	85	70	86	
12	23883	85	76	67		12	35165	85	70	88	
13	28338	70	79	82		13	58781	88	70	83	
14	52355	74	77	68		14	54054	86	67	82	
15	57815	71	76	74		15	49299	79	73	86	
16	32958	85	91	67		16	50558	71	67	77	
17	34523	86	89	70		17	29475	68	76	86	
18	24688	71	89	76		18	32196	62	67	86	
19	26878	74	88	74		19	27350	91	47	86	
20	21172	59	76	59		20	28852	85	56	74	

Εικόνα 5.1: Screenshots από βαθμούς Results Rules για τις ασθένειες Alopecia και Dermatitis.

Ringworm	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma		Eosinophilic Granuloma	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	236053	91	55	74			1	30864	52		38	91
2	27317	91	40		82		2	48561	76		47	76
3	59292	73	52		43		3	37496	56	34		91
4	86410	91	40		76		4	27502	56	28		68
5	63811	91	83	80			5	36879	80		40	77
6	46121	44	26	41			6	31490	79		43	76
7	163615	91	37	59			7	54534	76	38		91
8	23959	91	65	77			8	39171	77	37		91
9	25448	86	67	80			9	29440	73	40		85
10	29933	91	79	86			10	20496	71	46		91
11	27615	86	77	80			11	30456	53	43		74
12	43947	80	62	64			12	20407	65	41		86
13	43456	89	65	80	88		13	18230	53	41		67
14	137713	71		50	37		14	18698	43		38	73
15	73730	67	59	50			15	17553	70	37		82
16	131766	52	41		50		16	24419	67		41	83
17	177705	76		44	71		17	17798	79	41		91
18	30498	83	73	70			18	23122	76	43		91
19	42512	80	52	61			19	15340	67		37	85
20	44949	76	55	64			20	55235	85	46		91

Εικόνα 5.2: Screenshots από βαθμούς Results Rules για τις ασθένειες Ringworm και Eosinophilic Granuloma.

5.2 SENSITIVITY – SPECIFICITY – ΛΟΙΠΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ



Εικόνα 5.3 : Sensitivity & Specificity (Wikipedia).

Για να αξιολογήσουμε την κάθε μέθοδο και την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής χρησιμοποιήσαμε τρεις βασικούς δείκτες.

Sensitivity (True positive Rate): η ευαισθησία στην οποία υπολογίζονται οι φωτογραφίες οι οποίες σωστά αναγνωρίστηκαν ότι είχαν την ασθένεια, δηλαδή τα πραγματικά θετικά στοιχεία.

Specificity (True Negative Rate): η εξειδίκευση στην οποία υπολογίζονται οι φωτογραφίες οι οποίες σωστά αναγνωρίστηκαν ότι δεν είχαν την συγκεκριμένη ασθένεια που εξετάσαμε.

Accuracy: η ακρίβεια των αποτελεσμάτων βασισμένη στην Sensitivity & Specificity

Οι παραπάνω δείκτες εκφράζονται μαθηματικά με τις παρακάτω εξισώσεις (Trevethan, 2017):

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{P} = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{N} = \frac{TN}{TN+FP}$$

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{P+N} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

- Ο δείκτης **TP** δείχνει τις φωτογραφίες που σωστά αναγνωρίστηκαν ότι έχουν την συγκεκριμένη ασθένεια.
- Ο δείκτης **FN** δείχνει τις φωτογραφίες που η εφαρμογή δεν αναγνώρισε ότι είχαν την συγκεκριμένη ασθένεια.
- Ο δείκτης **TN** δείχνει πόσες φωτογραφίες η εφαρμογή σωστά αναγνώρισε ότι δεν είχαν την ασθένεια που εξετάζουμε.
- Ο δείκτης **FP** δείχνει πόσες φωτογραφίες λανθασμένα αναγνώρισε η εφαρμογή ότι είχαν την ασθένεια χωρίς να την έχουν (Petrellis N., 2019).

Όλα τα αποτελέσματα καταγράφηκαν σε excel και υπολογίστηκαν οι τέσσερις αυτοί δείκτες όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.5.

AlopeciaNorm0			
TP=	11	TPR=	0,55
FN=	9	TNR=	1
TN=	60	ACC	0,9625
FP=	0		

AlopeciaNorm1			
TP=	11	TPR=	0,55
FN=	9	TNR=	1
TN=	60	ACC	0,887
FP=	0		

AlopeciaNorm2			
TP=	13	TPR=	0,65
FN=	7	TNR=	0,9666
TN=	58	ACC	0,8875
FP=	2		

DermatitisNorm0			
TP=	9	TPR=	0,45
FN=	11	TNR=	0,9833
TN=	59	ACC	0,85
FP=	1		

DermatitisNorm1			
TP=	8	TPR=	0,4
FN=	12	TNR=	1
TN=	60	ACC	0,875
FP=	0		

DermatitisNorm2			
TP=	12	TPR=	0,6
FN=	8	TNR=	0,9833
TN=	59	ACC	0,8875
FP=	1		

RingwormNorm0			
TP=	20	TPR=	1
FN=	0	TNR=	0,65
TN=	39	ACC	0,7375
FP=	21		

RingwormNorm1			
TP=	19	TPR=	0,95
FN=	1	TNR=	0,633
TN=	38	ACC	0,712
FP=	22		

RingwormNorm2			
TP=	19	TPR=	0,95
FN=	1	TNR=	0,7833
TN=	47	ACC	0,825
FP=	13		

GlanulomaNorm0			
TP=	18	TPR=	0,9
FN=	2	TNR=	1
TN=	60	ACC	0,975
FP=	0		

GlanulomaNorm1			
TP=	19	TPR=	0,95
FN=	1	TNR=	0,9833
TN=	59	ACC	0,975
FP=	1		

GlanulomaNorm2			
TP=	20	TPR=	1
FN=	0	TNR=	1
TN=	60	ACC	1
FP=	0		

Εικόνα 5.4: Δείκτες TPR, TNR, ACC για κάθε κανονικοποίηση.

Ενδεικτικά το TP από το σύνολο των φωτογραφιών της ασθένειας Alopecia για τύπο κανονικοποίησης 0 υπολογίστηκε 11, το FN=9, το TN=60 και FP=0. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για τις υπόλοιπες τρεις ασθένειες και για τις τρεις κανονικοποιήσεις (Εικόνα 5.5).

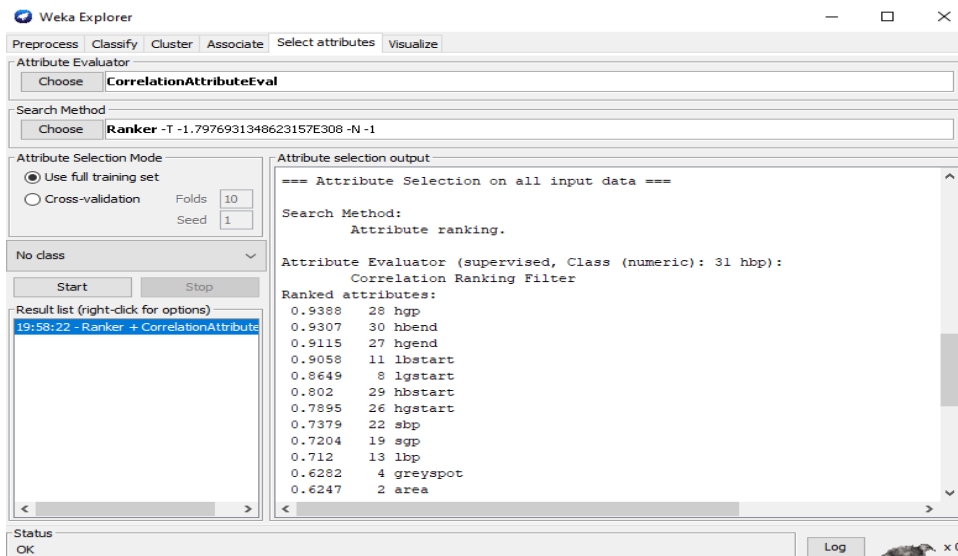
Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι η χρήση διαφορετικής κανονικοποίησης βελτίωσε αρκετά τα αποτελέσματα και στο Eosinophilic Granuloma μπορέσαμε και φτάσαμε το απόλυτο 100%.

Στην ασθένεια Dermatitis ενώ στην κανονικοποίηση 1 είχαμε μείωση στην ευστοχία της εφαρμογής, στην κανονικοποίηση 2 είχαμε αρκετά καλύτερο αποτέλεσμα.

Επίσης, στην ασθένεια Ringworm παρόλο που στην κανονικοποίηση 1 και 2 είχαμε ένα TP λιγότερο, στην κανονικοποίηση 2 τα FP ήταν αρκετά λιγότερα βελτιστοποιώντας έτσι την ακρίβεια (Accuracy) του προγράμματος. Τέλος, στην ασθένεια Eosinophilic Granuloma στην κανονικοποίηση 2 φτάσαμε το μέγιστο βαθμό αναγνώρισης με 100% επιτυχία. Σε αυτό μας βοήθησε και ο τύπος ασθένειας καθώς δεν μοιάζει ιδιαίτερα με καμία άλλη από τις υπόλοιπες ασθένειες.

5.3 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ WEKA

Το Weka είναι μια σουίτα, η οποία περιέχει μια συλλογή από εργαλεία οπτικοποίησης και αλγορίθμους για την ανάλυση δεδομένων και την προγνωστική μοντελοποίηση.



Εικόνα 5.5: Ταξινόμηση δεικτών σε περιβάλλον Weka.

Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή έγινε η ανάλυση των δεδομένων και η ταξινόμηση των groups.

Συγκεκριμένα δημιουργήσαμε αρχεία με τους δείκτες για κάθε ασθένεια και για τις τρεις κανονικοποιήσεις. Έπειτα χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Weka και με την βοήθεια της μεθόδου CorrelationAttribute Evaluator ταξινομήσαμε τους δείκτες με το αντίστοιχο βάρος. Τέλος τροποποιήσαμε τους βαθμούς GenericRuleGrades για κάθε ασθένεια σύμφωνα με τα αποτελέσματα.

Στο παράδειγμα A ορίσαμε 3 group:

- Attributes >0,66 → βάρος 15
- $0,33 \leq \text{Attributes} \leq 0,66$ → βάρος 10
- Attributes <0,33 → βάρος 5

```
public GenericRuleGrades Military_Dermatitis_0_Grades = new GenericRuleGrades(5, 5
10, 10,
10, 10,
10, 10,
10, 10,
5, 5,
5, 5,
15, 15,
5, 5,
10, 10,
15, 15,
15, 15,
10, 10,
5, 5,
5, 5,
5, 5,
10, 10,
15, 15,
10, 10,
10, 10,
15, 15,
10, 10,
10, 10,
5, 5,
5, 5,
15, 15,
15, 15,
15, 15,
15, 15,
15, 15,
15, 15);
```

Εικόνα 5.6: Τιμές των Attributes μετά τη βελτιστοποίηση με χρήση Weka (παράδειγμα A).

Με αυτή τη μέθοδο η εφαρμογή κατάφερε και αναγνώρισε στην κανονικοποίηση 0 τη φωτογραφία 30624 στην ασθένεια Feline Alopecia. Πιο συγκεκριμένα, από βαθμό αναγνώρισης ίσο με 83, έπειτα από την βελτιστοποίηση με χρήση Weka, ο βαθμός αναγνώρισης γίνεται ίσος με 84, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.7.

Feline Alopecia	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	46353	80	91	70	
2	30442	85	91	71	
3	21874	58	91	71	
4	51320	85	77	65	
5	22030	73	47	47	
6	22136	77	44	49	
7	26346	85	91	74	
8	42919	88	70	79	
9	30624	88	83	71	
10	22657	67	47	47	
11	22998	83	58	61	
12	23883	85	76	67	
13	28338	70	79	82	
14	52355	74	77	68	
15	57815	71	76	74	
16	32958	85	91	67	
17	34523	86	89	70	
18	24688	71	89	76	
19	26878	74	88	74	
20	21172	59	76	59	

Εικόνα 5.7: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 30624 με κανονικοποίηση 0.

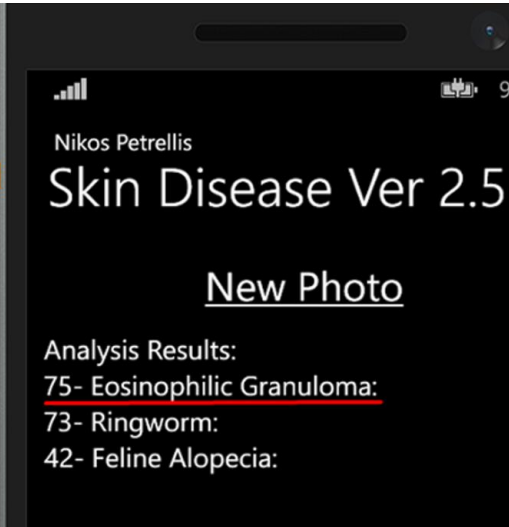
Ομοίως οι φωτογραφίες 31490, 36879 στην ασθένεια Eosinophilic Granuloma εμφανίστηκαν σωστά, δηλαδή συνολικά είχαμε 100% επιτυχία.

Eosinophilic Granuloma	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	30864	52		38	91
2	48561	76		47	76
3	37496	56	34		91
4	27502	56	28		68
5	36879	80		40	77
6	31490	79		43	76
7	54534	76	38		91
8	39171	77	37		91
9	29440	73	40		85
10	20496	71	46		91
11	30456	53	43		74
12	20407	65	41		86
13	18230	53	41		67
14	18698	43		38	73
15	17553	70	37		82
16	24419	67		41	83
17	17798	79	41		91
18	23122	76	43		91
19	15340	67		37	85
20	55235	85	46		91

Εικόνα 5.8: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 31490 με κανονικοποίηση 0.

Στην Εικόνα 5.8 παρατηρούμε πως ενώ ο βαθμός αναγνώρισης της σωστής ασθένειας Eosinophilic Granuloma δεν αυξάνεται, όμως ο βαθμός αναγνώρισης της λανθασμένης ασθένειας Ringworm μειώνεται από 79 σε 71.


Eosinophilic Granuloma	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	30864	52		38	91
2	48561	76		47	76
3	37496	56	34		91
4	27502	56	28		68
5	36879	80		40	77
6	31490	79		43	76
7	54534	76	38		91
8	39171	77	37		91
9	29440	73	40		85
10	20496	71	46		91
11	30456	53	43		74
12	20407	65	41		86
13	18230	53	41		67
14	18698	43		38	73
15	17553	70	37		82
16	24419	67		41	83
17	17798	79	41		91
18	23122	76	43		91
19	15340	67		37	85
20	55235	85	46		91



Εικόνα 5.9: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 36879 με κανονικοποίηση 0.

Στην κανονικοποίηση 1 η Alopecia εμφάνισε σωστά τη φωτογραφία 30624 (Αύξηση επιτυχίας 5%).

Feline Alopecia	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	46353	82	89	61	
2	30624	80	89	65	
3	21874	62	89	64	
4	51320	82	71	58	
5	22030	49	37		37
6	22136	68		44	43
7	26346	83	89	71	
8	42919	85	79	65	
9	30624	77	76		62
10	22657	61		41	41
11	22998	79	59	61	
12	23883	80	67	64	
13	28338	77	79	71	
14	52355	76	79	62	
15	57815	77	74	67	
16	32958	80	89	62	
17	34523	83	85	68	
18	24688	70	86	68	
19	26878	71	88	68	
20	21172	70	80	62	



Εικόνα 5.10: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 30624 με κανονικοποίηση 1.

Στην κανονικοποίηση 2 δεν υπήρξε κανένα καινούργιο αποτέλεσμα μετά τη βελτιστοποίηση.

Στο **παράδειγμα Β** πήραμε μια πιο γραμμική προσέγγιση στην οποία ισχύουν τα εξής:

- $\text{Attributes} > 0,8 \rightarrow$ βάρος 15
- $0,6 < \text{Attributes} \leq 0,8 \rightarrow$ βάρος 13
- $0,4 < \text{Attributes} \leq 0,6 \rightarrow$ βάρος 10
- $0,2 < \text{Attributes} \leq 0,4 \rightarrow$ βάρος 7
- $\text{Attributes} < 0,2 \rightarrow$ βάρος 5

```
public GenericRuleGrades Military_Dermatitis_0_Grades = new GenericRuleGrades(7, 7,
    13, 13,
    13, 13,
    13, 13,
    10, 10,
    5, 5,
    5, 5,
    15, 15,
    5, 5,
    10, 10,
    15, 15,
    13, 13,
    10, 10,
    5, 5,
    5, 5,
    7, 7,
    10, 10,
    13, 13,
    7, 7,
    13, 13,
    13, 13,
    10, 10,
    7, 7,
    5, 5,
    5, 5,
    13, 13,
    15, 15,
    15, 15,
    15, 15,
    15, 15,
    15, 15);
```

Εικόνα 5.11: Γραμμική προσέγγιση βελτιστοποίησης με χρήση Weka (παράδειγμα Β).

Με αυτή τη μέθοδο στην κανονικοποίηση 0 η φωτογραφία 30624 στην ασθένεια Alopecia είχε ισοβαθμία με την ασθένεια Ringworm.

Feline Alopecia	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	46353	80	91	70	
2	30442	85	91	71	
3	21874	58	91	71	
4	51320	85	77	65	
5	22030	73	47	47	
6	22136	77	44	49	
7	26346	85	91	74	
8	42919	88	70	79	
9	30624	88	83	71	
10	22657	67	47	47	
11	22998	83	58	61	
12	23883	85	76	67	
13	28338	70	79	82	
14	52355	74	77	68	
15	57815	71	76	74	
16	32958	85	91	67	
17	34523	86	89	70	
18	24688	71	89	76	
19	26878	74	88	74	
20	21172	59	76	59	

Εικόνα 5.12: Ισοβαθμία ασθενειών στην φωτογραφία 30624 με κανονικοποίηση 0.

Οι φωτογραφίες 36879 και 31490 στην ασθένεια Granuloma αναγνωρίστηκαν ως κυρίαρχες ασθένειες (100% Επιτυχία) που προηγουμένως εμφανίζονταν λάθος.

Eosinophilic Granuloma	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	30864	52		38	91
2	48561	76		47	76
3	37496	56	34		91
4	27502	56	28		68
5	36879	80		40	77
6	31490	79		43	76
7	54534	76	38		91
8	39171	77	37		91
9	29440	73	40		85
10	20496	71	46		91
11	30456	53	43		74
12	20407	65	41		86
13	18230	53	41		67
14	18698	43		38	73
15	17553	70	37		82
16	24419	67		41	83
17	17798	79	41		91
18	23122	76	43		91
19	15340	67		37	85
20	55235	85	46		91

Εικόνα 5.13: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 36879 με κανονικοποίηση 0.

Eosinophilic Granuloma	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	30864	52		38	91
2	48561	76		47	76
3	37496	56	34		91
4	27502	56	28		68
5	36879	80		40	77
6	31490	79		43	76
7	54534	76	38		91
8	39171	77	37		91
9	29440	73	40		85
10	20496	71	46		91
11	30456	53	43		74
12	20407	65	41		86
13	18230	53	41		67
14	18698	43		38	73
15	17553	70	37		82
16	24419	67		41	83
17	17798	79	41		91
18	23122	76	43		91
19	15340	67		37	85
20	55235	85	46		91

Εικόνα 5.14: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 31490 με κανονικοποίηση 0.

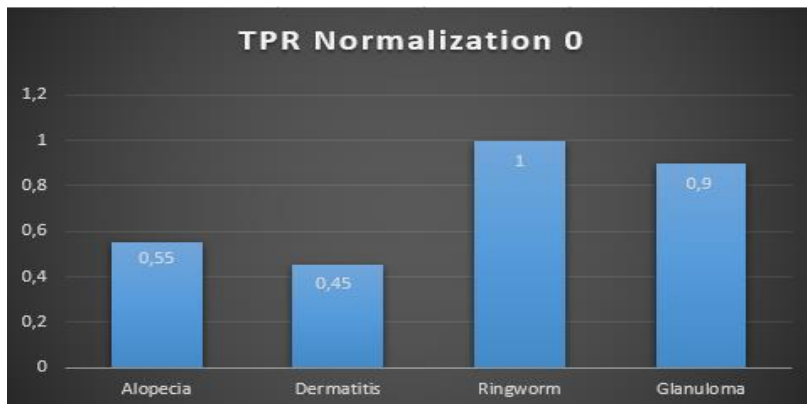
Στην κανονικοποίηση 1 η Alopecia εμφάνισε σωστά τη φωτογραφία 30624.

Feline Alopecia	Photo No	Ringworm	Feline Alopecia	Miliary Dermatitis	Eosinophilic Granuloma
1	46353	82	89	61	
2	30624	80	89	65	
3	21874	62	89	64	
4	51320	82	71	58	
5	22030	49	37		37
6	22136	68		44	43
7	26346	83	89	71	
8	42919	85	79	65	
9	30624	77	76		62
10	22657	61		41	41
11	22998	79	59	61	
12	23883	80	67	64	
13	28338	77	79	71	
14	52355	76	79	62	
15	57815	77	74	67	
16	32958	80	89	62	
17	34523	83	85	68	
18	24688	70	86	68	
19	26878	71	88	68	
20	21172	70	80	62	

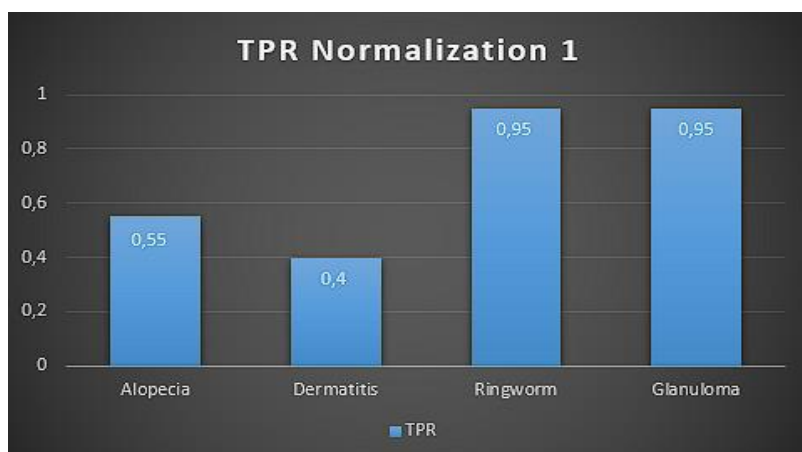
Εικόνα 5.15: Σωστή αναγνώριση φωτογραφίας 30624 με κανονικοποίηση 1.

Στην κανονικοποίηση 1 και 2 δεν υπήρξε κανένα καινούργιο αποτέλεσμα μετά τη βελτιστοποίηση.

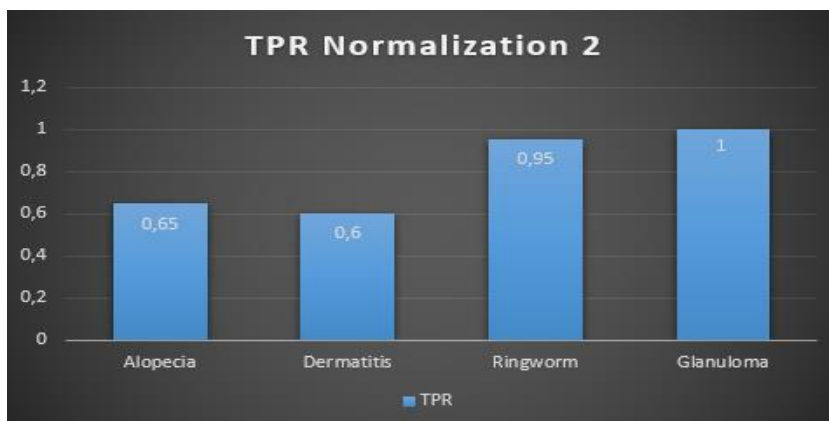
5.4 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ



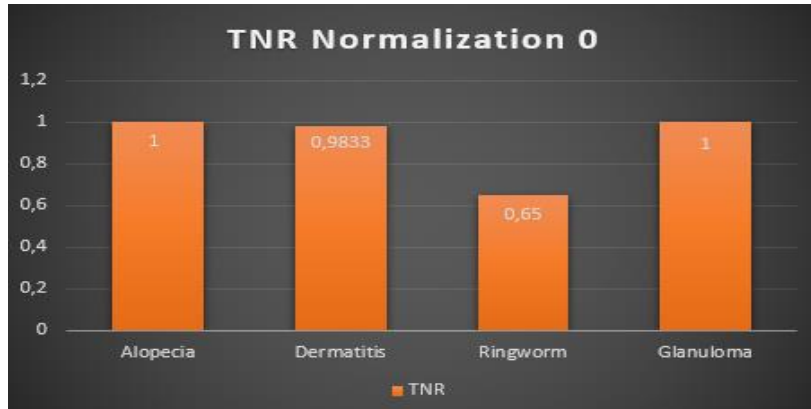
Γράφημα 5.1: True Posistive Rate για Κανονικοποίηση 0.



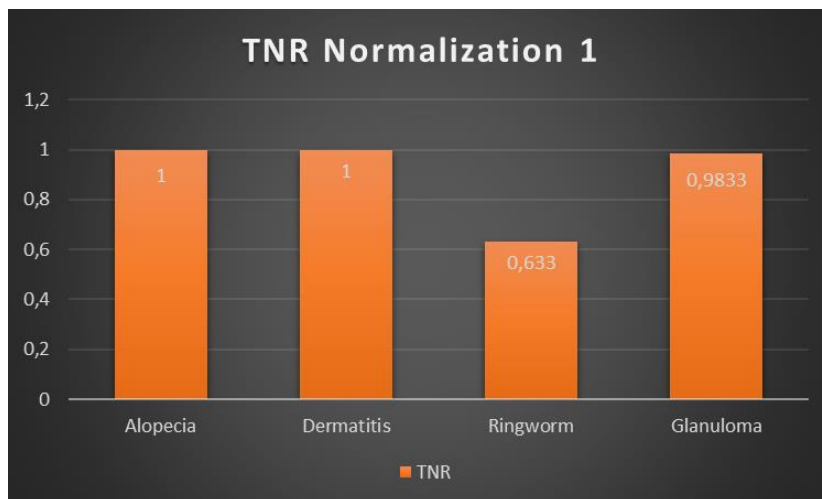
Γράφημα 5.2: True Posistive Rate για Κανονικοποίηση 1.



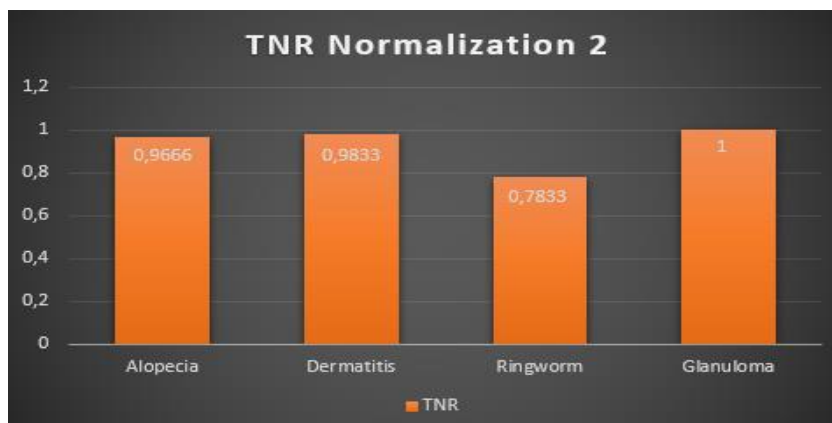
Γράφημα 5.3: True Posistive Rate για Κανονικοποίηση 2.



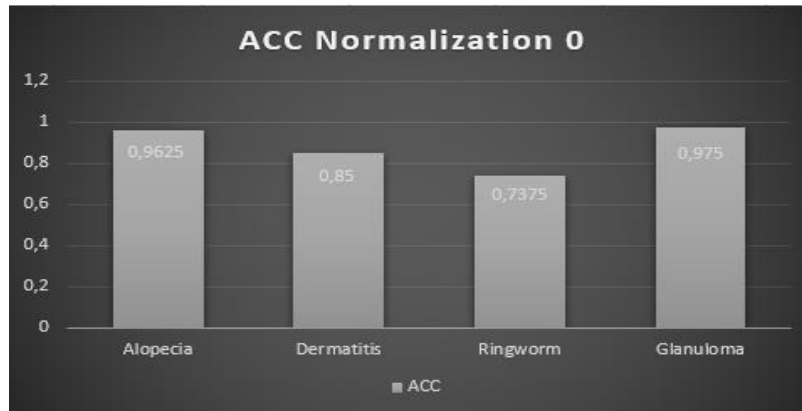
Γράφημα 5.4: True Negative Rate για Κανονικοποίηση 0.



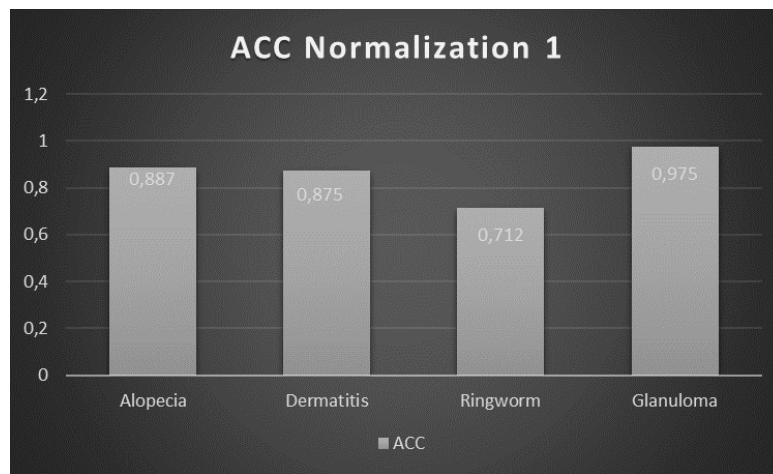
Γράφημα 5.5: True Negative Rate για Κανονικοποίηση 1.



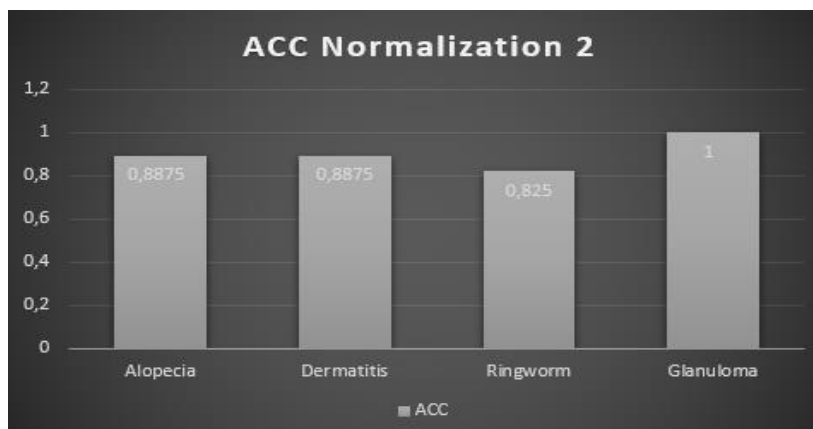
Γράφημα 5.6: True Negative Rate για Κανονικοποίηση 2.



Γράφημα 5.7: Accuracy για Κανονικοποίηση 0.



Γράφημα 5.8: Accuracy για Κανονικοποίηση 1.



Γράφημα 5.9: Accuracy για Κανονικοποίηση 2.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Morelli, S. *et al.* (2021) “Canine and Feline Parasitology: Analogies, differences, and relevance for human health,” *Clinical Microbiology Reviews*, 34(4). Available at: <https://doi.org/10.1128/cmr.00266-20>.
- Μαυρικήκη, Ε., Γκούβρα, Μ., Καμπούρη, Α. ‘ΒΙΟΛΟΓΙΑ’, Εκδόσεις Διόφαντος, Κεφ. 4.2 Ανακτήθηκε 3/9/23 από <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CE%B8%CE%AD%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B1>
- Ruadhri M., Seosaimh B. and Mike S. (2006) ‘PART 13 Cat with skin problems, 48. The cat with miliary dermatitis’ pp. 1022-1044
- Update on Feline Adverse Food Reactions, Ανακτήθηκε 3/9/23 από https://www.mspca.org/angell_services/update-on-feline-adverse-food-reactions/
- What is Feline Miliary Dermatitis? Ανακτήθηκε 3/9/23 από <https://vetexplainspets.com/feline-miliary-dermatitis/>
- Hopke, K.P. and Sargent, S.J. (2019) “Novel presentation of eosinophilic granuloma complex in a cat,” *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports*, 5(2), p. 205511691989154.
- Rees, C. A. (2004). FELINE EOSINOPHILIC GRANULOMA COMPLEX. *Small Animal Dermatology Secrets*, 220–224. doi:10.1016/b978-1-56053-626-0.50033-1
- Cabañes, F. J. (2020). Ringworm in cats and dogs: New guidelines. *Revista Iberoamericana de Micología*. doi:10.1016/j.riam.2020.02.003
- RINGWORM IN KITTENS, Ανακτήθηκε 3/9/23 από <https://www.coloradoanimalrescue.org/ringworm-in-kittens/>
- Scheidt, V. J., & Hillier, A. (2006). Feline Symmetrical Alopecia. *Saunders Manual of Small Animal Practice*, 523–530. doi:10.1016/b0-72-160422-6/50054-1
- Cat Pattern Baldness, Ανακτήθηκε 3/9/23 από <https://www.northhillanimalhospital.com/cat-pattern-baldness/>
- Grzyb, K., (2022) Ringworm in Cats, Ανακτήθηκε 3/9/23 από https://www.petmd.com/cat/conditions/skin/c_t_dermatophytosis

- Trevethan, R. (2017). Sensitivity, Specificity, and Predictive Values: Foundations, Pliabilities, and Pitfalls in Research and Practice. *Frontiers in Public Health*, 5. doi:10.3389/fpubh.2017.00307
- Sensitivity and specificity, Ανακτήθηκε 1/10/23 από https://en.wikipedia.org/wiki/Sensitivity_and_specificity
- Petrellis, N.; Antonopoulos, C.; Keramidas, G.; Voros, N. Mobile Plant Disease Classifier, Trained with a Small Number of Images by the End User. *MDPI Agronomy* 2022, 12, 1732. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081732>
- N. Petrellis, “Plant Disease Diagnosis for Smart Phone Applications with Extensible Set of Diseases”, *MDPI Applied Sciences* 2019, 9(9), 1952; <https://doi.org/10.3390/app9091952>
- N. Petrellis, “Skin disorder diagnosis with ambiguity reduction assisted by lesion color adaptation”, *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, 3(3): 290–308, 2019. doi: 10.3934/ElectrEng.2019.3.290
- N. Petrellis, “A Review of Image Processing Techniques Common in Human and Plant Disease Diagnosis,” *MDPI Symmetry* 2018, 10, 270. <https://doi.org/10.3390/sym10070270>

5.0.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

// Military Dermatitis parameters norm = 0

```
public GenericRules Military_Dermatitis_0_GR = new GenericRules(17,27,88,98, 0,0,26,36,  
3,13,165,175, 78,88,196,206, 0,0,135,145, 0,2,189,199, 10,20,228,238, 246,256,356,366,  
248,258,429,439, 273,283,479,489, 504,514,603,613, 509,519,673,683, 534,544,741,751,  
57,67,184,194, 106,116,210,220, 116,126,229,239, 284,294,437,447, 334,344,460,470,  
0,0,478,488, 512,522,679,689, 568,578,741,751, 0,0,741,751, 4, 20, 100, 138, 86,96,186,196,  
90,100,217,227, 250,260,390,400, 297,307,436,446, 347,357,465,475, 505,515,623,633,  
552,562,744,754, 600,610,762,772);
```

```
public GenericRuleGrades Military_Dermatitis_0_Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,  
10, 10);
```

// Ringworm parameters norm = 0

```
public GenericRules Ringworm_0_GR = new GenericRules(13,23,194,204,  
0,5,27,37,27,37,209,219,94,104,176,186, 0,3,185,195, 23,33,220,230,  
48,58,229,239, 247,257,431,441, 272,282,480,490,287,297,485,495,  
502,512,687,697, 502,512,732,742,538,548,741,751, 68,78,181,191,
```

0,0,189,199,0,0,229,239, 308,318,394,404, 344,354,420,430,
355,365,484,494, 502,512,639,649, 578,588,680,690,0,0,741,751,
0,8,179,189, 69,79,205,215, 0,0,255,265, 251,261,418,428,
331,341,435,445,0,0,511,521, 502,512,682,692, 0,0,685,695,0,0,767,777);

```
public GenericRuleGrades Ringworm_0_Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```

```
public GenericRules Feline_Alopecia_0_GR = new GenericRules(19,29,123,133,  
0,5,42,52,21,31,138,148,129,139,178,188, 0,5,154,164, 6,16,205,215,13,23,229,239,  
247,257,338,348, 262,272,397,407,268,278,435,445, 504,514,545,555, 518,528,591,601,  
540,550,632,642, 90,100,201,211, 118,128,229,239,0,0,229,239, 337,347,413,423,  
361,371,436,446,426,436,481,491, 603,613,633,643, 519,529,675,685,667,677,741,751,  
32,42,175,185, 96,106,243,253, 108,118,255,265, 271,281,359,369, 338,348,496,506,  
350,360,511,521, 518,528,605,615, 602,612,632,642,0,0,767,777);
```

```
public GenericRuleGrades Feline_Alopecia_0_Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```

```
public GenericRules Eosinophilic_Granuloma_0_GR = new GenericRules(13,23,119,129,  
0,2,25,35,74,84,188,198,5,15,183,193, 0,10,182,192, 76,86,219,229,159,169,229,239,  
252,262,368,378, 304,314,466,476,365,375,485,495, 502,512,633,643, 550,560,723,733,  
639,649,741,751, 0,0,176,186,0,1,228,238,0,8,229,239, 246,256,417,427, 0,0,420,430,  
0,0,470,480, 502,512,636,646, 503,513,674,684,0,0,728,738, 31,41,166,176,  
118,128,230,240, 135,145,248,258, 290,300,361,371, 0,0,412,422,0,0,416,426,  
536,546,631,641, 543,553,660,670,580,590,705,715);
```

```
public GenericRuleGrades Eosinophilic_Granuloma_0_Grades = new GenericRuleGrades(10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```

```
public GenericRules Miliary_Dermatitis_1_GR = new GenericRules(13,23,87,97,  
0,0,25,35,20,30,155,165,35,45,190,200, 20,30,124,134, 21,31,177,187,  
35,45,206,216, 276,286,356,366, 0,0,421,431,0,0,457,467, 532,542,607,617,  
536,546,667,677,551,561,722,732, 58,68,181,191, 92,102,193,203,  
109,119,218,228, 276,286,437,447, 0,0,456,466,0,0,466,476, 517,527,682,692,  
572,582,732,742,583,593,733,743, 24,34,152,162, 0,0,181,191, 0,0,202,212,  
278,288,400,410, 310,320,433,443,339,349,436,446, 532,542,643,653,  
566,576,681,691,606,616,692,702);
```

```
public GenericRuleGrades Miliary_Dermatitis_1_Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
```

10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
10, 10);

```
public GenericRules Ringworm_1_GR = new GenericRules(16,26,219,229,  
0,5,29,39,42,52,194,204,94,104,170,180, 22,32,169,179, 36,46,210,220,  
63,73,226,236, 272,282,421,431, 288,298,462,472,299,309,466,476,  
518,528,670,680, 0,0,714,724,0,0,722,732, 76,86,201,211, 113,123,211,221,  
149,159,225,235, 295,305,397,407, 346,356,410,420,355,365,466,476,  
532,542,645,655, 580,590,668,678,0,0,722,732, 28,38,164,174, 88,98,200,210,  
0,0,255,265, 280,290,410,420, 340,350,421,431,346,356,511,521,  
518,528,662,672, 544,554,663,673,560,570,767,777);
```

```
public GenericRuleGrades Ringworm_1 _Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```

```
public GenericRules Feline_Alopecia_1_GR = new GenericRules(12,22,122,132,  
0,3,47,57,43,53,134,144,136,146,179,189, 23,33,153,163, 26,36,211,221,  
32,42,223,233, 276,286,328,338, 282,292,392,402,287,297,416,426,  
523,533,550,560, 538,548,600,610,559,569,632,642, 97,107,200,210,  
127,137,230,240,0,0,228,238, 346,356,412,422, 368,378,441,451,
```

434,444,466,476, 623,633,633,643, 623,633,671,681,635,645,728,738,
32,42,175,185,94,104,232,242, 109,119,255,265, 295,305,359,369,
341,351,426,436,353,363,511,521, 540,550,614,624, 608,618,632,642,
0,0,767,777);

```
public GenericRuleGrades Feline_Alopecia_1 _Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```

```
public GenericRules Eosinophilic_Granuloma_1_GR = new GenericRules(16,26,113,123,  
0,1,25,35,84,94,177,187,28,38,177,187, 28,38,170,180, 88,98,206,216,135,145,214,224,  
276,286,362,372, 316,326,451,461,364,374,466,476, 532,542,632,642, 572,582,707,717,  
634,644,722,732, 20,30,182,192, 0,0,210,220,0,0,220,230, 252,262,417,427, 0,0,418,428,  
0,0,454,464, 506,516,642,652, 0,0,674,684,0,0,712,722, 57,67,168,178, 110,120,211,221,  
133,143,255,265, 277,287,368,378, 323,333,414,424,0,0,416,426, 523,533,628,638,  
533,543,658,668,536,546,693,703);
```

```
public GenericRuleGrades Eosinophilic_Granuloma_1 _Grades = new GenericRuleGrades(10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```

```
public GenericRules Miliary_Dermatitis_2_GR = new GenericRules(15,25,85,95,0,0,21,31,
1,11,151,161,59,69,191,201, 0,0,116,126, 0,1,175,185,9,19,206,216, 246,256,349,359,
246,256,413,423,269,279,456,466, 504,514,601,611, 508,518,669,679,532,542,722,732,
60,70,182,192, 95,105,196,206,99,109,219,229, 270,280,437,447, 316,326,453,463,
325,335,467,477, 506,516,680,690, 548,558,694,704,567,577,735,745, 0,7,152,162,
80,90,182,192, 93,103,199,209, 249,259,382,392, 276,286,424,434,326,336,436,446,
506,516,638,648, 562,572,680,690,592,602,693,703);
```

```
public GenericRuleGrades Miliary_Dermatitis_2 _Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10,
10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
10, 10);
```

```
public GenericRules Ringworm_2_GR = new GenericRules(7,17,173,183,0,5,33,43,
26,36,193,203,93,103,170,180, 0,3,172,182, 21,31,210,220,46,56,226,236, 247,257,421,431,
273,283,454,464,285,295,466,476, 502,512,672,682, 502,512,710,720,510,520,722,732,
86,96,201,211,0,0,211,221,0,0,221,231, 308,318,394,404, 345,355,419,429,355,365,466,476,
534,544,642,652, 580,590,663,673,0,0,722,732, 0,9,165,175, 95,105,199,209, 0,0,255,265,
252,262,409,419, 333,343,421,431,346,356,511,521, 502,512,662,672, 531,541,666,676,
539,549,767,777);
```

```
public GenericRuleGrades Ringworm_2 _Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10, 10, 10,
10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
```

10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,
10, 10);

```
public GenericRules Feline_Alopecia_2_GR = new GenericRules(13,23,123,133,0,4,39,49,  
17,27,138,148,133,143,178,188,0,10,154,164,7,17,205,215,12,22,229,239, 246,256,338,348,  
263,273,397,407,268,278,435,445, 505,515,545,555, 519,529,590,600,524,534,632,642,  
77,87,201,211,112,122,230,240,0,0,229,239, 340,350,413,423, 368,378,436,446,  
419,429,466,476, 623,633,633,643, 625,635,722,732,0,0,729,739, 29,39,175,185,  
95,105,232,242, 108,118,255,265, 269,279,359,369, 333,343,420,430,351,361,511,521,  
522,532,633,643, 607,617,636,646,0,0,767,777);
```

```
public GenericRuleGrades Feline_Alopecia_2_Grades = new GenericRuleGrades(10, 10, 10, 10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```

```
public GenericRules Eosinophilic_Granuloma_2_GR = new GenericRules(24,34,113,123,  
0,3,24,34,73,83,180,190,2,12,177,187, 2,12,175,185, 68,78,210,220,139,149,216,226,  
254,264,376,386, 298,308,454,464,353,363,466,476, 502,512,633,643, 554,564,704,714,  
626,636,722,732, 0,0,183,193,0,0,210,220,0,5,220,230, 246,256,417,427, 246,256,426,436,  
251,261,453,463, 502,512,638,648, 502,512,682,692,513,523,712,722, 60,70,167,177,  
106,116,196,206, 139,149,215,225, 279,289,361,371,0,0,413,423,0,0,416,426, 511,521,632,642,  
553,563,643,653,559,569,698,708);
```

```
public GenericRuleGrades Eosinophilic_Granuloma_2_Grades = new GenericRuleGrades(10,  
10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10, 10, 10, 10, 10, 10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,10, 10,  
10, 10);
```