



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Πρότυπα και Αποκωδικοποίηση κωδικών Data Matrix για εφαρμογές της Φαρμακοβιομηχανίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αλκιβιάδης, Χ. Γκούζιας

Επιβλέπων : Γεώργιος Ματσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Πρότυπα και Αποκωδικοποίηση κωδικών Data Matrix για εφαρμογές της Φαρμακοβιομηχανίας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αλκιβιάδης, Χ. Γκούζιας

Επιβλέπων : Γεώργιος Ματσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 29^η Σεπτεμβρίου 2021.

.....
Γεώργιος Ματσόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δ. Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δ. Τανάκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2021

.....
Αλκιβιάδης Γκούζιας

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Αλκιβιάδης Γκούζιας 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

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 Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Ανάμεσα σε 150 χώρες, τα πρότυπα GS1 χρησιμοποιούνται σε 25 βιομηχανικούς τομείς όπως σε καταστήματα φαγητού, στην μεταφορά και στα λογιστικά αλλά και στην φαρμακοβιομηχανία. Η υλοποίηση αυτών των προτύπων βοηθάει στην ενεργοποίηση της διαλειτουργικότητας μεταξύ των συστημάτων των stakeholders και τελικά διευκολύνουν την ψηφιοποίηση των λειτουργιών. Οι γραμμικοί κώδικες (Barcodes) αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας μας και τους συναντάμε σε όλα τα προϊόντα. Η ανάγκη να μπορέσει να συμπεριληφθεί όλο και περισσότερη πληροφορία μέσα σε αυτούς ανάγκασαν τους οργανισμούς να στραφούν στην δημιουργία δισδιάστατων γραμμωτών κωδικών.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να παρουσιάσει αναλυτικά τα πρότυπα GS1 που χρησιμοποιούνται στην φαρμακοβιομηχανία για την κωδικοποίηση πληροφοριών στα φαρμακευτικά προϊόντα, χρησιμοποιώντας αυτούς τους δισδιάστατους κωδικούς. Ειδικότερα θα παρουσιαστούν οι τρόποι επίτευξης κωδικοποίησης αλλά και αλγόριθμοι αποκωδικοποίησης τους. Επιπλέον θα παρουσιαστούν εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την καταγραφή φαρμάκων, ενώ θα παρουσιάσουμε και μια δική μας προσέγγιση υλοποιημένη στο λειτουργικό σύστημα Android που έχει ως σκοπό την αποκωδικοποίηση αυτών των κωδικών. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί αλγόριθμους επεξεργασίας εικόνας με σκοπό την βέλτιστη αποκωδικοποίηση. Επιπλέον παρέχει ένα σύστημα καταγραφής των φαρμακευτικών προϊόντων, με βάση τα πρότυπα που παρέχει ο οργανισμός GS1 για τη φαρμακοβιομηχανία. Η ιδέα ανάπτυξης μιας τέτοιας εφαρμογής βασίστηκε στο γεγονός πως οι γραμμικοί κώδικες που βρίσκονται πάνω στις συσκευασίες μπορεί να έχουν αλλοιωθεί ως προς την ποιότητα εκτύπωσης, ενώ ακόμα και οι συνθήκες λήψης των φωτογραφιών μας μπορεί να μην είναι αρκετά καλές (χαμηλός φωτισμός, υψηλός φωτισμός, θόρυβος). Αυτήν την εποχή, συσκευές με ισχυρή υπολογιστική ισχύ παρέχονται στην αγορά για οποιονδήποτε χρήστη (smartphones) με αποτέλεσμα να μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε ώστε να εφαρμόσουμε καλύτερες προσεγγίσεις σε θέματα βελτιστοποίησης εικόνας. Επιπλέον η δυνατότητα καταγραφής προσφέρει αφενός έλεγχο σε θέματα συμμόρφωσης με τα πρότυπα τα οποία πρέπει να τηρεί ένας τέτοιος κωδικός, αφετέρου ασφάλεια καθώς μια συγκεντρωτική πληροφορία έγκυρων φαρμάκων (από την στιγμή που αυτά έχουν επισημανθεί) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επικύρωση της εγκυρότητας υπόλοιπων φαρμάκων.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής όσο αφορά την προ – επεξεργασία εικόνας, λαμβάνονται σε καταστάσεις εργασίας τριών ειδών φωτισμού έτσι ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα εικόνων. Επιπλέον, οι εικόνες που εξετάζονται, υποφέρουν από θόρυβο ενώ εξετάζεται και η παράμετρος της απόστασης από τον κωδικό. Γίνεται εκτενής ανάλυση για να βρεθεί ο συνδυασμός που προσφέρει την καλύτερη πιθανότητα αποκωδικοποίησης σε κάθε συνθήκη εργασίας. Τέλος προτείνονται μια σειρά από βελτιστοποιήσεις και προσθήκες στην εφαρμογή, για μελλοντική εργασία, ενώ παρουσιάζονται συνοπτικά οι υλοποιήσεις των βημάτων προ – επεξεργασίας και το σχήμα της βάσης δεδομένων.

Λέξεις Κλειδιά

Data matrix, GS1 Healthcare, 2D Barcodes, Android, Image Pre – processing

Abstract

Among 150 countries, GS1 Standards have been used in 25 industries such as grocery stores, transportation and accounting, as well as the pharmaceutical industry. The implementation of these standards helps to implement the interoperability between the systems of the stakeholders and ultimately facilitate the digitization of the functionalities. Barcodes play a very important role in our daily lives and are encountered in many products. The need to be able to incorporate more and more information into these codes, have forced organizations to focus more on creating efficient two – dimensional barcodes.

The purpose of this thesis is to present the GS1 standards used in the pharmaceutical industry to encode information on medicine with great detail, by using these two – dimensional codes. We will present the ways of achieving encoding and the algorithms to achieve decoding. In addition to that, we will present applications that have been developed for the purpose of recording information about medical products and we are also going to present our own approach for this problem, using the Android operating system. The application that we are going to present, uses image processing algorithms to boost the quality of the resulting image, so that we can optimize our chance of successful decoding. In addition to that, it provides a way to record pharmaceutical products, based on the standards provided by the GS1 organization for Healthcare. The idea for developing such an application was based on the fact that the barcodes on the packaging may have deteriorated in terms of printing quality, and even the shooting conditions of our photos may not be good enough (low lightning and high lightning environments, noise). In our current date and time, devices with very capable computing power are available in the market for any user to obtain; Such devices can be used to apply better approaches to image optimization techniques for successful decoding. In addition to that, the recording feature offers control over compliance with standards and also a sense of security for the patient, since the existing information of validated drugs can be used to check the validity of new ones.

The results of the application, in terms of image pre – processing are obtained in working environments of three types of lightning. In this way we can have an acceptable representative sample of images. In addition, the images are burdened by noise while the parameter of distance from the obtained code is also examined in our tests. Extensive analysis is performed to find the combination for pre – processing steps, that offers the best chance of decoding in each working condition. Finally, a series of optimizations and additions are proposed for future work in the application, while the implementation of the pre – processing steps and the schema of the database are presented.

Keywords:

Data matrix, GS1 Healthcare, 2D Barcodes, Android, Image Pre – processing

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών κ. Γεώργιο Ματσόπουλο για την ανάθεση της διπλωματικής, την βοήθεια και τη συμβολή του στην εκπόνηση της. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την υποστήριξη τους, την οικογένεια μου και τους φίλους μου.

Περιεχόμενα

Κατάλογος Σχημάτων.....	14
Κατάλογος Πινάκων.....	16
Κεφάλαιο 1	17
1.1 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	17
1.2 Διάρθρωση Εργασίας	18
Κεφάλαιο 2	20
2.1 Εισαγωγή στο πρότυπο GS1 και το GS1 Healthcare	20
2.2 GS1 Datamatrix	21
2.2.1 Γενική Μορφή Datamatrix	21
2.2.2 Σχήμα και Παρουσίαση του Συμβόλου	22
2.2.3 Μέγεθος και δυνατότητες κωδικοποίησης.....	22
2.2.4 Περιοχές Δεδομένων και Διόρθωση Σφαλμάτων	24
2.3 Κωδικοποίηση Πληροφορίας	26
2.3.1 Δομές Κωδικοποίησης	26
2.3.2 GS1 element strings.....	26
2.3.3 Low Level Encoding – Codewords.....	28
2.3.4 High Level Encoding	31
2.3.5 Υπολογισμός των Codewords Διόρθωσης Σφαλμάτων	32
2.4 Αποκωδικοποίηση Datamatrix	32
2.5 Εφαρμογή GS1 στον χώρο της Υγείας.....	33
2.5.1 Human Readable Interpretation (HRI)	33
2.5.2 Στοιχεία Ταυτοποίησης και επιπλέον πληροφορία – Κλειδιά GS1.....	34
2.6 Εφαρμογές στον χώρο της υγείας.....	35
2.6.1 Healthcare Barcode Survey App.....	35
2.6.2 EHR Barcode Reader	42
2.6.3 Scandit Healthcare App	48
Κεφάλαιο 3	54
3.1 Είδη Δισδιάστατων Γραμμωτών Κωδικών	55
3.1.1 Δισδιάστατοι κωδικοί στοιβαγμένης μορφής	55
3.1.2 Δισδιάστατοι κωδικοί τύπου Matrix	56
3.2 Εντοπισμός Κωδικού.....	56
3.2.1 Το γενικό πρόβλημα ανάγνωσης	57
3.2.2 Η προσέγγιση επεξεργασίας εικόνας.....	58
3.3 Αποκωδικοποίηση Κωδικού	61
3.4 Αποτελέσματα και Σχόλια	61
3.5 Περιγραφή Εφαρμογής - MedicineCodeScan	62
3.5.1 Κύρια οθόνη εφαρμογής	63
3.5.2 Οθόνη σάρωσης	64
3.5.3 Οθόνη αποκωδικοποίησης	64
3.5.4 Οθόνη καταγραφής.....	67
3.5.5 Διαδικασίες αναζήτησης	68
3.6 Βήματα αλγορίθμου προεπεξεργασίας.....	69
3.7 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων εφαρμογής	70
3.7.1 Λήψεις σε συνθήκες μετρίου φωτισμού	70
3.7.2 Λήψεις σε συνθήκες υψηλού φωτισμού	74
3.7.3 Λήψεις σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού	77
Κεφάλαιο 4.....	81

4.1 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	81
4.1.1 Μέτριος φωτισμός.....	81
4.1.2 Υψηλός φωτισμός.....	81
4.1.3 Χαμηλός φωτισμός.....	82
4.2 Προτάσεις για μελλοντική δουλειά.....	83
4.2.1 Προτάσεις για την καταγραφή.....	83
4.2.2 Προτάσεις για την σάρωση.....	84
Παράρτημα.....	85
Υλοποίηση βημάτων επεξεργασίας.....	85
Σχήμα βάσης δεδομένων.....	89
Βιβλιογραφία.....	92

Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 1 GS1 standards	20
Εικόνα 2 Finder Pattern και οφέλιμα δεδομένα	21
Εικόνα 3 Τετραγωνική Μορφή και Μορφή Παραλληλογράμμου	22
Εικόνα 4 Μέγεθος Κωδικού σε σχέση με πληροφορία	22
Εικόνα 5 Human Readable Interpretation of GS1 Datamatrix	27
Εικόνα 6 Συνένωση των ES1, ES2, ES3	27
Εικόνα 7 Αναπαράσταση Codeword	29
Εικόνα 8 Αναδίπλωση – Πλευρές	29
Εικόνα 9 Αναδίπλωση - Γωνίες	30
Εικόνα 10 Τοποθέτηση Codewords στο Σύμβολο	30
Εικόνα 11 Ειδικό γέμισμα κάτω δεξιά γωνίας	31
Εικόνα 12 Labelling HRI text with data labels	34
Εικόνα 13 Παράδειγμα αναπαραστάσεων	34
Εικόνα 14 HBSA - Login Screen	37
Εικόνα 15 Μενού εφαρμογής HBSA	37
Εικόνα 16 HBSA Settings	39
Εικόνα 17 Λειτουργικότητα HBSA	40
Εικόνα 18 Ιστορικό HBSA	41
Εικόνα 19 Οθόνη επεξεργασίας εγγραφής που είναι uploaded	42
Εικόνα 20 Χώρος εργασίας EHR Barcode App	43
Εικόνα 21 Αριστερά η σάρωση του χεριού του ασθενούς και δεξιά η σάρωση της επικύρωσης	44
Εικόνα 22 Μορφή της κόλλας με τα σταθερά barcode	44
Εικόνα 23 Ηλεκτρονικός φάκελος ασθενούς - Επιλογή εφαρμογής EHR Barcode Reader ..	45
Εικόνα 24 Οθόνη εισαγωγής στοιχείων εμβολίου σάρωσης	46
Εικόνα 25 Κατάλληλο μήνυμα σάρωσης λάθος εμβολίου	46
Εικόνα 26 Αμέσως μετά την σάρωση σωστού εμβολίου. Το πεδίο Site δεν έχει συμπληρωθεί	47
Εικόνα 27 Διαδικασία σάρωσης μέρους εμβολιασμού ασθενή (Site)	47
Εικόνα 28 Καταχώρηση εμβολίου Tdap για ασθενή	48
Εικόνα 29 Διαδικασία σάρωσης για το βραχιολάκι ασθενή	49
Εικόνα 30 Σάρωση φαρμακευτικής αγωγής ασθενή	50
Εικόνα 31 Σάρωση δειγμάτων με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας	50
Εικόνα 32 Ταυτοποίηση σακούλας αίματος με χρήση της εφαρμογής Scandit	51
Εικόνα 33 Σάρωση ταυτότητας ασθενή	51
Εικόνα 34 Διαχείριση αποθέματος με τη χρήση της εφαρμογής Scandit	52
Εικόνα 35 Αναζήτηση και εύρεση με χρήση της εφαρμογής Scandit	52
Εικόνα 36 Χρήση OCR και επαυξημένης πραγματικότητας – Scandit. Δεξιά φαίνεται ειδικότερα η ημερομηνία λήξης του φαρμάκου σε αναγνώσιμη από τον άνθρωπο μορφή ..	53
Εικόνα 37 Γραμμωτός κωδικός code – 49	55
Εικόνα 38 PDF 417	55
Εικόνα 39 Data matrix Code	56
Εικόνα 40 QR Code	56
Εικόνα 41 Τυπικές εικόνες κωδικών: a) κανονική b) με ανίχνευση ακμών	60
Εικόνα 42 Convex expansion: a) ενδιάμεση περιοχή και convex hull b) τελική περιοχή, τετράπλευρο πολύγωνο	60
Εικόνα 43 Κύριο μενού MedicineCodeScan	63

Εικόνα 44 Διαδικασία Σάρωσης.....	64
Εικόνα 45 Σφάλμα – Μήκος κωδικού GTIN	66
Εικόνα 46 Σφάλμα μορφής κωδικού	66
Εικόνα 47 Ύπαρξη προϊόντος στην βάση	66
Εικόνα 48 Στοιχεία αποθηκευμένου προϊόντος	66
Εικόνα 49 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής	66
Εικόνα 50 Καταγραφή αντιπυρετικού φαρμάκου – MedicineCodeScan.....	68
Εικόνα 51 Επιλογές κατηγορίας και σύστασης - MedicineCodeScan	68
Εικόνα 52 Διαδικασία εύρεσης (α) κωδικός GTIN (β) κωδικός σειράς	69
Εικόνα 53 Εικόνα με θόρυβο σε μέτριο φωτισμό και βελτιστοποίηση της.	81
Εικόνα 54 Απώλεια πληροφορίας, βήματα 1,2,3,4,5	82
Εικόνα 55 Κωδικός σε χαμηλό φωτισμό.....	82
Εικόνα 56 Εφαρμογή βημάτων 1,2,3 – Αποτυχία αποκωδικοποίησης	82
Εικόνα 57 Βήματα (1),(2),(3),(4),(5).....	83
Εικόνα 58 Σχήμα βάσης δεδομένων.....	89

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά Datamatrix.....	23
Πίνακας 2 Μέγεθος Συμβόλου και Data Regions	25
Πίνακας 3 Ιδιότητες Κωδικού 26x26	25
Πίνακας 4 GS1 element strings	26
Πίνακας 5 Element strings με προκαθορισμένο μήκος	28
Πίνακας 6 Σύνολο τιμών Codewords	31
Πίνακας 7 Application Identifiers - MedicineCodeScan	65
Πίνακας 8 Συστάσεις φαρμάκων - MedicineCodeScan	67
Πίνακας 9 Λήψεις με συνθήκες μέτριου φωτισμού και παρουσία θορύβου.....	71
Πίνακας 10 Λήψεις με συνθήκες μέτριου φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3	72
Πίνακας 11 Λήψεις με συνθήκες μέτριου φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3,4,5	73
Πίνακας 12 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Χωρίς εφαρμογή αλγορίθμου	74
Πίνακας 13 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3	75
Πίνακας 14 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3,4,5	76
Πίνακας 15 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Χωρίς εφαρμογή αλγορίθμου	78
Πίνακας 16 Λήψεις με συνθήκες χαμηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3	78
Πίνακας 17 Λήψεις με συνθήκες χαμηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3,4,5	79

Κεφάλαιο 1

1.1 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Για την κωδικοποίηση πληροφοριών σε προϊόντα, χρησιμοποιούνται διάφορα είδη γραμμωτών κωδικών. Ένας από αυτούς είναι ο δισδιάστατος γραμμωτός κωδικός Datamatrix. Οι κλασσικοί γραμμωτοί κωδικοί σαρώνονταν από οπτικούς σαρωτές (scanners), όμως οι νεότεροι δισδιάστατοι κωδικοί, απαιτούν καλύτερο hardware όσο αφορά την κάμερα, αλλά και επεξεργασία από το λογισμικό έτσι ώστε να εξαχθεί η πληροφορία που βρίσκεται κωδικοποιημένη σε αυτούς.

Στην πιο απλή περίπτωση οι γραμμωτοί κωδικοί είναι μια σειρά από μαύρα και άσπρα στοιχεία που ανταποκρίνονται σε λογικά 0 και 1 αντίστοιχα. Αυτή η σειρά σχηματίζει ουσιαστικά ένα μήνυμα το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως σαν επισήμανση σε προϊόντα με σκοπό την κωδικοποίηση κάποιου συνδέσμου ή κάποιας διαφήμισης. Σε εφαρμογές computer vision, οι γραμμωτοί κωδικοί χρησιμοποιούνται σαν επισημάνσεις που διαβάζονται από υπολογιστή, για την μετάδοση πληροφορίας που αφορούν τα κινούμενα μέρη του συστήματος. Επιτρέπουν έτσι την σχεδίαση πολυπλοκότερων συστημάτων computer vision επιτρέποντας την άμεση πρόσβαση σε επιπλέον πληροφορία η οποία δεν θα ήταν εφικτή διαφορετικά.

Οι δισδιάστατοι κωδικοί Datamatrix είναι μία από τις επικρατούσες τεχνολογίες για την δισδιάστατη κωδικοποίηση. Η μορφή του είναι τετραγωνική ή παραλληλόγραμμου και μπορεί να κωδικοποιήσει έως 1556 bytes / 2335 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες. Ένα βασικό χαρακτηριστικό τους είναι το σύνολο τους το οποίο είναι πάντα το ίδιο για κάθε κωδικό. Χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη την περιστροφή της εικόνας, η αριστερά και κάτω πλευρές θα είναι πάντα λευκές ενώ οι πάνω και δεξιά πλευρές θα είναι πάντα εναλλασσόμενα λευκές και μαύρες. Αυτές οι περιοχές είναι περιοχές αναφοράς και καλούνται **L-shape finder pattern and the timing pattern**. Το σύνολο προτύπων τεχνικών χαρακτηριστικών για αυτούς τους κωδικούς είναι το ECC 200 (14) (**Understanding 2D Verification, 2011**) το οποίο περιγράφει την διαδικασία κωδικοποίησης των bits και τα απαιτούμενα, τις χρήσεις των Reed-Solomon Error correction codes που επιτρέπουν ανακατασκευή του αρχικού κώδικα με έως και 30% ζημιά στον αρχικό κώδικα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, στόχος είναι η παρουσίαση των προτύπων κωδικοποίησης πληροφοριών σε προϊόντα της φαρμακοβιομηχανίας, χρησιμοποιώντας δισδιάστατους κωδικούς Datamatrix καθώς και η ανάπτυξη μιας εφαρμογής η οποία θα υλοποιεί την αποκωδικοποίηση αυτών των κωδικών, εφαρμόζοντας αλγόριθμους βελτιστοποίησης εικόνας για βελτίωση της πιθανότητας αποκωδικοποίησης. Η εφαρμογή θα παρέχει και μια δυνατότητα καταγραφής αυτών των φαρμακευτικών προϊόντων με αναφορά στα πρότυπα της φαρμακοβιομηχανίας.

1.2 Διάρθρωση Εργασίας

Στο **Κεφάλαιο 2** θα αναφερθούμε στις ανάγκες προτυποποίησης κωδικοποίησης πληροφορίας σε φαρμακευτικά προϊόντα. Θα αναλύσουμε την δομή του κωδικού Datamatrix και τον τρόπο με τον οποίο κωδικοποιούμε την πληροφορία σε αυτόν. Επιπλέον θα εξετάσουμε την εφαρμογή του στον χώρο της υγείας.

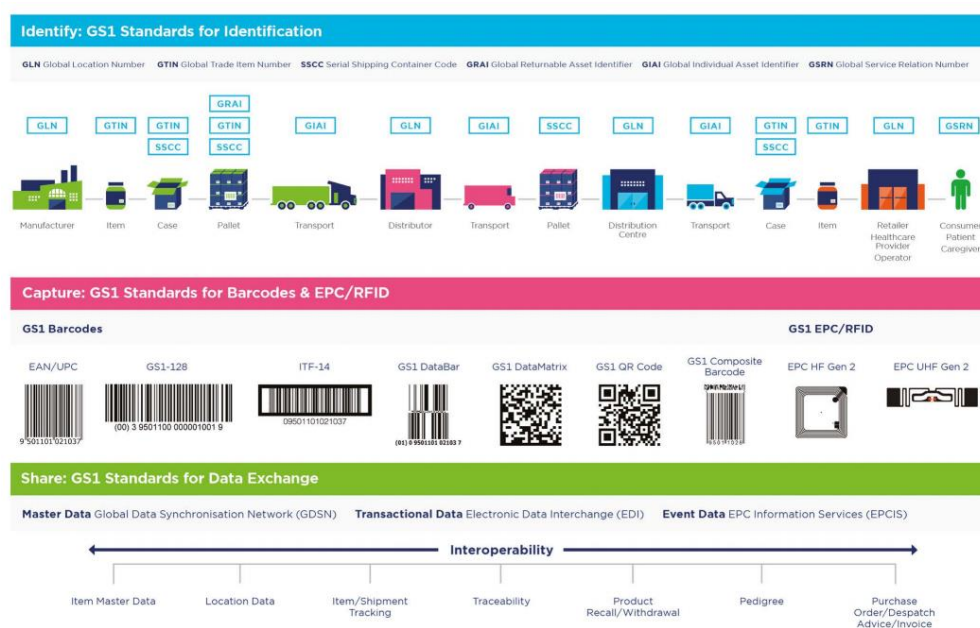
Στο **Κεφάλαιο 3** θα αναφερθούμε σε αλγόριθμους αναγνώρισης και αποκωδικοποίησης Datamatrix. Θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τα βήματα αναγνώρισης και αποκωδικοποίησης για τα διάφορα είδη κωδικών, και θα αναφερθούμε στο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η εφαρμογή που αναπτύχθηκε, παρουσιάζοντας τα βήματα προεπεξεργασίας εικόνας που εφαρμόζει. Επιπλέον θα αναφερθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα αποτελέσματα της εφαρμογής μας.

Στο **Κεφάλαιο 4** θα γίνει σχολιασμός των αποτελεσμάτων της εφαρμογής καθώς και θα προταθούν βελτιώσεις για μελλοντική δουλειά

Κεφάλαιο 2

2.1 Εισαγωγή στο πρότυπο GS1 και το GS1 Healthcare

Ο GS1 είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός ανάπτυξης προτύπων, ο οποίος είναι γνωστός για το σύστημα μοναδικών κωδικών το οποίο παρέχει (data carriers – barcodes) και για τα πρότυπα διαμοιρασμού πληροφορίας σχετικά με τα προϊόντα, με σχέσεις, τοποθεσίες και διεργασίες. Η εφαρμογή των προτύπων GS1 βοηθάει στο να πετυχαίνουμε διαλειτουργικότητα ανάμεσα στα συστήματα των stakeholders και τελικά να πετυχαίνουμε ψηφιοποίηση της όλης διαδικασίας. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται πως τα πρότυπα GS1 προσφέρουν ταυτοποίηση, λήψη και διαμοιρασμό συμπεριλαμβάνοντας τον χώρο της υγείας



Εικόνα 1 GS1 standards

Ο οργανισμός GS1 αποτελείται από τοπικούς οργανισμούς σε 112 χώρες και περίπου 1.5 εκατομμύρια εταιρίες πελατών. Πιο συγκεκριμένα, ανάμεσα σε 150 χώρες, τα πρότυπα GS1 χρησιμοποιούνται σε 25 βιομηχανικούς τομείς όπως διατροφικές αλυσίδες, το εμπόριο, την μεταφορά και στην υγεία. Ο στόχος τους είναι να βελτιώσουν την αποδοτικότητα, την ασφάλεια και την διαφάνεια. (**GS1-Healthcare-Strategy-Final, 2021**)

Το GS1 Healthcare είναι μια εθελοντική και παγκόσμια ομάδα χρηστών που ηγείται στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης για την επιτυχή ανάπτυξη και εφαρμογή παγκόσμιων προτύπων. Αυτή η ομάδα συγκεντρώνει ειδικούς στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης για την ενίσχυση της ασφάλειας των ασθενών και αποδοτικότητα αλυσίδας εφοδιασμού. Τα διαθέσιμα στοιχεία από τη βιομηχανία δείχνουν σαφώς ότι τα πρότυπα αναγνώρισης, συλλογής δεδομένων και κοινής χρήσης δεδομένων GS1, όταν εφαρμόζονται στον χώρο της υγείας - περίθαλψης, βοηθούν στην αύξηση της ασφάλειας των ασθενών, παρέχουν τα θεμέλια για τη διαλειτουργικότητα, αυξάνουν την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού, βελτιώνουν τη λήψη δεδομένων σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια των διαδικασιών φροντίδας, και βελτιώνει την ιχνηλασιμότητα του προϊόντος από τον κατασκευαστή στον ασθενή.

Η ανάπτυξη και εφαρμογή των προτύπων GS1 στον χώρο της υγείας, καθοδηγούνται από τους ενδιαφερόμενους που τα χρησιμοποιούν: κατασκευαστές φαρμακευτικών και ιατρικών συσκευών, χονδρέμποροι, διανομείς (distributors), πάροχοι

λύσεων, νοσοκομεία, φαρμακεία, κυβερνητικοί και ρυθμιστικοί φορείς και ενώσεις εμπορίου. Σήμερα, σχεδόν 70 χώρες έχουν κανονισμούς σχετικά με την υγειονομική περίθαλψη όπου ισχύουν τα πρότυπα GS1. Αυτό γίνεται επειδή η ορατότητα στην αλυσίδα παραγωγής αλλά και η προοπτική της μοναδικής ταυτοποίησης προϊόντων είναι πολύ σημαντικό να επιτευχθούν.

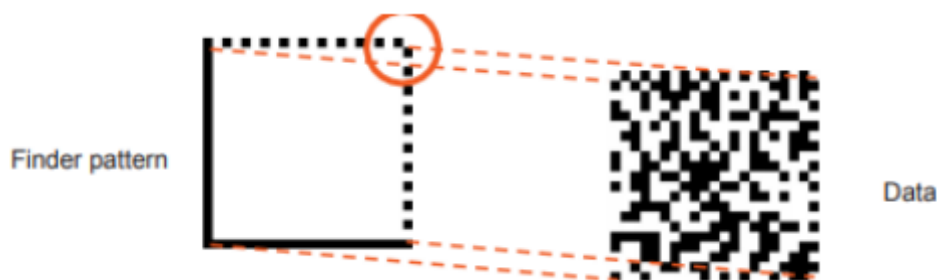
2.2 GS1 Datamatrix

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του GS1 Datamatrix. Θα εξετάσουμε αναλυτικά πως κωδικοποιείται η πληροφορία σε έναν δισδιάστατο κωδικό, το πως διαβάζουμε και αποκωδικοποιούμε έναν Datamatrix αλλά και τεχνικές με τις οποίες αποτυπώνουμε τον κωδικό.

2.2.1 Γενική Μορφή Datamatrix

Ο GS1 Datamatrix αποτελείται από 2 ξεχωριστά κομμάτια, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα

- Finder Pattern, το οποίο χρησιμοποιείται από τον σαρωτή για τον εντοπισμό του κωδικού
- Τα κωδικοποιημένα δεδομένα, δηλαδή το χρήσιμο περιεχόμενο



Εικόνα 2 Finder Pattern και οφέλιμα δεδομένα

Η διάταξη αναγνώρισης (finder pattern) καθορίζει το σχήμα (τετράγωνο ή ορθογώνιο), το μέγεθος, την X-διάσταση και το πλήθος των γραμμών και στηλών του κωδικού. Η λειτουργικότητα του, που μοιάζει με τα Start, Stop και Centre Patterns – Auxiliary Patterns του **EAN/UPC barcode** (**GS1 General Specifications, 2021**) επιτρέπει στον σαρωτή να ταυτοποιήσει τον κωδικό σαν GS1 Datamatrix

Η παχιά μαύρη γραμμή που σχηματίζει το γράμμα L καλείται **L-finder-pattern** και βρίσκεται κάτω και αριστερά στον κωδικό. Η κύρια λειτουργία της είναι να καθορίσει το μέγεθος, τον προσανατολισμό και την παραμόρφωση του κωδικού. Αντίστοιχα οι διακεκομμένες ευθείες πάνω και δεξιά στον κωδικό, καλούνται **Clock Track** και σκοπός τους είναι να καθορίζουν τη βασική δομή του κωδικού και μπορούν να βοηθήσουν και στον καθορισμό του μεγέθους και παραμόρφωσης.

Όπως και στους γραμμωτούς κωδικούς μίας διάστασης (1D Barcodes), ο GS1 Datamatrix έχει υποχρεωτικά μια **νεκρή ζώνη** (Quiet Zone). Πρόκειται για μια περιοχή γύρω από τον κωδικό η οποία δεν πρέπει να περιέχει κανένα γραφικό στοιχείο το οποίο μπορεί να παρενοχλήσει την διαδικασία ανάγνωσης του. Έχει σταθερό πλάτος ίσο με την X – διάσταση του κωδικού, και αυτό το πλάτος το έχει σε κάθε πλευρά

Κάθε Datamatrix αποτελείται από ένα πλήθος γραμμών και στηλών. Τα GS1 Datamatrix έχουν πάντα άρτιο αριθμό γραμμών και στηλών με αποτέλεσμα να έχουν ένα λευκό τετράγωνο στην πάνω δεξιά γωνία (φαίνεται κυκλωμένο στην εικόνα 2). Προφανώς αυτό το τετράγωνο θα είναι μαύρο αν ο κωδικός εκτυπωθεί αρνητικά – **inverse reflectance printing**

2.2.2 Σχήμα και Παρουσίαση του Συμβόλου

Όταν υλοποιούμε έναν κωδικό GS1 Datamatrix, είναι αναγκαίο να γίνει μια επιλογή μορφής συμβόλου η οποία βασίζεται σε παραμέτρους όπως ο διαθέσιμος χώρος για εκτύπωση πάνω στο προϊόν, το πλήθος δεδομένων που θέλουμε να κωδικοποιήσουμε, την διαδικασία εκτύπωσης και αλλά. Είναι εφικτό να κωδικοποιήσουμε την ίδια πληροφορία σε δύο διαφορετικής μορφής Datamatrix. Ένα παράδειγμα παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

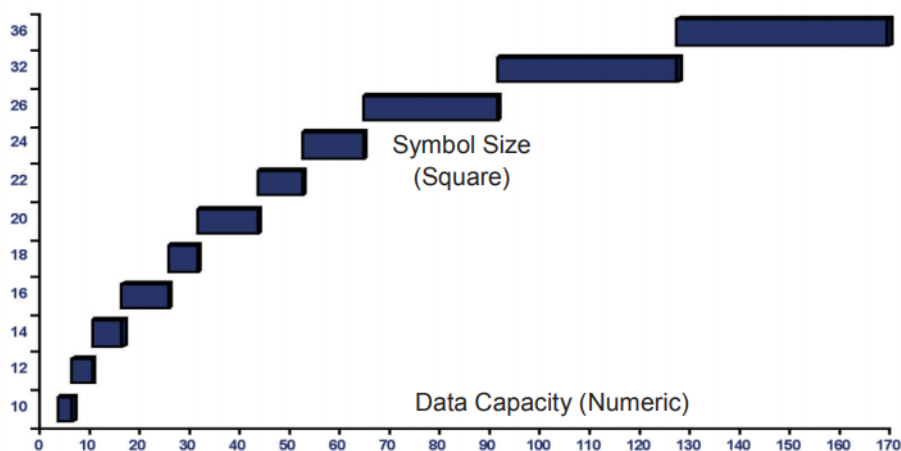


Εικόνα 3 Τετραγωνική Μορφή και Μορφή Παραλληλογράμμου

Η τετραγωνική μορφή είναι πιο συχνή και επιτρέπει την κωδικοποίηση περισσότερης πληροφορίας σύμφωνα με το **ISO / IEC 16022 Information Technology. (ISO / IEC 16022 Information Technology, 2006-2009)**. Επιπλέον επιτρέπει τεχνικές αυτόματης ταυτοποίησης και συλλογής δεδομένων – **Data Matrix barcode symbology specification**. Η τετραγωνική μορφή όμως προσφέρει κάποια πλεονεκτήματα όσο αφορά τεχνικές γρήγορης εκτύπωσης αλλά και σε μη συνηθισμένες επιφάνειες για εκτύπωση.

2.2.3 Μέγεθος και δυνατότητες κωδικοποίησης

Με χρήση του GS1 Datamatrix είναι εφικτό να κωδικοποιήσουμε μεταβλητό μήκος δεδομένων. Έτσι το μέγεθος του κωδικού που προκύπτει εξαρτάται από τη συνολική πληροφορία που κωδικοποιήσαμε. Εδώ θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε μια εκτίμηση του τελικού μεγέθους του κωδικού με βάση το πλήθος της πληροφορίας που κωδικοποιεί



Εικόνα 4 Μέγεθος Κωδικού σε σχέση με πληροφορία

Η παραπάνω εικόνα έχει παρθεί από το έγγραφο **ISO/IEC 16022** και συνοδεύεται από έναν πίνακα που θα παρουσιάσουμε αργότερα. Στην ουσία έτσι έχουμε έναν τρόπο να εκτιμάμε το φυσικό μέγεθος του κωδικού με βάση το σύνολο πληροφορίας που κωδικοποιεί. Επιπλέον αξίζει να σημειώσουμε ότι το φυσικό μέγεθος του κωδικού δεν περιέχει και τη νεκρή ζώνη.

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά Datamatrix

Symbol size*		Data region		Mapping matrix size	Total codewords		Maximum data capacity		% of Codewords used for error correction no.	Max. correctable codewords error/erasure
							Num	Alpha - num.		
Row	Col	Size	No		Data	Error	Cap.	Cap.		
10	10	8x8	1	8x8	3	5	6	3	62.5	2/0
12	12	10x10	1	10x10	5	7	10	6	58.3	3/0
14	14	12x12	1	12x12	8	10	16	10	55.6	5/7
16	16	14x14	1	14x14	12	12	24	16	50	6/9
18	18	16x16	1	16x16	18	14	36	25	43.8	7/11
20	20	18x18	1	18x18	22	18	44	31	45	9/15
22	22	20x20	1	20x20	30	20	60	43	40	10/17
24	24	22x22	1	22x22	36	24	72	52	40	12/21
26	26	24x24	1	24x24	44	28	88	64	38.9	14/25
32	32	14x14	4	28x28	62	36	124	91	36.7	18/33
36	36	16x16	4	32x32	86	42	172	127	32.8	21/39
40	40	18x18	4	36x36	114	48	228	169	29.6	24/45
44	44	20x20	4	40x40	144	56	288	214	28	28/53
48	48	22x22	4	44x44	174	68	348	259	28.1	34/65
52	52	24x24	4	48x48	204	84	408	304	29.2	42/78
64	64	14x14	16	56x56	280	112	560	418	28.6	56/106
72	72	16x16	16	64x64	368	144	736	550	28.1	72/132
80	80	18x18	16	72x72	456	192	912	682	29.6	96/180
88	88	20x20	16	80x80	576	224	1152	862	28	112/212
96	96	22x22	16	88x88	696	272	1392	1042	28.1	136/260
104	104	24x24	16	96x96	816	336	1632	1222	29.2	168/318
120	120	18x18	36	108x108	1050	408	2100	1573	28	204/390
132	132	20x20	36	120x120	1304	496	2608	1954	27.6	248/472
144	144	22x22	36	132x132	1558	620	3116	2335	28.5	310/590

Τα μεγέθη που παρουσιάζονται παραπάνω είναι σε πλήθος γραμμών και στηλών. Για τον GS1 Datamatrix τετραγωνικής μορφής, τα πλήθη γραμμών και στηλών μπορούν να πάρουν τιμές μεταξύ 10 και 144 παρέχοντας έτσι 24 διαφορετικά μεγέθη κωδικού. Σε αντίθεση, οι γραμμές του κωδικού σε μορφή παραλληλογράμμου μπορούν να πάρουν τιμές μεταξύ 8 και 16 ενώ οι στήλες του από 18 έως 48. Έτσι η μορφή παραλληλογράμμου επιτρέπει 6 δυνατά μεγέθη με αποτέλεσμα η χρήση του να είναι αρκετά πιο περιορισμένη σε σχέση με την τετραγωνική μορφή.

Θα εξετάσουμε τώρα το μέγιστο πλήθος πληροφορίας που μπορούμε να κωδικοποιήσουμε χρησιμοποιώντας έναν GS1 Datamatrix. Συνολικά με χρήση του κωδικού τετραγωνικής μορφής μπορούμε να κωδικοποιήσουμε έως

- 2,335 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες, ή
- 3,116 αριθμούς

Σύμφωνα με το έγγραφο **ISO/IEC 16022** οι κωδικοί GS1 Datamatrix χρησιμοποιούν μια ειδική ακολουθία έναρξης για να διαφοροποιηθούν έτσι από τους υπόλοιπους κωδικούς Data Matrix του **ISO/IEC**. Αυτό γίνεται με τον χαρακτήρα Function 1 Symbol Character – FNC1, ο οποίος και κωδικοποιείται πάντα στην πρώτη θέση του χώρου πληροφορίας. Έτσι επιτρέπει στους σαρωτές να καταλάβουν πως πρόκειται για GS1 Datamatrix με αποτέλεσμα να προχωράνε στη διαδικασία επεξεργασίας χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους κανόνες GS1. Αυτό συνεπάγεται ότι τελικά η χωρητικότητα του κωδικού μειώνεται σε 2334 χαρακτήρες ή 3114 αριθμούς. Η μέγιστη χωρητικότητα του κωδικού προκύπτει για έναν κωδικό τετραγωνικής μορφής 144 x 144 χωρισμένο σε 36 Data Regions των 22 x 22.

Αντίστοιχα για έναν κωδικό GS1 Datamatrix σε μορφή παραλληλογράμμου, η μέγιστη χωρητικότητα είναι

- 71 αλφαριθμητικοί χαρακτήρες ή
- 96 αριθμοί

Ένας GS1 Datamatrix μπορεί να κωδικοποιήσει μια σειρά από αλφαριθμητικούς και νουμερικούς χαρακτήρες, η οποία υπακούει όμως στους κανόνες που έχουν τεθεί σύμφωνα με GS1 Application Identifier Rules (**ISO/IEC 15418 GS1 Application Identifiers and ASC MH 10 Data Identifiers and Maintenance, 2016**)

2.2.4 Περιοχές Δεδομένων και Διόρθωση Σφαλμάτων

Οι κωδικοί Datamatrix (τετραγωνικής μορφής ή παραλληλογράμμου) αποτελούνται από αρκετές περιοχές δεδομένων (Data Regions) οι οποίες μαζί πραγματοποιούν την κωδικοποίηση των δεδομένων. Παρακάτω θα δούμε έναν πίνακα από το **ISO/IEC 16022** στον οποίο παρουσιάζονται οδηγίες για το πώς δημιουργούνται αυτές οι περιοχές. Σαν παράδειγμα θα πάρουμε ένα σύμβολο που αποτελείται από 32 γραμμές και στήλες και επίσης 4 υποπίνακες των 14 γραμμών και στηλών. Τότε το πλήθος και το μέγεθος των υποπινάκων που περιέχονται στο GS1 Datamatrix παρουσιάζονται στην στήλη Data Region του παρακάτω πίνακα

Πίνακας 2 Μέγεθος Συμβόλου και Data Regions

Symbol size (without Quiet Zones)		Data region	
Row	Column	Size	No.
24	24	22 x 22	1
26	26	24 x 24	1
32	32	14 x 14	4
36	36	16 x 16	4

Symbols with one-Data Region
--- Changeover Threshold
Symbols with more than one Data Region

Για την διόρθωση σφαλμάτων θα παρουσιάσουμε ακόμα έναν πίνακα, ο οποίος δείχνει το ποσοστό χώρου που χρησιμοποιείται αλλά και το πλήθος των data bytes (οφέλιμης πληροφορίας) που μπορούν να περιέχουν σφάλμα ή απλά να μην φαίνονται καλά και παρόλα αυτά να έχουμε επιτυχή αποκωδικοποίηση. Αν για παράδειγμα έχουμε 80 αριθμητικά ψηφία που θέλουμε να κωδικοποιήσουμε. Τότε με βάση το **ISO/IEC 16022** επιλέγουμε το μέγεθος συμβόλου να είναι ίσο με το αμέσως μεγαλύτερο αποδεκτό μέγεθος κωδικού το οποίο όμως χωράει την πληροφορία που θέλουμε να κωδικοποιήσουμε. Αυτό είναι κωδικός 88 αριθμητικών ψηφίων.

Έτσι ο κωδικός θα αποτελείται από 26 γραμμές και στήλες και αποτελείται από 72 Bytes τα οποία είναι το άθροισμα των data & error codewords όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. [44+28]

Πίνακας 3 Ιδιότητες Κωδικού 26x26

Symbol Size (without Quiet Zones)		Data region		Mapping matrix size	Total codewords		Maximum data capacity			% of Codewords used for error correction No.	Max. correctable codewords error/erasure
							Num.	Alpha - num.	Byte		
Row	Col	Size	No.		Data	Error	Row.	Col.	Size		
26	26	24x24	1	24x24	44	28	88	64	42	38.9	14/25

Σε περίπτωση που τα ωφέλιμα δεδομένα δεν γεμίσουν τη χωριτικότητα του κωδικού, ο χαρακτήρας γεμίσματος (padding) πρέπει να χρησιμοποιηθεί (codeword value: 129) για να συμπληρώσει τον υπόλοιπο χώρο που προορίζεται για ωφέλιμη πληροφορία. Πρέπει να επισημάνουμε πως:

- Το μέγεθος του συμβόλου καθορίζεται από το πλήθος οφέλιμης πληροφορίας που θέλουμε να κωδικοποιήσουμε και όχι από το επιθυμητό ποσοστό διόρθωσης σφαλμάτων.
- Παρόλα αυτά, τα πρότυπα ορίζουν την καλύτερη επιλογή για ένα καθορισμένο σχήμα κωδικοποίησης.

2.3 Κωδικοποίηση Πληροφορίας

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για να κωδικοποιήσουμε την πληροφορία στα GS1 Datamatrix σύμβολα. Όλες οι μέθοδοι απαιτούν τα δεδομένα να παρουσιάζονται σε κατάλληλη μορφή τέτοια ώστε να είναι ανιχνεύσιμα από τον κωδικοποιητή

2.3.1 Δομές Κωδικοποίησης

Στη γενική μορφή ενός Datamatrix, έχουμε διάφορες δομές κωδικοποίησης που χρησιμοποιούνται πάνω στο ίδιο σύμβολο. Για παράδειγμα μπορούμε να έχουμε ASCII, ISO/IEC 646, C40, Text, X12, EDIFACT και Base 256 στο ίδιο σύμβολο. Αυτές οι δομές παρέχουν έναν τρόπο να μεγιστοποιήσουμε την απόδοση της κωδικοποίησης της ζητούμενης πληροφορίας στο σύμβολο

Η πιο απλή λύση και αυτή που χρησιμοποιείται στα GS1 πρότυπα, είναι να κωδικοποιούμε την πληροφορία χρησιμοποιώντας ένα υποσύνολο του ISO/IEC 646 (το οποίο είναι ισοδύναμο με το ASCII table 256) για όλη την πληροφορία. Αυτό το σύνολο κωδικοποίησης υποστηρίζεται από τους περισσότερους υπολογιστές σήμερα. Είναι επιθυμητό να έχουμε το ISO/IEC 646 (ή το ισοδύναμο ASCII 256) σαν προκαθορισμένη επιλογή. Το ISO/IEC 646 προέρχεται από το ASCII και είναι από το 1960 ο κλασικός τρόπος αναπαράστασης ψηφίων και χαρακτήρων του λατινικού αλφαβήτου. Για παράδειγμα, ο χαρακτήρας “a” κωδικοποιείται ως “01100001” και ο χαρακτήρας “A” ως “01000001” στο ASCII 256. Αυτό επέτρεψε στις ψηφιακές συσκευές να επεξεργάζονται πληροφορία που έχει να κάνει με χαρακτήρες.

Επιπλέον η κωδικοποίηση ASCII επεκτάθηκε ώστε να υποστηρίζει επιπλέον χαρακτήρες. Αυτοί οι χαρακτήρες δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν στα πρότυπα GS1 και άρα στους GS1 Datamatrix. Αυτό συμβαίνει επειδή υπάρχει ασάφεια σε παγκόσμιο επίπεδο για αυτούς τους χαρακτήρες.

2.3.2 GS1 element strings

Αν και είναι εφικτό να κωδικοποιήσουμε οποιοδήποτε τύπο δεδομένων σε σύμβολα Datamatrix, τα δεδομένα πρέπει να είναι δομημένα σύμφωνα με τους κανόνες του συστήματος GS1 όταν χρησιμοποιούμε GS1 Datamatrix.

Τα element strings ξεκινάνε με έναν Application Identifier ο οποίος ακολουθείται από τα κατάλληλα δεδομένα τα οποία και ορίζει αυτός. Το σύστημα μπορεί να χαρακτηρίζεται από μια τυπική μορφή κωδικοποίησης ή από μια αρχιτεκτονική που επιτρέπει πολλαπλά στοιχεία δεδομένων – σαν παράδειγμα: Item Identification, expiration date, batch number.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά επιτρέπουν στα συστήματα να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπεται η επικοινωνία μέσω κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης πληροφορίας του GS1 Datamatrix συμβόλου. Παρακάτω παρουσιάζουμε έναν πίνακα με τα GS1 element strings

Πίνακας 4 GS1 element strings

AI	Data definition	Format (AI & data)*
01	GTIN	N2+N14
10	Batch or lot number	N2+X..20
11	Production date (YYMMDD)	N2+N6
15	Best before date (YYMMDD)	N2+N6
17	Expiration date (YYMMDD)	N2+N6
21	Serial number	N2+X..20

Το AI – Application Identifiers είναι αριθμητικό πεδίο 2,3 ή 4 ψηφίων που ορίζει το είδος και την δομή των δεδομένων που ακολουθούν. Κάθε AI με την αντίστοιχη πληροφορία, μπορεί να κωδικοποιηθεί στο σύμβολο με τον ίδιο τρόπο – και χρησιμοποιώντας τους ίδιους λογικούς κανόνες – όπως στην κωδικοποίηση σε γραμμικό κωδικό GS1-128. Τα Application Identifiers πρέπει να διακρίνονται καθαρά ώστε να διευκολύνουν την διαδικασία εισαγωγής των παραπάνω πεδίων. Αυτό επιτυγχάνεται βάζοντας τα AI σε παρενθέσεις, όσο αφορά την αναγνώσιμη από τον άνθρωπο ερμηνεία του συμβόλου (**HRI Implementation Guide, 2018**)



Εικόνα 5 Human Readable Interpretation of GS1 Datamatrix

Οι παρενθέσεις δεν αποτελούν τμήμα της κωδικοποιημένης πληροφορίας και προφανώς δεν πρέπει να κωδικοποιούνται στο σύμβολο. Επιπλέον προσοχή πρέπει να δοθεί στη διαδικασία της συνένωσης των παραπάνω πεδίων πληροφορίας. Όταν έχουμε ένα σύνολο διαφορετικών element strings (Application Identifiers μαζί με τη συνοδευόμενη πληροφορία τους), μπορούμε να τα συνενώσουμε όλα μαζί σε ένα σύμβολο. Όταν το element string είναι προκαθορισμένου μήκους (όπως για παράδειγμα η ημερομηνία λήξης) τότε προφανώς δεν χρειαζόμαστε κάποιον χαρακτήρα διαχωρισμού – separator character για να ξεχωρίσουμε το επόμενο element string. Αν όμως έχουμε κάποιο element string το οποίο έχει μεταβλητό μήκος – παράδειγμα το serial number, τότε χρειαζόμαστε κάποιον χαρακτήρα διαχωρισμού για να μπορέσουμε να ξεχωρίσουμε το επόμενο. Ο χαρακτήρας αυτός μπορεί να είναι ο **FNC1** (codeword value 232) ή ο χαρακτήρας ελέγχου **<GS>** (ASCII Value: 29d). Οποιοσδήποτε χαρακτήρας και αν χρησιμοποιείται σαν χαρακτήρας διαχωρισμού, ο σαρωτής πρέπει να μεταφέρει αυτόν τον χαρακτήρα σαν τιμή **<GS>** δηλαδή χαρακτήρα ελέγχου. Σημειώνεται πως δεν χρειάζεται ποτέ να υπάρξει χαρακτήρας διαχωρισμού μετά την κωδικοποίηση του τελευταίου element string στο σύμβολο. Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα παράδειγμα κωδικοποίησης

- Θεωρούμε κωδικοποίηση τριών element strings τα οποία και συμβολίζουμε ως ES1, ES2, ES3
- ES1 θεωρούμε πως έχει προκαθορισμένο μήκος, για παράδειγμα μπορεί να είναι ημερομηνία λήξης ενώ τα ES2, ES3 έχουν μεταβλητό μήκος.
- FNC1 = Function 1 symbol, <GS> = control character
- Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, παρουσιάζουμε την συνένωση των ES1, ES2, ES3 στο τελικό σύμβολο

Data content of GS1 DataMatrix symbol				
FNC1	ES 1 (predefined length)	ES 2 (non-predefined length)	FNC1 or <GS>	ES 3 (non-predefined length)

Εικόνα 6 Συνένωση των ES1, ES2, ES3

Σημειώνουμε πως αν έχουμε ένα μόνο element string το οποίο έχει μεταβλητό μήκος και θέλουμε να το προσθέσουμε στην κωδικοποίηση, προτείνεται ισχυρά να το προσθέτουμε σαν τελευταίο, ώστε να βελτιστοποιούμε το μέγεθος του συμβόλου, αφού γλυτώνουμε την προσθήκη χαρακτήρα διαχωρισμού. Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί πως το

ότι έχουμε Application Identifiers δεδομένων προκαθορισμένου μήκους, δε σημαίνει πως μπορούμε να αποφύγουμε τον χαρακτήρα διαχωρισμού. Για την ακρίβεια, μόνο όσοι application identifiers φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, δεν χρησιμοποιούν χαρακτήρα διαχωρισμού. [GS1 General Specifications – Figure 5.10.1-2]

Πίνακας 5 Element strings με προκαθορισμένο μήκος

First two-digits of the Application Identifier	Number of characters (Application Identifier and data field)
00	20
01	16
02	16
(03)*	16
(04)*	18
11	8
12	8
13	8
(14)*	8
15	8
16	8
17	8
(18)*	8
(19)*	8
20	4
31	10
32	10
33	10
34	10
35	10
36	10
41	16

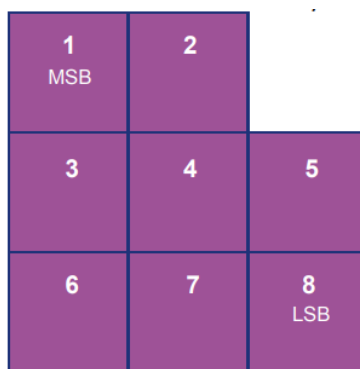
2.3.3 Low Level Encoding – Codewords

Όπως αναφέραμε, το μέγεθος κωδικοποιημένης πληροφορίας εξαρτάται από τον τύπο και το μήκος των δεδομένων που θέλουμε να κωδικοποιήσουμε. Για την αποθήκευση των δεδομένων χρησιμοποιείται μια ενδιάμεση δομή των 8-bits που ονομάζεται codeword. Γενικά ένα σύμβολο αποτελείται από τρεις ομάδες codewords:

- Data Codewords: Κωδικοποιημένα ωφέλιμα δεδομένα
- Stuffing Codewords: Δεν είναι απαραίτητα, θα χρησιμοποιηθούν για να γεμίσουν το σύμβολο (padding) όταν αυτό δεν είναι ήδη γεμάτο με το μέγεθος πληροφορίας που μπορεί να κωδικοποιηθεί
- Correction Codewords: Πρόκειται για ένα Reed-Solomon checksum το οποίο επιτρέπει την διάσωση codewords πληροφορίας σε περίπτωση που το σφάλμα είναι επιτρεπτό.

Για την κωδικοποίηση της πληροφορίας απαιτούνται δύο βήματα – Low Level Encoding όπου ασχολείται με την τοποθέτηση των codewords κατάλληλα στο DataMatrix και High Level Encoding το οποίο ασχολείται με την μετατροπή των δεδομένων σε

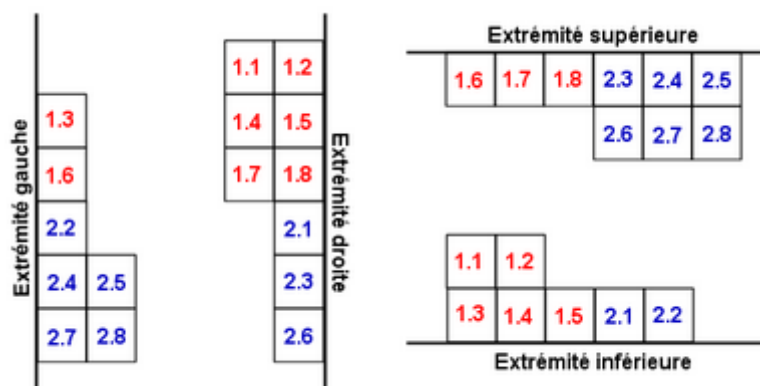
Codewords, με την προσθήκη stuffing και checksum. Σε αυτό το σημείο θα εξετάσουμε το Low Level encoding. Κάθε codeword αναπαρίσταται στον κωδικό Datamatrix ως ένα τετράγωνο οκτώ ενοτήτων, η κάθε μία αντιστοιχεί σε ένα bit.



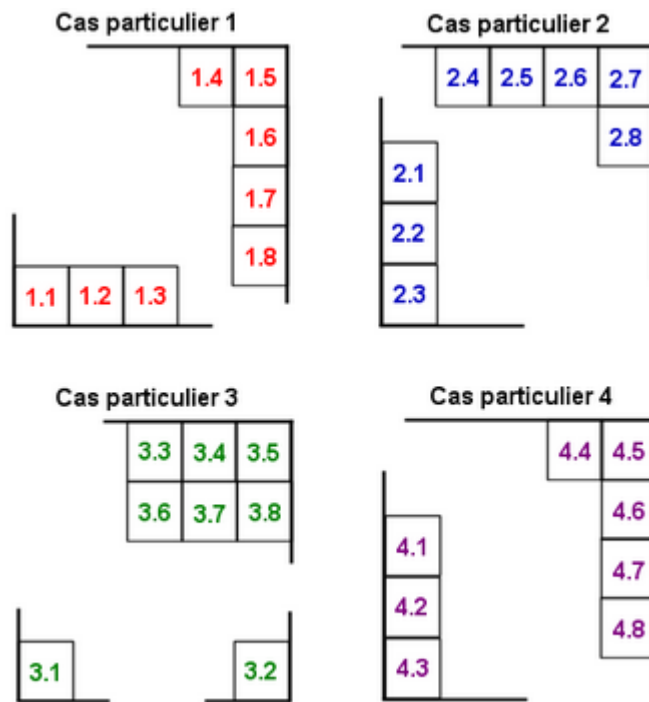
LSB = Least significant bit
MSB = Most significant bit

Εικόνα 7 Αναπαράσταση Codeword

Όπως φαίνεται στο σχήμα, η ενότητα 1 έχει την τιμή του περισσότερο σημαντικού ψηφίου (MSB) δηλαδή την τιμή 128 ενώ η ενότητα 8 έχει την τιμή του λιγότερου σημαντικού ψηφίου, δηλαδή 1. Τα παραπάνω codewords πρέπει να χωρέσουν στο σύμβολο και όπως είναι λογικό, θα υπάρξουν περιπτώσεις όπου δεν θα χωράνε ακριβώς στις πλευρές του συμβόλου. Για αυτό το λόγο διακρίνουμε στις παρακάτω περιπτώσεις αναδιπλωμένων codewords ανάλογα με την περίπτωση



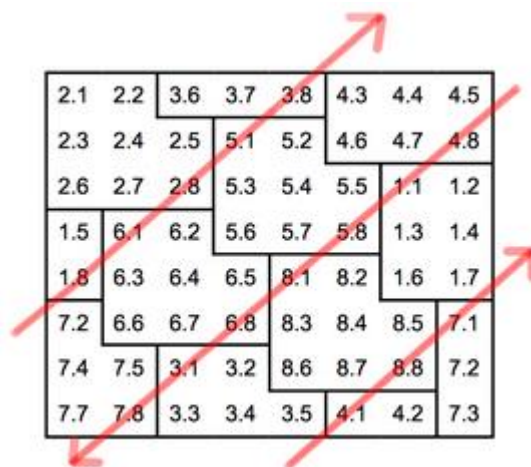
Εικόνα 8 Αναδίπλωση – Πλευρές



Εικόνα 9 Αναδίπλωση - Γωνίες

Βλέπουμε πώς ένα Codeword μπορεί να χωριστεί σε δύο ή και τρία τμήματα ώστε να χωρέσει στο σύμβολο. Η απλή περίπτωση είναι το codeword να «κόβεται» στις πλευρές, οπότε απλά συνεχίζεται σαν καθρέπτης στην απέναντι πλευρά. Η πολυπλοκότερη περίπτωση είναι να έχουμε αναδίπλωση στις γωνίες

Η τοποθέτηση των Codewords στο σύμβολο ακολουθεί μια συγκεκριμένη σειρά και γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να χωρέσουν όλα Codewords στον χώρο δεδομένων. Αρχικά τοποθετούμε τα data codewords της πληροφορίας που θέλουμε να κωδικοποιήσουμε στο σύμβολο. Σε περίπτωση που αυτά είναι λιγότερα από τα συνολικά bytes που μπορούν να κωδικοποιηθούν στο σύμβολο, τότε συμπληρώνουμε με stuffing codewords μετά το τέλος της ωφέλιμης πληροφορίας, ώστε να καλύψουμε το κενό. Τέλος, τοποθετούμε τα codewords για την διόρθωση σφαλμάτων.



Εικόνα 10 Τοποθέτηση Codewords στο Σύμβολο

Αναλόγως με το μέγεθος του συμβόλου, μπορεί να προκύψει πως τα τέσσερα κουτάκια στην κάτω δεξιά γωνία είναι κενά. Τότε χρησιμοποιούμε έναν ειδικό συμβολισμό κελιών εναλλασσόμενου χρώματος για να γεμίσουμε αυτό το κενό.



Εικόνα 11 Ειδικό γέμισμα κάτω δεξιά γωνίας

2.3.4 High Level Encoding

Όπως έχει αναφερθεί, υπάρχουν έξι πιθανοί τρόποι κωδικοποίησης: ASCII, Text, C40, X12, EDIFACT, Base 256. Ο προκαθορισμένος τρόπος κωδικοποίησης είναι ο ASCII και ο περισσότερο χρησιμοποιούμενος και θα τον παρουσιάσουμε εκτενώς σε αυτό το σημείο. Παρακάτω παρουσιάζονται τα σύνολα τιμών που μπορούν να αποδοθούν σε Codewords που κωδικοποιούνται με τον ASCII τρόπο κωδικοποίησης

Πίνακας 6 Σύνολο τιμών Codewords

Codeword	Data or Function
1-128	ASCII data (ASCII value + 1)
129	Pad
130-229	2-digit data 00-99 (Numeric Value + 130)
230	Latch to C40 encodation
231	Latch to Base 256 encodation
232	FNC1
233	Structured Append
234	Reader Programming
235	Upper Shift (shift to Extended ASCII)
236	05 Macro
237	06 Macro
238	Latch to ANSI X12 encodation
239	Latch to Text encodation
240	Latch to EDIFACT encodation
241	ECI Character
242-255	Not to be used in ASCII encodation

Στον τρόπο κωδικοποίησης ASCII, τα δεδομένα κωδικοποιούνται σύμφωνα με τρεις τρόπους αναλόγως με το είδος τους. Σε περίπτωση που έχουμε την τιμή ενός χαρακτήρα ASCII στο διάστημα [0,127] τότε το codeword φέρει τιμή ASCII Value + 1. Σε περίπτωση που έχουμε την τιμή ενός extended χαρακτήρα ASCII στο διάστημα [128, 255] τότε αυτό κωδικοποιείται με δύο codewords, όπου το πρώτο (καλείται Upper Shift) είναι ίσο με 235 και το δεύτερο είναι ίσο με ASCII Value - 127. Οι αριθμοί κωδικοποιούνται σε ζευγάρια, δηλαδή 00,01,02,... και παίρνουν την τιμή Numeric Value(Pair) + 130.

Όταν το σύμβολο χωράει περισσότερα codewords από όσα είναι τα δεδομένα, πρέπει να γεμίσουμε τον υπόλοιπο χώρο δεδομένων. Αυτό το πετυχαίνουμε χρησιμοποιώντας τα stuffing codewords. Το πρώτο stuffing codeword που θα

τοποθετήσουμε πρέπει να έχει την ειδική τιμή 129 και αυτή η τιμή σηματοδοτεί το τέλος των ωφέλιμων δεδομένων που βρίσκονται κωδικοποιημένα στο σύμβολο. Τα επόμενα stuffing codewords παίρνουν τιμές με βάση τον αλγόριθμο 253-state ο οποίος παρουσιάζεται παρακάτω:

Εξίσωση 1 Αλγόριθμος 253-state

$$\begin{aligned} n_{pseudo_alea} &= ((149 * i) \% 253) + 1 \\ v_i &= (n_{pseudo_alea} + 129) \% 254 \end{aligned}$$

Όπου V_i είναι η τιμή του i – οστού stuffing codeword. Για την διόρθωση σφαλμάτων χρησιμοποιούνται Reed – Solomon codes οι οποίοι προσφέρουν δυνατότητα ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων που εξαρτάται από το μέγεθος του συμβόλου (**datamatrix-specification-104, n.d.**).

2.3.5 Υπολογισμός των Codewords Διόρθωσης Σφαλμάτων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για τον υπολογισμό των Codewords για τη διόρθωση σφαλμάτων, χρησιμοποιούνται Reed – Solomon Codes και αυτό έχουν ένα περιθώριο ανίχνευσης και διόρθωσης το οποίο ορίζεται στην αρχή, αναλόγως με το μέγεθος του συμβόλου Datamatrix. Οι κωδικοί αυτοί βασίζονται σε μια εξίσωση – πολυώνυμο όπου το x υψωμένο σε δύναμη είναι το πλήθος των error correction Codewords που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα αν έχουμε σύμβολο μεγέθους 8×8 χρησιμοποιούμε μια εξίσωσης της μορφής:

2.4 Αποκωδικοποίηση Datamatrix

Αφού το σύμβολο φτιαχτεί και εκτυπωθεί, πρέπει να διαβαστεί με κάποια κατάλληλη συσκευή – scanning. Η διαδικασία της σάρωσης αναλύεται σε δύο στάδια – την ίδια τη σάρωση, δηλαδή την ανάγνωση των σκοτεινών και φωτεινών περιοχών και την αποκωδικοποίηση, δηλαδή την επεξεργασία της ληφθείσας εικόνας με σκοπό τον προσδιορισμό της κωδικοποιημένης πληροφορίας. Το σύμβολο Datamatrix διαφέρει από τους γραμμικούς κωδικούς και σε αυτόν τον τομέα, καθώς χρειάζεται μια κάμερα επειδή τα δεδομένα είναι κωδικοποιημένα σε δύο διαστάσεις. Μετά την επιτυχημένη αποκωδικοποίηση, τα δεδομένα θα περάσουν σε ένα σύστημα επεξεργασίας δεδομένων για περαιτέρω επεξεργασία.

Όπως και για άλλους δισδιάστατους γραμμωτούς κωδικούς, ο GS1 Datamatrix μπορεί να διαβαστεί μόνο με χρήση κάμερας ή CCD (Charge Couple Device). Αυτό λειτουργεί ως εξής – πρώτα κάνουμε λήψη της εικόνας του συμβόλου και μετά την αναλύουμε. Τα πρότυπα εύρεσης (finder patterns) χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθεί μια υποθετική εικόνα. Επιπλέον τα μαύρα και λευκά τετραγωνάκια του κωδικού μετατρέπονται σε δυαδικές τιμές 0 και 1. Τελικά όλο αυτό αναλύεται από τον αλγόριθμο αποκωδικοποίησης αναφοράς του ISO/IEC 16022 ο οποίος βασίζεται σε μια ιδανική εικόνα.

Γενικά υπάρχουν πολλές βιβλιοθήκες opensource η οποίες παρέχουν την παραπάνω λειτουργικότητα δωρεάν. Πολλές φορές, όταν χρησιμοποιούμε για παράδειγμα ένα smartphone ώστε να εκτελέσουμε την σάρωση, έχουμε ως αποτέλεσμα μια εικόνα που δεν είναι εφικτό να αποκωδικοποιηθεί. Σκοπός μας είναι να προσθέσουμε στα παραπάνω βήματα ένα επιπλέον το οποίο θα αναφέρεται στην προ – επεξεργασία της ληφθείσας εικόνας, με σκοπό την βελτιστοποίηση της ώστε να είναι πιο εύκολο να αναγνωριστεί από το σύστημα αποκωδικοποίησης. Θα αναφερθούμε περισσότερο στη διαδικασία που ακολουθήθηκε στο επόμενο κεφάλαιο.

2.5 Εφαρμογή GS1 στον χώρο της Υγείας

Σε αυτό το μέρος θα εξετάσουμε τις χρήσεις των προτύπων GS1 στον χώρο της υγείας. Θα αρχίσουμε από κάποιες βασικές έννοιες ώστε να μπορέσουμε να αναλύσουμε στη συνέχεια τις εφαρμογές.

Γενικά, θα αναφερθούν δύο είδη προϊόντων σε αυτή τη διπλωματική, τα φαρμακευτικά προϊόντα και οι ιατρικές συσκευές. Τα φαρμακευτικά προϊόντα πρέπει να πάρουν έγκριση για να πωληθούν σε κάποια χώρα. Αναλόγως με τον οργανισμό υγείας, ένας κωδικός έγκρισης (authorization code) μπορεί να δοθεί είτε από μια κυβερνητική υπηρεσία, είτε από GS1 member organization, είτε από οποιονδήποτε οργανισμό που έχει εξουσιοδοτηθεί από το υπουργείο υγείας της χώρας να αποδώσει τον κωδικό. Στις περισσότερες χώρες, τα φαρμακευτικά προϊόντα μπορούν να πωληθούν μόνο σε επιλεγμένα σημεία όπως τα φαρμακεία – τα οποία λειτουργούν κάτω από συγκεκριμένους περιορισμούς. Έχουμε τρία είδη φαρμακευτικών προϊόντων:

- Over the Counter (OTC) – Ένα φαρμακευτικό προϊόν του οποίου η χορήγηση του δεν απαιτεί ιατρική έγκριση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον ασθενή με δική του πρωτοβουλία και υπευθυνότητα, για την αντιμετώπιση συμπτωμάτων. Η χρήση τους, αν γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες και τις σωστές δοσολογίες, πρέπει να είναι ασφαλής για τον ασθενή. Παραδείγματα τέτοιων προϊόντων είναι τα κουτιά πρώτων βοηθειών, όχι έντονα σε δύναμη παυσίπονα και λοιπά.
- Medical Prescription(Rx) – Ένα φαρμακευτικό προϊόν το οποίο μπορεί να χορηγηθεί μόνο με ιατρική συνταγή ή κατευθείαν ιατρική παρέμβαση. Σαν παράδειγμα τέτοιων προϊόντων έχουμε φαρμακευτικούς επιδέσμους, ειδικά φάρμακα για τον πόνο ή και ενέσεις.
- Hospital Pharmacy Production – Ένα φαρμακευτικό προϊόν το οποίο παράγεται αυστηρά σε φαρμακείο νοσοκομείου και προορίζεται για χρήση εντός του νοσοκομείου ή μεταξύ νοσοκομείων. Δηλαδή δεν προορίζεται για την αγορά καταναλωτών.

Αντίστοιχα ιατρική συσκευή είναι οποιοδήποτε όργανο, εργαλείο, μηχανή, εμφύτευμα, in vitro αντιδραστήριο, λογισμικό ή άλλο παρόμοιο και σχετικό αντικείμενο το οποίο προορίζεται να χρησιμοποιηθεί από μόνο του ή σε συνδυασμό με άλλα με σκοπό:

- Διάγνωση, πρόληψη, επιτήρηση και αντιμετώπιση ασθενειών
- Διάγνωση, επιτήρηση και φροντίδα τραυμάτων
- Υποστήριξη ζωής
- Αποστείρωση ιατρικών συσκευών

2.5.1 Human Readable Interpretation (HRI)

Πρόκειται για την πληροφορία που τυπώνεται γειτονικά σε κάποιο Barcode ή RFID tag το οποίο αντιπροσωπεύει την πληροφορία που μεταφέρεται από αυτό. Για περισσότερες πληροφορίες που αφορούν τους κανόνες για αυτό το κείμενο, μπορεί κανείς να συμβουλευτεί το έγγραφο (**GS1 General Specifications, 2021**) στην παράγραφο 4.14. Επιπλέον για τα προϊόντα υγείας, έχουμε περιορισμούς λόγω κανονισμών, χώρου αλλά και τεχνικούς περιορισμούς με αποτέλεσμα την ανάγκη επιπλέον κανόνων.

Οι κανόνες του Healthcare HRI επιτρέπουν στους σχεδιαστές ετικετών να ελαχιστοποιούν τις ανάγκες χώρου, συννενώνοντας ουσιαστικά τα κείμενα που είναι HRI με τα κείμενα που δεν είναι HRI. Έτσι η πληροφορία των κατασκευαστών αναγράφεται

στην ίδια ετικέτα, χωρίς να απαιτείται επιπλέον χώρος. Παρακάτω θα δούμε ένα παράδειγμα αυτής της τεχνικής συνδυασμού ετικετών δεδομένων (GTIN, SN, batch/lot) με τους application identifiers (01, 21, 10).

GTIN (01) 09504000059101

SN (21) 12345678p901

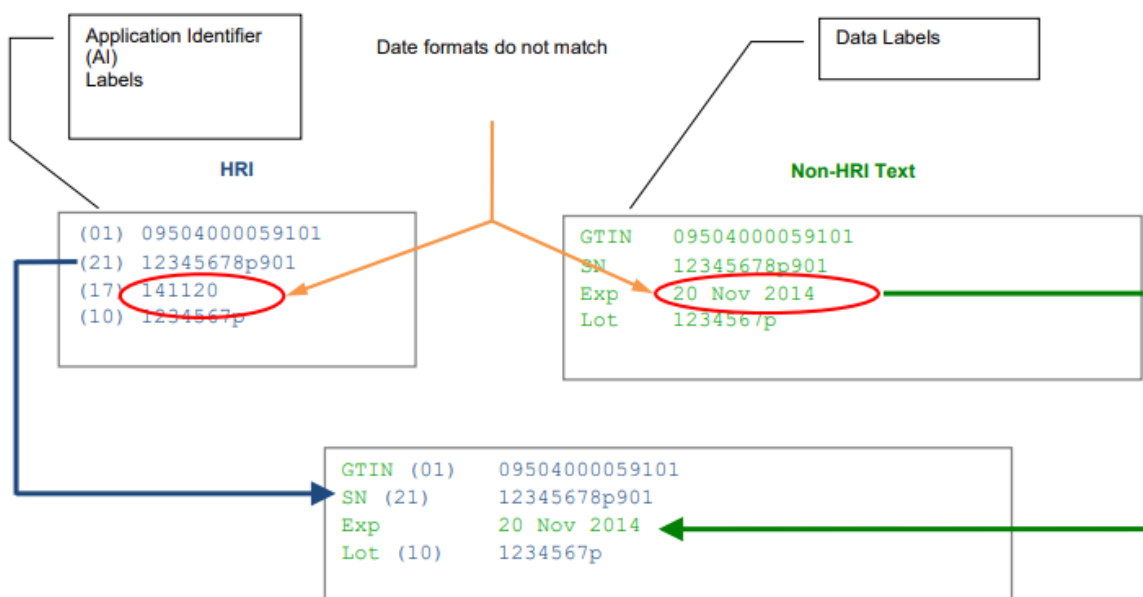
Lot (10) 1234567p

EXP (17) 141120



Εικόνα 12 Labelling HRI text with data labels

Όπως φαίνεται, η τεχνική αυτή όντως επιτρέπει στους κατασκευαστές να τηρούν (i) HRI και (ii) ρυθμιστικές απαιτήσεις για το προϊόν, εκτυπώνοντας την πληροφορία στο ίδιο σημείο. Επειδή οι ετικέτες των application identifiers φαίνονται δίπλα από κάθε στοιχείο, τα δεδομένα που τυπώνονται πρέπει να ακολουθούν κανόνες HRI και να ανταποκρίνονται στα αντίστοιχα δεδομένα του συμβόλου. Όταν τα δεδομένα που τυπώνονται, βρίσκονται σε HRI μορφή, τότε συμπεριλαμβάνουμε τον application identifier, ενώ σε αντίθετη περίπτωση τον απορρίπτουμε, κρατώντας όμως την ετικέτα ώστε να μπορούμε να ταυτοποιήσουμε το πεδίο. Αυτό εφαρμόζεται σε όλα τα στοιχεία δεδομένων που μπορούν να εμφανιστούν στην ετικέτα ενός φαρμακευτικού προϊόντος.



Εικόνα 13 Παράδειγμα αναπαράστασεων

Παραπάνω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα όπου συνενώνεται HRI και κανονικό κείμενο. Βλέπουμε πως το κείμενο 141120 (HRI) είναι σε HRI ενώ το 20 Nov 2014 δεν είναι. Στην δεύτερη περίπτωση, εξαλείφουμε τους application identifiers αλλά κρατάμε τις ετικέτες – ονομασίες των πεδίων (GS1_Healthcare_Implementation_Guideline, 2015)

2.5.2 Στοιχεία Ταυτοποίησης και επιπλέον πληροφορία – Κλειδιά GS1

Όταν θέλουμε να εκτυπώσουμε ένα σύμβολο σε φαρμακευτικό προϊόν, τα κλειδιά GS1 χρησιμοποιούνται ώστε να ταυτοποιήσουμε τα προϊόντα. Επιπλέον πληροφορία μπορεί

να συσχετιστεί με τα κλειδιά ταυτοποίησης GS1 μέσω των Application Identifiers. Θα παρουσιάσουμε παρακάτω τα κλειδιά ταυτοποίησης GS1 και τους Application Identifiers που προορίζονται για χρήση στον χώρο της υγείας (Healthcare AIDC Applications) σε συμφωνία με (GS1 General Specifications, 2021).

- **GTIN – Global Trade Item Number [01]**. Πρόκειται για ένα μοναδικό κλειδί για το οποίο χρησιμοποιούμε τον application identifier 01. Χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση των προϊόντων. Ανατίθενται από την αρμόδια αρχή που ευθύνεται για την ανάθεση αυτών των κωδικών.
- **Batch/Lot Number [10]**. Αν χρειαζόμαστε παραπάνω πληροφορία για να ταυτοποιήσουμε τον αριθμό σειράς ενός προϊόντος, θα χρησιμοποιήσουμε τον application identifier 10. Τυπικά αυτός ο αριθμός αναθέτεται κατά την στιγμή της παραγωγής του προϊόντος. Η επιπλέον πληροφορία είναι αλφαριθμητική και έχει μεταβλητό μήκος με μέγιστο τους 20 χαρακτήρες
- **Expiration Date [17]**. Αν χρειαζόμαστε επιπλέον πληροφορία για να ταυτοποιήσουμε την ημερομηνία λήξης ενός προϊόντος, ο application identifier 17 χρησιμοποιείται για να υποδείξει το άνω όριο κατανάλωσης του προϊόντος. Σαν παράδειγμα στα φαρμακευτικά προϊόντα, αυτό μπορεί να μας δείχνει την πιθανότητα έμμεσου ρίσκου στην υγεία μας από την κατανάλωση ενός τέτοιου προϊόντος. Ακολουθεί τη μορφή YYMMDD.
- **Expiration Date and Time [7003]**. Σε περίπτωση που χρειαζόμαστε μεγαλύτερη ακρίβεια για την ασφάλεια του ασθενή, χρησιμοποιούμε τον application identifier 7003. Αναγράφεται ως YYMMDD και HHMM. Σαν παραδείγματα μπορούμε να έχουμε ειδικά φάρμακα μέσα στο περιβάλλον του νοσοκομείου όπου μπορούν να έχουν ημερομηνία λήξης εντός μιας ημέρας.
- **Serial Number [21]**. Για να μπορούμε να παρακολουθούμε την πορεία των ιατρικών φαρμάκων (tracking, tracing) πρέπει να χρησιμοποιούμε αριθμούς σειράς με application identifier 21.
- **Active Potency [7004]**. Αν η χρήση ενός φαρμακευτικού προϊόντος απαιτεί την καταγραφή της ενεργής επίδρασής του, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον application identifier 7004. Η ενεργή επίδραση ενός φαρμάκου μετρείται σε International Units (IUs)

2.6 Εφαρμογές στον χώρο της υγείας

Σε αυτό το μέρος θα παρουσιάσουμε συνοπτικά κάποιες εφαρμογές που υπάρχουν για τον χώρο της υγείας, όπου γίνεται χρήση του κωδικού Datamatrix σε συνδυασμό με σάρωση και αναγνώριση με βάση τα πρότυπα GS1.

2.6.1 Healthcare Barcode Survey App

Η συγκεκριμένη εφαρμογή χωρίζεται σε δύο μέρη, το mobile application και website. Πρόκειται για μια εφαρμογή αυτόματης αναγνώρισης και λήψης δεδομένων (AIDC) υγειονομικής περίθαλψης διπλής χρήσης:

<https://chipapk.com/app/6985119/>

<https://www.nextgen.com/marketplace/products/ehr-barcode-reader>

<https://keenahhealth.com/solutions/workflow-efficiency/ehr-barcode-reader/>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.molina.mobile.myhealthinhand&hl=el&gl=US>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.scandit.healthcare&hl=el&gl=US>

<https://claimocity.com/medical-barcode-scanner-app/>

<https://surgicaresoftware.com/Medical-Barcode-Scanning-Software.html?page=COM>

<https://www.scandit.com/products/barcode-scanner-sdk/>

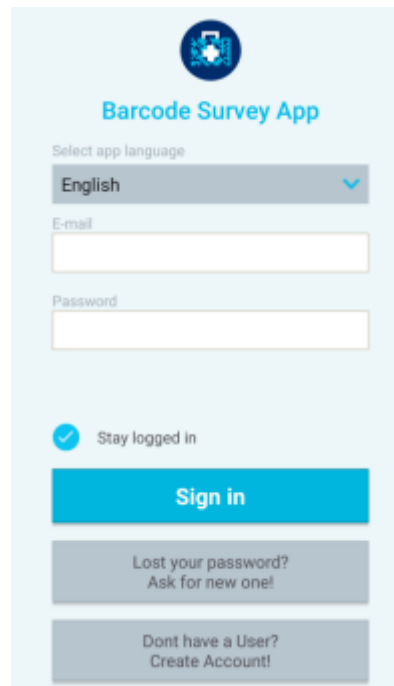
KEYWORD: medical barcode scanner app

- Χρήση της λειτουργίας ελέγχου (Check Mode) για σάρωση γραμμωτών κωδικών με σκοπό τον έλεγχο τήρησης της μορφής και των προτύπων GS1, και τη συλλογή πληροφορίας για το προϊόν, τον κατασκευαστή, την τοποθεσία σάρωσης και λοιπά. Χρησιμοποιείται ουσιαστικά για να δείξει τα πλεονεκτήματα του GS1 Datamatrix όταν χρησιμοποιείται σε εφαρμογές του χώρου της υγείας που έχουν σχέση με Automatic Identification and Data Capture (AIDC)
- Λειτουργία διερεύνησης (Survey Mode), όπου η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρήσει η επικράτηση των κωδικών GS1 Datamatrix στην χρήση τους στον χώρο υγείας. Με αυτή τη λειτουργία, οι χρήστες μπορούν να συλλέξουν πληροφορία για τις μεταβαλλόμενες τάσεις στη χρήση των barcodes. Επιπλέον μπορεί να γίνει στατιστική ανάλυση δεδομένων από πολλά διαφορετικά σύμβολα και να προστεθεί πληροφορία για την τοποθεσία, το είδος προϊόντος και λοιπά.

Η εφαρμογή απαιτεί τουλάχιστον Android 4.3 (**Healthcare Barcode Survey App apk, 2020**) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με χρήση προσομοιωτή (Android emulator).

Παρουσίαση λειτουργίας εφαρμογής EHR Barcode Reader

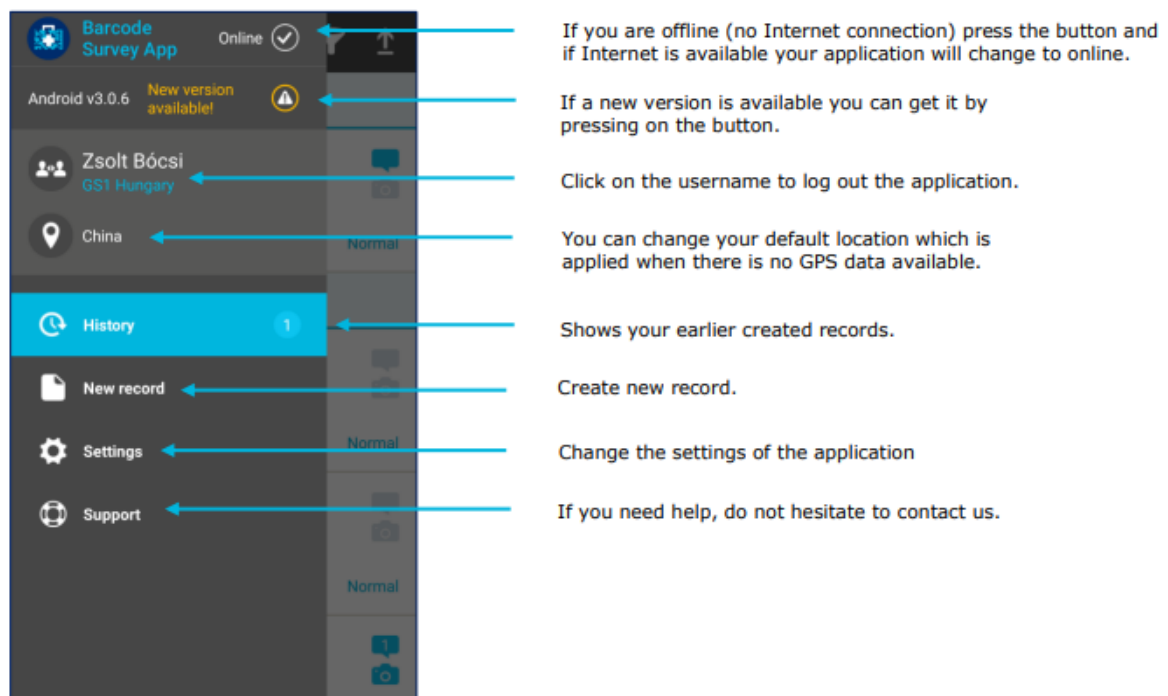
Παρακάτω θα δούμε συνοπτικά τις λειτουργίες που παρέχει η συγκεκριμένη εφαρμογή. Αρχίζουμε παραθέτοντας την οθόνη στην οποία ο χρήστης μπορεί να εισέλθει στην εφαρμογή ή απλά να δημιουργήσει λογαριασμό.



Εικόνα 14 HBSA - Login Screen

Η εφαρμογή παρέχει ένα βασικό τρόπο ταυτοποίησης χρήστη. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει account χρησιμοποιώντας το προσωπικό του email. Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να ανακτήσει τον κωδικό του (password) σε περίπτωση που τον έχει ξεχάσει.

Για να μπορέσει να γίνει χρήση της εφαρμογής, είναι αναγκαστικό ο χρήστης να δημιουργήσει λογαριασμό ταυτοποίησης.



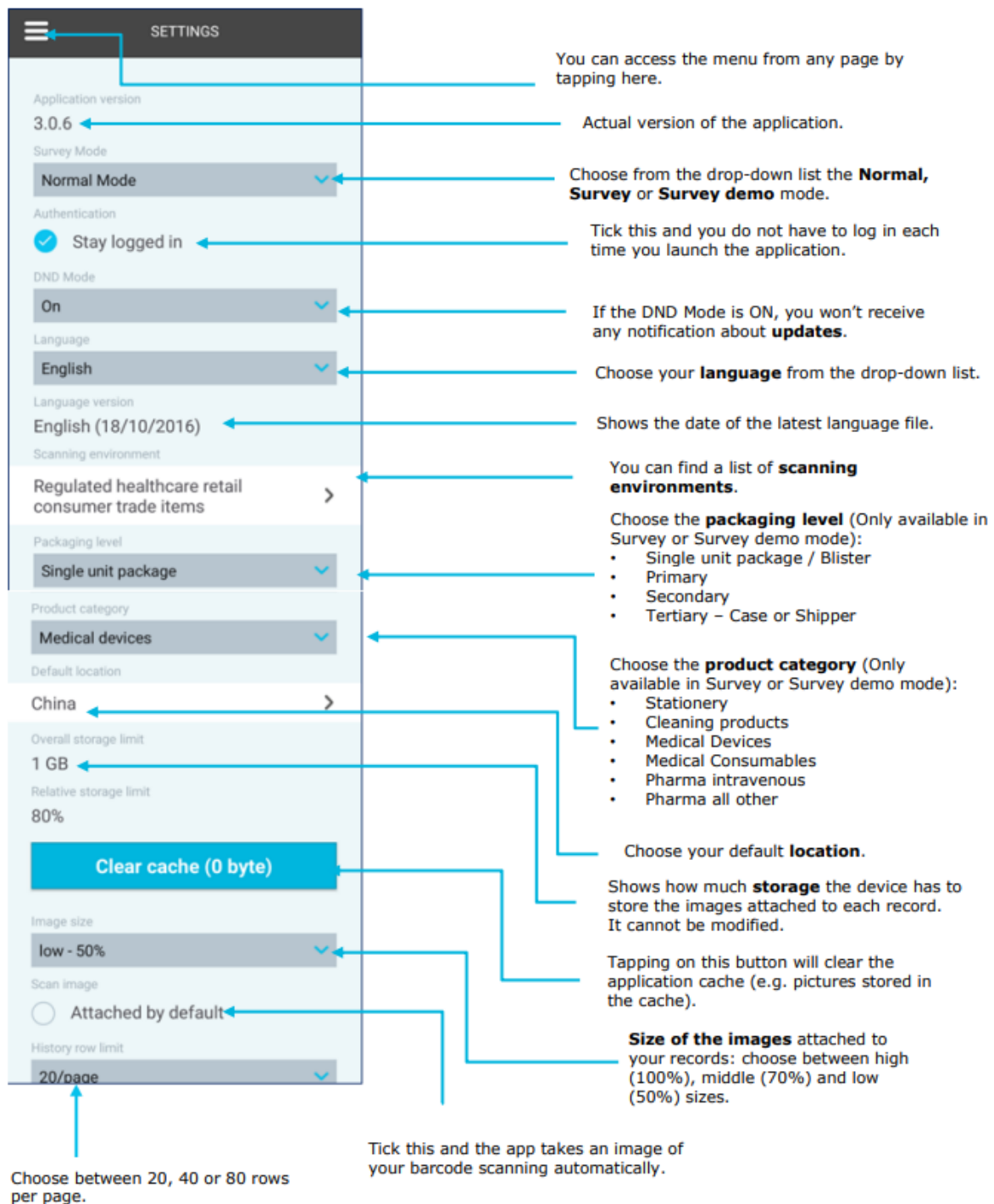
Εικόνα 15 Μενού εφαρμογής HBSA

Από τη στιγμή που ο χρήστης κάνει login έχει πρόσβαση στο μενού της εφαρμογής, από οποιοδήποτε σημείο της. Εκεί ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει μέσω αυτού του μενού, το αν θα βρίσκεται online, το αν θα κάνει logout και την τοποθεσία του. Επίσης μπορεί να έχει πρόσβαση στο ιστορικό των καταχωρήσεων που έκανε.

Ακόμα ο χρήστης, πριν αρχίσει τη διαδικασία σάρωσης, πρέπει να ρυθμίσει σωστά την εφαρμογή, μέσω της επιλογής settings. Ειδικότερα σε αυτό το μενού, ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει τη λειτουργία της εφαρμογής κατάλληλα – ενδεικτικά μπορεί να ρυθμίσει το είδος των προϊόντων που θα αφορούν οι σαρώσεις που θα κάνει μέσω του πεδίου Product Category. Αυτό το πεδίο μπορεί να πάρει τις παρακάτω τιμές:

- Stationery
- Cleaning Products
- Medical Devices
- Medical Consumables
- Pharma Intravenous
- Pharma all others

Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να επιλέξει περιβάλλον σάρωσης (scanning environments) με βάση τα General Specifications που αναφέρθηκαν παραπάνω. Μια αναλυτική εικόνα που περιγράφει σύντομα τις διαθέσιμες επιλογές φαίνεται παρακάτω.



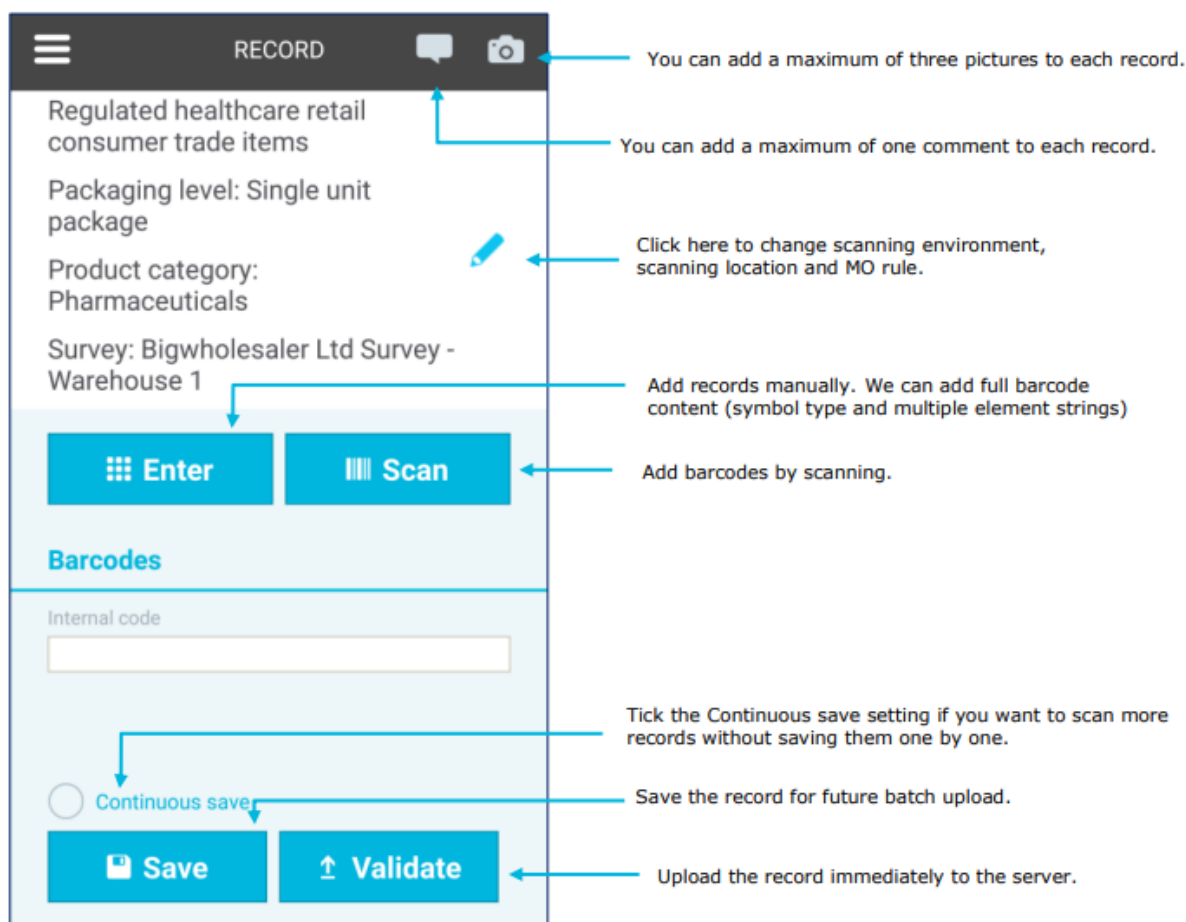
Εικόνα 16 HBSA Settings

Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει νέες εγγραφές με δύο τρόπους. Ο ένας είναι χειροκίνητα, πατώντας το κουμπί Enter, ή με τη λειτουργία σάρωσης barcode, πατώντας το κουμπί Scan. Σε περίπτωση που ο χρήστης χρησιμοποιήσει τον πρώτο τρόπο, ο χρήστης πρέπει να εκτελέσει τα παρακάτω βήματα

- 1) Επιλογή Application Identifier (AI)
- 2) Εισαγωγή δεδομένων δίπλα από το επιλεγμένο AI
- 3) Πάτημα πλήκτρου Done
- 4) Επιλογή επόμενου AI

- 5) Όταν ο χρήστης τελειώσει την εισαγωγή των AI + Data, ο χρήστης πρέπει να πατήσει το πλήκτρο ENTER για να τελειώσει την διαδικασία προσθήκης με τον manual τρόπο.

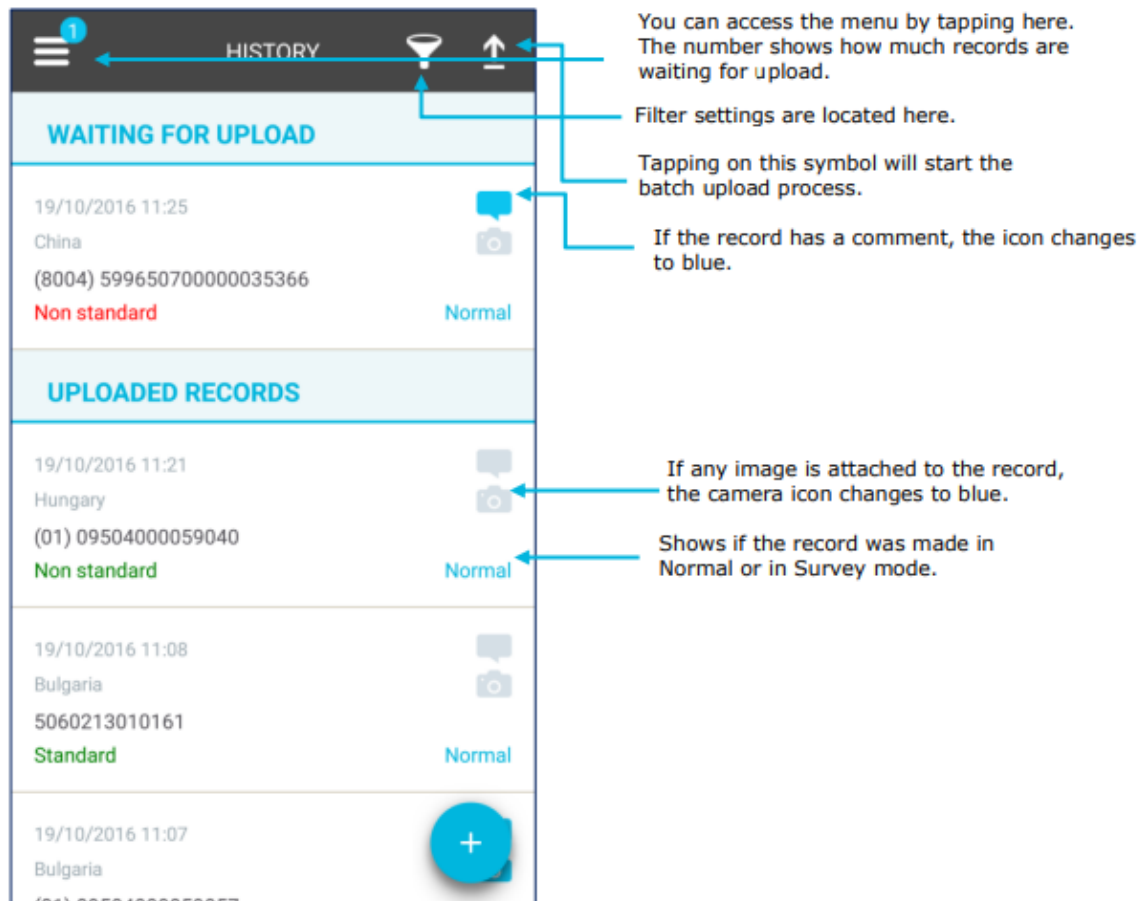
Ο χρήστης μπορεί να διαγράψει όποτε θέλει τους κωδικούς που έχει καταχωρήσει. Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να προσθέσει τρεις φωτογραφίες και ένα σχόλιο για κάθε εγγραφή που έχει κάνει. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται συνοπτικά η λειτουργικότητα της εφαρμογής



Εικόνα 17 Λειτουργικότητα HBSA

Η εφαρμογή παρέχει λειτουργικότητα ιστορικού. Ουσιαστικά, η κύρια οθόνη της εφαρμογής είναι το ιστορικό των εγγραφών που έχει καταχωρήσει ο χρήστης, και είναι ορατό από τη στιγμή που ο χρήστης κάνει authenticate. Ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει κατάλληλα φίλτρα για να περιορίσει τις εμφανιζόμενες εγγραφές.

Επιπλέον ο χρήστης μπορεί αν θέλει να επιλέξει να κάνει upload εγγραφές που έχει καταχωρήσει. Αυτό μπορεί να γίνει αφού ο κωδικός έχει προστεθεί, πατώντας το πλήκτρο save, ή μπορεί να γίνει τη στιγμή της εισαγωγής πατώντας το πλήκτρο validate. Τέλος ο χρήστης μπορεί να μπει σε λειτουργία συνεχούς σάρωσης για να εισαγάγει αποδοτικά εγγραφές.



Εικόνα 18 Ιστορικό HBSA

Οι εγγραφές που έχουν γίνει Upload, δεν μπορούν να γίνουν edit αλλά ο χρήστης μπορεί να ανεβάσει φωτογραφίες για αυτές, να εισάγει σχόλιο και να στείλει κάποιο report. Η οθόνη στην οποία ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί την εγγραφή που έχει γίνει upload φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 19 Οθόνη επεξεργασίας εγγραφής που είναι uploaded

Η εφαρμογή παρέχει και τμήμα ιστοσελίδας, με το οποίο δεν θα ασχοληθούμε σε αυτό το έγγραφο. Για περισσότερες πληροφορίες κανείς μπορεί να αναφερθεί στο επίσημο εγχειρίδιο της εφαρμογής ([Healthcare Barcode Survey App, 2017](#))

2.6.2 EHR Barcode Reader

Η εφαρμογή EHR Barcode Reader έχει φτιαχτεί με σκοπό τη σάρωση δεδομένων φαρμακευτικής αγωγής και ανοσοποίησης ασθενών. Βελτιστοποιεί την διαχείριση ανοσοποίησης και φαρμακευτικών αγωγών των χρηστών του ηλεκτρονικού φάκελου υγείας. Με χρήση τεχνολογίας σαρωτών δισδιάστατων κωδικών, η εφαρμογή συλλέγει δεδομένα που αφορούν φάρμακα αλλά και εμβόλια και γεμίζει τα κατάλληλα πεδία στον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας του ασθενούς, συμπεριλαμβανομένων των πεδίων: NDC (National Drug Codes), lot, expiration date.

Ουσιαστικά πρόκειται για εφαρμογή που δημιουργήθηκε για την βελτίωση της ήδη υπάρχουσας διαχείρισης των εμβολιασμών, ώστε να αντιμετωπιστεί η αύξηση της ανάγκης εμβολιασμού τους κρίσιμους μήνες – ειδικότερα την περίοδο της Covid 19. Η εφαρμογή EHR Barcode Reader αποδεδειγμένα μειώνει τον χρόνο χορήγησης κάθε εμβολίου, προσφέρει παρακολούθηση της διαδικασίας σε ζωντανό χρόνο ενώ διασφαλίζει την

ασφάλεια του ασθενούς. Επιπλέον, μειώνει δραματικά την πιθανότητα λάθους κατά τη διαδικασία εισαγωγής των στοιχείων του εμβολιασμού.

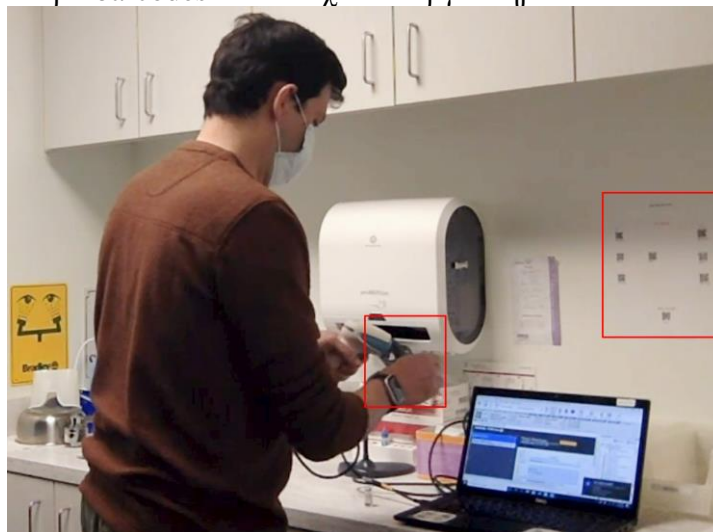
Επειδή πλέον κάθε εμβόλιο διαθέτει 2D Barcode (GS1 Datamatrix), το μόνο που χρειάζεται κάποιος χρήστης είναι ένας 2D Barcode Scanner τον οποίο και πρέπει να συνδέσει μέσω USB στον υπολογιστή όπου υπάρχει η εφαρμογή του ηλεκτρονικού φακέλου ασθενούς, με ενσωματωμένη την εφαρμογή HER Barcode Reader. (το λογισμικό είναι εγκατεστημένο στον ηλεκτρονικό φάκελο ασθενούς). Ένα απλό σενάριο χρήσης της εφαρμογής παρουσιάζεται παρακάτω

- 1) Σύνδεση 2D Barcode Reader μέσω USB στον υπολογιστή με το λογισμικό
- 2) Επιλογή σωστών εμβολίων από τον χώρο αποθήκευσης
- 3) Launch EHR Barcode Reader App
- 4) Εκτέλεση σάρωσης εμβολίου, σημείου εμβολιασμού όπου θα γίνει ο εμβολιασμός. Επιπλέον πάτημα του πλήκτρου save για καταχώρηση της χορήγησης εμβολίου
- 5) Επανάληψη του βήματος (5) όσες φορές ο χρήστης κρίνει αναγκαίο.

Στο βίντεο παρουσίασης της λειτουργικότητας της εφαρμογής παρουσιάζεται η καταγραφή δύο χορηγήσεων εμβολίων σε λιγότερο από 30 δευτερόλεπτα, με απόλυτη ακρίβεια. Αυτό είναι λογικό αφού το λογισμικό αναφέρεται στον ηλεκτρονικό φάκελο ασθενούς, με αποτέλεσμα τα στοιχεία του ασθενούς να είναι καταγεγραμμένα. Επιπλέον τα στοιχεία του εμβολιασμού γενικότερα είναι καταγεγραμμένα σε GS1 Datamatrix Barcodes, με αποτέλεσμα να αρκεί η σάρωσή τους για την εισαγωγή. Ο χρήστης μπορεί διαθέτει μια κόλλα χαρτί με αυτά τα Barcodes σε κάποιο σημείο του χώρου εργασίας τους, το οποίο είναι εύκολα προσβάσιμο. Οι παραπάνω πληροφορίες καθώς και ένα πολύ καθοδηγητικό βίντεο, μπορούν να βρεθούν στην ιστοσελίδα της εφαρμογής. ([keenahealth, 2021](#))

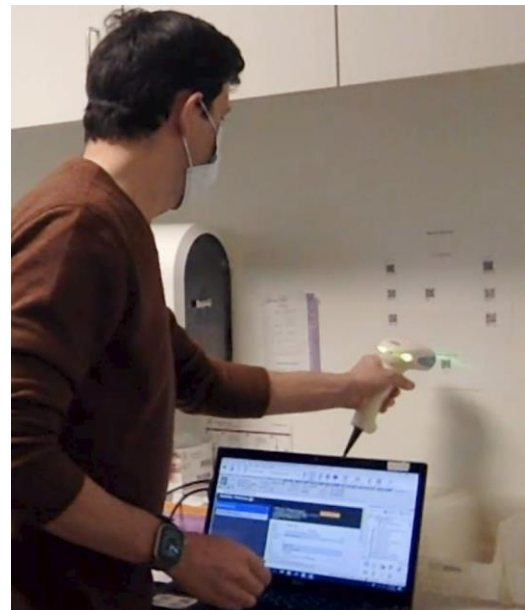
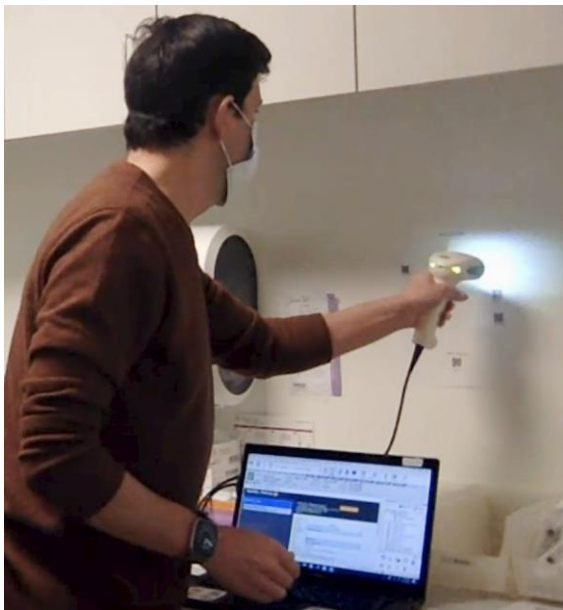
Παρουσίαση λειτουργίας εφαρμογής EHR Barcode Reader

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε συνοπτικά τη λειτουργία της εφαρμογής, βασιζόμενοι στο βίντεο χρήσης της. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή στον χώρο εργασίας του, έχοντας πριν τοποθετήσει κατάλληλα φυλλάδια με τους δισδιάστατους κωδικούς που δηλώνουν σημεία εμβολιασμού του ασθενούς. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο χρήστης στην διαδικασία σάρωσης του εμβολίου. Παρατηρούμε το φυλλάδιο με τα σταθερά barcodes στον τοίχο του εργαστηρίου.



Εικόνα 20 Χώρος εργασίας EHR Barcode App

Αφού ο χρήστης σαρώσει το εμβόλιο το οποίο κρατάει, θα πρέπει να σαρώσει επιπλέον το σημείο εμβολιασμού και το barcode που υποδηλώνει την καταχώρηση. Αυτή η διαδικασία φαίνεται στις παρακάτω εικόνες

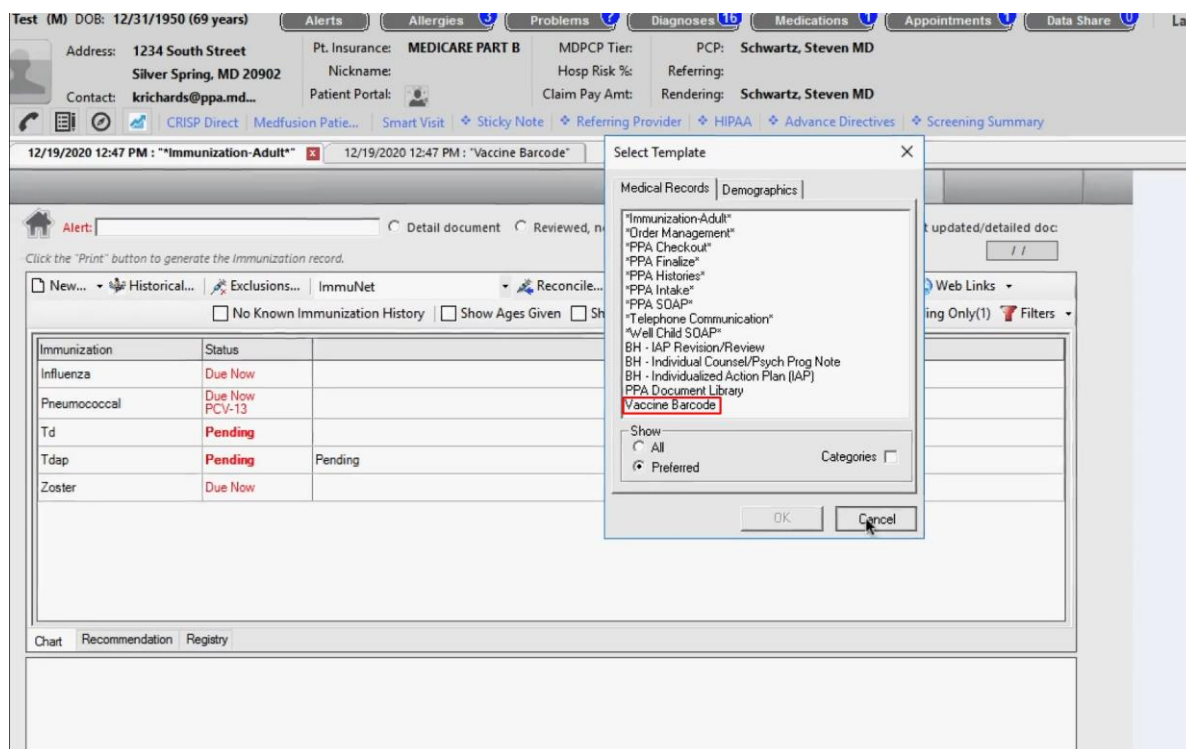


Εικόνα 21 Αριστερά η σάρωση του χεριού του ασθενούς και δεξιά η σάρωση της επικύρωσης



Εικόνα 22 Μορφή της κόλλας με τα σταθερά barcode

Η εφαρμογή EHR Barcode Reader λειτουργεί σαν template το οποίο μπορεί ο χρήστης να εγκαταστήσει στην εφαρμογή του ηλεκτρονικού φακέλου ασθενούς. Από τη στιγμή που την εγκαταστήσει, θα εμφανίζεται σε λίστα από τα εγκατεστημένα templates και ο χρήστης θα μπορεί να την επιλέξει ώστε να την χρησιμοποιήσει.

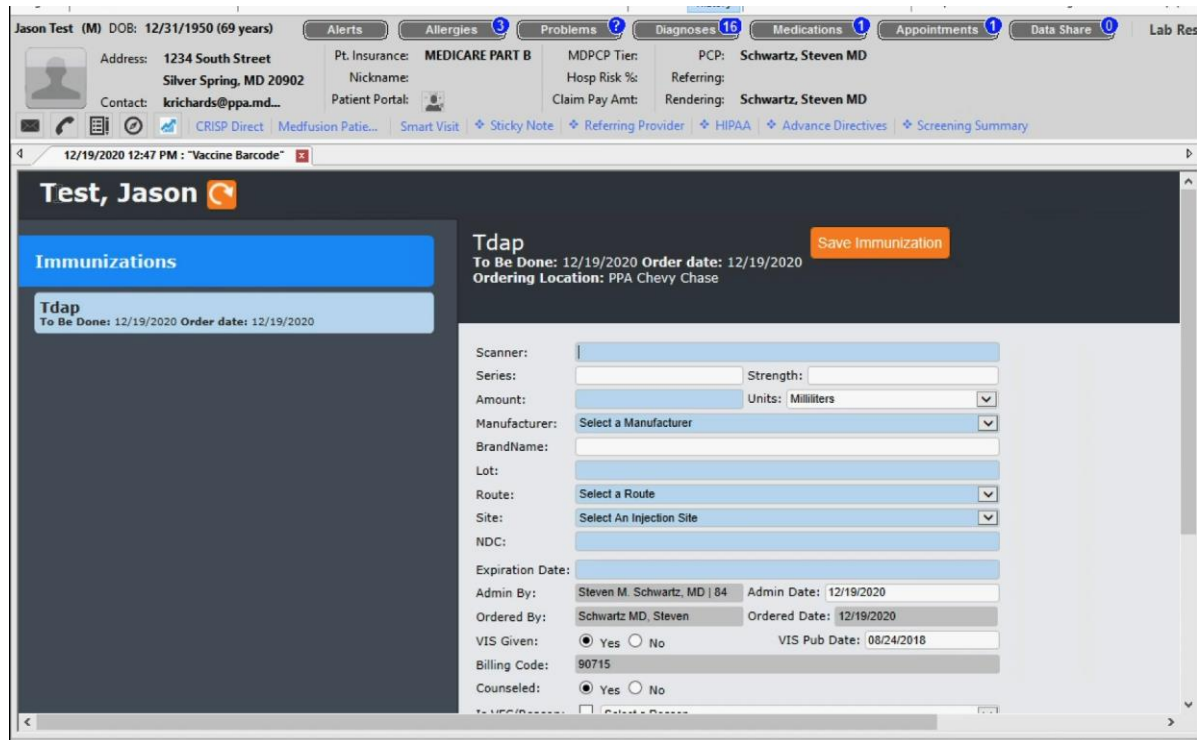


Εικόνα 23 Ηλεκτρονικός φάκελος ασθενούς - Επιλογή εφαρμογής EHR Barcode Reader

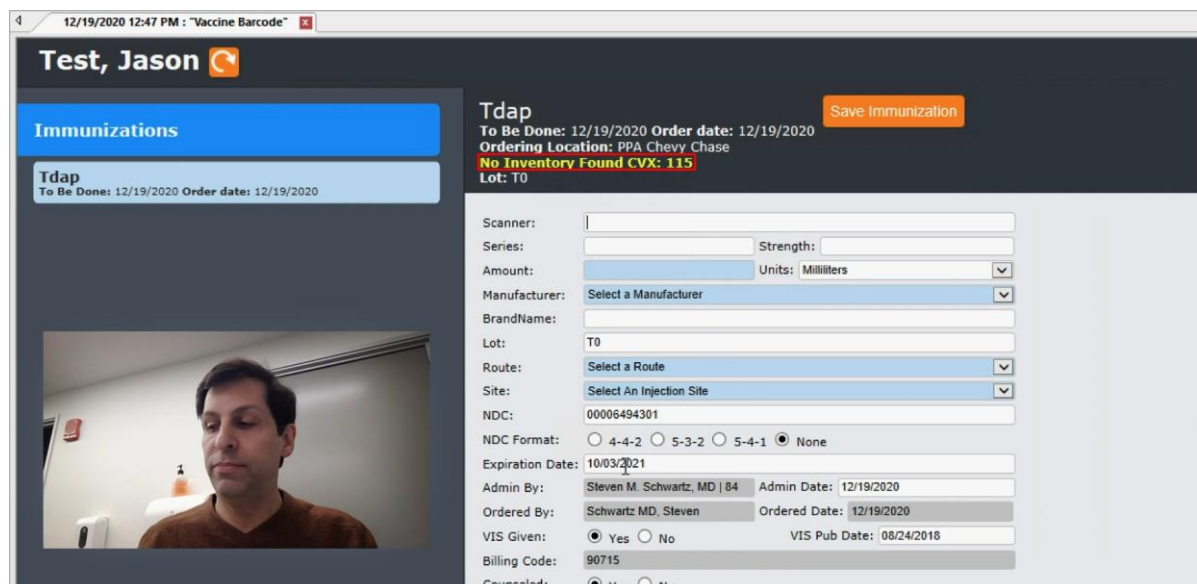
Στην παραπάνω εικόνα ο χρήστης έχει επιλέξει εμβολιασμό Tdap (Tetanus, Diphtheria and Pertussis) για τον ασθενή. Πρόκειται για εμβόλιο το οποίο βοηθάει στην πρόληψη τετάνου, διφθερίτιδας και κοκκύτη ([Vaccine Information Statement | Tdap | Tetanus-Diphtheria-Pertussis | VIS | CDC, 2021](#)). Συνεχίζοντας, ο χρήστης ενεργοποιεί την εφαρμογή EHR Barcode Reader για να δει το παράθυρο χορήγησης του εμβολίου. Αριστερά φαίνεται η παραγγελία του εμβολίου, όπου παρουσιάζεται το είδος εμβολίου, η ημερομηνία που έγινε η παραγγελία και η ημερομηνία που πρέπει να γίνει ο εμβολιασμός. Δεξιά φαίνεται η ειδική φόρμα ανα εμβόλιο, συγκεκριμένα του Tdap όπου περιέχει τα στοιχεία χορήγησης που πρέπει να εισάγει ο χρήστης – γιατρός. Ένα σημαντικό feature ασφαλείας που προσφέρει η εφαρμογή EHR είναι ο έλεγχος της εγκυρότητας του εμβολίου το οποίο σαρώνουμε. Αν δηλαδή για οποιονδήποτε λόγο επιλέξουμε το λάθος εμβόλιο και όχι το Tdap, η εφαρμογή θα ενημερώσει με κατάλληλο error, ενώ δεν θα εισαχθεί καμία πληροφορία για το εμβόλιο στα πεδία. Με την επιλογή και σάρωση της σωστής φυάλης εμβολίου, θα δούμε πως αμέσως συμπληρώνονται τα πεδία:

- Amount, Strength, Units
- Manufacturer
- BrandName
- Lot
- Route – είδος εμβολιασμού (πχ intramuscular)
- NDC – National Drug Codes
- Expiration Date

Επιπλέον ο χρήστης πρέπει να σαρώσει το Site – σημείο εμβολιασμού ασθενούς (πχ αριστερό χέρι). Τη στιγμή που ο χρήστης εκτελεί αυτή τη σάρωση, το πεδίο Site συμπληρώνεται κατάλληλα. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες εικόνες που περιγράφουν αυτή τη διαδικασία.



Εικόνα 24 Οθόνη εισαγωγής στοιχείων εμβολίου σάρωσης



Εικόνα 25 Κατάλληλο μήνυμα σάρωσης λάθος εμβολίου

Tdap
To Be Done: 12/19/2020 Order date: 12/19/2020
Ordering Location: PPA Chevy Chase

Save Immunization

Scanner:

Series: Strength: 2 Lf-(2.5-5-3-5)

Amount: 0.500 Units: Milliliters

Manufacturer: sanofi pasteur

BrandName: ADACEL TDAP

Lot: C5687AA

Route: Intramuscular

Site: Select An Injection Site

NDC: 49281040058

NDC Format: ☐ 4-4-2 ☐ 5-3-2 ☐ 5-4-1 ☒ None

Expiration Date: 12/09/2021

Admin By: Steven M. Schwartz, MD | 84 Admin Date: 12/19/2020

Ordered By: Schwartz MD, Steven Ordered Date: 12/19/2020

VIS Given: ☒ Yes ☐ No VIS Pub Date: 08/24/2018

Billing Code: 90715

Counseled: ☒ Yes ☐ No

Εικόνα 26 Αμέσως μετά την σάρωση σωστού εμβολίου. Το πεδίο Site δεν έχει συμπληρωθεί

Tdap
To Be Done: 12/19/2020 Order date: 12/19/2020
Ordering Location: PPA Chevy Chase

Save Immunization

Scanner: site|Left Deltoid

Series: Strength: 2 Lf-(2.5-5-3-5)

Amount: 0.500 Units: Milliliters

Manufacturer: sanofi pasteur

BrandName: ADACEL TDAP

Lot: C5687AA

Route: Intramuscular

Site: Select An Injection Site

NDC: 49281040058

NDC Format: ☐ 4-4-2 ☐ 5-3-2 ☐ 5-4-1 ☒ None

Expiration Date: 12/09/2021

Admin By: Steven M. Schwartz, MD | 84 Admin Date: 12/19/2020

Ordered By: Schwartz MD, Steven Ordered Date: 12/19/2020

VIS Given: ☒ Yes ☐ No VIS Pub Date: 08/24/2018

Billing Code: 90715

Counseled: ☒ Yes ☐ No

Tdap
To Be Done: 12/19/2020 Order date: 12/19/2020
Ordering Location: PPA Chevy Chase

Save Immunization

Scanner:

Series: Strength: 2 Lf-(2.5-5-3-5)

Amount: 0.500 Units: Milliliters

Manufacturer: sanofi pasteur

BrandName: ADACEL TDAP

Lot: C5687AA

Route: Intramuscular

Site: Left Deltoid

NDC: 49281040058

NDC Format: ☐ 4-4-2 ☐ 5-3-2 ☐ 5-4-1 ☒ None

Expiration Date: 12/09/2021

Admin By: Steven M. Schwartz, MD | 84 Admin Date: 12/19/2020

Ordered By: Schwartz MD, Steven Ordered Date: 12/19/2020

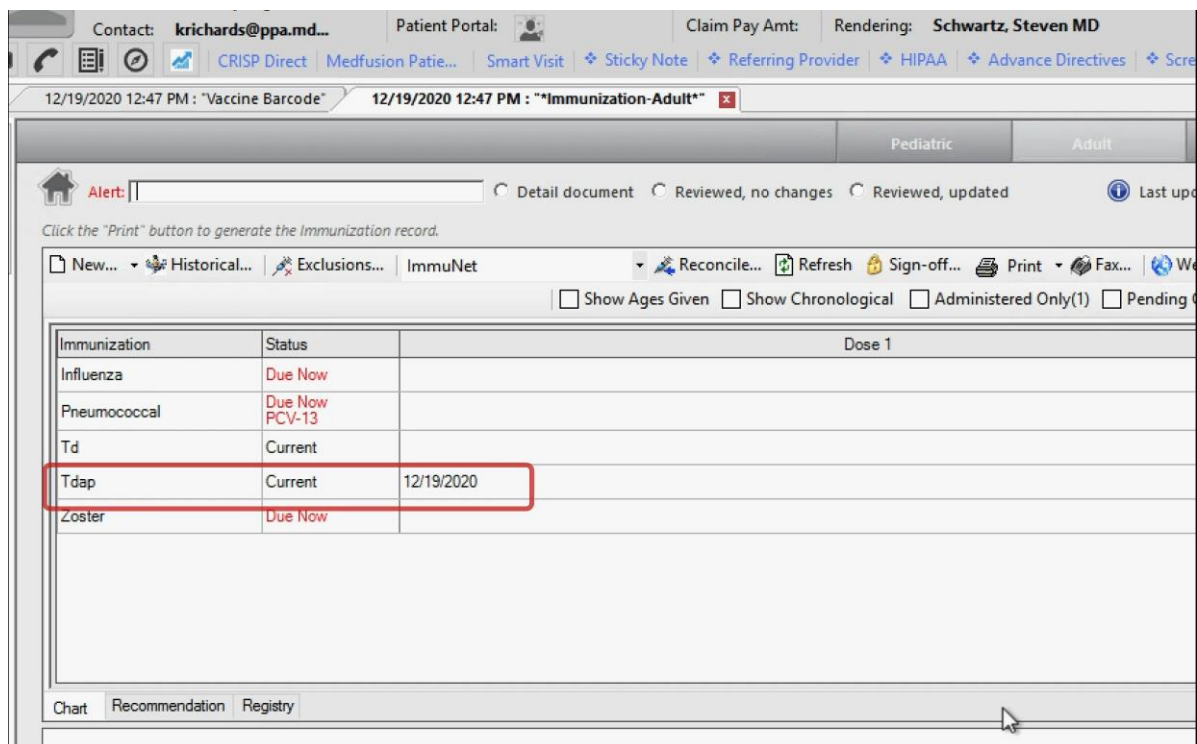
VIS Given: ☒ Yes ☐ No VIS Pub Date: 08/24/2018

Billing Code: 90715

Counseled: ☒ Yes ☐ No

Εικόνα 27 Διαδικασία σάρωσης μέρους εμβολιασμού ασθενή (Site)

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία εισαγωγής, ο χρήστης μπορεί να σαρώσει τον barcode που αντιστοιχεί στο save, η απλά να το επιλέξει με το ποντίκι του. Έτσι θα καταχωρηθεί η χορήγηση της συγκεκριμένης δόσης εμβολίου για τον ασθενή. Αυτό μπορεί να εξακριβωθεί αν ο χρήστης επιστρέψει στην οθόνη διαχείρισης όπου φαίνονται όλες οι καταχωρήσεις εμβολίων για τον ασθενή. Επιπλέον η εφαρμογή ηλεκτρονικού φακέλου παράγει μια αναφορά με τα στοιχεία εμβολιασμού και χρεώσεων του ασθενή.



Εικόνα 28 Καταχώρηση εμβολίου Tdap για ασθενή

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή EHR Barcode Reader είναι μια απλή λύση που προσφέρει ακρίβεια και ασφάλεια, αφού μειώνει τα λάθη που μπορεί να κάνει ο χρήστης, καθώς και εξαλείφει την χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων. Επιπλέον προσφέρει πάντα εποπτεία του εξοπλισμού του χρήστη ενώ ο χρήστης χορηγεί εμβολιασμούς και επιτρέπει την εύκολη μεταφορά εξοπλισμού ανάμεσα σε διαφορετικές τοποθεσίες.

2.6.3 Scandit Healthcare App

Η εφαρμογή Scandit Healthcare παρέχει ένα σύνολο από λειτουργικότητες για τον χώρο της υγείας με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας στην διαδικασία ταυτοποίησης του ασθενή μέσω του διπλώματος οδήγησης του, της ταυτότητας του και οποιουδήποτε επίσημου εγγράφου, αρκεί να υπάρχει σε αυτό κάποιο σύμβολο το οποίο να μπορεί να διαβαστεί από υπολογιστή μέσω σάρωσης. Τα δεδομένα που θα σαρωθούν είναι άμεσα διαθέσιμα, χωρίς να χρειάζεται κάτι παραπάνω, και μπορούν εύκολα να προωθηθούν με την χρήση email και να εκτυπωθούν.

Επιπλέον, η εφαρμογή μπορεί να λειτουργήσει σε GS1 MODE, το οποίο επιτρέπει σε χρήστες του τομέα της υγείας να σαρώνουν και να αποκωδικοποιούν GS1 Barcodes που χρησιμοποιούνται σε νοσοκομεία και φάρμακα. Ταυτόχρονα, οι χρήστες μπορούν να σαρώνουν τις ετικέτες από τα βραχιόλια των ασθενών, τα οποία πρέπει να περιέχουν σύμβολα που είναι κωδικοποιημένα με βάση τα πρότυπα GS1, ώστε να βλέπουν άμεσα τα στοιχεία του ασθενή. Οι χρήστες μπορούν με χρήση του GS1 MODE που παρέχει η εφαρμογή, να ελέγχουν τους αριθμούς GTIN των φαρμάκων αλλά και την ημερομηνία λήξης τους.

Η εφαρμογή είναι συμβατή με το ομοσπονδιακό καταστατικό HIPPA – Health Insurance Portability and Accountability Act (**Health Insurance Portability and Accountability Act, 1996**) και δεν αποθηκεύει τα προσωπικά δεδομένα του ασθενούς μετά τη διαδικασία σάρωσης. Όλα τα δεδομένα επεξεργάζονται στην συσκευή, ενώ δεν μοιράζονται με κανένα τρίτο μέρος.

Παρουσίαση Λειτουργίας Εφαρμογής Scandit Healthcare

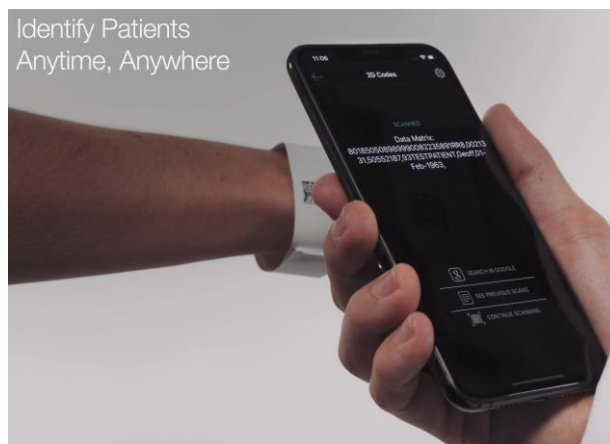
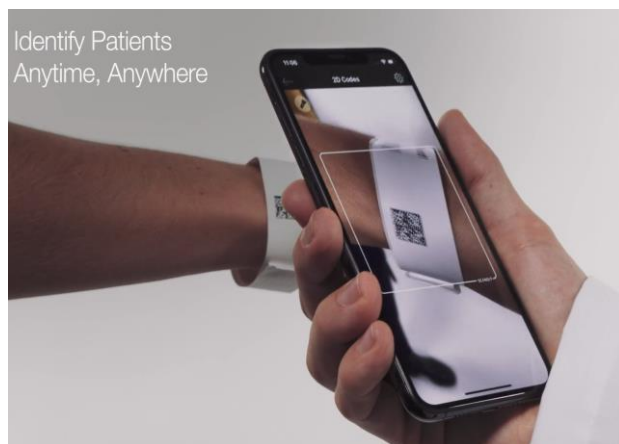
Η εφαρμογή Scandit Healthcare έχει δημιουργηθεί για να βοηθήσει τους επαγγελματίες στον χώρο της υγείας να αυτοματοποιήσουν τις εργασίες που διαπράττουν χειροκίνητα, να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς και να αφιερώνουν έτσι περισσότερο χρόνο για τους ασθενείς τους. Συγκεκριμένα η εφαρμογή έχει ως στόχο να:

- Αυξήσει την ασφάλεια των ασθενών προσφέροντας ακρίβεια και ταχύτητα, προσφέροντας στους επαγγελματίες υγείας άμεση πρόσβαση σε κρίσιμη πληροφορία, όπως τα φάρμακα, ιατρικό ιστορικό και αποτελέσματα εργαστηριακών εξετάσεων και ελαττώνοντας την πιθανότητα λάθους που ευθύνεται στον ανθρώπινο παράγοντα.
- Βελτιώσει την αποδοτικότητα και την συμμόρφωση. Προσφέροντας άμεση πρόσβαση σε πληροφορία αληθινού χρόνου σε μια έξυπνη συσκευή για επαγγελματίες χώρου υγείας. Με αυτόν τον τρόπο οι καθημερινές δουλειές γίνονται πολύ πιο απλές, γρηγορότερες και ακριβέστερες
- Μειώσει το κόστος προσφέροντας μελλοντικές λύσεις λογισμικού. Αντικαθιστώντας την πιο περιοριστική υποδομή με λύσεις λογισμικού που αφορούν έξυπνες συσκευές, το κόστος του υλικού μειώνεται άμεσα. Έτσι νέα επίπεδα αποδοτικότητας και παραγωγικότητας εισάγονται στον χώρο της υγείας.

Σε αυτό το σημείο, θα παρουσιάσουμε τα σενάρια χρήσης της εφαρμογής για τον ασθενή. Σαρώνοντας το βραχιόλι του ασθενή με χρήση έξυπνης συσκευής που υποστηρίζει επαυξημένη πραγματικότητα (**Augmented Reality, 2020**) ο επαγγελματίας υγείας μπορεί να έχει πρόσβαση σε ψηφιακά δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των εγγράφων θεραπευτικών αγωγών του ασθενή και την διαχείριση των φαρμάκων του. Η παρακολούθηση και ο εντοπισμός δειγμάτων και εξοπλισμού χειρουργικών επεμβάσεων γίνεται επίσης ευκολότερα. Πιο συγκεκριμένα, τα σενάρια χρήσης για τον ασθενή παρουσιάζονται παρακάτω

Ταυτοποίηση ασθενή

Οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να εξακριβώσουν με ακρίβεια την ταυτότητα του ασθενή χρησιμοποιώντας απλά μια έξυπνη συσκευή με μια πολύ δυνατή εφαρμογή σάρωσης. Αυτό επιταχύνει την διαδικασία φροντίδας του ασθενή και μειώνει την πιθανότητα λάθους



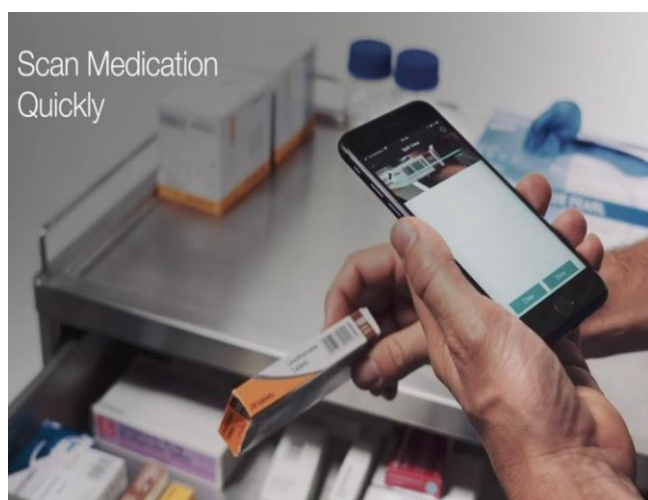
Εικόνα 29 Διαδικασία σάρωσης για το βραχιολάκι ασθενή

Ταίριασμα μητέρας και γάλακτος μωρού

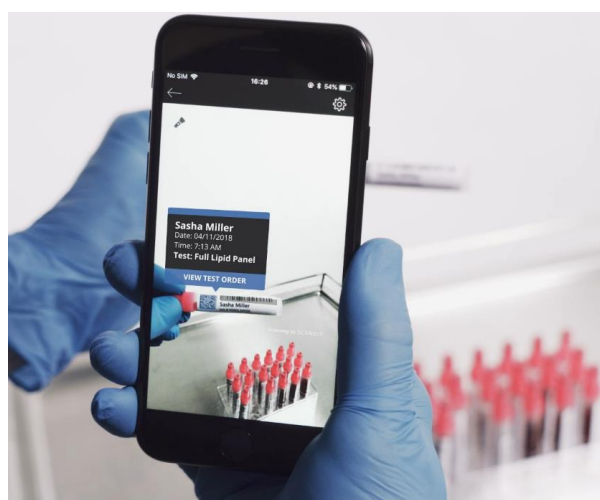
Σε ένα μαιευτήριο, το προσωπικό μπορεί να είναι πολύ απασχολημένο. Με την εφαρμογή Scandit, ο χρήστης μπορεί με ακρίβεια να ταιριάζει το γάλα της μητέρας με το μωρό της. Μια συσκευή που έχει ενεργοποιημένη την εφαρμογή scandit, αυτοματοποιεί την διαχείριση του γάλακτος στήθους για το νοσοκομειακό προσωπικό με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα σφάλματος ανρθώπου.

Παρακολούθηση θεραπευτικής αγωγής ασθενή.

Οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να λάβουν πληροφορίες για την θεραπευτική αγωγή που λαμβάνει ο ασθενής, σαρώνοντας τα κατάλληλα φάρμακα. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται είναι κρίσιμες, όπως η δοσολογία και οι οδηγίες που είναι ειδικές για κάθε ασθενή. Προφανώς αυτός ο τρόπος πρόσβασης σε ψηφιακά δεδομένα αληθινού χρόνου μειώνει την πιθανότητα λάθους και βελτιώνει την ασφάλεια του ασθενή.



Εικόνα 30 Σάρωση φαρμακευτικής αγωγής ασθενή



Εικόνα 31 Σάρωση δειγμάτων με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας

Παρακολούθηση δειγμάτων

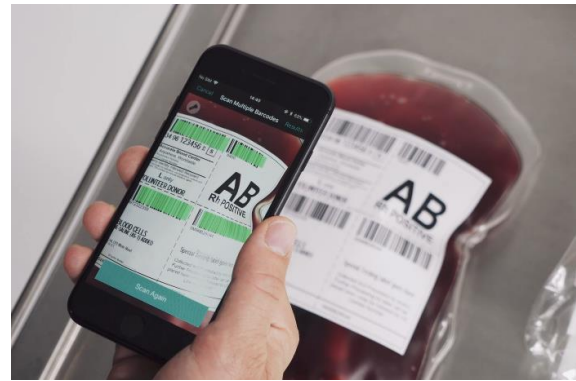
Ομοίως με την φαρμακευτική αγωγή, μια συσκευή που διαθέτει την εφαρμογή Scandit μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σαρώσει δείγματα ασθενών σε αληθινό χρόνο και να ιχνηλατήσει τους την προέλευση αυτών των δειγμάτων με την χρήση των γραμμωτών κωδικών τους. Αυτό προσφέρει στους επαγγελματίες υγείας έναν αποδοτικό τρόπο να παρακολουθούν δείγματα ευαίσθητα στον χρόνο για την διάγνωση και την ανάλυση.

Παρακολούθηση εξοπλισμού χειρουργείου και προμηθειών

Το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για το χειρουργείο αλλά και την αποστείρωση του εξοπλισμού, μπορεί να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή για να σαρώσει τα εργαλεία και τις προμήθειες πριν και μετά το χειρουργείο. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε αύξηση της αποδοτικότητας που οδηγεί σε μεγαλύτερη ασφάλεια του ασθενή αλλά και σε μικρότερο κόστος.

Καταγραφή και παρακολούθηση σακούλων αίματος

Η ταυτοποίηση σακούλων αίματος από κλινικούς γιατρούς γίνεται πολύ εύκολα και γρήγορα, χρησιμοποιώντας έξυπνες συσκευές που διαθέτουν την εφαρμογή Scandit αλλά και δυνατότητα επαυξημένης πραγματικότητας. Σακούλες αίματος με πολλαπλούς γραμμωτούς κωδικούς μπορούν να σαρωθούν με μία μόνο σάρωση, αντί για πολλές. Έτσι ο χρήστης κερδίζει χρόνο



Εικόνα 32 Ταυτοποίηση σακούλας αίματος με χρήση της εφαρμογής Scandit

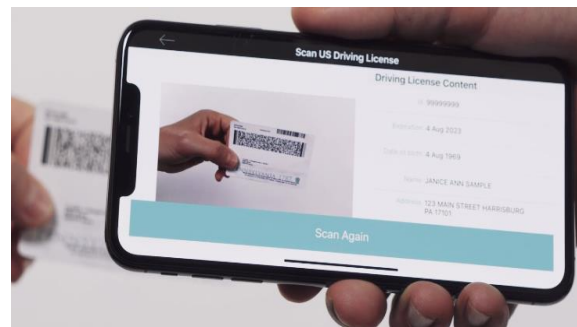
Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τα σενάρια χρήσης της εφαρμογής για την διαχείριση του τομέα της υγείας. Η εξελιγμένη λειτουργία σάρωσης στις έξυπνες συσκευές υποστηρίζει συμμόρφωση με τους κανονισμούς κατά την ταυτοποίηση του ασθενή ή της φαρμακευτικής αγωγής. Οι επαγγελματίες υγείας μπορούν έτσι να παρακολουθούν σε αληθινό χρόνο τις προμήθειες τους και να διαχειρίζονται ελέγχους έως και 40% γρηγορότερα.

Παρακολούθηση αυθεντικότητας φαρμακευτικής αγωγής

Με τη σάρωση των κωδικών Datamatrix σε συνταγογραφούμενες θεραπευτικές αγωγές, πετυχαίνουμε ανιχνευσιμότητα, αποδεικνύουμε την αυθεντικότητα, υποστηρίζουμε τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς και αυξάνουμε την ασφάλεια του ασθενή. Με την εφαρμογή Scandit οι επαγγελματίες υγείας έχουν την ικανότητα να πραγματοποιούν αυτήν την λειτουργία με χρήση έξυπνων συσκευών

Εξακρίβωση ασθενή και εισαγωγών

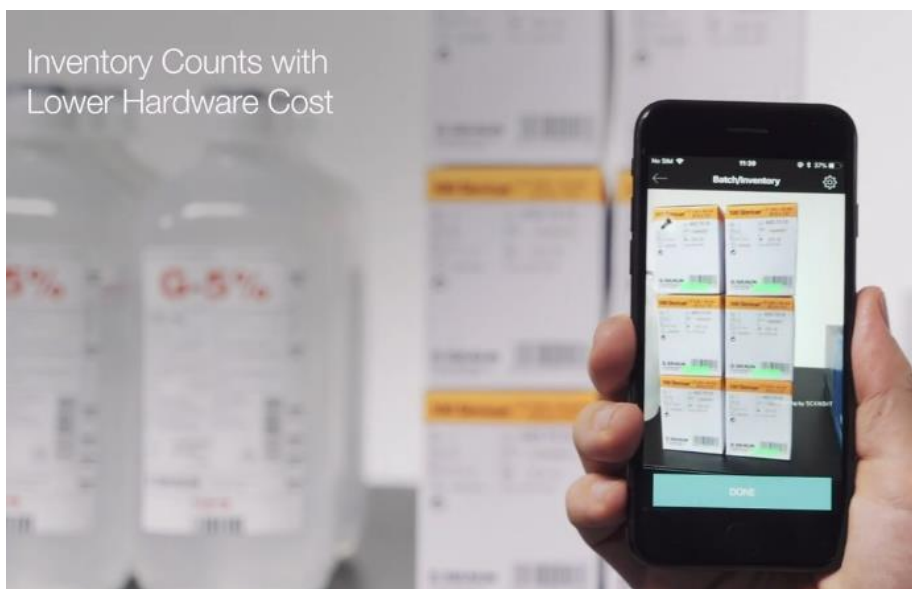
Οι επαγγελματίες υγείας μπορούν άμεσα να εξακριβώσουν διαφορετικά είδη ταυτοτήτων, χρησιμοποιώντας μια έξυπνη συσκευή που έχει ενεργοποιημένη την εφαρμογή Scandit. Έτσι θα πρέπει να μπορεί να αναγνωρίζει γραμμωτούς κωδικούς αλλά και κείμενο. Αυτό βοηθάει στο να γίνεται πρόληψη της απάτης, να μειώνεται η πιθανότητα ανθρώπινου λάθους, να υποστηρίζεται η ευκολότερη εισαγωγή του ασθενή και να εξασφαλίζεται η συμμόρφωση με τους κανονισμούς



Εικόνα 33 Σάρωση ταυτότητας ασθενή

Διαχείριση Αποθέματος

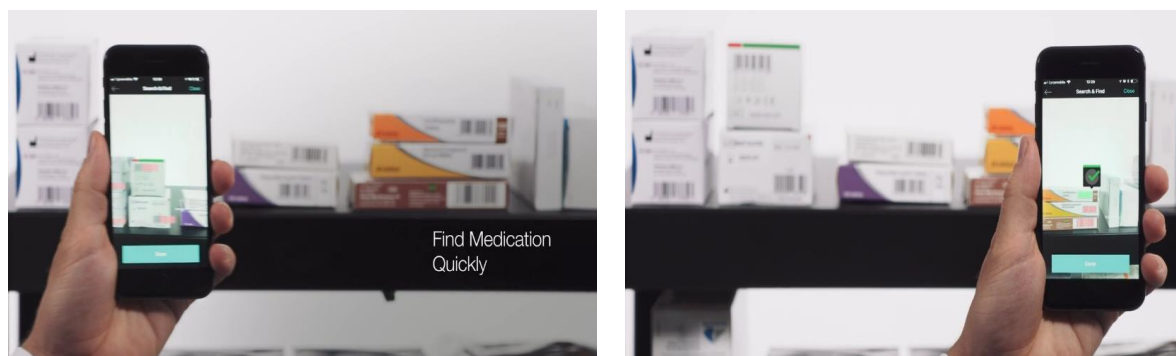
Με την λειτουργικότητα της πολλαπλής γρήγορης σάρωσης, οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να ενημερώσουν το απόθεμα τους άμεσα, να λάβουν αναλυτική πληροφορία για τα φάρμακα που διαθέτουν και να διαχειρίζονται τις ανανεώσεις αναλώσιμων. Με αυτή τη λειτουργία, οι επαγγελματίες υγείας κερδίζουν τον χρόνο που θα δαπανούσαν στη διαχείριση, και τον αφιερώνουν στην φροντίδα του ασθενή. Επιπλέον μειώνεται ο χρόνος για την διαδικασία του re-ordering αλλά και για την καταμέτρηση.



Εικόνα 34 Διαχείριση αποθέματος με τη χρήση της εφαρμογής Scandit

Αναζήτηση και Εύρεση

Πολλές φορές, οι επαγγελματίες υγείας χρειάζεται να αναζητήσουν ένα συγκεκριμένο φάρμακο το οποίο μπορεί να βρίσκεται μαζί με άλλα σε κάποιο ράφι. Αυτή η διαδικασία, κανονικά χρονοβόρα, μπορεί να γίνει πολύ γρήγορα με χρήση της εφαρμογής Scandit. Με τη λειτουργία MatrixScan AR, σαρώνονται πολύ γραμμωτοί κωδικοί ταυτόχρονα, ενώ επισημαίνεται το σωστό φάρμακο για το οποίο γίνεται αναζήτηση, χρησιμοποιώντας ένα AR – Overlay στην οθόνη της συσκευής. Έχει παρατηρηθεί πως η χρήση αυτής της λειτουργίας προσφέρει εξοικονόμηση χρόνου κατά 40%.



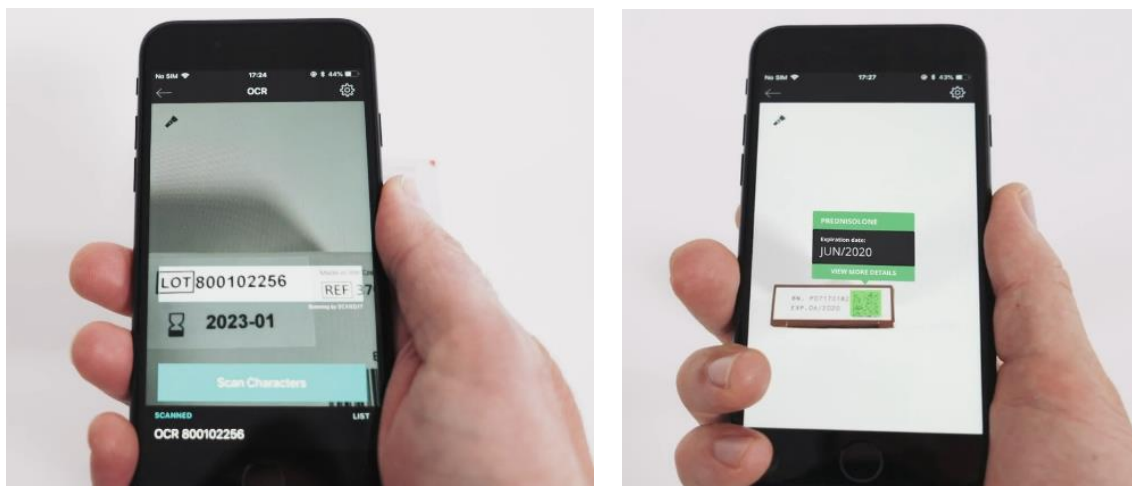
Εικόνα 35 Αναζήτηση και εύρεση με χρήση της εφαρμογής Scandit

Αποστολή και Παραλαβή

Με το να σαρώνουμε δεδομένα από φαρμακευτικά προϊόντα, είναι πλέον πολύ εύκολο να επαληθεύσουμε τις παραλαβές μας μέσω των αποδείξεων. Με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας, χρησιμοποιώντας δεδομένα πραγματικού χρόνου, είναι εύκολο να επεξεργαζόμαστε τις προμήθειες μας, να τις αποθηκεύουμε κατάλληλα, να αναφέρουμε τα ζημιωμένα ή απολεσθέντα φάρμακα, να καταγράφουμε τις παραλαβές που αποστάλθηκαν σε λάθος σημείο παραλαβής και να επαναπραγματοποιήσουμε τις παραγγελίες μας.

Συμπέρασμα – Scandit

Η παρακολούθηση των πόρων από τους επαγγελματίες υγείας είναι τελικά εφικτή με την χρήση της εφαρμογής Scandit. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται μεγάλο μέρος χρόνου από την εύρεση, την επισκευή και την αντικατάσταση πόρων. Ακόμα περισσότερο, εφαρμογές που χρησιμοποιούν προηγμένους αλγορίθμους επεξεργασίας εικόνας, μπορούν να επεξεργαστούν γραμμωτούς κωδικούς σε κάθε κατάσταση, ακόμα και όταν αυτοί βρίσκονται σε καταπονημένες συσκευασίες, ή σε κακό φωτισμό ([Healthcare Technology Solutions | Industries | Scandit, 2021](#)). Σε αυτήν την παρατήρηση βασίστηκε και η εφαρμογή που αναπτύχτηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής και θα αναλύσουμε στο επόμενο και μεθεπόμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 36 Χρήση OCR και επαυξημένης πραγματικότητας – Scandit. Δεξιά φαίνεται ειδικότερα η ημερομηνία λήξης του φαρμάκου σε αναγνώσιμη από τον άνθρωπο μορφή

Κεφάλαιο 3

Οι γραμμωτοί κωδικοί έχουν επεκταθεί από τα σούπερ μάρκετ σε πολυκαταστήματα, εργοστάσια, στην πολεμική βιομηχανία, στον χώρο της υγείας και αλλού. Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκε επίσης ζήτηση για αύξηση της πυκνότητας πληροφορίας που κωδικοποιείται στους γραμμωτούς κωδικούς. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα ο παραδοσιακός γραμμωτός κωδικός μίας διάστασης να αντικαθιστάται από δισδιάστατους γραμμωτούς κωδικούς παγκοσμίως. Οι γραμμικοί κώδικες δημιουργούνται μεταφράζοντας τους υποστηριζόμενους χαρακτήρες σε συνδυασμούς στενών και φαρδιών μπαρών. Αυτές οι μπάρες ουσιαστικά φτιάχνουν τον γραμμικό κωδικό. Η «συμβολολογία» του γραμμωτού κώδικα αναφέρεται στο πρωτόκολλο που καθορίζει τα πρότυπα για την διάταξη των ράβδων και των κενών του συγκεκριμένου τύπου γραμμωτού κώδικα όπως UPC – A και EAN. Ορίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου γραμμωτού κωδικού, συμπεριλαμβανομένου του πάχους των μπαρών, το σύνολο χαρακτήρων, την μέθοδο κωδικοποίησης και τις προδιαγραφές του checksum. Για να ταυτοποιηθεί η αρχή και το τέλος ενός γραμμωτού κωδικού, χρησιμοποιούνται ειδικά μοτίβα (patterns) ώστε να δείξουν στον σαρωτή την αρχή του γραμμωτού κωδικού αλλά και την συμβολολογία που χρησιμοποιεί.

Στους δισδιάστατους γραμμωτούς κωδικούς, πολλές χιλιάδες αλφαριθμητικών χαρακτήρων μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα απλό σύμβολο. Ένα από τα ισχυρότερα πλεονεκτήματα ενός δισδιάστατου γραμμωτού κωδικού είναι ότι μεγάλη ποσότητα δεδομένων μπορεί να διαβαστεί εύκολα και να εγγραφεί με ακρίβεια. Ακόμα, η ανθεκτικότητα ενός δισδιάστατου γραμμωτού κωδικού είναι πολύ καλύτερη από αυτή ενός μονοδιάστατου. Ο δισδιάστατος γραμμωτός κωδικός μπορεί να χωριστεί σε τρεις βασικούς τύπους γραμμωτών κωδικών οι οποίοι είναι ο Datamatrix, ο QR Code και οι PDF 417 Barcodes. Ο Datamatrix είναι κωδικός δύο διαστάσεων που αποτελείται από μαύρα και λευκά κελιά δεδομένων τα οποία είναι τοποθετημένα είτε σε τετραγωνική μορφή είτε σε μορφή παραλληλογράμμου. Η πληροφορία που μπορεί να κωδικοποιηθεί σε αυτόν μπορεί να είναι κείμενο ή αριθμοί. Το σύνθημα μέγεθος της κωδικοποιημένης πληροφορίας μπορεί να είναι μέχρι και 1556 Bytes. Αυτό το μέγεθος εξαρτάται από το πλήθος των κελιών του συμβόλου. Συχνά χρησιμοποιούνται κωδικοί διόρθωσης σφαλμάτων για βελτίωση της αξιοπιστίας, ακόμα και αν κάποια κελιά βρίσκονται σε μη διαβάσιμη μορφή. Ένα σύμβολο Datamatrix μπορεί να αποθηκεύσει μέχρι και 2335 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες.

Ο QR Code είναι ένα είδος δισδιάστατου κωδικού που αποτελείται από μαύρες και λευκές ενότητες, δομημένες σε τετραγωνική μορφή πάνω σε λευκό background. Η πληροφορία που κωδικοποιείται μπορεί να αποτελείται από τέσσερα είδη προτυποποιημένων δεδομένων: αριθμητικά δεδομένα, αλφαριθμητικά δεδομένα, bytes και kanji (Kanji, 2021), όμως στην πραγματικότητα, με κατάλληλες υποστηριζόμενες επεκτάσεις, μπορούμε να κωδικοποιήσουμε οποιοδήποτε είδος δεδομένων σε αυτούς τους κωδικούς. Τέλος οι κωδικοί PDF 417, είναι μια στοιβαγμένης μορφής γραμμικοί κωδικοί, που χρησιμοποιούνται σε μια ποικιλία από εφαρμογές, κυρίως για την μεταφορά, την εξακρίβωση στοιχείων και την διαχείριση αποθεμάτων. Το ακρονύμιο PDF σημαίνει Portable Data File ενώ το 417 συμβολίζει ότι κάθε μοτίβο αποτελείται από 4 μπάρες και κενά ενώ κάθε μοτίβο έχει μήκος 17 μονάδων.

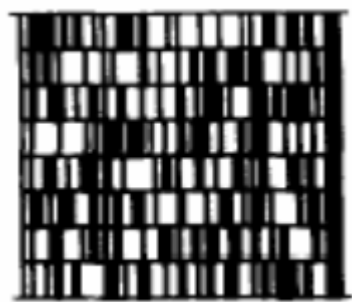
Σήμερα έχουν υλοποιηθεί διάφορες εφαρμογές για έξυπνες συσκευές που χρησιμοποιούν την κάμερα για τη λήψη φωτογραφιών και video. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε σε αλγόριθμους και τεχνικές που χρησιμοποιούνται από τέτοιες εφαρμογές για την αναγνώριση και αποκωδικοποίηση δισδιάστατων κωδικών.

3.1 Είδη Δισδιάστατων Γραμμωτών Κωδικών

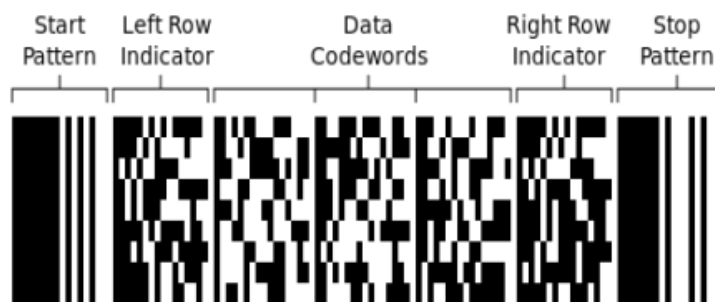
Γενικά, οι δισδιάστατοι γραμμωτοί κωδικοί χωρίζονται σε δύο ομάδες – τους στοιβαγμένης μορφής δισδιάστατους κωδικούς όπως οι code 49 και PDF 417 και στους δισδιάστατους κωδικούς τύπου matrix, όπως ο Datamatrix και ο QR Code. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε περισσότερο αυτές τις ομάδες κωδικών

3.1.1 Δισδιάστατοι κωδικοί στοιβαγμένης μορφής

Ο Code 49 είναι ένας γραμμωτός κωδικός στοιβαγμένης μορφής, γνωστός και σαν USS – 49. Με τη χρήση τους, μπορούμε να κωδικοποιήσουμε 128 χαρακτήρες ASCII. Ο κωδικός έχει φτιαχτεί για να καλύψει την ανάγκη των πολλών δεδομένων σε ένα σύμβολο πολύ μικρών διαστάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται επειδή γίνεται χρήση σειράς από σύμβολα γραμμωτού κωδικού όπου το ένα τοποθετείται πάνω από το άλλο, σαν στοίβα. Κάθε σύμβολο μπορεί να έχει από δύο μέχρι και οκτώ γραμμές. Κάθε γραμμή αποτελείται από μια περιοχή οδήγησης ηρεμίας, ένα μοτίβο αρχής από τέσσερις λέξεις δεδομένων που κωδικοποιούν οκτώ χαρακτήρες, με τελευταίο σύμβολο το σύμβολο ελέγχου, ένα μοτίβο που σηματοδοτεί το τέλος των δεδομένων και ακόμα μια περιοχή ησυχίας. Σε κάθε γραμμή κωδικοποιείται πληροφορία σε ακριβώς 18 μπάρες και 17 κενά ενώ κάθε ενότητα χωρίζεται από ένα one – module high separator bar. Ο κωδικός είναι συνεχόμενος, μεταβλητού μήκους και μπορεί να κωδικοποιήσει ASCII 128 χαρακτήρες. (Code-49-Barcode, 2021)



Εικόνα 37 Γραμμωτός κωδικός code – 49



Εικόνα 38 PDF 417

Οι κωδικοί PDF 417 έχουν δυνατότητα να κωδικοποιούν σύμβολα – δείκτες, δηλαδή σύμβολα που δείχνουν σε άλλα σύμβολα εντός του κωδικού. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα να κωδικοποιούνται ακόμα περισσότερα δεδομένα με χρήση αυτών των κωδικών. Ο χρήστης μπορεί να αποφασίσει πόσο πλατιά θα είναι η διεύθυνση – x και πόσο ψηλή θα είναι η διεύθυνση – y (στήλες και γραμμές). Οι γραμμωτοί κωδικοί PDF 417 (AIM, International Symbology Specification: PDF417, 1994) μπορούν να αποτελούνται από 3 με 90 γραμμές, από τις οποίες η κάθε μία είναι ένας μικρός γραμμικός γραμμωτός κωδικός. Η ζώνη ησυχίας είναι το ελάχιστο πλήθος λευκών κενών πριν αρχίσει η χρήσιμη πληροφορία. Το μοτίβο αρχής, καθορίζει την μορφή ως PDF 417, ενώ ακολουθεί ένα σύμβολο το οποίο γνωστοποιεί την αριστερή πλευρά. Στη συνέχεια έχουμε τα data words για τα δεδομένα, τα οποία είναι 1 με 30 στο πλήθος και κωδικοποιούν αριθμούς, γράμματα και λοιπά σύμβολα. Στη συνέχεια έχουμε αντίστοιχα, ένα σύμβολο το οποίο γνωστοποιεί την δεξιά πλευρά και τελικά το μοτίβο τέλους. Κάθε codeword μπορεί να αναπαραστήσει έναν αριθμό ανάμεσα σε 0 και 928. (Joung, 2002)

3.1.2 Δισδιάστατοι κωδικοί τύπου Matrix

Συνεχίζοντας, έχουμε τους 2D Datamatrix και QR κωδικούς. Ο κωδικός Datamatrix είναι μία υψηλής πυκνότητας δισδιάστατη συμβολολογία που μπορεί να κωδικοποιήσει αριθμούς, αρχεία και ουσιαστικά bytes δεδομένων. Δημιουργήθηκε για το διαστημικό πρόγραμμα των RSVI Acuity Cimatix και στη συνέχεια ενισχύθηκε από τη NASA και Symbology research center. Οι κωδικοί Datamatrix είναι μια συμβολολογία με μεγάλη αποτελεσματικότητα που χρησιμοποιεί μια μικρή περιοχή από τετραγωνικές ενότητες, περικλειόμενες περιμετρικά από ένα συγκεκριμένο μοτίβο το οποίο βοηθά τον σαρωτή να εντοπίσει και να αποκωδικοποιήσει το σύμβολο. Οι χαρακτήρες, οι αριθμοί, το κείμενο και τα bytes δεδομένων μπορούν να κωδικοποιηθούν χρησιμοποιώντας χαρακτήρες Unicode και φωτογραφίες. Γενικά η διαδικασία κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης αυτών των κωδικών είναι μια αρκετά περίπλοκη διαδικασία και υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για αυτό αλλά και για την διόρθωση σφαλμάτων. Συγκεκριμένα για την διόρθωση σφαλμάτων, γίνεται χρήση της μεθόδου ECC200 που εγκρίνεται από τα πρότυπα ANSI/AIM BC11 και ISO/IEC 16022. Οι αποδεκτοί χαρακτήρες για έναν κωδικό Datamatrix, είναι οι ASCII 0 έως 255.



Εικόνα 39 Data matrix Code



Εικόνα 40 QR Code

Οι κωδικοί QR, είναι δισδιάστατα σύμβολα που ανακαλύφθηκαν το 1994. Αρκετά χαρακτηριστικά του είναι ανώτερα των γραμμικών γραμμωτών κωδικών, όπως για παράδειγμα η μεγαλύτερη πυκνότητα δεδομένων και η υποστήριξη χαρακτήρων kanji. Γενικά τα πρότυπα για τις δομές δεδομένων δεν είναι απαραίτητα για την χρήση του συγκεκριμένου κωδικού. Οι περισσότερες έξυπνες συσκευές που είναι εξοπλισμένες με κάμερα, μπορούν να αποκτούν πρόσβαση σε ιστοσελίδες απλά σαρώνοντας έναν τέτοιο κωδικό, ο οποίος πρέπει να διαθέτει έναν υπερσύνδεσμο κωδικοποιημένο. Ο κωδικός QR είναι ένα σύμβολο που δημιουργήθηκε με σκοπό να συνδυάσει την υψηλή χωρητικότητα των κωδικών PDF 417, την υψηλή πυκνότητα εκτύπωσης των κωδικών Datamatrix, και την γρήγορη ταχύτητα σάρωσης των κωδικών μαζί με βάση έρευνες που έχουν γίνει για τα χαρακτηριστικά τους. Οι δισδιάστατοι κωδικοί γενικά διαθέτουν πολύ παραπάνω χωρητικότητα κωδικοποίησης από τους γραμμικούς (περίπου 100 φορές περισσότερη) και άρα απαιτούν πολύ παραπάνω χρόνο και πολυπλοκότητα για την επεξεργασία τους. (AIM, International Symbology Specification: QR Code, 1997)

3.2 Εντοπισμός Κωδικού

Πριν προχωρήσουμε στην επεξεργασία και αποκωδικοποίηση ενός δισδιάστατου κωδικού, πρέπει πρώτα να εκτελέσουμε την κατάλληλη διαδικασία για να τον εντοπίσουμε. Σε αυτό το μέρος θα εξετάσουμε τις έννοιες του γενικού προβλήματος ανάγνωσης, την προσέγγιση επεξεργασίας εικόνας, τον εντοπισμό περιοχής ενδιαφέροντος με χρήση ανίχνευσης ακμών και την τμηματοποίηση κωδικού.

3.2.1 Το γενικό πρόβλημα ανάγνωσης

Το πρόβλημα που εξετάζουμε σε αυτό το μέρος είναι η αποκωδικοποίηση των δισδιάστατων γραμμωτών κωδικών σε αληθινό χρόνο. Αληθινός χρόνος (real time) γενικά σημαίνει διαφορετικά πράγματα σε εξάρτηση με το σύστημά μας. Σαν παράδειγμα αν έχουμε ένα επιτηρούμενο σύστημα, όπου ο χρήστης χρησιμοποιεί τον σαρωτή, τότε για να έχουμε εφαρμογής αληθινού χρόνου πρέπει να παρέχουμε χρόνο απόκρισης που ικανοποιεί τον χρήστη – άνθρωπο, δηλαδή ένας χρόνος αποκωδικοποίησης της τάξης των 500 ms είναι αποδεκτός. Η διαδικασία αποκωδικοποίησης ενός δισδιάστατου γραμμωτού κωδικού είναι μια πολύ περίπλοκη διαδικασία που απαιτεί αρκετά προχωρημένες γνώσεις αλγορίθμων επεξεργασίας εικόνας. Τυπικά, τα βήματα που χρειάζεται να ακολουθήσει κανείς για να αποκωδικοποιήσει ένα τέτοιο σύμβολο είναι:

- Λήψη μιας εικόνας σε grayscale που να περιέχει το σύμβολο – αυτό μπορεί να επιτευχθεί με χρήση 2D CCD κάμερας, ή με χρήση γραμμικής CCD σε περίπτωση που έχουμε κίνηση
- Ο εντοπισμός του συμβόλου μέσα στην εικόνα – αυτό το βήμα είναι συχνά το πιο αργό και κοστοβόρο σε επεξεργασία επειδή γενικά η εικόνα που παίρνουμε είναι μεγάλη σε μέγεθος και επιπλέον ο τύπος, το πλήθος και η ανάλυση των συμβόλων που βρίσκονται στην εικόνα και το περιεχόμενο της είναι **άγνωστα**. Ο σκοπός είναι να βρούμε όλες τις πιθανές περιοχές ενδιαφέροντος όπου θα μπορούσε να περιέχεται το σύμβολο. Η τοποθεσία αυτή πρέπει να είναι δυνατή απέναντι στον θόρυβο, στην παραμόρφωση, στην παρεμβολή, στην κλιμάκωση και στην περιστροφή.
- Η τμηματοποίηση των συμβόλων της περιοχής ενδιαφέροντος που βρήκαμε στο προηγούμενο βήμα. (πχ εξαγωγή των ορίων του κωδικού με σκοπό να εκτιμήσουμε την φωτεινότητα των επιπέδων του γκρι και τις συντεταγμένες κάθε σημείου του πλέγματος που αποτελούν τον κωδικό
- Την αποκωδικοποίηση του συμβόλου – όπου κατηγοριοποιούμε τα χαρακτηριστικά που εξάχθηκαν χρησιμοποιώντας τους συντακτικούς κανόνες του συμβόλου και τελικά μετάφραση της πληροφορίας που προκύπτει σε συμβολοσειρά ASCII. Αυτό το βήμα διαθέτει συνήθως τεχνικές ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων (Reed Solomon Algorithms) οι οποίες διαθέτουν χρονική πολυπλοκότητα η οποία αυξάνεται δραματικά συναρτήσει του ποσοστού των λαθών που μπορούν να διορθώσουν.

Για να έχουμε υψηλή αποδοτικότητα κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης/σάρωσης του κωδικού, πρέπει να ξεπεράσουμε κάποιες δυσκολίες που προκύπτουν. Αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

- Η μεταβλητότητα στην ανάλυση των συμβόλων που βρίσκονται μέσα στην εικόνα που λαμβάνουμε, εξαιτίας της μεταβλητής απόστασης ανάμεσα στον στόχο/σύμβολο και τον σαρωτή, καθώς και οι διαφορετικές αναλύσεις εκτύπωσης των κωδικών. Τα σύμβολα μπορεί να εμφανίζονται στην εικόνα που λαμβάνουμε με εξαιρετικά διαφορετικές αναλύσεις (ένας συντελεστής μεγέθυνσης της τάξης του 8 θα βοηθούσε αρκετά σε αυτό το πρόβλημα)

- Οι γεωμετρικές παραμορφώσεις που μπορούν να βρεθούν τα σύμβολα στην εικόνα που λαμβάνουμε, λόγω της έλλειψης ορθογωνικότητας την στιγμή της λήψης/σάρωσης του κωδικού

Στην συνέχεια, θα δούμε μια πολύ γενική τεχνική επεξεργασίας εικόνας με σκοπό την εύρεση, τμηματοποίηση και αποκωδικοποίηση των πιο συχνών δισδιάστατων συμβόλων. Δηλαδή θα εστιάσουμε περισσότερο σε κωδικούς όπως ο Maxicode (**AIM, International Symbology Specification: Maxicode, 1996**) και ο Datamatrix. Αυτοί οι τύποι κωδικών μοιράζονται παρόμοια γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως:

- Περιτριγυρίζονται από ένα τετράπλευρο πολύγωνο και μια σχετικά μεγάλη ζώνη ηρεμίας
- Χαρακτηρίζονται από την παρουσία ενός σταθερού μοτίβου το οποίο αποτελείται από απλά γεωμετρικά στοιχεία.

3.2.2 Η προσέγγιση επεξεργασίας εικόνας

Η προσέγγιση επεξεργασίας εικόνας που θα εξετάσουμε αποτελείται από τέσσερα βήματα τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω

- 1) Ανίχνευση περιοχών ενδιαφέροντος – ROI Detection
- 2) Ανίχνευση θέσης του κωδικού – Code Location
- 3) Τμηματοποίηση κωδικού – Code Segmentation
- 4) Αποκωδικοποίηση κωδικού – Decoding

Στο πρώτο βήμα γίνεται επιλογή όλων των υπό – εικόνων που είναι πιο πιθανό να περιέχουν κωδικούς. Στο δεύτερο βήμα, γίνεται ανίχνευση διακριτικών των κωδικών (γνωστό και ως στόχος). Στο τρίτο βήμα γίνεται ακριβής ανίχνευση των ορίων του κωδικού και στο τέταρτο βήμα γίνεται ο τελικός υπολογισμός / μετάφραση στην ισοδύναμη συμβολοσειρά ASCII.

ROI Detection – Ανίχνευση περιοχών ενδιαφέροντος

Η προσέγγιση βασίζεται σε μια συχνή αναπαράσταση της εικόνας σε σχέση με το πλάτος και τη φάση του gradient της εικόνας. Με αυτήν την αναπαράσταση μπορούμε να επιλέξουμε μερικές περιοχές ενδιαφέροντος (ROI) όπου το gradient μας δείχνει κάποια χαρακτηριστικά σε σχέση με την κατεύθυνση. Για να μπορέσουμε να επιταχύνουμε την διαδικασία, το πλάτος και η φάση του gradient G υπολογίζονται με χρήση 3×3 μασκών Sobel για την x και y διεύθυνση, δηλαδή G_x και G_y . Επιπλέον γίνεται χρήση κατάλληλων look – up tables για υπολογισμό τετραγωνικών ριζών και αντιστρόφων εφαιτομένων. Με σκοπό την επιλογή κατάλληλης τιμής κατωφλίου για το πλάτος, υπολογίζουμε την RMS τιμή G_m .

Οι περιοχές ενδιαφέροντος παράγονται με ψηφίδωση εικόνας (image tessellation) με χρήση block μεγέθους L . Το μέγεθος αυτό πρέπει να είναι αρκετά μικρό ώστε να διασφαλίσει μια καλή ανίχνευση περιοχών ενδιαφέροντος αλλά και αρκετά μεγάλο ώστε να έχει στατιστικό ενδιαφέρον. Με τυπικές εικόνες όπου το μέγεθος κωδικού είναι από 100 μέχρι 400 pixels, ένα block μεγέθους $L=32$ φαίνεται να είναι αποδεκτό. Σε κάθε block, τα σημεία τα οποία παρουσιάζουν πλάτος gradient μεγαλύτερο από G_m επιλέγονται και

υπολογίζεται για αυτά το κατευθυντικό ιστόγραμμα τους. Αναλόγως με το ιστόγραμμα αυτό, μπορούμε να εξαγάγουμε συμπεράσματα για το είδος κωδικού που εξετάζουμε. Αν για παράδειγμα έχουμε ένα έντονο ιστόγραμμα, τότε υποπτευόμαστε την παρουσία ενός μονοδιάστατου κωδικού ή κωδικού PDF. Αν έχουμε όμως ιστόγραμμα με ορθογωνικότητα (two orthogonal modes) τότε υποπτευόμαστε πως έχουμε εμφάνιση Datamatrix ή QR code. Σε περίπτωση που το ιστόγραμμα είναι ομοιόμορφο, υποπτευόμαστε την παρουσία Maxicode.

Έτσι μπορούμε τελικά να υπολογίσουμε τις περιοχές ενδιαφέροντος, ομαδοποιώντας τα blocks που μοιράζονται τα ίδια κατευθυντικά χαρακτηριστικά. Μετά, αυτές οι ομάδες που προκύπτουν χαρακτηρίζονται ως υποψήφια 1D ή 2D κωδικών και έτσι στην περίπτωση μας θα απομονώσουμε τις 2D που μας ενδιαφέρουν.

Code location – Θέση κωδικού

Η ανίχνευση της θέσης του κωδικού επιτυγχάνεται με χρήση κλασσικής ανίχνευσης ακμών και ένωσης, όπου τα σημεία των ακμών ομαδοποιούνται σε αλυσίδες. Οι αλυσίδες αυτές πρέπει να τοποθετηθούν κατά τμήματα ή ελλειπτικά τόξα – η λίστα τμημάτων και τόξων που βρέθηκαν σε μια συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος αποτελούν τη βάση για την διαδικασία ανίχνευσης, η οποία επιλέγει τα τμήματα ή τόξα αναλόγως με τον δοσμένο κωδικό. Υπάρχουν κάποιοι γεωμετρικοί κανόνες που χρησιμοποιούνται για να γίνει αυτό, αναλόγως με κάθε κωδικό

- Maxicode – Εύρεση σημείου το οποίο είναι το κέντρο διάφορων ομόκεντρων τόξων.
- QR Code – Εύρεση τριών σημείων τα οποία αποτελούν τομή των αξόνων πολλών παράλληλων η ορθογώνιων τμημάτων
- Datamatrix – Εύρεση σημείου το οποίο είναι η τομή δύο κοντινών ορθογώνιων τμημάτων

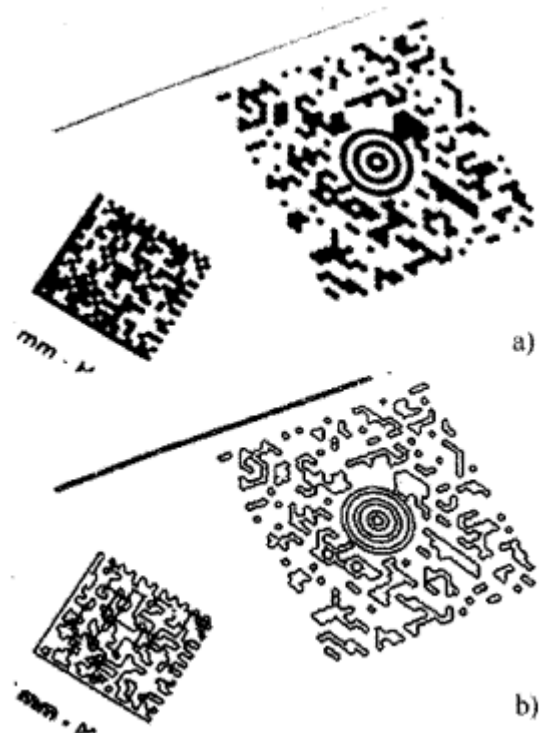
Το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας εύρεσης εξαρτάται απαραίτητα από το είδος του κωδικού που προσπαθούμε να ανιχνεύσουμε, δηλαδή πρέπει να χρησιμοποιήσουμε όλους τους γεωμετρικούς κανόνες του συγκεκριμένου κωδικού αλλά και τις προδιαγραφές των προτύπων του, για να βελτιστοποιήσουμε όσο το δυνατόν περισσότερο τη διαδικασία.

Τελικά, ένα σύνολο από υποψήφια σημεία παράγεται και κάθε ένα από αυτά υπολογίζεται με διάστημα εμπιστοσύνης στο οποίο λαμβάνονται υπόψη το πλήθος και το μήκος των primitives που «ψηφίζουν» για κάθε σημείο. Υποθέτουμε πως κάθε περιοχή ενδιαφέροντος μπορεί να περιέχει μόνο έναν δισδιάστατο κωδικό κάθε τύπου, έτσι ώστε να γίνεται επιλογή των καλύτερων υποψηφίων για κάθε τύπο.

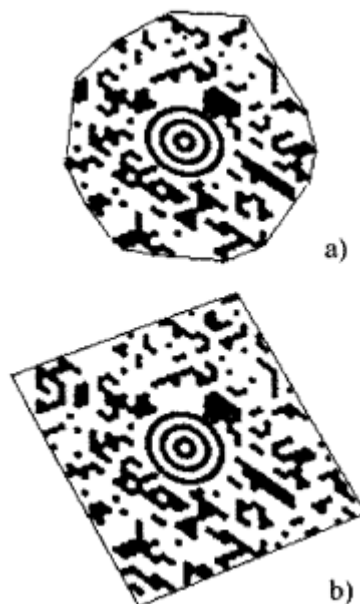
Code Segmentation – Τμηματοποίηση Εικόνας

Αρχίζοντας από κάθε υποψήφιο σημείο, στην τμηματοποίηση εικόνας γίνεται προσπάθεια εξαγωγής των ορίων του κωδικού. Το όριο του κωδικού είναι υποκειμενικό περιθώριο επειδή δεν ανταποκρίνεται σε κάποιο περιθώριο της εικόνας. Η βασική ιδέα της τμηματοποίησης είναι να αρχίσουμε από μια μικρή περιοχή (seed) η οποία και πρέπει να βρίσκεται εντός του κωδικού και σιγά σιγά να τροποποιούμε αυτήν την περιοχή ώστε να συμπεριλαμβάνουμε όλα τα σημεία του κωδικού. Η μορφή / σχήμα αυτής της μικρής περιοχής εξαρτάται από τον κωδικό τον οποίο και προσπαθούμε να βρούμε (για παράδειγμα είναι κυκλική αν ο κωδικός είναι Maxicode και τριγωνική αν ο κωδικός είναι Datamatrix).

Η διαδικασία τμηματοποίησης εικόνας γίνεται με εναλλαγόμενες σειρές μεγάλωματος περιοχής και υπολογισμού convex hull.



Εικόνα 41 Τυπικές εικόνες κωδικών: a) κανονική b) με αντίχρεση ακμών



Εικόνα 42 Convex expansion: a) ενδιάμεση περιοχή και convex hull b) τελική περιοχή, τετράπλευρο πολύγωνο

Το μέγλωμα περιοχής (region growing), μεταβάλλει το όριο της περιοχής με σκοπό να συμπεριλάβει ενωμένα pixels με επίπεδο του γκρι, μικρότερο από ένα προσαρμοζόμενο κατώφλι T , το οποίο και υπολογίζεται σε μια μικρή περιοχή κεντραρισμένη γύρω από το pixel. Το προσαρμοζόμενο κατώφλι είναι απαραίτητο ώστε να μπορούμε να

αντιμετωπίσουμε καταστάσεις μεταβλητού φωτισμού. Ένας αλγόριθμος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι ο Niblack Algorithm (J.Sauvola, 1997) στον οποίο, το μέσο επίπεδο του γκρι της γειτονιάς ενός δοσμένου σημείου χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό κατωφλίου του εξεταζόμενου σημείου. Αυτή η προσέγγιση δουλεύει καλά επειδή όλοι οι κωδικοί είναι ισορροπημένοι όσο αφορά την αναλογία μαύρου και άσπρου, με τις εξαιρέσεις να συμβαίνουν ουσιαστικά από τον διαφορετικό φωτισμό σε μέρη του κωδικού, αλλά και την ποιότητα εκτύπωσης του κωδικού.

Ο υπολογισμός convex hull (F.Preparata, 1993) διασφαλίζει την τμηματοποίηση ολόκληρου του κωδικού, ακόμα και αν αυτός δεν είναι συνεκτικός. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για κωδικούς που αποτελούνται από διεσπαρμένες τελείες (πχ Maxicode). Το convex hull επιτρέπει την ανίχνευση όλων των μαύρων σημείων μέσα στο όριο του κωδικού τα οποία δεν συνδέονται με την περιοχή κωδικού. Αυτά τα σημεία αποτελούν τους σπόρους (seeds) για το επόμενο growing step. Η διαδικασία θα σταματήσει όταν δεν υπάρχουν άλλα σημεία μέσα στο convex boundary τα οποία μπορούν να επιλεγούν ή αν το convex hull δεν αλλάξει μετά από μια επανάληψη. Συνήθως δύο επαναλήψεις είναι αρκετές για συμπαγής κωδικούς (πχ Datamatrix), ενώ χρειάζονται μέχρι και τέσσερις για τους πιο αραιούς.

Τελικά, το μικρότερο τετράπλευρο πολύγωνο, το οποίο και περικυκλώνει τον τμηματοποιημένο κωδικό υπολογίζεται. Αυτό είναι μια ειδική περίπτωση του υπολογισμού convex hull, όπου το hull περιορίζεται έτσι ώστε να έχει τέσσερις ακριβώς πλευρές. Η έξοδος αποτελείται από μια λίστα τεσσάρων σημείων, τα οποία είναι και οι κορυφές του πολυγώνου που περικυκλώνουν τον κωδικό.

3.3 Αποκωδικοποίηση Κωδικού

Η περιοχή μέσα στο πολύγωνο που προέκυψε, πλεγματοποιείται και επαναδειγματοληπτείται και τελικά μετατρέπεται σε δυαδική μορφή για να υπολογίσουμε το μοτίβο των bits (bit pattern) του κωδικού. Το πλέγμα υπολογίζεται, χρησιμοποιώντας χαρακτηριστικά του κωδικού και λαμβάνοντας υπόψη ότι οι κωδικοί μπορεί να έχουν περιστραφεί, κλιμακωθεί και παραμορφωθεί με αναφορά σε κάποιο προτότυπο. Μετασχηματισμοί ομάδων εφαρμόζονται για να οριστούν οι επιτρεπόμενες παραμορφώσεις.

Τελικά οι κόμβοι του πλέγματος υπολογίζονται με σκοπό να οριστούν οι λογικές τους τιμές. Το αποτέλεσμα – μοτίβο bits εξετάζεται ώστε να βρεθεί η ισοδύναμη συμβολοσειρά ASCII, χρησιμοποιώντας τους μηχανισμούς διόρθωσης σφαλμάτων που είναι ορισμένοι στις διευκρινίσεις του κωδικού.

3.4 Αποτελέσματα και Σχόλια

Η παραπάνω διαδικασία διασφαλίζει αποκωδικοποίηση δισδιάστατων συμβόλων σε αληθινό χρόνο, ακόμα και με την ύπαρξη κακών συνθηκών φωτισμού και παραμορφώσεων. Δοκιμές σε αληθινές εικόνες δείχνουν πως οι κωδικοί διαβάζονται ακόμα και υπό γωνία 45 μοιρών με τον κάθετο άξονα στο επίπεδο του κωδικού. Γενικά, η ανάλυση των εικόνων είναι πάρα πολύ σημαντικός παράγοντας στην αποκωδικοποίηση. Χρειάζονται τουλάχιστον 3 pixels από το μικρότερο στοιχείο του κωδικού για να έχουμε επιτυχημένη αποκωδικοποίηση. Μια υλοποίηση της διαδικασίας με λογισμικό, δεν απαιτεί κάποια πολύ εξειδικευμένη συσκευή, ενώ μπορεί να επιτευχθεί CPU μικρού κόστους. Ο χρόνος επεξεργασίας σε τυπικές εικόνες VGA (640x480 pixels) κυμαίνεται από 200 σε 400 msec αναλόγως του μεγέθους και του τύπου κωδικού. Αυτός ο χρόνος είναι αποδεκτός για τον τυπικό χρήστη μιας κινητής έξυπνης συσκευής, από τη στιγμή που μια αυτόματη συσκευή σάρωσης πρέπει να έχει χρόνο απόκρισης συγκρίσιμο με τον χρόνο αντίδρασης ενός χειριστή.

Τουλάχιστον ο μισός χρόνος της επεξεργασίας οφείλεται στην προεπεξεργασία εικόνας (υπολογισμός gradient εικόνας). Για να επεκτείνουμε τη λειτουργία σάρωσης και αποκωδικοποίησης σε μεγαλύτερες εικόνες, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια προσέγγιση πολλαπλών αναλύσεων

3.5 Περιγραφή Εφαρμογής - MedicineCodeScan

Σε αυτό το μέρος θα παρουσιάσουμε όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής. Η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει ως σκοπό την χρήση αλγόριθμων επεξεργασίας εικόνας με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας της εικόνας εισόδου για αποκωδικοποίηση. Ταυτόχρονα η εφαρμογή παρέχει στον χρήστη λειτουργία καταγραφής των φαρμακευτικών προϊόντων που σαρώνει σε μια βάση δεδομένων ενώ ελέγχει τη συμμόρφωση των κωδικών που σαρώνει με τα πρότυπα GS1.

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιούνται για κάθε κομμάτι της εφαρμογής:

- (ZXing Android Embedded) – Πρόκειται για τη βιβλιοθήκη που χρησιμοποιεί η εφαρμογή για να εντοπίζει και να αποκωδικοποιεί τον κωδικό Datamatrix. Βασίζεται στο project (ZXing Android Barcode Scanner application) και το documentation βρίσκεται στο <https://zxing.github.io/zxing/apidocs/>
- (OpenCV4Android SDK) – Η βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή των αλγορίθμων προεπεξεργασίας εικόνας. Αρκετά παραδείγματα εφαρμογών και documentation μπορούν να βρεθούν στον σύνδεσμο https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/introduction/android_binary_package/O4A_SDK.html
- (OrmLite - Lightweight Java ORM Supports Android and SQLite , 2021) – Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί η εφαρμογή. Παραδείγματα χρήσης και documentation μπορούν να βρεθούν στον σύνδεσμο https://ormlite.com/sqlite_java_android_orm.shtml

Η εφαρμογή γράφτηκε σε Java, ενώ σε ομοιότητα προσεγγίζει περισσότερο την Healthcare Barcode Survey App την οποία και παρουσιάσαμε στο κεφάλαιο 2.

Συνολικά η εφαρμογή παρέχει τις παρακάτω λειτουργίες στον χρήστη

- 1) Δυνατότητα καταγραφής φαρμακευτικών προϊόντων με βάση τα πρότυπα GS1 για την φαρμακοβιομηχανία. Γίνεται έλεγχος για την ύπαρξη των απαραίτητων Application Identifiers και κατάλληλη ενημέρωση σε περίπτωση σφάλματος
- 2) Δυνατότητα ομαδοποίησης των φαρμακευτικών προϊόντων σε τρεις βασικές κατηγορίες που έχουν δημιουργηθεί.
- 3) Δυνατότητα έρευνας με βάση αριθμού GTIN και αριθμού σειράς φαρμακευτικών προϊόντων.
- 4) Δυνατότητα επεξεργασίας στοιχείων των φαρμακευτικών προϊόντων που έχουν καταγραφεί.
- 5) Δυνατότητα διαγραφής καταγεγραμμένων φαρμακευτικών προϊόντων.

- 6) Δυνατότητα εφαρμογής αλγορίθμων βελτιστοποίησης εικόνας για βελτίωση πιθανότητας επιτυχούς αποκωδικοποίησης.

3.5.1 Κύρια οθόνη εφαρμογής

Η εφαρμογή παρέχει στον χρήστη μια βασική οθόνη, στην οποία έχει πρόσβαση χωρίς ταυτοποίηση. Σε αυτήν, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει:

- Να προχωρήσει στη διαδικασία σάρωσης κωδικού
- Να μεταβεί στην λίστα φαρμακευτικών προϊόντων τα οποία έχει σαρώσει και καταγράψει με επιτυχία ώστε να δει και να επεξεργαστεί τα στοιχεία τους
- Να διαγράψει την βάση δεδομένων
- Να επιλέξει αν θα χρησιμοποιήσει αλγόριθμους προ – επεξεργασίας εικόνας για την σάρωση.

The image displays two side-by-side screenshots of the MedicineCodeScan application interface. Both screens have a title bar 'MedicineCodeScan' and three main buttons: 'SCAN CODE', 'VIEW PRODUCT LIST', and 'TRUNCATE DATABASE'. Below these buttons are radio buttons for 'Without Algorithm' and 'With Algorithm'. In the left screenshot, 'Without Algorithm' is selected. In the right screenshot, 'With Algorithm' is selected, and a list of additional image processing options is visible, each with a checkbox: 'GrayScale', 'Contrast', 'Erode-Dilate', 'Binarize', 'Dilate-Erode', 'Blur', and 'Border'.

Εικόνα 43 Κύριο μενού MedicineCodeScan.

Στις παραπάνω εικόνες βλέπουμε τις επιλογές που μπορεί να κάνει ο χρήστης όσο αφορά την εφαρμογή ή όχι αλγορίθμων προ – επεξεργασίας. Σε περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει

να σαρώσει με εφαρμογή των αλγορίθμων, μπορεί να επιλέξει ένα σύνολο από αλγόριθμους τους οποίους και εφαρμόζει βήμα βήμα. Αυτός ο διαχωρισμός έχει γίνει, έτσι ώστε ο χρήστης να έχει πάντα στην διάθεση του έναν τρόπο να παρατηρήσει τον ρόλο της ποιότητας της εικόνας που λαμβάνει στην διαδικασία αποκωδικοποίησης.

3.5.2 Οθόνη σάρωσης

Πατώντας το πλήκτρο “SCAN CODE” ο χρήστης θα μεταβεί στην οθόνη σάρωσης κωδικού. Εκεί ο χρήστης χρησιμοποιεί την κάμερα του κινητού του και μπορεί αγγίζοντας την οθόνη να βγάλει φωτογραφία τον κωδικό που θέλει να αποκωδικοποιήσει. Παρέχεται ένα πλαίσιο με πράσινες πλευρές, μέσα στο οποίο ο χρήστης πρέπει να τοποθετήσει τον κωδικό πριν βγάλει την φωτογραφία. Η εικόνα που θα εξεταστεί για αποκωδικοποίηση πρέπει να βρίσκεται δηλαδή μέσα σε αυτό το πλαίσιο.



Εικόνα 44 Διαδικασία Σάρωσης

Με την λήψη της φωτογραφίας, ο χρήστης περνάει στην διαδικασία της αποκωδικοποίησης του κωδικού.

3.5.3 Οθόνη αποκωδικοποίησης

Στην οθόνη αποκωδικοποίησης, έχουμε δύο στάδια αναλόγως με την αρχική επιλογή του χρήστη. Αυτά είναι:

- 1) Εφαρμογή επιλεγμένων αλγορίθμων προ – επεξεργασίας εικόνας που έχει επιλέξει ο χρήστης.
- 2) Αποκωδικοποίηση εικόνας αποτελέσματος με χρήση της βιβλιοθήκης zxing.

Σε περίπτωση που έχουμε επιτυχημένη αποκωδικοποίηση του περιεχομένου του κωδικού, θα προχωρήσουμε σε επιπλέον βήματα ελέγχου κωδικού για συμμόρφωση με τα πρότυπα GS1 και τελικά θα δοθεί η επιλογή καταγραφής, σε περίπτωση που ο κωδικός βρίσκεται σε συμμόρφωση. Σε περίπτωση επιτυχίας, η αποκωδικοποίηση θα μας δώσει την ισοδύναμη συμβολοσειρά, την οποία στη συνέχεια πρέπει να ελέγξουμε με δύο τρόπους.

- Έλεγχος μορφής κωδικού – η εφαρμογή εκτελεί έλεγχο εγκυρότητας του κωδικού, με βάση τα πρότυπα GS1. Η μορφή που γίνεται αποδεκτή από την εφαρμογή παρουσιάζεται παρακάτω

Πίνακας 7 Application Identifiers - MedicineCodeScan

Application Identifier	Πεδίο	Περιορισμοί
01	GTIN	n14
21	Serial	n1 – 20
17	Exp. Date	n6
10	Batch/Lot	s1-20
90	Name	s3-20

όπου προστέθηκε και ένα επιπλέον πεδίο με Application Identifier 90 μέσω του οποίου μπορεί να κωδικοποιηθεί το όνομα του φαρμακευτικού προϊόντος. Επιπλέον ο χαρακτήρας διαχωρισμού που χρησιμοποιεί η εφαρμογή είναι ο χαρακτήρας «~». Τα παραπάνω πεδία μπορούν να εμφανιστούν με οποιαδήποτε σειρά στον κωδικό, αρκεί βέβαια να υπάρχουν ακριβώς μία φορά το κάθε ένα.

- Από τη στιγμή που έχουμε επιτυχία ελέγχου στο παραπάνω βήμα, η εφαρμογή μας θα προχωρήσει στον έλεγχο διαθεσιμότητας προϊόντος στην βάση δεδομένων. Θα γίνει έλεγχος αν ο κωδικός GTIN σε συνδυασμό με τον αριθμό σειράς υπάρχουν στην βάση και αναλόγως με το αν υπάρχει η όχι, θα δοθεί η δυνατότητα στον χρήστη να το καταγράψει, η να δει τα στοιχεία του. Σε κάθε περίπτωση ο χρήστης έχει την επιλογή να επιστρέψει στην διαδικασία σάρωσης, αγνοώντας το αποτέλεσμα, ή να επιστρέψει στο αρχικό μενού της εφαρμογής.



Εικόνα 45 Σφάλμα – Μήκος κωδικού GTIN



Εικόνα 46 Σφάλμα μορφής κωδικού



Εικόνα 47 Ύπαρξη προϊόντος στην βάση



Εικόνα 48 Στοιχεία αποθηκευμένου προϊόντος

Εικόνα 49 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής

Στις παραπάνω εικόνες παρουσιάζεται η διαδικασία χρήσης της εφαρμογής σε διάφορα στιγμιότυπα. Παρατηρούμε ότι η εφαρμογή παρέχει πλήρη έλεγχο συμμόρφωσης με τα πρότυπα GS1 καθώς αφενός ελέγχει για την τήρηση των σωστών μηκών και τύπων δεδομένων για τους Application Identifiers αλλά και για την ύπαρξη τους στον κωδικό, όπως απαιτούν αυτά τα πρότυπα.

3.5.4 Οθόνη καταγραφής

Από την στιγμή που το φαρμακευτικό προϊόν δεν υπάρχει στην βάση δεδομένων, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να το εισάγει σε αυτήν. Σε περίπτωση που το κάνει, ο χρήστης θα μεταβεί σε μια οθόνη όπου τα βασικά στοιχεία που περιείχε ο κωδικός είναι αυτόματα συμπληρωμένα και ο χρήστης θα κληθεί να συμπληρώσει τα στοιχεία του φαρμάκου τα οποία δεν μπορούν να συμπληρωθούν αυτόματα από την καταγραφή. Ουσιαστικά ο χρήστης καλείται να κατηγοριοποιήσει το φάρμακο και να εισάγει κάποια στοιχεία όπως η δοσολογία. Έχει γίνει προσπάθεια να δοθούν κάποιες κατηγορίες φαρμάκων για επιλογή και αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

- 1) Αντιπυρετικά φάρμακα
- 2) Ρινικά – Αποσυμφορητικά φάρμακα
- 3) Αντιφλεγμονώδη φάρμακα

Αναλόγως με την κατηγορία που θα επιλέξει ο χρήστης για να κατηγοριοποιήσει το φάρμακο, θα δοθούν επιπλέον επιλογές για να εισάγει, οι οποίες εξαρτώνται καθαρά από την κατηγορία του φαρμάκου. Οι επιλογές αυτές που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 8 Συστάσεις φαρμάκων - MedicineCodeScan

Κατηγορία	Σύσταση	Σύσταση	Σύσταση
Αντιπυρετικά	Χάπια	Σιρόπι	
Ρινικά	Χάπια	Σπρέι	
Αντιφλεγμονώδη	Χάπια	Αλοιφή	Σπρέι

Για κάθε σύσταση που επιλέγει ο χρήστης, παρέχονται διαφορετικά πεδία εισόδου που έχουν σχέση κυρίως με την προτεινόμενη δοσολογία φαρμάκου, καθώς και με την περιεκτικότητα της συσκευασίας. Αφού ο χρήστης τοποθετήσει τα στοιχεία που πρέπει να συμπληρώσει – σημειώνουμε εδώ πως ο χρήστης δεν είναι υποχρεωμένος να τα συμπληρώσει, μπορεί απλά να τα αγνοήσει και να επιλεγεί αυτόματα μια κατηγορία για το φάρμακο – μπορεί να επικυρώσει τελικά την καταγραφή του φαρμάκου στην βάση δεδομένων. Σε περίπτωση που δεν υπάρξει κάποιο σφάλμα, ο χρήστης ενημερώνεται για την επιτυχία της καταγραφής και επιστρέφει στη διαδικασία σάρωσης.

105abcd~90Voltaren

Product Category:
Antipyretic

Expiration Date:
050719

Serial Number:
001

Global Trade Item Number:
25349273402546

Medicine Name:
Voltaren

Batch (Lot) number:
5abcd

pills

Number of pills per day:

Tablets in Pack:

Submit Antipyretic Fields

Εικόνα 50 Καταγραφή αντιπυρετικού φαρμάκου – MedicineCodeScan

Product Category: Antipyretic	Medicine Name: Voltaren
Antipyretic	Batch (Lot) number: 5abcd
Nasal	pills
Inflammation	pills
	spray
	gell

Εικόνα 51 Επιλογές κατηγορίας και σύστασης - MedicineCodeScan

3.5.5 Διαδικασίες αναζήτησης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει φάρμακα με βάση τον κωδικό GTIN και τον κωδικό σειράς του κάθε προϊόντος που έχει σαρώσει. Αυτή η επιλογή πεδίων αναζήτησης έγινε επειδή σε ένα αυτοματοποιημένο περιβάλλον, ο χρήστης θα έχει στη διάθεση του πληροφορία για τους κωδικούς αυτούς και έτσι δεν θα χρειάζεται να παρέχει άλλες πληροφορίες όπως το όνομα του φαρμάκου, την κατηγορία του και λοιπά. Ο χρήστης πρέπει να μεταβεί στην αντίστοιχη λίστα φαρμάκων και να εκτελέσει την αναζήτηση του, εισάγοντας τον κωδικό του φαρμάκου που ψάχνει κάθε φορά.

Search by code

25

Products

25349273402546

☐ Change Category

Return to main menu

Products with GTIN:25349273402546

Total Products: 2

Search by serial

001 spray

002 pills

Εικόνα 52 Διαδικασία εύρεσης (α) κωδικός GTIN (β) κωδικός σειράς

Επιλέγοντας κάποιο από τα φάρμακα που έχει σαρώσει ο χρήστης, μπορεί να τροποποιήσει τα στοιχεία του. Σημειώνουμε πως ο χρήστης σε αυτό το μέρος μπορεί να τροποποιήσει και τους κωδικούς GTIN, σειράς των προϊόντων που έχει σαρώσει.

3.6 Βήματα αλγορίθμου προεπεξεργασίας

Μέχρι τώρα έχουμε δει την συνολική λειτουργικότητα της εφαρμογής, εκτός από το κομμάτι της προ – επεξεργασίας εικόνας που αυτή παρέχει. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από το κύριο μενού της εφαρμογής ποια βήματα του αλγορίθμου προεπεξεργασίας θα εκτελέσει η εφαρμογή κατά τη διαδικασία της σάρωσης. Παρέχεται στον χρήστη η δυνατότητα αλυσιδωτής εφαρμογής βημάτων επεξεργασίας εικόνας τα οποία και παρουσιάζονται παρακάτω:

- 1) Μετατροπή της εικόνας σε grayscale. Πριν προχωρήσουμε σε οποιαδήποτε επεξεργασία είναι απαραίτητο να μετατρέψουμε την εικόνα λήψης σε grayscale. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε την δυνατότητα να εφαρμόσουμε τους υπόλοιπους μετασχηματισμούς, καθώς και παρέχεται και κάποια βελτιστοποίηση από την αρχική εικόνα
- 2) Βελτίωση αντίθεσης εικόνας. Με αυτόν τον έχουμε μια ευκρινέστερη εικόνα με αποτέλεσμα να μπορούμε να εφαρμόσουμε ευκολότερα τους μετασχηματισμούς που ακολουθούν
- 3) Εφαρμογής Erode – Dilate. Πρόκειται για μια τεχνική εξάλειψης θορύβου που μπορεί να έχει προκύψει κατά την λήψη της εικόνας. Με την erode, έχουμε ουσιαστικά σμίκρυνση των στοιχείων στην εικόνα, συμπεριλαμβανομένων των μικρών κουκίδων που μπορεί να έχουν προκύψει κατά την διαδικασία της σάρωσης. Σε περίπτωση του θορύβου, αυτές οι κουκίδες θα είναι αρκετά μικρότερες από το μέγεθος ενός κελιού ωφέλιμης πληροφορίας, με αποτέλεσμα να χάνεται σαν πληροφορία μετά την εφαρμογής της erode. Σε αυτήν την περίπτωση όμως έχουμε παραμορφώσει την εικόνα και για αυτό το λόγο θα εφαρμόσουμε την dilate, ώστε να επαναφέρουμε την εικόνα στην αρχική της μορφή – χωρίς όμως τον θόρυβο.
- 4) Binarize – Αφού εκτελέσουμε το βήμα (3), εφαρμόζουμε την δυαδικοποίηση της εικόνας. Αυτό το βήμα λαμβάνει υπόψη όλα τα προηγούμενα αφού απαιτεί την

εικόνα να είναι σε grayscale και όσο το δυνατόν χωρίς θόρυβο για καλύτερα αποτελέσματα. Αλλά ακόμα περισσότερο απαιτεί μια εικόνα που έχει εμφανή διαφορά ανάμεσα στα υψηλά και χαμηλά επίπεδα φωτεινότητας αφού χρησιμοποιεί ένα threshold το οποίο και ορίζουμε σαν τον μέσο όρο των φωτεινότητων στην εικόνα, έτσι ώστε να διαχωρίσει πλέον την εικόνα σε δύο μόνο φωτεινότητες. Σκοπός αυτού του βήματος ήταν να μετατρέψουμε τελικά την εικόνα σε κάτι που μοιάζει να έρχεται από την οθόνη ενός υπολογιστή.

- 5) Dilate – Erode. Με αυτό το βήμα γίνεται προσπάθεια να ενισχυθεί η τελική εικόνα, με εφαρμογή μόνο της Dilate. Έτσι αν για οποιοδήποτε λόγο προέκυψε μια εξασθενημένη εικόνα, προσπαθούμε να την επαναφέρουμε. Επιπλέον σε περίπτωση που είχαμε μαύρες τελείες από την εφαρμογή του βήματος (4) λόγω της δυαδικοποίησης της εικόνας, αυτή η τεχνική μπορεί να τις εξαλείψει.

Τα παραπάνω βήματα είναι τα βασικά για την προ – επεξεργασία εικόνας που παρέχει η εφαρμογή μας. Επιπλέον με αυτά, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την εφαρμογή άλλων δύο βημάτων τα οποία δεν χρειάζεται να είναι αλυσιδωτά. Αυτά είναι:

- 1) Gaussian Blur – Με αυτόν τον τρόπο έχουμε προσπάθεια εξάλειψης θορύβου salt and pepper. Εφαρμόζεται πριν τον μετασχηματισμό Erode – Dilate.
- 2) Border – Εδώ γίνεται προσπάθεια ανίχνευσης των ορίων του κωδικού για περιορισμό μεγέθους της εικόνας εισόδου.

Με βάση τους παραπάνω μετασχηματισμούς παρέχεται στον χρήστη ένα σύνολο από λειτουργίες που έχει στη διάθεση του για προσπάθεια βελτίωσης της πιθανότητας αποκωδικοποίησης.

3.7 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων εφαρμογής

Σε αυτό το σημείο θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα της εφαρμογής με σκοπό να αναλύσουμε την αποτελεσματικότητα της, στο κομμάτι της προ – επεξεργασίας εικόνας. Έγινε αρκετή προσπάθεια έτσι ώστε να ληφθούν εικόνες – παραδείγματα σε διάφορα περιβάλλοντα εργασίας, όπως για παράδειγμα συνθήκες μέτριου, σκοτεινού και υψηλού φωτισμού, αλλά και αποστάσεων από τον κωδικό. Επιπλέον έγιναν λήψεις φωτογραφιών με αρκετούς συνδυασμούς εφαρμογής των βημάτων προ – επεξεργασίας έτσι ώστε να έχουμε ένα σύνολο αποτελεσμάτων, στο οποίο θα αναζητήσουμε τον καλύτερο συνδυασμό. Φυσικά ο καλύτερος συνδυασμός προ – επεξεργασίας εξαρτάται και από το περιβάλλον εργασίας.

3.7.1 Λήψεις σε συνθήκες μετρίου φωτισμού

Παρακάτω θα δούμε ένα σύνολο από λήψεις εικόνων με κωδικό Datamatrix χωρίς την εφαρμογή κάποιου από τα βήματα προ – επεξεργασίας, σε τρεις συνθήκες φωτισμού. Αρχίζουμε από λήψεις σε μέτριο φωτισμό. Σημειώνουμε πως οι λήψεις έγιναν με την βοήθεια android emulator και χρήση μιας Microsoft Camera.











Πίνακας 9 Λήψεις με συνθήκες μέτριου φωτισμού και παρουσία θορύβου

Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Επιτυχία
		Αποτυχία
		Αποτυχία
		Αποτυχία
		Αποτυχία

Βλέπουμε πως είχαμε πέντε λήψεις εικόνων από τις οποίες είχαμε επιτυχία σε μία μόνο εικόνα. Εκτιμούμε πως αυτό συμβαίνει και από την παρουσία θορύβου στην εικόνα – μια στρώση χρώματος μοβ που εμφανίζεται σε όλες τις λήψεις. Αυτό μας δείχνει πως ακόμα και αν ο φωτισμός δεν είναι κακός, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε αλλοίωση της εικόνας εισόδου. Έτσι έχουμε ένα ποσοστό επιτυχούς αποκωδικοποίησης

20%. Συνεχίζουμε με τις λήψεις σε μέτριο φωτισμό, μετά από εφαρμογή των βημάτων προ – επεξεργασίας (1), (2), (3), δηλαδή μετατροπής σε grayscale, βελτίωσης αντίθεσης και εφαρμογής erode – dilate.











Πίνακας 10 Λήψεις με συνθήκες μέτριου φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3

Εικόνα Λήψης		Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
			Επιτυχία
			Επιτυχία
			Επιτυχία
			Επιτυχία
			Επιτυχία

Εδώ παρατηρούμε και πάλι την παρουσία θορύβου με ελαφρώς πράσινο χρώμα αυτή τη φορά στις εικόνες λήψης. Όμως αυτή τη φορά βλέπουμε στις εικόνες εξόδου την εξάλειψη

αυτού του θορύβου και ταυτόχρονα την βελτίωση της ποιότητάς της. Επιπλέον βλέπουμε την βελτίωση της πιθανότητας αποκωδικοποίησης αφού πλέον έχουμε επιτυχία σε όλες τις λήψεις. Συνεχίζουμε με την εφαρμογή των βημάτων 1,2,3,4,5 καθώς και ορισμένες λήψεις από μακρινή απόσταση. Οι λήψεις από μακρινή απόσταση ουσιαστικά προσομοιώνουν έναν κωδικό με διαφορετική ανάλυση εκτύπωσης, όπως είδαμε σε αυτό το κεφάλαιο.

Πίνακας 11 Λήψεις με συνθήκες μέτριου φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3,4,5



Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Επιτυχία
		Επιτυχία
		Επιτυχία
		Αποτυχία
		Επιτυχία



Εδώ βλέπουμε πως έχουμε επιτυχία στην αποκωδικοποίηση και εξάλειψη του θορύβου. Επιπλέον βλέπουμε πως όταν η απόσταση από τον κωδικό αυξάνεται αρκετά, έχουμε παραμόρφωση της εικόνας που προκύπτει και αποτυχία στην αποκωδικοποίηση. Αυτό είναι και το πρόβλημα που παρουσιάζεται στην χρήση της εφαρμογής με κάποιο κινητό και μικρούς κωδικούς.

3.7.2 Λήψεις σε συνθήκες υψηλού φωτισμού

Θα συνεχίσουμε την παρουσίαση αποτελεσμάτων με τις αντίστοιχες λήψεις και αποκωδικοποιήσεις που έγιναν με συνθήκες υψηλού φωτισμού. Και πάλι έγινε προσπάθεια να συμπεριληφθούν όσο το δυνατόν περισσότερες καταστάσεις καθώς και μεταβλητές αποστάσεις από τον κωδικό. Παρουσιάζουμε αρχικά τις λήψεις χωρίς εφαρμογή κάποιου από τα βήματα βελτιστοποίησης.






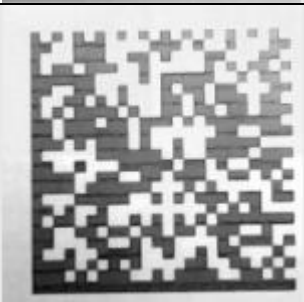
Πίνακας 12 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Χωρίς εφαρμογή αλγορίθμου







Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Αποτυχία
		Αποτυχία
		Αποτυχία
		Επιτυχία

		Αποτυχία
---	--	----------

Σε αυτήν την περίπτωση βλέπουμε πως πάλι δεν έχουμε ιδιαίτερα καλή πιθανότητα αποκωδικοποίησης (20%) ενώ επιπλέον βλέπουμε πως έχουμε παρεμβολές μεγαλύτερου μεγέθους και ειδικότερα στην τελευταία λήψη, όπου έχουμε έντονη παρουσία πράσινου χρώματος πάνω στον κωδικό. Κάτι τέτοιο εκμηδενίζει την πιθανότητα αποκωδικοποίησης και είναι εύκολο να αντιμετωπιστεί. Επίσης παρατηρούμε ότι σε τέτοιες συνθήκες έχουμε μείωση της αντίθεσης της εικόνας και άρα περιμένουμε πως το βήμα (2) θα έχει καλά αποτελέσματα. Συνεχίζουμε με τις λήψεις με εφαρμογή των βημάτων (1),(2),(3)

Πίνακας 13 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3

Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Επιτυχία
		Επιτυχία
		Αποτυχία

		Αποτυχία
		Επιτυχία
		Επιτυχία

Εδώ έχουμε μια πιθανότητα αποκωδικοποίησης 66% ενώ βλέπουμε πως και στις περιπτώσεις όπου η εικόνα παραμορφώνεται πάρα πολύ έχουμε μια σχετικά καλή εικόνα αποτελέσματος που με την εφαρμογή κάποιων ακόμα βημάτων, ίσως μπορούσε να αποκωδικοποιηθεί. Συνεχίζουμε με τις λήψεις με εφαρμογή των βημάτων (1),(2),(3),(4),(5)

Πίνακας 14 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3,4,5

Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Επιτυχία
		Αποτυχία

		Επιτυχία
		Επιτυχία
		Επιτυχία
		Επιτυχία

Βλέπουμε πως εδώ έχουμε σχετικά υψηλή πιθανότητα αποκωδικοποίησης αλλά σε μερικές περιπτώσεις χάνουμε πληροφορία κατά την μετατροπή της εικόνας σε δυαδική. Αυτό μπορεί να γίνεται λόγω του πολύ υψηλού φωτισμού ή και του τελευταίου σταδίου Dilate – Erode. Επιπλέον στις δύο τελευταίες εικόνες βλέπουμε πως στο κάτω αριστερά μέρος της εικόνας υπάρχει κακό αποτέλεσμα από την μετατροπή της εικόνας σε δυαδική. Κάτι τέτοιο ίσως να μπορούσε να αντιμετωπιστεί με επιπλέον στάδια Dilate, αλλά μάλλον θα είχαμε απώλεια πληροφορίας αν το κάναμε.

3.7.3 Λήψεις σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού

Προχωράμε στη συνέχεια, στις λήψεις με χαμηλό φωτισμό. Εδώ έχουμε και το περισσότερο ενδιαφέρον στα αποτελέσματα επειδή στις συνθήκες χαμηλού φωτισμού είχαμε και τις χειρότερες πιθανότητες αποκωδικοποίησης. Επιπλέον, στην εικόνα λήψης – αποτελέσματος δεν μπορούμε σχεδόν να διακρίνουμε τον κωδικό. Θα ήταν λοιπόν πολύ καλό να εφαρμόσουμε το βήμα (2) για βελτίωση αντίθεσης. Παρακάτω βλέπουμε τις εικόνες λήψης σε χαμηλό φωτισμό, χωρίς εφαρμογή βημάτων προ – επεξεργασίας


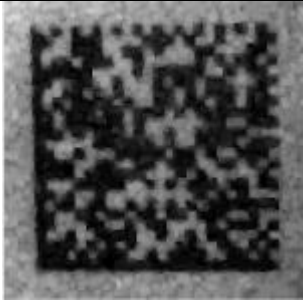

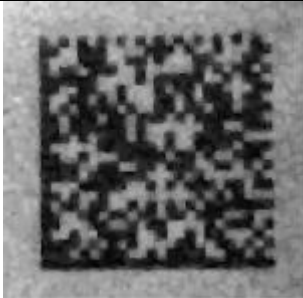
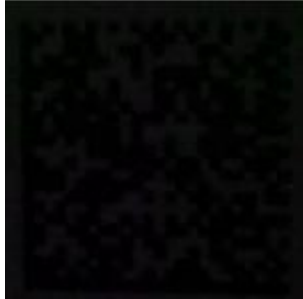
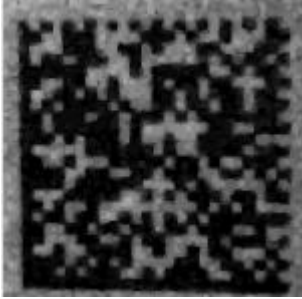
Πίνακας 15 Λήψεις με συνθήκες υψηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Χωρίς εφαρμογή αλγορίθμου

Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Αποτυχία
		Αποτυχία
		Αποτυχία

Βλέπουμε πως ουσιαστικά, ο κωδικός δεν διακρίνεται. Η αντίθεση της εικόνας είναι πολύ μικρή. Σε όλες τις εικόνες που πάρθηκαν είχαμε αποτυχία αποκωδικοποίησης και για αυτό παρουσιάζουμε μόνο τις τρείς. Συνεχίζουμε με την εφαρμογή των βημάτων (1),(2),(3) και παρουσιάζουμε τις λήψεις.

Πίνακας 16 Λήψεις με συνθήκες χαμηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3






Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Αποτυχία

		Αποτυχία
		Αποτυχία
		Αποτυχία

Βλέπουμε πως αν και είναι εμφανές πως η ευκρίνεια του κωδικού βελτιώνεται πάρα πολύ μετά την εφαρμογή των βημάτων (1),(2),(3), δεν είχαμε επιτυχημένη αποκωδικοποίηση. Όμως περιμένουμε πως αυτή η εικόνα που προέκυψε, θα είναι ιδανικότερη για την εφαρμογής των υπόλοιπων βημάτων βελτιστοποίησης. Συνεχίζουμε με την εφαρμογή των βημάτων (1),(2),(3),(4),(5)

Πίνακας 17 Λήψεις με συνθήκες χαμηλού φωτισμού και παρουσία θορύβου - Βήματα 1,2,3,4,5

Εικόνα Λήψης	Εικόνα Αποτελέσματος	Αποκωδικοποίηση
		Επιτυχία
		Επιτυχία

		Επιτυχία
		Αποτυχία
		Επιτυχία
		Αποτυχία
		Αποτυχία

Βλέπουμε πως έχουμε πλέον επιτυχία στις αποκωδικοποιήσεις. Επιπλέον βλέπουμε στις δύο τελευταίες εικόνες, όπου έχουμε μακρινή λήψη, το πρόβλημα της ανάλυσης του κωδικού. Δυστυχώς όταν απομακρυνόμαστε από τον κωδικό, έχουμε την παραμόρφωση της εικόνας και χρειαζόμαστε κάτι πιο δραστικό για επιτυχημένη αποκωδικοποίηση.

Κεφάλαιο 4

4.1 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Με βάση τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 4, μπορούμε να αναλύσουμε τα ποσοστά επιτυχίας αναλόγως με κάθε συνδυασμό βημάτων και συνθηκών λήψης εικόνων.

4.1.1 Μέτριο φωτισμός

Στον μέτριο φωτισμό είδαμε πως, ενώ θεωρητικά ο φωτισμός ήταν αρκετός για επιτυχή αποκωδικοποίηση χωρίς την εφαρμογή κάποιου αλγορίθμου βελτιστοποίησης, υπήρχαν συνθήκες όπου είχαμε μη επιτυχή αποκωδικοποίηση. Τέτοιες περιπτώσεις ήταν αυτές που για οποιοδήποτε λόγο, είχαμε παρουσία παρεμβολών στην εικόνα λήψης. Ένα τέτοιο παράδειγμα φαίνεται παρακάτω



Εικόνα 53 Εικόνα με θόρυβο σε μέτριο φωτισμό και βελτιστοποίηση της.

Έτσι με τέτοιες εικόνες λήψης έχουμε πάντα αποτυχία στην αποκωδικοποίηση. Για ένα τέτοιο όμως πρόβλημα ήταν αρκετή η εφαρμογή των βημάτων 1 και 2 δηλαδή η μετατροπή της εικόνας σε grayscale και η βελτίωση της αντίθεσης της. Εκτελώντας αυτά τα βήματα είχαμε 100% πιθανότητα αποκωδικοποίησης σε μέτριο φωτισμό. Με εφαρμογή του βήματος 1 είχαμε πιθανότητα επιτυχίας 60% δηλαδή όχι τέλειο, αλλά όχι και κακό αποτέλεσμα. Για την εφαρμογή όλων των βημάτων στον μέτριο φωτισμό, το μόνο πρόβλημα που συναντήσαμε ήταν στην μεγάλη απόσταση – δηλαδή μικρή ανάλυση κωδικού. Έτσι τελικά, η επιλογή βημάτων αλγορίθμου που προτείνεται για συνθήκες μετρίου φωτισμού, με ύπαρξη θορύβου είναι τα βήματα (1) και (2).

4.1.2 Υψηλός φωτισμός

Στον υψηλό φωτισμό, είχαμε εξαιρετική αλλοίωση της αντίθεσης της εικόνας και επιπλέον είχαμε εμφάνιση παρεμβολών σε μορφή θορύβου στην εικόνα λήψης. Εκτός από αυτό, και με την εφαρμογή βημάτων αλγορίθμου, μπορεί να χάνουμε πληροφορία κατά την διαδικασία της προ – επεξεργασίας. Ενώ λοιπόν θα περιμέναμε να έχουμε καλύτερη πιθανότητα αποκωδικοποίησης, χρησιμοποιώντας τα βήματα (1),(2),(3),(4) ή (1),(2),(3),(4),(5), τελικά η πιθανότητα μειώνεται επειδή χάνεται πληροφορία σε αρκετά υψηλό φωτισμό. Έτσι, όπως και με την περίπτωση μετρίου φωτισμού, τα βήματα με τα οποία έχουμε την καλύτερη πιθανότητα αποκωδικοποίησης είναι τα (1),(2) με πιθανότητα 83%. Με χρήση παραπάνω βημάτων έχουμε το πολύ την ίδια πιθανότητα επιτυχίας, και μερικές φορές όταν ο φωτισμός είναι πολύ υψηλός, έχουμε αποτυχία λόγω απώλειας πληροφορίας.



Εικόνα 54 Απώλεια πληροφορίας, βήματα 1,2,3,4,5

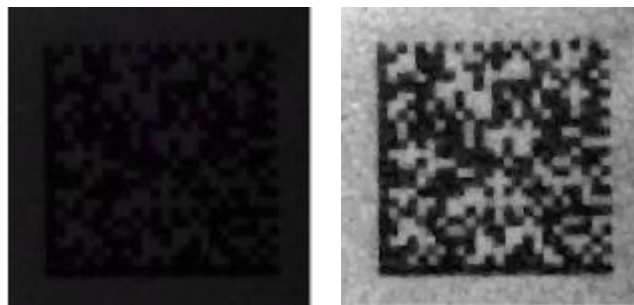
4.1.3 Χαμηλός φωτισμός

Οι καταστάσεις λήψης σε χαμηλό φωτισμό, προσφέρουν την μεγαλύτερη αποτυχία στις αποκωδικοποιήσεις χωρίς εφαρμογή βημάτων προ – επεξεργασίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η αντίθεση της εικόνας είχε σχεδόν μηδενιστεί, δηλαδή πρακτικά ο κωδικός δεν είναι ευδιάκριτος – σχεδόν δεν μπορεί να αντιληφθεί κανείς πως υπάρχει κωδικός σε τέτοιες εικόνες



Εικόνα 55 Κωδικός σε χαμηλό φωτισμό

Σε αυτές τις περιπτώσεις, η εφαρμογή των βημάτων προ – επεξεργασίας (1),(2),(3),(4) και (1),(2),(3),(4),(5) πρόσφεραν τις μεγαλύτερες βελτιστοποιήσεις από τις υπόλοιπες καταστάσεις, ενώ ανέβασαν πολύ τις πιθανότητες αποκωδικοποίησης.



Εικόνα 56 Εφαρμογή βημάτων 1,2,3 – Αποτυχία αποκωδικοποίησης

Επιπλέον αξίζει να παρατηρήσουμε ότι τα βήματα κάτω από το (4), αν και δεν προσέφεραν επιτυχή αποκωδικοποίηση, βελτιστοποίησαν αρκετά ικανοποιητικά την αρχική εικόνα, σε σημείο όπου ο κωδικός ήταν ευκρινέστερος. Συνολικά όμως, ο καλύτερος συνδυασμός για αυτές τις συνθήκες φωτισμού ήταν η εφαρμογή των βημάτων (1),(2),(3),(4),(5) με συνολικά 55% πιθανότητα επιτυχίας



Εικόνα 57 Βήματα (1),(2),(3),(4),(5)

Τα βήματα (1),(2),(3),(4) ενώ προσέφεραν επιτυχείς αποκωδικοποιήσεις, ήταν λιγότερες από τα (1),(2),(3),(4),(5). Επιπλέον στην πιθανότητα 57% προστέθηκαν λήψεις από μακριά, οι οποίες την χαμήλωσαν αρκετά, με αποτέλεσμα να συμπεράνουμε πως είναι η καλύτερη επιλογή για χαμηλό φωτισμό.

4.2 Προτάσεις για μελλοντική δουλειά

Από τα παραπάνω, μπορούμε να συμπεράνουμε πως η διαδικασία προ – επεξεργασίας που προτείνουμε, προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα για καταστάσεις χαμηλού φωτισμού. Σε αυτό το μέρος θα αναφέρουμε αρκετές προτάσεις για βελτίωση και συνέχεια της συγκεκριμένης εφαρμογής στα διάφορα σημεία της.

4.2.1 Προτάσεις για την καταγραφή

Για την καταγραφή φαρμακευτικού προϊόντος, θα μπορούσαμε να προσθέσουμε κάποιες λειτουργίες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω

- **Διαχείριση υποστηριζόμενων κατηγοριών.** Ο χρήστης έχει την επιλογή να προσθέσει κατηγορίες που υποστηρίζει η εφαρμογή αλλά και να αφαιρέσει κατηγορίες.
- **Διαχείριση υποστηριζόμενων συστάσεων.** Εντελώς αντίστοιχα, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει συστάσεις για κάθε κατηγορία αλλά και να αφαιρέσει.
- **Δυνατότητα γρήγορης σάρωσης.** Ο χρήστης επιλέγοντας αυτή τη λειτουργία, καταχωρεί κατευθείαν το φάρμακο στην βάση δεδομένων, ή ενημερώνεται πως ο κωδικός είναι ήδη καταχωρημένος. Μόνο τα στοιχεία που αναγράφονται στον κωδικό καταχωρούνται και ο χρήστης δεν χρειάζεται να επικυρώσει τίποτα.
- **Δυνατότητα ταυτοποίησης φαρμάκου.** Αντικατάσταση αναζήτησης με χειροκίνητη είσοδο κωδικού GTIN ή Serial, με αντίστοιχη σάρωση. Ο χρήστης θα σαρώνει τον κωδικό και η εφαρμογή θα αναλαμβάνει να αποκριθεί για το αν το φάρμακο που σαρώθηκε είναι έγκυρο (δηλαδή υπάρχει στην βάση και συμμορφώνεται με τα πρότυπα GS1)
- **Σύνδεση εφαρμογής με web.** Το επόμενο ουσιαστικό βήμα για μια τέτοια εφαρμογή είναι η αντικατάσταση της βάσης δεδομένων που βρίσκεται στο τηλέφωνο, με ένα API και online βάση δεδομένων. Έτσι η ιδέα θα είναι η διατήρηση μιας κεντρικής βάσης δεδομένων σε κάποιο cloud έτσι ώστε να καταγράφονται τα φάρμακα, και η εφαρμογή θα έχει τον ρόλο της εξακρίβωσης αλλά και της προσθήκης νέων φαρμάκων.

4.2.2 Προτάσεις για την σάρωση

Για την διαδικασία σάρωσης μπορούμε να προτείνουμε τις παρακάτω βελτιώσεις και προσθήκες

- **Σάρωση πολλαπλών κωδικών την ίδια στιγμή.** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να σαρώσει πολλούς κωδικούς με μία σάρωση. Θα ήταν καλό κάτι τέτοιο να συνδυαστεί με τη γρήγορη λειτουργία σάρωσης, ώστε ο χρήστης να μην έχει ανάγκη να εισάγει στοιχεία πολλών φαρμάκων
- **Σάρωση χωρίς την ανάγκη αγγίγματος οθόνης.** Πρόκειται για την επέκταση της λειτουργίας προ – επεξεργασίας και αποκωδικοποίησης κατά τη διάρκεια της σάρωσης. Αυτό μπορεί να αποδειχτεί δύσκολο, από τη στιγμή που η διαδικασία γίνεται εξαιρετικά αργή σε περίπτωση που συμβαίνει συνέχεια.
- **Εξάλειψη Σκιών.** Κατά τη διάρκεια της σάρωσης μπορεί να έχουμε ποσοστό του κωδικού σε διαφορετική σκιά από το υπόλοιπο. Ένα στάδιο εξάλειψης ή ομαλοποίησης της σκιάς είναι απαραίτητο για την ομαλότερη λειτουργία του αλγορίθμου προ – επεξεργασίας.
- **Rotation.** Πολλές φορές, η εικόνα που λαμβάνουμε μπορεί να βρίσκεται υπό κάποια περιστροφή. Αν και σίγουρα αυτό αντιμετωπίζεται με τους αλγορίθμους που παρέχουν οι έτοιμες βιβλιοθήκες της εφαρμογής, θα βοηθούσε σίγουρα στην βελτιστοποίηση της αποκωδικοποίησης και αναγνώρισης ως στάδιο προ-επεξεργασίας.
- **Magnification Factor** – ανάλυση εκτυπωμένων κωδικών. Αξίζει κανείς να εφαρμόσει στο στάδιο της προεπεξεργασίας αυτό το βήμα ώστε να βελτιστοποιηθεί όσο γίνεται η λειτουργία του αλγορίθμου σε διαφορετικούς κωδικούς (μικρούς)

Παράρτημα

Υλοποίηση βημάτων επεξεργασίας

Σε αυτό το παράρτημα θα δούμε την συνάρτηση στην οποία εκτελούνται τα βήματα προ – επεξεργασίας καθώς και την υλοποίηση κάθε βήματος ξεχωριστά με τη χρήση της βιβλιοθήκης OpenCV.

```
// This is where the optimization algorithms will be applied -- if selected
public Mat optimizeImage(Mat frame){
    Mat processFrame=frame;
    Mat kernel;
    Mat edged=new Mat(processFrame.size(), processFrame.type());

    if(algorithmInfo.get(getString(R.string.ma_grayscaleCheckString)))
        processFrame= Tools.convertToGrayscale(processFrame);
    if(algorithmInfo.get(getString(R.string.ma_blurCheckString)))
        Imgproc.GaussianBlur(processFrame,processFrame,new Size(3,3),3);
    if(algorithmInfo.get(getString(R.string.ma_contrastCheckString)))
        processFrame=Tools.imAdjust(processFrame);
    if(algorithmInfo.get(getString(R.string.ma_edCheckString))){
        kernel=Imgproc.getStructuringElement(Imgproc.MORPH_RECT,new Size(3,3));
        Imgproc.erode(processFrame,processFrame,kernel);
        Imgproc.dilate(processFrame,processFrame,kernel);
    }
    if(algorithmInfo.get(getString(R.string.ma_binarizeCheckString)))
        Imgproc.threshold(processFrame,processFrame,128,255,Imgproc.THRESH_BINARY |
        Imgproc.THRESH_OTSU);
    if(algorithmInfo.get(getString(R.string.ma_deCheckString))){
        kernel=Imgproc.getStructuringElement(Imgproc.MORPH_RECT,new Size(3,3));
        Imgproc.dilate(processFrame,processFrame,kernel);
        Imgproc.erode(processFrame,processFrame,kernel);
    }
    if(algorithmInfo.get(getString(R.string.ma_borderizeCheckString))){
        Imgproc.Canny(processFrame,edged,60,190);
        int rowValues[]=new int[2];
        int colValues[]=new int[2];

        Tools.verticalEdges(edged,colValues);//
        Tools.horizontalEdges(edged,rowValues);
        processFrame=Tools.borderizeImage(processFrame,rowValues,colValues);
    }

    return processFrame;
}
```

Παραπάνω έχουμε την συνάρτηση `optimizeImage(Mat frame)` η οποία δέχεται σαν όρισμα ένα `Mat` το οποίο και χρησιμοποιείται για την επεξεργασία. Ελέγχουμε την ενεργοποίηση κάθε `checkbox` για να δούμε αν πρέπει να εφαρμόσουμε το αντίστοιχο βήμα προ – επεξεργασίας. Αφού εφαρμόσουμε όσα βήματα έχουμε επιλέξει, θα επιστρέψουμε τελικά το `frame` αποτελέσματος.

```
public static Mat convertToGrayscale(Mat frame){
    Mat grayscale=new Mat(frame.height(),frame.width(), CvType.CV_8UC2);
    Imgproc.cvtColor(frame,grayscale,Imgproc.COLOR_RGB2GRAY);
}
```

```
    return grayscale;
}
```

Η μετατροπή σε Grayscale θα γίνει με την βοήθεια της συνάρτησης `convertToGrayscale(Mat frame)`. Μέσω αυτής της συνάρτησης καλούμε την `cvtColor` της βιβλιοθήκης OpenCV για την εκτέλεση της μετατροπής.

```
public static Mat imAdjust(Mat frame){
    //initialize min and max intensities from first pixel inside the white border
    //image inside the white border will be a mat of size(frame.rows()-
    2,frame.cols()-2)
    double pix[]=frame.get(1,1);
    min=pix[0];
    max=pix[0];

    //foreach pixel in the frame find the maximum and minimum intensity
    for(int i=1;i<frame.rows()-1;i++){
        for(int j=1;j<frame.cols()-1;j++){
            pix=frame.get(i,j);
            if(pix[0]>max) max=pix[0];
            if(pix[0]<min) min=pix[0];
        }
    }

    //create the new Mat to hold the adjusted image
    Mat adjustedImage=new Mat(frame.rows()-2,frame.cols()-2,frame.type());
    //foreach pixel in the mat
    for(int i=1;i<frame.rows()-1;i++){
        for(int j=1;j<frame.cols()-1;j++){
            //get the pixel and adjust it
            //((pixel-min)/(max-min))*255
            pix=frame.get(i,j);
            pix[0]=((pix[0]-min)/(max-min))*255;
            adjustedImage.put(i-1,j-1,pix);
        }
    }

    Log.d("min and max values:",min+" "+max);
    return adjustedImage;
}
```

Μέσω της συνάρτησης `imAdjust(Mat frame)` θα εκτελεστεί η βελτιστοποίηση αντίθεσης της εικόνας. Ουσιαστικά πρόκειται για μια κανονικοποίηση που εκτελούμε και δεν χρησιμοποιούμε κάποια συνάρτηση της OpenCV για αυτή τη λειτουργία.

```
kernel=Imgproc.getStructuringElement(Imgproc.MORPH_RECT,new Size(3,3));
Imgproc.erode(proccessFrame,proccessFrame,kernel);
Imgproc.dilate(proccessFrame,proccessFrame,kernel);
```

Για την λειτουργία `erode – dilate` αρκεί να χρησιμοποιήσουμε έναν `kernel` μέσω της συνάρτησης `getStructuringElement(Imgproc.MORPH_RECT, new Size(3,3))`. Με χρήση αυτού του `kernel` καλούμε την `erode` και την `dilate`, κρατώντας το αποτέλεσμα στο `processFrame`.

```
double pix[];
double sum = 0;
for(int i=1;i<frame.rows()-1;i++){
    for(int j=1;j<frame.cols()-1;j++){
        pix = frame.get(i,j);
        sum += pix[0] * pix[0];
    }
}
sum = sum / (frame.rows() * frame.cols());
Imgproc.threshold(proccessFrame, proccessFrame, Math.sqrt(sum),
255,Imgproc.THRESH_BINARY | Imgproc.THRESH_OTSU);
```

Για την δυαδικοποίηση της εικόνας, πρώτα υπολογίζουμε την RMS τιμή της εικόνας. Υπενθυμίζουμε πως η εικόνα βρίσκεται σε grayscale σε αυτό το σημείο, με αποτέλεσμα να αρκεί να πάρουμε την τιμή `pix[0]` για να αθροίσουμε. Καλούμε τη συνάρτηση `threshold(...)` με την οποία ορίζουμε ως `threshold` την τιμή RMS που υπολογίσαμε για την εικόνα. Όποια τιμή βρίσκεται πάνω από αυτό το `threshold` θα γίνει 255 ενώ όποια είναι κάτω, θα γίνει 0.

```
kernel=Imgproc.getStructuringElement(Imgproc.MORPH_RECT,new Size(3,3));
Imgproc.dilate(proccessFrame,proccessFrame,kernel);
Imgproc.erode(proccessFrame,proccessFrame,kernel);
```

Για την εφαρμογή του τελευταίου βήματος, αρκεί να εργαστούμε όπως στην `erode – dilate` απλά με ανάποδη σειρά. Στη συνέχεια θα δούμε την διαδικασία αποκωδικοποίησης με χρήση της βιβλιοθήκης `ZXing`.

```
public String decodeDataMatrix(Mat frameForProcess){
    //input bitmap bmInput is a new bitmap with length the frameForProcess
    columns and height the frameForProcess rows.
    //convert the frameForProcess to bitmap with matToBitmap();
    Bitmap bmInput=Tools.createBitMap(frameForProcess); // to bitmap
    Mat mOutput=optimizeImage(frameForProcess); // apply algorithms
    Bitmap bmOutput=Tools.createBitMap(mOutput); // create bitmap output

    // set them
    input.setImageBitmap(bmInput);
    output.setImageBitmap(bmOutput);

    // create a bitmap to decode
    int intArray[]=new int[bmOutput.getWidth()*bmOutput.getHeight()];
    bmOutput.getPixels(intArray, 0, bmOutput.getWidth(), 0, 0,
bmOutput.getWidth(), bmOutput.getHeight());

    LuminanceSource source = new RGBLuminanceSource(bmOutput.getWidth(),
bmOutput.getHeight(), intArray);
    BinaryBitmap bitmap = new BinaryBitmap(new HybridBinarizer(source));
    String contents=null;

    Reader reader = new MultiFormatReader(); // use this otherwise

    try {
        Result result = reader.decode(bitmap); // try to decode
        contents = result.getText(); // get the contents
    }
    catch (NotFoundException e) { e.printStackTrace(); }
    catch (ChecksumException e) { e.printStackTrace(); }
```

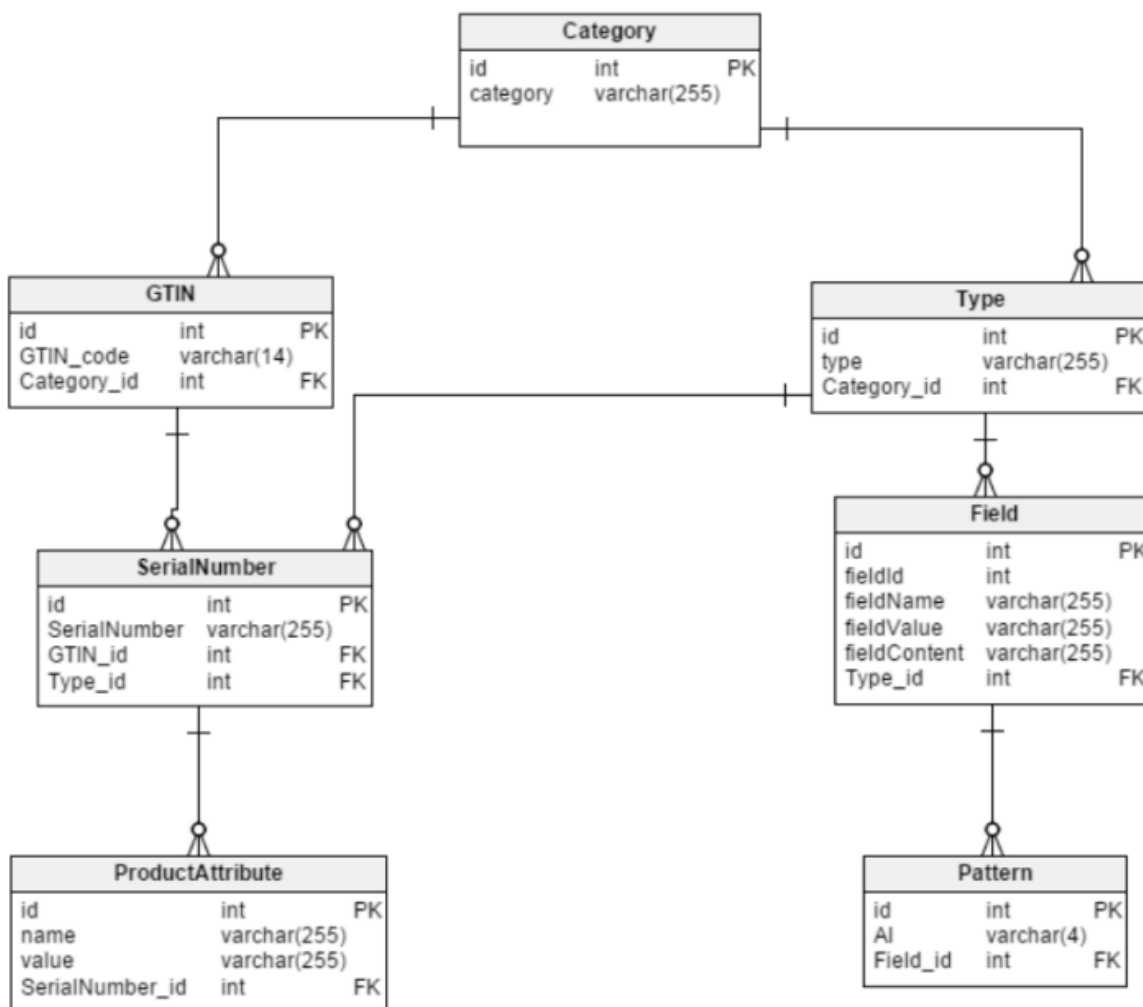
```
catch (FormatException e) { e.printStackTrace(); }

Toast.makeText(this, "decoded: "+contents, Toast.LENGTH_LONG).show();
return contents;
}
```

Παρατηρούμε πως πριν προβούμε στην αποκωδικοποίηση, εφαρμόζουμε τους αλγόριθμους προ – επεξεργασίας. Επιπλέον υπάρχουν διάφορες συναρτήσεις και μετασχηματισμοί που πρέπει να εφαρμόσουμε ούτως η άλλως για να προβούμε στην επεξεργασία και αποκωδικοποίηση. Αυτές είναι σχετικά εύκολο να βρεθούν από το documentation και τα παραδείγματα της χρήσης OpenCV και ZXing.

Σχήμα βάσης δεδομένων

Για την βάση δεδομένων της εφαρμογής, έγινε ιδιαίτερη προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα σχήμα το οποίο θα επέτρεπε την δυναμικότητα της εφαρμογής. Η βάση δεδομένων προσφέρει πίνακες τέτοιους ώστε να τους χρησιμοποιεί η εφαρμογή για να κάνει render κατάλληλα την σωστή φόρμα εισαγωγής στοιχείων φαρμάκου. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το schema της βάσης δεδομένων.



Εικόνα 58 Σχήμα βάσης δεδομένων

Βλέπουμε πως η κατηγορία παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στην υλοποίηση μας, καθώς έχει από κάτω της πολλούς τύπους φαρμάκων. Κάθε τύπος φαρμάκου (σύσταση) έχει τουλάχιστον ένα πεδία, ενώ κάθε πεδίο μπορεί να έχει πάνω από ένα pattern που του αντιστοιχεί. Στην εφαρμογή μας, δεν έχουμε αναθέσει πάνω από ένα pattern σε κάθε πεδίο, όμως αυτό υποστηρίζεται από το schema. Έτσι μπορούμε να δούμε πως κάθε σύσταση φαρμάκου έχει τα δικά της δυναμικά πεδία, με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί σε μελλοντικό χρόνο να επεκτείνει την εφαρμογή, έτσι ώστε να προσφέρει λειτουργικότητα προσθαφαίρεσης πεδίων ανά τύπο φαρμάκου. Επιπλέον ο χρήστης θα μπορούσε να επεκτείνει την εφαρμογή έτσι ώστε να ορίζει τις αποδεκτές τιμές για κάθε πεδίο. (μία η παραπάνω). Οι τιμές των πεδίων αυτών καθορίζονται από τον πίνακα ProductAttribute ο οποίος «δένει» τις τιμές με το αντίστοιχο πεδίο.

Βιβλιογραφία

- (1996). Ανάκτηση από Health Insurance Portability and Accountability Act: https://en.wikipedia.org/wiki/Health_Insurance_Portability_and_Accountability_Act
- (2020). Ανάκτηση από Augmented Reality: <https://www.investopedia.com/terms/a/augmented-reality.asp>
- (2021). Ανάκτηση από keenahealth: <https://keenahealth.com/solutions/workflow-efficiency/ehr-barcode-reader/>
- (2021). Ανάκτηση από Vaccine Information Statement | Tdap | Tetanus-Diphtheria-Pertussis | VIS | CDC: <https://www.cdc.gov/vaccines/hcp/vis/vis-statements/tdap.html>
- (2021). Ανάκτηση από Healthcare Technology Solutions | Industries | Scandit: <https://www.scandit.com/industries/healthcare/>
- (2021). Ανάκτηση από Kanji.
- (2021). Ανάκτηση από Code-49-Barcode: <https://www.neodynamic.com/barcodes/Code-49-Barcode.aspx>
- (2021). Ανάκτηση από QR Code - Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/QR_code
- (2021). Ανάκτηση από OrmLite - Lightweight Java ORM Supports Android and SQLite : https://ormlite.com/sqlite_java_android_orm.shtml
- AIM. (1994). *International Symbology Specification: PDF417*.
- AIM. (1996). *International Symbology Specification: Maxicode*.
- AIM. (1997). *International Symbology Specification: QR Code*.
- datamatrix-specification-104*. (χ.χ.). Ανάκτηση από barcode-coder: <https://barcode-coder.com/en/datamatrix-specification-104.html>
- F.Preparata, a. M. (1993). *Computational Geometry*. New York: Springer Verlag.
- (2021). *GS1 General Specifications*. GS1.
- GS1_Healthcare_Implementation_Guideline. (2015).
- (2021). *GS1-Healthcare-Strategy-Final*. <https://www.gs1.org>.
- (2017). *Healthcare Barcode Survey App*. GS1.
- Healthcare Barcode Survey App apk*. (2020). Ανάκτηση από <https://chipapk.com/app/6985119/>
- (2018). *HRI Implementation Guide*. GS1. Ανάκτηση από <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ah>

[UKEwiOxJ7XiLPyAhXo rsIHbH0C20QFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.gs1.org%2Fdocs%2Fbarcodes%2FHRI_Implementation_Guide.pdf&usg=AOvVaw2nTQYOqSI8odhIK5tZOuzr](https://www.gs1.org/docs/barcodes/FHRI_Implementation_Guide.pdf&usg=AOvVaw2nTQYOqSI8odhIK5tZOuzr)

(2006-2009). *ISO / IEC 16022 Information Technology*. ISO. Ανάκτηση από <https://www.iso.org/standard/44230.html>

(2016). *ISO/IEC 15418 GS1 Application Identifiers and ASC MH 10 Data Identifiers and Maintenance*. ISO. Ανάκτηση από <https://www.iso.org/standard/67405.html>

J.Sauvola. (1997). *Adaptive document binarization*. IEEE.

Joung, J. K. (2002). *Implementation of algorithm to decode two-dimensional barcode PDF-417*.

OpenCV4Android SDK. (χ.χ.). Ανάκτηση από https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/introduction/android_binary_package/O4A_SDK.html

(2011). *Understanding 2D Verification*.

ZXing Android Barcode Scanner application. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://github.com/zxing/zxing/>

ZXing Android Embedded. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://github.com/journeyapps/zxing-android-embedded>

