



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Μελέτη, σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης
ιατρικού φακέλου, κάνοντας χρήση διαλειτουργικών
προτύπων ανταλλαγής ~~δεδομένων και~~ τη χρήση κινητών
τηλεφώνων.**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτρης Ι. Ψαρρός

Επιβλέπων : Δημήτριος-Διονύσιος Κουτσούρης

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβρης 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Μελέτη, σχεδίαση και ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης
ιατρικού φακέλου, κάνοντας χρήση διαλειτουργικών
προτύπων ανταλλαγής δεδομένων και τη χρήση κινητών
τηλεφώνων.**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτρης Ι. Ψαρρός

Επιβλέπων : Δημήτριος-Διονύσιος Κουτσούρης

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή:

.....
Δ. – Δ. Κουτσούρης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Π.Τσανάκας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Γ.Ματσόπουλος
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβρης 2017

.....

Δημήτρης Ψαρρός

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

Copyright © Δημήτρης Ψαρρός, 2017.

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

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας τηλεματικής ιατρικής εφαρμογής στα πρότυπα ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος στον χώρο της υγείας. Η εφαρμογή αυτή αποσκοπεί στην καλύτερη παροχή υπηρεσιών υγείας μέσω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών υγείας, της δημιουργίας και της διαχείρισης ενός ιατρικού φακέλου μέσω ενός συστήματος καταγραφής παθήσεων προκειμένου να γίνει συλλογή ιατρικών δεδομένων, παρέχοντας ταυτόχρονα δυνατότητες για άμεση επικοινωνία του ασθενή με τον γιατρό. Για την υλοποίηση της εφαρμογής “EHR_application” απαιτήθηκε η κατασκευή της αυτής καθ’ αυτής εφαρμογής του γιατρού/ασθενή, μιας διαδικτυακής υπηρεσίας (web service) και της βάσης δεδομένων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά στην σημασία της κινητής υγείας (mobile Health) ως μέσω αναβάθμισης του φορέα της υγείας και αντιμετώπισης παρελθοντικών προβλημάτων που αντιμετώπιζε μέσω αξιοποίησης των δυνατοτήτων που παρέχει. Στην συνέχεια, πραγματοποιείται μια σύντομη ανασκόπηση στα πρωτόκολλα ανταλλαγής ιατρικών δεδομένων και ύστερα παρουσιάζονται τα διαθέσιμα είδη εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα και tablets. Τέλος γίνεται η ανάλυση του συστήματος που αναπτύχθηκε με την αναφορά όλων των τμημάτων και των δομών που συντέλεσαν στην δημιουργία της τηλεματικής εφαρμογής.

Λέξεις κλειδιά: Τηλεϊατρική, κινητή υγεία, διαλειτουργικότητα, Πρότυπα, είδη εφαρμογών, Android, Ηλεκτρονικός Ιατρικός Φάκελος

Abstract

The purpose of this thesis is the study, research and development of a telematics application meeting the standards of an integrated information system in the health sector. This application aims to provide better health services via the automation of health procedures, the establishment and management of an electronic medical record using a system of disease tracking so as to collect medical data, providing also the possibility for instant communication between doctor and patient at the same time. In order to meet the targets mentioned above for the “EHR_application” it was essential to create the main application for the doctor/patient as well as a web service and a database.

In this thesis, reference is made to the importance of Mobile Health as a means of upgrading the healthcare system and addressing its past problems by exploiting the possibilities that mHealth offers. Furthermore, a brief review is made regarding the medical data exchange protocols and also the available types for application development for mobile phones and tablets. Finally, an analysis is made for the developed system describing all the parts and its structures that contributed to the creation of this telematics application.

Key Words: Telemedicine, mHealth, Interoperability, Standards, Types of apps, Android, Electronic Medical Record

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2016-2017 υπό την επίβλεψη του κ. Δημήτριου Κουτσούρη, καθηγητή του Ε.Μ.Π. της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεσή της, δίνοντας μου την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και χρήσιμο θέμα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Ιωάννη Κουρή, μεταδιδακτορικό συνεργάτη του εργαστηρίου βιοϊατρικής τεχνολογίας, για την συνεχώς διαθέσιμη βοήθεια και τη καθοδήγηση που παρείχε. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω κυρίως τους γονείς μου αλλά και όσους ήταν δίπλα μου για τη βοήθεια και την στήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract	6
Ευχαριστίες.....	7
Κεφάλαιο 1	12
Εισαγωγή	12
1.1 Ζητήματα στο χώρο της Υγείας	12
1.2 Η σημασία της ένταξης της ηλεκτρονικής υγείας στον χώρο της υγείας	13
1.3 Αξιοποίηση της κινητής τεχνολογίας για την παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών	14
Κεφάλαιο 2	15
mHealth	15
2.1 Εισαγωγή	15
2.2 Η αγορά των εφαρμογών mHealth	17
2.3 Η αγορά των mHealth ανά κατηγορία	20
2.4 mHealth φορητά συστήματα και πλατφόρμες	21
2.4.1 Hardware εφαρμογή	21
2.4.2 Εφαρμογές Λογισμικού	22
2.4.3 Πρωτόκολλα ασύρματου δικτύου.....	23
2.4.4 Συνεργατικό λογισμικό mHealth	23
2.5 Δυνατότητες mHealth υπηρεσιών σε smartphones	24
2.6 Κοινωνικά οφέλη από την χρήση mHealth εφαρμογών	28
2.7 Στρατηγικές ανάπτυξης εφαρμογών mHealth	29
2.8 Εμπόδια στην ανάπτυξη του mHealth	31
Κεφάλαιο 3	34
Πρωτόκολλα Ανταλλαγής Ιατρικών Δεδομένων.....	34
3.1 Διαλειτουργικότητα μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων	34
3.2 Health Level Seven (HL7).....	37
3.3 Clinical Document Architecture (CDA)	39
3.3.1 Στόχοι του CDA	41
3.4 Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR).....	42

3.4.1 Σύγκριση FHIR με υπάρχοντα πρότυπα	44
Κεφάλαιο 4	46
Πλατφόρμες Ανάπτυξης Mobile Εφαρμογών.....	46
4.1 Mobile εφαρμογές	46
4.2 Εγγενείς εφαρμογές (Native applications)	47
4.3 Διαδικτυακές εφαρμογές (Web applications).....	49
4.4 Υβριδικές εφαρμογές (Hybrid applications).....	51
4.5 Xamarin	52
Κεφάλαιο 5	55
Εφαρμογή	55
5.1 Περιγραφή και δυνατότητες του συστήματος.....	55
5.2 Server Side	56
5.2.1 Υπηρεσία διαδικτύου	56
5.2.2 Βάση δεδομένων	59
5.2.2.1 Κανονικοποίηση βάσης δεδομένων.....	60
5.2.2.2 Οντότητες και Συσχετίσεις	60
5.2.2.3 Οντότητες	63
5.2.2.4 Συσχετίσεις	67
5.3 Client Side	69
5.3.1 Client Side Τεχνολογίες	70
5.3.2 Υλοποίηση εφαρμογής	71
5.3.2.1 Login Activity	71
5.3.2.2 Demographics Activity.....	74
5.3.2.3 Demographics Doctor Activity.....	76
5.3.2.4 Contacts Activity.....	80
5.3.2.5 Health History Activity.....	81
5.3.2.6 Allergies Activity	84
5.3.2.7 Send Data Activity	84
5.3.2.8 Messages Activity	87
5.3.2.9 Photos Activity.....	87
5.3.2.10 Notes Activity	88
5.3.2.11 New Messages Activity & New Images Activity	90
5.3.2.12 Add Health History Activity	91

5.3.2.13 Received Messages Activity.....	94
Κεφάλαιο 6	96
Επίλογος	96
6.1 Μελλοντικές επεκτάσεις	96
6.2 Συμπεράσματα	97
Βιβλιογραφία.....	99

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1: Ροή μεταφοράς δεδομένων για την επικοινωνία γιατρού ασθενή με χρήση εφαρμογών mHealth ⁶	16
Εικόνα 2: Αξία της παγκόσμιας αγοράς εφαρμογών mHealth ¹²	18
Εικόνα 3: Πλήθος (σε δισεκατομμύρια) mHealth εφαρμογών που ελήφθησαν για χρήση σε κινητές συσκευές ⁹	19
Εικόνα 4: Η αγορά mHealth εφαρμογών ανά κατηγορία για το έτος 2017 ¹³	20
Εικόνα 5: Ενσωματωμένα ιατρικά εργαλεία σε smartphones.....	27
Εικόνα 6: Ανάγκη χρήσης προτύπων και κωδικοποιήσεων ¹⁹	36
Εικόνα 7: Δομή του προτύπου CDA ²⁷	40
Εικόνα 8: Παράδειγμα "Resources" ενός ασθενή με χρήση FHIR προτύπου ²⁸	44
Εικόνα 9: Η αρχιτεκτονική εγγενούς εφαρμογής για κινητή συσκευή	47
Εικόνα 10: Η αρχιτεκτονική διαδικτυακής εφαρμογής για κινητή συσκευή.....	49
Εικόνα 11: Η αρχιτεκτονική υβριδικής εφαρμογής για κινητή συσκευή.....	51
Εικόνα 12: Κατανομή διαθέσιμου χώρου για εφαρμογή Xamarin.Android, source: developer.xamarin.com	54
Εικόνα 13: Λίστα ελεγκτών (controllers) του Restful WebApi	59
Εικόνα 14: Διάγραμμα βάσης δεδομένων "EHRsystem"	62
Εικόνα 15: Login Activity	71
Εικόνα 16: Error λόγω μη ύπαρξης του username ή/και του password στη βάση δεδομένων	72
Εικόνα 17: Error λόγω σφάλματος στη σύνδεση δικτύου	73
Εικόνα 18: Απεικόνιση στοιχείων της βάσης δεδομένων για την ταυτοποίηση του χρήστη .	73
Εικόνα 19: Demographics Activity.....	74
Εικόνα 20: Σφάλμα κατά την διαδικασία λήψης δεδομένων	75
Εικόνα 21: Δυνατότητες περιήγησης του ασθενή μέσω του Demographics Activity.....	75
Εικόνα 22: Demographic Doctor Activity	77
Εικόνα 23: Δυνατότητες περιήγησης του γιατρού μέσω του Demographics Doctor Activity	78
Εικόνα 24: Επιλογή ασθενούς	79
Εικόνα 25: Επισκόπηση δημογραφικών στοιχείων του ασθενή.....	80
Εικόνα 26: Contacts Activity.....	81
Εικόνα 27: Health History Activity.....	82
Εικόνα 28: Diagnosis Activity.....	83

Εικόνα 29: Medicines Activity	83
Εικόνα 30: Allergies Activity	84
Εικόνα 31: Send Data Activity.....	85
Εικόνα 32: Image Activity	86
Εικόνα 33: Messages Activity	87
Εικόνα 34: Photos Activity.....	88
Εικόνα 35: Notes Activity - Επισκόπηση των αποθηκευμένων σημειώσεων	89
Εικόνα 36: Notes Activity - Εισαγωγή μιας νέας σημείωσης	90
Εικόνα 37: New Messages.....	91
Εικόνα 38: Add Health History Activity	92
Εικόνα 39: Επιλογή κατηγορίας ασθένειας.....	92
Εικόνα 40: Επιλογή ασθένειας	93
Εικόνα 41: Ενημερωτικό μήνυμα εξόδου από το "Visit"	93
Εικόνα 42: Received Messages Activity.....	94

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1: Ενσωματωμένα ιατρικά εργαλεία σε smartphones	27
Πίνακας 2: Στρατηγικές ανάπτυξης mHealth εφαρμογών.....	31
Πίνακας 3: Οντότητες της βάσης δεδομένων "EHRsystem"	66
Πίνακας 4: Συσχετίσεις των οντοτήτων της βάσης δεδομένων "EHRsystem"	69

Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 1: Σχεδιαγραμματική ανάλυση των δικτυακών συνδέσεων των κινητών συσκευών με το WebApi και τη βάση δεδομένων.....	57
Σχήμα 2: Απεικόνιση της δομής του WebApi ⁴⁰	58

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Ο χώρος της υγείας αποτελεί εδώ και αρκετά χρόνια πεδίο έρευνας και εφαρμογής νέων τεχνολογικών επιτευγμάτων. Η ανάγκη για δημιουργία ενός λειτουργικού και ευέλικτου συστήματος υγείας, ικανού να υπηρετεί τις ανάγκες των πολιτών χωρίς ωστόσο να απαιτούνται υπέρογκα ποσά, αποτέλεσε την κινητήρια δύναμη για την επιβολή αλλαγών. Έγινε γρήγορα αντιληπτό ότι η αναμενόμενη λειτουργικότητα θα ήταν εφικτή μέσω της αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών. Η σταδιακή διείσδυση τους θα ήταν ικανή να βελτιώσει τον τομέα της υγείας επιδρώντας θετικά τόσο για τους ασθενείς όσο και για το ιατρικό προσωπικό καθώς και το κοινωνικό σύνολο. Οι νέες τεχνολογίες προσφέρουν νέες υπηρεσίες και δυνατότητες στο χώρο της υγείας που στο σύνολο τους διευκολύνουν τις διαδικασίες και βελτιώνουν την παρεχόμενη ποιότητα ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης.

1.1 Ζητήματα στο χώρο της Υγείας

Η υγεία ανέκαθεν αποτελούσε μείζον θέμα για κάθε κοινωνία ενώ κατά γενική ομολογία αποτελεί δείκτη ευημερίας και εξέλιξης ενός κοινωνικού συνόλου. Η ανάγκη για την βελτίωση της έγινε ιδιαιτέρως εμφανής τα τελευταία χρόνια καθώς νέες προσπάθειες και ερευνητικά προγράμματα έλαβαν μέρος προκειμένου να δοθεί τέλος σε χρόνια προβλήματα που αντιμετώπιζε ο χώρος της υγείας και παράλληλα να βελτιωθούν τα επίπεδα διαβίωσης των ανθρώπων.

Κατά κύριο λόγο τα προβλήματα αφορούσαν θέματα αποθήκευσης, διαχείρισης και αξιοποίησης πληροφοριών. Τα ιατρικά δεδομένα των ασθενών τα προηγούμενα χρόνια δεν ήταν επαρκώς καταγεγραμμένα. Πολλές φορές μάλιστα ήταν διάσπαρτα σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων αλλά και σε χειρόγραφες σημειώσεις. Η έλλειψη μιας κεντρικής βάσης δεδομένων θα επέτρεπε έναν πιο ευέλικτο τρόπο διαχείρισης των πληροφοριών. Ζητήματα όπως η έλλειψη συγκεκριμένης ορολογίας και πρωτοκόλλων για ασθένειες και θεραπείες ήταν επίσης μείζονος ενδιαφέροντος όπως επίσης και η αδυναμία-δυσκολία πρόσβασης σε προσωπικά ιατρικά δεδομένα του ασθενή από τον ίδιο τον ασθενή και από το ιατρικό προσωπικό.

Παράλληλα η έλλειψη φροντίδας σε άτομα που ζουν σε απομονωμένες περιοχές, η αδυναμία υποστήριξης του συνολικού ποσού των ασθενών με τις υπάρχοντες υποδομές, η αδυναμία παρακολούθησης των ασθενών ιδιαίτερα αυτών με χρόνια προβλήματα, τα υπέρογκα χρηματικά ποσά που ήταν προαπαιτούμενο για την κάλυψη του συνόλου των ασθενών, οι λανθασμένες συνταγογραφήσεις καθώς και δεκάδες απάτες σε ιατροφαρμακευτικό υλικό αποτέλεσαν ορισμένα από τα προβλήματα στα οποία έπρεπε να δοθούν λύσεις .

Μια τέτοια προσπάθεια ήταν ευνόητο ότι θα απαιτούσε πολύ μεγάλες προσπάθειες και πρωτοβουλίες προκειμένου να γίνει ένα συνολικό και οργανωμένο σύστημα μέσω του οποίου θα εξυπηρετούνται οι ανάγκες των πολιτών. Νέες υπηρεσίες και τεχνολογίες έπρεπε να συνδράμουν για την επίτευξη του στόχου.

1.2 Η σημασία της ένταξης της ηλεκτρονικής υγείας στον χώρο της υγείας

Οι αυξανόμενες ανάγκες της κοινωνίας για ιατροφαρμακευτική περίθαλψη καθώς και η αντιμετώπιση χρόνιων προβλημάτων στον χώρο της υγείας, μερικά εκ των οποίων αναφέρθηκαν προηγουμένως, δημιούργησε την ανάγκη για ύπαρξη ενός πιο οργανωμένου και συμπαγούς φορέα υγείας. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, έχει καταστεί επιτακτική η ανάγκη αξιοποίησης της ηλεκτρονικής υγείας, στόχος της οποίας είναι ο εκσυγχρονισμός της υγείας προκειμένου να εξυπηρετεί με ένα πιο ευέλικτο και αποτελεσματικό τρόπο τις ανάγκες των πολιτών.

Η ηλεκτρονική υγεία αφορά τα εργαλεία και τις υπηρεσίες που βασίζονται σε τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών και μπορούν να βελτιώσουν την πρόληψη, τη διάγνωση, τη θεραπεία, και την παρακολούθηση των ασθενών. Παράλληλα επιτρέπεται και η ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ ασθενών και παρόχων υπηρεσιών υγείας, νοσοκομείων, επαγγελματιών του τομέα της υγείας και δικτύων πληροφοριών υγείας. Τέλος τα ηλεκτρονικά μητρώα υγείας αποτελούν μια σημαντική πτυχή της eHealth που αποσκοπούν στην καλύτερη οργάνωση των πληροφοριών προκειμένου να διαχειρίζονται ευκολότερα και να καταγράφονται με μεγαλύτερη σύνεση και ακρίβεια.

Όροι όπως η ιατρική πληροφορική, ηλεκτρονικός φάκελος υγείας, η τηλεϊατρική και η κινητή υγεία (mobile health) εμφανίστηκαν πρόσφατα διαμέσου της τεχνολογικής εξέλιξης ως κρίσιμες προκλήσεις για την ανθρωπότητα. Έγινε εξαρχής αντιληπτό ότι η είσοδος τους στον χώρο της υγείας θα αποτελούσε τον προωθητικό παράγοντα για την ανάπτυξη πιο ευέλικτων και ολοκληρωμένων υπηρεσιών, ικανών να προσφέρουν τα μέγιστα για την πλήρη αξιοποίηση δομών και ατόμων.

1.3 Αξιοποίηση της κινητής τεχνολογίας για την παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών

Η ανάγκη για ανάπτυξη αποδοτικών και ευέλικτων υπηρεσιών υγείας προϋποθέτει την αξιοποίηση των νέων τεχνολογικών ανακαλύψεων, των οποίων οι δυνατότητες φαίνεται πως είναι συνεχώς όλο και περισσότερες.

Ζητήματα όπως η απομακρυσμένης περίθαλψης ασθενών, απομακρυσμένη διάγνωση από τους γιατρούς και η επισκόπηση του ιατρικού ιστορικού του ασθενή πλέον βρίσκουν λύση μέσω τη τεχνολογίας δίνοντας ισάξιες δυνατότητες σε όλα τα άτομα για πρόσβαση σε ιατρικό προσωπικό. Το πρόβλημα λύθηκε σε μεγάλο βαθμό με την ένταξη των smartphones στην αγορά, τα οποία έγιναν ευρέως αποδεκτά και ιδιαίτερα αξιοποιήσιμα στον χώρο της υγείας, αναπτύσσοντας έναν καινούριο όρο, τον επονομαζόμενο «mobile Health».

Οι δυνατότητες των smartphones είναι πολυάριθμες ενώ μπορούν να εμπλουτιστούν ακόμα περισσότερο με την προσάρτηση μικροσυσκευών ιατρικού σκοπού πάνω σε αυτά (π.χ. ενσωματωμένοι μετρητές σακχάρου, διάφοροι τύποι αισθητήρων). Σε συνεργασία με διάφορες διαδικτυακές υπηρεσίες, βάσεις δεδομένων και άλλο τεχνολογικό εξοπλισμό, αυτές οι τεχνολογίες είναι ικανές να αλλάξουν τον χώρο της υγείας βελτιώνοντας την παρεχόμενη ποιότητα υπηρεσιών.

Η ροή των γεγονότων δεν αφήνει αμφιβολία ότι οι ηλεκτρονικές υπηρεσίες για την παροχή φροντίδας με την υποστήριξη της κινητής τεχνολογίας θα συνεχίσουν να εξελίσσονται βελτιώνοντας τις διαδικασίες. Μια νέα εποχή όπου ο τομέας της υγείας συνδυάζεται αναπόσπαστα με τις τεχνολογικές εξελίξεις έχει ήδη δημιουργηθεί και συνεχίζει να εξελίσσεται ανεμπόδιστα.

Κεφάλαιο 2

mHealth

2.1 Εισαγωγή

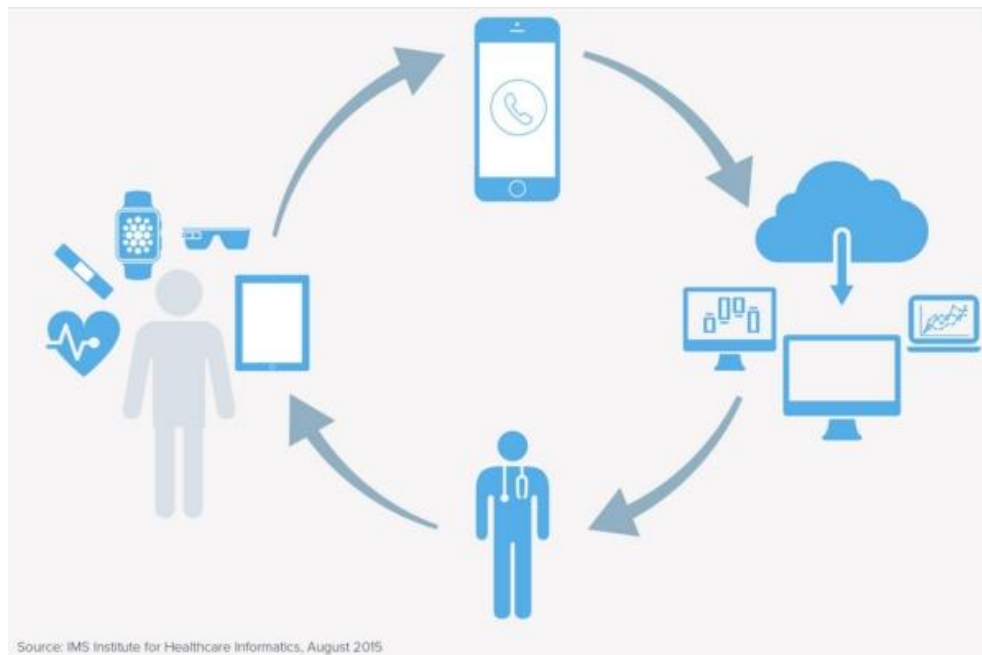
Η κινητή υγεία, ή διαφορετικά mHealth, είναι ένας τομέας που αναπτύχθηκε ως ένας κλάδος της ηλεκτρονικής υγείας(e-Health)¹. Λόγο του ότι πρόκειται για ένα καινούριο και γρήγορα εξελισσόμενο πεδίο, δεν έχει υπάρξει ένας συγκεκριμένος ορισμός για το mHealth. Ωστόσο το American Health Information Management Association (AHIMA) ορίζει το mHealth ως²:

“ Την χρήση συσκευών όπως smartphones ή tablet στην πρακτική της ιατρικής, και το κατέβασμα εφαρμογών σχετικών με την υγεία ή «εφαρμογές» ... [για] να βοηθήσουν τη ροή των πληροφοριών μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ... να βελτιώσουν την επικοινωνία, ειδικά μεταξύ των ατόμων και των κλινικών γιατρών. ”

Η γραμματέας της υγείας και Πρόνοιας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής², Kathleen Sibelius, στην ομιλία της στο συνέδριο mHealth το 2011 στη Washington είπε πως «Το mHealth είναι η μεγαλύτερη επανάσταση της τεχνολογίας στην εποχή μας αποτελώντας εθνική μας πρόκληση».

Οι mHealth εφαρμογές βρίσκουν εφαρμογή^{3 4 5}, στην συλλογή ιατρικών πληροφοριών, στην αποστολή ιατρικών πληροφοριών μεταξύ ασθενών και ιατρικού προσωπικού, στην παρακολούθηση της εξέλιξης του ασθενή σε πραγματικό χρόνο, στην εξ αποστάσεως διάγνωση των ασθενών, στην άμεση παροχή ιατρικών συμβουλών μέσω κινητής τηλεϊατρικής, στην επισκόπηση και ανάλυση δεδομένων σε περιπτώσεις επιδημίας, στην ιατρική εκπαίδευση καθώς και σε πολλά άλλα ζητήματα ιατρικού χαρακτήρα.

Με την χρήση προηγμένων συστημάτων τεχνολογίας όπως είναι τα smart-watches, συσκευές μέτρησης βιοσημάτων στο ανθρώπινο σώμα καθώς και smartphones, tablets, οι εφαρμογές mHealth γεφυρώνουν το χάσμα ανάμεσα σε ασθενή και γιατρό, επιτρέποντας μια συνεχόμενη επικοινωνία μεταξύ τους χωρίς να βρίσκονται απαραίτητα στον ίδιο χώρο. Στην εικόνα 1 φαίνεται ο μηχανισμός με τον οποίο επιτυγχάνεται η επικοινωνία γιατρού/ασθενή μέσω μιας συνεχόμενης ανατροφοδότησης πληροφοριών (“feedback”).



Εικόνα 1: Ροή μεταφοράς δεδομένων για την επικοινωνία γιατρού ασθενή με χρήση εφαρμογών mHealth⁶

Η ταχεία ανάπτυξη και εξάπλωση των εφαρμογών mHealth στον ιατρικό κλάδο, έχει δημιουργήσει ένα μεγάλο εύρος ευκαιριών για την παροχή υπηρεσιών υγείας προς τους ασθενείς αλλά και προς τους ίδιους τους παρόχους. Στην εξάπλωση και εξέλιξη του mHealth βοήθησε η ανάπτυξη της τεχνολογίας καθώς οι παλιότερα ογκώδεις υπολογιστικές συσκευές, έχουν μετατραπεί σε ευέλικτες και μικροσκοπικές συσκευές, ικανές να μετακινηθούν και να προσφέρουν πρόσβαση σε πληροφορίες ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές.

Ενώ το mHealth έχει ευρεία εφαρμογή σε ανεπτυγμένες χώρες με βασικό στόχο την μείωση των κρατικών εξόδων για ιατροφαρμακευτική περίθαλψη⁷, τα τελευταία χρόνια σημαντική άνοδος φαίνεται να υπάρχει και στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω της διάδοσης της κινητής τεχνολογίας. Στις αναπτυσσόμενες χώρες⁸ σε αντίθεση με τις ανεπτυγμένες η κινητήριος δύναμη είναι η δυνατότητα για πρόσβαση στην υγεία. Φαίνεται λοιπόν ότι διεθνώς αποτελεί αναμφισβήτητο ένα διογκούμενο τομέα που συνεχώς κερδίζει έδαφος παγκοσμίως και όχι τοπικά.

Σημαντική πτυχή της Κινητής Υγείας είναι η συμβολή της σε μία πιο ισότιμη πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, παρέχοντας λύσεις σε ανθρώπους που κατοικούν σε δυσπρόσιτες περιοχές και χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου. Δύναται επίσης να διευκολύνει την πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας και σε άτομα με αναπηρίες⁹.

Οι βασικές τεχνολογίες που χειρίζονται τις πληροφορίες ενός mHealth συστήματος¹⁰ είναι τα GSM, GPRS, 3G, 4G-LTE, Wi-Fi και WiMAX computer-based

τεχνολογίες και Bluetooth για επικοινωνίες μικρής εμβέλειας. Αυτές οι τεχνολογίες λειτουργούν σε hardware δίκτυα και συμπεριλαμβάνουν κινητά τηλέφωνα ,υπολογιστές (netbooks, tablets,PDAs) , ψηφιακές κάμερες, και αισθητήρες.

Παρά τις ραγδαίες εξελίξεις που υπέστη η υγεία τα τελευταία χρόνια λόγω του mHealth , σήμερα εντοπίζονται αρκετά εμπόδια που δυσκολεύουν την παγκόσμια εξάπλωση της. Ένα βασικό πρόβλημα που εμφανίζεται είναι το κόστος της υλοποίησης mHealth εφαρμογών καθώς και των τεχνολογιών που απαιτούνται για την υποστήριξη των εφαρμογών. Αυτό το κόστος είναι πολλές φορές απαγορευτικό ιδίως για ασθενείς οικονομικά χώρες. Εκτός όμως αυτού, εμπόδιο είναι και οι ίδιοι οι πάροχοι υγείας οι οποίοι διστάζουν να δοκιμάσουν νέες τεχνολογίες και καινοτόμες ιδέες, αλλάζοντα τις καθιερωμένες διαδικασίες.

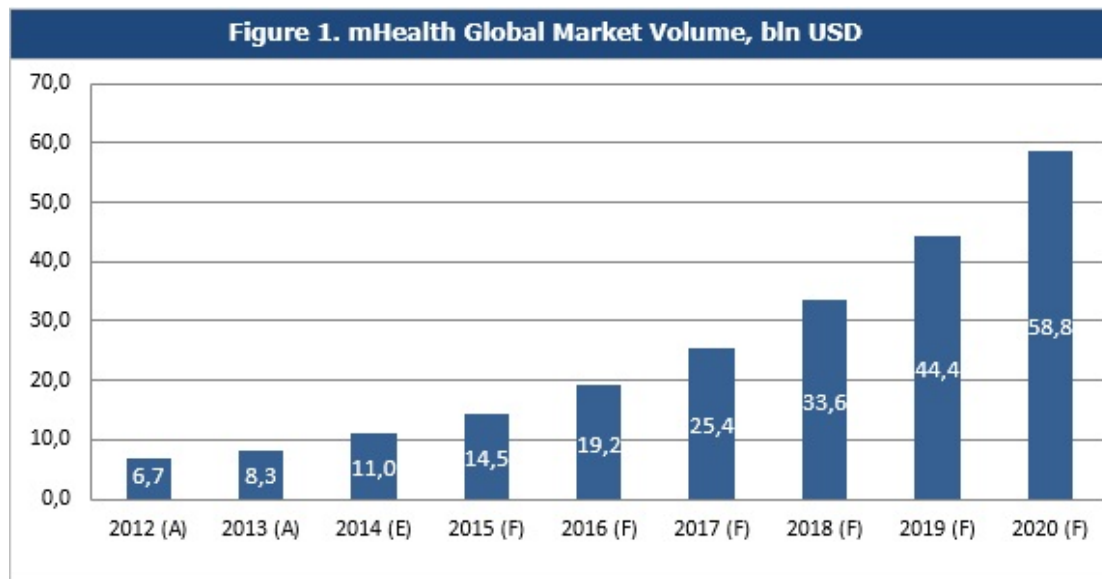
2.2 Η αγορά των εφαρμογών mHealth

Από το 2000, η υπόσχεση για μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης και βελτίωση της υγείας των ασθενών συνδέθηκε με την ηλεκτρονική υγεία και το mHealth. Νέα επιχειρηματικά μοντέλα εμφανίστηκαν γύρω από τις σκοπιές του mHealth όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών και η λήψη ιατρικών συμβουλών μέσω υπολογιστικών συστημάτων. Παρ' όλες τις ιδέες και τις καινοτομίες που επιχειρήθηκαν, η έλλειψη τεχνολογίας ήταν πάντα ένα εμπόδιο που καθυστέρουσε την ένταξη της κινητής υγείας στην ζωή μας. Η ραγδαία ανάπτυξη των mHealth πραγματοποιήθηκε με την εισαγωγή ισχυρών κινητών συσκευών στην αγορά καθώς και με την είσοδο του App Store της εταιρίας Apple στην αγορά το 2008.

Από το 2008 και μετά δόθηκε η δυνατότητα στις mHealth εφαρμογές να αναδείξουν τις δυνατότητές τους σε πρακτικό επίπεδο. Μια αρχή για νέες δυνατότητες στο χώρο της ηλεκτρονικής υγείας καθώς και το έναυσμα για περεταίρω μελέτες μιας και η τεχνολογία ήταν σε θέση να υποστηρίξει ορισμένες δυνατότητες των mobile Health. Η συνέχεια της νέας αυτής μόδας αποδείχθηκε εξαιρετικά αποτελεσματική, πράγμα που παρατηρείται μέσω της παγκόσμιας αγοράς mHealth. Πρόκειται για μια συνεχώς διογκούμενη αγορά που εμφανίζει άνθηση όχι μόνο στις αναπτυγμένες χώρες αλλά ακόμα και στις αναπτυσσόμενες. Οι χρονιές του 2008 μέχρι και σήμερα αποτελούν χρονιές ενημέρωσης του κοινού για τέτοιου είδους εφαρμογές ενώ τα τελευταία χρόνια θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι διανύουμε την φάση της ένταξης μας στις νέες τεχνολογικές προκλήσεις.

Οι έρευνες της παγκόσμιας αγοράς mHealth στο σύνολό τους επικεντρώνονται από την χρονιά του 2012 και ύστερα καθώς από τότε και μετά γίνεται εμφανής η εξάπλωση της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Με βάση την έρευνα που

πραγματοποιήθηκε από την εταιρία Statista το 2014 ¹¹ , η αξία της παγκόσμιας αγοράς εφαρμογών mHealth απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 2: Αξία της παγκόσμιας αγοράς εφαρμογών mHealth¹²

Στην παραπάνω εικόνα προβάλλεται η παγκόσμια ανάπτυξη που εμφανίζουν οι mHealth εφαρμογές μέσω της αξίας τους στην αγορά εκφραζόμενη σε δισεκατομμύρια δολάρια(USD). Μιας και η έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2014 τα έτη 2015 έως 2020 αποτελούν προγνωστικά της μελλοντικής εξέλιξης της αγοράς όπως επίσης και της χρονιάς του 2014 καθώς η έρευνα πραγματοποιήθηκε πριν το τέλος της.

Σύμφωνα με την στατιστική έρευνα της Statista το 2014 η αγορά των mHealth εφαρμογών παρουσιάζει και θα συνεχίσει να παρουσιάζει ανοδική πορεία από το 2012 μέχρι το 2020. Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται πως η αγορά των mHealth εφαρμογών άγγιξε τα 11 δισεκατομμύρια δολάρια(USD) το 2014. Ποσό αυξημένο κατά 32% συγκρινόμενο με την αντίστοιχη αξία της αγοράς το 2013 η οποία ήταν 8.3 δισεκατομμύρια δολάρια και σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή του έτους 2012 με 6.7 δισεκατομμύρια δολάρια.

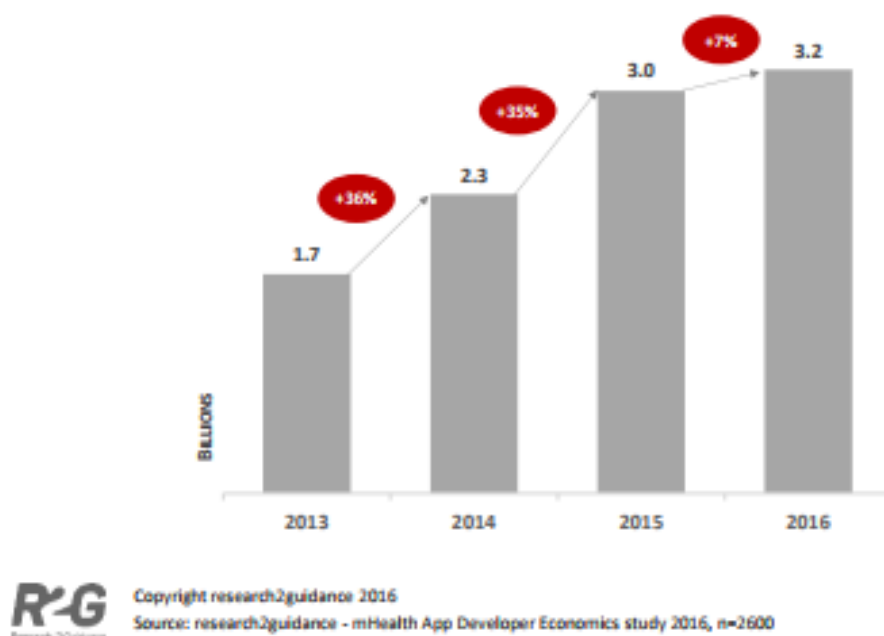
Η προβλεπόμενη πορεία για τα επόμενα χρόνια φαινόταν ενθαρρυντική καθώς μέσω της στατιστικής ανάλυσης, το 2016 (δύο μόλις χρόνια μετά την έρευνα) φαινόταν ότι η παγκόσμια αγορά των mHealth θα διπλασιαζόταν ενώ το 2020 θα έφτανε τα 58.8 δισεκατομμύρια USD. Ποσό, που είναι ιδιαίτερα μεγάλο σε σύγκριση με αυτά προηγούμενων ετών.

Παρόλο της έλλειψης στοιχείων για τα επόμενα χρόνια που ακολούθησαν σχετικά με την παγκόσμια αξία της αγοράς mHealth με βάση την οικονομική σκοπιά,

δεδομένου ότι η έρευνα της Resource2guidance's ⁹ υπολογίζει ότι ο αριθμός των mHealth εφαρμογών το 2016 που εμφανίστηκαν να υπάρχουν σε κύρια App Stores είναι 259.000 σε αντίθεση με αυτές που εμφανίστηκαν το έτος 2015 (που υπολογίστηκαν από την IMS ⁶) και ήταν 160.000, μπορεί να εξαχθεί μια ένδειξη πως η αγορά των mHealth συνεχίζει να διογκώνεται και να εισέρχεται στο χώρο της υγείας ως μέσω βελτίωσης της παρεχόμενης ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης.

Σημαντική ένδειξη της εξέλιξη της αγοράς των mHealth εφαρμογών είναι επίσης και ο αριθμός των εφαρμογών που λήφθηκαν σε κινητές συσκευές τα τελευταία χρόνια. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Resource2guidance's τον Οκτώβριο του 2016 ⁹.

Estimated total downloads of mHealth apps (billions)



Εικόνα 3: Πλήθος (σε δισεκατομμύρια) mHealth εφαρμογών που ελήφθησαν για χρήση σε κινητές συσκευές⁹

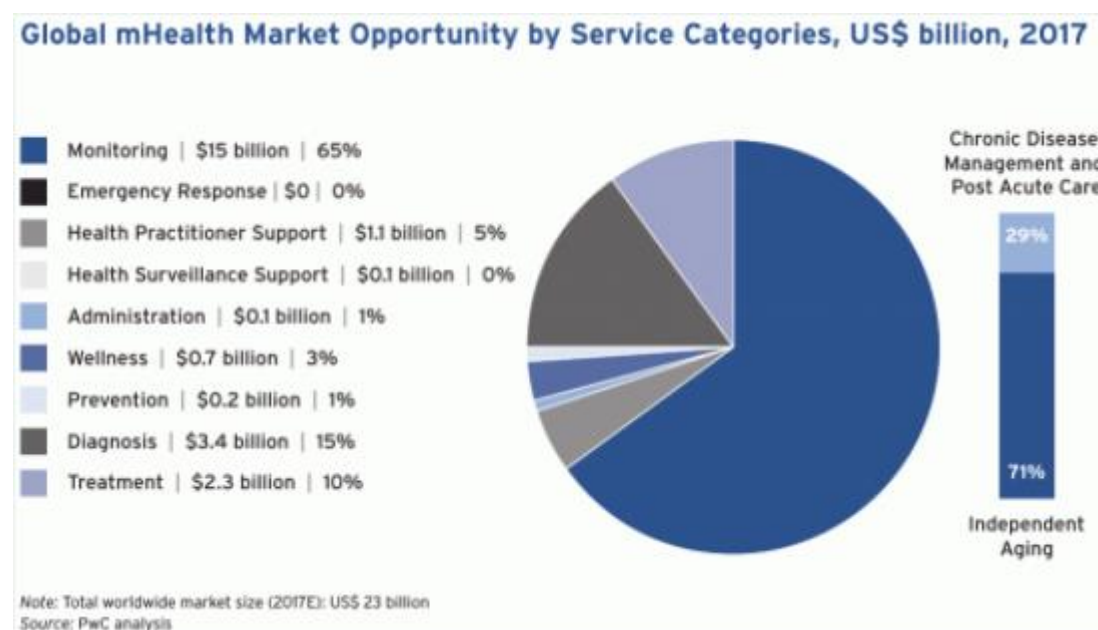
Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας το 2013 το πλήθος των downloads που πραγματοποιήθηκαν υπολογίστηκε στο 1.7 δισεκατομμύρια. Σε διάστημα ενός χρόνου ο αριθμός αυτός αυξήθηκε κατά 36% φτάνοντας 2.3 δισεκατομμύρια. Αντίστοιχη αύξηση εντοπίστηκε και στο έτος του 2015 με το ποσοστό της αύξησης να αγγίζει το 35%. Κατά την χρονιά του 2016 πραγματοποιήθηκε επίσης αύξηση του ποσοστού, ωστόσο η αύξηση αυτή αντιστοιχούσε σε πολύ μικρότερο μέγεθος μην ξεπερνώντας το 7% .

Σύμφωνα με την έρευνα το πλήθος των “downloads” το 2016 ήταν 3.2 δισεκατομμύρια. Αν και το πλήθος συνέχισε να αυξάνεται μέχρι και το 2016, είναι εμφανής η πτώση του ποσοστού των ληφθέντων mHealth εφαρμογών, πράγμα που προβληματίζει σχετικά με την μελλοντική πορεία τους.

Παρόλα αυτά οι μελλοντικές εκτιμήσεις για την εξέλιξη του mHealth είναι ενθαρρυντικές καθώς προβλέπεται αύξηση τόσο στο πλήθος των εφαρμογών που θα κυκλοφορούν, όσο και στην χρησιμοποίησή τους από το ευρύ κοινό. Λόγω του συνεχώς αυξανόμενου αριθμού των χρηστών που έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο και σε τεχνολογικό εξοπλισμό (ιδιαίτερα σε αναπτυσσόμενες χώρες), των βελτιωμένων υπηρεσιών που παρέχονται μέσω αυτών των εφαρμογών κρίνεται ασφαλές να ειπωθεί ότι η αξία της αγοράς mHealth θα συνεχίσει να αυξάνεται τα επόμενα χρόνια. Συγκεκριμένα θεωρείται ότι οι mHealth εφαρμογές θα αποτελούν ένα αναπόσπαστο τμήμα του συστήματος υγείας⁵.

2.3 Η αγορά των mHealth ανά κατηγορία

Οι mHealth εφαρμογές έχουν κερδίσει το ενδιαφέρον της κοινωνίας μιας και η χρήση τους εξυπηρετεί τις ανάγκες των πολιτών και βελτιώνει τον τομέα της υγείας. Η εκάστοτε mHealth εφαρμογή έχει συγκεκριμένο στόχο και απευθύνεται σε συγκεκριμένο κοινό. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζονται οι διάφορες κατηγορίες mHealth εφαρμογών που μπορούν να βρεθούν στα App Stores και η αντίστοιχη ανταπόκριση που βρίσκουν από το κοινό σύμφωνα με την έρευνα της PwC analysis¹³.



Εικόνα 4: Η αγορά mHealth εφαρμογών ανά κατηγορία για το έτος 2017 ¹³

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας της PwC analysis, που πραγματοποιήθηκε, πρώτη σε θέση για το 2017 θα βρίσκεται η κατηγορία που σχετίζεται με την απομακρυσμένη παρακολούθηση των ασθενών. Πρόκειται για ένα τομέα ιδιαίτερα σημαντικό καθώς η απομακρυσμένη πρόσβαση σε ιατροφαρμακευτική περίθαλψη λύνει προβλήματα τόσο σε αναπτυσσόμενες χώρες που το ιατρικό προσωπικό δεν είναι επαρκές όσο και σε αναπτυγμένες χώρες μιας και περιορίζονται τα κρατικά έξοδα για νοσηλεία πολιτών σε νοσοκομεία. Παράλληλα δίνεται η λύση για άτομα απομακρυσμένων περιοχών που η πρόσβασή τους σε υπηρεσίες υγείας είναι δύσκολη. Η απομακρυσμένη περίθαλψη φαίνεται ιδιαίτερα σημαντική και αυτό αποτυπώνεται από την συντριπτική διαφορά που διαμορφώνει από τις υπόλοιπες κατηγορίες καθώς αποσπά το 65% της παγκόσμιας αγοράς των mHealth.

Δεύτερη στην κατάταξη είναι οι εφαρμογές mHealth που αποσκοπούν σε διαγνωστικούς σκοπούς με 15% ενώ στην τρίτη θέση με 10% της αγοράς εμφανίζονται οι εφαρμογές που σχετίζονται με την θεραπεία των νοσημάτων.

Οι υπόλοιπες κατηγορίες αποσπούν ιδιαίτερα μικρό ποσοστό της αγοράς μην ξεπερνώντας το 10% συνολικά. Συγκεκριμένα εφαρμογές που σχετίζονται με την υποστήριξη των επαγγελματιών υγείας καταλαμβάνουν την τέταρτη θέση με μόλις 5% ενώ με 3% φαίνεται να αντιστοιχεί η αγορά εφαρμογών που σχετίζονται με τον υγιή τρόπο διαβίωσης.

Οι υπόλοιπες τρεις κατηγορίες, πρόληψη ασθένειας, διαχείριση ασθένειας, επιτήρηση, μοιράζονται ένα ιδιαίτερα μικρό ποσοστό της αγοράς που δεν ξεπερνά το 1%.

2.4 mHealth φορητά συστήματα και πλατφόρμες

Ένα κλασικό μοντέλο υποδομής mHealth περιλαμβάνει τέσσερα κύρια μέρη ¹⁴:

- ✓ την hardware εφαρμογή
- ✓ την εφαρμογή λογισμικού
- ✓ τα πρωτόκολλα ασύρματης σύνδεσης
- ✓ και τα συνεργατικά λογισμικά mHealth .

2.4.1 Hardware εφαρμογή

Το υλικό (hardware) ενός συστήματος mHealth αποτελείται από τρία βασικά μέρη. (I) Ένα σύνολο από wearables ή wireless αισθητήρες ως ιατρικό εξοπλισμό

που είναι συνδεδεμένα με μικροεπεξεργαστές (II) τα smartphones (III) υπολογιστές και servers.

- I. Το πρώτο μέρος αποτελείται από ένα σύνολο ασύρματων ιατρικών αισθητήρων που μετρούν διάφορα βιοσήματα που σχετίζονται με την κατάσταση υγείας των ασθενών όπως πίεση αίματος, τον καρδιακό παλμό, τον κορεσμό σε οξυγόνο και την θερμοκρασία. Αυτοί οι αισθητήρες μπορεί να είναι είτε εμφυτευμένοι είτε να συνδέονται με το σώμα του ασθενούς. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας ηλεκτροκαρδιογραφήματος χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του ρυθμού και της κανονικότητας των καρδιακών παλμών, της παρουσίας οποιασδήποτε βλάβης στην καρδιά, και τις επιπτώσεις των φαρμάκων ή συσκευών που χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση των καρδιακών παλμών.
- II. Το δεύτερο μέρος του υλικού είναι τα smartphones. Το smartphone ενεργεί ως κόμβος ελέγχου στο δίκτυο μεταξύ των δύο τμημάτων της υποδομής. Στο τμήμα του ασθενή, το ένα smartphone λειτουργεί ως αποστολέας ενώ στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης το smartphone δρα ως δέκτης.
- III. Το τρίτο μέρος είναι οι υπολογιστές και οι servers, τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε ένα ιατρείο, στην κλινική, στο νοσοκομείο ή σε κάποια απομακρυσμένη υπηρεσία καταγραφής δεδομένων. Συνήθως ένας μικροελεγκτής παρακολουθεί τις μετρήσεις των φορετών αισθητήρων και συγκρίνει τις μετρήσεις με τα αποδεκτά όρια και στέλνει μόνο τα μη συνηθισμένα γεγονότα στον server μέσω ενός smartphone. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η κλινική/νοσοκομείο συλλέγει τα δεδομένα από το διακομιστή για περαιτέρω δράση.

2.4.2 Εφαρμογές Λογισμικού

Οι εφαρμογές λογισμικού αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των smartphones. Κάθε λειτουργικό σύστημα ενός smartphone διαθέτει ένα ηλεκτρονικό κατάστημα μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να αγοράσει ή να κατεβάσει εφαρμογές αυξάνοντας έτσι τη λειτουργικότητά του. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες: (I) διαχείρισης ροής εργασίας σε νοσοκομείο (II) ιατρικής αναφοράς και (III) διαχείριση της υγείας και την ευεξίας.

- I. Διαχείρισης ροής εργασίας σε νοσοκομείο

Οι εφαρμογές διαχείρισης της ροής εργασίας σε νοσοκομείο βοηθούν το ιατρικό προσωπικό στις καθημερινές του δραστηριότητες, όπως στην πρόσβαση εξ' αποστάσεως αρχείων ιστορικού της υγείας των ασθενών ή την φαρμακευτική τους αγωγή.

II. Εφαρμογές Ιατρικής αναφοράς

Οι ιατρικές εφαρμογές αναφοράς βοηθάνε τους επαγγελματίες γιατρούς και άλλους χρήστες στην εξεύρεση πληροφοριών που σχετίζονται με ένα ευρύ φάσμα ιατρικών θεμάτων, όπως η αναισθησιολογία, η καρδιολογία και η δερματολογία.

III. Διαχείριση Υγείας και Ευεξίας

Ένα ποσοστό των εφαρμογών υγείας για smartphones αφορά την διαχείριση της υγείας και της ευεξίας. Τέτοιες εφαρμογές περιλαμβάνουν την φροντίδα του βρέφους, τη διατροφή, την υπενθύμιση της φαρμακευτικής αγωγής, την υγεία των γυναικών, την προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης, το άγχος, τον έλεγχο της ακοής, την διακοπή του καπνίσματος, τον ύπνο, την ψυχική υγεία, καθώς και τη διαχείριση χρόνιων ασθενειών κ.α.

2.4.3 Πρωτόκολλα ασύρματου δικτύου

Τα smartphones χρησιμοποιούν μια ποικιλία από τεχνικές και πρωτόκολλα επικοινωνίας για να επικοινωνούν με άλλα smartphones, συσκευές (π.χ. ιατρικών αισθητήρες), και υπολογιστές. Παραδείγματα τέτοιων πρωτοκόλλων είναι το Wi-Fi (το οποίο αναφέρεται στα πρότυπο ασύρματου Ethernet 802.11b για ασύρματο τοπικό δίκτυο) και το Bluetooth (το οποίο είναι μια τεχνολογία της οποίας το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας σε δίκτυο περιοχής είναι το PAN και χρησιμοποιεί το IEEE 802.15.1 πρότυπο).

2.4.4 Συνεργατικό λογισμικό mHealth

Οι ασθενείς μπορούν να χρησιμοποιούν τα smartphones για να έχουν πρόσβαση στα προσωπικά αρχεία της υγείας τους (PHR), τα οποία περιλαμβάνουν τις ιατρικές τους πληροφορίες από διάφορες πηγές, όπως ασφάλιση και φαρμακευτικά δεδομένα, καθώς και ηλεκτρονικά μητρώα υγείας (EHRs). Συνηθίζεται, τα EHRs να περιέχουν ολόκληρο το ιστορικό υγείας του ασθενούς που μπορεί να μοιραστεί μεταξύ των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης (π.χ. γιατροί). Προφανώς, τα συστήματα PHR δεν είναι χρήσιμα μόνο στο να περιέχουν στατικές καταχωρήσεις πληροφοριών για τον ασθενή αλλά συνδυάζονται με εργαλεία λογισμικού που επιτρέπουν στους ασθενείς να καταστούν ενεργοί συμμετέχοντες στην ίδια τους τη φροντίδα. Ως εκ τούτου, από την πρόσβαση στο PHR από τα smartphones οι γιατροί και οι ασθενείς μπορούν να μοιράζονται τις πληροφορίες. Πολλές εφαρμογές smartphone επιτρέπουν στους γιατρούς να επανεξετάσουν τα αρχεία των ασθενών, να κάνουν συνταγογραφήσεις και να παρέχουν ταχύτερη απόκριση όταν είναι μακριά από τα γραφεία τους. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι: Care360 Mobile, Allscripts Remote, Atlas Mobile, Mobile IQMax, iMedDoc EMR, και Acumen Mobile. Πολλές εταιρείες, στις μέρες μας, προσφέρουν

εφαρμογές ή διασυνδέσεις με EHRs, επιτρέποντας στους γιατρούς να μετατρέπουν την ομιλία τους σε αναγνώσιμο κείμενο και να το προσθέτουν στο αρχείο της υγείας του ασθενούς.

2.5 Δυνατότητες mHealth υπηρεσιών σε smartphones

Τα smartphones προσφέρουν πολλά εξελιγμένα χαρακτηριστικά που είναι ιδιαίτερα απαραίτητα για απομακρυσμένες και τυποποιημένες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης. Παρακάτω θα γίνει αναφορά σε μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά και τη χρήση τους στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης¹⁴.

Μηνύματα κειμένου : Τα γραπτά μηνύματα ή υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων, SMS, είναι μια υπηρεσία που επιτρέπει την δημιουργία μηνυμάτων που μπορούν να αποσταλούν από ένα smartphone σε σχεδόν οποιαδήποτε άλλη smartphone συσκευή σε όλο τον κόσμο. Τα SMS, μιας και υποστηρίζονται από όλα τα smartphones, χρησιμοποιούνται όχι μόνο στις αναπτυγμένες χώρες, αλλά και στις αναπτυσσόμενες χώρες καθώς το κινητό έχει διεισδύσει στην καθημερινότητα των χρηστών σε ποσοστό σχεδόν 70%. Αυτή η ευρεία χρήση κάνει το γραπτά μηνυμάτων την πιο αποδεκτή τεχνολογία στη χρήση των κινητών στην υγειονομική περίθαλψη. Τα γραπτά μηνύματα έχουν υιοθετηθεί ευρέως ως τεχνολογία στην υγεία για δύο λόγους: (i) με τα μηνύματα κειμένου πραγματοποιείται η παράδοσή τους χωρίς οποιαδήποτε ιδιαίτερη προσπάθεια εκ μέρους του παραλήπτη (ii) Τα μηνύματα κειμένου μπορούν να αποστέλλονται και λαμβάνονται τόσο από τηλέφωνα όσο και από τους υπολογιστές.

Κάμερες : Στην σημερινή εποχή, η κάμερα έχει επικρατήσει σε όλων των ειδών τα κινητά τηλέφωνα, ιδίως σε smartphones. Παρόλο που η ποιότητα των φωτογραφικών μηχανών του τηλεφώνου εξακολουθεί να είναι κατώτερη από την ποιότητα στις αποκλειστικά ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, η συνεχής διαθεσιμότητά τους, κάνει την κάμερα του τηλεφώνου ένα χρήσιμο εργαλείο για τη συλλογή πληροφοριών ιατρικού χαρακτήρα. Μέχρι στιγμής, οι παρεμβάσεις στην υγεία έχουν χρησιμοποιήσει φωτογραφικές μηχανές με τρεις βασικούς τρόπους: (i) ως εναλλακτικός τρόπος για την καταγραφή συμπεριφορών υγείας, όπως η κατανάλωση τροφής, (ii) ως τρόπος για να παρέχουν στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης επιπλέον πληροφορίες σχετικά με μια κατάσταση, όπως η εμφάνιση των βλαβών ψωρίασης, και (iii) ως ένας τρόπος για να τεκμηριώσει περιστάσεις σχετικές με την αυτοδιαχείριση του ασθενή, όπως παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ικανότητα των διαβητικών ασθενών για την αποτελεσματική διαχείριση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα τους. Οι υψηλής ακρίβειας κάμερες που διαθέτουν τα σύγχρονα smartphone επιτρέπουν στους χρήστες να καταγράψουν περιστατικά με υψηλή ευκρίνεια. Για παράδειγμα, ο τομέας της

υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να χρησιμοποιήσει υψηλής ευκρίνειας σαρώσεις απεικονίζοντας το δέρμα και τα μάτια για απομακρυσμένη διάγνωση και πρόληψη.

Αυτοματοποιημένη Ανίχνευση : Σχεδόν στο σύνολό τους τα σύγχρονα smartphones μπορούν να συνδεθούν με συσκευές ανίχνευσης μέσω Bluetooth, WiFi ή άλλης μορφής επικοινωνίας. Με αυτό τρόπο, τα smartphones μπορούν να συνδεθούν με πιεσόμετρα, μετρητές γλυκόζης, φορητά ηλεκτροκαρδιογραφήματα, βηματόμετρα και με εξοπλισμό γυμναστικής. Ένα smartphone που είναι συνδεδεμένο με τέτοιες συσκευές μπορεί να δράσει ως πομπός/δέκτης και να αποθηκεύει χρήσιμα δεδομένα για τον γιατρό που επιβλέπει τον ασθενή. Τα τελευταία χρόνια σε ένα μεγάλο αριθμό smartphones έχουν ενσωματωθεί αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρα και GPS, που παρέχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν τις συμπεριφορές των χρηστών ακόμη και χωρίς τη χρήση μιας εξωτερικής συσκευής. Για παράδειγμα, η εφαρμογή iPhone RunKeeper χρησιμοποιεί ενσωματωμένο GPS για να παρακολουθεί αυτόματα τους χρήστες πόσο τρέχουν ή πόσο κάνουν ποδήλατο, να δημιουργεί χάρτες για τις διαδρομές που κάνουν, και να υπολογίζει πόσες θερμίδες καίνε κατά τη διάρκεια της άθλησης.

Πρόσβαση στο Internet : Με τη δυνατότητα των smartphones να συνδέονται στο internet με ένα απλό πάτημα κουμπιού, σημαίνει ότι τα δεδομένα των χρηστών, όπως τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα, μπορούν να αποσταλούν στους server επιτρέποντας έτσι την έγκαιρη ανίχνευση κρίσιμων και επικίνδυνων γεγονότων. Τα δεδομένα μπορούν επίσης να φορτωθούν σε ιστοσελίδες όπου οι χρήστες μπορούν να δουν εύκολα και να επεξεργαστούν τις πληροφορίες τους. Η χρήση διαδικτυακών πόρων καθιστά ευκολότερο να κρατήσει το περιεχόμενο της παρέμβασης ενήμερο, χωρίς να απαιτείται από τους χρήστες επανειλημμένα να εγκαθιστούν ενημερώσεις για τις νέες εκδόσεις της εφαρμογής.







Υβριδικά Smartphones : Οι ταχείς ρυθμοί της εισχώρησης του κλάδου της υγείας στην βιομηχανία των κινητών συσκευών δημιούργησε την ανάγκη για δημιουργία ενός συνόλου από ιατρικές συσκευές που μπορούν να προσαρτηθούν σε smartphones για να εκτελέσουν ειδικές λειτουργίες. Παρακάτω εντοπίζονται ορισμένα παραδείγματα από τέτοιου είδους ιατρικές συσκευές που προσαρμόζονται σε κινητές συσκευές.

Ιατρικές συσκευές	Περιγραφή ιατρικών συσκευών
Cellscope	Το Cellscope χρησιμοποιείται ως επιπρόσθετο μέρος στην κινητή συσκευή επιτρέποντας την μετατροπή του σε ένα υψηλής ανάλυσης μικροσκόπιο χειρός που είναι ικανό να διαγνώσει την νόσο επί τόπου και στην συνέχεια να την μεταδώσει ασύρματα σε κλινικές για απομακρυσμένη διάγνωση και θεραπεία (Εικόνα 5(a))

Microskia	Το Microskia είναι ένα περιφερειακού τύπου μικροσκόπιο που προορίζεται για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Μάλιστα η συσκευή έχει δοκιμαστεί στην Αφρική αποδείχθηκε ότι είναι χρήσιμη. (Εικόνα 5(b)) .
Agamatrix's IBGStar	Το IBGStar είναι ένας μετρητής σακχάρου στο αίμα. Συνδέεται με το iPhone από την Sanofi, με τη μονάδα plugin κατασκευασμένη από το Agamatrix. Το Agamatrix προσφέρει ήδη μια τέτοια εφαρμογή για τους χρήστες του iPhone μέσω της Wavesense. (Εικόνα 5(c)).
Glucophone	Το Glucophone είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα κινητού τηλεφώνου και μετρητής γλυκόζης. Εισήχθη το 2006 σε ορισμένα κινητά τηλέφωνα τύπου LG μαζί με το Glucopack που τοποθετείται στην πίσω πλευρά της συσκευής. Οι χρήστες τοποθετούν την ταινία σε μια μικρή σχισμή στην πλευρά του GlucoPak, με τα αποτελέσματα να βγαίνουν σε δευτερόλεπτα αργότερα στην ιστοσελίδα HealthPia και να αποθηκεύονται με ασφάλεια εκεί. Τα αποτελέσματα μπορεί να αποσταλούν αυτόματα στο γιατρό, ή σε μέλος της οικογένειας σε πραγματικό χρόνο (Εικόνα 5(d)) .
NETRA	Το Netra, είναι ένα νέο σύστημα για την συνταγογράφηση γυαλιών. Πρόκειται για ένα εργαλείο για την διαθλαστική αξιολόγηση των ματιών. Το Netra είναι μια εφεύρεση που δημιουργήθηκε από μια ομάδα ερευνητών στο MIT και χρησιμοποιεί ένα smartphone και ένα πλαστικό εξάρτημα φακού. Ένας χρήστης/ασθενής κοιτά μέσα από το φακό που συνδέεται με το smartphone και τρέχει μια εφαρμογή που δείχνει δύο παράλληλες γραμμές, η μία είναι κόκκινη και η άλλη είναι πράσινη. Ο χρήστης χρησιμοποιεί τα πλήκτρα βέλους στο smartphone για να ρυθμίσει την εικόνα μέχρι οι δύο γραμμές να επικαλυφθούν. Στο σημείο αυτό, το smartphone παίρνει τις απαραίτητες πληροφορίες που το Netra παρέχει και παράγει μια συνταγογράφηση για το μάτι (εικόνα 5(e)).
	Η χρήση του Smartphone ως φορητή (wearable) κάμερα έχει την δυνατότητα να συλλέγει δεδομένα από τους αισθητήρες συνεχώς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επιπλέον γίνεται εφικτός ο αυτόματος εντοπισμός

<p>Το Smartphone ως φορητή κάμερα</p>	<p>συγκεκριμένων ημερήσιων δραστηριοτήτων χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της εικόνας και της πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τον αισθητήρα. Το smartphone περιλαμβάνει αισθητήρες που μπορεί να τραβήξουν εικόνες σε πραγματική κίνηση έχοντας λογισμικό που συλλαμβάνει φωτογραφίες σε ένα ρυθμιζόμενο ρυθμό μαζί με τη συλλογή δεδομένων από όλους τους διαθέσιμους αισθητήρες που είναι ενσωματωμένοι στο smartphone (εικόνα 5(f)).</p>
--	--

Πίνακας 1: Ενσωματωμένα ιατρικά εργαλεία σε smartphones

Sample smartphones-mhealth equipment	
<p>Scopes</p>	<div data-bbox="497 748 775 1008">  <p>(a) Cell-scope</p> </div> <div data-bbox="935 766 1235 1008">  <p>(b) Microskia</p> </div>
<p>Glucose meter</p>	<div data-bbox="555 1106 721 1379">  <p>(c) Agamatrix's IBGStar</p> </div> <div data-bbox="1034 1106 1171 1379">  <p>(d) Glucophone</p> </div>
<p>Others</p>	<div data-bbox="507 1473 775 1693">  <p>(e) NETRA</p> </div> <div data-bbox="948 1482 1235 1693">  <p>(f) Smartphone as Wearable Cameras</p> </div>

Εικόνα 5: Ενσωματωμένα ιατρικά εργαλεία σε smartphones

2.6 Κοινωνικά οφέλη από την χρήση mHealth εφαρμογών

Οι τεχνολογίες mHealth έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν θετικά αποτελέσματα τόσο στα άτομα ως αυτόνομες μονάδες όσο και στο κοινωνικό σύνολο¹⁰. Με βάση την κατηγοριοποίηση της World Bank, οι περιοχές στις οποίες η m-Health συμβάλει δραστικά είναι :

❖ Βελτίωση της ποιότητας Υγείας και της πρόσβασης σε αυτή

Υποστήριξη Θεραπείας : Οι εφαρμογές mHealth διαθέτουν δυνατότητες για υποβοήθηση και καταπολέμηση προβλημάτων υγείας που αφορούν μολυσματικές και χρόνιες ασθένειες. Μια από αυτές είναι μια εφαρμογή η οποία υπενθυμίζει στον ασθενή ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την πρόσληψη φαρμακευτικής αγωγής. Η υπενθύμιση γίνεται είτε μέσω sms είτε μέσω τηλεφωνικής κλήσης.

Καταγραφή Ασθενών : Η χρήση ψηφιακών ιατρικών δεδομένων μέσω κινητών εφαρμογών βοηθά στην καταγραφή των ασθενειών καθώς και στην μείωση των λαθών στην διάγνωση, θεραπεία και συνταγογράφηση. Οι ασθενείς μπορούν να καταγραφούν σε ένα κεντρικό σύστημα μέσω του οποίου οι πάροχοι υγείας μπορούν να αντλούν σημαντικές πληροφορίες για τον ασθενή αλλά και να ανανεώνουν τα καταγεγραμμένα δεδομένα.

Υπηρεσίες επείγων ανάγκης : Η κινητή τεχνολογία επεκτείνει την πρόσβαση σε ιατρική βοήθεια και βελτιώνει τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης οι οποίες γίνονται αμεσότερα προσβάσιμες σε επείγοντα περιστατικά.

Διαχείριση προμηθειών : Εφαρμογές που συλλέγουν πληροφορίες για την πώληση και το πλήθος των προμηθειών βοηθούν στην ενημέρωση για την διαθεσιμότητα των προϊόντων. Αντίστοιχα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την καταγραφή της αποστολής φαρμακευτικών προϊόντων και την παρακολούθηση της διανομής τους. Τέλος οι καταναλωτές μπορούν να ελέγξουν την τιμή του προϊόντος και των υπηρεσιών καθώς επίσης και να προστατευτούν από παραποιημένα προϊόντα που παρανόμως κυκλοφορούν στην αγορά και μπορούν να βλάψουν την υγεία τους.

❖ Δημιουργία αποδοτικότερου τομέα Υγείας

Υποστήριξη της νοσοκομειακής λήψης αποφάσεων : Τα εργαλεία που διαθέτουν οι κινητές συσκευές μπορούν να βοηθήσουν τους παρόχους υγείας στην παροχή θεραπειών με σωστές και αποδοτικές μεθόδους, με χρήση διεθνών πρωτοκόλλων υγείας και με την επίγνωση του ιστορικού του ασθενούς.

Αποδοτικότερη καταγραφή ασθενειών : Οι πάροχοι υγείας δεν χρειάζεται να δαπανούν πολύτιμο χρόνο απασχολημένοι με γραφειοκρατικά θέματα, αλλά αντίθετα μπορούν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες του mobile Health προκειμένου να παρέχουν αποτελεσματική ιατρική βοήθεια καθώς διαθέτουν στην

κατοχή τους ιατρικά δεδομένα του ασθενή. Σύμφωνα με έρευνες τα tablet και οι κινητές συσκευές μπορούν να “σώσουν” έως και το 30% του χρόνου¹⁵ που δαπανούν οι πάροχοι υγείας λόγω της εύκολης εισόδου σε ιατρικά στοιχεία ασθενών και εύκολης ανάλυσής αυτών. Επιπλέον η καταγραφή των ηλεκτρονικών δεδομένων μειώνει τον αριθμό των σφαλμάτων των παρόχων υγείας και των φαρμακοποιών κατά την διαδικασία της διάγνωσης, θεραπείας και συνταγογράφησης των φαρμάκων.

❖ **Καταγραφή και χρήση ιατρικών πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο**

Επιτήρηση : Η συλλογή ευαίσθητων ιατρικών δεδομένων είναι όλο και πιο συχνή δίνοντας την δυνατότητα στους γιατρούς να πάρουν αποφάσεις σχετικά με τους ασθενείς χωρίς να χρειαστεί να συναντηθούν.

Διαχείριση καταστροφικών φαινομένων : Έπειτα από κάποια φυσική καταστροφή η mHealth τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την συλλογή πληροφοριών και την άμεση ιατροφαρμακευτική περίθαλψη των πληγέντων περιοχών.

❖ **Πρόληψη ασθενειών και προώθηση δημόσιας υγείας**

Πρόληψη ασθενειών : Κατά την περίοδο ενός καταστροφικού φαινομένου, τα άτομα των πληγέντων περιοχών μπορούν να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές mHealth για να αναφέρουν περιστατικά έκτακτης ανάγκης. Παράλληλα, οι καταναλωτές μέσω αυτών μπορούν να λάβουν πληροφορίες σχετικά με περιοχές που υπάρχουν εγκαταστάσεις ιατρικού ενδιαφέροντος. Τέλος οι εφαρμογές που εμπεριέχουν κοινωνικές δικτυώσεις ωθούν την δημιουργία μιας άμεσης επαφής ανάμεσα σε ασθενείς και στους παρόχους υγείας, επιτρέποντας έτσι την ανταλλαγή γνώσεων, απόψεων και εμπειριών

Ενημέρωση : Σε πολλές χώρες υπάρχουν mHealth εφαρμογές όπως παιχνίδια, κουίζ και άλλα, τα οποία παρέχουν εμμέσως ιατρικές πληροφορίες. Η Young Africa Live είναι μια πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης στην in South Africa, η οποία παρέχει πληροφορίες σχετικά με ασθένειες όπως το HIV/AIDS χρησιμοποιώντας διασκεδαστικά και κοινωνικά θέματα.

2.7 Στρατηγικές ανάπτυξης εφαρμογών mHealth

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη εφαρμογών mHealth αποτελεί μια σύνθετη και πολυδιάστατη διαδικασία. Στον ακόλουθο πίνακα συγκεντρώνεται ένα σύνολο στρατηγικών οι οποίες μπορούν να ακολουθηθούν κατά τα στάδια σχεδιασμού και ανάπτυξης προκειμένου να τηρηθεί μια δομημένη διαδικασία δημιουργίας μιας αξιόπιστης και χρήσιμης ιατρικής εφαρμογής με ισχυρή παρουσία στο χώρο των

ηλεκτρονικών καταστημάτων¹⁴. Θεωρείται ευρέως ότι η επιτυχής εφαρμογή των παρακάτω στρατηγικών θα οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές και φιλικές προς τους χρήστες εφαρμογές συμβάλλοντας γενικά με μια θετική επίδραση στον χώρο της υγείας.

Στρατηγικές	Ενέργειες
Μελέτη χαρακτηριστικών των χρηστών	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Προσδιορισμός τύπου χρηστών. ❖ Προσδιορισμός αναγκών χρηστών. ❖ Συμμετοχή χρηστών κατά το σχεδιασμό
Καταγραφή των περιεχομένων της εφαρμογής	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Τοποθέτηση των σημαντικών πληροφοριών σε εμφανή σημεία. ❖ Σύντομη περιγραφή της ιατρικής κατάστασης στην οποία απευθύνεται η εφαρμογή. ❖ Διατήρηση θετικού και ρεαλιστικού ύφους κειμένου. ❖ Σημείωση βημάτων δράσης. ❖ Χρήση απλής γλώσσας όταν η εφαρμογή απευθύνεται σε απλούς χρήστες. <ul style="list-style-type: none"> ❖ Χρήση καθημερινού λεξιλογίου. ❖ Χρήση προσωπικών αντωνυμιών. ❖ Αποφυγή χρήσης τεχνικών ή σύνθετων ιατρικών όρων. ❖ Χρήση ενεργητικής φωνής. ❖ Χρήση ενεστώτα. ❖ Χρήση σύντομων προτάσεων: 15-20 λέξεις.
Σαφής και ευδιάκριτη εμφάνιση των περιεχομένων	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Περιορισμός μεγέθους παραγράφων. ❖ Χρήση λιστών. ❖ Χρήση προσανατολιστικών επικεφαλίδων. ❖ Χρήση οικείων και ευδιάκριτων γραμματοσειρών. ❖ Χρήση λευκού χώρου. ❖ Στοιχίση του περιεχομένου στο κέντρο της οθόνης. ❖ Εμφανής διαφοροποίηση των συνδέσμων. ❖ Χρήση εικόνων. ❖ Χρήση χρωμάτων που ενισχύουν την

	<p>αντίθεση. Αποφυγή σκούρων επιφανειών.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Παροχή προσβασιμότητας σε άτομα με ειδικές ανάγκες.
Οργάνωση και Απλοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Δημιουργία μιας απλής και ενδιαφέρουσας αρχικής σελίδας. ❖ Εύκολη πλοήγηση στην αρχική οθόνη και στο βασικό μενού. ❖ Εμφανής τοποθέτηση της επιλογής επιστροφής σε προηγούμενη οθόνη. ❖ Χρήση γραμμικών μονοπατιών στη ροή πληροφορίας. ❖ Συμπερίληψη απλής λειτουργίας αναζήτησης και περιήγησης. ❖ Ενσωμάτωση συμβατότητας με άλλες εφαρμογές (π.χ. email, ημερολόγιο, χάρτες) με βάση την ανατροφοδότηση των χρηστών.
Διευκόλυνση χρηστών	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Απλοποίηση του ελέγχου της οθόνης και διακριτό μέγεθος κουμπιών ενεργειών. ❖ Συμπερίληψη διαδραστικού περιεχομένου το οποίο προσαρμόζεται ως ένα βαθμό από τους χρήστες. ❖ Ενσωμάτωση ήχου και οπτικών χαρακτηριστικών. ❖ Ενσωμάτωση, σε ορισμένες περιπτώσεις, νέων μέσων όπως τα μηνύματα κειμένου ή Twitter.
Αξιολόγηση και αναθεώρηση	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Συμπερίληψη στις δοκιμές ευχρηστίας χρηστών με περιορισμένες τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες, χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης. ❖ Επιλογή έμπειρων συμβούλων. ❖ Εξέταση της αποτελεσματικότητας. ❖ Δημιουργία ερωτηματολογίων που στηρίζονται σε δοκιμές.

Πίνακας 2: Στρατηγικές ανάπτυξης mHealth εφαρμογών

2.8 Εμπόδια στην ανάπτυξη του mHealth

Παρ' όλα τα πολλαπλά οφέλη της ανάπτυξης και εξέλιξης της φορητής τεχνολογίας στις υπηρεσίες υγείας και ιατρικής, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εμποδίων που

ακόμα πρέπει να ξεπεραστεί ώστε να φτάσουμε στα επιθυμητά αποτελέσματα^{14 16}. Τα σημαντικότερα αυτών είναι:

Έλλειψη ενδιαφέροντος από ένα μέρος ιατρών για τις mHealth εφαρμογές: Οι εταιρείες τεχνολογίας που εξειδικεύονται στον κλάδο της Υγείας υποστηρίζουν πως ο συντηρητισμός των ιατρικών επαγγελματιών καθυστερεί την υιοθέτηση νέων προσεγγίσεων μέσω της χρησιμοποίησης της υπάρχουσας τεχνολογίας. Σύμφωνα με τους Hoyt R., Reifman J., Coster T. και Buller M. (2002), οι αρμόδιοι φορείς και οι ρυθμιστικοί οργανισμοί διστάζουν για την εισαγωγή υπηρεσιών και εφαρμογών οι οποίες δεν έχουν δοκιμαστεί επαρκώς και ανησυχούν σχετικά με το κατά πόσο οι εταιρείες τεχνολογίας γνωρίζουν σε βάθος τις ιατρικές δομές και διαδικασίες. Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με στατιστικές έρευνες¹⁷ το τελευταίο διάστημα φαίνεται μια μεγάλη κινητοποίηση από την μεριά των ιατρών καθώς πλέον όλο και περισσότεροι εμφανίζονται πρόθυμοι να αξιοποιήσουν τέτοιου είδους τεχνολογίες.

Τμηματοποίηση των φορητών συσκευών: Η τμηματοποίηση οδηγεί σε πρακτικές δυσκολίες στην ανάπτυξη εφαρμογών λογισμικού. Σύμφωνα με τους Heeks R. Και Jagun A. (2008), “μια εφαρμογή χρειάζεται να υλοποιηθεί ώστε να τρέχει σε δεκάδες διαφορετικές πλατφόρμες, συσκευές και λειτουργικά συστήματα ώστε να επιτύχει την διείσδυση που απαιτείται για να είναι εμπορικά αποδεκτή και αποδοτική”. Επειδή οι νέες, προηγμένες εφαρμογές έχουν δικά τους επίπεδα που σχετίζονται με την ασφάλεια, την προστασία, τη δικτύωση κλπ., υπάρχει ο κίνδυνος οι εφαρμογές που θα επικρατήσουν να μην είναι οι βέλτιστες λειτουργικά και χρηστικά, αλλά απλά αυτές με τα κυρίαρχα εσωτερικά επίπεδα.

Δικτυακή διαθεσιμότητα: Για την πλειοψηφία των εφαρμογών του mHealth, απαραίτητη είναι η αξιόπιστη δικτυακή πρόσβαση. Εξίσου σημαντική για πολλές από αυτές, είναι και η ταχύτητα λήψης και αποστολής των δεδομένων. Υπάρχουν περιοχές όπου τα παραπάνω χαρακτηριστικά δεν είναι πάντοτε διαθέσιμα.

Κόστος συσκευών και υπηρεσιών: Παρόλο που το κόστος των φορητών συσκευών οι οποίες μπορούν να τρέξουν τις πλέον χρήσιμες εφαρμογές δεν είναι μεγάλο και τα περισσότερα άτομα μπορούν να αγοράσουν μια κινητή συσκευή, δεν σημαίνει ότι όλοι έχουν την ίδια δυνατότητα. Το πρόβλημα αυτό εντοπίζεται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό σε πληθυσμούς της Αφρικής αλλά και σε υπανάπτυχτες χώρες ανά τον πλανήτη .

Ασφάλεια των προσωπικών δεδομένα: Οι mHealth εφαρμογές διαχειρίζονται (αποθηκεύουν ,διατηρούν, επεξεργάζονται) απόρρητα δεδομένα και στοιχεία. Η σημαντικότητα των στοιχείων αυτών κάνει τους καταναλωτές ιδιαίτερα ανήσυχους για τους κινδύνους που διατρέχουν μέσω της ηλεκτρονικής διαχείρισης των αρχείων τους . Δεδομένης της ευαισθησίας των πληροφοριών οι mHealth

εφαρμογές θα πρέπει να παρέχουν συγκεκριμένες και προσαρμοσμένες δικλίδες ασφαλείας εμπεριέχοντας στοιχεία της τεχνολογίας, της κρυπτογραφίας, και κατάλληλους μηχανισμούς για την αναγνώριση της αυθεντικότητας των ασθενών¹⁸. Ορισμένες από τις κινητές συσκευές διαθέτουν περιορισμένες δυνατότητες ασφαλείας και δεν μπορούν να περιορίσουν περιπτώσεις ανεπιθύμητης πρόσβασης σε ευαίσθητα ιατρικά δεδομένα ή διαθέτουν δύσκολους μηχανισμούς ασφαλείας που μειώνουν την προσβασιμότητα στο ίδιο το κινητό. Το κλίμα ανασφάλειας που δημιουργείτε γύρο από τα προσωπικά δεδομένα των ασθενών προκαλεί την ανησυχία των ατόμων για χρήση τέτοιου είδους εφαρμογών, απωθώντας τους τις περισσότερες φορές από την χρήση αυτών.

Διαλειτουργικότητα: Προκειμένου τα ιατρικά δεδομένα να ανταλλάσσονται μεταξύ διαφορετικών συστημάτων, θα πρέπει να περιέχουν συγκρίσιμη πληροφορία (στοιχεία δεδομένων), να χρησιμοποιούν ορολογία και να χρησιμοποιούν έναν συμφωνημένο τρόπο επικοινωνίας (π.χ. μηνύματα). Χάρη στη διαλειτουργικότητα θα είναι εφικτή η μεταφορά των δεδομένων αυτών από τις κινητές συσκευές των χρηστών στους Προσωπικούς ή τους ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας τους. Ωστόσο, τα περισσότερα συστήματα κινητής υγείας δεν χρησιμοποιούν ευρέως διαδεδομένα πρότυπα, όπως το CDA της HL7. Η κινητή υγεία οφείλει να υιοθετήσει τα ήδη ισχύοντα πρότυπα στην ηλεκτρονική υγεία ώστε να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα και έτσι, ουσιαστική ολοκλήρωση ενός ψηφιακού συστήματος υγείας.

Κεφάλαιο 3

Πρωτόκολλα Ανταλλαγής Ιατρικών Δεδομένων

3.1 Διαλειτουργικότητα μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων

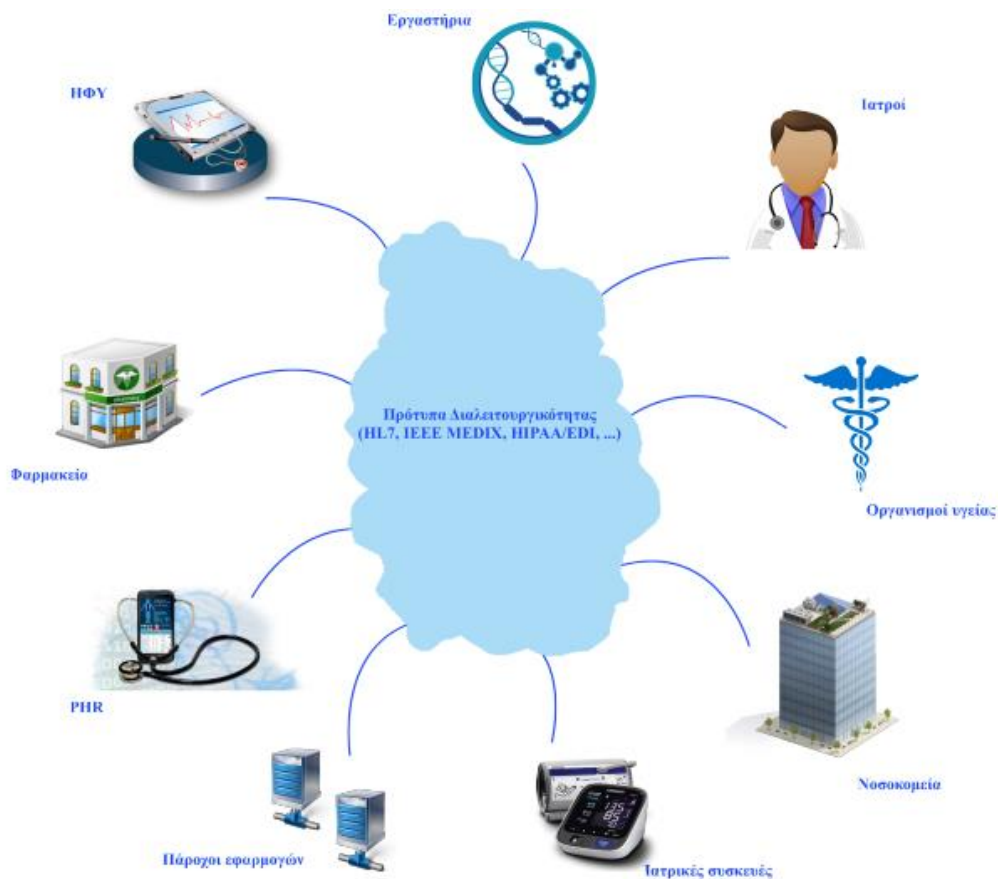
Η απαίτηση για επικοινωνία και μεταφορά δεδομένων μεταξύ διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων δημιούργησε την ανάγκη για εφαρμογή προτύπων και πρωτοκόλλων. Μέσω αυτών επιτυγχάνεται η διαλειτουργικότητα μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων καθώς γίνεται εφικτή η συνεχής και απροβλημάτιστη επικοινωνία τους. Το σύνολο αυτών των προτύπων και πρωτοκόλλων βοηθάει στη επίτευξη μιας κοινής βάσης πάνω στην οποία τα δεδομένα θα στηρίζονται και θα διαμορφώνονται. Αυτή η βάση πρέπει να παρέχει μια σειρά από κανόνες και προδιαγραφές που πρέπει να πληρούνται από ιατρικές εφαρμογές και λογισμικά, με σκοπό την έγκυρη και ασφαλή διάδοση της ιατρικής πληροφορίας μεταξύ ιατρικών δομών. Προκειμένου οι ειδικοί να καταλαβαίνουν τα μηνύματα αυτά αλλά και τα συστήματα να μπορούν να επεξεργάζονται τα δεδομένα, απαιτείται ομοιογένεια των μεταδιδόμενων δεδομένων. Παράλληλα σημαντική πτυχή για τις μεταδιδόμενες πληροφορίες είναι η πλήρης ασφάλειά τους.

Προκειμένου η επικοινωνία μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων να είναι δυνατή και επομένως τα πρωτόκολλα ανταλλαγής δεδομένων αξιοποιήσιμα, θα πρέπει να γίνουν αποδεκτές οι αντίστοιχες κωδικοποιήσεις, ταξινομήσεις για να εξασφαλιστεί ότι όλα τα συστήματα χρησιμοποιούν μια κοινή κατανοητή γλώσσα.

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα για την επίτευξη της επιθυμητής διαλειτουργικότητας αποτελεί η έλλειψη μιας και μοναδικής κωδικοποίησης και ταξινόμησης των ιατρικών όρων και διαδικασιών^{19 20}. Το μέγεθος των παραγόμενων ιατρικών δεδομένων είναι υπέρογκο και συνεχώς αυξανόμενο, όταν την ίδια στιγμή το περιεχόμενο των πληροφοριών τους ποικίλει. Συγκεκριμένα, οι πληροφορίες από τα ιατρικά δεδομένα ενός ασθενή μπορεί να είναι τα δημογραφικά του στοιχεία, οι εργαστηριακές εξετάσεις, τα βιοσήματα, οι ενδοσκοπικές εξετάσεις, οι κλινικές εικόνες κτλ.

Η ταξινόμηση και κωδικοποίηση των ιατρικών όρων και διαδικασιών διαδραματίζει αναμφισβήτητα σημαντικό ρόλο στην δημιουργία ενός ενιαίου πληροφοριακού συστήματος υγείας. Το πεδίο αυτό επιδιώκει την ομοιογένεια των ιατρικών όρων (π.χ. της ονοματολογίας των ασθενειών, αλλά και των ίδιων των ανθρώπινων οργάνων) αλλά και των ιατρικών διαδικασιών (π.χ. ιατρικές επεμβάσεις και θεραπείες). Για την επίτευξη του στόχου αυτού έχουν προταθεί διάφορες προσεγγίσεις από παγκόσμιους οργανισμούς υγείας (ICD-10, DICOM). Με τον όρο κωδικοποίηση, ορίζουμε την διαδικασία οργάνωσης πληροφοριών/δεδομένων υγείας σε κατηγορίες, στις οποίες δίνονται κωδικοί με σκοπό την συντόμευση και ευκολότερη επεξεργασία και ανάκτηση των δεδομένων αυτών. Επομένως η κωδικοποίηση προσφέρει μια κοινή γλώσσα αναπαράστασης και ερμηνείας των δεδομένων και των εννοιών, πράγμα που αποτελεί βασικό προαπαιτούμενο για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας των συστημάτων. Από την άλλη ένα σύστημα ταξινόμησης αποτελεί ένα σύστημα οργάνωσης των πληροφοριών σε κατηγορίες, με βάση παρόμοια χαρακτηριστικά μεταξύ των δεδομένων

Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται ένα πλήθος από φορείς στο οποίο τα ιατρικά δεδομένα μεταβιβάζονται και επεξεργάζονται από τον ανάλογο κάθε φορά φορέα. Προκειμένου τα εν λόγω υποσυστήματα να επικοινωνούν σωστά και να διαχειρίζονται τις πληροφορίες είναι απαραίτητη η εφαρμογή πρωτοκόλλων ανταλλαγής ιατρικών δεδομένων καθώς και προτυποποίηση και κωδικοποίηση των δεδομένων.



Εικόνα 6: Ανάγκη χρήσης προτύπων και κωδικοποιήσεων ¹⁹

Όπως γίνεται αντιληπτό η προώθηση της αυτοματοποίησης των διαδικασιών και της επικοινωνίας των συστημάτων στον χώρο της υγείας, απαιτεί την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου και τυποποιημένου λεξικού, μια συγκεκριμένη ορολογία καθώς και πρότυπα.

Όλα τα συστήματα πληροφορικής επεξεργάζονται δεδομένα, αποθηκεύουν δεδομένα και επικοινωνούν μεταξύ τους. Ο τρόπος επεξεργασίας, αποθήκευσης και μεταφοράς των δεδομένων όμως δεν είναι ο ίδιος για όλα τα συστήματα. Για αυτό το λόγο, θα πρέπει να στηρίζεται σε συγκεκριμένα πρότυπα.

Με τον όρο πρότυπο ορίζουμε ένα σύνολο κανόνων, συνθηκών, απαιτήσεων και τρόπων αναπαράστασης της πληροφορίας ²¹. Με τη χρήση των προτύπων αποφεύγονται ασυμβατότητες, ασάφειες και παρερμηνείες των δεδομένων.

Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων τα οποία σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν με διαφορετικούς κανόνες και μεθοδολογίες απαιτεί την ύπαρξη ενός δικτύου το οποίο θα καταφέρνει να συνδέσει αυτά τα συστήματα. Τα πρωτόκολλα Επικοινωνίας είναι αυτά που εξασφαλίζουν την ορθή επικοινωνία μεταξύ των πληροφοριακών συστημάτων.

Ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να γίνεται η μεταφορά πληροφορίας από ένα σύστημα σε κάποιο άλλο καθώς και η ίδια η πληροφορία που μεταφέρεται θα πρέπει να υπόκειται σε ένα σύνολο από πρωτόκολλα, τα λεγόμενα Πρότυπα Επικοινωνίας .

Στον χώρο της υγείας τα πρότυπα μπορούν να χωριστούν στις ακόλουθες κατηγορίες ¹⁹ :

- Πρότυπα επικοινωνίας
- Πρότυπα για την αναπαράσταση των κλινικών δεδομένων (κωδικοποιήσεις)
- Πρότυπα Αναγνώρισης
- Πρότυπα ασφαλείας των δεδομένων και εξασφάλιση ιατρικού απόρρητου
- πρότυπα αρχιτεκτονικής ηλεκτρονικού φακέλου υγείας
- πρότυπα ασφάλειας των δεδομένων και εξασφάλισης του ιατρικού απορρήτου.

3.2 Health Leven Seven (HL7)

Το Health Leven Seven (HL7) ως οργανισμός δημιουργήθηκε το 1987 στις ΗΠΑ με στόχο την ανάπτυξη μιας δομής (framework) και αντίστοιχων προτύπων για την ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων, την ενσωμάτωση του στα πληροφορικά συστήματα, τον διαμοιρασμό πληροφοριών και την ανάκτηση δεδομένων που σχετίζονται με ιατρικά δεδομένα²¹.

Το HL7 ως διεθνές σύνολο προτύπων στον χώρο της Υγείας δίνει την δυνατότητα σε φορείς όπως Νοσοκομεία, Ασφαλιστικούς Οργανισμούς, Κέντρα Υγείας να θέτουν συγκεκριμένες προδιαγραφές και να προσδιορίζουν επακριβώς τον τρόπο διασύνδεσης των υπαρχόντων και νέων πληροφοριακών συστημάτων. Συνεπώς οι διάφοροι οργανισμοί λειτουργούν κάτω από ένα κοινό πλαίσιο σαν ένα ενιαίο πληροφοριακό σύστημα. Τα πρότυπα της HL7 προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα δομούνται και θα αναπαριστούνται καθορίζοντας συγκεκριμένους συντακτικούς κανόνες, ορισμούς για ιατρικά δεδομένα και την δομή των δεδομένων προκειμένου να διευκολύνουν την τυποποίηση των δεδομένων και την λειτουργικότητα. Μέσω του συνόλου των χαρακτηριστικών που προσφέρονται από την HL7, δίνεται η δυνατότητα σε φορείς υγείας να τυποποιούν τις καθημερινές τους διαδικασίες και να πετύχουν σημαντικά οικονομικά οφέλη μέσα από την τυποποίηση και την διαλειτουργικότητα των συστημάτων, αποφεύγοντας έτσι πολλές γραφειοκρατικές διαδικασίες καθώς οι πληροφορίες κάθε ασθενή είναι συνεκτικά δομημένες και άμεσα αναγνώσιμες.

Το HL7 είναι το πιο ευρέως γνωστό και χρησιμοποιούμενο σύνολο προτύπων ανταλλαγής πληροφοριών για ιατρικούς λόγους καθώς χρησιμοποιείται σε όλες τις ηπείρους και σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες . Μπορεί να εφαρμοστεί και να χρησιμοποιηθεί σε νοσοκομεία, εργαστήρια, σε μονάδες διοίκησης και γενικότερα σε υπηρεσίες υγείας σε κάθε χώρα.

Ορισμένα από τα κυριότερα πρότυπα που καθορίζει το HL7 είναι τα ακόλουθα ²² :

- ✓ HL7 Version 2.x : Πρόκειται για το πιο ευρείας χρήσης πρότυπο ανταλλαγής μηνυμάτων για κλινικές πληροφορίες.
- ✓ Clinical Document Architecture (CDA): Πρόκειται για ένα πρότυπο ανταλλαγής κλινικών δεδομένων το οποίο βασίστηκε στο HL7 Version 3.
- ✓ Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR): Πρόκειται για πρότυπο ανταλλαγής δεδομένων βασισμένο σε νέες τεχνολογίες κάνοντας την διαλειτουργικότητα των συστημάτων γρηγορότερη, απλούστερη και ευκολότερη.

Παρακάτω ακολουθεί ένα παράδειγμα από το πρότυπο HL7 version 2.x ,που αντιστοιχεί σε μεταφορά δεδομένων με μήνυμα.

Παράδειγμα HL7 Version 2.x ¹⁹

Ένα σύνηθες μήνυμα θα αφορούσε την εισαγωγή ενός ασθενή στο νοσοκομείο. Για το λόγο αυτό θα χρειαζόμασταν κατ' ελάχιστο κάποια βασικά στοιχεία, όπως το ονοματεπώνυμο του ασθενή, τα δημογραφικά του στοιχεία, την ημερομηνία γέννησης, το φύλο, τα κοντινά πρόσωπα επικοινωνίας, τα στοιχεία του σε περίπτωση που υπάρξουν επιπλοκές, ένα αναγνωριστικό του ασθενούς, τον τόπο νοσηλείας του (δωμάτιο και κρεβάτι), τα στοιχεία του ιατρού που ολοκλήρωσε την εισαγωγή καθώς και την αιτία εισαγωγής. Ένα τέτοιο μήνυμα θα ήταν το ακόλουθο:

```
MSH|^~\&|EPICADT|DH|LABADT|DH|201409101118||ADT^A01|HL7MSG00001|
P|2.3|EVN|A01|201409101115||
PID|||MRN12345^5^M11||ΤΥΧΑΙΟΠΟΥΛΟΣ^ΑΝΤΩΝΗΣ^III||19711010|M||C|10
ΦΩΚΙΩΝΟΣ^ΑΙΓΑΛΕΩ^ΤΚ^11442|GR|6969357696|||S||MRN12345001^2^M10|1
23456789|987654^NC|NK1|1|ΤΥΧΑΙΟΠΟΥΛΟΥ^ΜΑΡΙΑ|WIFE||||NK^NEXT OF
KIN
PV1|1||3000^313^01|||004789^ΙΑΤΡΟΠΟΥΛΟΣ^ΔΙΟΝΥΣΗΣ|||SUR|||ADM|A0
|
```

Το ανωτέρω μήνυμα αναφέρεται στον ασθενή ΤΥΧΑΙΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ, στον οποίο έγινε εισαγωγή στις 10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ του 2014, στις 11:15 το πρωί από τον ιατρό ΙΑΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ (με αριθμό μητρώου #004789) για χειρουργείο. Ο ασθενής νοσηλεύτηκε στο δωμάτιο 313, στο κρεβάτι 01 στην κλινική 3000.

3.3 Clinical Document Architecture (CDA)

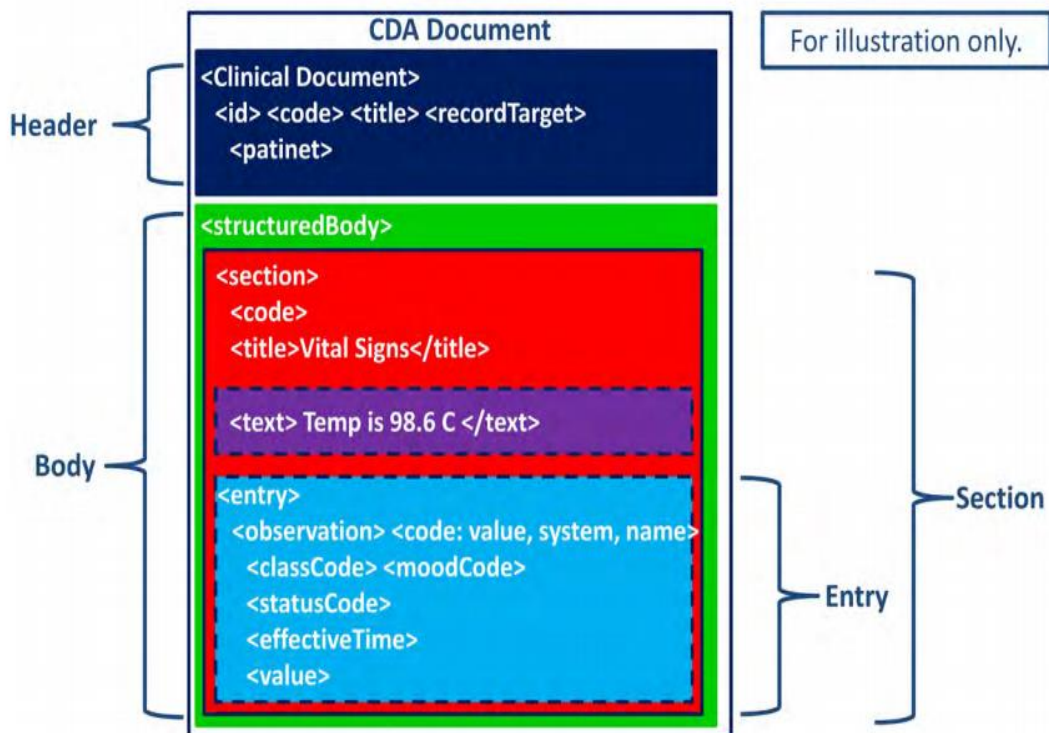
Η ανάγκη για δημιουργία ενός πρότυπου κλινικού εγγράφου οφείλεται στην επιθυμία για μορφοποίηση των κλινικών δεδομένων προκειμένου να μπορούν να ανταλλάσσονται²³. Επίσης σημαντική είναι και η επιθυμία για την πραγματοποίηση συγκρίσεων στο περιεχόμενο των κλινικών εγγράφων που δημιουργήθηκαν και υπάρχουν σε διαφορετικά πληροφοριακά συστήματα. Παρ' όλα αυτά, δεδομένου της πολύ-ποικιλότητας των κλινικών δεδομένων (δομή, μοντέλα μορφοποίησης, σημασιολογική κωδικοποίηση, χρήση συγκεκριμένης τεχνολογίας στην υγεία) είναι δύσκολο να αποθηκευτούν και να ανταλλάσσονται αρχεία με κοινή σημασιολογική κωδικοποίηση.

Η ανάγκη για την δημιουργία ενός πρότυπου κλινικού εγγράφου εξυπηρετείται από την αρχιτεκτονική CDA. Η αρχιτεκτονική κλινικού εγγράφου CDA της HL7 καθορίζει τη δομή και τη σημασιολογία των κλινικών εγγράφων με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων. Το HL7 CDA χρησιμοποιείται για οποιοδήποτε είδος κλινικού εγγράφου²⁴.

Τα CDA έγγραφα αποτελούν ευέλικτες δομές και εύκολα αναγνώσιμες από τον άνθρωπο, λόγω της χρήσης XML γλώσσας. Τα δεδομένα που μπορούν να περιέχουν είναι κείμενο, φωτογραφίες, ήχους και διάφορα άλλα δεδομένα πολυμέσων.

Κάθε CDA έγγραφο αποτελείται από μια επικεφαλίδα(Header) και το κύριο σώμα(Section)^{25 26}. Η επικεφαλίδα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την αυθεντικότητα του εγγράφου, τον λόγο της επίσκεψης/λόγος δημιουργίας του παρόντος εγγράφου, δεδομένα του ασθενή και του ιατρικού επιτελείου. Η ύπαρξη της επικεφαλίδας διευκολύνει την διαχείριση των κλινικών εγγράφων καθώς παρέχει αναγνώσιμες πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο του εγγράφου.

Από την άλλη το κύριο σώμα του CDA παρέχει δεδομένα κλινικών αναφορών. Το περιεχόμενο του μπορεί να είναι δομημένο σε ένα ή και περισσότερα "sections" είτε μη δομημένο. Το περιεχόμενο των "sections" αφορά δεδομένα όπως αλλεργίες, φαρμακευτικές αγωγές και σημαντικά ευρήματα σχετικά με την υγεία του ασθενή. Τα δομημένα "sections" αποτελούνται αντίστοιχα από ένα "Narrative Block" το οποίο είναι αναγνώσιμο από τον άνθρωπο και από "Entries" τα οποία είναι αναγνώσιμα από υπολογιστή και είναι δομημένα έτσι ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν. Παρακάτω παρατίθεται ένα σχεδιάγραμμα που αναπαριστά την οργάνωση ενός CDA αρχείου.



Εικόνα 7: Δομή του προτύπου CDA ²⁷

Ένα κλινικό έγγραφο είναι μια καταγραφή κλινικών εξετάσεων και υπηρεσιών , με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά²⁵ :

- Διάρκεια: ένα κλινικό έγγραφο συνεχίζει να υπάρχει σε μια αναλλοίωτη κατάσταση για μία χρονική περίοδο που καθορίζεται από τοπικές και ρυθμιστικές ανάγκες.
- Υπευθυνότητα διαχείρισης: Ένα κλινικό έγγραφο συντηρείται από έναν οργανισμό που του έχει ανατεθεί η φροντίδα του.
- Δυνατότητα Πιστοποίησης: Ένα κλινικό έγγραφο είναι μία συλλογή πληροφοριών που πρόκειται να επικυρωθεί νομικά.
- Πλαίσιο: Ένα κλινικό έγγραφο θέτει το προκαθορισμένο πλαίσιο για το περιεχόμενο του.
- Αρτιότητα: Η επικύρωση ενός κλινικού εγγράφου εφαρμόζεται σε όλο και όχι σε τμήματα του εγγράφου χωρίς το πλήρες πλαίσιο του.
- Αναγνωσιμότητα από ανθρώπους: Ένα κλινικό έγγραφο είναι αναγνώσιμο από ανθρώπους.

Τα συστήματα εφαρμογής που στέλνουν και λαμβάνουν έγγραφα τύπου CDA είναι υπεύθυνα για την εκπλήρωση όλων των νομικών απαιτήσεων για την πιστοποίηση, την εμπιστευτικότητα και την διατήρηση του εγγράφου.

3.3.1 Στόχοι του CDA

Οι στόχοι της αρχιτεκτονικής κλινικού εγγράφου CDA περιγράφονται παρακάτω²⁵:

Να δώσει προτεραιότητα στη διεξαγωγή της περίθαλψης των ασθενών: Υπάρχουν πολλές απαιτήσεις και χρήσεις των κλινικών δεδομένων όπως για παράδειγμα η άμεση θεραπεία του ασθενή, η έρευνα και η υποβολή εκθέσεων για την δημόσια υγεία. Το CDA θα δώσει προτεραιότητα στον καθορισμό αρχείων που δημιουργήθηκαν από το ιατρικό προσωπικό για την άμεση θεραπεία των ασθενών. Όλες οι υπόλοιπες χρήσεις του CDA έχουν δευτερεύοντα χαρακτήρα.

Ελαχιστοποίηση των τεχνικών εμποδίων που απαιτείτε για την εφαρμογή του προτύπου: Εκτιμάται ότι υπάρχουν εκατοντάδες χιλιάδες μη τυποποιημένα κλινικά έγγραφα. Το CDA μπορεί να διευκολύνει την τυποποίηση αυτών των κλινικών εγγράφων επιτρέποντας την εφαρμογή τους σε ένα ευρύ φάσμα πληροφοριακών συστημάτων. Συγκεκριμένα υποστηρίζεται η ανταλλαγή εγγράφων αναγνώσιμων από άνθρωπο συμπεριλαμβανομένων εκείνων με διαφορετικά επίπεδα τεχνικής φιλοσοφίας, επιτρέποντας ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών επεξεργασίας δεδομένων μετά την ανταλλαγή τους.

Να προάγει την μακροβιότητα όλων των πληροφοριών που κωδικοποιούνται σύμφωνα με αυτή την αρχιτεκτονική: Τα έγγραφα CDA είναι ανεξάρτητα από την εφαρμογή και την πλατφόρμα και επομένως μπορούν να προβληθούν και να επεξεργαστούν με διαφορετικά εργαλεία, τόσο με την τωρινή τεχνολογία όσο και με την μελλοντική.

Να προωθήσει την ανταλλαγή πληροφοριών που είναι ανεξάρτητη από μηχανισμούς μεταφοράς ή από μηχανισμούς αποθήκευσης: Η δυνατότητα ανταλλαγής ή αποθήκευσης εγγράφων CDA είναι ανεξάρτητη από εφαρμογές και πλατφόρμες. Τα έγγραφα μπορούν να ανταλλάσσονται σε μηνύματα μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Ένα έγγραφο CDA μπορεί να αποθηκευτεί ως ανεξάρτητο αρχείο, μέσα σε ένα σύστημα διαχείρισης εγγράφων, σε μια βάση δεδομένων ή σε οποιοδήποτε άλλο αποθηκευτικό χώρο.

Να δίνει την δυνατότητα στους δημιουργούς πολιτικής να ρυθμίζουν τις δικές τους απαιτήσεις σε πληροφορία χωρίς επέκταση ή αλλαγή της προδιαγραφής: Το CDA θα ορίσει έναν μηχανισμό εκτακτότητας που επιτρέπει στις τοπικές εφαρμογές να αντιπροσωπεύουν πληροφορίες που δεν αντιπροσωπεύονται τυπικά στο πρότυπο.

3.4 Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR)

Το Fast Healthcare Interoperability Resources(FHIR) αποτελεί ένα ακόμη πρότυπο της HL7 για την ηλεκτρονική ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων²⁸ μεταξύ πληροφοριακών συστημάτων και εφαρμογών υγείας.

Το FHIR δημιουργήθηκε από τον οργανισμό HL7 και η κατασκευή του βασίστηκε σε προηγούμενα πρότυπα (όπως HL7 version 2.x και HL7 version 3.x) . Ο στόχος του FHIR είναι η διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας των συστημάτων ιατρικής περίθαλψης προκειμένου να είναι πιο εύκολη η καταγραφή και η παροχή πληροφοριών για υγειονομική περίθαλψη και εν τούτοις να βελτιστοποιηθεί ο τρόπος όπου οι ηλεκτρονικές πληροφορίες υγείας διαδίδονται. Λόγο του ότι πρόκειται για ένα σχετικά νέο πρότυπο, η γνώση των προβλημάτων και αδυναμιών των προηγούμενων προτύπων του έδωσε την δυνατότητα να εξελιχθεί σε ένα πιο λειτουργικό πρότυπο που θα αντιμετωπίσει πολλές δυσκολίες που υπήρχαν στο παρελθόν σε αντίστοιχα πρότυπα.

Το FHIR είναι ένα εύκολο και γρήγορο πρότυπο. Χρησιμοποίησε την υπάρχουσα λογική και τα αντίστοιχα θεωρητικά μοντέλα προκειμένου να παρέχει ένα συνεπές, εύκολο και αυστηρό μηχανισμό για την ανταλλαγή ιατρικών δεδομένων. Η δημιουργία του στηρίχθηκε στην ανάγκη για δημιουργία ενός απλουστευμένου προτύπου το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα παρέχοντας ταυτόχρονα πληθώρα δυνατοτήτων. Η ενσωμάτωση διαδικτυακών τεχνολογιών στο FHIR αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρονται. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα που αντιμετώπιζαν τα προηγούμενα πρότυπα ήταν η αδυναμία χρήσης διαδικτυακών δυνατοτήτων. Μέχρι πρότινος, ο τρόπος με τον οποίο τα ιατρικά δεδομένα ήταν δομημένα και ανταλλάσσονταν, βασιζόταν σε μη σύγχρονους τρόπους, πράγμα που έκανε την μεταφορά δεδομένων αρκετά δύσκολη. Συγκεκριμένα, στο σύνολό τους, τα πρότυπα που δημιουργήθηκαν, έγιναν πριν το διαδίκτυο καθιερωθεί ως βασικό μέρος της καθημερινότητάς. Επομένως οι δυνατότητες του διαδικτύου δεν μπορούσαν να αξιοποιηθούν. Η γνώση αυτού του προβλήματος δημιούργησε την ανάγκη για ενσωμάτωση διαδικτυακών δυνατοτήτων στο FHIR στοχεύοντας στην ένταξη του προτύπου της σε ένα περιβάλλον όπου το internet χρησιμοποιείται ευρέως. Για τον λόγο αυτό δύνανται δυνατότητες για χρήση Restful αρχιτεκτονικής ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν ισχυρές βάσεις στα πρότυπα του Web.

Η δομή του FHIR βασίζεται στην ιδέα των “Resources” ²⁹. Τα “Resources” περιέχουν το σύνολο των δεδομένων που είναι επιθυμητό να μεταφερθούν. Τα δεδομένα αυτά αφορούν διοικητικά δεδομένα όπως ασθενείς, γιατρούς, οργανισμούς καθώς επίσης και κλινικά δεδομένα όπως διαγνώσεις ασθενειών, φαρμακευτικές αγωγές, πλάνα φροντίδας. Ωστόσο ο τύπος των δεδομένων δεν

περιορίζεται μόνο στις δύο προαναφερθείσες επιλογές αλλά επεκτείνεται και σε άλλες όπως αυτή των οικονομικών δεδομένων.

Τα δεδομένα εντός ενός FHIR αρχείου μπορούν να διασπαστούν σε τέσσερις κατηγορίες.

- ❖ Metadata : Περιέχουν λεπτομέρειες σχετικά με το “Resource”, με βάση την τελευταία ενημέρωση του αρχείου που πραγματοποιήθηκε.
- ❖ Narrative : Περιέχει το XHTML έτσι ώστε ο πόρος να μπορεί να διαβαστεί στα προγράμματα περιήγησης χωρίς να χρειάζεται να αναλυθεί όλο το περιεχόμενο
- ❖ Extensions: Χρησιμοποιείται για να συμπεριλάβει δεδομένα που δεν αποτελούν μέρος της συγκεκριμένης δομής του πόρου.
- ❖ Elements : Περιέχει τα δομημένα δεδομένα του πόρου



Εικόνα 8: Παράδειγμα "Resources" ενός ασθενή με χρήση FHIR προτύπου ²⁸

Η παραπάνω εικόνα αναπαριστά ένα αρχείο FHIR ενός ασθενή, με τα δεδομένα του κατηγοριοποιημένα με βάση τις προηγούμενες τέσσερις κατηγορίες που αναφέρθηκαν.

3.4.1 Σύγκριση FHIR με υπάρχοντα πρότυπα

Το FHIR προσφέρει πληθώρα βελτιώσεων σε σχέση με τα προηγούμενα πρότυπα. Αυτές μπορούν να συγκεντρωθούν στα ακόλουθα²⁹ :

- ❖ Ισχυρή εστίαση στην υλοποίηση/γρήγορη και εύκολη

- ❖ Πολλές βιβλιοθήκες υλοποίησης, πολλά παραδείγματα διαθέσιμα για την εκκίνηση ανάπτυξης εφαρμογών
- ❖ Δωρεάν για χρήση χωρίς περιορισμούς
- ❖ Διαλειτουργικότητα, τα “Resources” μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έχουν, αλλά μπορούν επίσης να προσαρμοστούν για τοπικές απαιτήσεις
- ❖ Δυνατότητα συνύπαρξης και αλληλοσυμπλήρωσης με τα πρότυπα HL7 της έκδοσης 2 και του CDA
- ❖ Ισχυρές βάσεις στα πρότυπα του Web, όπως XML, JSON, HTTP, OAuth κ.λπ.
- ❖ Υποστήριξη REST αρχιτεκτονικής, αδιάλειπτη ανταλλαγή πληροφοριών με τη χρήση μηνυμάτων ή εγγράφων και αρχιτεκτονικές βασισμένες σε υπηρεσίες
- ❖ Συνοπτικές και εύκολα κατανοητές προδιαγραφές
- ❖ Εύκολα αναγνώσιμη, σειριοποιημένη μορφή που μπορεί να διαβαστεί από άνθρωπο για ευκολία χρήσης από τους προγραμματιστές
- ❖ Στέρια εννοιολογική μορφοποίηση των δεδομένων με χρήση αυστηρής φόρμας

Κεφάλαιο 4

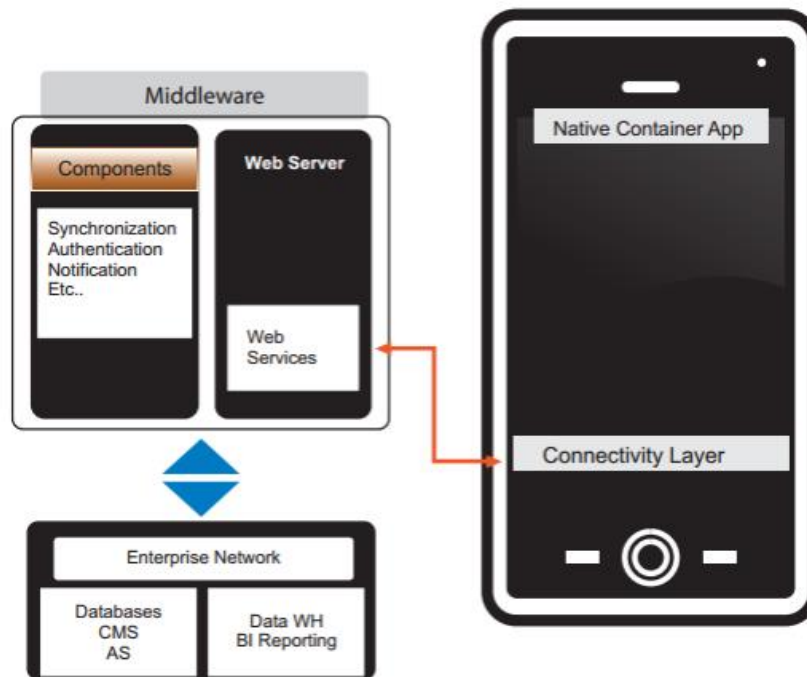
Πλατφόρμες Ανάπτυξης Mobile Εφαρμογών

4.1 Mobile εφαρμογές

Οι εφαρμογές mobile έχουν κυριαρχήσει την τελευταία δεκαετία τόσο στον επιχειρηματικό χώρο όσο και στον καταναλωτικό χώρο. Εκατομμύρια εφαρμογές με διαφορετικό περιεχόμενο είναι πλέον διαθέσιμες στα App Stores για να ληφθούν και να εγκατασταθούν στις κινητές συσκευές, ενώ εκατοντάδες νέες εφαρμογές βγαίνουν καθημερινά στην αγορά.

Η έξαρση των mobile εφαρμογών σε συνδυασμό με τα διάφορα λειτουργικά συστήματα των κινητών συσκευών προκάλεσαν την δημιουργία διάφορων τύπων εφαρμογών, κάθε μια ένας εκ των οποίων έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Μέσω αυτών οι προγραμματιστές και οι εταιρίες πρέπει να κρίνουν ποιό είδος εφαρμογής είναι το πιο κατάλληλο για την εφαρμογή τους, προκειμένου να επωφεληθούν όσο το δυνατόν περισσότερο τόσο από τις δυνατότητες που προσφέρονται, όσο και από μέγεθος του αγοραστικό κοινού που απευθύνεται η κάθε μια από αυτές. Είναι γεγονός ότι εφαρμογές που στοχεύουν σε ευρύ αγοραστικό κοινό χρησιμοποιούν πλατφόρμες για κατασκευή εφαρμογών που μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο από Android όσο και από iOS λειτουργικά συστήματα. Παρακάτω παρουσιάζονται οι διάφοροι εναλλακτικοί τρόποι που μπορούν να αναπτυχθούν οι εφαρμογές. Συγκεκριμένα κάθε εταιρία/προγραμματιστής θα πρέπει να επιλέξει ανάμεσα σε ανάπτυξη εγγενούς εφαρμογής, διαδικτυακής ή υβριδικής εφαρμογής.

4.2 Εγγενείς εφαρμογές (Native applications)



Εικόνα 9: Η αρχιτεκτονική εγγενούς εφαρμογής για κινητή συσκευή

Οι εγγενείς εφαρμογές (native app) είναι αυτές που έχουν αναπτυχθεί για να χρησιμοποιηθούν σε συγκεκριμένη πλατφόρμα και για κινητές συσκευές με συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα³⁰. Για παράδειγμα μια εφαρμογή σχεδιασμένη για Android δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσει σε iOS ή Blackberry. Αντίστοιχα εφαρμογές για iOS δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε Android και Blackberry λειτουργικά συστήματα. Οι εγγενείς εφαρμογές αποθηκεύονται κατευθείαν στο κινητό τηλέφωνο και ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί εντός αυτών μέσω εικονιδίου στην κεντρική σελίδα των εφαρμογών. Οι γλώσσες που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση μιας εγγενών εφαρμογής είναι η Java για Android εφαρμογές και η C για iOS εφαρμογές.

Σημαντικό πλεονέκτημα των εγγενών εφαρμογών³¹ αποτελεί η δυνατότητα τους να εκμεταλλεύονται συγκεκριμένα hardware και software στοιχεία που διαθέτει μια κινητή συσκευή όπως η κάμερα, το μικρόφωνο, το GPS, το Bluetooth, το NFC κτλ. . Αυτές οι δυνατότητες είναι ιδιαίτερως σημαντικές για κάθε εφαρμογή που απαιτεί πληροφορίες από την συσκευή όπως συντεταγμένες της τωρινής τοποθεσίας, κίνηση και θέση της συσκευής.

Επιπλέον, σημαντικότερο πλεονέκτημα των εγγενών εφαρμογών αποτελούν οι υψηλές επιδόσεις που προσφέρουν σε σύγκριση με τις άλλες επιλογές που υπάρχουν διαθέσιμες. Οι ανάγκες για ταχύτητα και καλά γραφικά στοιχεία μπορούν

να εκπληρωθούν με την ανάπτυξη εγγενών εφαρμογών. Αυτό είναι σημαντικό κυρίως όταν αναπτύσσονται εφαρμογές όπως παιχνίδια που απαιτούν υψηλές επιδόσεις και καλές αναλύσεις.

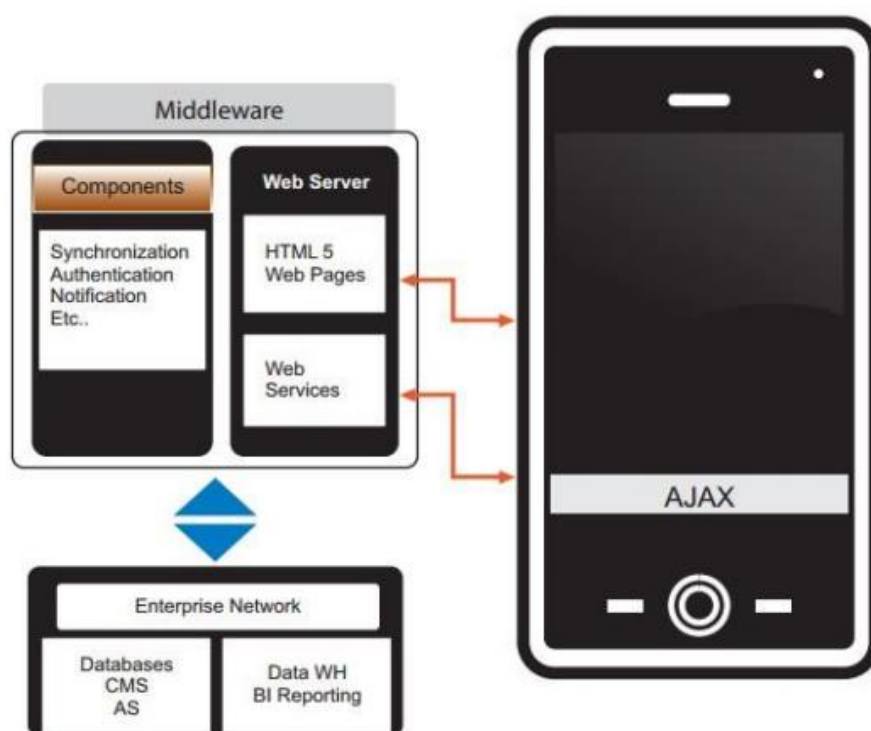
Ωστόσο, παρόλα τα θετικά στοιχεία που συγκεντρώνουν οι εγγενείς εφαρμογές υστερούν σε αρκετά θέματα³². Ένα από αυτά είναι η αδυναμία τους να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και πλατφόρμες. Πρόκειται για ένα σημαντικό πρόβλημα καθώς εφαρμογές που έχουν στόχο την χρήση τους από το ευρύ κοινό, συνεπώς απαιτούν την εύρυθμη λειτουργία τους σε διάφορα λειτουργικά συστήματα, θα πρέπει να αναπτυχθούν ξεχωριστά για οποιαδήποτε πλατφόρμα καθώς οι εγγενείς εφαρμογές δεν δίνουν την δυνατότητα σε διαφορετικές πλατφόρμες να χρησιμοποιήσουν τον ίδιο κώδικα. Αυτό αποτελεί πρόβλημα που προκαλεί κόπο για τους προγραμματιστές (επαναδημιουργία εφαρμογής για διαφορετικό λειτουργικό σύστημα) και κόστος για τις εταιρίες. Γι αυτό το λόγο τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αποστροφή από την εγγενή τεχνολογία. Την ίδια στιγμή οι λύσεις πολλαπλών πλατφόρμων (cross-platforms) προσελκύουν όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιαδήποτε κινητή συσκευή.

Η αδυναμία πρόβλεψης της μελλοντικής πορείας μιας πλατφόρμας ανάπτυξης εφαρμογών αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα καθώς εφαρμογές, μελλοντικά ίσως μπορεί να μην λειτουργούν καθώς η πλατφόρμα που σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν μπορεί να έχει παραγκωνιστεί λόγω αλλαγών στην αγορά. Για παράδειγμα, οι πλατφόρμες όπως η Blackberry και η Palm κυριαρχούσαν τα προηγούμενα χρόνια. Σήμερα ωστόσο η Blackberry έχει ένα πολύ μικρό αγοραστικό κοινό ενώ η Palm δεν υπάρχει πλέον.

Σημαντικοί παράμετροι για την ανάπτυξη μιας εγγενούς εφαρμογής είναι και αυτοί του κόστους δημιουργίας της, του χρόνου δημιουργία της καθώς και του κόστους για την συντήρησή της. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι εγγενείς εφαρμογές εμφανίζουν αρνητικούς δείκτες σε όλες τις αναφερθέντες παραμέτρους. Συγκρίνοντας το κόστος κατασκευής των εγγενών εφαρμογών με άλλου είδους εφαρμογές φαίνεται πως είναι η πλέον ακριβή επιλογή. Συγκεκριμένα το κόστος μιας τέτοιας εφαρμογής ποικίλει³³ από 20.000\$ μέχρι 150.000\$, αναλόγως της συνθετότητας της εφαρμογής. Παράλληλα η αδυναμία αξιοποίησης της εφαρμογής για διάφορες πλατφόρμες και η ανάγκη ανάπτυξης της ίδιας της εφαρμογής για κάθε πλατφόρμα ξεχωριστά αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα λόγω χρόνου. Τέλος η συντήρηση της εφαρμογής αποτελεί ένα εξίσου σημαντικό πρόβλημα καθώς κάθε νέα έκδοση του λειτουργικού συστήματος ενός κινητού απαιτεί την συντήρηση της εφαρμογής. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι απαιτείτε η ανανέωση όλων των εκδόσεων της εφαρμογής που αναπτύχθηκαν για διαφορετικά λειτουργικά

συστήματα πολλές φορές καθιστά απαγορευτική την επιλογή ανάπτυξης εγγενούς εφαρμογής.

4.3 Διαδικτυακές εφαρμογές (Web applications)



Εικόνα 10: Η αρχιτεκτονική διαδικτυακής εφαρμογής για κινητή συσκευή

Οι διαδικτυακές εφαρμογές αποτελούν εφαρμογές που η χρήση τους συνδέεται άρρηκτα με το internet και είναι προσβάσιμες μέσω του διαδικτυακού περιηγητή(web browser) της κινητής συσκευής. Σε αντίθεση με τις εγγενείς και υβριδικές εφαρμογές, οι χρήστες δεν χρειάζεται να κατεβάσουν και να εγκαταστήσουν την εφαρμογή στο κινητό τους.

Οι γλώσσες που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση μιας διαδικτυακής εφαρμογής είναι η HTML ,η CSS και η JavaScript. Πρόκειται για κοινές διαδικτυακές γλώσσες προγραμματισμού, πράγμα που διευκολύνει τους web developers μιας και δεν απαιτείται να μάθουν νέες γλώσσες από αυτές που ήδη γνωρίζουν.

Οι διαδικτυακές εφαρμογές έχουν την δυνατότητα να εκτελούνται από διαφορετικά λειτουργικά συστήματα κινητών³¹. Δεν απαιτείται η εγκατάσταση της εφαρμογής στο κινητό οπότε η εφαρμογή αφού εκτελείται στο διαδίκτυο δεν θα υπάρχει

προβλήματα συμβατότητας με το εκάστοτε λειτουργικό σύστημα του κινητού. Αυτό παρέχει την δυνατότητα στους κατασκευαστές και στις εταιρίες κινητών εφαρμογών να παρέχουν μια μόνο εφαρμογή για οποιοδήποτε πλατφόρμα χωρίς να χρειάζεται να δημιουργούνται πολλά αντίτυπα της ίδιας εφαρμογής γλιτώνοντας έτσι χρόνο, κόπο και χρήμα. Χρήστες που διαθέτουν στην κατοχή τους λειτουργικά συστήματα όπως Android, iPhone, Windows μπορούν ισάξια να χρησιμοποιήσουν την ίδια εφαρμογή χωρίς κανένα περιορισμό ή επίπτωση στην επίδοση της εφαρμογής.

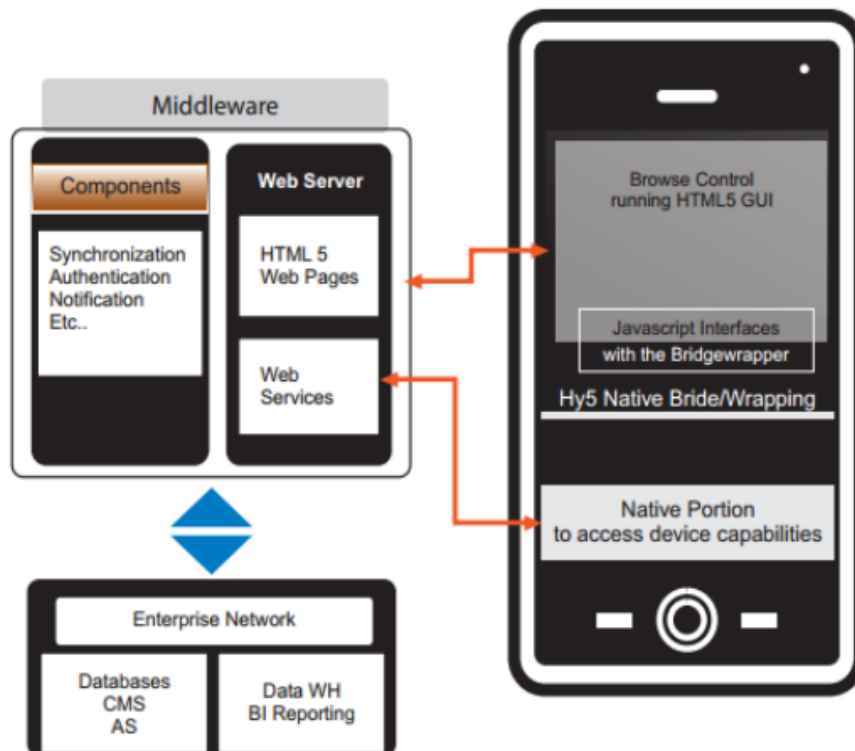
Σημαντικό πλεονέκτημα των διαδικτυακών εφαρμογών αποτελεί η ανεξαρτησία στην διανομή της εφαρμογής. Στην ουσία αυτού του είδους οι εφαρμογές ζουν στο διαδίκτυο, σε αντίθεση με τις εγγενείς εφαρμογές που ζουν και λειτουργούν εντός του κινητού τηλεφώνου. Μιας και ισχύει αυτό δεν απαιτείτε οι χρήστες να κατεβάσουν την εφαρμογή από κάποιο App Store, αλλά αντιθέτως απαιτείτε η απλή πρόσβαση των χρηστών στο διαδίκτυο και η χρήση του περιηγητή ιστού.

Παρ' όλα αυτά οι διαδικτυακές εφαρμογές αν και ιδιαιτέρως χρηστικές και εύκολα προσβάσιμες υστερούν σε διάφορα θέματα³³. Ως το μεγαλύτερο μειονέκτημα των διαδικτυακών εφαρμογών μπορεί να θεωρηθεί η άμεση εξάρτηση τους από το διαδίκτυο. Η μη κάλυψη του δικτύου σε ορισμένες απομακρυσμένες περιοχές όπως επίσης και η έλλειψη διαδικτύου ανά χρονικά διαστήματα προκαλεί την έλλειψη πρόσβασης στην εφαρμογή η οποία δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσει λόγω της αλληλεπίδρασής της με το διαδίκτυο.

Ένα επιπλέον μειονέκτημα των διαδικτυακών εφαρμογών είναι η περιορισμένη πρόσβασή τους σε διάφορα χαρακτηριστικά και λειτουργίες της συσκευής. Η απουσία πρόσβασης οφείλεται κυρίως σε δύο λόγους. Ο πρώτος λόγος αφορά ζητήματα ασφάλειας. Οι διαδικτυακές εφαρμογές δεν περνούν κάποιον έλεγχο πριν να διατεθούν στην αγορά μιας και δεν χρειάζεται διατεθούν μέσω των App Store, τα οποία ελέγχουν την εφαρμογή πριν την διαθέσουν στο αγοραστικό κοινό. Ο δεύτερος λόγος αφορά την απουσία υλοποίησης προγραμματιστικών διεπαφών προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι δυνατότητες της συσκευής.

Τέλος, θα πρέπει να επισημανθεί ότι η απόδοση των εφαρμογών σε γραφικά στοιχεία δεν είναι η επιθυμητή. Παιχνίδια που απαιτούν υψηλές αναλύσεις δεν μπορούν να διαχειριστούν το ίδιο καλά όπως στις εγγενείς εφαρμογές.

4.4 Υβριδικές εφαρμογές (Hybrid applications)



Εικόνα 11: Η αρχιτεκτονική υβριδικής εφαρμογής για κινητή συσκευή

Οι υβριδικές εφαρμογές συνδυάζουν χαρακτηριστικά τόσο από εγγενείς εφαρμογές (native applications) όσο και από διαδικτυακές εφαρμογές (web applications). Αποτελούν μέρος των εγγενών εφαρμογών και τμήμα των διαδικτυακών εφαρμογών. Λόγο αυτού του γεγονότος οι προγραμματιστές έχουν την δυνατότητα να υλοποιήσουν τις κύριες λειτουργίες της εφαρμογής χρησιμοποιώντας διαδικτυακές τεχνολογίες. Αυτές είναι το HTML, CSS, και η JavaScript^{34 35}. Οι ίδιες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται και στον σχεδιασμό των ιστοσελίδων. Η διαφορά όμως των υβριδικών εφαρμογών έγκειται στο γεγονός ότι τοποθετούνται μέσα σε μια εγγενή εφαρμογή. Αυτό δίνει την δυνατότητα στις εφαρμογές να διατηρούν την πρόσβασή τους σε χαρακτηριστικά της κινητής συσκευής που είναι διαθέσιμα μόνο στις εγγενείς εφαρμογές και αυτό επιτυγχάνεται μέσω APIs που λειτουργούν ως γέφυρα ανάμεσα στις κύριες λειτουργίες της εφαρμογής και τα χαρακτηριστικά της συσκευής.

Οι υβριδικές εφαρμογές είναι αρκετά δημοφιλής καθώς επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών που λειτουργούν για διάφορα λειτουργικά συστήματα (cross platform) και έτσι μειώνεται σημαντικά το κόστος ανάπτυξης³¹, καθώς επιτυγχάνεται η επαναχρησιμοποίηση του μέρους της εφαρμογής που υλοποιήθηκε σε διαδικτυακές τεχνολογίες, ενώ το μόνο που χρειάζεται να τροποποιηθεί για να λειτουργήσει η

εφαρμογή και σε άλλα λειτουργικά συστήματα είναι η αλλαγή των εγγενών APIs που χρησιμοποιούνται για τις διασύνδεση της εφαρμογής με τις λειτουργίες της συσκευής.

Σημαντικό πλεονέκτημα των υβριδικών εφαρμογών αποτελεί η αίσθηση που παρέχουν στους χρήστες πως σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν για χρήση στην συγκεκριμένη πλατφόρμα που χρησιμοποιεί ο χρήστης καθώς επίσης και η ενσωμάτωσή τους στην εκάστοτε κινητή συσκευή. Η αίσθηση ότι σχεδιάστηκαν προκειμένου να λειτουργούν στην συγκεκριμένη συσκευή προκαλεί σύγχυση σχετικά με τον διαχωρισμό τέτοιου είδους εφαρμογών από εγγενείς εφαρμογές. Την αίσθηση αυτή την δίνει το γεγονός ότι αυτού του είδους οι εφαρμογές έχουν πρόσβαση σε σχεδόν όλες τις δυνατότητες του κινητού (π.χ. κάμερα, μικρόφωνο, τηλεφωνικός κατάλογος, ενσωματωμένοι αισθητήρες).

Παρόλα αυτά οι υβριδικές εφαρμογές μειονεκτούν^{33 32} σε μεγάλο βαθμό όσον αφορά την απόδοση τους. Εφαρμογές που απαιτούν υψηλές επιδόσεις (π.χ. γραφικά στοιχεία, αναλύσεις) όπως mobile games δεν είναι επιθυμητό να προγραμματίζονται για υβριδικές εφαρμογές. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η διαπίστωση ότι οι χρήστες iOS και Android τείνουν να είναι πολύ πιστοί στις πλατφόρμες τους, ενώ είναι συνηθισμένοι σε εγγενείς εφαρμογές με σημαντικά υψηλές επιδόσεις. Υβριδικές εφαρμογές με διαφορές σε απόδοση συχνά γίνονται εμφανείς στους χρήστες ενώ περιπτώσεις όπου οι ίδιες οι εφαρμογές βελτιώνονται ίσως κοστίζει περισσότερο απ' ό τι η δημιουργία δύο εγγενών εφαρμογών

4.5 Xamarin

Το xamarin αποτελεί ένα εργαλείο που προσφέρει την δυνατότητα και στις τρεις κύριες κινητές πλατφόρμες (iOS, Android, και Windows Phone) να εκτελέσουν εφαρμογές τοπικά στο κινητό με κοινό κώδικα χρησιμοποιώντας μια κοινή γλώσσα προγραμματισμού (την C#) και κοινές βιβλιοθήκες^{36 37}. Το Xamarin γεφυρώνει το χάσμα ανάμεσα στα διάφορα λειτουργικά συστήματα και στις διαφορετικές γλώσσες όπου χρησιμοποιούν για την εκτέλεση των εφαρμογών (iOS με objective-C, Android με Java, Windows Phone με C#). Αναντίστοιχα με παρόμοια προϊόντα όπως το Appcelerator, Titanium, το xamarin “μεταφράζεται” τοπικά, πράγμα που το κάνει να προσφέρει υψηλές επιδόσεις και την αίσθηση πως η εφαρμογή δημιουργήθηκε για τη συγκεκριμένη συσκευή και λειτουργικό σύστημα. Το Xamarin μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μέσω του extension που προσφέρεται από το Visual Studio είτε με την χρήση του Xamarin Studio.

Συνολικά προσφέρονται δύο προϊόντα. Το Xamarin.iOS και το Xamarin.Android. Και τα δύο αυτά προϊόντα έχουν κατασκευαστεί με βάση το Mono, που είναι μια ανοιχτή πηγή της .Net framework.

Πλεονεκτήματα χρήσης Xamarin

Τα πλεονεκτήματα από την χρήση του xamarin συγκεντρώνονται παρακάτω^{36 37 38}:

- ❖ Κοινός κώδικας για όλες τις πλατφόρμες : Το Xamarin χρησιμοποιεί την C# συμπληρωμένη με το .Net framework για τη δημιουργία εφαρμογών για οποιαδήποτε πλατφόρμα κινητής τηλεφωνίας. Αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα καθώς δεν απαιτείται ο επαναπρογραμματισμός της εφαρμογής για να λειτουργήσει και σε άλλα λειτουργικά συστήματα. Τα εργαλεία ανάπτυξης πολλαπλών πλατφόρμων παρέχονται ως ενσωματωμένο τμήμα του IDE χωρίς επιπλέον κόστος.
- ❖ Καλή Απόδοση σε σύγκριση με εγγενείς εφαρμογές : Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές υβριδικές λύσεις, βασισμένες στις τεχνολογίες ιστού, μια εφαρμογή πολλαπλών πλατφορμών που χτίστηκε με το Xamarin, μπορεί ακόμα να χαρακτηριστεί ως εγγενής. Οι μετρήσεις απόδοσης είναι συγκρίσιμες με αυτές της Java για Android και του Objective-C ή του Swift για την ανάπτυξη εφαρμογών iOS . Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα βελτιώνεται συνεχώς ώστε να ανταποκρίνεται πλήρως στα πρότυπα της φυσικής ανάπτυξης. Η πλατφόρμα Xamarin προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση για τη δοκιμή και την παρακολούθηση της απόδοσης της εφαρμογής.
- ❖ Πλήρης υποστήριξη υλικού : Το Xamarin εξαλείφει όλα τα προβλήματα συμβατότητας υλικού, χρησιμοποιώντας διεπαφές και συγκεκριμένα API, για να λειτουργεί με λειτουργίες κοινών συσκευών σε όλες τις πλατφόρμες. Μαζί με την πρόσβαση σε API ειδικά για πλατφόρμες, το Xamarin υποστηρίζει τη σύνδεση με τις εγγενείς βιβλιοθήκες. Αυτό επιτρέπει την καλύτερη προσαρμογή και τη λειτουργικότητα της εφαρμογής σε διάφορα λειτουργικά συστήματα.
- ❖ Απλοποιημένη συντήρηση : Λόγω της πολυεπίπεδης πλατφόρμας ανάπτυξης (cross-platform), το Xamarin διευκολύνει την συντήρηση και τις ενημερώσεις. Είναι δυνατόν να αναπτυχθούν οι αλλαγές ή οι ενημερώσεις στο αρχείο προέλευσης και στην συνέχεια να εφαρμοστούν τόσο σε εφαρμογές iOS όσο και σε εφαρμογές Android.

Μειονεκτήματα χρήσης Xamarin

Τα μειονεκτήματα από την χρήση του xamarin συγκεντρώνονται παρακάτω ^{37 38}:

- ❖ Περιορισμένη πρόσβαση σε βιβλιοθήκες ανοιχτού κώδικα : Η εγγενής ανάπτυξη κάνει εκτεταμένη χρήση τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα. Με το Xamarin, πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο τα στοιχεία που παρέχονται από την πλατφόρμα και ορισμένους πόρους ανοιχτού κώδικα. Ενώ η επιλογή δεν είναι τόσο πλούσια όσο είναι για την ανάπτυξη εφαρμογών Android και iOS , τα συστατικά του Xamarin παρέχουν χιλιάδες προσαρμοσμένους ελέγχους UI, διαγράμματα, γραφήματα, θέματα και άλλα δυνατά χαρακτηριστικά που μπορούν να προστεθούν σε μια εφαρμογή σε ένα μόνο λίγα κλικ.
- ❖ Μεγαλύτερο μέγεθος εφαρμογής : Ανάλογα με τον τύπο και την πολυπλοκότητά τους, οι εφαρμογές που σχεδιάστηκαν με Xamarin είναι συνήθως μεγαλύτερες από αυτές που προέρχονται από τη μητρική (οι τελευταίες μπορεί να είναι το μισό μέγεθος μιας εφαρμογής Xamarin). Μια απλή εφαρμογή "hello, world" για Android μπορεί να απαιτεί έως και 16 MB, μεγάλο μέρος της οποίας χρησιμοποιείται από τις συσχετισμένες βιβλιοθήκες, το περιεχόμενο, το Mono runtime και το BCL.



Εικόνα 12: Κατανομή διαθέσιμου χώρου για εφαρμογή Xamarin.Android, source: developer.xamarin.com

Έτσι, οι εφαρμογές Xamarin χρειάζονται συνήθως βελτιστοποιήσεις για να διατηρήσουν το μέγεθος του αρχείου εφαρμογής λογικό.

- ❖ Ζητήματα συμβατότητας με "third-party" βιβλιοθήκες : Ενδέχεται να υπάρχουν ορισμένα ζητήματα κατά την ενσωμάτωση πόρων τρίτων με τις εφαρμογές Xamarin. Παρόλο που το Xamarin προσφέρει πολλά εργαλεία ,υπάρχει περίπτωση συγκεκριμένες δυνατότητες του κινητού να μην είναι εφικτές λόγω έλλειψης συμβατότητας.

Κεφάλαιο 5

Εφαρμογή

5.1 Περιγραφή και δυνατότητες του συστήματος

Η παρούσα εργασία αφορά την μελέτη την σχεδίαση και την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης ηλεκτρονικού φακέλου που αποσκοπεί στην καταγραφή και την επανάκτηση σημαντικών ιατρικών δεδομένων του ασθενούς. Για την υλοποίηση της εφαρμογής απαιτήθηκε η κατασκευή : (1) της εφαρμογής του γιατρού-ασθενή, (2) της βάσης δεδομένων και (3) μιας διαδικτυακής υπηρεσίας. Το πρώτο σκέλος αποτελεί την εφαρμογή η οποία χρησιμοποιείται τόσο από τον γιατρό όσο και από τον ασθενή και είναι σχεδιασμένη για χρήση σε Android λειτουργικά συστήματα. Το δεύτερο σκέλος αποτελεί τον σχεδιασμό μιας ευέλικτης βάσης δεδομένων που περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες που είναι επιθυμητό να καταγραφούν και να διατηρηθούν για μελλοντική χρήση. Το τρίτο σκέλος αποτελεί την υλοποίηση μιας διαδικτυακής υπηρεσίας που θα χρησιμοποιηθεί ως δίαυλος επικοινωνίας μεταξύ της εφαρμογής και της βάσης δεδομένων.

Στην περίπτωση που η εφαρμογή χρησιμοποιείτε από κάποιον ασθενή, ο ασθενής έχει την δυνατότητα να ανασκοπήσει τον ηλεκτρονικό του φάκελο υγείας και να δει σε χρονολογική σειρά το σύνολο των συνεδριάσεων που έχει πραγματοποιήσει με τους γιατρούς του αποκομίζοντας πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας του, τις αλλεργίες του, τις ασθένειες που του γνωματεύθηκαν καθώς και τις φαρμακευτικές αγωγές που του χορηγήθηκαν από τον γιατρό. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα για άμεση επικοινωνία με τον γιατρό του είτε με μηνύματα είτε με φωτογραφικό υλικό.

Στην περίπτωση που η εφαρμογή χρησιμοποιείτε από κάποιον γιατρό, ο γιατρός έχει την δυνατότητα να ανασκοπήσει τον ηλεκτρονικό φάκελο υγείας του κάθε ασθενή με τον οποίο είναι “φίλοι” και να δει σε χρονολογική σειρά το σύνολο των συνεδριάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί με τους γιατρούς του ασθενή, αποκομίζοντας πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας του , τις ασθένειες που του γνωματεύθηκαν καθώς και τις φαρμακευτικές αγωγές που του χορηγήθηκαν και αναλόγως κρίνοντας την κατάσταση του ασθενούς παρατηρώντας το ιατρικό ιστορικό του μπορεί να βγάλει μια νέα διάγνωση σχετικά με μια νέα

πάθηση του ασθενούς ή μια γνωμάτευση σχετικά με την κατάσταση μιας πάθησης η οποία είχε ήδη εντοπισθεί. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα για άμεση επικοινωνία με τους ασθενείς του είτε με μηνύματα είτε με φωτογραφικό υλικό.

5.2 Server Side

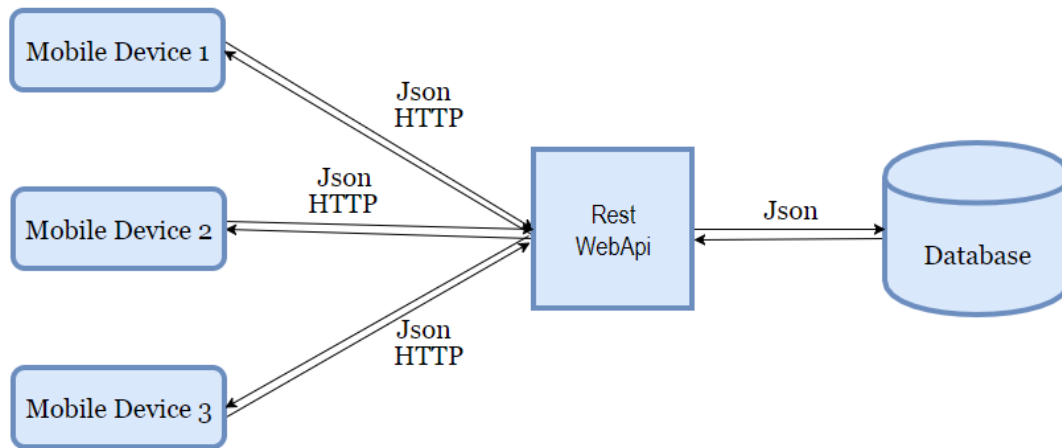
Το **server side** του συστήματος αποτελείτε από την υπηρεσία διαδικτύου (Restful WebApi) και από την βάση δεδομένων. Η διαδικτυακή υπηρεσία είναι υπεύθυνη για την διασύνδεση της βάσης δεδομένων με την κινητή εφαρμογή που τρέχει σε **client side**. Αποτελεί τον κόμβο επικοινωνίας, διευκολύνοντας τις συνδέσεις. Από την άλλη η βάση δεδομένων του “EHR_application” αποτελεί το μέρος αποθήκευσης των πληροφοριών που απαιτούνται για την λειτουργία της εφαρμογής. Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση της διαδικτυακής υπηρεσίας και της βάσης δεδομένων που υλοποιήθηκε. Την βάση δεδομένων και την διαδικτυακή υπηρεσία μπορεί να την βρει κανείς στο Github μέσω της σελίδας <https://github.com/dimitrisAA/EHRWEBAPI>³⁹.

5.2.1 Υπηρεσία διαδικτύου

Προκειμένου να υπάρξει ένας δίαυλος επικοινωνίας ανάμεσα στην βάση δεδομένων και στην εφαρμογή, απαιτήθηκε η δημιουργία μιας υπηρεσίας διαδικτύου(web service).

Η υπηρεσία διαδικτύου έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας το framework ASP.NET WebApi και ακολουθεί την αρχιτεκτονική REST. Η υπηρεσία διαδικτύου φορτώνεται στον IIS server του υπολογιστή κάθε φορά που είναι επιθυμητή η χρήση της και λειτουργεί σαν μεσολαβητής στην επικοινωνία μεταξύ της Android εφαρμογής και της βάσης δεδομένων. Δουλειά της υπηρεσίας διαδικτύου είναι να παίρνει τις HTTP POST,GET,DELETE,PUT αιτήσεις που γίνονται από την εφαρμογή, να της επεξεργάζεται και ακολούθως να επιστρέφει το αποτέλεσμα στην εφαρμογή κωδικοποιημένο σε JSON μορφή.

Παρακάτω εμφανίζονται οι δικτυακές συνδέσεις που πραγματοποιούνται μεταξύ του Restful WebApi, της βάσης δεδομένων και ορισμένου πλήθους κινητών τηλεφώνων που τρέχουν την εφαρμογή “EHR_application” και επιθυμούν να συνδεθούν με την βάση προκειμένου να λάβουν και να στείλουν ενημερώσεις σε αυτήν.



Σχήμα 1: Σχεδιαγραμματική ανάλυση των δικτυακών συνδέσεων των κινητών συσκευών με το WebApi και τη βάση δεδομένων.

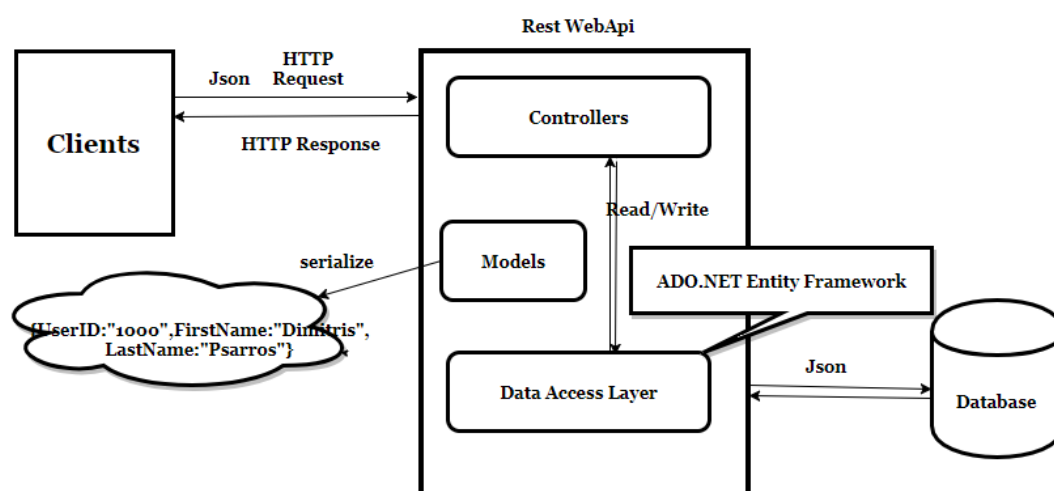
Όπως είναι εμφανές όλες οι κινητές συσκευές που επιθυμούν να κάνουν χρήση των πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες στην βάση δεδομένων (λόγω του ότι ζητήθηκε από την εφαρμογή που τρέχει στην εκάστοτε κινητή συσκευή) συνδέονται με το WebApi το οποίο με την σειρά του είναι συνδεδεμένο με την βάση δεδομένων. Εάν δεν υπήρχε το WebApi ως διαμεσολαβητής, οι κινητές συσκευές θα έπρεπε να συνδεθούν απευθείας με την βάση δεδομένων, πράγμα που θα δυσκόλευε την λειτουργικότητα του συστήματος, την ευελιξία του, την πολυπλοκότητα του καθώς και την ασφάλεια των δεδομένων.

Για την μεταφορά των δεδομένων ανάμεσα στην εφαρμογή και στο WebApi, στον κώδικα της εφαρμογής έχουν προσαρτηθεί κλήσεις διαδικτυακών σελίδων. Κάθε κλήση αντιστοιχεί και σε μία από τις ακόλουθες λειτουργίες που επιθυμούμε κάθε φορά να πράξουμε.

- ✓ POST: Η HTTP POST χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσουμε μια νέα καταχώρηση στην βάση δεδομένων.
- ✓ GET: Η HTTP GET χρησιμοποιείται για να διαβάσουμε/ανακτήσουμε μια τιμή (ή ένα σύνολο τιμών/αντικειμένων) από την βάση δεδομένων.
- ✓ PUT: Η HTTP PUT χρησιμοποιείται για να ανανεώσουμε μια τιμή στην βάση δεδομένων την οποία επιθυμούμε να αλλάξουμε.
- ✓ DELETE: Η HTTP DELETE χρησιμοποιείται για να διαγράψουμε μια τιμή από την βάση δεδομένων.

Μιας και το Restful WebApi αποτελεί τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στην εφαρμογή και στην βάση δεδομένων, είναι υπεύθυνο για κάθε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο τελευταίων.

Με μια σύντομη ανασκόπηση στο WebApi, φαίνεται πως η μεταβίβαση των δεδομένων ανάμεσα στην εφαρμογή και στην βάση δεδομένων αποτελεί σύνθετη διαδικασία. Συγκεκριμένα μπορούμε να αναφερθούμε στο WebApi ως το σύστημα που εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα.



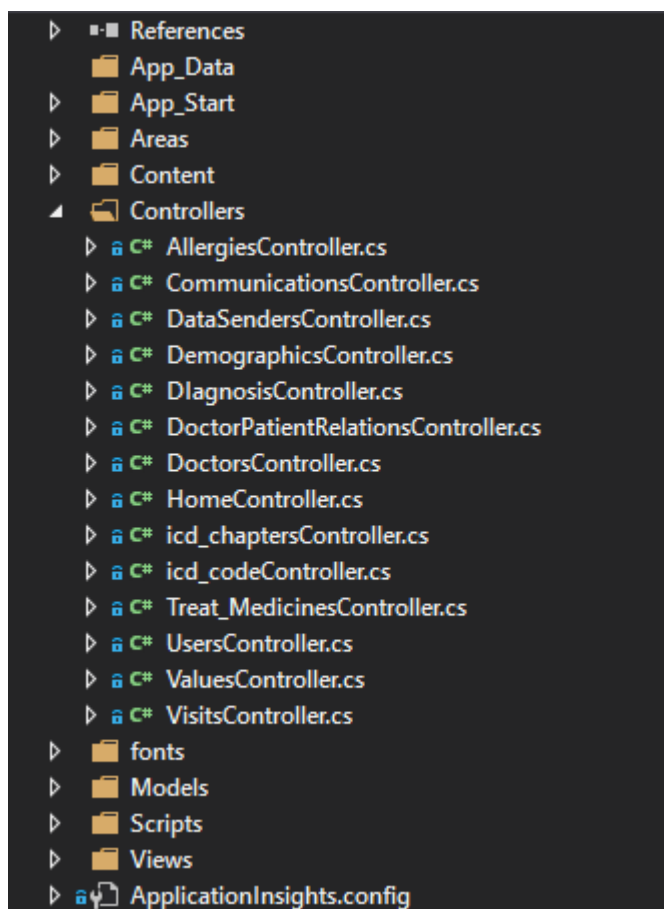
Σχήμα 2: Απεικόνιση της δομής του WebApi ⁴⁰

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα ένα WebApi αποτελείται από τους Controllers, τα Models, το Data Access Layer καθώς και πληθώρα άλλων εργαλείων (που δεν εμφανίζονται στην εικόνα).

Στην παρούσα εργασία η εύρυθμη λειτουργία του συστήματος, απαιτούσε τη δημιουργία 14 συνολικά ελεγκτών(controllers) καθώς και αρκετών μοντέλων (models) προκειμένου τα δεδομένα που επιστρέφονται από το WebApi να είναι κατάλληλα διαμορφωμένα και απαλλαγμένα από περιττές πληροφορίες. Η λίστα αυτών των ελεγκτών εμφανίζεται στην εικόνα 13 .

Προκειμένου να γίνει εύκολα η σύνδεση της βάσης δεδομένων και του WebApi (μέσω του Data Access Layer), χρησιμοποιήθηκε το Entity Framework της ADO.NET. Πρόκειται για ένα εργαλείο που δημιουργεί ένα δίαυλο επικοινωνίας ανάμεσα στο WebApi και στην βάση δεδομένων, επιτρέποντας την εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα της βάσης και απαλλάσσοντας τον προγραμματιστή από περιττές δουλειές για την πραγματοποίηση αυτής της σύνδεσης. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε η “Database First” λογική σύμφωνα με την οποία

κατασκευάζεται πρώτα η βάση δεδομένων και μετέπειτα μέσω της χρήσης του Entity Framework η βάση δεδομένων μεταφράζεται σε “models” στο WebApi.



Εικόνα 13: Λίστα ελεγκτών (controllers) του Restful WebApi

5.2.2 Βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων αντιστοιχεί στον χώρο αποθήκευσης του συνόλου των ιατρικών πληροφοριών των ασθενών καθώς και οποιονδήποτε άλλων δεδομένων είναι επιθυμητό να καταγραφούν και να διατηρηθούν. Συμπεριλαμβάνονται δεδομένα σχετικά με την ταυτότητα των χρηστών, τα δημογραφικά τους στοιχεία, απεσταλμένα και ληφθέντα δεδομένα (μηνύματα, εικόνες) που μεταφέρονται ανάμεσα στους χρήστες, στοιχεία επικοινωνίας, στοιχεία που αφορούν επισκέψεις των ασθενών σε γιατρούς, αλλεργίες και παρενέργειες, γνωματεύσεις γιατρών και φαρμακευτικές αγωγές που χορηγήθηκαν. Στην προκείμενη εργασία η βάση δεδομένων έλαβε την ονομασία “EHRsystem”.

5.2.2.1 Κανονικοποίηση βάσης δεδομένων

Κεντρικό ζητήματα της σχεδίασης και της αποτελεσματικής χρήσης της βάσης είναι το θέμα της κανονικοποίησής της. Τα προβλήματα που είναι πιθανό να παρουσιασθούν κατά τη διαδικασία της υλοποίησης του σχεδιασμού μιας βάσης δεδομένων είναι η περιττή επανάληψη πληροφοριών, καθώς και δυσκολίες στην ενημέρωση της βάσης δεδομένων. Για να αντιμετωπιστούν με επιτυχία, πρέπει οι μεγάλες σχέσεις να διασπαστούν σε μικρότερες.

Αυτό πραγματοποιείται με τη διαδικασία της κανονικοποίησης, έτσι ώστε η βάση δεδομένων να είναι έτοιμη για καταχώριση στοιχείων. Στο σχεσιακό περιβάλλον βάσης δεδομένων, οι πίνακες στις βάσεις δεδομένων πρέπει να είναι κανονικοποιημένοι τουλάχιστον σε πρώτο βαθμό.

Η κανονικοποίηση είναι μια τεχνική που ασχολείται με την ανάλυση των σχέσεων (συσχετίσεων) σε μια βάση δεδομένων, όπου γίνεται μετατροπή των αρχικών μεγάλων σχέσεων σε μικρότερες. Κατά τη διαδικασία της κανονικοποίησης διαιρούνται οι πίνακες μιας βάσης δεδομένων και γίνεται ένωση-συσχέτιση των πινάκων, που θα προκύψουν βάση κοινών τιμών.

5.2.2.2 Οντότητες και Συσχετίσεις

Το μοντέλο που χρησιμοποιείται για να παραστήσει τις έννοιες ή τη δομή μιας βάσης δεδομένων είναι το Μοντέλο Οντοτήτων – Συσχετίσεων ⁴¹.

Το μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων αποτελεί μια γενική περιγραφή των γενικών στοιχείων που απαρτίζουν μια βάση δεδομένων και απεικονίζει την αντίληψη που έχουμε για τα δεδομένα (εννοιολογικό), χωρίς να υπεισέρχεται σε λεπτομέρειες υλοποίησης. Οι βασικές έννοιες του μοντέλου είναι οι :

- ✓ Οντότητες
- ✓ Ιδιότητες ή Χαρακτηριστικά
- ✓ Συσχετίσεις

Οντότητες : Με τον όρο οντότητα (entity) αναφερόμαστε σε κάθε αντικείμενο, έννοια, πρόσωπο ή κατάσταση που έχει μια ανεξάρτητη ύπαρξη. Είναι κάτι που ξεχωρίζει και μπορούμε να συγκεντρώσουμε πληροφορίες (στοιχεία) γι' αυτό. Η οντότητα είναι αντίστοιχη με την έννοια της εγγραφής που συναντάμε στα αρχεία και στους πίνακες αλλά και με την έννοια του αντικειμένου στις σύγχρονες αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού.

Ιδιότητες (Χαρακτηριστικά) των οντοτήτων : Με τον όρο ιδιότητες ή χαρακτηριστικά αναφερόμαστε στα συστατικά (δομικά) στοιχεία που

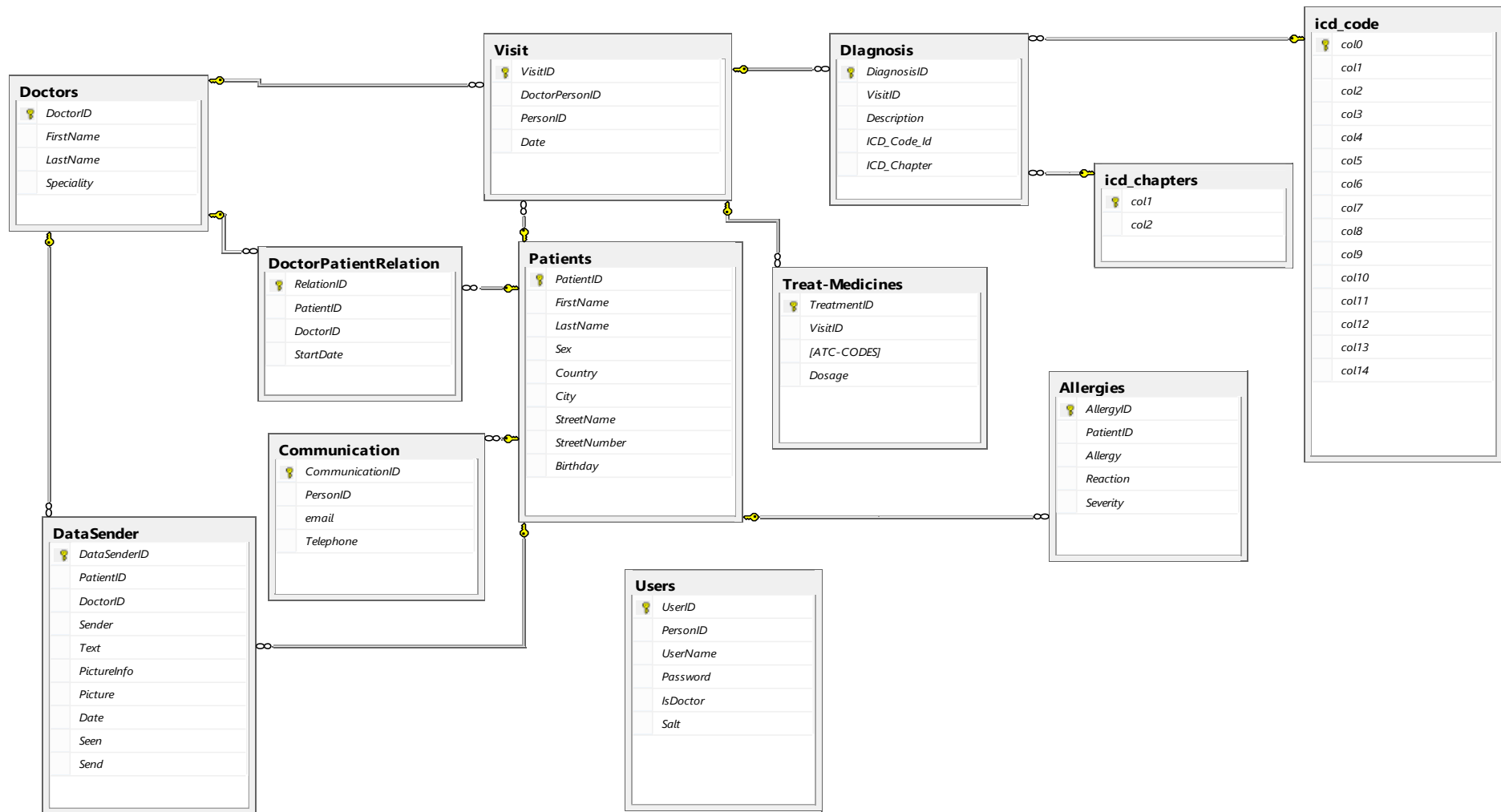
προσδιορίζουν (αποτελούν) μια οντότητα. Η ιδιότητα είναι αντίστοιχη με την έννοια του πεδίου που συναντάμε στα αρχεία και στους πίνακες αλλά και με την έννοια της μεταβλητής στις γλώσσες προγραμματισμού.

Απ' όλες τις ιδιότητες μιας οντότητας, υπάρχει μία μόνο ιδιότητα, και σπανιότερα ένας συνδυασμός δύο ή και περισσότερων ιδιοτήτων, η τιμή της οποίας είναι μοναδική και προσδιορίζει την κάθε εμφάνιση (στιγμιότυπο) της οντότητας και αποκαλείται πρωτεύον κλειδί (primary key).

Συσχετίσεις μεταξύ οντοτήτων : Ο σωστός σχεδιασμός και προσδιορισμός των οντοτήτων και των ιδιοτήτων τους αποτελούν τα θεμελιώδη βήματα για τη σωστή σχεδίαση και υλοποίηση μιας βάσης δεδομένων.

Για να αναπαραστήσουμε ένα Μοντέλο Οντοτήτων – Συσχετίσεων χρησιμοποιούμε ειδικά διαγράμματα, όπου τα **ορθογώνια** συμβολίζουν τις οντότητες, οι **ρόμβοι** τις συσχετίσεις και οι **ελλείψεις** τις ιδιότητες. Με **ευθείες** γραμμές συνδέουμε τις οντότητες που συσχετίζονται με κάποιο τρόπο μεταξύ τους. Όλα τα παραπάνω αποτελούν τη λογική δομή μιας βάσης δεδομένων.

Παρακάτω ακολουθεί η βάση Δεδομένων :



Εικόνα 14: Διάγραμμα βάσης δεδομένων "EHRsystem"

5.2.2.3 Οντότητες

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι συνολικά υπάρχουν 12 οντότητες. Κάθε μια από αυτές έχει συγκεκριμένο ρόλος και λόγο ύπαρξης. Αυτές είναι:

Οντότητες	Στοιχεία οντοτήτων																		
Users	<p>Πρόκειται για οντότητα που περιλαμβάνει τα στοιχεία για την ταυτοποίηση του χρήστη (ασθενούς ή γιατρού) κατά την είσοδο στην εφαρμογή.</p> <table><tr><td>User ID</td><td>int</td></tr><tr><td>PersonID</td><td>int</td></tr><tr><td>UserName</td><td>varchar(50)</td></tr><tr><td>Password</td><td>varchar(50)</td></tr><tr><td>IsDoctor</td><td>bit</td></tr><tr><td>Salt</td><td>varchar(50)</td></tr></table>	User ID	int	PersonID	int	UserName	varchar(50)	Password	varchar(50)	IsDoctor	bit	Salt	varchar(50)						
User ID	int																		
PersonID	int																		
UserName	varchar(50)																		
Password	varchar(50)																		
IsDoctor	bit																		
Salt	varchar(50)																		
Patients	<p>Πρόκειται για οντότητα που αντιπροσωπεύει τις καταχωρήσεις των δημογραφικών στοιχείων των ασθενών.</p> <table><tr><td>PatientID</td><td>int</td></tr><tr><td>FirstName</td><td>nvarchar(50)</td></tr><tr><td>LastName</td><td>nvarchar(50)</td></tr><tr><td>Sex</td><td>bit</td></tr><tr><td>Country</td><td>nvarchar(50)</td></tr><tr><td>City</td><td>nvarchar(50)</td></tr><tr><td>StreetName</td><td>nvarchar(50)</td></tr><tr><td>StreetNumber</td><td>int</td></tr><tr><td>Birthday</td><td>date</td></tr></table>	PatientID	int	FirstName	nvarchar(50)	LastName	nvarchar(50)	Sex	bit	Country	nvarchar(50)	City	nvarchar(50)	StreetName	nvarchar(50)	StreetNumber	int	Birthday	date
PatientID	int																		
FirstName	nvarchar(50)																		
LastName	nvarchar(50)																		
Sex	bit																		
Country	nvarchar(50)																		
City	nvarchar(50)																		
StreetName	nvarchar(50)																		
StreetNumber	int																		
Birthday	date																		
Doctors	<p>Πρόκειται για οντότητα που αντιπροσωπεύει καταχωρήσεις για τον γιατρό.</p> <table><tr><td>DoctorID</td><td>int</td></tr><tr><td>FirstName</td><td>nvarchar(50)</td></tr><tr><td>LastName</td><td>nvarchar(50)</td></tr><tr><td>Speciality</td><td>nvarchar(250)</td></tr></table>	DoctorID	int	FirstName	nvarchar(50)	LastName	nvarchar(50)	Speciality	nvarchar(250)										
DoctorID	int																		
FirstName	nvarchar(50)																		
LastName	nvarchar(50)																		
Speciality	nvarchar(250)																		

DoctorPatientRelation	<p>Πρόκειται για οντότητα που περιλαμβάνει τις φιλίες που έχουν αναπτυχθεί ανάμεσα σε ασθενείς και γιατρούς.</p> <table border="1" data-bbox="584 356 1262 521"> <tr><td>RelationID</td><td>int</td></tr> <tr><td>PatientID</td><td>int</td></tr> <tr><td>DoctorID</td><td>int</td></tr> <tr><td>StartDate</td><td>datetime</td></tr> </table>	RelationID	int	PatientID	int	DoctorID	int	StartDate	datetime												
RelationID	int																				
PatientID	int																				
DoctorID	int																				
StartDate	datetime																				
Communication	<p>Πρόκειται για οντότητα που περιλαμβάνει τα στοιχεία επικοινωνίας των ασθενών.</p> <table border="1" data-bbox="584 680 1262 844"> <tr><td>CommunicationID</td><td>int</td></tr> <tr><td>PersonID</td><td>int</td></tr> <tr><td>email</td><td>varchar(50)</td></tr> <tr><td>Telephone</td><td>int</td></tr> </table>	CommunicationID	int	PersonID	int	email	varchar(50)	Telephone	int												
CommunicationID	int																				
PersonID	int																				
email	varchar(50)																				
Telephone	int																				
DataSender	<p>Πρόκειται για την οντότητα που περιλαμβάνει όλο το πλήθος των δεδομένων που μεταβιβάζονται ανάμεσα σε γιατρούς και ασθενείς. Για τον σκοπό αυτό υπάρχουν στοιχεία αναγνωριστικά του αποστολέα και του παραλήπτη καθώς επίσης και στοιχεία όπως το περιεχόμενο του μηνύματος ή το αρχείο της φωτογραφίας(binary data) και τις πληροφορίες για την φωτογραφία. Παράλληλα υπάρχει αναγνωριστικό “bit” για το ποιος είναι ο εκάστοτε παραλήπτης και ποιος ο αποστολέας αλλά και αναγνωριστικά “bit” σχετικά με το αν το μήνυμα διαβάστηκε αλλά και αν παραλήφθηκε.</p> <table border="1" data-bbox="584 1505 1262 1910"> <tr><td>DataSenderID</td><td>int</td></tr> <tr><td>PatientID</td><td>int</td></tr> <tr><td>DoctorID</td><td>int</td></tr> <tr><td>Sender</td><td>bit</td></tr> <tr><td>Text</td><td>nvarchar(500)</td></tr> <tr><td>PictureInfo</td><td>nvarchar(500)</td></tr> <tr><td>Picture</td><td>varbinary(MAX)</td></tr> <tr><td>Date</td><td>Datetime2(7)</td></tr> <tr><td>Seen</td><td>bit</td></tr> <tr><td>Send</td><td>bit</td></tr> </table>	DataSenderID	int	PatientID	int	DoctorID	int	Sender	bit	Text	nvarchar(500)	PictureInfo	nvarchar(500)	Picture	varbinary(MAX)	Date	Datetime2(7)	Seen	bit	Send	bit
DataSenderID	int																				
PatientID	int																				
DoctorID	int																				
Sender	bit																				
Text	nvarchar(500)																				
PictureInfo	nvarchar(500)																				
Picture	varbinary(MAX)																				
Date	Datetime2(7)																				
Seen	bit																				
Send	bit																				

Visit	<p>Πρόκειται για την οντότητα που περιλαμβάνει πληροφορίες για τις επισκέψεις του ασθενή στο γιατρό.</p> <table border="1" data-bbox="584 356 1265 521"> <tr> <td>VisitID</td><td>int</td></tr> <tr> <td>DoctorPersonID</td><td>int</td></tr> <tr> <td>PersonID</td><td>int</td></tr> <tr> <td>Date</td><td>Datetime2(7)</td></tr> </table>	VisitID	int	DoctorPersonID	int	PersonID	int	Date	Datetime2(7)		
VisitID	int										
DoctorPersonID	int										
PersonID	int										
Date	Datetime2(7)										
Diagnosis	<p>Πρόκειται για την οντότητα που περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τις ιατρικές διαγνώσεις του ασθενούς από τον γιατρό. Οι διαγνώσεις αυτές καταγράφονται με βάση την κωδικοποίηση των νοσημάτων ICD-10 . Παράλληλα περιέχονται και σημειώσεις του γιατρού ως αναφορά την κατάσταση του ασθενή σχετικά με την διαγνωσθείσα ασθένεια.</p> <table border="1" data-bbox="584 943 1265 1144"> <tr> <td>DiagnosisID</td><td>int</td></tr> <tr> <td>VisitID</td><td>int</td></tr> <tr> <td>Description</td><td>nvarchar(250)</td></tr> <tr> <td>ICD_Code_Id</td><td>int</td></tr> <tr> <td>ICD_Chapter</td><td>varchar(50)</td></tr> </table>	DiagnosisID	int	VisitID	int	Description	nvarchar(250)	ICD_Code_Id	int	ICD_Chapter	varchar(50)
DiagnosisID	int										
VisitID	int										
Description	nvarchar(250)										
ICD_Code_Id	int										
ICD_Chapter	varchar(50)										
Treat-Medicines	<p>Πρόκειται για την οντότητα που περιλαμβάνει πληροφορίες για τα φάρμακα και τη δοσολογία που καλείται να λάβει ο ασθενής έπειτα από ιατρική συνταγογράφηση.</p> <table border="1" data-bbox="584 1411 1265 1574"> <tr> <td>TreatmentID</td><td>int</td></tr> <tr> <td>VisitID</td><td>int</td></tr> <tr> <td>[ATC-CODES]</td><td>nchar(10)</td></tr> <tr> <td>Dosage</td><td>text</td></tr> </table>	TreatmentID	int	VisitID	int	[ATC-CODES]	nchar(10)	Dosage	text		
TreatmentID	int										
VisitID	int										
[ATC-CODES]	nchar(10)										
Dosage	text										

Allergies	<p>Πρόκειται για την οντότητα που περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τις αλλεργίες που έχει ο εκάστοτε ασθενής. Παράλληλα δίνονται πληροφορίες σχετικά με την σοβαρότητα της κάθε αλλεργίας</p> <table border="1"> <tr><td>AllergyID</td><td>int</td></tr> <tr><td>PatientID</td><td>int</td></tr> <tr><td>Allergy</td><td>nvarchar(250)</td></tr> <tr><td>Reaction</td><td>nvarchar(250)</td></tr> <tr><td>Severity</td><td>nvarchar(250)</td></tr> </table>	AllergyID	int	PatientID	int	Allergy	nvarchar(250)	Reaction	nvarchar(250)	Severity	nvarchar(250)																				
AllergyID	int																														
PatientID	int																														
Allergy	nvarchar(250)																														
Reaction	nvarchar(250)																														
Severity	nvarchar(250)																														
icd_chapter	<p>Πρόκειται για την οντότητα που περιλαμβάνει τις κατηγορίες των νοσημάτων σύμφωνα με το ICD-10.</p> <table border="1"> <tr><td>col1</td><td>varchar(50)</td></tr> <tr><td>col2</td><td>varchar(500)</td></tr> </table>	col1	varchar(50)	col2	varchar(500)																										
col1	varchar(50)																														
col2	varchar(500)																														
icd_code	<p>Πρόκειται για την οντότητα που περιλαμβάνει το σύνολο των νοσημάτων σύμφωνα με την ταξινόμηση ICD-10. Το όνομα των νοσημάτων είναι αποθηκευμένο στην “στήλη 9” ενώ η κατηγορία στην οποία ανήκει το εκάστοτε νόσημα εμφανίζεται στην “στήλη 4”.</p> <table border="1"> <tr><td>col0</td><td>int</td></tr> <tr><td>col1</td><td>int</td></tr> <tr><td>col2</td><td>varchar(1)</td></tr> <tr><td>col3</td><td>varchar(1)</td></tr> <tr><td>col4</td><td>int</td></tr> <tr><td>col5</td><td>varchar(3)</td></tr> <tr><td>col6</td><td>varchar(6)</td></tr> <tr><td>col7</td><td>varchar(5)</td></tr> <tr><td>col8</td><td>varchar(4)</td></tr> <tr><td>col9</td><td>varchar(185)</td></tr> <tr><td>col10</td><td>varchar(5)</td></tr> <tr><td>col11</td><td>varchar(5)</td></tr> <tr><td>col12</td><td>varchar(5)</td></tr> <tr><td>col13</td><td>varchar(5)</td></tr> <tr><td>col14</td><td>varchar(5)</td></tr> </table>	col0	int	col1	int	col2	varchar(1)	col3	varchar(1)	col4	int	col5	varchar(3)	col6	varchar(6)	col7	varchar(5)	col8	varchar(4)	col9	varchar(185)	col10	varchar(5)	col11	varchar(5)	col12	varchar(5)	col13	varchar(5)	col14	varchar(5)
col0	int																														
col1	int																														
col2	varchar(1)																														
col3	varchar(1)																														
col4	int																														
col5	varchar(3)																														
col6	varchar(6)																														
col7	varchar(5)																														
col8	varchar(4)																														
col9	varchar(185)																														
col10	varchar(5)																														
col11	varchar(5)																														
col12	varchar(5)																														
col13	varchar(5)																														
col14	varchar(5)																														

Πίνακας 3: Οντότητες της βάσης δεδομένων "EHRsystem"

5.2.2.4 Συσχετίσεις

Από την βάση δεδομένων παρατηρούμαι ότι υπάρχουν συνολικά 12 συσχετίσεις. Όλες αυτές οι συσχετίσεις έχουν λόγο πληθικότητας 1:N. Στην ουσία η πληθικότητα περιγράφει τον αριθμό των στιγμιότυπων ενός τύπου οντοτήτων που μπορούν να αντιστοιχισθούν με μια οντότητα ενός άλλου τύπου σε μια συσχέτιση. Επομένως με πληθικό λόγο 1:N επιτυγχάνεται η αντιστοίχιση ενός τύπου με κανέναν, έναν ή πολλά στιγμιότυπα ενός άλλου τύπου. Η κατασκευή της πληθικότητας 1:N πρακτικά επιτυγχάνεται τοποθετώντας στην οντότητα της N πλευράς το κλειδί της άλλης πλευράς.

Κάθε μια από τις συσχετίσεις έχει συγκεκριμένο ρόλο και λόγο ύπαρξης.

Η λίστα συσχετίσεων των οντοτήτων παραθέτεται στον ακόλουθο πίνακα :

Συσχετίσεις	Περιγραφή συσχετίσεων
Patients - DoctorPatientRelation	Συνδέει την οντότητα Patients με την οντότητα DoctorPatientRelation με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε ασθενής μπορεί να έχει πολλούς γιατρούς ως “φίλους” , αλλά μια συγκεκριμένη ανάθεση στον πίνακα των DoctorPatientRelation μπορεί να αντιστοιχίζεται σε έναν μόνο ασθενή (με αναγνωριστικό PatientID). Primary Key : PatientID Foreign Key : PatientID
Doctors - DoctorPatientRelation	Συνδέει την οντότητα Doctors με την οντότητα DoctorPatientRelation με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε γιατρός μπορεί να έχει πολλούς ασθενείς ως “φίλους” , αλλά μια συγκεκριμένη ανάθεση στον πίνακα των DoctorPatientRelation μπορεί να αντιστοιχίζεται σε έναν μόνο γιατρό (με αναγνωριστικό DoctorID). Primary Key : DoctorID Foreign Key : DoctorID
Patients - DataSender	Συνδέει την οντότητα Patients με την οντότητα DataSender με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε ασθενής μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα μηνυμάτων <DataSender>(π.χ. ο ασθενής διαθέτει πολλά μηνύματα που έχει ανταλλάξει με τους γιατρούς του) όμως , μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό DataSenderID) μπορεί να αντιστοιχεί σε έναν μόνο ασθενή. Primary Key : PatientID Foreign Key : PatientID
Doctors - DataSender	Συνδέει την οντότητα Doctors με την οντότητα DataSender με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε γιατρός μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα μηνυμάτων <DataSender>(π.χ. ο γιατρός διαθέτει πολλά μηνύματα που έχει ανταλλάξει με τους ασθενείς του) όμως , μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό DataSenderID) μπορεί να αντιστοιχεί σε

	<p>έναν μόνο γιατρό. Primary Key : DoctorID Foreign Key : DoctorID</p>
Patients - Communication	<p>Συνδέει την οντότητα Patients με την οντότητα Communication με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε ασθενής μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα επικοινωνίας <Communication>(π.χ. ο ασθενής μπορεί να διαθέτει πολλές διευθύνσεις email ή πολλούς αριθμούς κινητής τηλεφωνίας) ,όμως μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό CommunicationID) μπορεί να αντιστοιχεί σε έναν μόνο ασθενή. Primary Key : PatientID Foreign Key : PersonID</p>
Patients – Visit	<p>Συνδέει την οντότητα Patients με την οντότητα Visits με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε ασθενής μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα επισκέψεων <Visits> (π.χ. πολλές επισκέψεις σε γιατρούς) ,όμως μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό VisitID) μπορεί να αντιστοιχεί σε έναν μόνο ασθενή. Primary Key : PatientID Foreign Key : PersonID</p>
Doctor – Visit	<p>Συνδέει την οντότητα Doctors με την οντότητα Visits με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε γιατρός μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα επισκέψεων <Visits> (π.χ. πολλές επισκέψεις σε γιατρούς) ,όμως μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό VisitID) μπορεί να αντιστοιχεί σε έναν μόνο γιατρό. Primary Key : PatientID Foreign Key : PersonID</p>
Visits - Diagnosis	<p>Συνδέει την οντότητα Visit με την οντότητα Diagnosis με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε επίσκεψη ενός χρήστη σε γιατρό μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα των διαγνώσεων<Diagnosis> (π.χ. ο γιατρός μπορεί να διαγνώσει πολλές παθήσεις στον ασθενή κατά την διάρκεια μιας επίσκεψης) ,όμως μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό DiagnosisID) μπορεί να αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη επίσκεψη. Primary Key : VisitID Foreign Key : VisitID</p>
Visit - Treat_Medicines	<p>Συνδέει την οντότητα Visit με την οντότητα Treat_Medicines με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε χρήστης μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα της θεραπείας-φαρμάκων <Treat-Medicines>(π.χ. ο γιατρός μπορεί να συνταγογραφήσει στον ασθενή περισσότερα του ενός φάρμακα στην διάρκεια μιας επίσκεψης) ,όμως μια συγκεκριμένη</p>

	<p>ανάθεση (με αναγνωριστικό TreatmentID) μπορεί να αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη επίσκεψη. Private Key : VisitID Foreign Key : VisitID</p>
Patients - Allergies	<p>Συνδέει την οντότητα Patients με την οντότητα Allergies με λόγο πληθικότητας 1:N . Κάθε χρήστης μπορεί να διαθέτει πολλές αναθέσεις στον πίνακα των αλλεργιών <Allergies> , όμως μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό AllergyID) μπορεί να αντιστοιχεί σε έναν μόνο ασθενή Primary Key : PatientID Foreign Key : PatientID</p>
Diagnosis - icd_code	<p>Συνδέει την οντότητα icd_code με την οντότητα Diagnosis με λόγο πληθικότητας 1:N. Μια ασθένεια με αναγνωριστικό που δίνεται από το ICD-10 μπορεί να εντοπισθεί σε πολλές διαγνώσεις του πίνακα διαγνώσεων "Diagnosis", όμως μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό ICD_Code_id) μπορεί να αντιστοιχεί σε μια μόνο ασθένεια. Primary Key : col0 Foreign Key : ICD_Code_id</p>
Diagnosis – icd_chapters	<p>Συνδέει την οντότητα icd_chapter με την οντότητα Diagnosis με λόγο πληθικότητας 1:N. Μια κατηγορία ασθενειών με αναγνωριστικό που δίνεται από το ICD-10 μπορεί να εντοπιστεί σε πολλές διαγνώσεις του πίνακα διαγνώσεων "Diagnosis", όμως μια συγκεκριμένη ανάθεση (με αναγνωριστικό ICD_Chapter) μπορεί να αντιστοιχεί σε μια μόνο κατηγορία ασθένειας. Primary Key : col1 Foreign Key : ICD_Chapter</p>

Πίνακας 4: Συσχετίσεις των οντοτήτων της βάσης δεδομένων "EHRsystem"

5.3 Client Side

Το "Client-Side" του συστήματος αποτελείται από την αυτή καθ' αυτή εφαρμογή που ο χρήστης (γιατρός ή ασθενής) μπορεί να εγκαταστήσει στο κινητό του τηλέφωνο. Η εφαρμογή "EHR_application" είναι διαθέσιμη για χρήση είτε από ασθενείς είτε από γιατρούς και μπορεί να την προμηθευτεί ο οποιοσδήποτε μέσω του Github στην σελίδα https://github.com/dimitrisAA/EHR_Application2-master ⁴².

5.3.1 Client Side Τεχνολογίες

Για την εφαρμογή “EHR_application” χρησιμοποιήθηκαν διάφορες τεχνολογίες και εργαλεία προκειμένου να λειτουργήσει αλλά και να καταστεί δυνατή η εύρωστη επικοινωνία της εφαρμογής με την βάση δεδομένων. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία της τελικής μορφής της εφαρμογής.

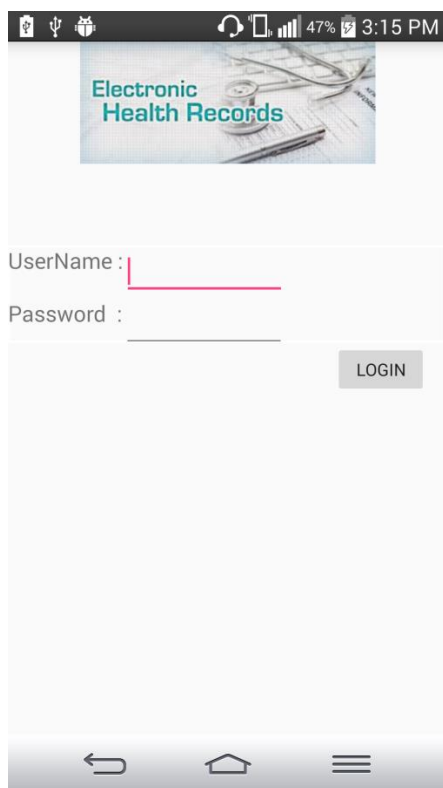
- ❖ **VS:** Η εφαρμογή “EHR_application” δημιουργήθηκε με την χρήση του Visual Studio 17. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών (IDE) το οποίο παρέχει εργαλεία και δυνατότητες στον προγραμματιστή. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η C#.
- ❖ **Xamarin Android SDK:** Για την υποστήριξη της εφαρμογής από Android λειτουργικά συστήματα χρησιμοποιήθηκε το Xamarin Android SDK, το οποίο είναι ένα σύνολο από εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών που στοχεύουν σε συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η C# (γλώσσα που υποστηρίζουν Android , iOS λογισμικά κλπ.). Παράλληλα στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν πολλές βιβλιοθήκες που παρέχονται από το Xamarin Android SDK.
- ❖ **JSON:** Το JavaScript Object Notation (JSON) είναι μια τεχνολογία ανταλλαγής δεδομένων βασισμένη στη JavaScript. Πρόκειται για μια διαδικασία όπου τα δεδομένα δομούνται σε μια αναγνώσιμη για τον άνθρωπο μορφή προκειμένου να σταλούν μέσω μιας σύνδεσης δικτύου. Κάθε μεταβίβαση δεδομένων από την εφαρμογή προς την υπηρεσία διαδικτύου (Restful WebApi) και το αντίστροφο επιτεύχθηκε με την χρήση JSON. Το ίδιο και για κάθε μετάβαση δεδομένων από την υπηρεσία διαδικτύου (Restful WebApi) προς την βάση δεδομένων και το αντίστροφο. Για την δημιουργία JSON αντικειμένων χρησιμοποιήθηκαν βιβλιοθήκες της Android .
- ❖ **Hypertext Transfer Protocol (HTTP):** Το πρωτόκολλο HTTP είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας, που καθορίζει τον τρόπο επικοινωνίας στο διαδίκτυο μεταξύ των διακομιστών (servers) και των πελατών (clients). Με την χρήση αυτού του πρωτοκόλλου επιτεύχθηκε η επικοινωνία της εφαρμογής με την διαδικτυακή υπηρεσία. Οι ενσωματωμένες μέθοδοι αίτησης του πρωτοκόλλου HTTP που χρησιμοποιήθηκαν είναι το GET,POST,PUT,DELETE.

5.3.2 Υλοποίηση εφαρμογής

Η εφαρμογή αποτελείται από ένα σύνολο από Activities. Παρακάτω θα παρατεθούν και θα εξηγηθεί η λειτουργία και οι δυνατότητές τους.

5.3.2.1 Login Activity

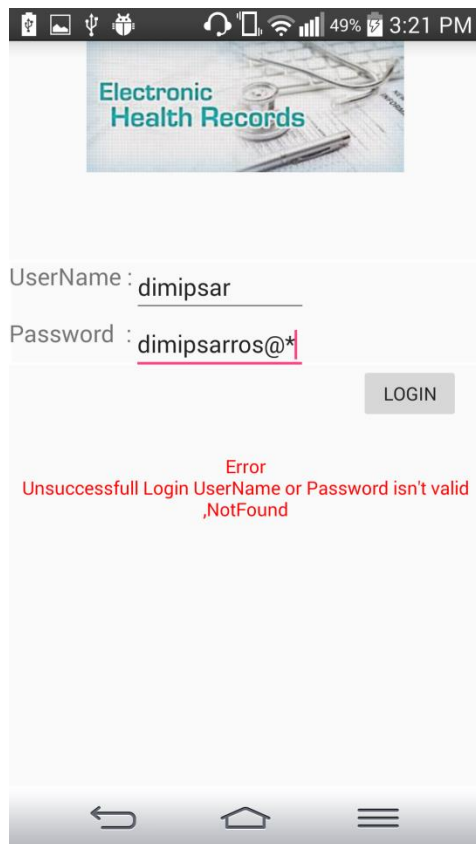
Με το πάτημα του εικονιδίου της εφαρμογής μπορούμε να μεταβούμε στην βασική οθόνη της εφαρμογής. Πρόκειται για την οθόνη όπου ζητείτε να καταχωρηθεί το “Username” και το “Password” του εκάστοτε επισκέπτη. Έπειτα από την καταχώρησή τους ο χρήστης για να εισαχθεί στην εφαρμογή πρέπει να πατήσει την ένδειξη Login.



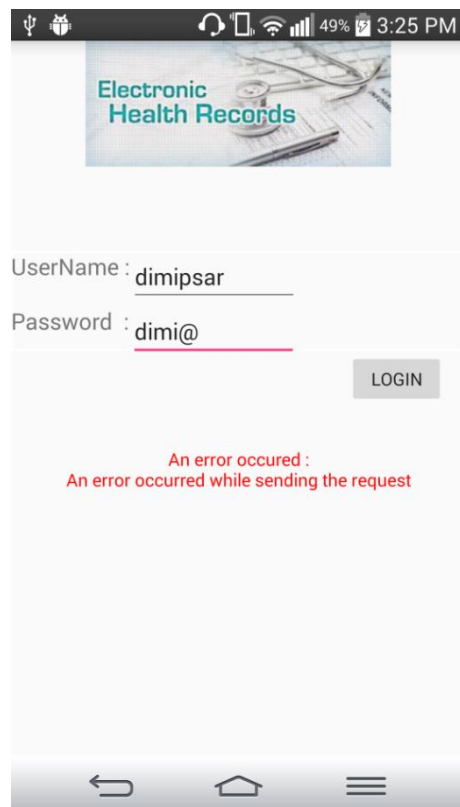
Εικόνα 15: Login Activity

Με την καταχώρηση των στοιχείων του επισκέπτη υπάρχουν δύο σενάρια. Είτε συνδέεται επιτυχώς στην εφαρμογή προχωρώντας στο βασικό κορμό της εφαρμογής, είτε απορρίπτεται από το σύστημα λαμβάνοντας μήνυμα σφάλματος. Το σφάλμα που μπορεί να προκύψει είναι είτε πρόβλημα με την σύνδεση του χρήστη στο internet, είτε εσφαλμένη συμπλήρωση των στοιχείων του. Στην δεύτερη περίπτωση το μήνυμα λάθους που εμφανίζεται φαίνεται στην εικόνα 16 η οποία δεν αφήνει την δυνατότητα στον χρήστη να γνωρίζει ποιο από τα δύο ή αν και τα δύο στοιχεία ήταν λανθασμένα. Αυτό γίνεται για λόγους ασφάλειας. Σε περίπτωση λανθασμένης εισαγωγής στοιχείων το σύστημα έπειτα από το μήνυμα λάθους

επιτρέπει στον χρήστη να ξαναπροσπαθήσει εισάγοντας νέες τιμές για το “Username” και το “Password”.



Εικόνα 16: Error λόγω μη ύπαρξης του username ή/και του password στη βάση δεδομένων



Εικόνα 17: Error λόγω σφάλματος στη σύνδεση δικτύου

Από την πλευρά της εφαρμογής τα δεδομένα που εισάγει ο επισκέπτης έπειτα από τροποποιήσεις αποστέλλονται στη διαδικτυακή υπηρεσία (Restful web Api) σε μορφή “Json” με χρήση POST και με χρήση του πρωτοκόλλου HTTP. Η υπηρεσία διαδικτύου πραγματοποιεί ο έλεγχος της ύπαρξης του ατόμου, το οποίο αναζητείται στην βάση δεδομένων. Για λόγους ασφαλείας και σε αυτή την περίπτωση τα “Password” των χρηστών είναι κωδικοποιημένα έτσι ώστε να μην είναι εκτεθειμένα στην βάση δεδομένων (για περιπτώσεις υποκλοπής της βάσης δεδομένων). Ο Κάθε κωδικός είναι κρυπτογραφημένος με την χρήση του αλγόριθμου SHA-1(Secure Hash Algorithm 1).Πρόκειται για έναν “one way” αλγόριθμο ο οποίος τροποποιεί το εκάστοτε “string” με την χρήση ενός “salt”.

Επομένως όταν το username φτάσει στο webApi τότε ο ελεγκτής (controller) αναζητά στην βάση δεδομένων το άτομο με το “Username” που ο χρήστης εισήγαγε. Σε περίπτωση που δεν εντοπιστεί κανένας επιστρέφεται μήνυμα σφάλματος στην εφαρμογή για την μη ύπαρξη του ατόμου. Σε περίπτωση εντοπισμού του ατόμου τότε επιστρέφεται στο WebApi το αποθηκευμένο στην βάση “salt” που αντιστοιχεί στο άτομο/α με το συγκεκριμένο “Username”. Για τα εκποισθέντα άτομα παράγεται το κρυπτογραφημένο password με την χρήση μιας συνάρτησης που ονομάζεται “SHA” στην οποία εισάγεται το “password” που έδωσε ο χρήστης και το “salt” που επανακτήθηκε από την βάση.

Για παράδειγμα εάν ο χρήστης με Username = dimipsar δώσει Password = dimi@, τότε θα το κρυπτογραφημένο password που θα δημιουργηθεί θα είναι:

“salted Password”= 934b1e6c7581c16ba2d700b2b61eba53e839db6d .

Εάν και το κρυπτογραφημένο password είναι το ίδιο τότε επιστρέφεται από το web Api μήνυμα επιτυχίας επιτρέποντας την είσοδο του χρήστη στην εφαρμογή. Παρακάτω εμφανίζεται μια καταγραφή ενός ατόμου στην βάση δεδομένων.

UserID	PersonID	UserName	Password	IsDoctor	Salt
1002	1000	dimipsar	934b1e6c7581c16ba2d700b2b61eba53e839db6d	False	kfewbkwxjwk
1005	1001	takama	578a042ad023ef51cf60031bf1dba4b702087dab	False	evkdncjcnkd

Εικόνα 18: Απεικόνιση στοιχείων της βάσης δεδομένων για την ταυτοποίηση του χρήστη

Μαζί με την ύπαρξη του ατόμου στο σύστημα επιστρέφεται και η μεταβλητή αναλόγως αν ο χρήστης είναι γιατρός ή ασθενής. Ανάλογα με την ιδιότητά του ο εκάστοτε επισκέπτης μεταβαίνει στο δικό του Activity . Συγκεκριμένα αν ο επισκέπτης είναι γιατρός τότε μεταβαίνει “Demographics Doctor Activity” ενώ αν είναι ασθενής τότε μεταβαίνει στο “Demographics Activity”.

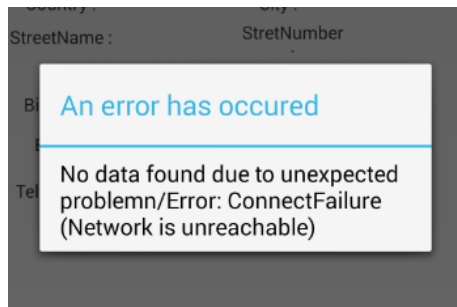
5.3.2.2 Demographics Activity

Πρόκειται για το Activity στο οποίο εισέρχονται ο ασθενής έπειτα το επιτυχημένο Login. Σε αυτή το Activity εντοπίζουμε μια πληθώρα από δημογραφικά στοιχεία του εκάστοτε ασθενή. Συγκεκριμένα εδώ εντοπίζονται στοιχεία όπως όνομα, επίθετο, διεύθυνση διαμονής, φύλο, ηλικία, τηλέφωνα επικοινωνίας καθώς και διευθύνσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

FirstName :	dimitris		
LastName :	psarros		
Country :	greece	City :	peukh
StreetName :	perikleous	StretNumber	9
Sex :	male		
Birthday :	24/12/1987		
Email :	dimips01@gmail.co		
Telephone :	697123275		

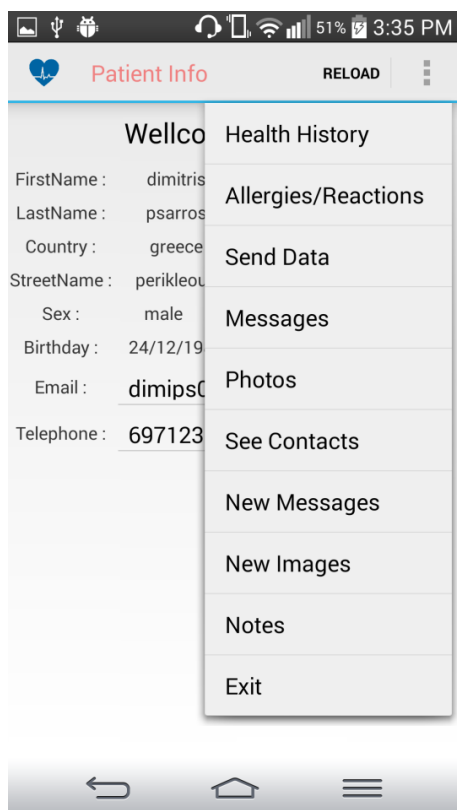
Εικόνα 19: Demographics Activity

Σε περίπτωση διαδικτυακού σφάλματος και αδυναμία λήψης των προσωπικών δεδομένων του χρήστη εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα όπου συμπεριλαμβάνει το σφάλμα που υπέστη η εφαρμογή (εικόνα 20). Σε αυτή την περίπτωση ενδείκνυται η επαναφόρτιση του Activity μέσω του κουμπιού “RELOAD” όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα.



Εικόνα 20: Σφάλμα κατά την διαδικασία λήψης δεδομένων

Το Demographics Activity αποτελεί κεντρικό κόμβο για την μετάβαση του χρήστη στις υπόλοιπες δραστηριότητες της εφαρμογής. Παρακάτω εμφανίζεται η λίστα από τις δυνατότητες και τα μέρη όπου ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί.



Εικόνα 21: Δυνατότητες περιήγησης του ασθενή μέσω του Demographics Activity

Με βάση την παραπάνω εικόνα ο ασθενής μπορεί να μεταβεί στις εξής δραστηριότητες:

Health History: Εδώ ο ασθενής μπορεί να βρει το ιατρικό ιστορικό του. Συμπεριλαμβάνονται πληροφορίες για κάθε επίσκεψη του σε γιατρό όπως ημερομηνίες επίσκεψης, ονοματεπώνυμο γιατρού, ασθένειες που εντοπίστηκαν, και φαρμακευτικές αγωγές που του χορηγήθηκαν. (Μετάβαση σε “Health History Activity”)

Allergies/Reactions: Ο ασθενής μπορεί να βρει τις αλλεργίες του, την αντίδραση του σε αυτές καθώς και την σοβαρότητα αυτών. (Μετάβαση σε “Allergies Activity”)

Send Data: Μετάβαση σε περίπτωση όπου είναι επιθυμητή η αποστολή μηνυμάτων ή φωτογραφιών σε κάποιον γιατρό. Εδώ δύνεται η δυνατότητα είτε ο χρήστης να στείλει ένα μήνυμα κειμένου, είτε να στείλει κάποια φωτογραφία που είναι ήδη αποθηκευμένη στο κινητό είτε να τραβήξει εκείνη την στιγμή μέσω της κάμερας του κινητού του τηλεφώνου μια νέα φωτογραφία. (Μετάβαση σε “Send Data Activity”)

Messages: Ανασκόπηση όλων των συνομιλιών που ο ασθενής έχει με κάποιον γιατρό. (Μετάβαση σε “Messages Activity”)

Photos: Ανασκόπηση όλων των φωτογραφιών που ο ασθενής έχει ανταλλάξει με κάποιον γιατρό. (Μετάβαση σε “Photos Activity”)

See contacts: Επισκόπηση των ατόμων με τους οποίους ο χρήστης είναι φίλος. (Μετάβαση σε “Contacts Activity”)

New Messages: Ανασκόπηση όλων των νέων μηνυμάτων κειμένου που έχουν ληφθεί αλλά δεν έχουν αναγνωσθεί. (Μετάβαση σε “New Messages Activity”)

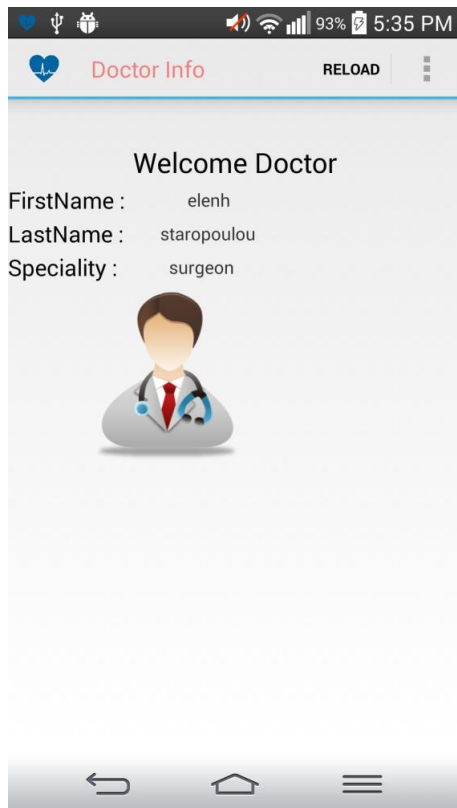
New Images: Ανασκόπηση όλων των νέων μηνυμάτων εικόνας που έχουν ληφθεί αλλά δεν έχουν αναγνωσθεί. (Μετάβαση σε “New Images Activity”)

Notes: Σημειωματάριο στο οποίο εισάγονται σημαντικά στοιχεία και είναι μόνο για προσωπική χρήση. (Μετάβαση σε “Notes Activity”)

Exit: Επιλογή εξόδου από την εφαρμογή.

5.3.2.3 Demographics Doctor Activity

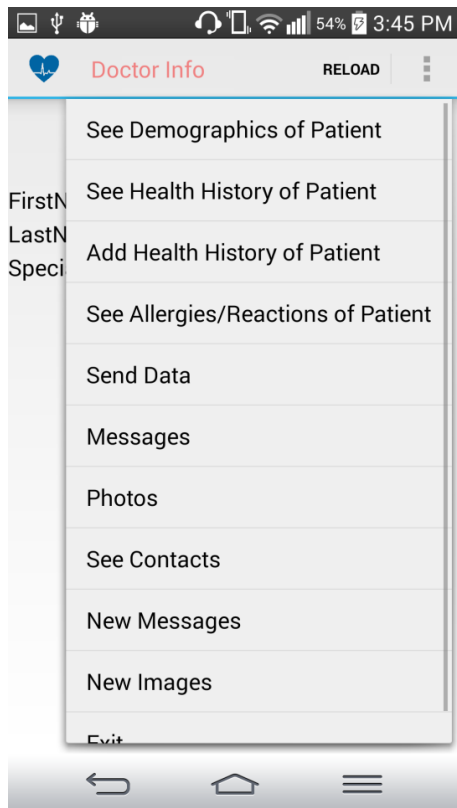
Πρόκειται για την δραστηριότητα στην οποία εισέρχεται ο γιατρός έπειτα το επιτυχημένο Login. Σε αυτή το Activity καλωσορίζεται ο γιατρός ενώ παράλληλα παραθέτονται και κάποια στοιχεία όπως είναι το ονοματεπώνυμο του και η ειδικότητα του.



Εικόνα 22: Demographic Doctor Activity

Σε περίπτωση διαδικτυακού σφάλματος και αδυναμίας λήψης των προσωπικών δεδομένων του χρήστη εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα όπου συμπεριλαμβάνει το σφάλμα που υπέστη η εφαρμογή. Παρόμοιο με αυτό της εικόνας 20.

Όπως και στο “Demographics Activity” η παραπάνω δραστηριότητα αποτελεί κεντρικό κόμβο για την μετάβαση του χρήστη στις υπόλοιπες δραστηριότητες της εφαρμογής, οι οποίες είναι παρόμοιες με αυτές της εφαρμογής του ασθενή. Παρακάτω εμφανίζεται μια λίστα από δυνατότητες και μέρη πλοήγησης του χρήστη.



Εικόνα 23: Δυνατότητες περιήγησης του γιατρού μέσω του Demographics Doctor Activity

Με βάση την παραπάνω εικόνα ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στις εξής δραστηριότητες:

See Demographics of Patient: Εδώ ο γιατρός μπορεί να βρει τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενή.

See Health History of Patient: Εύρεση του ιατρικού ιστορικού των ασθενών του. (Μετάβαση σε “Health History Activity”)

Add Health History of Patient: Εδώ ο γιατρός μπορεί να συμπληρώσει το ιατρικό ιστορικό του ασθενή του. (Μετάβαση σε “Add Health History Activity”)

See Allergies/Reactions of Patient: Ο γιατρός μπορεί να βρει τις αλλεργίες που έχει ο ασθενής του, την αντίδραση του σε αυτές καθώς και την σοβαρότητα αυτών. (Μετάβαση σε “Allergies Activity”)

Send Data: Μετάβαση σε περίπτωση όπου είναι επιθυμητή η αποστολή μηνυμάτων ή φωτογραφιών σε κάποιον από τους ασθενείς. (Μετάβαση σε “Send Data Activity”)

Messages: Ανασκόπηση όλων των συνομιλιών που ο γιατρός έχει με κάποιον από τους ασθενείς του. (Μετάβαση σε “Messages Activity”)

Photos: Ανασκόπηση όλων των φωτογραφιών που ο γιατρός έχει ανταλλάξει με κάποιον από τους ασθενείς του. (Μετάβαση σε “Photos Activity”)

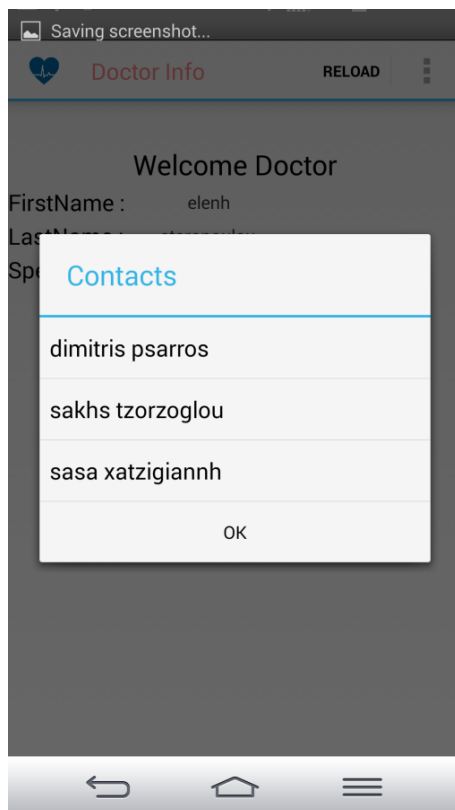
See contacts: Επισκόπηση των ασθενών με τους οποίους ο γιατρός έχει συμπεριλάβει ως φίλους. (Μετάβαση σε “Contacts Activity”)

New Messages: Ανασκόπηση όλων των νέων μηνυμάτων κειμένου που έχουν ληφθεί αλλά δεν έχουν αναγνωσθεί. (Μετάβαση σε “New Messages Activity”)

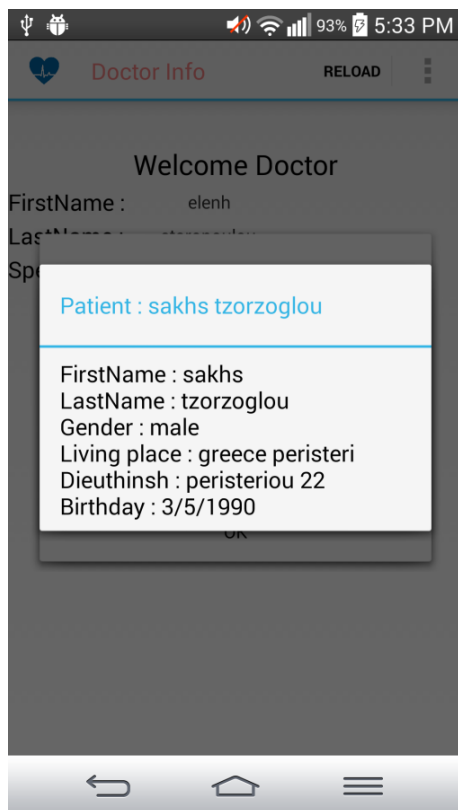
New Images: Ανασκόπηση όλων των νέων μηνυμάτων εικόνας που έχουν ληφθεί αλλά δεν έχουν παρουσιαστεί. (Μετάβαση σε “New Images Activity”)

Exit: Επιλογή εξόδου από την εφαρμογή.

Η επιλογή του “See Demographics of Patient” μας μεταφέρει στην εικόνα 24 όπου στον γιατρό εμφανίζεται μια λίστα από ασθενείς που έχει ως “φίλους”. Η επιλογή ενός από αυτά τα άτομα μας μεταβαίνει στην εικόνα 25 όπου εμφανίζονται τα δημογραφικά στοιχεία του ασθενή. Στην προκειμένη περίπτωση εμφανίζονται τα δημογραφικά στοιχεία του “Σάκης Τζόρζογλου”.



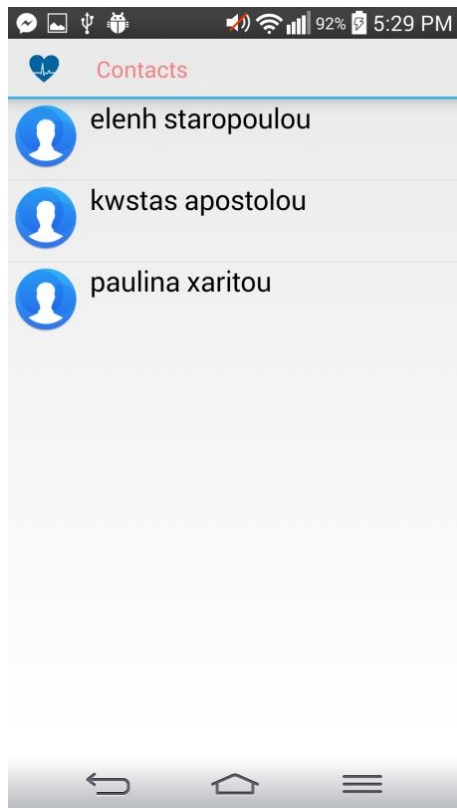
Εικόνα 24: Επιλογή ασθενούς



Εικόνα 25: Επισκόπηση δημογραφικών στοιχείων του ασθενή

5.3.2.4 Contacts Activity

Σε αυτή την δραστηριότητα εμφανίζονται οι φίλοι του κάθε χρήστη. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα είναι ιδιαιτέρως σημαντική καθώς αποτελεί κόμβο για την μετάβαση σε άλλες δραστηριότητες. Μέσω αυτής της δραστηριότητας πραγματοποιείτε η επιλογή του εκάστοτε χρήστη όπου επιθυμούμε να πραγματοποιηθεί μια λειτουργία, όπως την αποστολή μηνύματος σε αυτό το άτομο. Για παράδειγμα η επιλογή ενός ασθενή από τον γιατρό προκειμένου να περιηγηθεί στο ιατρικό ιστορικό του ασθενή καθώς και η επιλογή ενός ατόμου στον οποίο ο γιατρός θα στείλει κάποιο μήνυμα, πραγματοποιείται μέσω του συγκεκριμένου Activity.

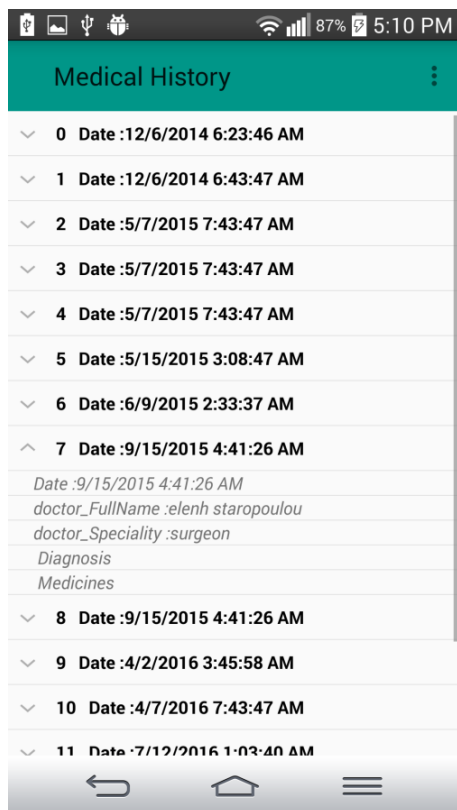


Εικόνα 26: Contacts Activity

5.3.2.5 Health History Activity

Το Health History Activity είναι η δραστηριότητα που συγκεντρώνει το σύνολο του ιατρικού ιστορικού των ασθενών. Κάθε εγγραφή που πραγματοποιεί ο γιατρός στο ιστορικό του ασθενή εμφανίζεται στην συγκεκριμένη δραστηριότητα. Οι εγγραφές παρουσιάζονται με χρονολογική σειρά ανάλογα με το πότε έγινε επίσκεψη στον γιατρό.

Στην εικόνα 27 εμφανίζεται ένα παράδειγμα από το ιατρικό ιστορικό ενός ασθενή. Όπως φαίνεται αρχικά παρουσιάζονται σε μια λίστα όλες οι επισκέψεις που έχουν πραγματοποιηθεί. Με το πάτημα, πάνω σε μια από αυτές τις επισκέψεις εμφανίζονται πληροφορίες σχετικά με την ημερομηνία και την ώρα επίσκεψης του ασθενή στον γιατρό, καθώς και πληροφορίες σχετικά με τον γιατρό (όνομα, επώνυμο, ειδικότητα)

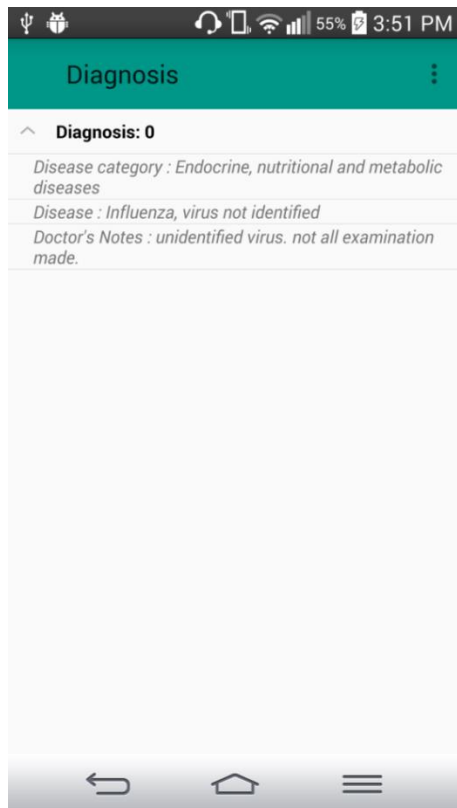


Εικόνα 27: Health History Activity

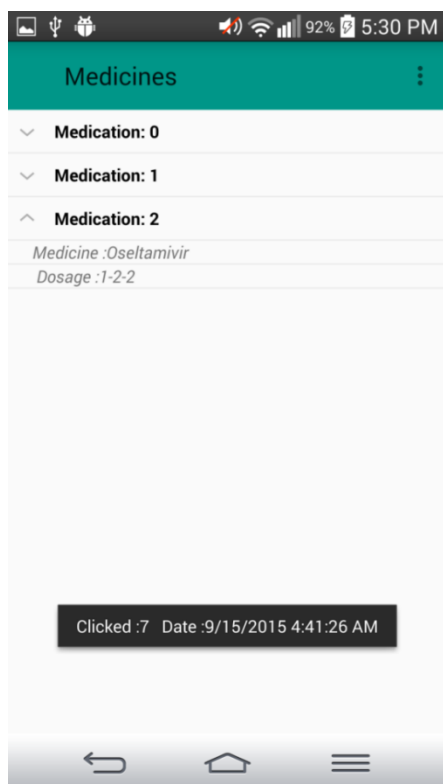
Προκειμένου ο χρήστης να πλοηγηθεί σε γνωματεύσεις που πραγματοποιήθηκαν από τον εκάστοτε γιατρό αλλά και να δει φαρμακευτικές αγωγές που του χορηγήθηκαν θα πρέπει να πατήσει επάνω στην ένδειξη “Diagnosis” και “Medicines” αντίστοιχα.

Με το πάτημα του κουμπιού “Diagnosis” μια νέα δραστηριότητα εμφανίζεται (εικόνα 28) παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τις ασθένειες που εντοπίστηκαν. Αυτές μπορεί να ποικίλουν σε αριθμό από καμία μέχρι πολλές. Κάθε διάγνωση αποτελείται από την κατηγορία της ασθένειας και το όνομα της ασθένειας με βάση την ταξινόμηση ICD-10. Επιπλέον παρουσιάζονται σχόλια και πληροφορίες που ο γιατρός επιθυμούσε να καταγράψει.

Αντίστοιχα, με το πάτημα του κουμπιού “Medicines” μια νέα δραστηριότητα εμφανίζεται (εικόνα 29) παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την φαρμακευτική αγωγή που ο γιατρός παρείχε στον ασθενή. Κάθε φαρμακευτική αγωγή αποτελείται από το εν λόγω φάρμακο που χορηγείται και από την δοσολογία που ενδείκνυται οι ασθενείς να λαμβάνουν.



Εικόνα 28: Diagnosis Activity

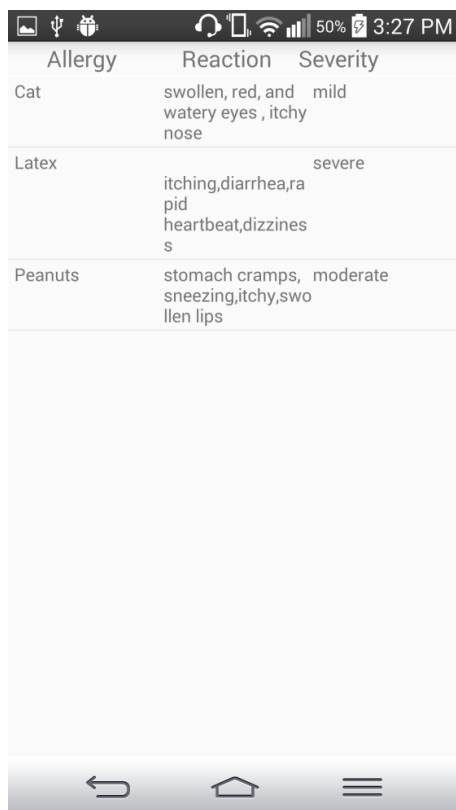


Εικόνα 29: Medicines Activity

Οι εικόνες 28 και 29 απεικονίζουν τις διαγνώσεις που πραγματοποιήθηκαν και τις φαρμακευτικές αγωγές που δόθηκαν στον ασθενή στις 9/15/2015(Αμερικάνικο σύστημα ημερομηνίας) από την γιατρό “Ελένη Σταροπούλου”.

5.3.2.6 Allergies Activity

Στην δραστηριότητα αυτή ο γιατρός ενός ασθενή ή ο ίδιος ο ασθενής, μπορεί να ανασκοπήσει τις αλλεργίες από τις οποίες πάσχει. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα από τρεις αλλεργίες από τις οποίες πάσχει κάποιος ασθενής. Εκτός όμως από τις αλλεργίες, εμφανίζονται και οι αντιδράσεις του ασθενή όταν έρχεται σε επαφή με αυτές. Τέλος δίνεται ενημέρωση σχετικά με την δριμύτητα αυτών των αλλεργιών. Ανάλογα με την δριμύτητα τους, κατηγοριοποιούνται σε “mild”, “moderate” και “severe”.

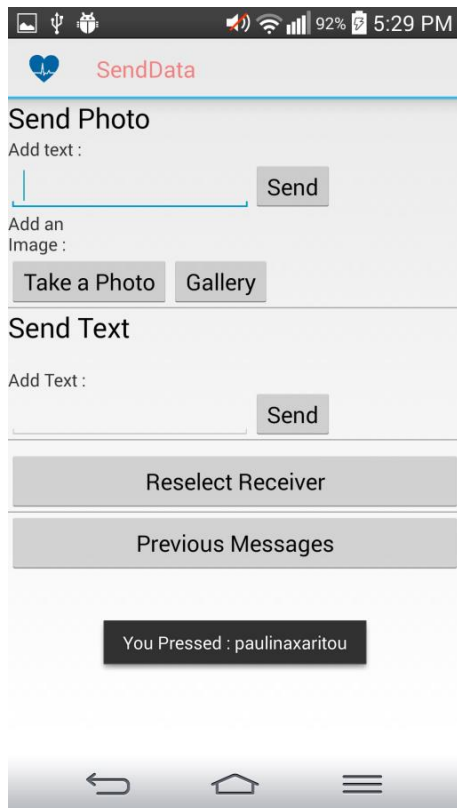


Allergy	Reaction	Severity
Cat	swollen, red, and watery eyes, itchy nose	mild
Latex	itching, diarrhea, rapid heartbeat, dizziness	severe
Peanuts	stomach cramps, sneezing, itchy, swollen lips	moderate

Εικόνα 30: Allergies Activity

5.3.2.7 Send Data Activity

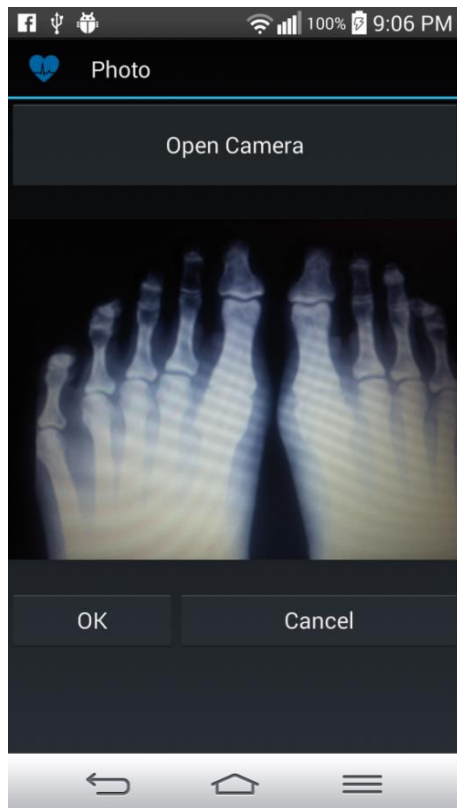
Στην δραστηριότητα αυτή ο χρήστης έχει την δυνατότητα να στείλει μήνυμα είτε υπό μορφή κειμένου είτε υπό μορφή εικόνας σε κάποιον από τους “φίλους” του.



Εικόνα 31: Send Data Activity

Όπως φαίνεται στην εικόνα 31 η οθόνη χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πάνω μέρος ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την αποστολή εικόνας η οποία είτε είναι αποθηκευμένη ήδη στο κινητό είτε θα την τραβήξει εκείνη την στιγμή.

Αποστολή φωτογραφίας: Στην περίπτωση που επιλέξει να τραβήξει φωτογραφία μέσω της κάμερας του κινητού, ο χρήστης πρέπει να πατήσει το κουμπί “Take a Photo”. Με το πάτημα του κουμπιού μεταβαίνουμε σε ένα νέο Activity (εικόνα 32) όπου το πάτημα του κουμπιού “Open Camera” μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε την κάμερα του κινητού. Εδώ δύνεται η δυνατότητα για να τραβήξουμε είτε με την πίσω κάμερα του κινητού είτε με την μπροστινή κάμερα (εφόσον υπάρχει). Μετά την λήψη της εικόνας μεταβαίνουμε στο προηγούμενο Activity(εικόνα 32) όπου μπορούμε να δούμε εντός του πλαισίου την εικόνα όπου τραβήχτηκε. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να επιλέξουμε είτε να ξανατραβήξουμε μια νέα εικόνα (μέσω του κουμπιού “Open Camera”) ακυρώνοντας την προηγούμενη εικόνα, είτε να ακυρώσουμε την διαδικασία που πήγαμε να εκτελέσουμε επιστρέφοντας χωρίς εικόνα στο “Send Data Activity” με το πάτημα του κουμπιού “cancel”, είτε να γυρίσουμε πίσω με την εικόνα μας που επιθυμούμε να στείλουμε πατώντας το κουμπί “OK”. Οι εικόνες που τραβάμε μέσω της κάμερας δεν αποθηκεύονται στο κινητό καθώς αποτελούν ευαίσθητο δεδομένο και δεν είναι επιθυμητή η αποθήκευσή τους.



Εικόνα 32: Image Activity

Η τελική αποστολή της φωτογραφίας επιτυγχάνεται με το πάτημα του πάνω κουμπιού “send”(εικόνα 31) το οποίο επιστρέφει μήνυμα για την επιτυχημένη ή αποτυχημένη αποστολή αντίστοιχα. Στην περίπτωση που εν τέλει δεν έχει επιλεγεί φωτογραφία τότε μήνυμα σφάλματος εμφανίζεται στην οθόνη.

Στην περίπτωση που η αποστολή φωτογραφίας είναι επιθυμητό να γίνει μέσω του “Photo Gallery” αυτό είναι εφικτό πατώντας το κουμπί Gallery το οποίο μας μεταφέρει στην λίστα φωτογραφιών που είναι αποθηκευμένες στο κινητό. Από εκεί μπορούμε να διαλέξουμε την επιθυμητή φωτογραφία.

Παράλληλα είναι δυνατή η αποστολή και κειμένου που μπορεί να συνοδεύει την εικόνα.

Αποστολή μηνύματος κειμένου: Για την αποστολή κειμένου ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει το πεδίο κάτω από το “Add text” με το επιθυμητό κείμενο προς αποστολή και στην συνέχεια να πατήσει το κάτω “send”(εικόνα 31). Ο χρήστης έπειτα θα ενημερωθεί αναλόγως για την επιτυχία ή μη αποστολή του μηνύματος.

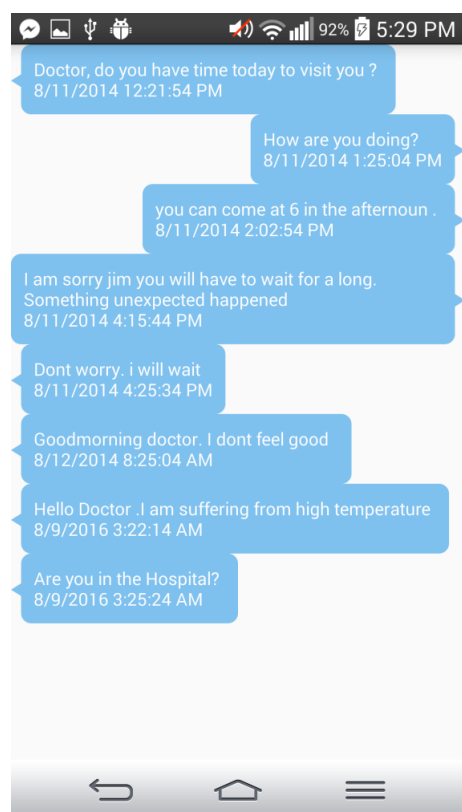
Στην δραστηριότητα αυτή έχουν προστεθεί δυνατότητες για άμεση ανασκόπηση προηγούμενων μηνυμάτων με τον συγκεκριμένο χρήστη (κουμπί “Previous Conversations”). Με το πάτημα του συγκεκριμένου κουμπιού μεταφερόμαστε στην

δραστηριότητα Messages . Τέλος μέσω επιλογής “Reselect Receiver” δίνεται η δυνατότητα για επανεπιλογή του ατόμου που επιθυμούμε να στείλουμε το μήνυμα.

5.3.2.8 Messages Activity

Σε αυτή την δραστηριότητα ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στο σύνολο των μηνυμάτων τα οποία έχουν αποσταλεί μεταξύ αυτού και ενός άλλου χρήστη τον οποίο προηγουμένως επέλεξε. Σε αυτή το Activity τα μηνύματα εμφανίζονται με χρονολογική σειρά. Σε κάθε μήνυμα που έχει σταλεί ή ληφθεί αναγράφεται το μήνυμα κειμένου καθώς επίσης η ημερομηνία και η ώρα την οποία έγινε η αποστολή ή λήψη.

Τα μηνύματα τα οποία έχουν σταλθεί στον εκάστοτε συνομιλητή εμφανίζονται από την αριστερή μεριά ενώ αυτά που έχουν ληφθεί εμφανίζονται από την δεξιά μεριά.



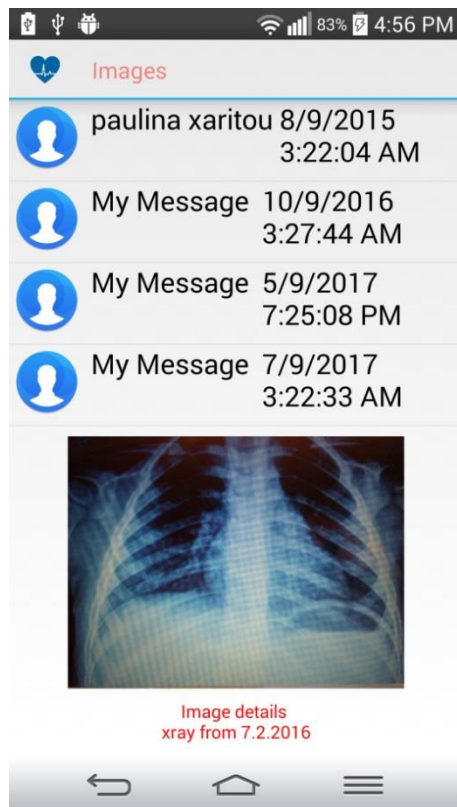
Εικόνα 33: Messages Activity

5.3.2.9 Photos Activity

Σε αυτή την δραστηριότητα ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στο σύνολο των φωτογραφιών που έχει ανταλλάξει με τον γιατρό ή τον ασθενή (αναλόγως αν είναι ασθενής ή γιατρός). Σε αυτή την δραστηριότητα, το πάνω μέρος αποτελείται από μια λίστα από τις φωτογραφίες που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης να δει. Σε κάθε

επιλογή αναγράφεται το ονοματεπώνυμο του ατόμου που έστειλε την φωτογραφία ή η ένδειξη “My message” εάν πρόκειται για εικόνα που έχει σταλεί από τον ίδιο. Παράλληλα δίπλα από το ονοματεπώνυμο αναγράφεται η ημερομηνία και η ώρα όπου στάλθηκε το μήνυμα.

Με το πάτημα μιας από τις εν δυνάμει εικόνες για παρουσίαση, εμφανίζεται στο κάτω μέρος η επιλεγθείσα εικόνα ενώ από κάτω εμφανίζεται και το μήνυμα/τίτλος που συνοδεύει την εικόνα (αν υπάρχει).



Εικόνα 34: Photos Activity

Στην συγκεκριμένη περίπτωση (εικόνα 34) ο χρήστης επέλεξε να δει το μήνυμα που έστειλε ο ίδιος στην “Παυλίνα Χαρίτου” στις 10/9/2016. Με το πάτημα πάνω στο δεύτερο στοιχείο της λίστας εμφανίζεται στο κάτω μέρος η φωτογραφία με την πληροφορία “x-ray from 7.2.2016”.

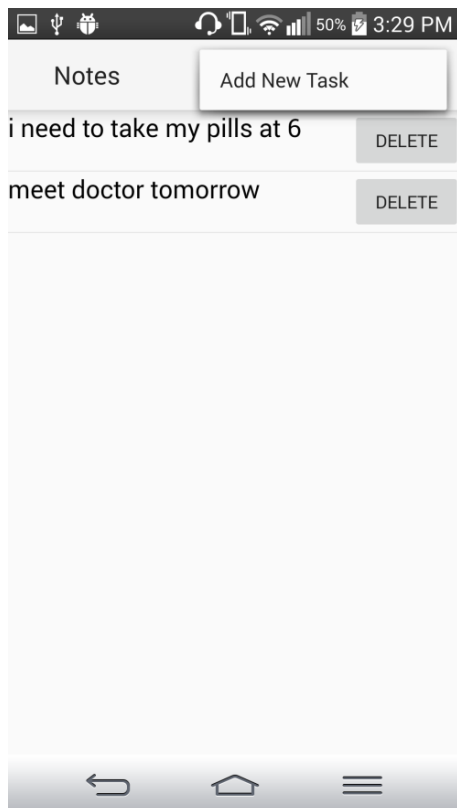
5.3.2.10 Notes Activity

Σε αυτή την δραστηριότητα ο χρήστης μπορεί να εισάγει σημαντικά στοιχεία και πληροφορίες ιατρικού περιεχομένου τα οποία επιθυμεί να αποθηκεύσει και να επανακτήσει αργότερα. Πρόκειται για μια δυνατότητα που δίνεται μόνο για τους ασθενείς. Το συγκεκριμένο Activity αποθηκεύει δεδομένα στην εσωτερική μνήμη του κινητού. Εξ’ αυτού τα δεδομένα αυτά είναι προσβάσιμα μόνο μέσω της κινητής συσκευής στην οποία έγινε η αποθήκευση. Επομένως εάν ο χρήστης επιθυμεί να

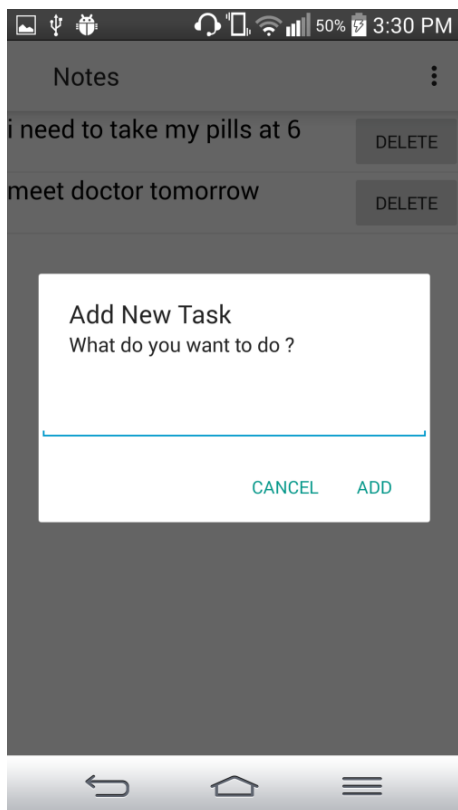
συνδεθεί από διαφορετική συσκευή στην εφαρμογή τα δεδομένα αυτά δεν θα είναι διαθέσιμα.

Η αποθήκευση μιας νέας σημείωσης από τον χρήστη είναι δυνατή με το πάτημα του κουμπιού “Add New Task”(εικόνα 35) πάνω δεξιά και στην συνέχεια το πάτημα του κουμπιού “ADD”(εικόνα 36) αφού πρώτα έχει δημιουργηθεί ένα μήνυμα κειμένου.

Στην ακόλουθη εικόνα φαίνονται οι διαδικασίες για την εισαγωγή μιας νέας σημείωσης από τον χρήστη.



Εικόνα 35: Notes Activity - Επισκόπηση των αποθηκευμένων σημειώσεων

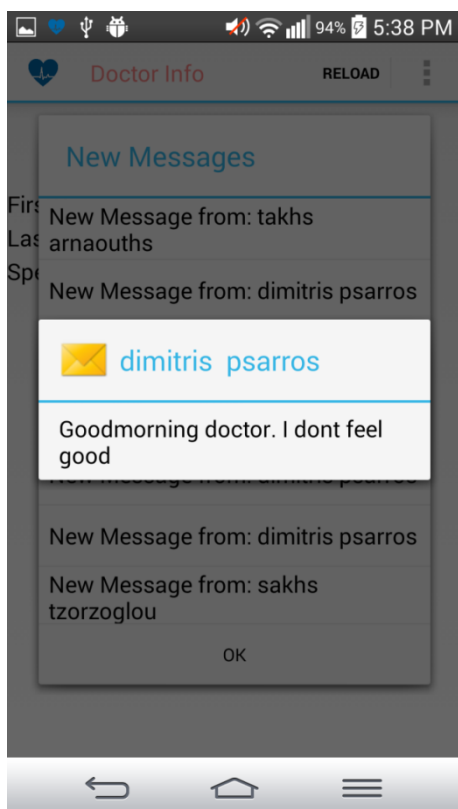


Εικόνα 36: Notes Activity - Εισαγωγή μιας νέας σημείωσης

5.3.2.11 New Messages Activity & New Images Activity

Η εφαρμογή είναι εξοπλισμένη προκειμένου ο χρήστης (είτε γιατρός είτε ασθενής), να μπορεί να δει τα μηνύματα τα οποία έχει ήδη παραλάβει αλλά δεν έχει αναγνώσει. Αυτά μπορεί να είναι είτε μηνύματα κειμένου είτε μηνύματα φωτογραφικού υλικού. Έτσι λοιπόν ο ασθενής και ο γιατρός μέσω του New Messages και New Images (επιλογές που δίνονται από το “Demographics Activity” και το “Demographic Doctor Activity”) μπορεί να βρει τα νέα μηνύματα και τις νέες φωτογραφίες που έχουν σταλεί από άλλους χρήστες στον ίδιο και δεν έχουν αναγνωσθεί. Όταν τα μηνύματα ανοιχθούν τότε πια σταματούν να είναι νέα. Αυτό πραγματοποιείτε με την ενημέρωση της βάσης δεδομένων ότι τα μηνύματα έχουν διαβαστεί.

Στην ακόλουθη εικόνα εμφανίζεται ο χρήστης “Ελένη Σταροπούλου” να περιηγείται στα νέα μηνύματα κειμένου τα οποία αφορούν εκείνα τα μηνύματα που δεν έχουν διαβαστεί. Τα νέα μηνύματα εμφανίζονται ως μια λίστα από τα άτομα τα οποία έστειλαν μήνυμα, όπου με το πάτημα σε κάποιο από αυτά τα στοιχεία εμφανίζεται το εν λόγο μήνυμα (εικόνα 37).



Εικόνα 37: New Messages

Το “New Images Activity” είναι πανομοιότυπο με το “Photos Activity”(εικόνα 34) και παρουσιάζονται οι ληφθέντες εικόνες που δεν έχουν παρουσιαστεί.

5.3.2.12 Add Health History Activity

Η δραστηριότητα “Add New Visit” αντιστοιχεί στην δυνατότητα που διαθέτει ο γιατρός να συμπληρώνει το ιατρικό ιστορικό των ασθενών του. Σε μια επίσκεψη του ασθενή στον γιατρό του, ο γιατρός εάν επιθυμεί να καταγράψει κάποια ασθένεια που εντοπίστηκε τότε αυτό είναι δυνατόν μέσω της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Με το πάτημα του κουμπιού “Add New Visit” (εικόνα 38) δημιουργείται μια νέα καταχώρηση στο ιατρικό ιστορικό του ασθενή το οποίο θα πρέπει να συμπληρωθεί από την αντίστοιχη διάγνωση ή/και από την αντίστοιχη φαρμακευτική αγωγή που θα πρέπει να λαμβάνει. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται η διαδικασία εισαγωγής των στοιχείων. Ο εκάστοτε γιατρός πρέπει να επιλέξει την ασθένεια που αναγνώρισε στον ασθενή (εικόνα 40) επιλέγοντας παράλληλα και την κατηγορία της ασθένειας που εντόπισε (εικόνα 39). Εάν επιθυμεί μπορεί να συμπληρώσει την γνωμάτευση με την εισαγωγή ενός κειμένου. Παράλληλα με την ασθένεια ο γιατρός μπορεί να χορηγήσει στον ασθενή και την ανάλογη φαρμακευτική αγωγή συμπληρώνοντας τα παιδιά “Medicine” και “Dosage”.

Add New Visit

ADD NEW DIAGNOSI

Choose ICD chapter : Certain

Choose ICD-CODE : 1. Cholera

Description :

Confirm

ADD MEDICINES

Medicine :

Dosage :

Confirm

Εικόνα 38: Add Health History Activity

Add New Visit

ADD NEW DIAGNOSI

Choose ICD chapter : Endocrine,

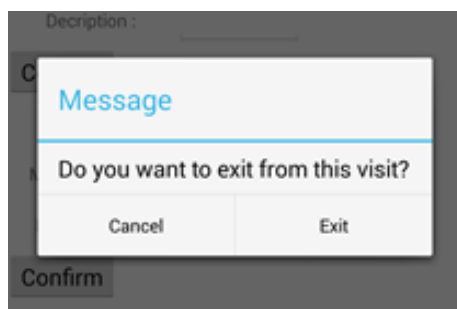
- Endocrine, nutritional and metabolic dise
- Mental and behavioural disorders
- Diseases of the nervous system
- Diseases of the eye and adnexa
- Diseases of the ear and mastoid process
- Diseases of the circulatory system
- Diseases of the respiratory system
- Diseases of the digestive system
- Diseases of the skin and subcutaneous ti

Εικόνα 39: Επιλογή κατηγορίας ασθένειας



Εικόνα 40: Επιλογή ασθένειας

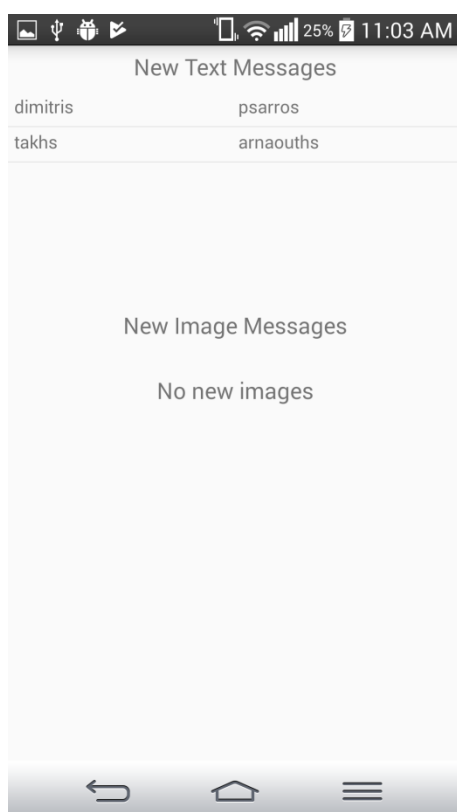
Η ακόλουθη εικόνα (εικόνα 41) αντιστοιχεί στο στιγμιότυπο όπου ο γιατρός έχει ολοκληρώσει την γνωμάτευση του και επιθυμεί να αποχωρήσει. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να πατηθεί το κουμπί επιστροφής το οποίο προκειμένου να διασφαλίσει ότι όντως είναι επιθυμητή η αποχώρηση του γιατρού εμφανίζει ανάλογο μήνυμα . Με το πάτημα του κουμπιού “exit”, τότε ο γιατρός βγαίνει οριστικά από το συγκεκριμένο “Visit” ,μην έχοντας την δυνατότητα πια να συμπληρώσει κάτι.



Εικόνα 41: Ενημερωτικό μήνυμα εξόδου από το "Visit"

5.3.2.13 Received Messages Activity

Η εφαρμογή “EHR_application” έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε ανά τακτά χρονικά διαστήματα να ελέγχει την ύπαρξη νέων μηνυμάτων που έχουν αποσταλεί προς τον χρήστη που χρησιμοποιεί την εφαρμογή . Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε με την χρήση ενός “Timer” που ελέγχει την βάση δεδομένων για νέα μηνύματα κάθε ένα λεπτό. Με αυτόν τον τρόπο ο εκάστοτε χρήστης ειδοποιείται μέσω ενός ηχητικού σήματος και δόνησης του κινητού σε περίπτωση που παρέλαβε νέο μήνυμα. Παράλληλα εμφανίζεται και μια ένδειξη (μπλε καρδιά) πάνω αριστερά για να υπενθυμίσει στο χρήστη την ύπαρξη νέου μηνύματος σε περίπτωση που αυτός δεν ακούσει την ηχητική ειδοποίηση ή την δόνηση. Στην εικόνα 22 εμφανίζεται (μπλε καρδιά) ένα παράδειγμα παραλαβής νέου μηνύματος για την γιατρό “Ελένη Σταροπούλου”. Η ένδειξη αυτή θα σβήσει μόνο όταν ο χρήστης πατήσει πάνω σε αυτήν προκειμένου να δει το άτομο το οποίο έστειλε το μήνυμα ή εάν ο χρήστης αποχωρήσει από την εφαρμογή. Με το πάτημα αυτό ο εκάστοτε χρήστης μεταβαίνει στη δραστηριότητα Received Messages Activity που φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 42: Received Messages Activity

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 42 η δραστηριότητα αυτή είναι χωρισμένη σε δύο πεδία. Στο πάνω μέρος εμφανίζονται τα άτομα τα οποία έχουν στείλει νέα μηνύματα κειμένου ενώ στο κάτω μέρος τα άτομα τα οποία έχουν στείλει μηνύματα

εικόνας. Προκειμένου ο χρήστης να δει τα μηνύματα που έχει παραλάβει θα πρέπει να μεταβεί στην δραστηριότητα New Messages Activity ή στη δραστηριότητα New Images Activity ανάλογα με το είδος του μηνύματος.

Κεφάλαιο 6

Επίλογος

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας τηλεϊατρικής εφαρμογής, σκοπός της οποίας είναι η διαχείριση του ιατρικού φακέλου των ασθενών και η επικοινωνία των ασθενών με τον γιατρό τους. Οι στόχοι που τέθηκαν από το αρχικό στάδιο σχεδίασης συνοψίζονται στα ακόλουθα σημεία:

- ❖ Δημιουργία βάσης δεδομένων στην οποία θα αποθηκεύονται ευαίσθητες πληροφορίες σχετικά με τους ασθενείς και το ιατρικό ιστορικό τους.
- ❖ Άμεση πρόσβαση των ασθενών στο ιατρικό ιστορικό τους (ημερομηνίες νοσηλείας, διαγνώσεις γιατρού και θεραπεία ασθένειας κτλ) και των γιατρών στο ιστορικό των ασθενών τους.
- ❖ Δυνατότητα των ασθενών να δουν το σύνολο των αλλεργιών από τις οποίες πάσχουν, και του γιατρού να περιηγηθεί στο σύνολο των αλλεργιών των ασθενών του για την καλύτερη παροχή ιατρικής φροντίδας.
- ❖ Δυνατότητα του ασθενή να αποθηκεύει σημειώσεις ιατρικού περιεχομένου στο κινητό.
- ❖ Δυνατότητα απομακρυσμένης παροχής φροντίδας του ασθενή μέσω επικοινωνίας του ασθενή με τον γιατρό σε άμεσο χρόνο και αντίστοιχα του γιατρού με τον ασθενή σε άμεσο χρόνο (είτε με μέσω μηνυμάτων κειμένου είτε με φωτογραφικό υλικό).
- ❖ Δυνατότητα του γιατρού να δημιουργήσει νέα καταχώρηση στο ιατρικό ιστορικό του ασθενή με χρήση της διεθνούς ταξινόμησης νοσημάτων ICD-10, πραγματοποιώντας νέα διάγνωση.
- ❖ Φιλικό και εύχρηστο περιβάλλον εφαρμογής

6.1 Μελλοντικές επεκτάσεις

Το σύστημα που αναπτύχθηκε αποτελεί ένα μέρος μιας τυπικής δομής ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος. Το εν λόγω σύστημα εμπεριέχει πληθώρα πληροφοριών ιατρικού περιεχομένου και δυνατότητες. Προκείμενου το σύστημα να γίνει περισσότερο ανταγωνιστικό και χρήσιμο θα μπορούσαν να προστεθούν περεταίρω δυνατότητες. Αυτές θα μπορούσαν να ήταν οι εξής:

- ❖ Συμπλήρωση δεδομένων φακέλου του ασθενή: Στην βάση δεδομένων είναι αποθηκευμένα διάφορα δεδομένα του ασθενή. Τέτοια δεδομένα αποτελούν τα δημογραφικά του στοιχεία και το ιατρικό του ιστορικό. Σε μια πιο ολοκληρωμένη και πλήρης από περιεχόμενο εφαρμογή η βάση δεδομένων θα έπρεπε να περιέχει διάφορες ακόμα πληροφορίες που χρειάζεται να δει ο γιατρός. Τέτοιες πληροφορίες είναι ενδεχομένως ο αριθμός ταυτότητας του ασθενή, το ΑΜΚΑ του, ο αριθμός ασφάλισής του σε δημόσιο ή ιδιωτικό ταμείο και η ομάδα αίματος. Επίσης θα ήταν επιθυμητή η προσθήκη περισσότερων πληροφοριών όσον αφορά το ιατρικό ιστορικό του ασθενή σε σχέση με τον τύπο και κατηγορία της ασθένειας η οποία διαγνώσθηκε στον ασθενή
- ❖ Επιλογή αναζήτησης ασθένειας στο History Activity: Στην δραστηριότητα που συγκεντρώνονται οι πληροφορίες του ιστορικού του ασθενή (History Activity) θα ήταν καλό να υπήρχε επιλογή για αναζήτηση εάν μια πάθηση έχει ήδη διαγνωσθεί στον ασθενή ή όχι. Με αυτόν τον τρόπο ο γιατρός σε κάποια νέα καταχώρηση δεδομένων θα ήταν ενήμερος για τις ήδη διαγνωσθείσες παθήσεις χωρίς να χρειαστεί να ανασκοπήσει το σύνολο του ιστορικού παθήσεων του ασθενή.
- ❖ Δυνατότητα λήψης βιοσημάτων από ενσωματωμένες ιατρικές συσκευές στο smartphone. Με την δυνατότητα λήψης βιοσημάτων από ενσωματωμένες ιατρικές συσκευές, θα ήταν δυνατόν ο γιατρός μέσω της εφαρμογής να αξιολογεί την κατάσταση των ασθενών χωρίς να χρειάζεται να συναντηθεί μαζί τους και χωρίς να βασίζεται στα λεγόμενα των ασθενών αλλά σε ενδείξεις ιατρικών εργαλείων ακριβείας.

6.2 Συμπεράσματα

Αναμφισβήτητα, η δημιουργία συστημάτων εξυπηρέτησης αναγκών για ιατρική περίθαλψη αποτελεί πρόκληση της σημερινής εποχής. Οι δυνατότητες που παρέχονται πλέον τόσο σε υλικό (hardware) όσο και σε λογισμικό (software) ποικίλουν και διευκολύνουν την ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων υγείας. Η χρήση της κινητής τεχνολογίας, με τις ασύρματες δυνατότητες που προσφέρει για ιατρικούς λόγους είναι ιδιαίτερα ελκυστική τόσο για τους ασθενείς όσο και για το ιατρικό προσωπικό. Οι κινητές τεχνολογίες έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν την ασφάλεια στους ασθενείς οι οποίοι αισθάνονται ότι παρακολουθούνται ιατρικά από τον γιατρό τους, να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες στον γιατρό για την κατάσταση του ασθενή τους αλλά και γενικότερες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση ενός ολόκληρου πληθυσμού. Ακόμα και αν περιοριστούμε στον ανθρωποκεντρικό παράγοντα της αύξησης της ποιότητας υπηρεσιών υγείας, οι ανάγκες δικτύωσης επαγγελματιών υγείας και απλών πολιτών καθιστούν επιτακτική

την ανάγκη εδραίωσης της κινητής υγείας. Ένα καλοσχεδιασμένο σύστημα διαχείρισης, αξιοποίησης και αποδοτικής μεταφοράς δεδομένων που υπόκειται σε συγκεκριμένες προδιαγραφές λειτουργικότητας και αξιοπιστίας (π.χ. μέσω της χρήσης πρωτοκόλλων μεταφοράς δεδομένων ή χρήση διεθνούς ορολογίας νοσημάτων) είναι ικανό να υποκαταστήσει σημαντικό φόρτο εργασίας και να συνηγορήσει στην αποτελεσματικότητα του φορέα της υγείας.

Η ανάγκη για τέτοιου είδους συστήματα και mHealth εφαρμογών είναι εμφανής διεθνώς. Πόσο μάλλον στην Ελλάδα λόγω του ιδιαίτερου γεωγραφικού της χαρακτήρα, το οποίο δυσκολεύει την πρόσβαση των πολιτών σε ιατροφαρμακευτικά κέντρα. Με περιοχές που βρίσκονται σε απομονωμένες τοποθεσίες και κατοίκους σε άγονες περιοχές η προσφορά υπηρεσιών υγείας μέσω κινητών συσκευών θα διασφαλίσει μια καλύτερη ιατρική κάλυψη των πολιτών παρέχοντας εξειδικευμένη ιατρική φροντίδα εξ αποστάσεως συμβάλλοντας στην ισότιμη κάλυψη όλων των πολιτών σε υπηρεσίες υγείας.

Βιβλιογραφία

1. European Commission. *mHealth*.; 2014. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/mhealth>.
2. Donna Malvey DJS. *mHealth: Transforming Healthcare*. Florida Alabama: Springer US; 2014. doi:10.1007/978-1-4899-7457-0.
3. Bruno M.C.Silva,Joel J.P.C.Rodrigues, Isabelde la Torre Díez, MiguelLópez-Coronado K. Mobile-health: A review of current state in 2015. 2015;56:265-272. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046415001136>.
4. mHealth. <https://en.wikipedia.org/wiki/MHealth>.
5. Efthymiou-Egleton I. *TRENDS in HEALTH CARE: A Global Challenge*. Xlibris Corporation; 2016.
6. Aitken M. *Patient Adoption of mHealth*.; 2015. [http://www.imshealth.com/files/web/IMSH Institute/Reports/Patient Adoption of mHealth/IIHI_Patient_Adoption_of_mHealth.pdf](http://www.imshealth.com/files/web/IMSH%20Institute/Reports/Patient%20Adoption%20of%20mHealth/IIHI_Patient_Adoption_of_mHealth.pdf).
7. Steinhubl SR, Muse ED, Topol EJ. The emerging field of mobile health. 2015;5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4748838/pdf/nihms757309.pdf>.
8. *On Mobile Health ("mHealth")*.(2014). <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/green-paper-mobile-health-mhealth>.
9. *mHealth App Developer Economics 2016*.; 2016. <https://research2guidance.com/r2g/r2g-mHealth-App-Developer-Economics-2016.pdf>.
10. Christine Zhenwei Qiang MY, Altman VH and D. *Mobile Applications for the Health Sector*.; 2011. http://siteresources.worldbank.org/INFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/Resources/mHealth_report.pdf.
11. *mHealth (Mobile Health) Industry Market Size Projection from 2012 to 2020 (in Billion U.S. Dollars)**. <https://www.statista.com/statistics/295771/mhealth-global-market-size/>.
12. Russian and Global mHealth Markets, Results of 2014. http://json.tv/en/ict_telecom_analytics_view/russian-and-global-mhealth-markets-results-of-2014.
13. Investor Information. <http://www.wearablehealthsolutions.com/investor-information/>.
14. Adibi S. *Mobile Health A Technology Road Map*. (Publishing SI, ed.). Burwood , Victoria: Springer; 2015. doi:10.1007/978-3-319-12817-7.

15. *Socio-Economic Impact of mHealth An Assessment Report for the European Union.*; 2013. https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2013/06/Socio-economic_impact-of-mHealth_EU_14062013V2.pdf.
16. Mehran Mehregany ES. *mHealth FROM SMART PHONES TO SMART SYSTEMS*. HIMSS; 2012.
http://engineering.case.edu/sites/engineering.case.edu/files/smart_phones_to_smart_systems_chapter_2.pdf.
17. 40 Stats on mHealth Industry Growth & Market Opportunities.
<http://sempercon.com/2016/02/15/40-stats-on-mhealth-growth-opportunities-for-app-development/>.
18. Dongjing He, Muhammad Naveed, Carl A. Gunter and KN. Security Concerns in Android mHealth Apps. 2014.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4419898/>.
19. Διαλειτουργικότητα, Πρότυπα, Κωδικοποίηση και Συστήματα Ταξινόμησης Ηλεκτρονικής Υγείας.
https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/289/1/02_chapter_04.pdf .
20. Ιατρικά Δεδομένα και Πρότυπα.
https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2977/1/02_chapter_02.pdf.
21. Health Level Seven. <http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=common>.
22. Health Level 7. https://en.wikipedia.org/wiki/Health_Level_7.
23. Blob B, ed. *Advance Health Telematics and Telemedicine*. IOS Press; 2003.
https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=Ckg9elyyAT0C&oi=fnd&pg=PA279&dq=clinical+document+architecture&ots=ThEW4T4YrS&sig=6g2agFvFj5Se-HIXNw_b9kl939Q&redir_esc=y#v=onepage&q=clinical document architecture&f=false.
24. Clinical Document Architecture.
https://en.wikipedia.org/wiki/Clinical_Document_Architecture.
25. Robert H. Dolin, MD Liora Alschuler Calvin Beebe Paul V. Biron, MLIS Sandra Lee Boyer Daniel Essin, MD Elliot Kimber Tom Lincoln, MD John E. Mattison M. The HL7 Clinical Document Architecture. 2001;8(6).
<https://academic.oup.com/jamia/article/8/6/552/778884/The-HL7-Clinical-Document-Architecture>.
26. Robert H. Dolin, MD Liora Alschuler Sandy Boyer, BSP Calvin Beebe Fred M. Behlen, PhD Paul V. Biron Amnon Shabo (Shvo) P. HL7 Clinical Document Architecture, Release 2. 2006;13(1):30-39.
<https://academic.oup.com/jamia/article/13/1/30/781314/HL7-Clinical-Document-Architecture-Release-2>.
27. Kernan R. Clinical Document Architecture (CDA), Consolidated-CDA (C-CDA)

- and their Role in Meaningful Use (MU).
https://www.healthit.gov/sites/default/files/cda_c-cda_theirrole_in_mu.pdf.
 Published 2012.
28. Introducing HL7 FHIR. <https://www.hl7.org/fhir/summary.html>.
 29. FHIR Overview. <https://www.hl7.org/fhir/overview.html>.
 30. Jonathan Stark, Brian Jepson BM. *Building Android Apps with HTML, CSS, and JavaScript: Making Native Apps with Standards-Based Web Tools*. O'Reilly Media, Inc; 2012.
 31. M.Wahba WSE-KAAHY. Taxonomy of Cross-Platform Mobile Applications Development Approaches. 2017;8(2):163-190.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447915001276>.
 32. More KA, Chandran MP. Native Vs Hybrid Apps. 2(6):563 – 572.
<http://www.ijcter.com/papers/volume-2/issue-6/native-apps-vs-hybrid-appsionic-titanium.pdf>.
 33. *Native Mobile Apps: The Wrong Choice for Business?* <https://www.mrc-productivity.com/research/whitepapers/NativeAppsWrongChoice.pdf>.
 34. Nizamettin Gok NK. Building Hybrid Android with Java and JavaScript. In: Blanchette SSL and M, ed. O'Reilly Media, Inc; 2013.
 35. Minh Huynh, Truong PG. HYBRID APP APPROACH: COULD IT MARK THE END OF NATIVE APP DOMINATION? 2017;14. <http://iisit.org/Vol14/IISITv14p049-065Huynh3472.pdf>.
 36. Dan Hermes. *Xamarin Mobile Application Development: Cross-Platform C# and Xamarin.Forms Fundamentals*. (Apress, ed.); 2015.
 37. Reynolds M. *Xamarin Mobile Application Development for Android*. (Packt Publishing, ed.); 2014.
 38. The Good and The Bad of Xamarin Mobile Development.
<https://www.altexsoft.com/blog/mobile/the-good-and-the-bad-of-xamarin-mobile-development/>. Published 2017.
 39. EHRWEBAPI. <https://github.com/dimitrisAA/EHRWEBAPI>.
 40. Create a web API with ASP.NET Core and Visual Studio for Windows.
<https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/tutorials/first-web-api>.
 41. Μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων.
https://el.wikipedia.org/wiki/Μοντέλο_Οντοτήτων-Συσχετίσεων.
 42. EHR_Application. https://github.com/dimitrisAA/EHR_Application2-master.

