



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

Context-aware και mHealth

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του

Κουβαρά Μάριου

Επιβλέπων : Δημήτριος Κουτσούρης



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

Context-aware και mHealth

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του

Κουβαρά Μάριου

Επιβλέπων : Δημήτριος Κουτσούρης

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

Δημήτριος Κουτσούρης

Δημήτριος Φωτιάδης

Γιώργος Ματσόπουλος

Καθηγητής ΕΜΠ

Καθηγητής Παν.Ιωαννίνων

Αν.Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Μάριος Δ. Κουβαράς

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

Copyright © Μάριος Δ.Κουβαράς, 2015

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.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιοχή των Context-aware συστημάτων και η εφαρμογή τους στην mHealth έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια όλο και μεγαλύτερη προσοχή. Λόγω των δυνατοτήτων τους και του αποδεδειγμένου αντίκτυπού τους στην υγεία όλο και περισσότεροι ερευνητές και βιομηχανίες ασχολούνται με την εφαρμογή τους στην ιατρική.

Γι' αυτό παρουσιάζουμε στοιχεία για τα context-aware συστήματα, αναφέροντας τα σύγχρονα αρχιτεκτονικά πρότυπα σχεδίασης ενός συστήματος διαχείρισης πληροφοριών. Δείχνουμε τις τεχνολογίες αυτών των συστημάτων που προσδιορίζονται βέβαια από τις ειδικές απαιτήσεις και τις καταστάσεις στις οποίες πρέπει να λειτουργήσει το κάθε σύστημα.

Επίσης προσδιορίσαμε τα φορητά συστήματα και τις αντίστοιχες πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται στην mHealth. Κύρια αναφορά γίνεται σε ένα βασικό του στοιχείο, τα smartphones, παρουσιάζοντας τα γνωστότερα λειτουργικά συστήματα αλλά και τις υπηρεσίες που προσφέρουν στον χρήστη γενικότερα αλλά και πιο συγκεκριμένα σε υπηρεσίες που προσφέρουν στην πρακτική της ιατρικής βοήθειας. Αναφορά γίνεται στην ροή πληροφορίας σε αυτά τα συστήματα δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στη χρήση τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα.

Αναπτύσσουμε ένα παράδειγμα αρχιτεκτονικής ενός mHealth συστήματος, το ERPHA. Το ERPHA (Emergency Remote Pre-Hospital Assistance) είναι ένα πρότζεκτ που σκοπός του είναι η αντιμετώπιση της ανάπτυξης μιας τεχνολογικής λύσης που θα κάνει χρήση της συνεχής παρακολούθησης του ασθενή κατά τη διάρκεια της προ νοσοκομειακής περιόδου. Τέλος, προτείνουμε δύο διαφορετικές αρχιτεκτονικές επεκτάσεις, μία ώστε το σύστημα να είναι συμβατό με τα πιο σύγχρονα πρότυπα ευρυζωνικών ασύρματων δικτύων και μία για να αντιμετωπίζονται τα προβλήματα που δημιουργούνται σε έκτακτες καταστάσεις, καθώς αυτά απαιτούν ειδική μεταχείριση.

Λέξεις Κλειδιά

Κινητές συσκευές, Context-aware, mHealth, αρχιτεκτονική συστήματος ERPHA

ABSTRACT

The Context-aware Systems and the area of Mobile Health (mHealth) have recently gained attention. Because of the various possibilities they offer and the proven impact they can have on healthcare field, the aforementioned systems present a great challenge for both researchers and industries.

In the following thesis we intend to present specific aspects related to the context-aware systems. We particularly present the architectural development prototypes of information management system. We also refer to the technologies of these systems developed to satisfy specific requirements and operate under specific conditions.

We also specify the mobile devices and the corresponding platforms used in mHealth. Key element of this field is the smartphones. In this study we refer to the best known operating systems as well as to the services that are offered to the user in general and more particularly to the services provided for the practice of healthcare. Special mention is made to the flow of information in these systems, by focusing on the use of open source technologies.

We present an example of architecture of a mHealth system, named ERPHA. ERPHA (Emergency Remote Pre-Hospital Assistance) is a project that addresses the problem of developing a technological solution that will render feasible the continuous and accurate monitoring of a patient's condition during the pre-hospitalization period. Finally, we propose two different architectural extensions, one to make the system compatible with the latest standards of wireless broadband networking and one to address the problems that arise in emergency situations because they require special treatment.

KeyWords

Mobile Devices, Context-aware, mHealth, system architecture ERPHA

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT.....	6
Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Κινητά Συστήματα.....	9
1.2 Περιεχόμενο διπλωματικής.....	10
Κεφάλαιο 2. ΟΡΙΣΜΟΙ.....	13
2.1 Context.....	13
2.2. Context-aware	22
Κεφάλαιο 3. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ CONTEXT-AWARE	27
3.1 Εφαρμογή των context-aware υπηρεσιών.....	27
3.2 Σχεδιαστικές αρχές συστημάτων context aware.....	29
3.2.1 Προσεγγίσεις Αρχιτεκτονικών.....	30
3.2.2 Υποδομή υποσυστήματος	32
3.3 Αρχιτεκτονικές.....	34
Κεφάλαιο 4. mHEALTH	53
4.1 Εισαγωγή	53
4.2. Η κινητή συσκευή.....	54
4.3 Τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας για την υγεία	57
4.4 mHealth φορητά συστήματα και πλατφόρμες	61
4.5 Λειτουργικά Συστήματα σε smartphone.....	68
4.6 Δυνατότητες mHealth υπηρεσιών σε Smartphones	73
Κεφάλαιο 5. ΡΟΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ mHEALTH ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	79
5.1 Μέθοδοι συλλογής δεδομένων	79
5.2 Google Android	81
5.3 Οφέλη και μειονεκτήματα από τη χρήση τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα	82
5.4 Πλαίσια ανοιχτού κώδικα	83
Κεφάλαιο 6. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ERPHA.....	87
6.1 Εισαγωγή	87
6.2 Απαιτήσεις στο συστήματα υγείας για την βοήθεια εξ αποστάσεως	90
6.3 Αρχιτεκτονική Λογισμικού για τα συστήματα υγείας για την εξ αποστάσεως βοήθεια.....	96
6.3.1 Περιγραφή Αρχιτεκτονικής Λογισμικού	97
6.3.2 Αντιμετώπιση χαρακτηριστικών ποιότητας στην Αρχιτεκτονική	105
6.4 Λεπτομέρειες Πρωτοτύπου της εφαρμογής.....	106
6.5 Επεκτάσεις αρχιτεκτονικής συστήματος ERPHA	111

6.5.1 Επέκταση του συστήματος ERPΗΑ για ευρυζωνικά ασύρματα δίκτυα (4G, satellite internet).....	111
6.5.2 Επέκταση συστήματος ERPΗΑ για έκτακτες καταστάσεις	119
Κεφάλαιο 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	123
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	127

Κεφάλαιο 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Κινητά Συστήματα

Οι εξελίξεις στον τομέα των επικοινωνιακών και των υπολογιστικών συστημάτων συνέτειναν στην αλλαγή του τρόπου ζωής των ανθρώπων. Υπό το πρίσμα αυτών των υφιστάμενων τεχνολογικών εξελίξεων δημιουργήθηκαν οι συνθήκες για την εφαρμογή της pervasive computing (διάχυτη υπολογιστική) που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Weiser [1] το 1991 ως η διαφανή ενσωμάτωση των υπολογιστικών συσκευών στην καθημερινότητα του χρήστη, όπου η τεχνολογία χάνεται στο παρασκήνιο εστιάζοντας στον χρήστη και τις δραστηριότητές του.

Την τελευταία όμως χρόνια παρατηρείται μια όλο και μεγαλύτερη χρήση του κινητού γίνοντας αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας μας. Παρόλο όμως που οι κινητές συσκευές έχουν περιορισμένους υπολογιστικούς πόρους, όπως υπολογιστική ισχύ, μνήμη και μόνιμο αποθηκευτικό χώρο, η χρήση τους όλο και εξαπλώνεται. Η φορητότητά τους και η επικοινωνία η ασύρματη, καθώς και οι όλο μικρότερες διαστάσεις τους διευκολύνει την ίδια την χρήση τους σε διαφορετικές διαδικασίες στην καθημερινότητα.

Σήμερα λοιπόν οι κινητές συσκευές περιλαμβάνουν τους φορητούς υπολογιστές (laptops), τους προσωπικούς ψηφιακούς βοηθούς (PDA), τα tablet, τα smartphones και διάφορες wearable συσκευές όπως τα ρολόγια. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται διάχυτα (pervasive).

Οι εφαρμογές που λειτουργούν στα κινητά συστήματα πρέπει να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Για να το επιτύχουν αυτό, απαιτείται να έχουν γνώση του

περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργούν και των παραγόντων που επηρεάζουν την λειτουργία τους (context). Έτσι, οι κινητές εφαρμογές χρειάζεται να ενημερώνονται για τις αλλαγές που συμβαίνουν στο περιβάλλον εκτέλεσής τους και να προσαρμόζονται σύμφωνα με αυτές τις αλλαγές, ώστε να παρέχουν ποιοτικότερες υπηρεσίες στους χρήστες. Οι εφαρμογές που διαχειρίζονται το context, ονομάζονται context-aware.

Όπως λοιπόν ήταν φυσικό οι τεχνολογίες αυτές άρχισαν να χρησιμοποιούνται στην ιατρική και στην πρόνοια της υγείας. Ο όρος mHealth (mobile Health) δημιουργήθηκε για να περιγράψει την πρακτική της ιατρικής με χρήση κινητών συσκευών. Όπως λοιπόν ήταν φυσικό πλήθος εφαρμογών άρχισαν να δημιουργούνται που περιλαμβάνουν χρήση συσκευών για να διαβάζονται και να αποθηκεύονται πληροφορίες υγείας, να δίνονται πληροφορίες για την ιατρική φροντίδα βοηθώντας γιατρού και ασθενείς, για την καταγραφή των ενδείξεων των ζωτικών σημείων καθώς και την άμεση παρακολούθηση ασθενών (τηλειατρική).

1.2 Περιεχόμενο διπλωματικής

Σκοπός της διπλωματικής είναι η παρουσίαση των εφαρμογών Context-Aware καθώς και των εφαρμογών της mHealth. Στο κεφάλαιο 2 περιγράφονται τα Context-Aware συστήματα δίνοντας τους απαραίτητους ορισμούς για τον ορθότερο προσδιορισμό τους. Στο κεφάλαιο 3 περιγράφονται περισσότερες πληροφορίες για τα συστήματα αυτά, όπως η παρουσίαση των γνωστότερων αρχιτεκτονικών τους. Στο κεφάλαιο 4 γίνεται μια εκτενής παρουσίαση της mHealth με κάλυψη των κυριότερων εφαρμογών και πρωτοτύπων που έχουν αναπτυχθεί. Στο κεφάλαιο 5 γίνεται μια ξεχωριστή αναφορά στη ροή πληροφορίας στην mHealth. Στο κεφάλαιο 6 αναπτύσσεται διεξοδικώς η αρχιτεκτονική του ERPHA. Το ERPHA (Emergency Remote Pre-Hospital Assistance) είναι ένα πρότζεκτ που σκοπός του είναι η αντιμετώπιση της ανάπτυξης μιας τεχνολογικής λύσης που θα κάνει χρήση της συνεχής παρακολούθησης του ασθενή κατά τη διάρκεια της προ-νοσοκομειακής περιόδου. Το ERPHA επίσης βοηθάει ενισχύοντας την προνοσοκομειακή φροντίδα υποστηρίζοντας παρεμβάσεις εξειδικευμένων γιατρών με σημαντικές πληροφορίες βίντεου, εικόνας και ήχου καθώς

και ενδείξεις των ζωτικών σημείων. Το ERPHA συλλέγει αυτές τις πληροφορίες κάνοντας χρήση αισθητήρων μεταφέροντας τις πληροφορίες μέσω μιας μονάδας επικοινωνίας δημιουργώντας ένα δίκτυο BSN (body-sensor-network). Η μονάδα επικοινωνίας, ένα smartphone, παρουσιάζει και προωθεί τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν στο νοσοκομείο. Οι πληροφορίες αυτές που στάλθηκαν αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων που διατηρεί το ιστορικό του ασθενή, προσδιορίζοντας το είδος της ιατρικής φροντίδας που του παρέχεται και κατηγοριοποιώντας την επικινδυνότητα του τραυματισμού. Τέλος στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα.

Κεφάλαιο 2. ΟΡΙΣΜΟΙ

Την ίδια στιγμή που η χρήση των ηλεκτρονικών επικοινωνιών αυξάνεται σταθερά, το ποσό των προσβάσιμων πληροφοριών αυξάνεται εκθετικά μέρα με τη μέρα. Έτσι γίνεται μεγαλύτερη η ανάγκη για την παροχή κατάλληλων υπηρεσιών προς τους χρήστες δυσκολεύει η αναζήτηση πληροφορίας σχετικά με μια τρέχουσα κατάσταση καθώς πρέπει να προσφέρονται οι κατάλληλες υπηρεσίες οποτεδήποτε, οπουδήποτε και σε οποιονδήποτε. Σαν αποτέλεσμα οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στα pervasive συστήματα πρέπει να μπορούν να προσαρμόζονται στο μεταβαλλόμενο φυσικό, κοινωνικό και υπολογιστικό περιβάλλον και για να το καταφέρουν αυτό απαιτείται να έχουν επίγνωση του περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργούν και των παραγόντων που επηρεάζουν τη λειτουργία τους. Το σύνολο αυτών των παραγόντων ονομάζεται *context* και οι εφαρμογές που αναγνωρίζουν και διαχειρίζονται το *context* χαρακτηρίζονται ως *context-aware*.

2.1 Context

Ο όρος *context* στα ελληνικά μεταφράζεται ως συμφραζόμενα και αναφέρεται στο τμήμα του κειμένου ή ομιλίας, μέσα στο οποίο βρίσκεται μία λέξη και το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση της σημασίας της [2]. Εξάλλου ετυμολογικά προέρχεται από την ένωση του πρώτου συνθετικού της λέξης “con”, το οποίο έχει λατινική μετάφραση “με”, και “texti” με μετάφραση “κείμενο”.

Πέρα όμως της γλωσσολογικής ερμηνείας έχουμε χρήση της και σε άλλα επιστημονικά πεδία όπου περιγράφεται το περιβάλλον μιας οντότητας που βρίσκεται στο επίκεντρο

του ενδιαφέροντος. Έτσι χρησιμοποιήθηκε ο όρος στην πληροφορική, ιδιαιτέρως τα τελευταία χρόνια στα πλαίσια της διάχυτης υπολογιστικής, απασχολώντας τους με το πως θα διορθωθεί το πρόβλημα της κατανόησης από τους υπολογιστές της περιρρέουσας κατάστασης του χρήστη ώστε η διαδικασία της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών να μην είναι μια σχέση δράσης-αντίδρασης αλλά μια κατάσταση αλληλοϋποστήριξης.

Η ανάγκη για καλύτερη αξιοποίηση του context προϋποθέτει όμως να κατανοήσουμε τι ακριβώς εννοούμε ότι είναι το context και πως μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε. Αυτό είναι αναγκαίο καθώς με αυτό τον τρόπο θα μπορούν να προσδιοριστούν οι παράγοντες που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό μιας εφαρμογής.

Για τον ορισμό του *context* στην πληροφορική έχουν γίνει πολλές διαφορετικές προσπάθειες από πολλούς ερευνητές και αυτή η δυσκολία οφείλεται στην γενικότητα της έννοιας context και ταυτόχρονα της προσπάθειας να συμπεριλάβουν στον ορισμό επακριβώς το είδος της εφαρμογής και τον χρήστη. Έτσι είναι φυσικό λόγω της γενικότητας αυτής να προσδιοριστεί ο ορισμός του μέσω συνωνύμων και, λόγω των εφαρμογών τους, μέσω απαρίθμησης παραδειγμάτων, πράγμα που όμως καθιστούν δύσκολη την εφαρμογή τους καθώς μπορεί να απαιτείται να καθοριστεί ένα είδος πληροφοριών που να μην έχει απαριθμηθεί στον ορισμό. Η αφαιρετικότητα την έννοιας λοιπόν του όρου context οδήγησε σε διαφορετικές προσεγγίσεις και κατ' επέκταση σε πλήθος διαφορετικών ορισμών, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1 Ορισμοί για το context[33]

Ορισμοί με παράδειγμα

Schilit &Theimer [3]	Αναφέρονται στο context ως τη θέση, τις ταυτότητες των κοντινών ανθρώπων και των αντικειμένων και τις αλλαγές σε αυτά τα αντικείμενα.
Brown et al. [4]	Ορίζουν το context ως τη θέση, τις ταυτότητες των ανθρώπων στον περιρρέοντα χώρο του χρήστη, το χρόνο, την εποχή, τη θερμοκρασία κ.λπ.
Ryan et al. [5]	Προσδιορίζουν το context ως τη θέση, το περιβάλλον, την ταυτότητα και χρόνο του χρήστη.
Dey [6]	Απαριθμεί το context ως τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη, το αντικείμενο της προσοχής του, τη θέση και τον προσανατολισμό του, την ημερομηνία και το χρόνο, τα αντικείμενα και τους ανθρώπους στο περιβάλλον του χρήστη.
Ορισμοί με συνώνυμα	
Brown [7]	Ορίζει το context ως εκείνα τα στοιχεία του περιβάλλοντος του χρήστη, τα οποία είναι σε θέση να γνωρίζει ο υπολογιστής του.
Franklin & Flaschbart [8]	Θεωρούν το context ως την κατάσταση του χρήστη.
Ward et al. [9]	Αντιλαμβάνονται το context ως την κατάσταση του περιβάλλοντος της εφαρμογής

Rodden et al. [10]	Ορίζουν το context ως τις ρυθμίσεις της εφαρμογής.
Hull et al. [11]	Καθορίζουν το context ως τις πτυχές της τρέχουσας κατάστασης (συμπεριλαμβανομένου ολόκληρου του περιβάλλοντος).
Ειδικότεροι ορισμοί	
Schilit et al. [12]	Ορίζουν το context ως το συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον εκτέλεσης. Σημαντικές πτυχές του context αποτελούν τα εξής: πού βρίσκεται ο χρήστης, με ποιον είναι μαζί και ποιοι πόροι είναι κοντινοί. Επίσης προσδιορίζουν τα εξής τμήματα του περιβάλλοντος: • Διαθέσιμοι επεξεργαστές του υπολογιστικού περιβάλλοντος, προσπελάσιμες από τους χρήστες συσκευές, χωρητικότητα του δικτύου, συνδεσιμότητα και υπολογιστικό κόστος. • Φυσική θέση των χρηστών στο περιβάλλον, συλλογή των κοντινών ανθρώπων και κοινωνική κατάσταση. • Φυσικός φωτισμός του περιβάλλοντος και επίπεδο θορύβου.
Dey et al. [13]	Προσδιορίζουν το context ως τη φυσική, κοινωνική, συναισθηματική ή πληροφοριακή κατάσταση του χρήστη.

Pascoe [14]	Αναφέρεται στο context ως το υποσύνολο των φυσικών και εννοιολογικών καταστάσεων που εμπίπτουν στη σφαίρα ενδιαφέροντος μια συγκεκριμένης οντότητας.
Πιο “επίσημοι” ορισμοί	
Salber & Abowd [15]	Το context περιλαμβάνει τις πληροφορίες που είναι μέρος του λειτουργικού περιβάλλοντος μιας εφαρμογής και που μπορούν να “ανιχνευθούν” από την εφαρμογή. Αυτού του είδους οι πληροφορίες τυπικά περιλαμβάνουν τη θέση, την ταυτότητα, τη δραστηριότητα και την κατάσταση των ανθρώπων, των ομάδων και των αντικειμένων.
Dey & Abowd [16]	Ο ορισμός προσδιορίζει ως context οποιεσδήποτε πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρακτηρίσουν την κατάσταση μιας οντότητας. Μια οντότητα είναι ένα πρόσωπο, μία θέση, ή ένα αντικείμενο που θεωρείται σχετικό με την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός χρήστη και μιας εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένου του χρήστη και των εφαρμογών. Πρωτογενείς τύποι context είναι: θέση, ταυτότητα, χρόνος, δραστηριότητα. Οι πρωτογενείς τύποι context χαρακτηρίζουν την κατάσταση μιας συγκεκριμένης οντότητας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες

	ώστε να προσδιορισθεί context δευτεροβάθμιου τύπου για αυτήν την ίδια οντότητα, καθώς επίσης και πρωτογενές context για άλλες σχετικές οντότητες (π.χ., άλλοι άνθρωποι στην ίδια θέση).
Schmidt et al. [17]	Για τους εν λόγω συγγραφείς, το context προσδιορίζει τη γνώση τόσο για το χρήστη όσο και την κατάσταση της υπολογιστικής του συσκευής, συμπεριλαμβανομένων των περιχώρων, της γενικότερης τοποθέτησης και σε λιγότερο βαθμό τη θέση. Χρησιμοποιούν τρεις διαστάσεις για να περιγράψουν το context: Το περιβάλλον, τον ίδιο τον άνθρωπο και τη δραστηριότητα του.
Chen & Kotz [18]	Ορίζουν το context ως το σύνολο των περιβαλλοντικών καταστάσεων και ρυθμίσεων που είτε καθορίζει τη συμπεριφορά της εφαρμογής (ενεργό ή <i>active context</i>, το οποίο επηρεάζει την συμπεριφορά της εφαρμογής) είτε σχετίζεται με την εφαρμογή και εμφανίζεται να είναι ενδιαφέρον στο χρήστη (παθητικό ή <i>passive context</i>, το οποίο είναι σχετικό αλλά μη κρίσιμο σε μια εφαρμογή). διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες context: υπολογιστικό <i>context</i>, <i>context</i> του χρήστη, φυσικό <i>context</i> και <i>context</i> που σχετίζεται με το χρόνο. Σημειώνεται επίσης ότι

	αρκετά χρήσιμες είναι οι παρελθούσες πληροφορίες context (<i>context history</i>).
--	---

Λόγω των διαφορετικών τύπων πληροφοριών σε κάθε context αναζητήθηκαν ορισμοί από διάφορους ερευνητές συμπεριλαμβάνοντας στον ορισμό επακριβώς το είδος της εφαρμογής και τον χρήστη. Ο Schilit και Theimer [3] το όρισαν απαριθμώντας το, δηλαδή ως την τοποθεσία, τις ταυτότητες των ανθρώπων και των αντικειμένων, καθώς και τις αλλαγές που υπεισέρχονται σε αυτά. Σε ένα παρόμοιο ορισμό, ο Brown [4] ως την τοποθεσία, τις ταυτότητες των ανθρώπων γύρω από το χρήστη, την ώρα της ημέρας, την θερμοκρασία, κλπ. Οι Ryan, Pascoe και Morse [5] ορίσαν το context ως την τοποθεσία, το περιβάλλον του χρήστη, την ταυτότητα και το χρόνο ενώ ο Dey [6] το απαριθμεί ως τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη, την εστίαση της προσοχής στη θέση και τον προσανατολισμό, την ημερομηνία και την ώρα, τα αντικείμενα, τους ανθρώπους και στο περιβάλλον του χρήστη.

Παράδειγμα χρήσης συνωνύμων είναι οι ορισμοί μέσω ισοδύναμων εννοιών όπως οι γενικοί όροι το περιβάλλον ή η κατάσταση. Ορισμένοι θεωρούν ότι context είναι το περιβάλλον του χρήστη, ενώ άλλοι θεωρούν ότι είναι το περιβάλλον της εφαρμογής. Ο Brown [7] καθόρισε ως context να είναι τα στοιχεία του περιβάλλοντος του χρήστη τα οποία ο υπολογιστής του χρήστη γνωρίζει. Οι Franklin και Flaschbart [8] θεωρούν ως την κατάσταση του χρήστη. Οι Ward, Jones και Hopper [9] ορίζουν το context ως η κατάσταση του περιβάλλοντος της εφαρμογής και ο Rodden [10] ως οι ρυθμίσεις της εκάστοτε εφαρμογής. Οι Hull, Neaves, Bedford-Roberts και Towards [11] περιλάμβαναν το σύνολο του περιβάλλοντος ορίζοντας το context μέσω της τρέχουσας κατάστασης.

Οι ορισμοί που δόθηκαν από τους Schilit et al. [12], Dey et al. [13] και Pascoe [14] και παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.1 ως “ειδικότεροι” ορισμοί είναι μεν πιο κοντά στην πραγματικότητα αλλά εξακολουθούν να είναι αρκετά συγκεκριμένοι με αποτέλεσμα να

υστερούν επίσης στην εφαρμογή. Οι ορισμοί αυτοί απαριθμούν τις σημαντικές πτυχές των διάφορων καταστάσεων αλλά παραλείπουν να σημειώσουν ότι η σπουδαιότητα μίας πληροφορίας υπόκειται σε αλλαγή από κατάσταση σε κατάσταση. Παραδείγματος χάριν, σε μερικές περιπτώσεις το φυσικό περιβάλλον μπορεί να είναι σημαντικό, ενώ σε άλλες μπορεί να είναι απολύτως ασήμαντο. Δεδομένου ότι το context θεωρείται ως το σύνολο των καταστάσεων που σχετίζονται με μία εφαρμογή κατάσταση και το σύνολο χρηστών της, δεν είναι πάντα κατάλληλο να χρησιμοποιηθούν οι ορισμοί που παρέχονται από τους Schilit et al., Dey et al. ή τον Pascoe.

Ο Πίνακας 1.1 παρουσιάζει επίσης ορισμένους πιο “επίσημους” ορισμούς. Ο ορισμός των Dey και Abowd [15], ο δεύτερος “πιο επίσημος” ορισμός στον Πίνακα 1.1, επιτρέπει ευκολότερο σχεδιασμό του σχετικού context διότι δεν είναι απαραίτητο να εξεταστεί η υπονοούμενη και η ρητή φύση του context . Αντίθετα από ότι συμβαίνει στην αλληλεπίδραση ανθρώπου με άνθρωπο, η διάκριση μεταξύ των υπονοούμενων και ρητών πληροφοριών context (παραδείγματος χάριν, καταφατική κίνηση του κεφαλιού αντί να ειπωθεί: “Ναι, θα σε πάω στην τράπεζα”) είναι αδιευκρίνιστη ή άσχετη για την αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανή λόγω του σημασιολογικού χάσματος μεταξύ των μηχανών και των ανθρώπων. Αντ’ αυτού, οι έννοιες των ποιοτικών και ποσοτικών πληροφοριών context είναι περισσότερο εφαρμόσιμες .

Στη διατριβή του ο Dey (2000), αναδιοργανώνει τον ορισμό που παρουσιάστηκε ανωτέρω και δηλώνει ότι «οι πληροφορίες περιβάλλοντος είναι οποιεσδήποτε πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρακτηρίσουν την κατάσταση μιας οντότητας. Μια οντότητα είναι ένα πρόσωπο, ένας φυσικός χώρος, ή ένα αντικείμενο που θεωρείται σχετικό με την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός χρήστη και μιας εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένων και των οντοτήτων χρήστη και εφαρμογής». Αυτός ο ορισμός διευκολύνει έναν υπεύθυνο για τη ανάπτυξη μίας εφαρμογής να απαριθμηθεί το context για ένα δεδομένο σενάριο εφαρμογής. Εάν ένα κομμάτι των πληροφοριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει την κατάσταση ενός συμμετέχοντος σε μια αλληλεπίδραση, τότε αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χαρακτηριστούν ως πληροφορίες context. Για παράδειγμα, ας θεωρηθεί η εργασία χρησιμοποίησης ενός λογιστικού φύλλου (*spreadsheet*) για να προστεθεί ένας κατάλογος βαρών. Οι οντότητες σε αυτό το παράδειγμα είναι ο χρήστης και η εφαρμογή. Θα εξεταστούν δύο κομμάτια πληροφοριών – η παρουσία άλλων ανθρώπων και η θέση – και θα

χρησιμοποιηθεί ο ανώτερος ορισμός για να καθοριστεί τι είναι context. Η παρουσία άλλων ανθρώπων στο δωμάτιο δεν έχει επιπτώσεις στο χρήστη ή την εφαρμογή με τον καθορισμένο στόχο συμπλήρωσης του λογιστικού φύλλου. Επομένως, δεν αποτελούν πληροφορίες context. Εντούτοις η θέση του χρήστη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει την κατάσταση του χρήστη. Εάν ο χρήστης βρίσκεται στις Ηνωμένες Πολιτείες, ένα ποσοστό των βαρών θα παρουσιαστεί με διαφορετική μονάδα μέτρησης, π.χ. λίβρες (pounds). Εάν ο χρήστης βρίσκεται στον Καναδά, το ποσό των βαρών θα καταγραφεί με μονάδα μέτρησης το κιλό. Επομένως, η θέση του χρήστη αποτελεί πληροφορία context επειδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει την κατάσταση του χρήστη.

Τέλος στην ίδια κατηγορία των πιο “επίσημων” ορισμών οι Chen και Kotz [18] θεωρούν ότι το context είναι μια γενική λέξη και του αποδίδουν ένα χαλαρό ορισμό. Εισάγουν μια ταξινόμηση δύο τύπων context (ενεργά και παθητικά) που συνδράμουν στην κατανόηση της χρήσης του context στις κινητές εφαρμογές. Σε αυτήν την περίπτωση, μια πτυχή του context περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος που καθορίζουν τη συμπεριφορά των κινητών εφαρμογών, ενώ η άλλη πτυχή του είναι σχετική με την εφαρμογή, αλλά δεν είναι κρίσιμη. Επίσης δηλώνουν ότι δεν είναι απαραίτητο για τις εφαρμογές να προσαρμόζονται στο δεύτερο είδος context εκτός από το να το παρουσιάσουν στους ενδιαφερόμενους χρήστες.

2.2. Context-aware

Η υπολογιστική context-aware συζητήθηκε για πρώτη φορά συζητήθηκε για πρώτη φορά από τους Schilit και Theimer [3] το 1994 ως το λογισμικό που “προσαρμόζεται σύμφωνα με τη θέση χρήσης, τη συλλογή των κοντινών ανθρώπων και των αντικειμένων, καθώς επίσης και των αλλαγών σε αυτά τα αντικείμενα κατά τη διάρκεια του χρόνου”. Παρόλα αυτά είναι κοινώς αποδεκτό ότι η πρώτη ερευνητική πρωτοβουλία ανήκει στην ομάδα του Olivetti Active Badge το 1992.

Από τότε, έχουν υπάρξει πολυάριθμες προσπάθειες να καθοριστεί ένας κοινά αποδεκτός και αποτελεσματικός ορισμός για τη context-aware υπολογιστική. Ο ορισμός του context-aware έχει γίνει συνώνυμος σήμερα με τους όρους: προσαρμοστική (*adaptive*) [19], αντιδραστική (*reactive*) [20], Αποκριτική (*responsive*) [21], ανάλογη της κατάστασης (*situated*) [11], ευαίσθητη στο context (*context-sensitive*)[22] και κατευθυνόμενη από το περιβάλλον (*environment-directed*)[23]. Κυρίως όμως οι ορισμοί είναι χωρισμένοι σε δυο κατηγορίες: στη χρήση του context και στην προσαρμογή του context.

Πρώτα θα αναφέρουμε τους ορισμούς με χρήση του context. Σύμφωνα με Hull et al. [11] & Pascoe et al[14,5,24] έχουμε την υπολογιστική context-aware να είναι η ικανότητα των υπολογιστικών συσκευών να ανιχνεύουν και να αισθάνονται, να ερμηνεύουν και να αποκρίνονται στις πτυχές του τοπικού περιβάλλοντος ενός χρήστη και των ίδιων των υπολογιστικών συσκευών. Ο Dey [6] περιορίζει την επίγνωση του περιβάλλοντος στην διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή, σε αντιδιαστολή με την υποκείμενη εφαρμογή. Ενώ έπειτα οι Det et al[13] άρχισαν να εισάγουν το όρο της προσαρμοστικότητας ορίζοντας την επίγνωση του περιβάλλοντος ως το θεμελιώδες βήμα που οδηγεί στην αυτοματοποίηση ενός συστήματος λογισμικού βασισμένου στη γνώση του context του χρήστη. Τέλος οι Salber et al [27] καθόρισαν την επίγνωση του περιβάλλοντος ως τη δυνατότητα να παρασχεθεί μέγιστη ευελιξία εκ μέρους μίας υπολογιστικής υπηρεσίας που υποστηρίζεται στην ανίχνευση του context σε πραγματικό χρόνο.

Οι ακόλουθοι ορισμοί ανήκουν στην κατηγορία "προσαρμογής στο context". Πολλοί ερευνητές [12,4,9,26,28,29,30] όρισαν τις εφαρμογές context-aware ως τις εφαρμογές που αλλάζουν δυναμικά ή προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους βάσει του context της εφαρμογής και του χρήστη. Πιο συγκεκριμένα ο Ryan[31] όρισε ως τις εφαρμογές που ελέγχουν την εισαγωγή δεδομένων από Τους περιβαλλοντικούς αισθητήρες και επιτρέπουν στους χρήστες να επιλέξουν από μια σειρά φυσικών και λογικών πληροφοριών context σύμφωνα με τα τρέχουσα ενδιαφέροντα ή δραστηριότητές τους. Αυτός ο ορισμός είναι πιο περιοριστικός από τον προηγούμενο προσδιορίζοντας την μέθοδο στην οποία η εφαρμογή διαμορφώνει πάνω στο context. Ο Brown [32] προσδιόρισε ως τις εφαρμογές που παρέχουν αυτόματα πληροφορίες ή/και λαμβάνουν μέτρα σύμφωνα με το παρόν context του χρήστη, όπως αυτό ανιχνεύεται από τους αισθητήρες περιορίζοντας όμως την υπολογιστική ως τις ενέργειες που μπορούν να λάβουν τη μορφή παρουσίασης των πληροφοριών στο χρήστη, την εκτέλεσης ενός προγράμματος σύμφωνα με το context ή τη διαμόρφωση ενός γραφικού απεικόνισης σύμφωνα με το context. Τέλος οι Fickas et al[23] όρισε τις κατευθυνόμενες από το περιβάλλον (πρακτικό συνώνυμο της επίγνωσης του περιβάλλοντος) εφαρμογές ως τις εφαρμογές που παρακολουθούν τις αλλαγές στο περιβάλλον και προσαρμόζουν τη λειτουργία τους σύμφωνα με προκαθορισμένες οδηγίες ή οδηγίες δοθείσες από το χρήστη.

Πέρα από αυτούς τους ορισμούς υπήρξαν κάποιοι άλλοι ορισμοί πιο γενικοί. Τέτοιοι ορισμοί ήταν οι ορισμοί των Dey & Abowt [16] όπου όρισαν ότι ένα σύστημα είναι ενήμερο περιβάλλοντος εάν χρησιμοποιεί το context για να παρέχει σχετικές πληροφορίες ή/και υπηρεσίες στο χρήστη, όπου η σχετικότητα εξαρτάται από το στόχο του χρήστη. Επίσης άλλοι ορισμοί είναι των Salber και Abowd [15] όπου σύμφωνα με αυτόν οι ενήμερες του περιβάλλοντος εφαρμογές ανιχνεύουν τις πληροφορίες context και τροποποιούν τη συμπεριφορά τους αναλόγως, χωρίς ρητή επέμβαση των χρηστών ενώ με τον ορισμό των Schilit & Theimer [3] είναι το λογισμικό που "προσαρμόζεται σύμφωνα με τη θέση χρήσης, τη συλλογή των κοντινών ανθρώπων και των αντικειμένων, καθώς επίσης και των αλλαγών σε αυτά τα αντικείμενα κατά τη διάρκεια του χρόνου".

Πίνακας 2.2 Ορισμοί CONTEXT-AWARE υπολογιστικής [33]

Διάφοροι [19,20,21,11,22,23]	Συνώνυμα της ενήμερης του περιβάλλοντος υπολογιστικής με άλλους όρους: προσαρμοστική (<i>adaptive</i>) [19], αντιδραστική (<i>reactive</i>) [20], αποκριτική (<i>responsive</i>) [21], ανάλογη της κατάστασης (<i>situated</i>) [11], ευαίσθητη στο context (<i>context-sensitive</i>) [22] και κατευθυνόμενη από το περιβάλλον (<i>environment-directed</i>) [23].
Hull et al. [11] & Pascoe et al. [14,3,24]	Καθορίζει την ενήμερη του περιβάλλοντος υπολογιστική ως τη δυνατότητα των υπολογιστικών συσκευών να ανιχνεύουν και να αισθάνονται, να ερμηνεύουν και να αποκρίνονται στις πτυχές του τοπικού περιβάλλοντος ενός χρήστη και των ίδιων των υπολογιστικών συσκευών.
Dey [6]	Περιορίζει την επίγνωση του περιβάλλοντος στην διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή, σε αντιδιαστολή με την υποκείμενη εφαρμογή.
Dey et al. [13]	Ορίζει την επίγνωση του περιβάλλοντος ως το θεμελιώδες βήμα που οδηγεί στην αυτοματοποίηση ενός συστήματος λογισμικού βασισμένου στη γνώση του context του χρήστη (αρχική εισαγωγή της έννοιας της προσαρμογής).
Salber et al [27]	Καθορίζει την επίγνωση του περιβάλλοντος ως τη δυνατότητα να παρασχεθεί μέγιστη ευελιξία εκ μέρους

	μίας υπολογιστικής υπηρεσίας που υποστηρίζεται στην ανίχνευση του context σε πραγματικό χρόνο
Διάφοροι [12,4,9,28,29,30]	Εφαρμογές που αλλάζουν δυναμικά ή προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους βάσει του context της εφαρμογής και του χρήστη.
Ryan [31]	Εφαρμογές που ελέγχουν την εισαγωγή δεδομένων από τους περιβαλλοντικούς αισθητήρες και επιτρέπουν στους χρήστες να επιλέξουν από μια σειρά φυσικών και λογικών πληροφοριών context σύμφωνα με τα τρέχουσα ενδιαφέροντα ή δραστηριότητές τους.
Brown [32]	Εφαρμογές που παρέχουν αυτόματα πληροφορίες ή/και λαμβάνουν μέτρα σύμφωνα με το παρόν context του χρήστη, όπως αυτό ανιχνεύεται από τους αισθητήρες. Αυτές οι ενέργειες μπορούν να λάβουν τη μορφή παρουσίασης των πληροφοριών στο χρήστη, εκτέλεσης ενός προγράμματος σύμφωνα με το context ή διαμόρφωσης ενός γραφικού απεικόνισης σύμφωνα με το context (περιορισμένη άποψη της ενήμερης του περιβάλλοντος υπολογιστικής).
Fickas et al [23]	Κατευθυνόμενες από το περιβάλλον (πρακτικό συνώνυμο της επίγνωσης του περιβάλλοντος) εφαρμογές, δηλαδή εφαρμογές που παρακολουθούν τις Αλλαγές στο περιβάλλον και προσαρμόζουν τη λειτουργία τους σύμφωνα με προκαθορισμένες οδηγίες ή οδηγίες δοθείσες από το χρήστη.
Salber & Abowd [15]	Οι ενήμερες του περιβάλλοντος εφαρμογές ανιχνεύουν τις πληροφορίες context και τροποποιούν τη συμπεριφορά τους αναλόγως, χωρίς ρητή επέμβαση των χρηστών.

Schilit & Theimer [3]	Λογισμικό που “προσαρμόζεται σύμφωνα με τη θέση χρήσης, τη συλλογή των κοντινών ανθρώπων και των αντικειμένων, καθώς επίσης και των αλλαγών σε αυτά τα αντικείμενα κατά τη διάρκεια του χρόνου”.
Dey & Abowd [16]	Ένα σύστημα είναι ενήμερο του περιβάλλοντος εάν χρησιμοποιεί το context για να παρέχει σχετικές πληροφορίες ή/και υπηρεσίες στο χρήστη, όπου η σχετικότητα εξαρτάται από το στόχο του χρήστη.

Κεφάλαιο 3. APXITEKTONIKEΣ CONTEXT-AWARE

3.1 Εφαρμογή των context-aware υπηρεσιών

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, όπως και η context aware υπολογιστική εξελίσσεται, οι τομείς στους οποίους εφαρμόζεται αυξάνονται και αυτοί με τη σειρά τους. Αν και η εργασία μας θα αχοληθεί με τον τομέα της υγείας και της φροντίδας του ασθενή θα ήταν χρήσιμο να αναφέρουμε επιγραμματικά τους κύριους από αυτούς:

Αεροδρόμια: Οι λύσεις αντιμετώπισης καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης που βασίζονται στα context-aware συστήματα η οποία μπορεί να προσφέρει άμεσες προειδοποιήσεις ασφαλείας στο προσωπικό του αεροδρομίου, όπως: στην ασφάλεια, στη συντήρηση, στην πυρόσβεση, στην αστυνομία κλπ. Υπηρεσίες που απευθύνονται άμεσα στους επιβάτες, που συνδέονται στενά με το θέμα του επιβάτη, αναπτύσσονται επίσης. Υιοθετούνται κοινοποιήσεις που αποστέλλονται στις κινητές συσκευές των επιβατών, ανάλογα με τους χρήστες τοποθεσία των χρηστών και να τους ενημερώσει σχετικά με τις ζώνες αγορών που βρίσκονται δίπλα τους, για τις εξόδους, τις πύλες, τις αφίξεις και τις αναχωρήσεις.

Έξυπνα σπίτια: Υπολογιστική Context aware ενσωματωμένα με την τεχνολογία και τις υπηρεσίες μέσω οικιακού δικτύου αυξάνει την ποιότητα της ζωής και μπορεί να

βοηθήσει άτομα με ειδικές ανάγκες ή ηλικιωμένους σε μια ασφαλή και ανεξάρτητη ζωή στα σπίτια τους. Μπορεί να προσφέρει τα εξής:

- **Λειτουργίες ασφάλειας:** Χρήση προειδοποιήσεων σε περίπτωση πυρκαγιάς, διαρροής αερίου, άνοιγμα βρύση, ανίχνευσης άγνωστων ατόμων που υπάρχουν στο σπίτι. Οι ειδοποιήσεις αυτές αποστέλλονται στον χρήστη ως γραφική ή ακουστική πληροφορία, αλλά μπορεί να σταλεί απευθείας στο κατάλληλο όργανο, καθώς π.χ. αστυνομία, πυροσβεστική κλπ.
- **Συσκευές για λειτουργίες:** Παρακολούθηση και έλεγχος των συσκευών για την οικιακής χρήσης, όπως την ενεργοποίηση / απενεργοποίηση του φωτός, το άνοιγμα / κλείσιμο του παραθύρου, ενεργοποίηση / απενεργοποίηση του κλιματιστικού και θέρμανσης (εργασίες που οι ιδιοκτήτες δεν είναι σε θέση να το κάνουμε), τη βελτίωση της διαχείρισης της ενέργειας κ.λπ.
- **Οι περιβαλλοντικές πληροφορίες:** Επισκόπηση της κατάστασης όσον αφορά τους περιβαλλοντικούς παραμέτρους σε κάθε δωμάτιο.
- **Λειτουργίες Υγείας:** Συνεχής παρακολούθηση των βιολογικών λειτουργιών του ατόμου λειτουργίες, στέλνοντας υπενθυμίσεις για καθημερινές εργασίες που πρέπει να εκτελέσει, π.χ. λήψης φαρμακευτικής αγωγής και την αποστολή ειδοποιήσεων σε άτομα που τους φροντίζουν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Αναψυχή / Διασκέδαση: Η περιοχή αυτή της εφαρμογής είναι στενά συνδεδεμένη με τη θέση του χρήστη. Δηλαδή, μια ποικιλία από υπηρεσίες έχουν αναπτυχθεί πρόσφατα που ενεργοποιούνται και προσφέρουν στο χρήστη πληροφορίες σχετικά με κοντινά εστιατόρια, κινηματογράφους, θέατρα, φεστιβάλ, συναυλιών, καταστήματα, χάρτες και άλλες πληροφορίες σχετικά με την περιοχή όπου ο χρήστης είναι παρόν.

- **Νοσοκομεία / Πρόνοια υγείας:** Οι context aware εφαρμογές μπορεί να βοηθήσουν στη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών στα νοσοκομεία με την εφαρμογή διαδραστικών νοσοκομείων, όπου στους γιατρούς και στους νοσηλευτές παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τη διάγνωση, τη θεραπεία ασθενών, καθώς και να πραγματοποιήσουν βίντεο συνέδρια που επιτρέπουν τη συνεργατική ανάδραση, συζήτησης και διάγνωση με άλλους γιατρούς. Τα διαδραστικά νοσοκομεία υποστηρίζουν επίσης υπενθυμίσεις στους ασθενείς για τη λήψη φαρμακευτικής

αγωγής, επαλήθευση ότι η νοσοκόμα δίνει το κατάλληλο φάρμακο, παρακολούθηση στενή της κατάστασης του ασθενούς και αύξηση των ειδοποιήσεων έκτακτης ανάγκης αν είναι αναγκαίο, διεξαγωγή τηλεδιασκέψεων μεταξύ γιατρού και ασθενούς στο σπίτι κ.λπ.

- Μουσεία και εκθέσεις: Context aware εφαρμογές που είναι στενά συνδεδεμένες με την ανίχνευση θέσης του χρήστη σε ένα κτίριο και τη καθοδήγηση του μέσα από αυτό. Είναι σύνηθες να χρησιμοποιούνται εφαρμογές για φορητές συσκευές που παρέχουν ήχο και βίντεο πληροφορίες στον χρήστη για έργα τέχνης σε ένα μουσείο ή μια γκαλερί, να δώσει οδηγίες για τον τρόπο να φτάσουν σε συγκεκριμένο μέρος ενδιαφέροντος, να αποσταλούν ειδοποιήσεις σχετικά με σταντ που θα μπορούσαν να ενδιαφέρουν τον χρήστη ανάλογα με τις ήδη γνωστές προτιμήσεις του και να καταστεί δυνατή η προσαρμογή της μουσικής, των ήχων και άλλων εφέ καθώς ο χρήστης αλλάζει θέση.

- Γραφεία: Συνήθης υπηρεσίες που μπορεί να βρουν βοήθεια από context aware εφαρμογές στην εργασία γραφείου είναι ο εντοπισμός η θέση των εργαζομένων στο κτίριο της εταιρείας, πρόσθετες πληροφορίες για το γραφείο, όπου και αν βρίσκονται (αν υπάρχει μια συνάντηση σε εξέλιξη, πόσοι άνθρωποι υπάρχουν), την κατάσταση του εξοπλισμού της εταιρείας, περιβαλλοντικές παράμετροι που μετρήθηκαν στο γραφείο όπου ένας χρήστης είναι παρόν, συμπεράσματα για την δραστηριότητα του χρήστη, ανάλογα με εκκρεμείς καταχωρήσεις ημερολογίου κ.λπ.

3.2 Σχεδιαστικές αρχές συστημάτων context aware

Σε αυτή την ενότητα θα κάνουμε μια επισκόπηση των διαφορετικών προσεγγίσεων αρχιτεκτονικής κατά την κατασκευή ενός framework context-aware, μαζί με μια έμφαση στις βασικές μονάδες που μπορούν να βρεθούν στα περισσότερα framework.

3.2.1 Προσεγγίσεις Αρχιτεκτονικών

Υπάρχει ένας αριθμός διαφορετικών αρχιτεκτονικών σχεδίων για την κατασκευή ενός context-aware συστήματος. Η επιλογή του ενός που μία εφαρμογή θα πρέπει να υιοθετήσει περιλαμβάνει αποφάσεις για θέματα όπως η επεκτασιμότητα, ο αριθμός των χρηστών, η επαναχρησιμοποίηση, η θέση των αισθητήρων, η μέθοδος απόκτησης των δεδομένων context ή το είδος των συσκευών που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης. Ο Winograd περιγράφει τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις για τη διαχείριση του context και των στοιχείων του συστήματος context-aware[33].

- **Widgets:** Τα widget είναι στοιχεία λογισμικού που δίνουν έναν ομοιόμορφο τρόπο χειρισμού συσκευών, ειδικά για προγράμματα drivers και συντονίζονται από έναν διαχειριστή widget. Κρύβουν τις λεπτομέρειες χαμηλού επιπέδου για την ανίχνευση εγκλείοντας της πληροφορίες των driver και τις φυσική θύρες σύνδεσης, και επιπλέον παρέχουν τις πληροφορίες του context απευθείας στις εφαρμογές. Αντί της εφαρμογής των κοινοποιήσεων με ξεχωριστό τρόπο για κάθε πρόγραμμα οδηγού συσκευής που έχει ενσωματωθεί, η προσέγγιση αυτή προσφέρει ένα συνεκτικό τρόπο για την αποστολή μηνυμάτων σε widgets, και επανάκλησης - όταν ένα συγκεκριμένο συμβάν έχει καταχωρηθεί από τον αισθητήρα. Ένα μειονέκτημα σε αυτή προσέγγιση είναι ότι είναι ευαίσθητα σε βλάβες των συστατικών τους που θα μπορούσε να επηρεάσει την κανονική λειτουργία του συστήματος.

- **Networked services:** Αντί ενός γενικού υπεύθυνου για τη διαχείριση των widgets, χρησιμοποιούνται τεχνικές αναζήτησης για την εύρεση δικτυωμένων υπηρεσιών. Αυτή η προσέγγιση που βασίζεται σε υπηρεσίες δεν είναι τόσο αποδοτική όσο η αρχιτεκτονική widget λόγω των σύνθετων και απολύτως εξαρτώμενων από το δίκτυο συνιστωσών, παρέχει όμως αποτελεσματικότητα σε περιπτώσεις αποτυχίας μιας συνιστώσας. Προσδίδοντας στο μοντέλο αυτό ανθεκτικότητα.

- **Blackboard model:** Σε αντίθεση με την προσέγγιση των widgets και του μοντέλου των δικτυωμένων υπηρεσιών, το μοντέλο του blackboard αντιπροσωπεύει μια αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στα δεδομένα. Αντί για την αποστολή αιτήσεων και

διαδικασιών επανακλήσεων, σε αυτό το μοντέλο οι διαδικασίες ανακοινώνουν τα μηνύματα σε ένα κοινό μέσο, τον ονομαζόμενο «πίνακας» ο οποίος μπορεί να είναι ένας server για το context και εγγράφονται σε αυτά που τους ενδιαφέρουν ώστε να ενημερώνονται όταν αλλάζουν τιμές. Τα πλεονεκτήματα αυτού του μοντέλου είναι η απλότητα της προσθήκης νέων πηγών πληροφοριών περιβάλλοντος και η εύκολη διαμόρφωση. Τροχοπέδη στην όλη προσέγγιση είναι η αναγκαιότητα ύπαρξης ενός κεντρικού εξυπηρετητή που θα φιλοξενεί τον πίνακα και οι ελλείψεις στην αποδοτικότητα της επικοινωνίας δεδομένου ότι απαιτούνται δύο συνδεδεμένοι κόμβοι ανά επικοινωνία.

Ομοίως, ο Τσεν εισάγει τρία σχέδια αρχιτεκτονικής για την απόκτηση context:

- **Απευθείας πρόσβαση αισθητήρα:** Στην προσέγγιση αυτή, δεν υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ του αισθητήρα απόκτησης δεδομένων και της λογική επεξεργασία καθώς τα πάντα είναι στενά συνδεδεμένα στην εφαρμογή. Η μέθοδος αυτή είχε υιοθετηθεί, αλλά λόγω της κακής επαναχρησιμοποίησης, στις μέρες μας δεν χρησιμοποιείται τόσο πολύ.
- **Αρχιτεκτονική Middleware:** Καλές πρακτικές λογισμικού και σχεδιασμού επιβάλλει σπονδυλωτής κατασκευή και διαχωρίζει την επιχειρηματικής λογική από την απόκτηση δεδομένων. Ως εκ τούτου, η προσέγγιση αυτή εισάγει τον διαχωρισμό αυτών των λογικών και την εφαρμογή τους σε διαφορετικά επίπεδα, που αυξάνει περαιτέρω την επαναχρησιμοποίηση των υποδομών ανίχνευσης.
- **Διακομιστής context:** Ο σχεδιασμός αυτός επιτρέπει την πρόσβαση των δεδομένων των αισθητήρων ταυτόχρονα με πολλαπλούς πελάτες σε μια στιγμή μέσα από τη συλλογή όλων των δεδομένων του αισθητήρα από το διακομιστή. Στην πλευρά του διακομιστή, εάν χρειαστεί πρόσθετη επεξεργασία πραγματοποιείται, ανακουφίζοντας την κινητή συσκευή μειώνοντας την ποσότητα της υπολογιστικής ισχύς ενέργειας που απαιτείται για την απόκτηση ορισμένων δεδομένων. Σε κάποιο βαθμό οι κατηγορίες αυτές στις ταξινομήσεις που γίνανε επικαλύπτονται μεταξύ τους και δεν θα πρέπει να λαμβάνονται αυστηρά επειδή αλληλοεπιδρούν και ένας συνδυασμός δύο από αυτών μερικές φορές μπορεί να είναι ο πλέον κατάλληλος σχεδιασμός.[33]

3.2.2 Υποδομή υποσυστήματος

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο διαχωρισμός του επιπέδου διαχείρισης των δεδομένων που συγκεντρώνονται από αισθητήρες και των επιπέδων αξιοποίησης των πληροφοριών περιβάλλοντος είναι απαραίτητος για να επιτευχθεί η υλοποίηση ενός επεκτάσιμου συστήματος και να διασφαλισθεί η ικανότητα επαναχρησιμοποίησης των διαφόρων συνιστωσών. Σε αυτήν την προσέγγιση, εκτός από το στρώμα διαχείρισης των αισθητήρων, προστίθεται το στρώμα επεξεργασίας και εξαγωγής συμπερασμάτων καθώς και το στρώμα αποθήκευσης των πληροφοριών περιβάλλοντος για την μετέπειτα χρησιμοποίησή τους από διάφορες εφαρμογές [33].

Το πρώτο στρώμα αποτελείται από τους αισθητήρες. Είναι αξιοσημείωτο ότι η λέξη «αισθητήρας» δεν αναφέρεται μόνο σε συγκεκριμένες τεχνολογίες αισθητήρων, αλλά σε κάθε πιθανή πηγή συγκέντρωσης πληροφοριών περιβάλλοντος που μπορεί να προσφέρει χρησιμοποιήσιμα δεδομένα. Ανάλογα με την τεχνική συλλογής των δεδομένων οι αισθητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες.

- Φυσικοί Αισθητήρες (*Physical sensors*): Οι πιο συνηθισμένες περιπτώσεις αισθητήρων ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και είναι διαθέσιμοι για να συγκεντρώσουν σχεδόν οποιοδήποτε πληροφορία που σχετίζεται με το φυσικό κόσμο.
- Εικονικοί Αισθητήρες (*Virtual sensors*): Οι εικονικοί αισθητήρες συγκεντρώνουν δεδομένα περιβάλλοντος από το ίδιο το λογισμικό ενός συστήματος. Παραδείγματος χάριν, είναι δυνατό να καθοριστεί η φυσική θέση ενός υπαλλήλου όχι μόνο με τη χρήση συστημάτων παρακολούθησης (φυσικοί αισθητήρες) αλλά και από έναν εικονικό αισθητήρα, π.χ. με την πλοήγηση ενός ηλεκτρονικού ημερολογίου, ενός συστήματος κράτησης εισιτηρίων, ηλεκτρονικού ταχυδρομείου κ.λπ. για την αναζήτηση των απαραίτητων πληροφοριών θέσης. Άλλες πληροφορίες περιβάλλοντος που μπορούν να συλλεχθούν από εικονικούς αισθητήρες περιλαμβάνουν π.χ. τη δραστηριότητα ενός χρήστη με τον έλεγχο της μετακίνησης του ποντικιού και των δεδομένων εισόδου στο πληκτρολόγιο.

- **Λογικοί Αισθητήρες (Logical sensors):** Αυτοί οι αισθητήρες συνδυάζουν πληροφορίες από φυσικούς και εικονικούς αισθητήρες, καθώς και πρόσθετες πληροφορίες από βάσεις δεδομένων κ.λπ. για να επιλύσουν έναν υψηλότερο στόχο. Για παράδειγμα, με την ανάλυση των δεδομένων της εισόδου (*login*) σε έναν υπολογιστή γραφείου και μια γνωστή εκ των προτέρων από μία βάση δεδομένων αντιστοιχία των συσκευών στους φυσικούς χώρους στους οποίους βρίσκονται, μπορεί να υλοποιηθεί ένας λογικός αισθητήρας που να ανιχνεύει την τρέχουσα θέση ενός υπαλλήλου.

Το δεύτερο στρώμα είναι αρμόδιο για τη συγκέντρωση των ακατέργαστων δεδομένων από το περιβάλλον. Χρησιμοποιεί τους αρμόδιους οδηγούς για τους φυσικούς αισθητήρες και τις κατάλληλες διεπαφές για τους εικονικούς και λογικούς αισθητήρες. Η λειτουργία αναζήτησης πληροφοριών περιβάλλοντος συνήθως υλοποιείται ως επαναχρησιμοποιήσιμες συνιστώσες λογισμικού που αποκρύπτουν τις χαμηλού επιπέδου λεπτομέρειες του υλικού με την παροχή γενικευμένων μεθόδων αναζήτησης. Με τη χρησιμοποίηση διεπαφών για την επικοινωνία των πραγματικών αισθητήρων με το σύστημα διαχείρισης πληροφοριών περιβάλλοντος, η χρησιμοποίηση νέων αισθητήρων ή αφαίρεση παλιών, πλέον απλουστεύεται. Έτσι για παράδειγμα, είναι δυνατό να αντικατασταθεί ένα σύστημα RFID από ένα σύστημα GPS χωρίς σημαντικές τροποποιήσεις.

Το επόμενο στρώμα δεν εφαρμόζεται σε κάθε σύστημα διαχείρισης πληροφοριών περιβάλλοντος, αλλά μπορεί να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες εάν τα πρωτογενή ακατέργαστα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τους αισθητήρες είναι μη χρησιμοποιήσιμα. Αυτό το στρώμα είναι το στρώμα προ-επεξεργασίας και είναι υπεύθυνο για την ερμηνεία των πληροφοριών και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι αισθητήρες που ανακρίνονται από το υποκείμενο στρώμα επιστρέφουν συνήθως πολύ τεχνικά δεδομένα που δεν είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν από τις εφαρμογές και ως εκ τούτου αυτό το στρώμα μετατρέπει τα δεδομένα σε χρήσιμες και ερμηνεύσιμες πληροφορίες. Οι μετασχηματισμοί των δεδομένων περιλαμβάνουν διαδικασίες εξαγωγής συμπερασμάτων. Παραδείγματος χάριν, η ακριβής φυσική θέση ενός προσώπου σε συντεταγμένες GPS μπορεί να μην είναι σημαντική για μια εφαρμογή, να απαιτείται όμως το όνομα του δωματίου στο οποίο βρίσκεται το συγκεκριμένο πρόσωπο.

Το τέταρτο στρώμα οργανώνει τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν και τα προσφέρει μέσω μιας δημόσιας διεπαφής στον καταναλωτή. Η πρόσβαση από τους καταναλωτές μπορεί να συμβεί με δύο διαφορετικούς τρόπους: σύγχρονος και ασύγχρονος. Με το σύγχρονο τρόπο ο καταναλωτής στέλνει ένα μήνυμα ζητώντας συγκεκριμένα δεδομένα και περιμένει έως ότου λάβει την απάντηση από τον κεντρικό εξυπηρετητή. Ο ασύγχρονος τρόπος λειτουργεί βάσει των γεγονότων: ο καταναλωτής εγγράφεται για συγκεκριμένες πληροφορίες περιβάλλοντος που τον ενδιαφέρουν. Όταν μια από αυτές τις πληροφορίες ενημερωθεί, ο καταναλωτής ειδοποιείται με την αποστολή κατάλληλων μηνυμάτων. Στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, ο ασύγχρονος τρόπος διανομής των πληροφοριών περιβάλλοντος είναι πιο αποδοτικός εξαιτίας της ταχύτητας ενημέρωσης των δεδομένων.

Ο καταναλωτής πληροφοριών περιβάλλοντος αντιπροσωπεύεται στο πέμπτο στρώμα, το στρώμα εφαρμογής. Ο ουσιαστικός έλεγχος της συμπεριφοράς των εφαρμογών ως αποτέλεσμα της αντίδρασης σε γεγονότα που σχετίζονται με το τι συμβαίνει στον περιρρέοντα χώρο εφαρμόζεται εδώ. Μερικές φορές η συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών περιβάλλοντος, η διαχείριση των συγκεκριμένων δεδομένων στο επίπεδο της εφαρμογής και η διαδικασία εξαγωγής σχετικών συμπερασμάτων είναι ενσωματωμένες σε λογισμικό κινητών πρακτόρων που επικοινωνούν με τον κεντρικό εξυπηρετητή πληροφοριών περιβάλλοντος και ενεργούν ως ένα πρόσθετο στρώμα μεταξύ της προ-επεξεργασίας και του στρώματος εφαρμογής.

3.3 Αρχιτεκτονικές

Στην ενότητα αυτή διαφορετικά πλαίσια αρχιτεκτονικών παρουσιάζονται. Η Διαφορετικότητα τους καθοδηγείται κυρίως από τον τρόπο απόκτησης της πληροφορίας, από τις διαφορετικές μεθόδους της παρουσίασης του context και πολλές φορές από τον τρόπο αποθήκευσης και των τρόπων επικοινωνίας.

EKTARA

Ορισμένα χαρακτηριστικά όπου απαιτούνταν όπως η κεντρική διαχείριση των ανταγωνιστικών απαιτήσεων, μια αποκεντρωμένη διαχείριση μηχανισμών για αποθήκευση και ανάκτηση πληροφοριών, ισχυρή κρυπτογράφηση για έλεγχο ταυτότητας και προστασία της ιδιωτικότητας όπως βέβαια ένας σχεδιασμός που τοποθετεί τον χρήστη και τις ανάγκες στο κέντρο του ίδιου του σχεδιασμού απαιτούσε μια αρχιτεκτονική όπως το Ektara. Η αρχιτεκτονική αυτή είναι κατανεμημένης υπολογιστικής που δημιουργήθηκε αφού μελετήθηκε ένα ευρύ φάσμα υπολογιστικών συστημάτων διαχείρισης πληροφοριών περιβάλλοντος και προσδιορίστηκαν τα κρίσιμα χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους.[42]

MEDIACUPS

Το πρόγραμμα Mediacups εξέτασε τη συλλογή και την επικοινωνία πληροφοριών στο περιβάλλον του ανθρώπου, με τη χρήση ενός φλιτζανιού στο οποίο ενσωματώθηκαν διάφοροι αισθητήρες που επικοινωνούν με ένα κεντρικό σύστημα με τη χρήση υπέρυθρων. Χρησιμοποιώντας το σύστημα Mediacups αναπτύχθηκαν διάφορες νέες εφαρμογές, οι οποίες εκμεταλλεύονται τις πληροφορίες περιβάλλοντος που συγκεντρώθηκαν με τη βοήθεια των αισθητήρων του φλιτζανιού.[43]

TEA

Το πρόγραμμα TEA ερεύνει τις λεγόμενες *Technologies for Enabling Awareness* και των εφαρμογών τους στην κινητή τηλεφωνία, υλοποιώντας ένα κινητό τηλέφωνο με προηγμένες λειτουργίες για τη συλλογή πληροφοριών από τον περιρρέοντα χώρο του χρήστη.[44]

OWL

Το Owl είναι ένα σύστημα διαχείρισης, που στόχευε να συγκεντρώσει, να αποθηκεύσει και να παρέχει στους χρήστες του πληροφορίες περιβάλλοντος αποτελώντας ταυτόχρονα μια ευέλικτη και επεκτάσιμη αρχιτεκτονική που μπορεί να «φιλοξενεί» ετερογενείς πηγές context. Προστατεύει επίσης το απόρρητο και την ιδιωτική ζωή των ανθρώπων βασιζόμενο σε ένα μοντέλο ρόλων. Αντιμετώπισε επίσης διάφορα προηγμένα ζητήματα, όπως διατήρηση παρελθουσών πληροφοριών, δικαιώματα πρόσβασης, ποιότητα των πληροφοριών, επεκτασιμότητα και δυνατότητα κλιμάκωσης.[45]

SOLAR

Σκοπός της αυτής της πλατφόρμας διαχείρισης πληροφοριών είναι η αποσύνθεση της διαδικασίας σώρευσης των πληροφοριών σε μονάδες που επεξεργάζεται μια ροή πληροφορίας και την παράγει σε μία άλλη. Πιο συγκεκριμένα αυτές οι μονάδες είναι αισθητήρες που συλλέγουν φυσικές και εικονικές πληροφορίες και στη συνέχεια με τη βοήθεια ειδικών φίλτρων, μετασχηματιστών και αθροιστών δεδομένων, τροποποιεί τις πληροφορίες ώστε να προσφέρει στην εφαρμογή λειτουργικές πληροφορίες περιβάλλοντος.[46]

KIMURA

Ο στόχος του συστήματος Kimura είναι να αυξήσει τα παραδοσιακά υπολογιστικά περιβάλλοντα γραφείου, προκειμένου να διερευνήσει και να αξιολογήσει την προσθήκη της περιφερειακών οθονών στη άνθρωπου-υπολογιστή διεπαφή μέσα σε ένα περιβάλλον γραφείου. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές οθόνες για να ενσωματώσει τόσο φυσικές όσο και εικονικές πληροφορίες περιβάλλοντος εμπλουτίζοντας τις δραστηριότητες των εφαρμογών και των ανθρώπων.[47]

CONTEXT TOOLKIT

Γρήγορα αναγνώστηκε ότι θα πρέπει να υπάρξει διαχωρισμός της διαδικασίας απόκτησης των πληροφοριών context από τις πραγματικές ενήμερες του περιβάλλοντος εφαρμογές ήταν βασικός στη διευκόλυνση της ανάπτυξης και της συντήρησης της εφαρμογής και εκεί βασίστηκε το Context Toolkit το οποίο διαχώρισε την εφαρμογή από τη διαδικασία συγκέντρωσης δεδομένων από αισθητήρες. Η αρχιτεκτονική διαχωρίστηκε σε *context widgets*, *interpreters* και *aggregators* που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους προκειμένου να συγκεντρώσουν δεδομένα και να τα διανείμουν στις ενδιαφερόμενες εφαρμογές. Το σύστημα Context Toolkit δεν διαθέτει μια ρητή προσέγγιση υποδομής αλλά υποστηρίζει τη δημιουργία αυτόνομων εφαρμογών. Παρέχει ποικίλες λειτουργίες, όπως αναζήτηση πληροφοριών context και διύλιση των δεδομένων context, αλλά δεν περιλαμβάνει άλλες εφαρμογές ως μέρος του context παρέχοντας κατά συνέπεια υποστήριξη συνεργασίας μεταξύ των υπηρεσιών. Εντούτοις δεν υποστηρίζει ή δεν παρέχει οδηγίες για την απόκτηση πληροφοριών context. Για να επιτραπεί η χρήση νέων τύπων context ο χρήστης και οι πράκτορες συσκευών πρέπει να ξαναεγγραφούν, καθιστώντας δύσκολη την πρόσθεση νέων τύπων αισθητήρων και οντοτήτων context.

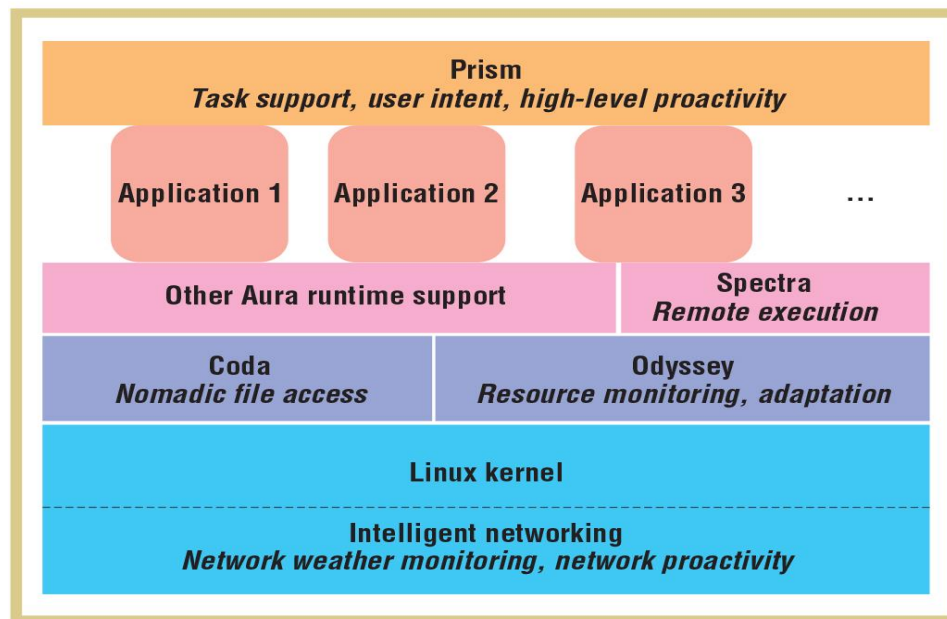
AURA

Το Aura στόχευε στην ελαχιστοποίηση των περισπασμών τη προσοχή του χρήστη, δημιουργώντας ένα περιβάλλον που προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες συνθήκες και ανάγκες του χρήστη. Για την παροχή προσαρμοστικών εφαρμογών ακολουθήθηκαν δύο έννοιες:

Η προ-ετοιμότητα (*proactivity*), το οποίο είναι η ικανότητα ενός στρώματος συστήματος για την πρόβλεψη αιτημάτων από ένα υψηλότερο στρώμα, και η αυτορρύθμιση (*self-tuning*), η προσαρμογή στρωμάτων από την παρατήρηση απαιτήσεων που υπάρχουν σε αυτές προσαρμόζοντας αντιστοίχως την απόδοση τους αλλά και την χαρακτηριστικά χρήσης τους. Έτσι με τα δύο αυτά χαρακτηριστικά μειώνεται η ανθρώπινη χρήση καθώς προσαρμόζονται στο περιβάλλον. Το Aura προσανατολίστηκε στην ανάπτυξη μιας τυποποιημένης διεπαφής για την πρόσβαση στις διάφορες υπηρεσίες και ανάγκασε όλες τις υπηρεσίες και τους καταναλωτές να

χρησιμοποιήσουν το ίδιο ενσύρματο πρωτόκολλο. Η προσέγγιση αυτή υστερεί σε ευελιξία, αλλά αυξάνει τη διαλειτουργικότητα.[48]

Εικόνα 3.1 Αρχιτεκτονική Aura



HOTTOWN

Το *HotTown* είναι ένα άλλο ερευνητικό πρόγραμμα που ανέπτυξε μια ανοικτή και επεκτάσιμη αρχιτεκτονική για ένα σύστημα διαχείρισης πληροφοριών περιβάλλοντος. Οι χρήστες και οι άλλες εμπλεκόμενες οντότητες αντιπροσωπεύονται από κινητούς πράκτορες που διατηρούν την αναπαράσταση της γνώσης του περιβάλλοντος σχετικά με τις ικανότητες της εκάστοτε οντότητας και τις συσχετίσεις αυτών των οντοτήτων με τα διάφορα αντικείμενα του περιρρέοντα χώρου. Στο σύστημα *HotTown*, οι διάφορες οντότητες μπορούσαν να ανταλλάζουν τη γνώση, να την συγχωνεύσουν με την διαθέσιμη γνώση και να την ερμηνεύσουν στις συσκευές των χρηστών.[49]

COOLTOWN

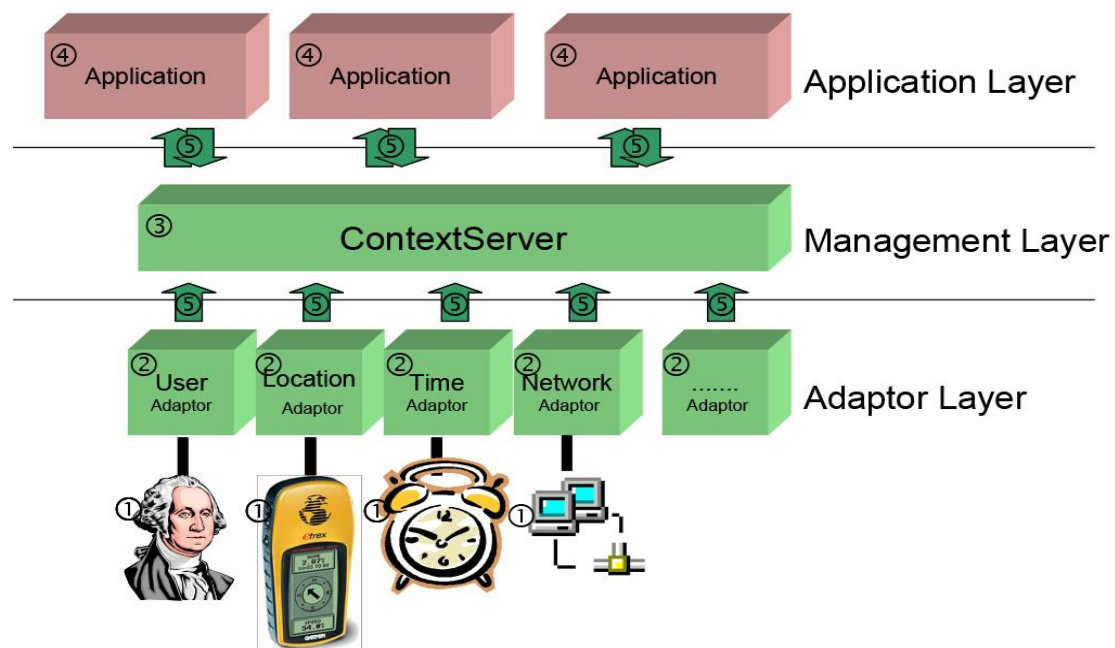
Το πρόγραμμα *Cooltown* από τα *HP Labs* προσπάθησε να επιλύσει τα προβλήματα αναπαράστασης, ερμηνείας, εξαγωγής συμπερασμάτων και διανομής των πληροφοριών περιβάλλοντος με την εισαγωγή ενός ομοιόμορφου μοντέλου παρουσίας στον παγκόσμιο ιστό (*Web Presence*) για ανθρώπους, φυσικούς χώρους και αντικείμενα του φυσικού κόσμου. Αντί να εστιάζει στη δημιουργία της βέλτιστης λύσης για μια συγκεκριμένη εφαρμογή, το *Cooltown* επικεντρώθηκε στην υλοποίηση μηχανισμών γενικής χρήσης για την παροχή του *web presence* για ανθρώπους, φυσικούς χώρους και αντικείμενα του φυσικού κόσμου. Η αρχιτεκτονική *Cooltown* επεκτάθηκε για πραγματική χρήση μέσα σε ένα εργαστήριο, εντούτοις η χρησιμότητα της προσέγγισης περιορίστηκε σε συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως τουριστικοί οδηγοί και περιήγηση σε μουσεία.[50]

HYDROGEN

Πλαίσιο που η απόκτηση του *context* βασίζεται σε κινητές συσκευές. Το σύστημα είναι ανεξαρτητοποιημένο από κεντρικούς κόμβους παροχής υπηρεσιών και παρέχει την δυνατότητα στην εφαρμογή να λειτουργεί, ακόμα και όταν η συσκευή δεν είναι συνδεδεμένη σε κάποιο ασύρματο δίκτυο. Παρέχει υπηρεσίες για συλλογή του *context* από κατανεμημένους προμηθευτές και άλλους κινητούς κόμβους. Στο *Hydrogen*, το *context* διακρίνεται σε απομακρυσμένο και τοπικό. Δηλαδή, η πληροφορία μπορεί να μεταφερθεί μεταξύ εφαρμογών μέσω μίας υπηρεσίας διαμοιρασμού του *context*. Όταν οι συσκευές βρεθούν σε κοντινή απόσταση πραγματοποιείται ασύρματα ανταλλαγή πληροφορίας. Η επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών γίνεται με χρήση TCP/IP, με XML μηνύματα. Για την διαχείριση του *context* μίας συσκευής χρησιμοποιεί αντικειμενοστραφές μοντέλο με μία υπερκλάση που ονομάζεται *ContextObject*. Η κλάση αυτή παρέχει μία διεπαφή για την μετατροπή του *context* από XML αναπαραστάσεις σε αντικείμενα και το αντίστροφο. Το *Hydrogen* διαχειρίζεται πέντε είδη *context* που σχετίζονται με τον χρόνο, την θέση, την συσκευή, τον χρήστη και το δίκτυο. Όμως, μπορεί εύκολα να προστεθούν και άλλα είδη *context* εξειδικεύοντας την κλάση *ContextObject*. Η αρχιτεκτονική του πλαισίου *Hydrogen* αποτελείται από τρία επίπεδα, τα οποία τοποθετούνται στην κινητή συσκευή που εκτελείται η εφαρμογή. Το πρώτο επίπεδο είναι υπεύθυνο για την απόκτηση των δεδομένων από τους

προμηθευτές. Αυτό το επίπεδο επιτρέπει ταυτόχρονη χρήση των προμηθευτών από διαφορετικές εφαρμογές. Το δεύτερο επίπεδο συλλέγει την πληροφορία από το πρώτο και παρουσιάζει το context στις εφαρμογές με ένα ασύγχρονο ή σύγχρονο τρόπο. Η επεξεργασία του context πραγματοποιείται στο επίπεδο εφαρμογής. Επίσης, το Hydrogen δεν αποθηκεύει το context, λόγω του ότι οι κινητές συσκευές έχουν περιορισμένη μνήμη. Στην κορυφή της αρχιτεκτονικής βρίσκονται οι εφαρμογές, οι οποίες προσαρμόζονται στις αλλαγές του context. Η επικοινωνία μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων βασίζεται σε XML.[51]

Εικόνα 3.2 Αρχιτεκτονική Hydrogen

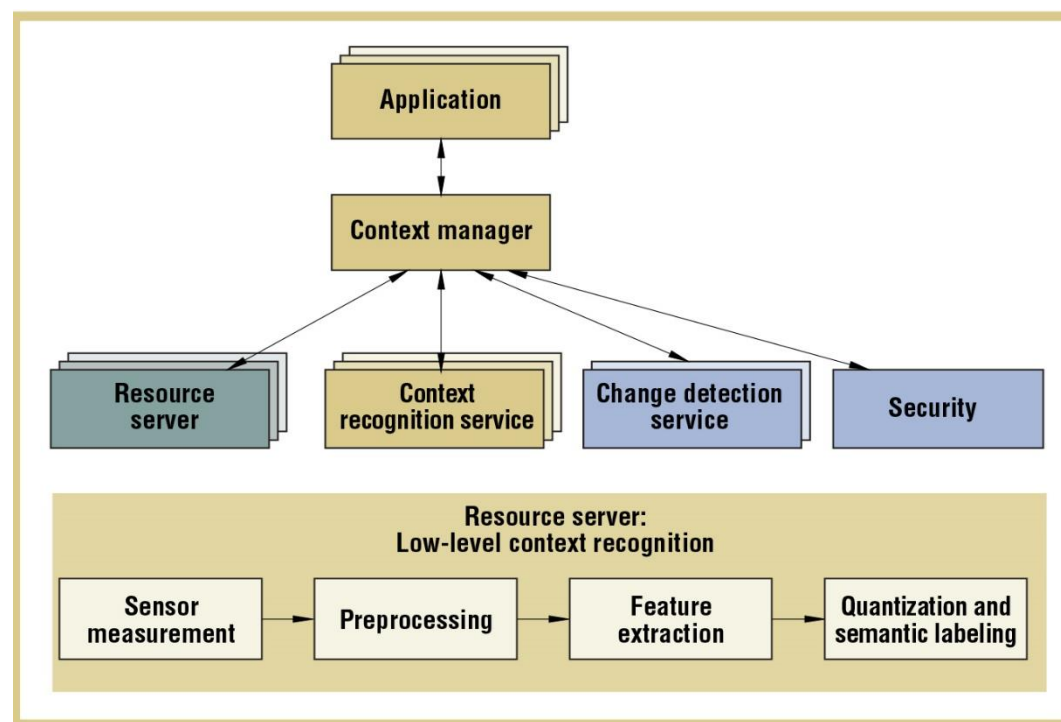


CONTEXT MANAGEMENT FRAMEWORK

Οι σχεδιαστές του *Context Management Framework* επέλεξαν μια προσέγγιση που βασίζεται σε πίνακα (*blackboard-based*) ως το υποκείμενο παράδειγμα επικοινωνίας μεταξύ των αρχιτεκτονικών συνιστωσών, ενώ η προσέγγισή τους εστιάζει κατά κύριο λόγο στις ικανότητες του κινητού τερματικού και όχι στην υποδομή. Το προτεινόμενο σύστημα χρησιμοποίησε την πλατφόρμα Symbian για να επιτύχει πραγματική

κινητικότητα των συσκευών, υψηλή απόδοση και μια ευρεία βάση χρηστών. Επιπλέον η διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογής (API) για την εκμετάλλευση της σημασιολογίας των πληροφοριών context χρησιμοποιεί μια επεκτάσιμη οντολογία context για να προσδιορίσει τα δεδομένα context που μπορούν να χρησιμοποιούν οι πελάτες. Το σύστημα αποτελείται από τέσσερις κύριες λειτουργικές οντότητες: το διαχειριστή context (*context manager*), τους εξυπηρετητές πόρων (*resource servers*), τις υπηρεσίες αναγνώρισης context (*context recognition services*) και την εφαρμογή (*application*).

Εικόνα 3.3. Αρχιτεκτονική Context Management Framework



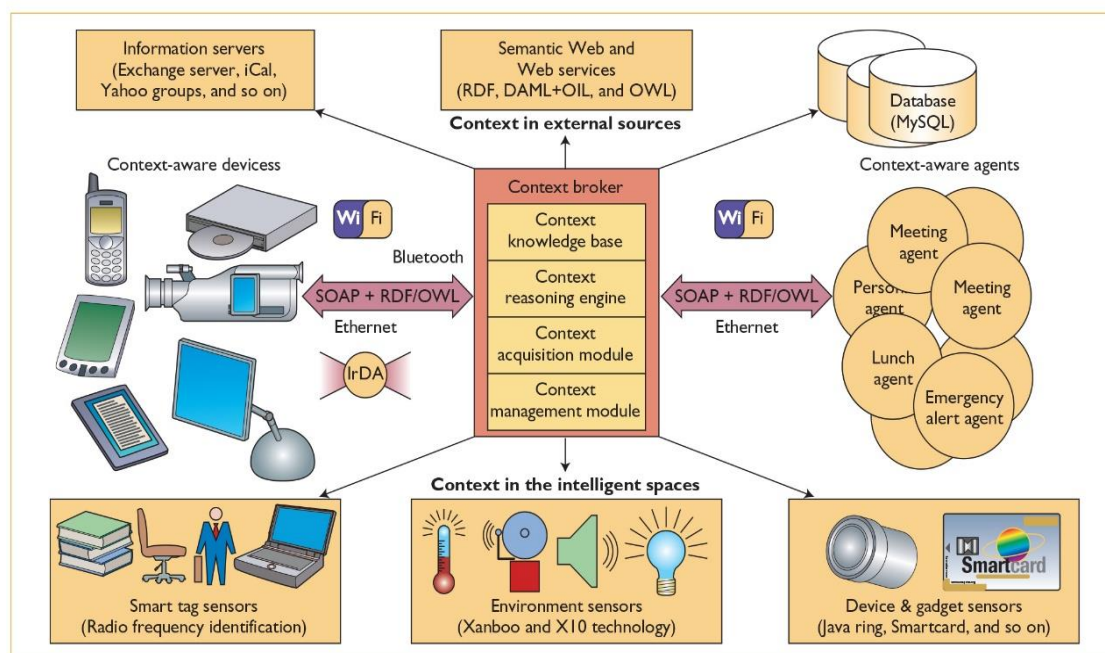
Όταν επικοινωνούν οι οντότητες, ο διαχειριστής context λειτουργεί ως κεντρικός εξυπηρετητής ενώ οι άλλες οντότητες (εκτός από την ασφάλεια) ενεργούν ως πελάτες και χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες που παρέχει ο κεντρικός εξυπηρετητής. διαχειριστής context, οποιοδήποτε εξυπηρετητές πόρων και οι εφαρμογές εκτελούνται στην κινητή συσκευή, ενώ οι υπηρεσίες είτε κατανέμονται είτε βρίσκονται τοπικά. Ο πυρήνας αυτού του συστήματος διαχείρισης context για κινητά τερματικά είναι ο διαχειριστής context που βασίζεται σε πίνακα. Αυτός ο κεντρικός κόμβος αποθηκεύει πληροφορίες

context από οποιαδήποτε πηγή διαθέσιμη στο τερματικό και εξυπηρετεί τους πελάτες. Οι εξυπηρετητές πόρων συνδέονται σε οποιεσδήποτε πηγές δεδομένων context και ανακοινώνουν πληροφορίες context στον πίνακα του διαχειριστή, ο οποίος επεξεργάζεται περαιτέρω τα δεδομένα εάν είναι απαραίτητο και τα παραδίδει στους πελάτες σύμφωνα με τις συνδρομές τους. Με άλλα λόγια, ο εξυπηρετητής πόρων και η υπηρεσία αναγνώρισης μετατρέπουν μια μη δομημένη ακατέργαστη ροή δεδομένων μέτρησης σε μια αναπαράσταση που προσδιορίζεται σε μία οντολογία context ενώ υποστηρίζεται η παροχή των ανθρώπινα-ερμηνευμένων πληροφοριών context στις εφαρμογές με ασύγχρονο τρόπο (βάσει αποστολής ασύγχρονων γεγονότων). Υπό αυτό το πρίσμα, το σύστημα παρέχει μια σημασιολογική διεπαφή που επιτρέπει τη συστηματικότερη και γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογών για κινητές συσκευές και προάγει την αποδοτικότερη επαναχρησιμοποίηση των πληροφοριών context έναντι της χρησιμοποίησης ακατέργαστων δεδομένων μέτρησης. ωστόσο, η προτεινόμενη προσέγγιση έχει περιορισμένη εφαρμογή, καθώς αφορά συλλογή πληροφορίας από κινητά τερματικά.[52]

COBRA

Το CoBrA (*Context Broker Architecture*) είναι μία αρχιτεκτονική που βασίζεται στην τεχνολογία των κινητών πρακτόρων για την υποστήριξη υπηρεσιών με επίγνωση του περιβάλλοντος σε ευφυείς χώρους (π.χ. καθιστικά, οχήματα, εταιρικά γραφεία και αίθουσες συνεδριάσεων) διαποτισμένους με ευφυή συστήματα που παρέχουν υπηρεσίες PerCom στους χρήστες.

Εικόνα 3.4 Αρχιτεκτονική Cobra



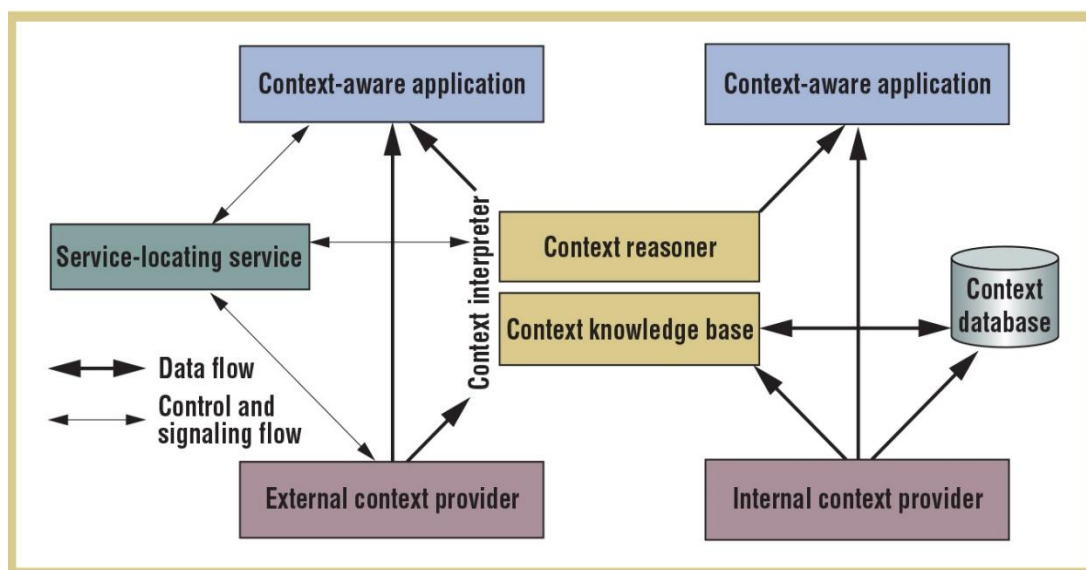
Σημείο κλειδί της αρχιτεκτονικής του CoBrA είναι η παρουσία ενός ευφυούς μεσίτη context (*context broker*) που διατηρεί και διαχειρίζεται ένα κοινό μοντέλο context εκ μέρους μιας κοινότητας πρακτόρων. Αυτοί οι πράκτορες μπορεί να είναι εφαρμογές που φιλοξενούνται σε κινητές συσκευές τις οποίες φέρει ή φορά ένας χρήστης (π.χ. κινητά τηλέφωνα, PDAs και ακουστικά), υπηρεσίες που παρέχονται από διάφορες συσκευές σε ένα δωμάτιο (π.χ. υπηρεσία προβολών, ελεγκτής φωτός και ελεγκτής θερμοκρασίας δωματίου) και υπηρεσίες Ιστού που παρέχουν μια παρουσία Ιστού για ανθρώπους, θέσεις και αντικείμενα του φυσικού κόσμου (π.χ. υπηρεσίες που παρακολουθούν τα ίχνη των ανθρώπων και των αντικειμένων). Ο μεσίτης context αποτελείται από τέσσερις κύριες λειτουργικές συνιστώσες: η βάση γνώσεων context (*Context Knowledge Base*), τη μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων (*Context Inference Engine*), τη μονάδα απόκτησης context (*Context Acquisition Module*) και τη μονάδα διαχείρισης της ιδιωτικότητας (*Privacy Management Module*). Για να αποφευχθούν τα προβλήματα συμφόρησης, η αρχιτεκτονική CoBrA παρέχει τη δυνατότητα σχηματισμού ομοσπονδιών μεσιτών. Επιπροσθέτως, το CoBrA έχει υιοθετήσει μια προσέγγιση αναπαράστασης της διαθέσιμης γνώσης για το περιβάλλον με τη χρήση

μιας οντολογίας OWL και παρέχει μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων που βασίζονται στο σύστημα κανόνων της προτεινόμενης οντολογίας (*rulebased reasoning*). Ενώ το σύστημα που προτείνεται μπορεί να θεωρηθεί ως ένα από τα πιο ολοκληρωμένα σε ότι αφορά τη δυνατότητα επεξεργασίας των πληροφοριών περιβάλλοντος, εντούτοις στερείται της απαραίτητης δομής ώστε να δύναται να επεκτείνει τη δράση του σε μεγάλη κλίμακα, πέρα από ένα συγκεκριμένο και περιορισμένο χώρο, π.χ. ένα δωμάτιο.[53]

SOCAM

Το πρόγραμμα *SOCAM* (*Service-oriented Context-Aware Middleware*) πρόγραμμα είναι μια άλλη αρχιτεκτονική για τη σύντομη υλοποίηση και παροχή κινητών υπηρεσιών ενήμερων του περιβάλλοντος. Βασίζεται σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή, αποκαλούμενο ως *context interpreter*, ο οποίος συγκεντρώνει δεδομένα από κατανεμημένες πηγές, τα επεξεργάζεται και τα προσφέρει στους ενδιαφερόμενους καταναλωτές. Γενικά, η αρχιτεκτονική *SOCAM* είναι ένα κατανεμημένο μεσισμικό που μετατρέπει τα διάφορα δεδομένα του φυσικού κόσμου σε μία σημασιολογική σφαίρα όπου οι πληροφορίες *context* μπορούν να διαμοιραστούν εύκολα και να προσεγγιστούν από υπηρεσίες ενήμερες του περιβάλλοντος. Οι διάφορες κινητές υπηρεσίες τρίτων φορέων τοποθετούνται στο ανώτερο στρώμα της αρχιτεκτονικής και χρησιμοποιούν διαφορετικά επίπεδα διαθέσιμων πληροφοριών περιβάλλοντος για να προσαρμόσουν τη συμπεριφορά τους αναλόγως.

Εικόνα 3.5 Αρχιτεκτονική Socam



Το σύστημα SOCAM αποτελείται από τα ακόλουθες ανεξάρτητες συνιστώσες/φορείς υπηρεσιών: Πάροχοι context (*Context providers*), διερμηνείς context (*Context interpreter*), βάση δεδομένων για πληροφορίες context (*Context database*), υπηρεσίες ενήμερες του περιβάλλοντος (*Context-aware services*) και υπηρεσία εντοπισμού υπηρεσιών (*Service locating service*). Για την επικοινωνία μεταξύ των διάφορων κατανεμημένων συνιστωσών στην αρχιτεκτονική SOCAM, χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο Java RMI. Οι συνιστώσες του SOCAM σχεδιάζονται ως ανεξάρτητες συνιστώσες υπηρεσιών που μπορούν να κατανεμηθούν σε ετερογενή δίκτυα και μπορούν να αλληλεπιδράσουν η μία με την άλλη. διαφορετικοί πάροχοι context που ανήκουν είτε σε ένα εσωτερικό δίκτυο, είτε σε ένα εξωτερικό δίκτυο εγγράφονται και διαφημίζουν τις υπηρεσίες τους μέσω της υπηρεσίας εντοπισμού υπηρεσιών. Ο διερμηνέας context ή οι ενήμερες του περιβάλλοντος υπηρεσίες είναι σε θέση να εντοπίσουν έναν πάροχο context και να αποκτήσουν τις απαιτούμενες πληροφορίες context. Μπορούν επίσης να καταχωρηθούν στην υπηρεσία εντοπισμού ή άλλους μηχανισμούς ανακάλυψης υπηρεσιών ούτως ώστε να μπορούν να ανακαλυφθούν και να προσεγγιστούν από άλλα ενήμερα του περιβάλλοντος συστήματα. Το SOCAM χρησιμοποιεί επίσης οντολογίες για να μοντελοποιήσει και να διαχειριστεί τα δεδομένα και έχει υλοποιήσει μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων. Το μεγαλύτερο

μειονέκτημα του συστήματος SOCAM είναι η κεντρικοποιημένη αρχιτεκτονική του.[54]

CASS

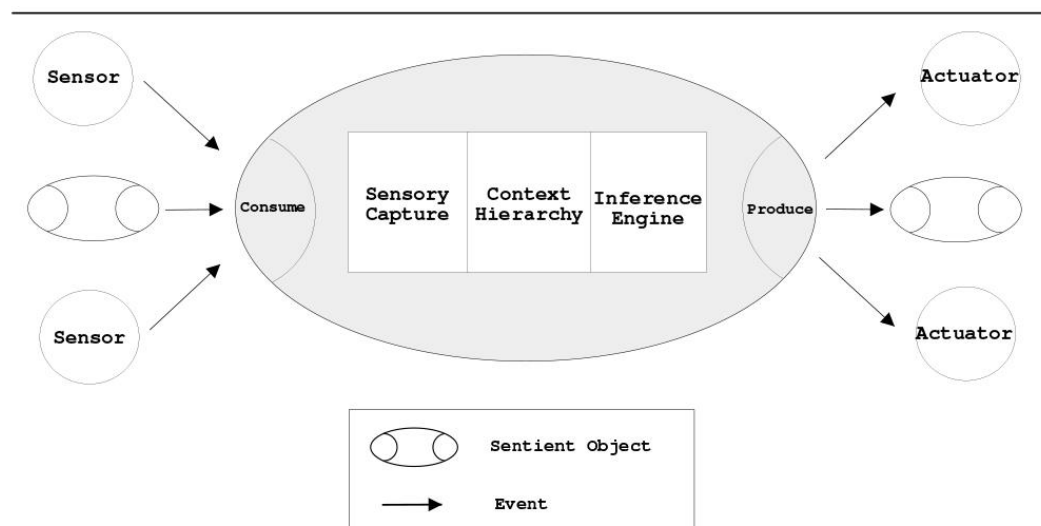
Το πρόγραμμα CASS (*Context-awareness Sub-Structure*) είναι ένα άλλο επεκτάσιμο υπολογιστικό σύστημα διαχείρισης πληροφοριών περιβάλλοντος που βασίζεται στην προσέγγιση του κεντρικού εξυπηρετητή για την υποστήριξη κινητών εφαρμογών για φορητούς και άλλους μικρούς κινητούς υπολογιστές. Το CASS επιτρέπει στους υπεύθυνους για την ανάπτυξη των εφαρμογών να αντιμετωπίσουν τους περιορισμούς μνήμης και τις δυνατότητες επεξεργασίας των μικρών κινητών υπολογιστικών πλατφόρμων, ενώ υποστηρίζει την παράλληλη συγκέντρωση δεδομένων χαμηλού επιπέδου από μεγάλο αριθμό αισθητήρων και άλλων πηγών για πληροφορίες περιβάλλοντος.

Το μεσισμικό CASS περιέχει έναν διερμηνέα (*Interpreter*), μία συνιστώσα ανάκτησης context (*ContextRetriever*), μια μηχανή κανόνων (*RuleEngine*) και έναν “ακροατή” αισθητήρων (*SensorListener*). Το *SensorListener* αντιλαμβάνεται τις αναπροσαρμογές που πυροδοτούνται από αισθητήρες που βρίσκονται σε κατανεμημένους υπολογιστές αποκαλούμενους ως κόμβους αισθητήρων (*sensor nodes*). Κατόπιν οι συγκεντρωμένες πληροφορίες αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων από το *SensorListener*. Το *ContextRetriever* είναι αρμόδιο για την ανάκτηση του αποθηκευμένου context. Οι δύο αυτές κλάσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις υπηρεσίες ενός διερμηνέα. Το *ChangeListener* είναι μία συνιστώσα με ικανότητες επικοινωνίας, η οποία επιτρέπει σε έναν κινητό υπολογιστή να αντιληφθεί την ανακοίνωση γεγονότων αλλαγής του context. Οι κλάσεις *Sensor* και *LocationFinder* έχουν επίσης ενσωματωμένες ικανότητες επικοινωνίας. Οι κινητοί πελάτες συνδέονται με τον κεντρικό εξυπηρετητή μέσω ασύρματων δικτύων. Για να μειωθεί ο αντίκτυπος των διαλειπουσών συνδέσεων υποστηρίζεται τοπική εναποθήκευση (*caching*) από την πλευρά των πελατών. Επιπλέον το σύστημα CASS υποστηρίζει υψηλού επιπέδου μοντελοποίησης των πληροφοριών που συνοδεύεται από το διαχωρισμό της διαδικασίας εξαγωγής συμπερασμάτων από τον κώδικα των εφαρμογών, επιτρέποντας έτσι τη δημιουργία context-aware υπηρεσιών που παρέχουν δυνατότητες διαμόρφωσής τους από τον ίδιο το χρήστη.[55]

CORTEX

Το πρόγραμμα *CORTEX* έχει υλοποιήσει μία πλατφόρμα διαχείρισης πληροφοριών περιβάλλοντος που βασίζεται στο *Sentient Object Model*. Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο για την ανάπτυξη ενήμερων του περιβάλλοντος εφαρμογών σε ad-hoc κινητά περιβάλλοντα και επιτρέπει στους υπεύθυνους για την ανάπτυξη των εφαρμογών να συγχωνεύσουν δεδομένα από ανόμοιους αισθητήρες, να μοντελοποιήσουν τις πληροφορίες περιβάλλοντος της εφαρμογής και να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων, χωρίς την ανάγκη δημιουργίας σύνθετου κώδικα. Επιπλέον παρέχει έναν μηχανισμό επικοινωνίας που βασίζεται στην αποστολή γεγονότων (*event-based communication mechanism*) σχεδιασμένο ειδικά για περιβάλλοντα ασύρματης επικοινωνίας και το οποίο υποστηρίζει χαλαρή σύζευξη μεταξύ των αισθητήρων, των ενεργοποιητών (*actuators*) και των συνιστωσών της εφαρμογής.

Εικόνα 3.7 Αρχιτεκτονική Cortex



Όπως αναφέρθηκε ήδη, η αρχιτεκτονική του συστήματος CORTEX βασίζεται στο *Sentient Object Model* που σχεδιάστηκε για την ανάπτυξη εφαρμογών ενήμερων του περιβάλλοντος σε ένα ad-hoc κινητό περιβάλλον. Η ειδική καταλληλότητα του

προτύπου για κινητές εφαρμογές εξαρτάται από τη χρήση του *STEAM*, ενός ενήμερου της θέσης μεσισμικού υπηρεσιών που βασίζεται σε ειδοποιήσεις με τη χρήση γεγονότων και σχεδιάστηκε συγκεκριμένα για ειδικά ασύρματα περιβάλλοντα δικτύωσης. Ένα αντικείμενο *sentient* είναι μια ενθουλακωμένη οντότητα που αποτελείται από τρία κύρια μέρη: σύλληψη δεδομένων από αισθητήρες (*sensory capture*), ιεραρχία *context* (*context hierarchy*) και μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων (*inference engine*). Μέσω των διεπαφών τα αντικείμενα *sentient* επικοινωνούν με τους αισθητήρες που παράγουν γεγονότα λογισμικού και τους ενεργοποιητές που καταναλώνουν τα γεγονότα λογισμικού. Τα αντικείμενα *sentient* μπορούν να λειτουργούν είτε ως πάροχοι, είτε ως καταναλωτές ενός άλλου αντικειμένου *sentient*. Για την υλοποίηση των αντικειμένων *sentient* διατίθεται ένα γραφικό εργαλείο ανάπτυξης που επιτρέπει στους υπεύθυνους για την ανάπτυξη να διευκρινίσουν τους σχετικούς αισθητήρες και ενεργοποιητές, να καθορίσουν τα δίκτυα συγχώνευσης πληροφοριών (*fusion networks*), να προσδιορίσουν την επιθυμητή ιεραρχία του *context* και τους κανόνες παραγωγής, χωρίς να υφίσταται ανάγκη να γραφτεί οποιοσδήποτε κώδικας.[56]

GAIA

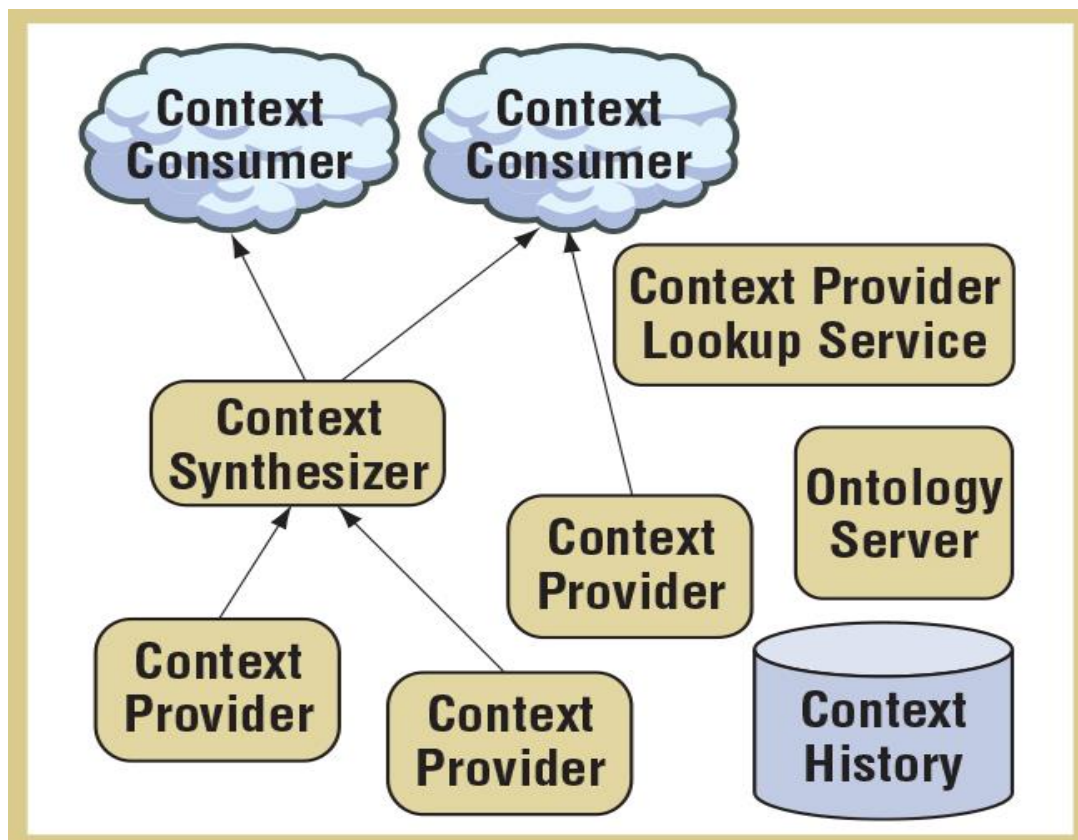
Το σύστημα *Gaia* είναι μία υποδομή για τα έξυπνους χώρους (*Smart Spaces*), οι οποίοι είναι πανταχού παρόντα υπολογιστικά περιβάλλοντα που καλύπτουν φυσικούς χώρους. Ο κύριος στόχος του συστήματος *Gaia* είναι να καταστήσει τους φυσικούς χώρους όπως δωμάτια, σπίτια, κτίρια και αεροδρόμια ευφυή και να ενισχύσει τους ανθρώπους σε αυτούς τους χώρους.

Το μεσισμικό *Gaia* παρέχει εναλλακτικούς τρόπους ανάκτησης από τους πράκτορες και επεξεργασίας διαφόρων πληροφοριακών τύπων *context*. Το *Gaia* αποτελείται από διάφορους τύπους πρακτόρων που εκτελούν διαφορετικούς στόχους:

Συνθέτες *context* (*Context Synthesizers*), καταναλωτές *context* (*Context Consumers*), αναζήτηση πάροχων *context* (*Context Provider Lookup*), υπηρεσία παρελθόντων δεδομένων *context* (*Context History Service*) και εξυπηρετητή οντολογίας (*Ontology Server*) Ένα κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι ότι προσφέρει στους πράκτορες ποικίλους μηχανισμούς συλλογισμού ή/και εκμάθησης για να τους βοηθήσει να διαλογιστούν κατάλληλα για το *context* που κατέχουν.

Χρησιμοποιώντας αυτούς τους μηχανισμούς συλλογισμού ή εκμάθησης, οι πράκτορες μπορούν να συμπεράνουν διάφορες ιδιότητες για το τρέχον context, να απαντήσουν σε ερωτήσεις λογικής ή να προσαρμόσουν τον τρόπο που συμπεριφέρονται σε διαφορετικά context. Για την ανακάλυψη και επικοινωνία μεταξύ των κατανεμημένων πρακτόρων χρησιμοποιείται η πλατφόρμα CORBA, ενώ και σε αυτή την περίπτωση εισάγονται οντολογίες για την αναπαράσταση των πληροφοριών context.[57]

Εικόνα 3.7 Αρχιτεκτονική Gaia



ACAI

Το σύστημα *ACAI (Agent-based Context-Aware Infrastructure)* είναι μία υποδομή χτισμένη σε στρώματα που επιτρέπει να συλλεχθούν, να επεξεργαστούν και να

διαμοιραστούν πληροφορίες context σε αυθόρμητες εφαρμογές. Σύμφωνα με την προτεινόμενη προσέγγιση ACAI, η διακίνηση της πληροφορίας πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τεσσάρων ειδών πράκτορες: τους πράκτορες των υπηρεσιών οι οποίοι διαπραγματεύονται και ανακτούν την πληροφορία εκ μέρους των υπηρεσιών, τους πράκτορες των πηγών οι οποίοι επικοινωνούν με τις πηγές πληροφορίες, τον πράκτορα διαχείρισης ο οποίος πραγματοποιεί την επικοινωνία ανάμεσα στους προηγούμενους πράκτορες και τον πράκτορα εξαγωγής συμπερασμάτων. Ωστόσο, η προτεινόμενη προσέγγιση περιγράφεται αρκετά γενικά χωρίς να παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες της υλοποίησης και κυρίως χωρίς να αιτιολογείται η χρήση πολλών πρακτόρων.[58]

NEXUS

Στα πλαίσια του προγράμματος Nexus που διεξήχθη στο University of Stuttgart προτείνεται μια ομοσπονδία από εξυπηρετητές για τη διαχείριση της πληροφορία περιβάλλοντος σε μεγάλης κλίμακας σενάρια. Ειδικότερα, ταξινομείται η πληροφορία περιβάλλοντος με βάση το ρυθμό ανανέωσης της και την πιθανότητα ζήτησης της σε διαφορετικές κατηγορίες και για κάθε κατηγορία ορίζεται ένας ξεχωριστός εξυπηρετητής που διαχειρίζεται τη διακίνηση των δεδομένων. Όμως όλοι οι εξυπηρετητές μαζί λειτουργούν σαν μια ομοσπονδία προκειμένου να εξυπηρετήσουν τα αιτήματα των υπηρεσιών τα οποία μπορεί να είναι είτε σύγχρονα είτε ασύγχρονα. Κάθε εξυπηρετητής διαθέτει τη ίδια διεπαφή την οποία χρησιμοποιούν οι υπηρεσίες για να υποβάλλουν τα αιτήματα τους. Τα αιτήματα και οι επιστρεφόμενες τιμές εκφράζονται με βάση τις XML γλώσσες: *Augmented World Query Language (AWQL)* και *Augmented World Modeling Language (AWML)*. Ωστόσο, η μοντελοποίηση της πληροφορίας γίνεται με βάση το αντικειμενοστραφές μοντέλο, δηλαδή τα δεδομένα αποθηκεύονται με τη μορφή αντικειμένων στους εξυπηρετητές βάσει ενός κοινού σχήματος. Για λόγους συνεργασίας κάθε εξυπηρετητής εγγράφεται στην αντίστοιχη περιοχή και τα αντικείμενα πληροφορίας εγγράφονται στον κατάλογο της περιοχής. Όταν ένα αίτημα για πληροφορία υποβάλλεται στην ομοσπονδία, χρησιμοποιώντας τους καταλόγους υποβάλλονται επιμέρους αιτήματα στους εξυπηρετητές. Το γεγονός ότι οι εξυπηρετητές είναι κατανεμημένοι καθώς και η ευκολία να προστεθούν νέοι εξυπηρετητές ή να χρησιμοποιηθούν ήδη υλοποιημένοι εξυπηρετεί την εξελισσιμότητα και την εξισορρόπηση του φορτίου. Τα αποτελέσματα αυτής της ερευνητικής

προσπάθειας είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα, εντούτοις η κατανομή των πληροφοριών σε κόμβους του δικτύου βάσει του πληροφοριακού τύπου δεν διασφαλίζει την επεκτασιμότητα του συστήματος.[59]

PACE

Το προγράμμα *Pervasive Autonomic Context-aware Environments (Pace)*, από το University of Queensland, έχει επικεντρωθεί στη δημιουργία ενός γραφικού μοντέλου πληροφορίας περιβάλλοντος και ενός μοντέλου προτιμήσεων για την προσαρμογή στις απαιτήσεις των χρηστών. Με βάση τις προσεγγίσεις αυτές έχουν αναπτύξει μια ιδιαίτερα πολύπλοκη υποδομή ανάκτησης πληροφορίας, η οποία διαχειρίζεται ξεχωριστά την πληροφορία των αισθητήρων από τις προτιμήσεις των χρηστών. Οι συνιστώσες που συνθέτουν την υποδομή διαχωρίζονται στα έξι επίπεδα: το στρώμα εφαρμογής στο οποίο ένας καταναλωτής πληροφορίας μπορεί να εγγραφεί για τα γεγονότα που τον ενδιαφέρουν και να ενημερώνεται για αυτά, το στρώμα διαχείρισης το οποίο διαχειρίζεται γεγονότα από και προς τα ανώτερα και κατώτερα στρώματα και επίσης διαχειρίζεται τη βάση δεδομένων και το στρώμα συλλογής πληροφορίας το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τους αισθητήρες. Η προτεινόμενη υποδομή σε αντίθεση με όλες τις υπόλοιπες επιτρέπει στο χρήστη να παρακολουθεί και να ελέγχει τις προσωπικές του πληροφορίες context, εντούτοις δεν αντιμετωπίζει κρίσιμα διαχειριστικά ζητήματα, όπως για παράδειγμα η κατανομή.[60]

CONTEXT

Στα πλαίσια των ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων, ένα από τα πιο πρόσφατα προγράμματα που εστίασαν στην υπολογιστική επίγνωσης του περιβάλλοντος είναι το πρόγραμμα *IST CONTEXT*. Ο κύριος στόχος του είναι η προδιαγραφή και ο σχεδιασμός μοντέλων και λύσεων για την αποδοτική παροχή υπηρεσιών ενήμερων του περιβάλλοντος με τη χρήση ενεργών δικτύων (*active networks*) και σταθερών ή κινητών υποκείμενων υποδομών. Το CONTEXT απέδειξε ότι τα ενεργά δίκτυα είναι ιδιαίτερος αποτελεσματικά στα συστήματα διαχείρισης πληροφοριών περιβάλλοντος για την αντιμετώπιση ζητημάτων διανομής των δεδομένων και λόγω τη ετερογένειας της πληροφορίας. Επιπλέον μέσω της πλατφόρμας του CONTEXT αποδείχθηκε ότι οι

μηχανισμοί συλλογής και διανομής πληροφοριών περιβάλλοντος που χρησιμοποιούν ενεργά δίκτυα.[33]

Κεφάλαιο 4. mHEALTH

4.1 Εισαγωγή

«Η mHealth είναι η μεγαλύτερη επανάσταση της τεχνολογίας στην εποχή μας αποτελώντας εθνική μας πρόκληση» είπε ο γραμματέας της υγείας και Πρόνοιας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής , Kathleen Sibelius, στην ομιλία του στο συνέδριο mHealth το 2011 στη Washington. Παγκόσμια, η mHealth λόγω της τεχνολογίας και της δυνατότητας τους να παρέχουν πληροφορίες που μπορούν να βελτιώσουν την ατομική υγεία, καθώς αντιμετωπίζονται προβλήματα από κάποιες ελλείψεις στο σύστημα υγείας, μετατράπηκε από ενδιαφέρον τομέας σε καίριο σημείο στην αντζέντα της Υγείας. Με την mHealth, η βιομηχανία της φροντίδας της υγείας πρόκειται να μετατραπεί σε μια άλλη, πιο εξατομικευμένη, συμμετοχική, προληπτική και λιγότερο ακριβή βιομηχανία. Αυτός ο μετασχηματισμός αναμένεται να έχει παγκόσμιες επιπτώσεις καθώς βιομηχανικές εκθέσεις δείχνουν ότι οι αναδυόμενες αγορές παρουσιάζουν απίστευτη δύναμη και ανάπτυξη λόγω της mHealth.

Μέσα στην τελευταία δεκαετία στον τομέα της υγείας, έχουμε δει την εμφάνιση ενός φαινομένου που αναφέρεται ως mHealth (mobile Health). Δεν υπάρχει κανένα πρότυπο ή αποδεκτός ορισμός για τις παραμέτρους της έννοιας "υγείας", αλλά μπορεί γενικά να θεωρηθεί ως μια κινητήρια δύναμη στη μετατροπή του τρόπου της υγειονομικής περίθαλψης, κάνοντας μερικά στοιχεία της υγειονομικής περίθαλψης γρηγορότερα, καλύτερα, πιο προσιτά και φθηνότερα. Αλλά τι είναι ακριβώς η mHealth;

Σύμφωνα με τον ορισμό της AHIMA (American Health Information Management Association) mHealth είναι η :

«Η 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.

4.2. Η κινητή συσκευή

Σήμερα, ζούμε σε έναν κόσμο στον οποίο η κινητή τεχνολογία είναι πανταχού παρούσα. "Κινητό" απλά σημαίνει ότι εμείς δεν εξαρτόμαστε πλέον από καλωδιακές συνδέσεις για την πρόσβαση και τη χρήση συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών, συσκευών επικοινωνίας, και πηγών πληροφοριών. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε smartphones, tablet, και άλλες φορητές συσκευές για να έχουμε πρόσβαση σε πληροφορίες και επικοινωνίες οπουδήποτε, οποιαδήποτε στιγμή για επαγγελματικούς, προσωπικούς, ή για λόγους υγείας. Μπορούμε να παρακολουθήσουμε μια ταινία, να λάβουμε οδηγίες κατεύθυνσης σε μια μακρινή τοποθεσία, ταυτόχρονα κιόλας, σε οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας ή της νύχτας. Πολλά παιδιά και έφηβοι δεν έχουν δει ποτέ ένα σταθερό τηλέφωνο με ένα καλωδιωμένο ακουστικό και δεν μπορούν να φανταστούν έναν κόσμο χωρίς ασύρματη συνδεσιμότητα και συνεχή πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Ο σημερινός κόσμος είναι όλα όσα ξέρουν. Για αυτούς, ιστορία είναι ένα iPhone πρώτης γενιάς. Και, επειδή η τεχνολογία μας δίνει τη δυνατότητα να είμαστε συνδεδεμένοι με όλους, ανεξάρτητα από τον τόπο διαμονής τους, είτε απέναντι από το δρόμο ή είτε στην άλλη άκρη του κόσμου, ο κόσμος είναι κυριολεκτικά στα δάχτυλα μας.

Πότε η κινητή τηλεφωνία πήρε αυτήν τη μορφή; Έχουμε ζήσει με κινητά τηλέφωνα ή ασύρματα τηλέφωνα, από το 1980. Το 2007, ο Steve Jobs παρουσίασε το iPhone της Apple το οποίο ήταν κομβικής σημασίας για την κινητή τεχνολογία. Το

iPhone ήταν ένα "smartphone" το οποίο είναι ένα κινητό τηλέφωνο με χαρακτηριστικά υπολογιστή. Ήταν εύκολο στη χρήση και αξιόπιστο, μπορούσε να συνδέεται ο χρήστης στο Internet, με άλλους υπολογιστές, και το πιο σημαντικό, ήταν εξαιρετικά φορητό και σχετικά φθινό. Με το smartphone, οι καταναλωτές απέκτησαν αυξημένη φορητότητα. Μπορούν να έχουν ό, τι θέλουν όταν το θέλουν χωρίς καλώδια. Και το γεγονός ότι το smartphone ήταν προσιτό σήμαινε ότι η φορητότητα ήταν εφικτή και από το μέσο άτομο.

Εκτιμάται ότι υπάρχουν έξι δισεκατομμύρια κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο (Διεθνές Ένωσης Τηλεπικοινωνιών 2012), ένας εκπληκτικός αριθμός θεωρώντας ότι ο συνολικός πληθυσμός υπολογίζεται περίπου στο 7,1 δισεκατομμύρια (Υπουργείο Εμπορίου των ΗΠΑ). Ο αριθμός των κινητών τηλεφώνων αναμένεται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο δραματικά μέσα στα επόμενα λίγα χρόνια, εξασφαλίζοντας έτσι έναν σταθερό αριθμό χρηστών κινητών εφαρμογών, πιθανώς συμπεριλαμβανομένων των προϊόντων mHealth. Μόνο οι πωλήσεις κινητών συσκευών στις ΗΠΑ αυξήθηκαν από 172 εκατομμύρια το 2009 σε 215 εκατομμύρια το 2015, δηλαδή 25% αύξηση. Και, τα έσοδα από τη χρήση δεδομένων κινητής τηλεφωνίας αναμένεται να αυξηθούν στις ΗΠΑ από 35 δισεκατομμυρίων δολαρίων το 2008 στα 180 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια το 2016, μια δραματική αύξηση 514%. Αναλύσεις πάλι υποστηρίζουν ότι θα υπάρχουν 1,4 κινητές συσκευές κατά κεφαλήν μέχρι το 2016.

Ωστόσο, παρά την ταχεία αύξηση τόσο των χρηστών όσο και των διαθέσιμων συσκευών, δεν αναγνωρίζουν όλοι αυτή την τάση μετατροπής προς μια μικρότερη, πιο κινητή τεχνολογία ως μια σταθερή τάση. Ενώ η έγκαιρη υιοθέτηση των τεχνολογικών καινοτομιών οδηγούσε σε εγκατάλειψη των φορητών υπολογιστών για μικρότερες φορητές συσκευές και στο κατέβασμα εφαρμογών ειδικά σχεδιασμένες για μικρές οθόνες αφής, ορισμένοι χρήστες και πολλοί προμηθευτές τους παρέμειναν προσηλωμένοι στην ευκολία της μεγάλης οθόνης. Ο ιδρυτής του Facebook Mark Zuckerberg παραδέχτηκε, «Είναι ίσως ένα από τα μεγαλύτερα λάθη που έχουμε κάνει ποτέ." Έξι χρόνια μετά την ίδρυση του Facebook, δεν είχε στρατηγική για ασύρματη σύνδεση και δεν είχε ακόμη υιοθετήσει τα Apps . Ωστόσο, από τον Δεκέμβριο του

2011, το Facebook αναδιοργανώθηκε για να ενσωματώσει μηχανικούς κινητών συσκευών σε όλες τις ομάδες προϊόντων. Ξανά επεξεργάστηκαν το αναπτυξιακό τους πλάνο υιοθετώντας τα Apps και θέτοντας ως προτεραιότητα να γίνει μια εταιρεία κινητής τηλεφωνίας.

Το Pew Internet & American Life Project διεξήγαγε έρευνα στην περιοχή του mHealth, παράγοντας διάφορες εκθέσεις που τεκμηριώνουν πράγματα για τους χρήστες κινητών τηλεφώνων και τη χρήση μεταξύ των ενηλίκων στις ΗΠΑ. Τα ευρήματά τους προσδιορίζουν ότι το 85% των ενηλίκων στις ΗΠΑ κατέχουν ένα κινητό τηλέφωνο. Από αυτούς, το 53% έχει smartphones, και οι μισοί από τους κατόχους smartphone χρησιμοποιούν τις συσκευές τους για να παίρνουν πληροφορίες για την υγεία. Και, το 20% των χρηστών smartphone έχει εφαρμογές υγείας εγκατεστημένες.

Σε παλιότερες έρευνες, αναφέρονταν ότι το 17% των ιδιοκτητών κινητού τηλεφώνου είχε χρησιμοποιήσει τα τηλέφωνα τους για να αναζητήσουν συμβουλές για την υγεία, αλλά από το 2012, ο αριθμός αυτός σχεδόν διπλασιάστηκε σε 31%. Επιπλέον, σχεδόν όλοι οι δημογραφικές ομάδες που συμμετείχαν στην έρευνα ανέφεραν σημαντικές αυξήσεις στη δραστηριότητα αυτή, με την εξαίρεση των ατόμων άνω των 65 ετών και εκείνων που δεν είχαν καταφέρει να ολοκληρώσουν το γυμνάσιο.

Η κινητή τεχνολογία έχει αυξήσει τις προσδοκίες μας αλλάζοντας σημαντικά τον τρόπο που ψάχνουμε πληροφορίες, που πληρώνουμε για τα προϊόντα. Ωστόσο, η τεχνολογία δεν έχει ακόμη φέρει σοβαρές καινοτομίες σε μοντέλα παροχής υγειονομικής περίθαλψης μέχρι σήμερα. Ακόμα κι αν είναι αρκετά λογικό να υποθέσει κανείς ότι οι κινητές συσκευές θα είναι μία σημαντική συνιστώσα των τεχνολογικών λύσεων που χρησιμοποιούνται, σοβαρές προκλήσεις εντούτοις για την προτεινόμενη εφαρμογής τους πρέπει να αναγνωριστούν. Το σύστημα της υγειονομικής περίθαλψης είναι κατακερματισμένο, ασύνδετο, αναποτελεσματικό, και απρόσιτο για πολλά άτομα, λόγω των διαφοροποιήσεων στα εισοδήματα αλλά και τη γεωγραφική θέση. Επιπλέον, η υγειονομική περίθαλψη είναι μια πολύπλοκη βιομηχανία στην οποία η παροχή υπηρεσιών και τα επιχειρηματικά μοντέλα αμφισβητούνται όλο και περισσότερο, με συγκρουόμενα κίνητρα και πολλούς οικονομικούς περιορισμούς. Το αν η εξέλιξη της

τεχνολογίας θα είναι αρκετή για να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια είναι πραγματικά ένα σημαντικό θέμα.[34]

4.3 Τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας για την υγεία

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται όλο και πιο συχνά ο όρος της τηλεϊατρικής. Τηλεϊατρική ονομάζεται η παροχή πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης σε ασθενείς απομακρυσμένων περιοχών, μέσω των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Ένα σύστημα τηλεϊατρικής αποτελείται από μια αλληλεπίδραση μεταξύ λογισμικού, hardware και του διαύλου επικοινωνίας ώστε να ενώσει δύο γεωγραφικές περιοχές προκειμένου να ανταλλάξουν ιατρικές πληροφορίες.[35]

Η ασύρματη τηλεϊατρική είναι μια νέα περιοχή έρευνας που εκμεταλλεύεται τις σύγχρονες εξελίξεις στην τεχνολογία των ασύρματων τηλεπικοινωνιών και έχει την προοπτική να προσφέρει εξαιρετικά ευέλικτες ιατρικές υπηρεσίες που δεν είναι εφικτές με τη σταθερή τηλεφωνία. Οι κύριες ασύρματες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα είναι: GSM, GPRS, δορυφορικά συστήματα, Wireless LAN, mobile IP, Bluetooth και WAP συστήματα, 3G και πιο πρόσφατα τα 4G συστήματα. Τα σύγχρονα συστήματα τηλεϊατρικής υποστηρίζονται από state of the art τεχνολογίες όπως διαδραστικά video, οθόνες υψηλής ανάλυσης και δίκτυα τηλεπικοινωνίας που περιλαμβάνουν οπτικές ίνες, δορυφόρους και κινητή τηλεφωνία. Οι ασύρματες υπηρεσίες τηλεϊατρικής κερδίζουν συνεχώς εμπορικό έδαφος με χαρακτηριστικά παραδείγματα την ασύρματη μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραφήματος, την τηλε-ραδιολογία, την αποστολή εικόνων και video και τις υπηρεσίες ασθενοφόρου για επείγοντα ιατρικά περιστατικά και άλλα συστήματα παρακολούθησης τηλεϊατρικής[35]. Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά κάποιες από τις ασύρματες τεχνολογίες που προαναφέρθηκαν.

- **Συστήματα GSM και GPRS**

Το σύστημα GSM (Global System for Mobile communications) προσφέρει ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων πάνω από 9,6 kbps ή πάνω από 43,3 kbps όταν χρησιμοποιείται

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data). Η ονομαστική αναλογία μεταφοράς δεδομένων για το GPRS (General Packet Radio Service) είναι 171,2 kbps. Η τεχνολογία του GPRS είναι σχεδιασμένη για να λειτουργεί παράλληλα με τα συστήματα δεύτερης γενιάς TDMA όπως είναι τα GSM και PDC (Personal Digital Cellular) τα οποία χρησιμοποιούνται για φωνητικές επικοινωνίες. Το GPRS χρησιμοποιεί τη ζώνη συχνοτήτων των 200kHz προκειμένου να εξασφαλίσει ταχύτητα δεδομένων 115kbps. Η εξέλιξη του HSCSD ονομάζεται ECSD ενώ η εξέλιξη του GPRS ονομάζεται EGPRS. Στο EGPRS η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων μπορεί να φτάσει τα 384 kbps. Οι περισσότερες από τις εφαρμογές τηλεϊατρικής που χρησιμοποιούν GSM/GPRS δίκτυα αφορούν τη μετάδοση βιοσημάτων και εικόνων προκειμένου να υποστηρίξουν τις προ-νοσοκομειακές θεραπείες.

- **Ασύρματα δίκτυα τρίτης γενιάς (3G)**

Η εξέλιξη των κινητών (mobile) τηλεπικοινωνιακών συστημάτων από τη δεύτερη(2G) στην 2,5G και μετά στην τρίτη γενιά(3G) προσφέρει πολύ γρηγορότερη μεταφορά δεδομένων και επιτρέπει το σχεδιασμό και την ανάπτυξη αποδοτικότερων συστημάτων. Η ταχύτητα των δικτύων 3G κυμαίνεται από 144kbps μέχρι 2Mbps σε χρήση γραφείου και οι ταχύτητες αυτές είναι αρκετές για να καλύψουν ανάγκες αποστολής εικόνων και ιατρικών δεδομένων.

- **Ασύρματα δίκτυα τέταρτης γενιάς (4G)**

Τα κύρια τεχνολογικά χαρακτηριστικά των συστημάτων 4ης γενιάς που έχουν κάνει ήδη την εμφάνισή τους είναι: η γρηγορότερη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων σε σχέση με τα 3G καθώς κατά μέσο όρο είναι 200Mbps, η χωρητικότητά τους που είναι 10 φορές μεγαλύτερη από τα 3G, το κόστος μεταφοράς δεδομένων το οποίο είναι το 1/10 με 1/100 από αυτό που απαιτείται στα συστήματα 3G, υποστήριξη για τα πρωτόκολλα διαδικτύου IPv6, QoS (Quality of Service) που παρέχει πολλές υπηρεσίες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των χρηστών, υπηρεσίες φιλικές προς το χρήστη με πολύ γρήγορη πρόσβαση.

- **Wi-Fi δίκτυα**

Ο όρος Wi-Fi (Wireless Fidelity) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει την τεχνολογία που επιτρέπει σε μια ηλεκτρονική συσκευή να ανταλλάσσει δεδομένα ή να συνδέεται

στο Internet ασύρματα, χρησιμοποιώντας τις συχνότητες 2,4 GHz UHF και 5 GHz SHF. Τα δίκτυα Wi-Fi βασίζονται στην οικογένεια προτύπων IEEE 802.11 b/g/n. Τα πρωτόκολλα 802.11 περιλαμβάνουν αρχικά έναν προαιρετικό μηχανισμό πιστοποίησης κόμβων (μόνο για δομημένα δίκτυα) και κρυπτογράφησης δεδομένων ονόματι WEP που αποδείχθηκε ότι ήταν εύκολος στο να προσπελαστεί και οδήγησε στην προσθήκη των πρωτόκολλων WPA, WPA2 που προσφέρουν υψηλότερη ασφάλεια. Ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των κόμβων. Όσο πιο μακριά βρίσκεται η ασύρματη συσκευή από το σημείο πρόσβασης τόσο χαμηλότερη είναι η ταχύτητα, ενώ η εμβέλεια που εξασφαλίζεται από ένα δίκτυο Wi-Fi είναι μέχρι 100 μέτρα.

- **IEEE 802.16/WiMAX συστήματα**

Η τεχνολογία των πρωτόκολλων IEEE 802.16x και WiMAX (World wide interoperability for Microwave Access) επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα, συνδυάζει ωφέλιμα χαρακτηριστικά των υπόλοιπων ασύρματων τεχνολογιών και ενισχύει την τεχνολογία των 4G συστημάτων. Το WiMAX λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με το WiFi, αλλά με μεγαλύτερες ταχύτητες, σε μεγαλύτερες αποστάσεις(εξασφαλίζει εμβέλεια επικοινωνίας 35 χιλιόμετρα ή και παραπάνω) και για πολύ περισσότερους χρήστες. Η μέγιστη ταχύτητα που αναμένεται από ένα σύστημα WiMAX είναι 70Mbps. Οι κύριοι λόγοι που χρησιμοποιείται το WiMAX αντί του WLAN για εφαρμογές τηλεϊατρικής(όπως η παρακολούθηση των ασθενών) είναι το μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων για ποιοτική μεταφορά εικόνων, καλή ποιότητα στη βιντεοδιάσκεψη μεταξύ γιατρού και ασθενή και το πρωτόκολλο ασφαλείας MAC(Media Access Control).

- **Δορυφορικά συστήματα**

Τα δορυφορικά συστήματα επικοινωνίας παρέχουν πολλά πλεονεκτήματα κάποια εκ των οποίων είναι: ευρεία γεωγραφική κάλυψη που περιλαμβάνει διασύνδεση των απομακρυσμένων επίγειων δικτύων, δυνατότητες DAMA (Demand Assignment Multiple Access) ή εύρος ζώνης με βάση τη ζήτηση, αποτελούν εναλλακτική επιλογή σε περιπτώσεις κατεστραμμένων δικτύων οπτικών ινών και τέλος επικοινωνία μεταξύ οποιονδήποτε σημείων. Οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων που μπορούν να φτάσουν

τα δορυφορικά συστήματα ξεκινούν από 2,4 kbps και φτάνουν τα 20 Mbps σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη.

- **WAP (Wireless Application Protocol)**

Το WAP είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας για την ανάπτυξη των πληροφοριακών πόρων, τηλεφωνικών υπηρεσιών και της πρόσβασης στο Internet μέσω κινητών τηλεφώνων. Τυπικές εφαρμογές WAP περιλαμβάνουν νέα, παιχνίδια, e-banking, e-shopping και e-mail.

- **Wireless IP**

Τα ασύρματα και IP δίκτυα τηλεπικοινωνίας θα βελτιώσουν σημαντικά τις υπάρχουσες μεθοδολογίες της τηλεϊατρικής και των συστημάτων τηλε-φροντίδας που δεν είναι εφικτές με τη συμβατική τηλεφωνία. Η τηλεφωνία IP, γνωστή ως VoIP(voice over IP) έχει μειώσει το κόστος, προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία, καλύτερη διαχείριση και βελτιωμένες υπηρεσίες. Η τεχνολογία τηλεφωνίας IP μπορεί να επεκταθεί ώστε να δημιουργήσει απεριόριστες δυνατότητες μετάδοσης της φωνής αλλά και σε συνδυασμό με οποιαδήποτε ψηφιοποιημένη πληροφορία. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι πολύ σημαντικά για την τηλεϊατρική.

- **WLAN (Wireless Local Area Networks)**

Το δίκτυο WLAN επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε δίκτυα δεδομένων όπως το Internet με ταχύτητες που ξεπερνούν τα 11Mbps αρκεί οι χρήστες να βρίσκονται σε μια μικρή εμβέλεια(30-50 μέτρα εντός κτιρίου και 100-500 μέτρα εκτός κτιρίου) από ένα σταθμό βάσης WLAN. Η σύνδεση WLAN απαιτείται ως επί το πλείστον για να διευκολύνει την ανταλλαγή διαγνωστικών δεδομένων μεταξύ διαφόρων τηλεϊατρικών συστημάτων μέσα σε ένα νοσοκομείο.

- **WPAN (Wireless Personal Area Networks)**

Τα δίκτυα WPAN καθορίζονται από το πρωτόκολλο IEEE 802.15. Οι πιο σχετικές τεχνολογίες για συστήματα mobile health είναι το Bluetooth και το ZigBee. Τα κύρια χαρακτηριστικά του Bluetooth είναι: η λειτουργία του σε συχνότητα των 2,5GHz χωρίς άδεια ασύρματης επικοινωνίας, η μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο είναι συνήθως δυνατή σε απόσταση 10-100 μέτρων, η αποστολή των δεδομένων δεν

επηρεάζεται από αντικείμενα ή εμπόδια, ενισχύει την ασύρματη επικοινωνία και μεταξύ ad hoc δικτύων και τέλος η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων κυμαίνεται μεταξύ 150 και 700kbps. Το ZigBee (IEEE 802.15.4 standard) αναπτύχθηκε ως μια λύση αργής μεταφοράς των δεδομένων με μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και μικρή πολυπλοκότητα.

- **WBAN (Wireless Body Area Network)**

Ένα τυπικό σύστημα WBAN αποτελείται από οικονομικούς, ελαφριές και μικροσκοπικούς αισθητήρες καθένας από τους οποίους έχει έναν ή περισσότερους αισθητήρες κίνησης, ηλεκτροκαρδιογραφήματος, ηλεκτρομυογραφήματος και ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος. Ένας τέτοιος αισθητήρας μπορεί να τοποθετηθεί στο δέρμα του ασθενούς σαν αυτοκόλλητο ή κάτω από το δέρμα ή τους μύες. Όλα τα μηνύματα από τους αισθητήρες συλλέγονται από τον ελεγκτή του δικτύου και μεταφέρονται σε έναν υπολογιστή. Οι τεχνολογίες mHealth που βασίζονται σε WBAN δίκτυα έχουν πολλές προοπτικές για τη συνεχή παρακολούθηση ασθενών, την έγκαιρη διάγνωση μη φυσιολογικών καταστάσεων και την επιτήρηση μιας αποκατάστασης.

4.4 mHealth φορητά συστήματα και πλατφόρμες

Ένα τυπικό μοντέλο υποδομής mHealth περιλαμβάνει τέσσερα κύρια μέρη: (i) την hardware εφαρμογή (ii) την εφαρμογή λογισμικού (iii) τα πρωτόκολλα ασύρματης σύνδεσης και (iv) συνεργατικά λογισμικά mHealth .

4.4.1 Hardware εφαρμογή

Η εφαρμογή του υλικού για ένα σύστημα mHealth περιλαμβάνει τρία κύρια μέρη: (1) wearable ή wireless αισθητήρες σε ιατρικό εξοπλισμό που είναι συνδεδεμένα με μικροελεγκτές (2) smartphones και (3) υπολογιστές και servers.

1) Το πρώτο μέρος αποτελείται από ένα σύνολο ασύρματων ιατρικών αισθητήρων που μετρούν την κατάσταση των ασθενών όπως πίεση αίματος, τον καρδιακό παλμό, τον κορεσμό σε οξυγόνο και τη θερμοκρασία . Αυτοί οι αισθητήρες μπορεί να είναι είτε εμφυτευμένοι είτε να συνδέονται με το σώμα του ασθενούς. Για παράδειγμα, ένα αισθητήρας ηλεκτροκαρδιογράφηματος 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. Ένα άλλο παράδειγμα τέτοιων ιατρικών αισθητήρων είναι ένας αισθητήρας μέτρησης του κορεσμού οξυγόνου στο αίμα μέσω του υπολογισμού του οξυγόνου που περιέχεται στην αιμοσφαιρίνη. Ένα τρίτο και τελευταίο παράδειγμα είναι ένας αισθητήρας που μπορεί συνεχώς να παίρνει μετρήσεις για την πίεση του αίματος και να τις διαβιβάζει σε ένα μικροελεγκτή, ο οποίος με τη σειρά του τους στέλνει στους πάροχους υγειονομικής περίθαλψης μέσω ενός smartphone.

2) Η δεύτερη συνιστώσα της εφαρμογής του υλικού είναι το smartphone. Σε αυτή τη διαμόρφωση, το smartphone ενεργεί ως κόμβος ελέγχου στο δίκτυο μεταξύ των δύο τμημάτων της υποδομής, στο τμήμα του ασθενή, το ένα smartphone λειτουργεί ως αποστολέας και στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, το smartphone δρα ως δέκτης.

3) Τέλος, το τρίτο συστατικό είναι ο υπολογιστής (ες) και ο server (s), τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε ένα ιατρείο, στην κλινική ή νοσοκομείο. Συνήθως ένας μικροελεγκτής παρακολουθεί τις μετρήσεις των wearable αισθητήρων και τη συγκρίνει με τα αποδεκτά όρια των μετρήσεων και στέλνει μόνο απρόβλεπτα συμβάντα και

ανησυχητικές αναγνώσεις στον server μέσω ενός smartphone. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η κλινική/νοσοκομείο συλλέγει τα δεδομένα από το διακομιστή για περαιτέρω δράση.

4.4.2 Εφαρμογές Λογισμικού

Οι εφαρμογές λογισμικού [36] αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των smartphones. Κάθε λειτουργικό σύστημα smartphone διαθέτει ένα ηλεκτρονικό κατάστημα, όπου τις εφαρμογές μπορεί κάποιος να τις αγοράσει και να τις κατεβάσει αυξάνοντας έτσι τη λειτουργικότητά του. Με την πρόσφατη σημαντική αύξηση των εφαρμογών για smartphones και την αύξηση της απόδοσης των smartphone, ένας αριθμός εφαρμογών παρακολούθησης της υγείας και της ευεξίας έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες: (i) διαχείρισης της ροής εργασίας σε νοσοκομείο (ii) ιατρικής αναφοράς και (iii) διαχείριση της υγείας και την ευεξίας

(i) Διαχείρισης της ροής εργασίας σε νοσοκομείο: Οι εφαρμογές διαχείρισης της ροής εργασίας σε νοσοκομείο βοηθούν το ιατρικό προσωπικό στις καθημερινές τους δραστηριότητες, όπως στην πρόσβαση εξ αποστάσεως αρχείων ιστορικού της υγείας των ασθενών ή την φαρμακευτική τους αγωγή. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις βασικές υπηρεσίες.

α. Εφαρμογές διάγνωσης της ασθενειών: εφαρμογές διάγνωσης ασθενειών είχαν σχεδιαστεί για να αποκτήσουν πρόσβαση σε πληροφορίες για τη διάγνωση και τη θεραπεία σχετικά με λοιμώδεις ασθένειες, διάγνωσης, θεραπείες, φάρμακα, και διαφορικής διάγνωση με τη χρήση ενός smartphone. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές, όπως Johns Hopkins Antibiotic Guide (JHABx), 5-Minute Clinical Consult (5MCC), 5-Minute Infectious Diseases Consult (5MIDC), Sanford Guide to Antimicrobial Therapy (SG), και ePocrates ID.

β. Ιατρικές Εφαρμογές μέτρησης: Ένας μετρητής είναι ένα λογισμικό πρόγραμμα για τον υπολογισμό των διαφόρων κλινικών δεικτών όπως του δείκτη μάζας σώματος, επιφάνειας σώματος, κάθε δόσης των φαρμάκων, κ.λπ.

γ. Εφαρμογές κλινικής επικοινωνίας: Τα Smartphones υποστηρίζουν αρκετά μέσα επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένης της φωνητικής κλήσης, βίντεο κλήσης, σύνταξης μηνυμάτων, μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, μηνυμάτων πολυμέσων (κείμενο, εικόνα, βίντεο και) και διασκέψεων μέσω υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας του πάροχου. Η χρήση του smartphone επικοινωνίας είναι κρίσιμη, δεδομένου ότι μεταδίδει σημαντικές πληροφορίες γρήγορα, μειώνοντας τον κίνδυνο των ιατρικών λαθών.

δ. Εφαρμογές Πληροφοριακών Συστημάτων Νοσοκομείων πελάτη: εφαρμογές πελάτη για πληροφοριακά συστήματα νοσοκομείων, όπως ηλεκτρονικά αρχεία υγείας, ηλεκτρονικοί ιατρικοί φάκελοι και συστήματα αρχειοθέτησης εικόνας και επικοινωνίας, παρέχοντας ευελιξία πρόσβασης στην πληροφόρηση των ασθενών με ασφάλεια από οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή.

ε. Εφαρμογές Ιατρικής Εκπαίδευσης: Smartphones χρησιμοποιούνται επίσης για την ιατρική κατάρτιση και τη διαρκή ιατρική εκπαίδευση (CME). Το CME παρέχει κατάρτισης με την πιο πρόσφατη τεκμηριωμένη ιατρική πρακτική. Το iCPR και iResus είναι δύο ιατρικές εφαρμογές εκπαίδευσης που έχουν σχεδιαστεί για την iOS πλατφόρμα και διατίθεται δωρεάν. Αυτή η εφαρμογή μετρά το ρυθμό του ποσοστό συμπίεσης του στήθους και δίνει οπτικοακουστικό βοήθεια, βελτιώνοντας τις επιδόσεις της συμπίεσης στο στήθος, βοηθώντας το χρήστη να επιτύχει το σωστό ρυθμό συμπίεσης στο στήθος.

στ. Εφαρμογές Γενικής Ιατρικής Φροντίδας: Υπάρχουν και άλλες γενικές εφαρμογές για smartphones, όπως: HCSIT, Borboleta, το LIFE-reader, Multimedia Paging Based Clinical Alarm, Out - breaks Near Me, H1N1 Swine Flu Update, και WISER. Ένα σύστημα παρακολούθησης κλινικών σε πραγματικό χρόνο αναπτύχθηκε για την

παρακολούθηση της μονάδας εντατικής θεραπείας ασθενών με smartphone, εμφανίζοντας τις ειδοποιήσεις για μια ολόκληρη μονάδα ή ένα κρεβάτι.

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. Τυπικό παράδειγμα εφαρμογής ιατρικών αναφοράς είναι ο Άτλας της ανθρώπινης ανατομίας του Netter σε πλατφόρμα Android. Αυτή η εφαρμογή παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες και γραφικές απεικονίσεις της ανθρώπινης ανατομίας .

α. Εφαρμογές αναφοράς φαρμάκων: Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές αναφοράς φαρμάκων που είναι διαθέσιμες για smartphones. Αυτές περιλαμβάνουν το Skyscape's RxDrugs, Epocrates, Medscape, SAFEMED POCKET, FDA drugs, και DrugDoses.net. Οι εφαρμογές αυτές περιλαμβάνουν τα ονόματα των φαρμάκων, τις ενδείξεις τους, τις δοσολογίες τους, τις φαρμακευτικές τους αλληλεπιδράσεις, τις αντενδείξεις και το κόστος. Το Epocrates αναφέρθηκε ως η πιο συχνά χρησιμοποιημένη εφαρμογή αναφοράς . Το Skyscape's RxDrugs είναι ένα άλλο που έχει δει χρησιμοποιείται ευρέως στις ΗΠΑ το οποίο είναι ικανό ταυτόχρονου ελέγχου φαρμακευτικών αλληλεπιδράσεων. Το Smartphone επίσης που βασίζεται σε αυτές τις εφαρμογές μπορεί να είναι χρήσιμο στοιχείο στη φροντίδα των ασθενών.

β. Εφαρμογές αναζήτησης βιβλιογραφίας: αυτές οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται από επαγγελματίες στην περίθαλψη υγείας για να διευκολύνουν την αναζήτηση βάσης δεδομένων βιοϊατρικής βιβλιογραφίας όπως τα PubMed / MEDLINE, Essie για να βρίσκουν και να εμφανίζουν αναφορές ιατρικών πληροφοριών.

iii) Διαχείριση Υγείας και Ευεξίας: Τα περισσότερα από τα σχετικά με την υγεία smartphone εφαρμογών είναι στην 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. Άλλες εφαρμογές, όπως το "Wellness Dairy"(ημερολόγιο ευεξίας), είναι σχεδιασμένα για να υποστηρίξουν τους χρήστες στην εκμάθηση για τη συμπεριφορά τους.

4.4.3 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). Συνήθίζεται, τα EHRs να περιέχουν ολόκληρο το ιστορικό υγείας του ασθενούς που μπορεί να μοιραστεί μεταξύ των πάροχων 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.[36]

4.4.4 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. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα επικεντρωθεί σε τρεις βασικές τεχνολογίες επικοινωνιών.[36]

- (1) Zigbee: Αυτό το πρωτόκολλο είναι μια ακολουθία πρωτοκόλλων επικοινωνίας υψηλού επιπέδου που είναι χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στα smartphones. Είναι τεχνολογία χαμηλού κόστους, χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και μικρή απόστασης ασύρματης σύνδεσης, η οποία έχει αναπτυχθεί για το *ασύρματο* Δίκτυο Προσωπικής περιοχής / κάλυψης, WPAN. Το Zigbee είναι συνώνυμο του IEEE 802.15.4 πρωτόκολλου. Χρησιμοποιείται για παράδειγμα ευρέως στην κατασκευή αυτομάτου ελέγχου, βιομηχανία αυτοανοσοποίηση, στην παρακολούθηση και στον έλεγχο των νοσοκομείων και στο σπίτι.
- (2) Wi-Fi: Το πρωτόκολλο αυτό αναφέρεται στα πρότυπο ασύρματου Ethernet 802.11b για ασύρματο τοπικό δίκτυο, WLAN, που επιτρέπουν wearable συσκευές για ανταλλαγή δεδομένων ή / και σύνδεση ασύρματα στο Internet. Το Wi-Fi μπορεί να καλύψει έως και πολλά τετραγωνικά μίλια.
- (3) Bluetooth: Αυτή η τεχνολογία είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενο πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας σε δίκτυο προσωπικής περιοχής, PAN, και χρησιμοποιεί το IEEE 802.15.1 πρότυπο. Με το Bluetooth μπορούν να ανταλλάχτουν δεδομένα σε μικρές αποστάσεις από σταθερές και κινητές συσκευές, με υψηλά επίπεδα ασφάλειας.

4.5 Λειτουργικά Συστήματα σε smartphone.

Λειτουργικά συστήματα smartphone ποικίλουν σε προδιαγραφές και τις δυνατότητες. Τα περισσότερα εξέχοντα λειτουργικά συστήματα στην αγορά σήμερα είναι το iOS (Apple), το Android (Google), Symbian (Nokia), QNX (Blackberry), και τα Windows (Microsoft). Όλα αυτά λειτουργικά συστήματα είναι ικανά να παρέχουν και να λαμβάνουν περιεχόμενο ασύρματα που τους καθιστά εξαιρετικούς υποψήφιους για τις υπηρεσίες mHealth. Ο Πίνακας 3.1 δείχνει την παγκόσμια αγορά στα smartphones που χρησιμοποιούν αυτά τα λειτουργικά συστήματα στα τέσσερα τέταρτα του Q1 - Q4 2012 και το Q1 - Q2, 2013. Σε αυτή την ενότητα παρέχονται οι βασικές αρχές του καθενός από αυτά τα συστήματα.[36]

Πίνακας 3.1. Μερίδιο της παγκόσμιας αγοράς smartphone

Quarter-year	Operating system market shares					
	Android	iOS	Windows Phone	Blackberry	Symbian	Others
1Q-2012 [19]	59%	23%	2.20%	6.40%	6.80%	2.60%
2Q-2012 [18]	68.10%	16.90%	3.50%	4.80%	4.40%	2.30%
3Q-2012 [17]	75%	14.90%	2%	4.30%	2.30%	1.50%
4Q-2012 [16]	70.10%	21%	2.60%	3.20%	0.70%	2.40%
1Q-2013 [15]	75%	17%	3%	3%	1%	1%
2Q-2013 [14]	79.20%	13.20%	3.70%	2.90%	0.20%	0.80%

- **Το Λειτουργικό Σύστημα Android**

Το Android λειτουργικό σύστημα που αναπτύχθηκε από το Android Inc το 2003 και βασίζεται σε το λειτουργικό σύστημα Linux. Μετέπειτα, η Google απέκτησε το Android, το 2005. Το Android χρησιμοποιεί ως γλώσσα προγραμματισμού τη Java.

Επίσης είναι open source και η Google απελευθερώνει τον κώδικα μέσω της άδειας χρήσης Apache. Τα άτομα και οι εταιρείες μπορούν να αναπτύξουν εφαρμογές (apps) για αυτό το λειτουργικό σύστημα, και κάθε εταιρεία μπορεί να κατασκευάσει ένα τηλέφωνο με τη χρήση αυτών. Αυτό το ανοικτού κώδικα επιτρέπει το λογισμικό να τροποποιηθεί ελεύθερα και διανέμεται από κατασκευαστές συσκευών και προγραμματιστές επίσης. Η πλατφόρμα Android μπορεί να προσφέρει λύσεις για ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών καθώς είναι φορητές και οικονομικά αποδοτική. Επίσης, δεν κάνει καμία διάκριση μεταξύ των εφαρμογών στατικού πυρήνα και δυναμικές εφαρμογές τρίτου μέρους, αντιμετωπίζοντας τες με τον ίδιο τρόπο και έχουν ίδια πρόσβαση στις λειτουργίες της συσκευής. Ο Πίνακας 3.1 δείχνει ότι Android έχει μερίδιο αγοράς περίπου 79% κατά το δεύτερο τρίμηνο του 2013. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό μέρος χρηστών στη παγκόσμια αγορά των smartphones.

- **Το Λειτουργικό Σύστημα Symbian**

Λειτουργικό σύστημα Symbian είναι κυρίως διαθέσιμο για κινητά τηλέφωνα Nokia. Το πρώτο smartphone βασισμένο σε Symbian κυκλοφόρησε το 2000. Το Symbian είναι επίσης ένα open source λειτουργικό σύστημα, όπου ο καθένας μπορεί να το χρησιμοποιήσει χωρίς να χρειάζεται να πληρώσει. Αυτό το λειτουργικό σύστημα χρησιμοποιείται ευρέως, αλλά δεν είναι ένα πλήρως εξοπλισμένο σύστημα κινητού τηλεφώνου όπως το Android. Για παράδειγμα, τα περισσότερα smartphones με βάση Symbian είναι συσκευές χαμηλής ακμής. Ο Πίνακας 3.1 δείχνει ότι το μερίδιο στην παγκόσμια γι' αυτό το λειτουργικό σύστημα είναι μειώνεται ραγδαία μέσα στο 2012-3.

- **Το Λειτουργικό Σύστημα της Apple**

Το iOS είναι το κινητό λειτουργικό σύστημα του iPhone της Apple. Αυτό το λειτουργικό σύστημα είναι ένα UNIXbased σύστημα και είναι οι ίδιες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από το Mac OS X. Αυτό το λειτουργικό το σύστημα είναι σύστημα πλήρους κλειστού κώδικα. Οι εφαρμογές αναπτύσσονται κατά κύριο λόγο χρησιμοποιώντας Objective-C, ένα υπερσύνολο της ANSI C, με επεκτεταμένα συντακτικά και σημασιολογικά χαρακτηριστικά (που προέρχεται από Smalltalk) για τη

στήριξη αντικειμενοστραφή προγραμματισμού. Το Cocoa Touch είναι το περιβάλλον εφαρμογών για να δημιουργούνται εφαρμογές για iOS και αποτελείται από μια ακολουθία βιβλιοθηκών του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού, ένα runtime, και μια ενσωματωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (π.χ., το Xcode ή Interface Builder). Δύο βασικά πλαίσια είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάπτυξη εφαρμογών για αυτό το σύστημα: το Foundation και το UIKit. Ο Πίνακας 4.1 δείχνει το μερίδιο στην παγκόσμια αγορά του iOS και το κατατάσσει δεύτερο αλλά με μεγάλη διαφορά από το πρώτο, το λειτουργικό σύστημα Android.

- **Το Λειτουργικό Σύστημα BlackBerry**

Το λειτουργικό σύστημα των smartphone BlackBerry, QNX, είναι ένα από τα πιο γνωστά λειτουργικά συστήματα για κινητά τηλέφωνα . Αυτό αναπτύχθηκε από τη Research in Motion (RIM), το 2003 . Το BlackBerry OS είναι κατασκευασμένα για τις επιχειρήσεις, με τη λειτουργικότητα ως στόχο και όχι την εμφάνιση. Αυτό το σύστημα επικεντρώνεται στην ανταλλαγή μηνυμάτων, BBM, SMS και email, καθώς και άλλες υπηρεσιών επικοινωνίας. Τα BlackBerry smartphones είναι ιδιαίτερα ελκυστικά στους ιδιώτες και στις επιχειρήσεις έχοντας ως σκοπό την ασφάλεια, δεδομένου ότι υποστηρίζει την πλήρη κρυπτογράφηση της συσκευής καθώς την κρυπτογραφημένη στην επικοινωνία. Το λειτουργικό σύστημα BlackBerry αντιπροσωπεύει περίπου το 3% της παγκόσμιας αγοράς όπως μπορεί να φανεί στον Πίνακα 4.1.

- **Το Λειτουργικό Σύστημα Windows Mobile**

Το λειτουργικό σύστημα Windows Mobile, επίσης γνωστό ως Windows Phone, είναι η έκδοση για κινητό τηλέφωνο της Microsoft. Ένα τέτοιο προνόμιο έκανε πολλά προγράμματα των Windows συμβατά με αυτό το λειτουργικό σύστημα όπως το γνωστό Microsoft Office. Αυτό βοήθησε στο να γίνει δημοφιλής επιλογή για τους επιχειρηματίες. Τα Windows Mobile ήταν που αρχικά σχεδιάστηκε από τη Microsoft για τους υπολογιστές τσέπης, πριν το προσαρμόσουν για χρήση σε κινητά τηλέφωνα. Αυτό το λειτουργικό σύστημα έχει σχεδόν το 3,7% της παγκόσμιας αγοράς, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.1.

Στην εικόνα 4.1 δείχνει τις πιο πρόσφατες εκδόσεις των πέντε συσκευών για τα λειτουργικά συστήματα που συζητήθηκαν παραπάνω. Η εικόνα δείχνει ότι και τα πέντε συστήματα (εταιρείες) προσφέρουν smartphones με μεγάλη οθόνη touch screen. Στον Πίνακα 4.2, παρουσιάζονται τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των δημοφιλή λειτουργικών συστημάτων (iOS, Android, Windows Phone, Blackberry και Symbian). Ο πίνακας αυτός δείχνει ότι κάθε λειτουργικό σύστημα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά, τις δικές του δυνατότητες και τους δικούς τους περιορισμούς. Αν και υπάρχουν κάποιες τεχνικές διαφορές μεταξύ αυτών των συστημάτων, όλα έχουν παρόμοιες δυνατότητες όσο αναφορά τη μετάδοση και τη λήψη σημάτων ασύρματα και επίσης ικανό να επεξεργάζεται διαφορετικούς τύπους και τις μορφές περιεχομένου. Επιπλέον, αυτά τα συστήματα έχουν ένα μεγάλο όγκος εφαρμογών για διαφορετικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των παρεμβάσεων στην υγειονομική περίθαλψη και παρακολούθηση. Μια σημαντική πτυχή αυτών των συστημάτων είναι η ασφαλή επικοινωνία καθώς πολλοί από αυτούς χρησιμοποιούν κρυπτογράφηση σαν ένα πρόσθετο επίπεδο των smartphones για να είναι μεταφερόμενο σε διαφορετικές χώρες και να μπορούν να χρησιμοποιούν το GPS και να παράγουν χάρτες διεθνώς σε οποιοδήποτε σημείο.

Εικόνα 4.1. Διαφορετικά είδη smartphone



Πίνακας 4.2 Γενικά χαρακτηριστικά διαφορετικών ειδών λειτουργικών συστημάτων Smartphones

Item/Feature	Operating system				
	iOS	Android	Windows Mobile	BB - QNX	Symbian
Make	Apple, Inc	Google	Microsoft	BlackBerry	Symbian
Market share	13.2%	79.2%	3.7%	2.9%	0.2%
Current version	6.1.4	4.3	8	10 OS	10.1
OS Family	Darwin	Linux	Windows CE 7 / Windows NT 8+	Mobile OS	Mobile OS
Remote locking	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
On-device encryption	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Ext. storage encryption	External storage not supported	No	No	Yes	Yes
Internet connectivity	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Application store	App Store	Google Play	Windows Phone Store	App World	Symbian Horizon, Nokia store
Email sync protocols	POP3, IMAP, MAPI	POP3, IMAP, MAPI	POP3, IMAP, MAPI	BES, BIS, Push e-mail	POP3, IMAP, Exchange
Voice recognition	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Offline Voice Recognition	No	4.1+	No	No	No
USB On-The-Go	No	Yes	No	Yes	Yes
Turn-by-turn navigation	Yes	Yes	3rd party software or free Nokia Drive	3rd party software	free global Nokia Maps and 3rd party software
Offline maps	3rd party software	Yes	3rd party software	3rd party software	free Nokia Maps and 3rd party software
Multitasking	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Bluetooth keyboard	Yes	Yes	No	Yes	Yes
File transfer: Wi-Fi	No	Yes	No	No	No
File transfer over Bluetooth	3rd party SW on jailbroken	Yes	Yes	Yes	Yes
Direct file transfer over NFC	No	Yes	Yes	Yes	No
VPN	Yes	Yes	No	BB Enterprise Server	Yes
GPU Accelerated GUI	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Official SDK platform(s)	Mac OS X using iOS SDK	Windows Mac OS X, Linux,	Windows	Windows, Mac OS X	Symbian SDK, Linux, OS X, Nokia Qt SDK
Relocation to other countries	Yes	Yes	Need hard reset and new live id	Yes	Yes

4.6 Δυνατότητες mHealth υπηρεσιών σε Smartphones

Τα smartphones προσφέρουν πολλά προηγμένα χαρακτηριστικά που είναι ιδιαίτερα απαραίτητα για απομακρυσμένες και τυποποιημένες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης. Σε αυτή την ενότητα, θα αναφέρουμε μερικά από αυτά χαρακτηριστικά και τη χρήση τους στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης[36].

- **Μηνύματα κειμένου**

Τα γραπτά μηνύματα ή υπηρεσία σύντομων μηνυμάτων, SMS, είναι μια υπηρεσία που επιτρέπει μηνύματα 160 χαρακτήρων που μπορούν να αποσταλούν από ένα smartphone σε σχεδόν οποιαδήποτε άλλη smartphone συσκευή σε όλο τον κόσμο. Καθώς υποστηρίζεται από όλα τα smartphones, τα SMS χρησιμοποιούνται ευρέως όχι μόνο στις αναπτυγμένες χώρες, αλλά και στις αναπτυσσόμενες χώρες επίσης, όπου το κινητό έχει διεισδύσει στην καθημερινότητα των χρηστών σε ποσοστό σχεδόν 70%. Αυτή η ευρεία χρήση κάνει το γραπτά μηνυμάτων την πιο προσιτή τεχνολογία στη χρήση των κινητών στην υγειονομική περίθαλψη. Πέρα από την προσβασιμότητα του, τα γραπτά μηνύματα έχουν ευρέως υιοθετηθεί ως τεχνολογία στην υγεία για δύο λόγους: (i) τα μηνύματα κειμένου είναι μια ώθηση την τεχνολογία, επιτρέποντας μηνύματα που πρέπει να παραδοθούν χωρίς οποιαδήποτε ιδιαίτερη προσπάθεια εκ μέρους του παραλήπτη (ii) μηνύματα κειμένου μπορούν να αποστέλλονται και λαμβάνονται τόσο από τηλέφωνα όσο και από τους υπολογιστές, τα μηνύματα κειμένου παρέχουν έναν τρόπο για τους χρήστες να δώσουν τους παραμέτρους που σχετίζονται με δραστηριότητες για την υγεία και τους ψυχολογικούς παραμέτρους (π.χ. άσκηση, η μέγιστη ροή διαχείριση του άσθματος), και για να λάβετε εξατομικευμένες πληροφορίες με βάση αυτά τα δεδομένα. Η ποικιλομορφία των αλληλεπιδράσεων αυτών παρέχουν αποδεικτικά στοιχεία για το πόσο ευέλικτα τα μηνύματα κειμένου μπορεί να είναι ως ένα σύστημα για την παροχή παρεμβάσεων στην υγεία.

- **Κάμερες**

Τα τελευταία χρόνια, η camera έχει γίνει ένα τυποποιημένο χαρακτηριστικό γνώρισμα σε όλα τα smartphones. Η ποιότητα των φωτογραφικών μηχανών του τηλεφώνου εξακολουθεί να είναι κατώτερη από την ποιότητα στις αποκλειστικά ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, αλλά η συνεχής διαθεσιμότητα τους, κάνει την κάμερα του τηλεφώνου ένα χρήσιμο εργαλείο για τη συλλογή πληροφοριών ιατρικών καθ' όλη την ημέρα. 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 πάροχους 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. Η βελτιωμένη τεχνολογία της smartphone κάμερας επιτρέπει στους χρήστες να καταγράφουν περιπτώσεις με υψηλή ευκρίνεια και να αξιοποιεί τις νέες εφαρμογές στις εικόνες. 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 όλα τα σύγχρονα smartphones μπορεί να συνδεθούν με συσκευές ανίχνευσης μέσω Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee, ή άλλης μορφής προσωπική δικτύωση. Με αυτό τρόπο, τα smartphones μπορούν να συνδεθούν με ψηφιακές ζυγαριές, πιεσόμετρα, μετρητές γλυκόζης, φορητά ηλεκτροκαρδιογραφήματα (ΗΚΓ), βηματόμετρα και με εξοπλισμό γυμναστικής. Ένα smartphone που είναι συνδεδεμένο με τέτοιες συσκευές μπορεί να δράσει ως πομπός / δέκτης και να αποθηκεύει δεδομένα για μια ποικιλία δεδομένων για παρεμβάσεων υγείας. Επιπλέον, κατά την τελευταία διετία, ένας αυξανόμενος αριθμός smartphones έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρα και GPS, παρέχοντάς τους 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 δημιουργούν χάρτες για τις διαδρομές που κάνανε την άσκησής τους, και να υπολογίζει πόσες θερμίδες κάψανε κατά τη διάρκεια αυτών των προπονήσεων.

- **Πρόσβαση στο Internet**

Τα Smartphones με συνδεσιμότητα στο Internet για όλη την ώρα σημαίνει ότι τα δεδομένα των χρηστών, όπως τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα, μπορεί να φορτωθεί στους servers των διάφορων πάροχων, επιτρέποντας έτσι την έγκαιρη ανίχνευση των κρίσιμων γεγονότων. Τα δεδομένα μπορούν επίσης να φορτωθούν σε ιστοσελίδες όπου οι χρήστες μπορούν να δουν εύκολα και να επεξεργαστούν τις πληροφορίες τους. Η χρήση online 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**

Πρόσφατα, ο κλάδος της υγείας εισήγαγε μια σειρά από ιατρικές συσκευές που μπορούν να προσαρτηθούν σε smartphones για να εκτελέσει ειδικά λειτουργίες στην υγεία. Στην επόμενη ενότητα, θα συζητήσουμε μερικά παραδείγματα για να δείξουμε πώς τα smartphones έχουν προσαρτηθεί με τέτοιες ιατρικές συσκευές.

1. Cellscope

Το Cellscope παίρνει ένα πρότυπο κινητό τηλέφωνο και το μετατρέπει σε ένα υψηλής ανάλυσης μικροσκόπιο χειρός με την ικανότητα της διάγνωσης της νόσου επί τόπου και την ασύρματη μετάδοση δεδομένων των ασθενών σε κλινικές για απομακρυσμένη διάγνωση και θεραπεία όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.2 (a).

2. Microskia

Το Microskia είναι ένα περιφερειακό τύπου μικροσκόπιο που προορίζεται για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Η συσκευή έχει δοκιμαστεί στην Αφρική πριν από δυο χρόνια και αποδείχθηκε ότι είναι χρήσιμο. Η συσκευή αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.2(b).

3. 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. Η συσκευή αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.2 (c) .

4. Glucophone

Το Glucophone είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα κινητού τηλεφώνου και μετρητή γλυκόζης και εισήχθη το 2006 σε ορισμένα κινητά τηλέφωνα LG μαζί με το Glucopack να τοποθετείται στην πλάτη της συσκευής. Οι χρήστες τοποθετούν την ταινία σε μια μικρή σχισμή στην πλευρά του GlucoPak, με τα αποτελέσματα να αναρτώνται σε δευτερόλεπτα αργότερα στην ιστοσελίδα HealthPia, και να αποθηκεύονται με ασφάλεια εκεί. Τα αποτελέσματα μπορεί να αποσταλούν αυτόματα στο γιατρό σας, ή σε μέλος της οικογένειας σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, τον Αύγουστο του 2007, η HealthPia ανακοίνωσε ότι έχουν λάβει έγκριση από τον FDA για τη συσκευή και άρχισαν να πουλάνε το προϊόν για ορισμένα τηλέφωνα. Η συσκευή αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.2 (d).

5. Εργαλείο για διαθλαστική αξιολόγηση ματιών

Το Netra, είναι ένα νέο σύστημα για την συνταγογράφηση γυαλιών. Η εφεύρεση αυτή, που δημιουργήθηκε από μια ομάδα ερευνητών στο MIT Media Lab, 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 τις δύο γραμμές να επικαλυφθούν. Στο σημείο αυτό, το smartphone παίρνει την ανάγνωση και παράγει ένα συνταγογράφηση για το μάτι. Η συσκευή αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.2 (e).

6. Το Smartphone ως wearable κάμερα

Μια smartphone ως wearable κάμερα είναι σε θέση να συλλέγει δεδομένα από όλα τα επί τους αισθητήρες συνεχώς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Δευτερεύων στόχος είναι να γίνεται αυτόματος εντοπισμός καθορισμένων 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, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.2 (f).

Εικόνα 4.2 Smartphones ενσωματωμένα με ιατρικό εξοπλισμό

Sample smartphones-mhealth equipment	
Scopes	 (a) Cell-scope  (b) Microskia
Glucose meter	 (c) Agamatrix's IBGStar  (d) Glucophone
Others	 (e) NETRA  (f) Smartphone as Wearable Cameras

Κεφάλαιο 5. ΡΟΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ mHEALTH ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Η εξέλιξη της κινητής τεχνολογίας έχει στόχο τη διευκόλυνση και κατ' επέκταση τη βελτίωση της ζωής μας. Έτσι η βελτίωση των κοινωνικών υπηρεσιών μέσω των κινητών τεχνολογιών, θα μπορούσε τώρα να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει πολλά υφιστάμενα προβλήματα των συστημάτων υγείας μας, όπως της διαδικασίας συλλογής βελτιώνοντας την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας στο σύνολό της.

Τα γενικά οφέλη από την εκμετάλλευση κινητών τεχνολογιών στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης έχει ως αποτέλεσμα τη διασφάλιση της γρήγορης επεξεργασίας των συλλεχθέντων δεδομένων χωρίς να απαιτείται περίπλοκη τεχνολογική υποδομή. Επιπλέον, οι κινητές εφαρμογές είναι συνήθως απλές από την άποψη της χρηστικότητας και μπορούν να υιοθετηθούν από τους χρήστες χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις πληροφορικής. Τέλος, το οικονομικό κόστος για την ανάπτυξη κινητών εφαρμογών είναι σχετικά μικρό. Ωστόσο, υπάρχουν προκλήσεις λόγω της χρήσης των τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας, όπως η προστασία της ιδιωτικής ζωής και ασφάλειας των δεδομένων για την υγεία [37].

5.1 Μέθοδοι συλλογής δεδομένων

Τη σημερινή εποχή η χρήση ηλεκτρικών συσκευών για την καταγραφή μιας πληροφορίας θεωρείται δεδομένη. Αυτές οι ηλεκτρονικές μέθοδοι είναι εξελιγμένες

μέθοδοι, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να επιτρέψουν τη συλλογή και την αποθήκευση των δεδομένων. Τέτοιες μέθοδοι περιλαμβάνουν τη χρήση των κινητών συσκευών όπως PDAs, κινητά τηλέφωνα, smartphones, netbook, notebook, tablet. Οι ηλεκτρονικές μέθοδοι προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σε σύγκριση με τις μεθόδους συλλογής δεδομένων με βάση το χαρτί. Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών μεθόδων επιτρέπουν την διαχείριση πολύπλοκων δεδομένων με ακρίβεια, απαιτούν λιγότερο χρόνο για τη συλλογή και την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, αποτρέπουν τη συλλογή μη απαραίτητων πληροφοριών με τη λογική της εισόδου των δεδομένων να μπορεί να προγραμματιστούν ώστε να αποφεύγονται δεδομένα που δεν θα αναλυθούν. Έτσι μέσω αυτών των μεθόδων η διαδικασία της συγκέντρωσης και της ανάλυσης των δεδομένων μπορεί να είναι τυποποιημένη και ως εκ τούτου ευκολότερη.

Οι τεχνολογίες συλλογής πληροφορίας έχουν πλέον συνδεθεί περαιτέρω με την αυξανόμενη εξέλιξη των smartphones, τεχνολογίες που προσφέρουν μεγαλύτερο μέγεθος οθόνης, περισσότερη μνήμη και υψηλή ταχύτητα υπολογισμού, πράγμα που διευκολύνει την καταγραφή των δεδομένων σε σύντομο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με το χρόνο που καταναλώνεται από άλλες μεθόδους. Επιπλέον, η τεχνολογία GPS που έχει σήμερα ενσωματωθεί στα smartphones, δίνει περισσότερη ευελιξία στη χρήση smartphones ως εργαλείο συλλογής δεδομένων. Αυτή η επανάσταση των κινητών τηλεφώνων οδήγησε στην εμφάνιση πολλών πλατφόρμων ανάπτυξης λογισμικού κινητών συσκευών προσελκύοντας πολλούς προγραμματιστές να εμπλακούν στην ανάπτυξη mobile εφαρμογών. Υπάρχουν διάφορες πλατφόρμες κινητών συσκευών στην αγορά, όπως οι Symbian, Windows, RMI Blackberry, iPhone της Apple, το Linux και το Google Android. Τα τελευταία χρόνια, η πλατφόρμα Google Android έχει προσελκύσει την ανάπτυξη πολλών εφαρμογών, δεδομένου ότι είναι η μόνη open source πλατφόρμα για φορητές συσκευές.

5.2 Google Android

Η Google Android πλατφόρμα είναι μια ανοικτή πλατφόρμα λογισμικού ανοικτού κώδικα για φορητές συσκευές, που αποτελείται από το λειτουργικό σύστημα και βιβλιοθήκες που είναι δωρεάν σε όλο τον κόσμο και χρησιμοποιούνται από ερευνητές και προγραμματιστές. Το Android είναι μια στοίβα λογισμικού για κινητές συσκευές η οποία περιλαμβάνει λειτουργικό σύστημα, υλικό, λογισμικό (middleware) και βασικές εφαρμογές. Το Android τρέχει τον πυρήνα του λειτουργικού Linux και μέσω της δικιάς του εργαλειοθήκης ανάπτυξης συστήματος λογισμικού (Software Development Kit), επιτρέπει στους κατασκευαστές να δημιουργούν πρωτοποριακές εφαρμογές. Αρχικά αναπτύχθηκε από την Google και αργότερα το πρόγραμμα ανάπτυξης του Android, συνεχίστηκε με την συνεργασία της εταιρίας αυτής με την Open Handset Alliance (OHA). Η πρώτη παρουσίαση της πλατφόρμας Android έγινε στις 5 Νοεμβρίου 2007, παράλληλα με την ανακοίνωση της ίδρυσης του οργανισμού OHA, μιας κοινοπραξίας 48 τηλεπικοινωνιακών εταιριών, εταιριών λογισμικού καθώς και κατασκευής υλικού, οι οποίες είναι αφιερωμένες στην ανάπτυξη και εξέλιξη ανοιχτών προτύπων στις συσκευές ανοιχτής τηλεφωνίας. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικά μέλη του οργανισμού αυτού για να δείξουμε την τεράστια προοπτική που δημιουργείται:

- Sprint Nextel
- T-Mobile
- Motorola
- Samsung
- Sony Ericsson
- Vodafone
- Google
- Intel
- Texas Instruments

Η Google δημοσίευσε το μεγαλύτερο μέρος του κώδικα του Android, υπό τους όρους της Apache License, μιας ελεύθερης άδειας λογισμικού.

Όντας μια ανοικτή πλατφόρμα λογισμικού ανοικτού κώδικα σημαίνει ότι έχει μια μεγάλη κοινότητα στήριξης για τη βελτίωση και τη διόρθωση του λογισμικού και αυτός

είναι ένας από τους λόγους που η πλατφόρμα Android κερδίζει σε δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια. Η αρχιτεκτονική του Android αποτελείται από τέσσερα κύρια στρώματα καθένα με τη δική του λειτουργικότητα. Τα στρώματα είναι το επίπεδο εφαρμογών, οι οποίες περιέχουν βασικές εφαρμογές όπως το email και SMS πρόγραμμα, το στρώμα πλαίσιο εφαρμογής, το οποίο παρέχει τυπική δομή για συγκεκριμένα λειτουργικά συστήματα, το στρώμα των βιβλιοθηκών, το οποίο περιέχει μια σειρά από διαδικασίες που καλούνται από τις εφαρμογές, και το στρώμα του πυρήνα του Linux, όπου εκτελούνται οι εφαρμογές.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό που κάνει αυτή την πλατφόρμα πιο δημοφιλής από τις άλλες είναι η ικανότητα να βελτιστοποιεί τη χρήση της μνήμης καθώς πολλαπλές διεργασίες μπορούν να τρέχουν καταναλώνοντας κάθε διεργασία μικρή ποσότητα μνήμης. Αυτό το χαρακτηριστικό μας δίνει περισσότερη εμπιστοσύνη όσον αφορά την καταλληλότητα αυτής της πλατφόρμας στη συλλογή στοιχείων και τη συλλογή δεδομένων υγείας μπορεί να απαιτούσαν περισσότερη μνήμη που δεν θα μπορούσαν να προσφέρονται από άλλες πλατφόρμες.

5.3 Οφέλη και μειονεκτήματα από τη χρήση τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα

Η Open source τεχνολογία είναι η φιλοσοφία της ανάπτυξης και της βελτίωσης του λογισμικού μέσω ανοικτών και δημόσιων φόρουμ για τη διανομή πηγαίου κώδικα. Η επιτυχία του ανοιχτού κώδικα στις τεχνολογίες τροφοδοτήθηκε από την εμφάνιση του διαδικτύου που απαίτησε μεγαλύτερη συνεργασία μεταξύ των προγραμματιστών λογισμικού. Εξάλλου η open source τεχνολογία είναι μια πολλά υποσχόμενη στρατηγική για τη βελτίωση της ποιότητας της ανάπτυξης λογισμικού καθώς η τοποθέτηση πηγαίου κώδικα σε δημόσια θέα επιτρέπει στους διάφορους προγραμματιστές να εξετάσουν τον κώδικα, να βρουν σφάλματα, και ως εκ τούτου κάνουν το λογισμικό πιο αξιόπιστο και σταθερό. Επίσης από οικονομική σκοπιά, οι open source τεχνολογίες είναι δωρεάν και μπορούν να τροποποιηθούν και να

αναδιανεμηθούν χωρίς άδεια. Αυτό κάνει το open source λογισμικό να βασίζεται σε προσιτές τιμές και να ελέγχεται με χαμηλό κόστος.

5.4 Πλαίσια ανοιχτού κώδικα

Πλήθος προγραμματιστών παγκόσμια έχουν δημιουργήσει μια κοινότητα που απασχολείται με τη δημιουργία πλαισίων ανοιχτού κώδικα που αποσκοπούν στη βελτίωση της διαδικασίας της συλλογής δεδομένων. Τα πιο γνωστά πλαίσια είναι τα ακόλουθα:

- **Kit Open Data (ODK)**

Το Kit Open Data (ODK) είναι ένα ανοικτό πρόγραμμα λογισμικού που διευκολύνει την ψηφιακή συλλογή στοιχείων και τη σύνθεση των δεδομένων. Το ODK αναπτύχθηκε σκόπιμα για να γεφυρώσει τα κενά στην ενημέρωση σε περιοχές περιορισμένων πόρων, όπως στον αναπτυσσόμενο κόσμο, εκμεταλλεύοντας την αύξηση της χρήσης των κινητά τηλέφωνων σε αυτές τις περιοχές. Η ODK πλατφόρμα έχει δύο κύριες μονάδες, οι οποίες είναι ODK collect και ODK aggregate. Η ODK collect είναι μονάδα client, η οποία μπορεί να τρέξει σε οποιαδήποτε συσκευή Android, όπως στα smartphones, netbook, στους φορητούς υπολογιστές και υπολογιστές tablet. Η ODK collect κάνει χρήση της γλώσσας XML. Η ODK aggregate είναι η μονάδα από την πλευρά του server, η οποία συγκεντρώνει όλα τα δεδομένα που συλλέγονται από ODK collect μονάδα. Η ODK aggregate μπορεί να φιλοξενηθεί είτε σε τοπικό διακομιστή είτε σε διακομιστή cloud για να επιτρέψει την πολλαπλή συλλογή δεδομένων θέσης. Η ODK aggregate προσφέρει και άλλες υπηρεσίες στο χειρισμό δεδομένων, όπως οπτικοποίηση των δεδομένων σε διάφορες μορφές και χαρτογράφηση των δεδομένων με τοποθεσίες. Το ODK υποστηρίζει τα δεδομένα όλων των τύπων, συμπεριλαμβανομένων κειμένου, βίντεο, εικόνες, ήχο, δεδομένα GPS. Υπάρχουν αρκετές μελέτες περιπτώσεων στις οποίες το ODK έχει αρκετούς τομείς εφαρμογής που κυμαίνονται από τις επιχειρήσεις μέχρι και κοινότητες, ορισμένοι από αυτούς τους τομείς εφαρμογής είναι είτε της κυβέρνησης, είτε των επιχειρήσεων ή ακόμα του τομέα της υγείας και της εκπαίδευσης .

- **FrontlineSMS**

Το FrontlineSMS είναι μία open source SMS πλατφόρμα, η οποία προσφέρει τη συλλογή των δεδομένων μέσω μηνυμάτων κειμένου. Προσφέρει επίσης άλλες λειτουργίες για να χειριστούν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, όπως οπτικοποίηση. Αυτή η πλατφόρμα δημιουργήθηκε για να προσφέρει αυτόνομο προσανατολισμένες SMS υπηρεσίες σε κυβερνητικές και μη-κυβερνητικές οργανώσεις με χαμηλό κόστος. Το σημαντικό χαρακτηριστικό της πλατφόρμας αυτής είναι ότι δεν απαιτεί σύνδεση στο internet για τη συλλογή δεδομένων. Η FrontlineSMS πλατφόρμα εγκαθίσταται σε έναν υπολογιστή για τη λήψη, την αποθήκευση και την αυτόματη προώθηση μηνυμάτων με βάση τις ρυθμίσεις του χρήστη. Η FrontlineSMS πλατφόρμας μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να εκτελεί αυτόματη απάντηση στα εισερχόμενα μηνύματα με βάση τις καθορισμένες από το χρήστη λέξεις-κλειδιά σε μεμονωμένους πελάτες ή σε ομάδα πελατών. Η πλατφόρμα αυτή έχει εφαρμοστεί σε διάφορα σενάρια που αφορούν τις υπηρεσίες μηνυμάτων μέσω των κινητών τηλεφώνων, για παράδειγμα στα ιατρικά ραντεβού.

- **EpiCollect**

Η EpiCollect είναι μία open source πλατφόρμα λογισμικού για τη συλλογή δεδομένων κινητής τηλεφωνίας. Διευκολύνει τη συλλογή και την οπτικοποίηση των δεδομένων μέσω πολλαπλών κινητών smartphones. Σε αντίθεση με ODK που υποστηρίζεται μόνο από Android συσκευές, η EpiCollect υποστηρίζεται από Android και iPhone smartphones. Επίσης μπορεί να συγκεντρώσει όλα τα είδη των τύπων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων κειμένου, ήχου, βίντεο, εικόνες και τοποθεσίες. Το σημαντικό χαρακτηριστικό της EpiCollect, το οποίο είναι παρόμοιο με της ODK, είναι ότι δεν εξαρτάται να συνδεσιμότητα δικτύου καθώς τα δεδομένα μπορούν να συλλέγονται offline και συγχρονίζονται αργότερα στο διακομιστή όταν υπάρχει σύνδεση δικτύου. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά τη συλλογή δεδομένων κατάλληλη σε περιοχές όπου η σύνδεση με το Διαδίκτυο δεν είναι διαθέσιμη.

- **RapidSMS**

Το RapidSMS είναι το πλαίσιο συλλογής δεδομένων ανοικτού κώδικα μέσω SMS που βοηθά τη συλλογή και συγκέντρωση των δεδομένων κινητής τηλεφωνίας. Το πλαίσιο παρέχει λειτουργίες συλλογής δεδομένων μέσω SMS και διαχείρισης των δεδομένων μέσω ενός web interface. Υποστηρίζει όλα τα είδη των κινητών τηλεφώνων, τα οποία έχουν την ικανότητα αποστολής και λήψης μηνυμάτων κειμένου. Το RapidSMS δεν απαιτείται client-λογισμικό για να εγκατασταθεί σε ένα κινητό τηλέφωνο, κάνοντας χρήση της εφαρμογής SMS που συνοδεύεται με μια συσκευή. Αυτό το χαρακτηριστικό κάνει το RapidSMS να χρησιμοποιείται σε μεγάλες έρευνες σε αναπτυσσόμενες χώρες, όπως στη Νιγηρία, στην Αιθιοπία και στην Σενεγάλη όπου απλά τηλέφωνα και όχι τηλέφωνα τελευταίας τεχνολογίας χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον. Το RapidSMS έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές μελέτες, συμπεριλαμβανομένων των εθνικών συστημάτων παρακολούθησης.

- **Open X Data**

Το Open X Data είναι ένα πλαίσιο συλλογής δεδομένων ανοιχτού κώδικα, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί φανατικά από την κοινότητα των ακαδημαϊκών ερευνητών και των προγραμματιστών σε διάφορα πανεπιστήμια απ' όλο τον κόσμο. Το Open X Data υποστηρίζει δεδομένα Java τηλεφώνων για να συλλέξουν δεδομένα από απόσταση σε περιοχές χαμηλού προϋπολογισμού. Παρέχει έναν τρόπο για να απεικονίσει και να διαχειριστεί τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν μέσω ενός web interface. Το Open X Data έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές μελέτες περιπτώσεων, όπως σε συστήματα mHealth σε αναπτυσσόμενες χώρες.

- **Nokia Data Gathering**

Το Nokia Data Gathering είναι ένα εργαλείο συλλογής δεδομένων που προσφέρει λειτουργίες για τη συλλογή απλών δεδομένων (δεδομένα κειμένου). Η πλατφόρμα αυτή έχει δύο κύριες μονάδες, την πλευρά του client-λογισμικού της μονάδας, η οποία είναι εγκατεστημένη στο κινητό τηλέφωνο, και το λογισμικό του server, το οποίο χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των δεδομένων που συλλέγονται. Τα δεδομένα της

έρευνας δημιουργούνται από το λογισμικό server και αποστέλλονται στο κινητό τηλέφωνο, όπου συλλέγονται εκεί τα δεδομένα. Αυτή η πλατφόρμα υποστηρίζει μόνο συσκευές Nokia. Τα βασικά χαρακτηριστικά που υπάρχουν σε αυτή την πλατφόρμα περιλαμβάνουν ερωτήματα που επιτρέπουν τη δημιουργία των διαφόρων ερωτήσεων όπως πολλαπλής επιλογής, ερωτήσεις με κείμενο και εικόνα. Επιπλέον, προσφέρει την ικανότητα να δημιουργεί ερωτήματα με βάση τις απαντήσεις.

- **JavaRosa**

Το JavaRosa είναι ένα ανοιχτού κώδικα εργαλείο συλλογής δεδομένων κινητής τηλεφωνίας που χρησιμοποιείται για να επιταχυνθεί η συλλογή και συγκέντρωση των δεδομένων εξ αποστάσεως. Το JavaRosa είναι μια εφαρμογή J2ME της OpenRosa για συλλογή δεδομένων σε φορητές συσκευές. Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο GPRS20 να στείλει δεδομένα από τις κινητές συσκευές στο διακομιστή που τα αποθηκεύει. Το JavaRosa έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές περιπτώσεις, στον αναπτυσσόμενο κόσμο, όπως στη Τανζανία στη διαχείριση της παιδικής ασθένειας μέσω απομακρυσμένη υποστήριξης, καθώς και στην υποστήριξη της υγειονομικής περίθαλψης των εργαζομένων της.

Κεφάλαιο 6. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΡΡΗΑ

6.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (δελτίο Νο 310[38]) οι δέκα κύριες αιτίες θανάτου κατά φθίνουσα σειρά είναι: η ισχαιμική καρδιοπάθεια, το εγκεφαλικό επεισόδιο και άλλες παθήσεις των εγκεφαλικών αγγείων, οι λοιμώξεις του κατώτερου αναπνευστικού, η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, οι διαρροϊκές ασθένειες, το HIV / AIDS, οι καρκίνοι των πνευμόνων, η φυματίωση, ο σακχαρώδης διαβήτης και τα τροχαία ατυχήματα.

Η ισχαιμική καρδιοπάθεια ήταν η αιτία για 7.250.000 θανάτους και τα τροχαία ατυχήματα προκάλεσαν 1,21 εκατομμύρια θανάτους μέσα στο 2011, σύμφωνα με την ίδια πηγή (ισοδύναμο με το 2,1% του συνόλου των θανάτων). Σε μια πιο πρόσφατη μελέτη, σε όλο τον κόσμο ο συνολικός αριθμός των θανάτων από τροχαία ατυχήματα παραμένει σε απαράδεκτα υψηλά επίπεδα σε 1,24 εκατομμύρια ευρώ ετησίως.

Ανάλογα το επίπεδο του εισοδήματος (χαμηλό, μεσαίο ή υψηλό) της χώρας που περιλαμβάνεται στην έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, η κύρια αιτία θανάτου διαφέρει ελαφρώς, ωστόσο τα τροχαία ατυχήματα βρίσκονται προς τις τέσσερις κορυφαίες αιτίες θανάτου στις χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, όπου και το μεγαλύτερο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί. Στο Μεξικό, για

παράδειγμα, το 4,3% των συνολικών θανάτων οφείλεται σε τροχαία ατυχήματα (δηλαδή περισσότερο από το διπλό σε όλο τον κόσμο).

Στο Μεξικό, πάνω από 24.000 άνθρωποι ως επί το πλείστον ανήλικοι και ενήλικοι κάτω των 35 ετών έχασαν τη ζωή τους λόγω τροχαίων ατυχημάτων και ένας παρόμοιος αριθμός (περίπου 20.000) αντιμετωπίζει μόνιμο σοβαρό τραυματισμό. Εκτιμάται ότι το κόστος των τραυματισμών και αναπηριών που προκαλούνται από τα τροχαία ατυχήματα είναι περίπου 9.200 εκατομμύρια δολάρια, αρκετά για να θρέψει 3.000.000 παιδιά για ένα χρόνο, σύμφωνα με την UNICEF.

Τραυματιοφορείς, γιατροί και το προσωπικό έκτακτης ανάγκης συμφωνούν ότι, προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα ενός ασθενή να κινδυνεύσει από μια μη αναστρέψιμη βλάβη, κατάλληλη ιατρική φροντίδα πρέπει να του δοθεί άμεσα. Για το λόγο αυτό, η πρώτη ώρα που συμβαίνει ένα ατύχημα είναι πολύ κρίσιμη. Έτσι, η σημασία του να εκπαιδευτεί ένας τραυματιοφορέας καθίσταται εξαιρετικά σημαντική που όμως στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει καθώς σε πολλές χώρες είναι μη κατάλληλα καταρτισμένος. Για παράδειγμα, το Τμήμα Δημόσιας Υγείας του Μεξικού ανέφερε το 2006 ότι περίπου το 75% των τραυματιοφορέων δεν πληρούν τις απαιτήσεις που υπογορεύονται σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, αλλά δεν μπορούν να αντικατασταθούν λόγω ανεπάρκειας στο προσωπικό.

Πιο πρόσφατα οι τεχνολογίες της πληροφορικής και η κινητή τεχνολογία έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται στην ιατρική και στο σύστημα υγείας προσπαθώντας να βοηθήσουν στα προβλήματα της έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού στην υγεία, όπως είναι η παρακολούθηση συγκεκριμένων ασθενών (π.χ., ασθενείς με διαβήτη, ηλικιωμένοι) ή στη χρήση των πληροφοριών από τους επαγγελματίες στα νοσοκομεία (δηλαδή, τους γιατρούς, τους νοσηλευτές και το προσωπικό του νοσοκομείου). Η αρχιτεκτονική που θα παρουσιαστεί εστιάζεται στην παροχή βοήθειας έκτακτης ανάγκης εξ αποστάσεως και ονομάζεται ERPHA (Emergency Remote Pre-Hospital Assistance)

Οι προσπάθειες για την εφαρμογή των τεχνολογιών πληροφορικής στα συστήματα υγείας ποικίλουν στην ανάπτυξη των εργαλείων για τη βελτίωση της επικοινωνίας, επιτρέποντας καλύτερη και ταχύτερη πρόσβαση στα ιατρικά δεδομένα, με παρακολούθηση εξ αποστάσεως στους ασθενείς και βοηθώντας στη λήψη αποφάσεων.

Οι τεχνολογίες της πληροφορικής και ειδικότερα, οι κινητές συσκευές, μπορεί να μειώσουν το ποσοστό των σφαλμάτων με τρεις κυρίως τρόπους: με την πρόληψη των σφαλμάτων και των ανεπιθύμητων ενεργειών, με τη διευκόλυνση μιας πιο γρήγορης απόκρισης όταν έχει συμβεί ένα ατύχημα, και με την παρακολούθηση και την παροχή βοήθειας σε ανεπιθύμητες ενέργειες. Η προσέγγισή στο ERPHA καταβάλλει κάθε δυνατή προσπάθεια για την επίτευξη της δεύτερης στρατηγικής: διευκόλυνση μιας πιο ταχείας επέμβασης σε ένα ατύχημα.

Η αρχιτεκτονική του ERPHA συνδυάζει ασύρματες τεχνολογίες, αισθητήρες, hardware και λογισμικό ώστε να παρέχει συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης του ασθενούς κατά τη διάρκεια της προ-νοσοκομειακής περιόδου, ενισχύοντας την φροντίδα με την υποστήριξη της έγκαιρης παρέμβασης του προσωπικού του νοσοκομείου σε βασικά στοιχεία με τη βοήθεια των ενδείξεων για τα ζωτικά σημεία του ασθενή, με το βίντεο, και τη θέση του συμβάντος ή / και ασθενοφόρου. Τα στοιχεία του ασθενούς συλλέγονται μέσω ενός αισθητήρα στο σώμα του ασθενή και με μια κάμερα κινητής συσκευής. Στη συνέχεια οι πληροφορίες αυτές διαβιβάζονται μέσω ενός ασύρματου δικτύου στο ιατρικό κέντρο όπου οι ιατροί μπορούν να βοηθήσουν απομακρυσμένα τους τραυματιοφορείς στον τόπο του συμβάντος. Οι πληροφορίες από τους ασθενείς είναι αποθηκευμένες σε μια βάση και ως εκ τούτου δημιουργείται ένα ιστορικό του ασθενή που αργότερα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό μιας καλύτερης θεραπείας.[39]

6.2 Απαιτήσεις στο συστήματα υγείας για την βοήθεια εξ αποστάσεως

Τα πρώτα ερωτήματα που πρέπει κανείς να απαντήσει, για την δημιουργία ενός λογισμικού συστήματος, είναι: ποιος είναι ο στόχος που επιδιώκουμε; Και σε ποιο πλαίσιο το σύστημα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί; Στη συνέχεια, μπορούμε να προσδιορίσουμε την λειτουργικότητα και τις αρχιτεκτονικές του ιδιότητες. Ο απλούστερος τρόπος για να εντάξουμε τη χρήση και το στόχο είναι μέσω ενός παραδείγματος, όπως το ακόλουθο:

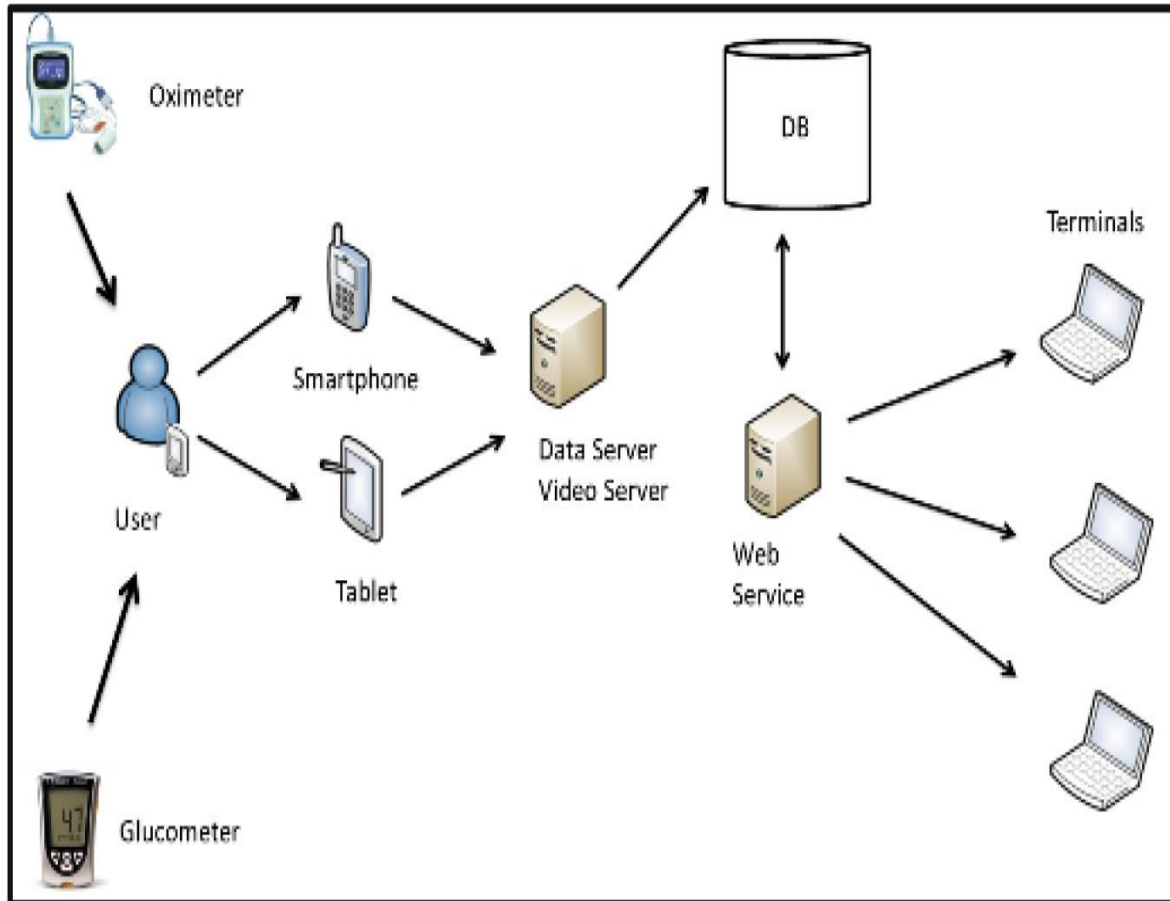
Ένα αυτοκινητιστικό ατύχημα συμβαίνει σε μια απομακρυσμένη αγροτική οδό, υπάρχει ένα άτομο με σοβαρά τραύματα με αποτέλεσμα να μπαίνει σε κίνδυνο η ζωή του ατόμου, οπότε ο χρόνος είναι κρίσιμος. Ευτυχώς, η πλησιέστερη πόλη παρέχει πρώτες βοήθειες στέλνοντας ένα ασθενοφόρο με τραυματιοφορείς που φτάνει στη σκηνή μέσα σε λίγα λεπτά. Ένα από τους τραυματιοφορείς ξεκινά να εμποτεύει την κατάσταση του ασθενούς, λόγω της σοβαρότητας των τραυματισμών και την περιορισμένη εκπαίδευση του αποφασίζει να χρησιμοποιήσει το σύστημα ERPHA με την κινητή συσκευή του. Το ERPHA αρχίζει να συλλέγει τα ζωτικά σημεία από τον ασθενή, να καταγράφει με βίντεο τη σκηνή και τη δημιουργία σύνδεσης με τους κεντρικούς εξυπηρετητές της ERPHA στο κύριο νοσοκομείο σε μια μεγαλύτερη πόλη. Τώρα, στη μία άκρη των συστημάτων ο τραυματιοφορέας βρίσκεται κοντά στον ασθενή, ενώ στην άλλη ένας επαγγελματίας τραυματιοφορέας παρακολουθεί τα ζωτικά σημεία που αποστέλλονται από το ERPHA. Επιπλέον τις πληροφορίες του βίντεο και γεωγραφικές πληροφορίες του ατυχήματος δίνονται στο γιατρό για ένα καλύτερο πλαίσιο της κατάστασης και έτσι τώρα ο τραυματιοφορέας μπορεί να προσφέρει μια καλύτερη φροντίδα για τον ασθενή.

Το παραπάνω σενάριο μας βοηθά ώστε να διασαφηνιστεί ο στόχος μας: Ως εκ τούτου, μπορούμε να πούμε ότι στόχος του ERPHA είναι να παρέχει μια τεχνική λύση υψηλής τεχνολογίας που θα επιτρέπει την παρακολούθηση της κατάστασης του ασθενούς από ειδικό γιατρό κατά τη διάρκεια της προ-νοσοκομειακής περιόδου. Αυτό σημαίνει ότι από τη στιγμή όπου οι τραυματιοφορείς φθάνουν στο ατύχημα, ένας ειδικός μπορεί να

παρακολουθεί την κατάσταση του ασθενούς με την ανάλυση ήχου, βίντεο και δεδομένων από τα ζωτικά σημεία του, προκειμένου να είναι σε ετοιμότητα οι γιατροί για τη θεραπεία του ασθενή πριν αυτός / αυτή φτάσει στο νοσοκομείο.

Με το σενάριο αυτό στο μυαλό, ήρθαμε σε μια καλύτερη εικόνα των συστατικών στοιχείων που απαιτούνται για την κατασκευή του συστήματος μας. Ως εκ τούτου, το ERPHA αποτελείται από μια κινητή συσκευή που παίρνει μετρήσεις από τους αισθητήρες για τα ζωτικά σημεία, παίρνει τις γεωγραφικές πληροφορίες, και λαμβάνει το βίντεο. Έπειτα διαβιβάζει όλα αυτά τα δεδομένα σε μια απομακρυσμένη εφαρμογή που εμφανίζει τα βίντεο και τα δεδομένα, καταγράφει ηχητικές πληροφορίες από το ιατρικό εμπειρογνώμονα στο ιατρικό κέντρο και τα στέλνει στην κινητή συσκευή. Οι αισθητήρες για τα ζωτικά σημεία είναι ενεργοποιημένοι με την τεχνολογία Bluetooth. Ως εκ τούτου, η κύρια λειτουργικότητα ERPHA δίνεται από την αλληλεπίδραση των διαφορετικών αισθητήρων, τη βιντεοσκόπηση και τη μετάδοση και λήψη δεδομένων από τον τόπο του ατυχήματος προς τους κεντρικούς εξυπηρετητές και το αντίστροφο.

Εικόνα 6.1 Αρχιτεκτονική ERPHA (φυσική όψη)



Η συνολική αρχιτεκτονική του ERPHA φαίνεται στην Εικόνα 6.1, όπου μπορούμε να δούμε ότι το σύστημά μας είναι ένας σύνδεσμος μεταξύ του ασθενούς και του τραυματιοφορέα, και μια σύνδεση μεταξύ τραυματιοφορέα και γιατρού. Ο γιατρός βρίσκεται στο site των κεντρικών servers. Επίσης στην Εικόνα 6.1, μπορούμε να δούμε την τοπολογική κατανομή των κύριων συστατικών του hardware: το σώμα των αισθητήρων (που παριστάνεται στην Εικόνα 6.1 μόνο από ένα οξύμετρο-oximeter και ένα glucometer), τη κινητό συσκευή που ενεργεί ως μονάδα επικοινωνίας μεταξύ των αισθητήρων και των κύριων servers, όπου οι κύριοι servers (δεδομένα, βίντεο, διαδίκτυο) βρίσκονται στο ιατρικό κέντρο. Τα υπολογιστικά τερματικά, που

βρίσκονται στο ιατρικό κέντρο επίσης, έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες στους servers και επιτρέπουν στους γιατρούς να αλληλοεπιδρούν με τους τραυματιοφορείς στο χώρο του ατυχήματος.

Μόλις σχηματιστεί μια σαφής εικόνα του ERPHA θα πρέπει να καθοριστούν και να βελτιστοποιηθούν οι απαιτήσεις του συστήματος. Οι απαιτήσεις για ένα σύστημα περιλαμβάνουν στοιχεία για τις λειτουργικές απαιτήσεις, για τις απαιτήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών, και για τους περιορισμούς. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα χαρακτηριστικά ποιότητας και οι περιορισμοί αναφέρονται συχνά ως μη λειτουργικές απαιτήσεις. Ακολουθώντας, περιγράφουμε αυτά τα στοιχεία για το ERPHA.

Λειτουργικές απαιτήσεις.

Αυτές οι απαιτήσεις αναφέρουν τι πρέπει να κάνουν τα συστήματα και πως το σύστημα θα πρέπει να συμπεριφέρεται σε εξωτερικά ερεθίσματα. Στο ERPHA, κύριες λειτουργικές απαιτήσεις είναι οι εξής:

Στην κινητή συσκευή:

1. Να. συλλέγουν δεδομένα από αισθητήρες που συνδέονται με το σώμα του ασθενούς, συμπεριλαμβανομένων: αρτηριακή πίεση, ρυθμός αναπνοής, σφυγμός, θερμοκρασία, και τελικά οποιοδήποτε άλλο ζωτικό σημάδι εάν ένας αισθητήρας είναι διαθέσιμος να το καταγράψει.
2. Ενεργοποίηση κάμερας για βιντεοσκόπηση.
3. Αποστολή δεδομένων αισθητήρα, βίντεο και συντεταγμένες σε δεδομένα, βίντεο και web servers
4. Εάν είναι διαθέσιμο, μεταδίδουν το ηλεκτρονικό ιστορικό υγείας του ασθενή.

Στο ιατρικό κέντρο:

1. Ιατρικοί εμπειρογνώμονες επιλέγουν περιστατικά από τη λίστα των διαθέσιμων περιστατικών στους εξυπηρετητές δεδομένων.

2. Από το επιλεγμένο περιστατικό:

α. Εμφάνιση πληροφοριών από τον αισθητήρα σε διαφορετικά γραφήματα ανάλογα με την ανάγνωση (αρτηριακή πίεση, ρυθμός αναπνοής, παλμών, θερμοκρασία, κλπ)

β. Ερμηνεία των γεωγραφικών δεδομένων, και απεικόνιση του χάρτη για τον εντοπισμός της μονάδας.

γ. Προβολή του βίντεο που μεταδίδεται από τον χώρο του ατυχήματος.

δ. Εάν η ταυτότητα του ασθενή είναι διαθέσιμη, αναζήτηση και να ανάκτηση του αντίστοιχου ιατρικού ιστορικού του ασθενούς.

Απαιτήσεις Χαρακτηριστικών ποιότητας.

Υπάρχουν ποιοτικά χαρακτηριστικά στις λειτουργικές απαιτήσεις όπως το πόσο μικρός θα πρέπει να είναι ο χρόνος απόκρισης. Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά ποιότητας είναι η ποιότητα του συνολικού προϊόντος, όπως και η αντιμετώπιση και η επαναφορά από σφάλμα του συστήματος. Ακολουθώς θα περιγράψουμε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά για το ERPHA, δίνοντας από ένα σύντομο ορισμό για κάθε ποιοτικό χαρακτηριστικό.

Η **διαλειτουργικότητα** είναι σχετική με το βαθμό στον οποίο δύο ή περισσότερα συστήματα μπορούν να κάνουν χρήσιμη ανταλλαγή πληροφοριών μέσω των διεπαφών σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Στο ERPHA, ζητούμε το σύστημα να είναι διαλειτουργικό εξωτερικά μέσω επικοινωνίας των αισθητήρων των ζωτικών σημείων και εάν είναι διαθέσιμα μέσω παροχής των ηλεκτρονικών ιστορικών υγείας. Επίσης

πρέπει να υπάρχει κάποιο είδος διαλειτουργικότητας εσωτερικά επειδή ένας μηχανισμός επικοινωνίας πρέπει να υφίσταται μεταξύ του κινητού (στον χώρο του ατυχήματος) και την κεντρική συνιστώσα όπου είναι οι γιατροί.

Δυνατότητα τροποποίησης είναι η ιδιότητα ενός συστήματος να είναι διατεθειμένο να δεχθεί αλλαγές. Στο ERPHA, πρέπει να είμαστε προετοιμασμένοι ώστε να μπορούμε να ενσωματώσουμε νέους αισθητήρες ή να αλλάξουμε έναν από αυτούς. Επίσης θα πρέπει να προετοιμάσουμε το σύστημα για τις νέες απαιτήσεις για μια μελλοντική ανάπτυξη στην εκτέλεση και την ανάλυση δεδομένων στη βάση δεδομένων των συμβάντων ή στο server του βίντεο.

Ευχρηστία είναι η δυνατότητα χρήσης του συστήματος ώστε να διευκολύνει τους χρήστες στο να επιτευχθεί μια επιθυμητή εργασία. Οι άνθρωποι στους οποίους προορίζεται το ERPHA για να εξυπηρετήσει είναι γιατροί, νοσοκόμοι, και οι ασθενείς που προέρχονται από ένα ατύχημα. Άλλοι δυνατοί χρήστες μπορεί να είναι το προσωπικό του νοσοκομείου και οι διαχειριστές βάσεων δεδομένων. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι το προσωπικό των τραυματιοφορέων και οι γιατροί. Το ERPHA έχει δύο άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά: την κινητή συσκευή που αλληλοεπιδρά με τον τραυματιοφορέα και την διεπαφή του δικτύου του υπολογιστή, που είναι συνδεδεμένος με τον κεντρικό εξυπηρετητή που αλληλοεπιδρά με τον γιατρό. Στη κινητή συσκευή η διεπαφή χρήστη θα πρέπει να είναι πολύ απλή και διαισθητική έτσι ώστε ο νοσηλεύτης να μπορεί να ξεκινήσει το σύστημα, να διαβάσει και να διαβιβάσει δεδομένα το συντομότερο δυνατό. Η διεπαφή του δικτύου πρέπει να επιτρέπει στο γιατρό να επιλέξει ένα συμβάν-ατύχημα εύκολα από ένα κατάλογο γεγονότων και να παρουσιάσει σε μία μόνο όψη όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με αυτό το περιστατικό.

Η **απόδοση** είναι η δυνατότητα έναρξης του συστήματος ώστε να ανταποκριθεί στα διάφορα γεγονότα (διακοπές, μηνύματα, να ζητήσει από τους χρήστες, κ.λπ.) σε ένα αποδεκτό χρονικό πλαίσιο. Για το ERPHA, η απόδοση γίνεται σχετική με την κινητή συσκευή, όπου είναι κρίσιμο να διαβάζει έχοντας συνεχή ενημέρωση από τους αισθητήρες του σώματος και να αναμεταδίδει τις πληροφορίες αυτές, αλλά και τη

βιντεοσκόπηση με τις κεντρικές συνιστώσες στο ιατρικό κέντρο. Επίσης, η χρόνος θα απόκρισης πρέπει να είναι εντός αποδεκτών ορίων για να παρέχει μια ακριβή διαγνωστική και πολύτιμη βοήθεια προς τον τραυματιοφορέα.

Διαθεσιμότητα είναι η ιδιότητα του λογισμικού να καθορίζει ότι είναι πάντα έτοιμο σε λειτουργία για να εκτελέσει τα καθήκοντά του, όταν το χρειάζεται ο χρήστης. Διαθεσιμότητα σημαίνει επίσης το πόσο ανθεκτικό το σύστημα είναι σε αστοχίες. Το ERPHA απαιτείται να είναι πάντα διαθέσιμο να χρησιμοποιηθεί καθώς δεν έχουμε τον έλεγχο του πότε και πού τα ατυχήματα συμβαίνουν. Επίσης, μόλις ο σύστημα αρχίζει να δουλεύει, τα δεδομένα που μεταδίδονται μεταξύ της κινητής συσκευής και του κεντρικού server δεν θα πρέπει να χαθούν ή να διακοπούν.

Περιορισμοί είναι οι σχεδιαστικές αποφάσεις με μηδέν βαθμούς ελευθερίας, όπως η χρήση κάποιου προτύπου ή η επιλογή μιας γλώσσας προγραμματισμού. Περιορισμοί τίθενται επίσης στο πεδίο εφαρμογής του συστήματος λόγω των περιορισμών σχετικά με την τεχνολογία, τη χρήση του περιβάλλοντος, ή τους νομικούς κανονισμούς. Το ERPHA περιορίζεται σε λειτουργία σε γεωγραφικές περιοχές όπου 3G ή Wi-Fi είναι διαθέσιμα. Επίσης το ERPHA διατίθεται μόνο για να λειτουργεί σε συσκευές που διαθέτουν Windows Mobile, ή Android λειτουργικά συστήματα. Η κινητή συσκευή πρέπει επίσης να υποστηρίζει συνδεσιμότητα Bluetooth και πρέπει να είναι εξοπλισμένη με μια φωτογραφική μηχανή. Στην κεντρική συνιστώσα το σύστημα περιορίζεται να λειτουργεί μόνο στο λειτουργικό σύστημα των Windows (επί του παρόντος WindowsXP και Windows7). [39]

6.3 Αρχιτεκτονική Λογισμικού για τα συστήματα υγείας για την εξ αποστάσεως βοήθεια

Η αρχιτεκτονική λογισμικού είναι το σχέδιο που καταγράφει τις σχετικές αποφάσεις καθ' όλη την εκτέλεση του λειτουργικότητας και την ποιοτικών χαρακτηριστικών ενός συστήματος συμπεριλαμβανομένης στοιχείων υλικού και λογισμικού. Σε αυτή την

ενότητα θα περιγράψουμε στοιχεία υλικού και λογισμικού και τις σχέσεις μεταξύ τους στο ERPHA.

Ακολουθούμε την κοινή πρακτική για την περιγραφή των αρχιτεκτονικών λογισμικού χρησιμοποιώντας το Krutchen 4 + 1 μοντέλο παρουσίασης . Το μοντέλο 4 + 1 χρησιμοποιεί τέσσερις συμπληρωματικές περιγραφές ενός προϊόντος λογισμικού: τη φυσική άποψη, τη λογική άποψη, την άποψη της ανάπτυξης, και την άποψη της διαδικασίας, συν μια αναπόσπαστη παρουσίαση που βασίζεται στις περιπτώσεις χρήσης.

6.3.1 Περιγραφή Αρχιτεκτονικής Λογισμικού

Η **φυσική άποψη** απεικονίζει την τοπολογία του συστήματος με τα στοιχεία του λογισμικού της στο φυσικό στρώμα, καθώς και τις φυσικές συνδέσεις μεταξύ αυτών των στοιχείων. Η ERPHA από φυσική άποψη ήδη απεικονίζεται στην Εικόνα 6.1 παραπάνω. Στην Εικόνα 6.1, μπορούμε να δούμε ότι η ERPHA αρχιτεκτονική αποτελείται από έξι βασικά συστατικά: το Δίκτυο του σώματος αισθητήρων (BSN), μια κινητή συσκευή, δύο servers, μια βάση δεδομένων και τερματικούς σταθμούς ή σταθμούς εργασίας με πρόσβαση στο Internet.

- Το BSN είναι μια σειρά από αισθητήρες που παρέχουν ενδείξεις των ζωτικών σημείων από το ατύχημα θύματος. Το BSN συνδέεται, μέσω Bluetooth, με κάθε αισθητήρα σε μια κινητή συσκευή, η οποία λειτουργεί ως μονάδα επικοινωνίας. Τα ζωτικά σημεία που διαβάζονται στο ERPHA είναι η πίεση του αίματος, ο καρδιακός παλμός, ο ρυθμός αναπνοής, και η θερμοκρασία. Αυτές οι ενδείξεις των ζωτικών σημείων είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των βασικών λειτουργιών του σώματος. Το ERPHA είναι προετοιμασμένο να προσθέσει και άλλες μετρήσεις υγείας, όπως την οξυγόνωση του αίματος ή την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς

με επιπλέον αισθητήρες. Το BSN κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας εμπορικά διαθέσιμους αισθητήρες που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο επικοινωνίας Bluetooth.

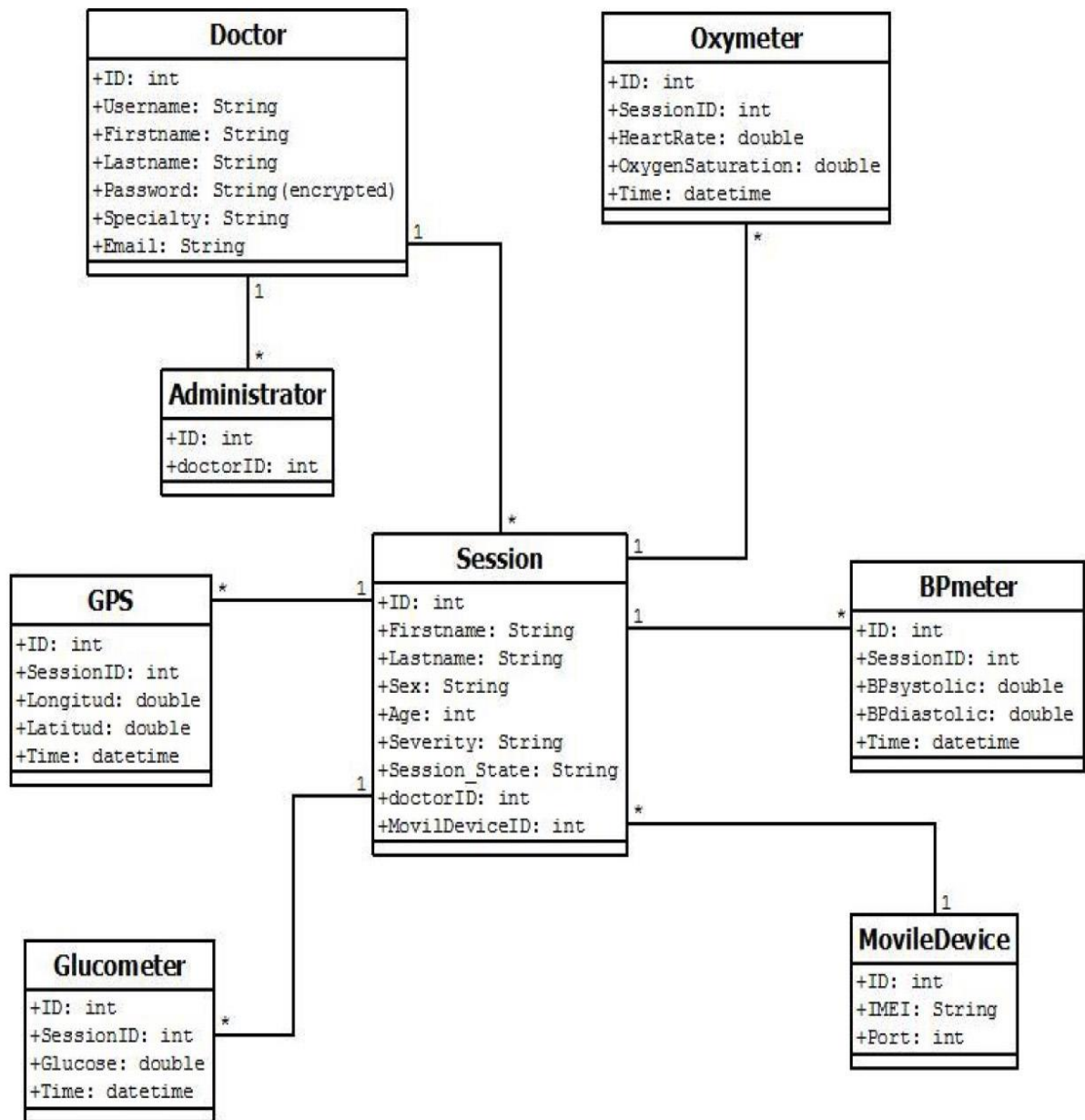
- Η φορητή συσκευή διαβάζει τα δεδομένα που ανιχνεύονται από το BSN και τα στέλνει στον κατάλληλο server που επεξεργάζεται τα δεδομένα και τα βίντεο. Εάν το κινητό διαθέτει δυνατότητες κάμερας, θα στείλει επίσης το βίντεο του ασθενούς, καθώς αυτή / αυτός μεταφέρονται στο νοσοκομείο. Η επικοινωνία με το διακομιστή γίνεται μέσω οποιασδήποτε από τις παρακάτω ασύρματες τεχνολογίες: 3G, Wi Max, ή Wi-Fi. Όταν ένας τραυματιοφορέας ενεργοποιεί το ERPHA στην κινητή συσκευή, ένα id ενός νέου περιστατικού ασθενούς δημιουργείται.
- Ο server επεξεργασίας των πληροφοριών για τα δεδομένα και βίντεο λαμβάνει τις πληροφορίες από την κινητή συσκευή και τα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας το id. Ως εκ τούτου, είναι δυνατόν να λαμβάνει δεδομένα ταυτόχρονα από διαφορετικά συμβάντα και των ασθενείς.
- Το αρχείο βάσης δεδομένων καταγράφει τις πληροφορίες για κάθε ασθενή που επικουρείται στον τόπο του ατυχήματος και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του/της στο νοσοκομείο.
- Ο δεύτερος server είναι το web server όπου η βάση είναι προσβάσιμη από τους γιατρούς στην ιστοσελίδα του νοσοκομείου. Ο web server παρέχει πληροφορίες στους τερματικούς σταθμούς ή σταθμούς εργασίας και παρουσιάζει την κατάσταση των ασθενών. Κάθε ασθενής μπορεί να παρακολουθείται χωριστά.
- Τα τερματικά ή σταθμοί εργασίας είναι τα μέσα για την παρουσίαση των πληροφοριών στους γιατρούς στο νοσοκομείο. Τα τερματικά απαιτούν μόνο έναν web browser που υποστηρίζει HTML και Javascript για να δείχνει τα ζωτικά σημεία του ασθενή και το βίντεο.

Η **λογική άποψη** ασχολείται με τη λειτουργικότητα που το σύστημα παρέχει στους τελικούς χρήστες και τις πληροφορίες από τη διαδικασία του συστήματος. Ένα βασικό στοιχείο της λογικής άποψης του ERPHA είναι το απλό μοντέλο δεδομένων του, που επιτρέπει να παρακολουθείται ο ασθενής ελέγχοντας τις ενδείξεις των ζωτικών σημείων και να ελέγχεται η εξέλιξή του / της, ενώ φτάνει το νοσοκομείο. Η Εικόνα 6.2,

δείχνει αυτό το μοντέλο δεδομένων. Το μοντέλο δεδομένων υλοποιείται στη βάση δεδομένων.

Το κύριο χαρακτηριστικό του μοντέλου δεδομένων, που φαίνεται στην Εικόνα 6.2, είναι ότι η συνεδρία (Session) κρατάει το αρχείο του ασθενούς που παρακολουθείται και αφορά τα ζωτικά του / της σημεία, καθώς και το που βρίσκεται το ασθενοφόρο και ο γιατρός του νοσοκομείου που εξετάζει την εξέλιξη της θεραπείας του ασθενούς. Γενικά χαρακτηριστικά των ασθενών αποθηκεύονται εδώ, όπως το όνομα, η ηλικία και το φύλο. Αυτή η πληροφορία μπορεί να παραλείπεται σε επείγουσες καταστάσεις με όφελος την έναρξη της παρακολούθησης των ζωτικών σημείων το συντομότερο δυνατόν. Μοναδική αξία της οντότητας Συνεδρίας(Session) είναι το Id που δημιουργείται τη στιγμή που ο τραυματιοφορέας φτάνει στον τόπο του ατυχήματος και άρχισε το ERPHA στην κινητή συσκευή. Η οντότητα MobileDevice κρατά τις πληροφορίες σχετικά με τη συσκευή που αποστέλνει τις πληροφορίες. Με τις πληροφορίες της συσκευής μπορούμε εντοπίσουμε την κάμερα και συνδέσουμε το βίντεο με την αντίστοιχη ενεργή συνεδρία.

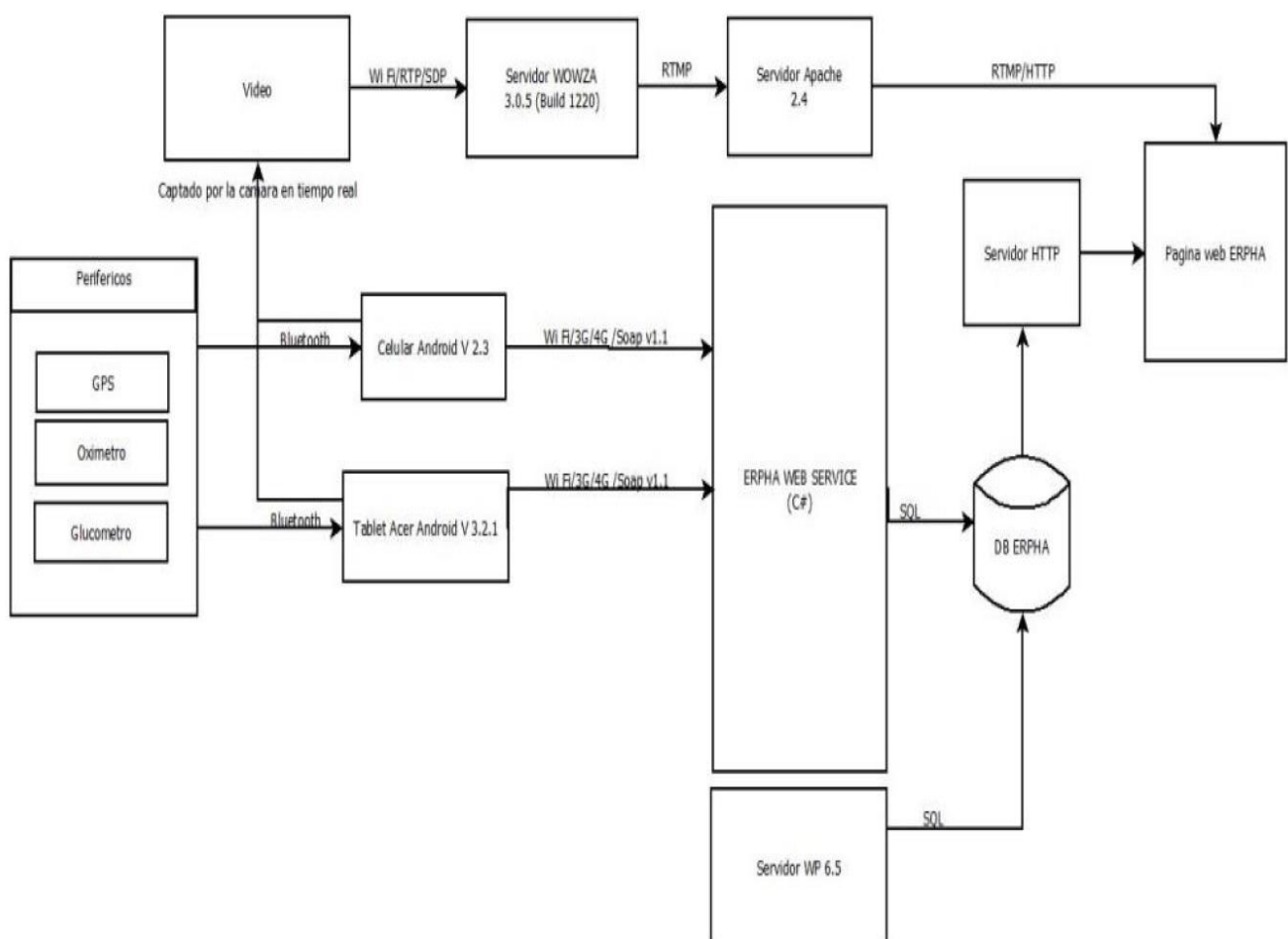
Εικόνα 6.2 Μοντέλο δεδομένων ERPHΑ (λογική όψη)



Η **άποψη της ανάπτυξης** απεικονίζει ένα σύστημα από την οπτική γωνία ενός προγραμματιστή και ασχολείται με τη διαχείριση του λογισμικού. Περιγράφει τις ενότητες του λογισμικού, τα πακέτα, τα υποσυστήματα ή / και τις βιβλιοθήκες του λογισμικού. Η Εικόνα 6.3 δείχνει την αρχιτεκτονική ERPHΑ κατά την άποψη της ανάπτυξης, όπου τα περιβάλλοντα λογισμικού έχουν αποτελέσει τα κύρια συστατικά.

Ειδικότερα η Εικόνα 6.3, αναφέρεται στην Android OS αρχιτεκτονική. Στην πραγματικότητα, η διαφορά μεταξύ των Windows Mobile OS και το Android OS είναι στις κινητές συσκευές. Οι servers για τα δεδομένα βίντεο και το web, καθώς και οι web διεπαφές είναι σχεδόν ταυτόσημες για τις δύο εκδόσεις, εκτός μικρών διαφορών στο περιβάλλον του χρήστη.

Εικόνα 6.3 Αρχιτεκτονική ERPHA (αναπτυξιακή όψη)

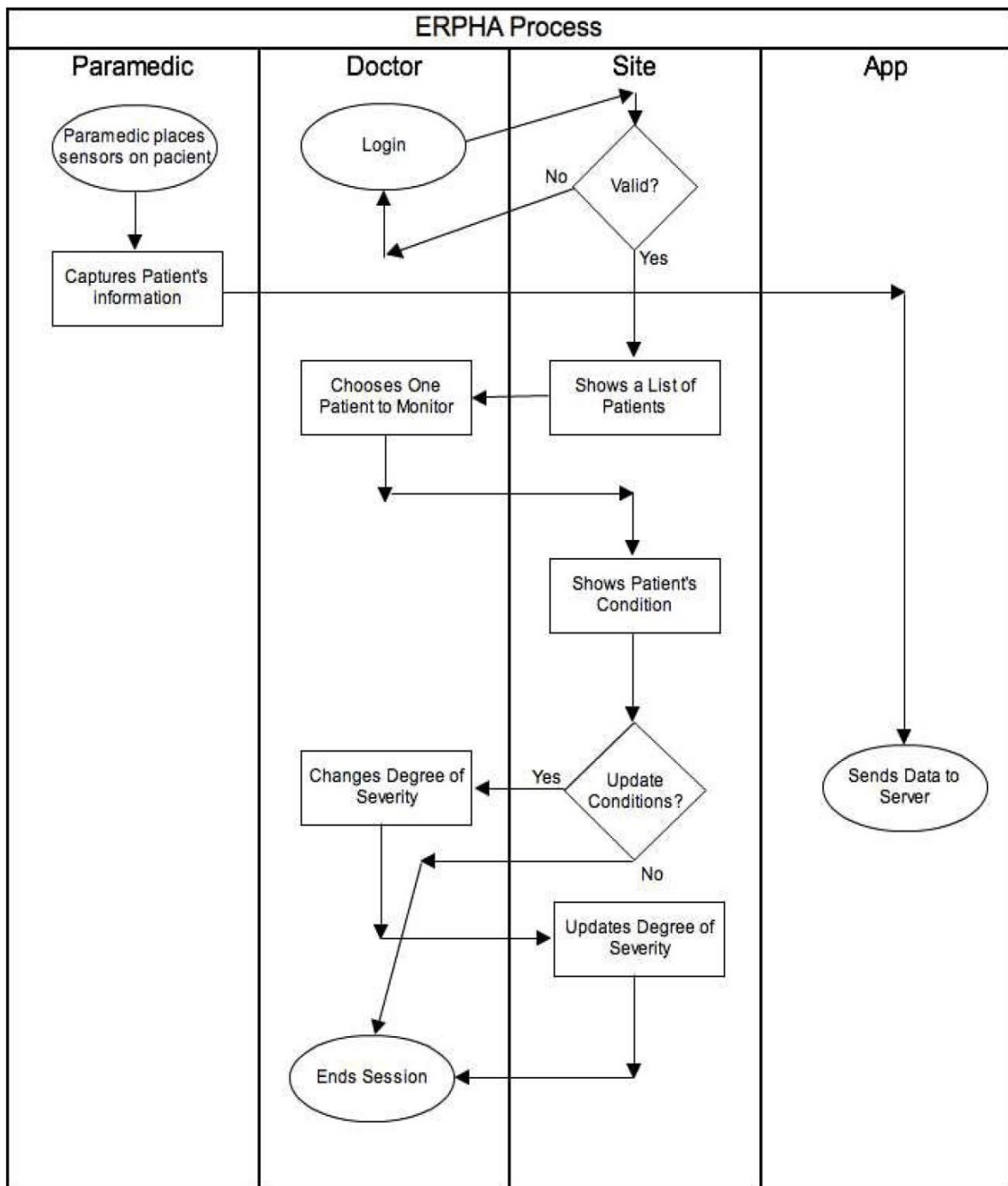


Η **προβολή διαδικασίας** ασχολείται με τις δυναμικές πτυχές του συστήματος, εξηγεί τις διαδικασίες και τον τρόπο που επικοινωνούν, και εστιάζει στην συμπεριφορά κατά τον χρόνο εκτέλεσης του συστήματος. Η Εικόνα 6.4 δείχνει το διάγραμμα

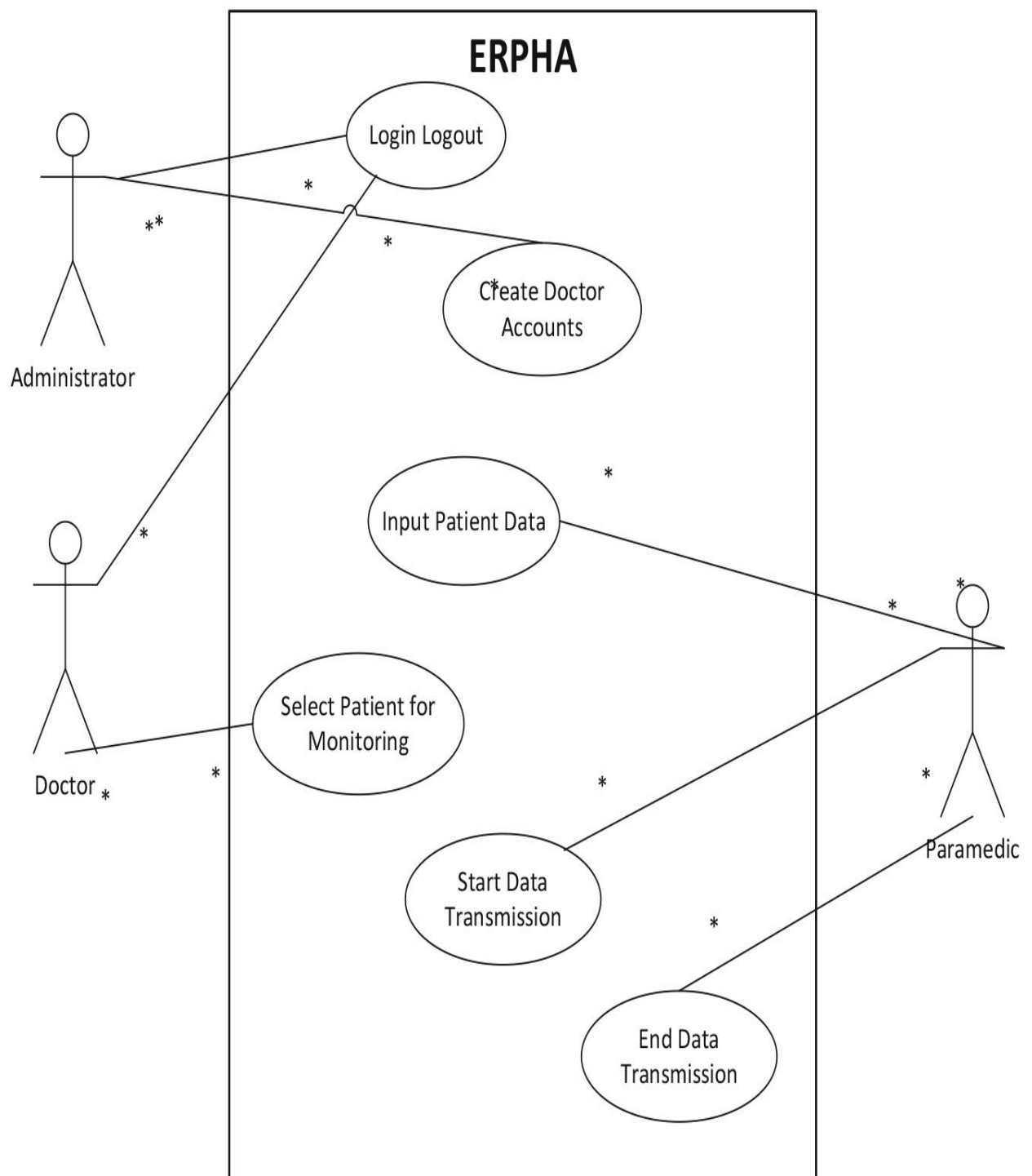
δραστηριότητας του ERPHA για την περιγραφή της αλληλεπίδρασης και της ροής των γεγονότων μεταξύ των βασικών συνιστωσών και παραγόντων. Στην Εικόνα 6.4 παρουσιάζονται οι δράσεις ενός τραυματιοφορέα και ενός γιατρού να εκτελεί και οι δύο ERPHA συνιστώσες: η κινητή συσκευή (προσδιορίζονται ως App στην Εικόνα 6.4) και η διεπαφή ιστού στα τερματικά (προσδιορίζονται ως Site στην Εικόνα 6.4).

Τέλος, **η άποψη από την πλευρά της χρήσης** (επίσης γνωστή ως πρόσθετη άποψη ή πέμπτη άποψη) παρουσιάζει μια αρχιτεκτονική του συστήματος, χρησιμοποιώντας ένα μικρό σύνολο των περιπτώσεων χρήσης, ή σεναρίων. Τα σενάρια περιγράφουν αλληλουχίες των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αντικειμένων, και μεταξύ των διεργασιών. Σενάρια και τυπικές περιπτώσεις χρήσης αλληλοσυμπληρώνονται, ώστε να αποτελούν την ολοκληρωμένη άποψη που βάζουν ένα σύστημα στο πλαίσιο της χρήσης του. Η κύρια χρήση του ERPHA παρουσιάζεται σε διάγραμμα που απεικονίζεται στην Εικόνα 6.5, όπου τρεις τύποι φορέων αλληλεπιδρούν με το ERPHA: Οι διαχειριστές που καθορίζουν το σύστημα και δημιουργούν άλλους λογαριασμούς χρήστη, οι γιατροί που εντοπίζονται στο νοσοκομείο επιλέγουν από μια λίστα των ενεργών περιστατικά για παρακολούθηση, καθώς και ο τραυματιοφορέας που στέλνει τις πληροφορίες από την κινητή συσκευή.

Εικόνα 6.4 Διάγραμμα Δράσης ERPHA



Εικόνα 6.5 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης του ERPHA



6.3.2 Αντιμετώπιση χαρακτηριστικών ποιότητας στην Αρχιτεκτονική

Είχαμε ορίσει πιο πριν ότι στις απαιτήσεις του ERPHA περιλαμβάνονται η λειτουργικότητα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και οι περιορισμοί. Εδώ αναφερόμαστε για το πώς είναι τα χαρακτηριστικά ποιότητας που αντανακλούνται στην αρχιτεκτονική που παρουσιάσαμε και τις τακτικές που χρησιμοποιούνται για να συμπεριληφθούν.

Για το χαρακτηριστικό της διαλειτουργικότητας, προκειμένου να επικοινωνούν με τους αισθητήρες και άλλα συστήματα, κάνουν χρήση των τυποποιημένων πρωτοκόλλων για την ανταλλαγή δεδομένων και την επικοινωνία. Στην περίπτωση των αισθητήρων, επικοινωνία γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου Bluetooth. Εάν οι πληροφορίες για το ιστορικό του ασθενούς είναι διαθέσιμες προτείνεται η χρήση του HL7 πρότυπου πρωτόκολλου επικοινωνίας.

Όσον αφορά την ιδιότητα της δυνατότητας τροποποίησης, πρέπει να είμαστε προετοιμασμένοι για αλλαγές των αισθητήρων ή για την προσθήκη νέων αισθητήρων εύκολα. Εσωτερικά για τις βασικές εφαρμογές (web και κινητών) χρησιμοποιούμε το Model View Controller (MVC) στυλ αρχιτεκτονικής που μας δίνει την ευελιξία για την προσθήκη νέων υπηρεσιών με ελάχιστη επίδραση σε άλλα συστατικά, όπως η παρουσίαση στρώματος.

Στην περίπτωση της απαίτησης της χρηστικότητας, πάλι η χρήση του MVC επιτρέπει στο να επικεντρωθεί στο χαρακτηριστικό της διεπαφής χρήστη με βάση τον τύπο της κινητής συσκευής χωρίς να επηρεάζει άλλα συστατικά.

Για την απόδοσή το κύριο μέλημα ήταν να μειωθεί η υπολογιστική επιβάρυνση που μπορεί να συμβεί με την ανάγνωση κάθε αισθητήρα, την αποστολή δεδομένων του στο διακομιστή και την αποστολή βίντεο στην κεντρική ιστοσελίδα. Χρησιμοποιείται

μόνο ένα κανάλι για την από κοινού μετάδοση βίντεο και δεδομένων στο κινητό στην κεντρική σελίδα

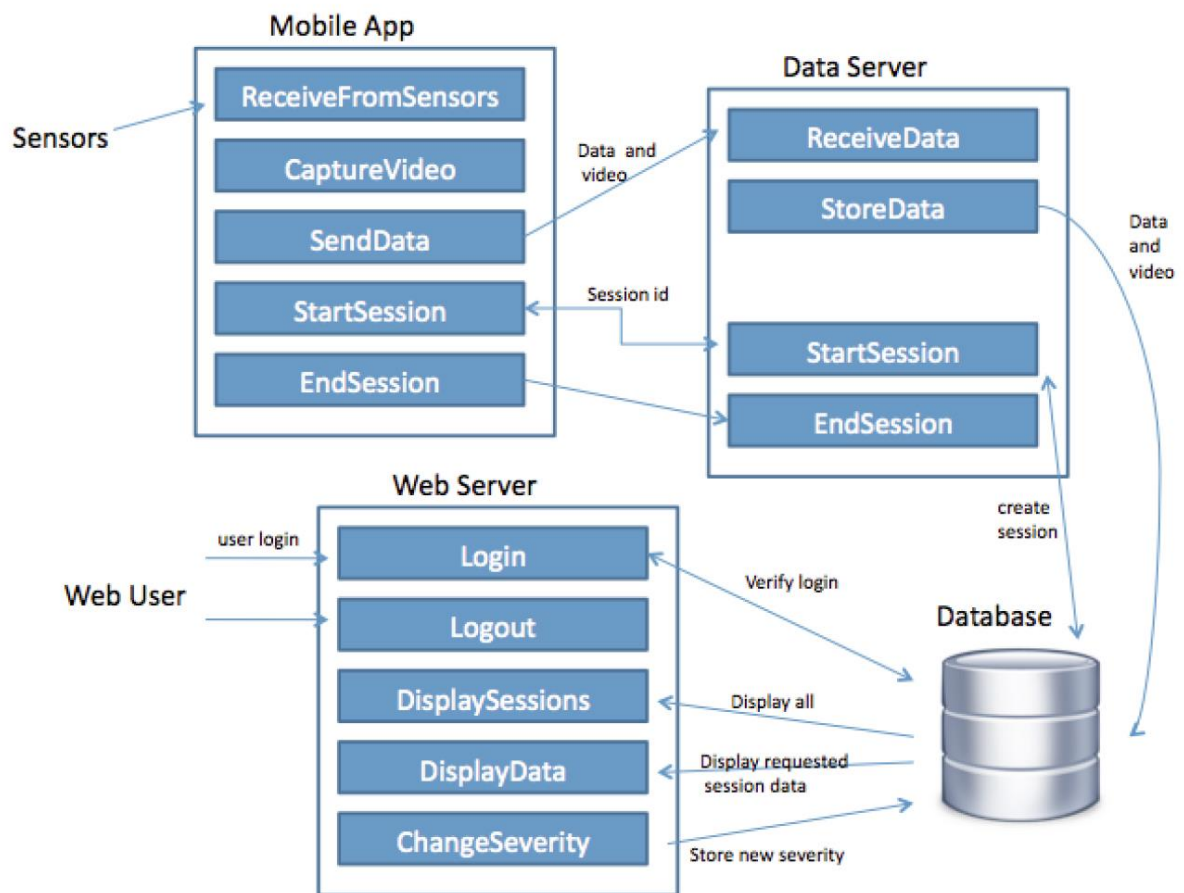
Τέλος, η απαίτηση της διαθεσιμότητας είναι ο λόγος πίσω από τον οποίο έχουμε εφαρμόσει δύο πρωτότυπα με διαφορετικά λειτουργικά συστήματα στην κινητή συσκευή (Windows Mobile και Android) όπως και η δυνατότητα να χρησιμοποιούνται διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως το 3G, WiMax και Wi-Fi.[39]

6.4 Λεπτομέρειες Πρωτοτύπου της εφαρμογής

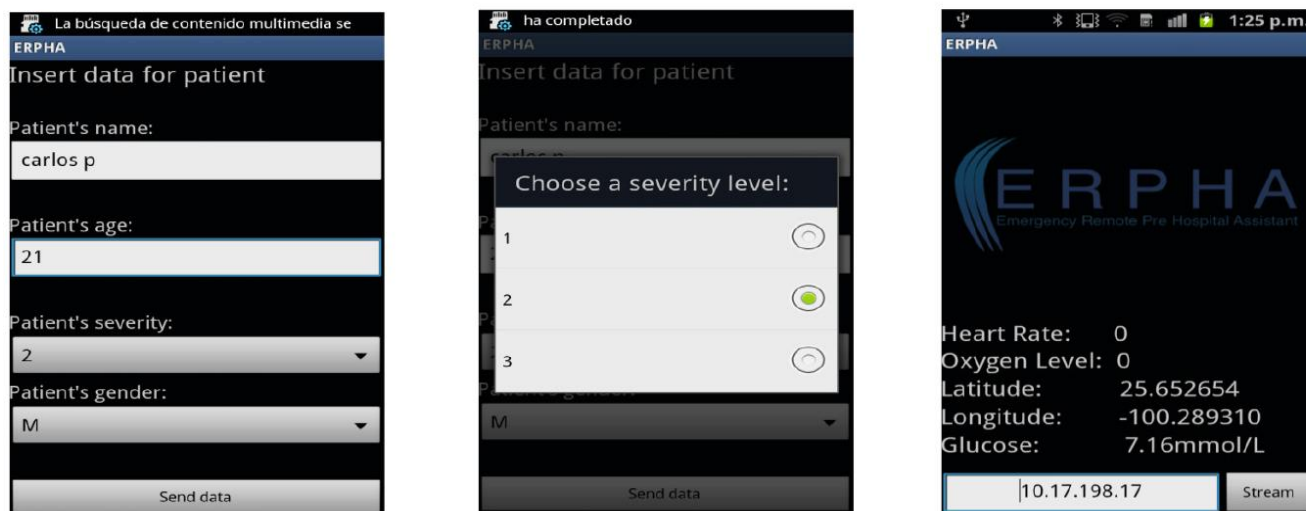
Δύο πρωτότυπα ERPHA έχουν κατασκευαστεί: το λειτουργικό σύστημα Windows Mobile 6.5 για την κινητή συσκευή και το λειτουργικό σύστημα Android4.1. Εκτός από το Android κινητό η έκδοση της εφαρμογής αναπτύχθηκε με τη χρήση της C # SDK που προβλέπονται για το Visual Studio 2008. Αυτό το ίδιο εργαλείο χρησιμοποιήθηκε για τη διαχείριση των δεδομένων και για τους web servers, τα οποία συνδέονται με την βάση δεδομένων SQL Server2008, και τα αποτελέσματα εμφανίζονται στους υπολογιστές του νοσοκομείου με τη χρήση ASP.NET με C #. Στην Εικόνα 6.6, στη συνέχεια, υποδεικνύονται οι λειτουργίες που εφαρμόζονται σήμερα .

Οι γραφικές διεπαφές για την κινητή εφαρμογή απεικονίζονται στην Εικόνα 6.7. Οι πρώτες και δεύτερες οθόνες χρησιμοποιούνται για να συλλέγονται οι πληροφορίες του ασθενούς, όπως το όνομα, η ηλικία, το φύλο, και η σοβαρότητα. Η σοβαρότητα είναι επιφορτισμένη στην κρίση του τραυματιοφορέα, και αυτό μπορεί να έχει τρία επίπεδα: σταθερή, ασταθής και κρίσιμη. Όλες αυτές οι τιμές μπορεί να μείνουν κενές, που είναι η προεπιλεγμένη τιμή, έτσι ώστε να ξεκινήσει η συνεδρία το ταχύτερο δυνατό. Αυτή η πληροφορία χρησιμοποιείται για να ξεκινήσει η συνεδρία με το server το οποίο είναι ένα μοναδικός ακέραιος αριθμός που χρησιμοποιείται ως αναγνωριστικό. Μόλις η εφαρμογή της κινητής συσκευής συνδεθεί με τους αισθητήρες Bluetooth, αυτό αρχίζει να εμφανίζει το βίντεο, τις ενδείξεις των ζωτικών σημείων και το γεωγραφικό πλάτος και μήκος.

Εικόνα 6.6 Μονάδες εφαρμογής και λειτουργικότητας ERPHA



Εικόνα 6.7 Εφαρμογή κινητού ERPHA



Όταν ο ασθενής φτάσει στο νοσοκομείο, ή δεν υπάρχει καμία ανάγκη για να συνεχιστεί η παρακολούθηση του ασθενή με το ERPHA, ο τραυματιοφορέας σταματά το ERPHA στην κινητή συσκευή.

Η λειτουργικότητα του διακομιστή δεδομένων χωρίζεται σε δύο, στο χειρισμό των συνεδριών και στη συλλογή των δεδομένων. Όταν ο server λαμβάνει μια αίτηση για να δημιουργήσει μια συνεδρία από την εφαρμογή, δημιουργεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό του ασθενούς στη βάση δεδομένων με τις βασικές πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν από τη συσκευή και τις στέλνει πίσω. Κάθε φορά που λαμβάνει ένα τερματισμό της συνεδρίας, καταγράφει ότι η συνεδρία δεν είναι πλέον ενεργή και δεν θα πρέπει να λαμβάνεται τίποτα περαιτέρω από αυτή. Ο διακομιστής συνεχώς διαβάζει δεδομένα από τους δύο πομπούς, από το βίντεο και από τα ζωτικά σημεία του ασθενούς. Κάθε φορά που λαμβάνει δεδομένα, ελέγχει αν πρόκειται για εγγραφή βίντεο ή καταγραφή των ζωτικών σημείων, διαβάζει τον αριθμό συνεδρίας από τα δεδομένα, και το γράφει στη βάση δεδομένων, χρησιμοποιώντας τον αριθμό της συνεδρίας ως αναγνωριστικό του.

Τέλος, ο Web Server έχει πρόσβαση στις πιο πρόσφατες πληροφορίες σχετικά με έναν ασθενή από τη βάση δεδομένων με τη διαλογή των πληροφοριών που λαμβάνονται με την αντίστοιχη χρονοσήμανσή τους. Η σχεδιαστική απόφαση να χρησιμοποιείται η βάση δεδομένων ως μεσάζων, αντί η κινητή συσκευή να συνδέεται απευθείας με το τερματικό, λήφθηκε επειδή ήταν πιο διατηρήσιμη και ευκολότερη να τροποποιηθεί, αν και η άλλη θα μπορούσε να έχει καλύτερη απόδοση.

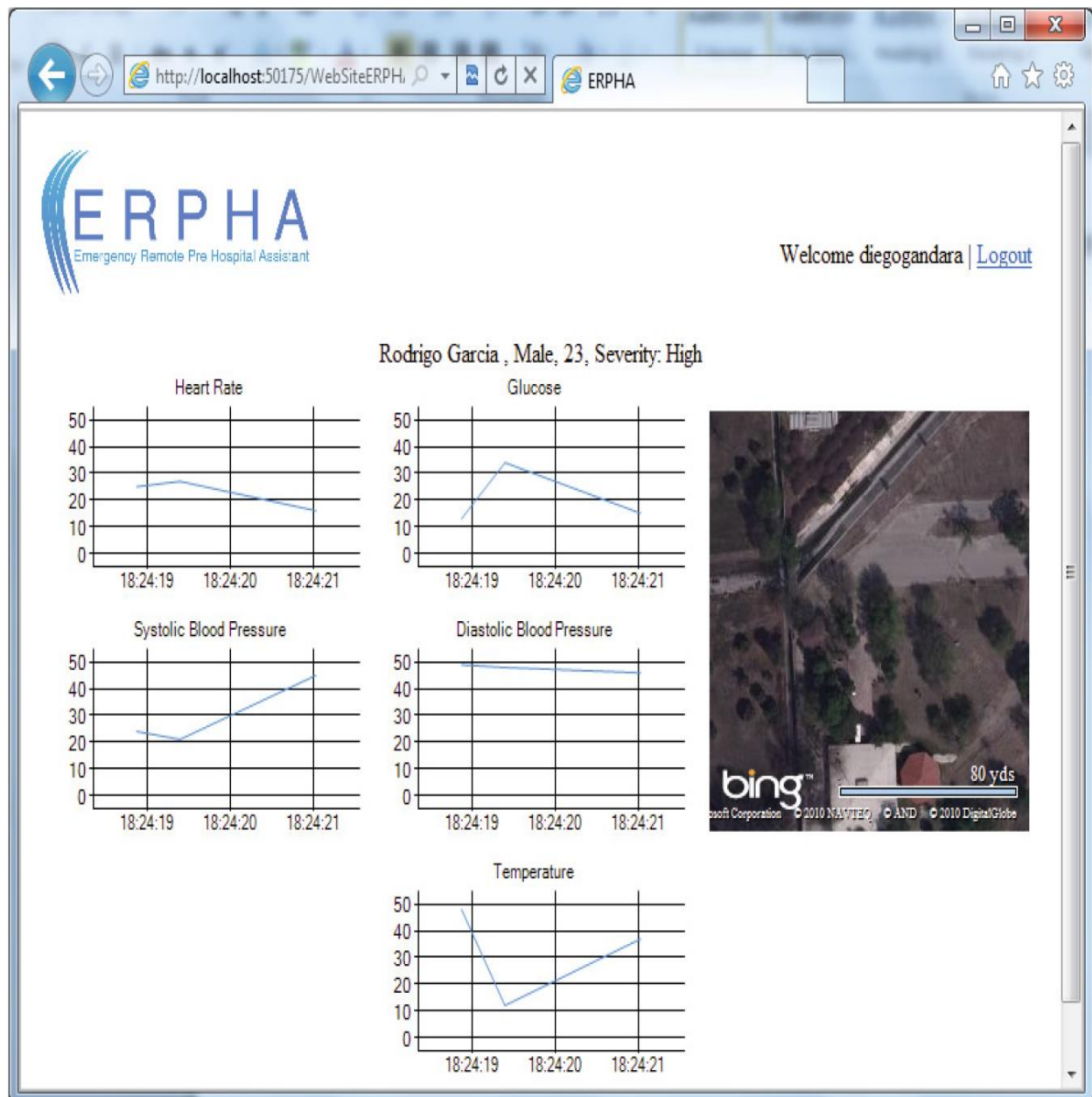
Χρησιμοποιώντας τη βάση δεδομένων ως μεσάζων επιτρέπεται η αποθήκευση των ιστορικών αρχείων αλλά και η ανεξαρτητοποίηση των επιπέδων ώστε να μπορεί να τροποποιηθεί χωρίς να αλλοιωθεί το υπόλοιπο project, το οποίο αποδείχθηκε χρήσιμο διαιρώντας τις αρμοδιότητες μεταξύ των προγραμματιστών.

Το προσωπικό του νοσοκομείου πρέπει να συνδέεται και να αποσυνδέεται στο τέλος, για την προστασία των πληροφοριών του ασθενούς. Μόλις μπουν στο πρόγραμμα, μπορούν να επανεξετάσουν όλους τους ασθενείς με ταξινόμηση κατά σοβαρότητα, που εμφανίζεται στην κορυφή της λίστας των ασθενών. Αν το προσωπικό του νοσοκομείου θέλει να βοηθήσει ένα συγκεκριμένο ασθενή, μπορεί να δει τις ενδείξεις των ζωτικών σημείων, το βίντεο και τη θέση του ασθενοφόρου. Αν το προσωπικό του νοσοκομείου πιστεύει ότι σοβαρότητα του ασθενούς δεν είναι σωστή ή ότι έχει αλλάξει μετά από κάποια θεραπεία, μπορεί να αλλάξει τη σοβαρότητα από την ιστοσελίδα έτσι ώστε να ταξινομηθεί σωστά ώστε οποιοδήποτε άλλη νέα παρακολούθηση από το υπόλοιπο του προσωπικού να γίνει ορθά.

Η οπτικοποίηση των δεδομένων στο πρόγραμμα περιήγησης (Εικόνα 6.8) έγινε χρησιμοποιώντας ASP.NET με C # και JavaScript. Τα διαγράμματα με τα ζωτικά σημεία δημιουργήθηκαν, καθώς δείχνεται το βίντεο στο πρόγραμμα περιήγησης και η θέση του ασθενοφόρου στο Bing Maps. Οι γιατροί και το προσωπικό του νοσοκομείου επιλέγουν να βοηθήσουν μία συνεδρία ενός ασθενούς, έτσι ώστε οι άλλοι να μπορούν δουν τις συνεδρίες που δεν έχουν βοήθεια. Όπως επίσης, οι συνεδρίες κατατάσσονται σύμφωνα με τη σοβαρότητα, έτσι ώστε να επιλεγθούν πρώτες. Οι γιατροί μπορούν να

αλλάζουν τη σοβαρότητα του ασθενούς όποτε αισθάνονται ότι η κατάσταση του ασθενή έχει γίνει πιο σταθερή.[39]

Εικόνα 6.8 Διαδικτυακή επαφή του ERPHA



6.5 Επεκτάσεις αρχιτεκτονικής συστήματος ERPHA

Το σύστημα ERPHA εφαρμόζεται στην ιατρική και στο σύστημα υγείας προσπαθώντας να βοηθήσει στο πρόβλημα της έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού στην υγεία, όπως είναι η παρακολούθηση συγκεκριμένων ασθενών (π.χ., ασθενείς με διαβήτη, ηλικιωμένοι) ή στη χρήση των πληροφοριών από επαγγελματίες στα νοσοκομεία (δηλαδή, τους γιατρούς, τους νοσηλευτές και το προσωπικό του νοσοκομείου). Όμως το σύστημα αυτό ανταποκρίνεται σε συνθήκες καθημερινής χρήσης χωρίς να λαμβάνει υπόψην του άλλες περιπτώσεις που απαιτούν διαφορετική αντιμετώπιση. Εμείς λοιπόν στην εργασία αυτή προτείνουμε δύο διαφορετικές αρχιτεκτονικές επεκτάσεις, μία ώστε το σύστημα να είναι συμβατό με τα πιο σύγχρονα πρότυπα ευρυζωνικών ασύρματων δικτύων (4G τεχνολογία ή δορυφορικό internet) που χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις και μία για να αντιμετωπίζονται τα προβλήματα που δημιουργούνται σε έκτακτες καταστάσεις, όπως είναι οι σεισμοί και οι πυρκαγιές, καθώς τα περιβάλλοντα που δημιουργούνται είναι χαοτικά και απαιτούν ειδική μεταχείριση.

6.5.1 Επέκταση του συστήματος ERPHA για ευρυζωνικά ασύρματα δίκτυα (4G, satellite internet)

6.5.1.1 Εισαγωγή

Σκοπός της προτεινόμενης επέκτασης της αρχιτεκτονικής του ERPHA είναι η αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων στην περίπτωση της υπερκάλυψης των δικτυακών απαιτήσεων του ίδιου του συστήματος. Αυτή η περίπτωση συναντάται κατά κύριο λόγο σε περιπτώσεις ατυχημάτων τα οποία λαμβάνουν χώρα σε μεγάλα αστικά κέντρα καθώς και στα προάστιά τους, όπου η δικτυακή κάλυψη ακολουθεί τα υψηλής αιχμής πρότυπα δικτύωσης.

Τα τελευταία χρόνια, υπήρξαν σημαντικές πρόοδοι στα συστήματα κινητών επικοινωνιών και πιο συγκεκριμένα, με την εφαρμογή των κινητών τεχνολογιών 4G με το LTE (Long-Term Evolution) πρωτόκολλο, που σήμερα έχουν αναπτυχθεί σε όλο τον κόσμο. Το LTE βασικά είναι η επόμενη γενιά των κινητών δικτύων που έχει τυποποιηθεί από το 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Επιπλέον, τα πρότυπα IMT-Advance 4G που περιλαμβάνουν το LTE-Advanced παρέχουν μια παγκόσμια πλατφόρμα στην οποία οι επόμενες γενιές των διαδραστικών κινητών υπηρεσιών θα προσφέρουν ταχύτερη πρόσβαση στα δεδομένα, ενισχυμένες δυνατότητες περιαγωγής και ευρυζωνικές υπηρεσίες πολυμέσων. Επιπλέον, η συνύπαρξη του LTE με πρόσβαση πακέτων υψηλής ταχύτητας και ενισχυμένους ρυθμούς δεδομένων για τις παγκόσμιες εξελίξεις, παρέχει περισσότερες επιλογές υπηρεσιών για τις κινητές υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης και τις εφαρμογές τους.

Η άλλη βασική τεχνολογία στις ευρυζωνικές ασύρματες επικοινωνίες είναι το δίκτυο World Wide Interoperability for Microwave Access (WiMAX). Το WiMAX έχει ως στόχο γενικά την παροχή ασύρματων ευρυζωνικών υπηρεσιών στην κλίμακα του μητροπολιτικού δικτύου και την εμπορευματοποίηση του πρότυπου IEEE 802.16. Τα τελευταία χρόνια, αρκετά πρότυπα έχουν χρησιμοποιηθεί όπως το 802.16e IEEE (mobile WiMAX) και το IEEE 802.16j WiMAX. Η ανταγωνιστική και αποτελεσματική χρήση αυτών των δύο βασικών τεχνολογιών για εφαρμογές mHealth είναι ένα εκ των βασικών ερευνητικών προκλήσεων στο μέλλον.

Το σύστημα ERPHA έχει ως σκοπό την παροχή βοήθειας στους τραυματιοφορείς ώστε η παροχή των ιατρικών βοηθειών να γίνεται με μεγαλύτερη επιτυχία λόγω έλλειψης κατάλληλης ιατρικής κατάρτισης τους. Αυτό όμως παρατηρείται κατά κύριο λόγο στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου υπάρχει μεγαλύτερη έλλειψη προσωπικού. Η εφαρμογή όμως 4G συστημάτων έχει αναπτυχθεί κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα και κυρίως στις αναπτυγμένες χώρες. Οπότε θα πρέπει να προσδιοριστούν κατάλληλα τα νέα προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν σε αυτές τις περιοχές.

Ένα αποτελεσματικό ιατρικό σύστημα έκτακτης ανάγκης δεν πρέπει να παρέχει μόνο βοήθεια έκτακτης ανάγκης, αλλά να ενσωματώνει και να συνδέσει όλα τα αλληλεξαρτώμενα στοιχεία από την αρχική κλήση για το τροχαίο, την αποστολή ασθενοφόρου, την μεταφορά με ασθενοφόρο, την προ-νοσοκομειακή φροντίδα στο ασθενοφόρο και την άφιξη στην εγκατάσταση υγειονομικής περίθαλψης. Ο χρόνος απόκρισης στην έκτακτη ανάγκη αναπόφευκτα θα συνδεθεί με το τηλεπικοινωνιακό σύστημα, τη γεωγραφική θέση της έκτακτης ανάγκης και του ασθενοφόρου καθώς και με τη διαθεσιμότητα του νοσοκομείου.

Όσον αφορά την αποστολή του ασθενοφόρου, ο χρόνος απόκρισης για την παροχή βοήθειας συνεχίζει και σήμερα να έχει προβλήματα, καθώς πολλά από αυτά έχουν δημιουργηθεί από τον εντοπισμό του ασθενοφόρου όταν βρίσκεται εκτός νοσοκομείου και είναι δυσκολότερος ο εντοπισμός του κοντινότερου για την γρηγορότερη παροχή βοήθειας. Επίσης ένα πρόβλημα που παρατηρείται στις μεγαλουπόλεις είναι ο συνωστισμός στα νοσοκομεία. Λόγω του ότι ο ασθενής δεν μεταφέρεται στο νοσοκομείο που προοριζόταν αρχικά, παρουσιάζονται συχνές εκτροπές στη διαδρομή του ασθενοφόρου. Η εκτροπή όμως αυτή μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση της επείγουσας ιατρικής περίθαλψης και να επηρεάσει τη συνολική κλινική έκβαση των ασθενών. Αυτό πέρα από την καθαρή μείωση της αποτελεσματικότητας στην παροχή βοήθειας αποτελεί και μείωση των οικονομικών εσόδων του νοσοκομείου. Μια μελέτη από McConnell et al.[40], δείχνει ότι η αποφυγή της εκτροπής μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά έσοδα για το νοσοκομείο, περίπου \$ 1.100 ανά ώρα για την κάθε εκτροπή που αποφεύγεται καθώς και αύξηση των εσόδων από τους ασθενείς κατά \$ 175.000 ανά μήνα.

Ακόμη μία σημαντική παράμετρος για την καλύτερη παροχή ιατρικής βοήθειας είναι η αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ του προσωπικού στον τομέα της υγείας, με ιδιαίτερα κρίσιμο όμως τον τομέα του τμήματος επειγόντων περιστατικών. Η διαδικασία επικοινωνίας μεταξύ του ασθενοφόρου και του νοσοκομείου είναι μια σύνθετη διαδικασία, με πολλές πιθανότητες για λάθος. Η απώλεια και διακοπή της επικοινωνίας σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, και γενικότερα στη συνολική υγειονομική περίθαλψη, δημιουργεί χάος και μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές επιπτώσεις στην εξωνοσοκομειακή περίθαλψη.

Τέλος ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την παροχή βοήθειας είναι το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο των κινητών συσκευών καθώς μια όλο και καλύτερη χρήση των στοιχείων που αποστέλλει ο τραυματιοφορέας από το ασθενοφόρο απαιτεί εφαρμογές με υψηλό εύρος ζώνης και γρήγορους ρυθμούς για τα δεδομένα. Οπότε για να επιτευχθεί αυτό πρέπει οι εφαρμογές να είναι συμβατές με τα κατάλληλα ευρυζωνικά δίκτυα.

6.5.1.2 Πλεονεκτήματα επέκτασης αρχιτεκτονικής ERPHA

Χρήση ευρυζωνικών τεχνολογιών (πρότυπο IEEE.802.16 /WiMAX, 4G, satellite internet)

Εμείς λοιπόν, για την αξιοποίηση περισσότερων αναγκών που προκύπτουν στα αστικά κέντρα όπου έχουμε υπερκάλυψη του συστήματος ERPHA, προτείνουμε μια αρχιτεκτονική επέκταση όπου το νέο σύστημα ERPHA:

- θα βασίζεται πλήρως σε ευρυζωνικά δίκτυα.
- θα βασίζεται σε ένα έξυπνο σύστημα (decision support) που θα αποφασίζει την επιλογή ασθενοφόρου, νοσοκομείου και γιατρών.

Το σύστημα ERPHA ανάλογα με τους αισθητήρες τους οποίους έχει ενσωματώσει στην αρχιτεκτονική του έχει και ανάλογες απαιτήσεις για τους ρυθμούς δεδομένων και για τους δείκτες ποιότητας παροχών (QoS). Αυτές όμως οι απαιτήσεις διαφοροποιούνται όταν έχουμε αποστολή δεδομένων σε WIMAX συστήματα και εξαρτάται από την συσκευή και υπηρεσία mHealth που χρησιμοποιείται. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι απαιτήσεις για το ρυθμό δεδομένων και για τους δείκτες QoS.

Πίνακας 1. Απαιτήσεις υπηρεσιών για ρυθμό δεδομένων και δείκτες QoS

Υπηρεσία mHealth	Ρυθμός Δεδομένων	Δείκτες QoS
Ηλεκτροκαρδιογραφική καταγραφή (ECG)	24 Kb/s/12 κανάλια	Καθυστέρηση
Καταγραφή αρτηριακής πίεσης (Σφυγμομανόμετρο)	< 10 Kb/s	Καθυστέρηση
Καρδιακή συχνότητα	~ 120 Kb/s	Χάσιμο Πακέτων, Καθυστέρηση
Εικόνα JPEG για περιοχή ενδιαφέροντος	15-19 Mbytes	PSNR, Μέγεθος frame, Χάσιμο Πακέτων
Ακτινογραφία	~ 6 Mbytes	PSNR, Μέγεθος frame, Χάσιμο Πακέτων
Μαγνητική τομογραφία (MRI)	< 1 Mbytes	PSNR, Μέγεθος frame, Χάσιμο Πακέτων
Βίντεο υπέρηχου	250 Kb/s-1.2 Mb/s (WMV2)	PSNR, Μέγεθος frame, Ρυθμός frame, Χάσιμο Πακέτων, Καθυστέρηση

Οι παράμετροι ποιότητας παροχών έχουν να κάνουν με το δίκτυο και την ποιότητα της εμπειρίας που παρέχεται στον χρήστη, και εξαρτώνται από την κάθε εφαρμογή. Οι περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούν ως βασικούς δείκτες ποιότητας τους: bit error rate, jitter, latency PSNR και την απόδοση. Για να καλύψουμε αυτές τις απαιτήσεις θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη κατανομή μέσων που όμως δεν προσδιορίζεται από το πρότυπο IEEE.802.16/WiMAX.

Γι' αυτό εμείς προτείνουμε την χρήση, για κάθε αντίστοιχη υπηρεσία και κινητή συσκευή, της κατάλληλης κλάσης όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 2, σύμφωνα πάντα και με την μελέτη Alinejad et al[41]. Έτσι θα μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν συσκευές-αισθητήρες πέρα από την μέτρηση της πίεσης, του ρυθμού της αναπνοής και του σφυγμού που υποστηρίζει το ERPHA και να υπάρχουν στο ασθενοφόρο κινητά συστήματα για ακτινογραφία και μαγνητική.

Πίνακας 2. Προτεινόμενη κλάση για κάθε υπηρεσία

Υπηρεσία M-Health	Wimax QoS κλάση
Ηλεκτροκαρδιογραφική καταγραφή (ECG)	UGS
Καταγραφή αρτηριακής πίεσης (Σφυγμομανόμετρο)	UGS
Καρδιακή συχνότητα	UGS
Εικόνα JPEG για περιοχή ενδιαφέροντος	nrtPS
Ακτινογραφία	nrtPS
Μαγνητική τομογραφία (MRI)	nrtPS
Βίντεο υπέρηχου	rtPS
Τηλεδιάσκεψη	rtPS
Φωνητική συνδιάσκεψη	rtPS

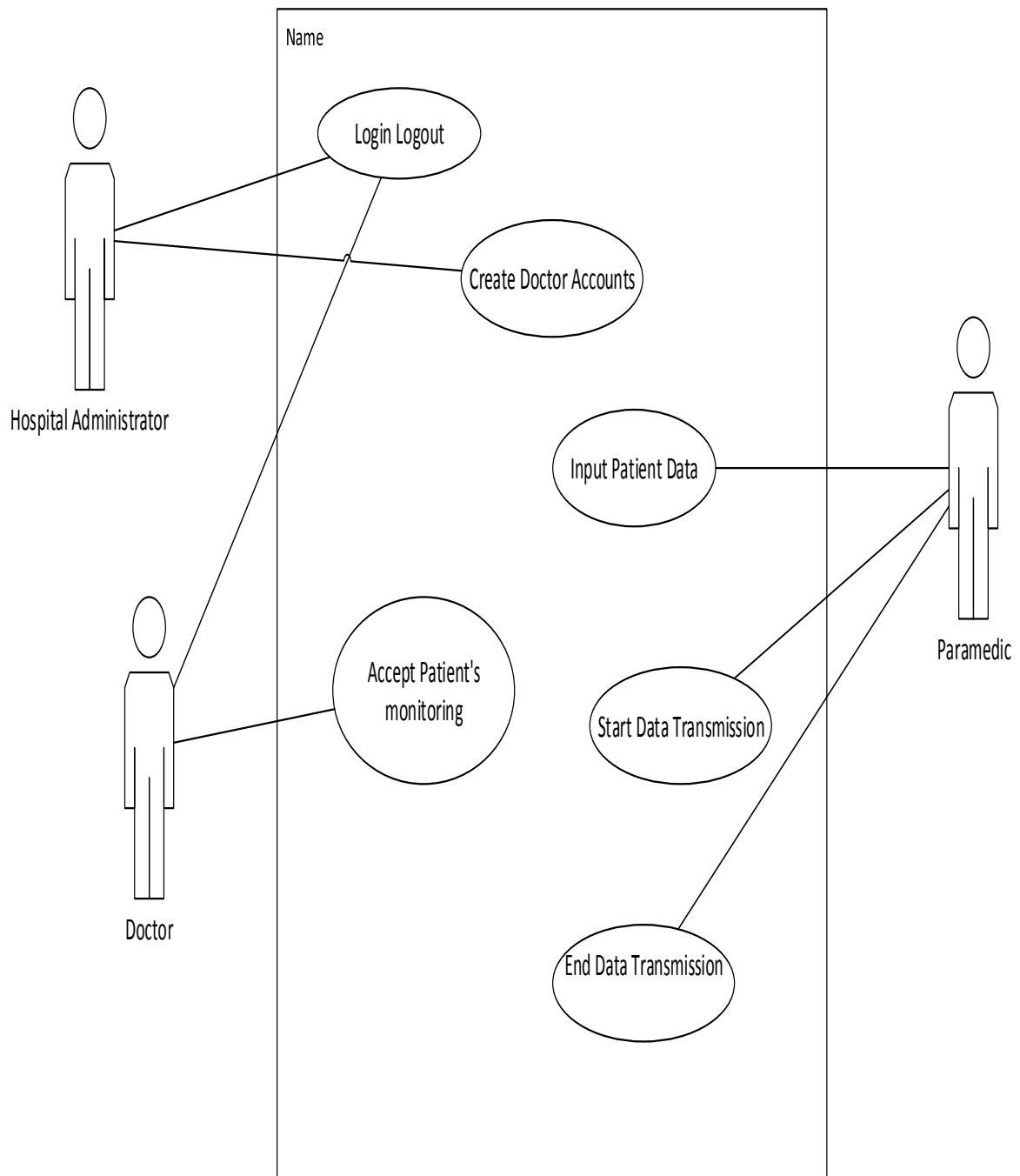
6.5.1.3 Επέκταση λειτουργικών απαιτήσεων ERPHA

Η επέκταση του συστήματος (Εικόνα 1) αυτού θα διευκολύνει και θα απαλλάξει το προσωπικό από την χρονοβόρα επιλογή του κατάλληλου ασθενοφόρου και τους γιατρούς από την υποχρέωση να επιλέγουν οι ίδιοι το περιστατικό που θα αναλαμβάνουν να παρακολουθήσουν.

Στο ιατρικό κέντρο:

1. Επιλογή του κατάλληλου ασθενοφόρου για τη διακομιδή ασθενών σύμφωνα με ιεραρχημένα κριτήρια που λαμβάνουν υπόψιν τους την γεωγραφική θέση του ασθενοφόρου αλλά και την αντίστοιχη διαθεσιμότητα και εξειδίκευση προσωπικού στο κάθε νοσοκομείο. Κάθε νοσοκομείο έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως τον αριθμό των διαθέσιμων κλινών, το είδος της ασθένειας όπου το κάθε νοσοκομείο ειδικεύεται, η γεωγραφική του θέση κ.α.
2. Οι γιατροί επιλέγοντας την επιλογή «διαθέσιμος», δηλώνουν την κατάσταση τους και το ίδιο το σύστημα τους βάζει σε μια λίστα αναμονής ανάλογα την ειδίκευσή τους.
3. Από το επιλεγμένο περιστατικό:
 - α. Εμφάνιση πληροφοριών από τον αισθητήρα σε διαφορετικά γραφήματα ανάλογα με την ανάγνωση (αρτηριακή πίεση, ρυθμός αναπνοής, παλμών, θερμοκρασία, κλπ.)
 - β. Ερμηνεία των γεωγραφικών δεδομένων και απεικόνιση του χάρτη για τον εντοπισμό της μονάδας.
 - γ. Προβολή του βίντεο που μεταδίδεται από τον χώρο του ατυχήματος.
 - δ. Εάν η ταυτότητα του ασθενή είναι διαθέσιμη, αναζήτηση και να ανάκτηση του αντίστοιχου ιατρικού ιστορικού του ασθενούς.
 - ε. Από την πρώτη εκτίμηση των δεδομένων και ανάλογα την κρισιμότητα του περιστατικού, αυτοματοποιημένη συγκρότηση κατάλληλης ομάδας ιατρικού προσωπικού για την παροχή καλύτερης και γρηγορότερης προνοσοκομειακής βοήθειας αλλά και καλύτερης ετοιμότητας για την παροχή ιατρικής φροντίδας όταν εισαχθεί ο ασθενής στο νοσοκομείο.

Εικόνα 1. Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης του ERPHA για ευρυζωνικές τεχνολογίες



6.5.2 Επέκταση συστήματος ERPHA για έκτακτες καταστάσεις

Ένα ενδεχόμενο υπό εξέταση θα έπρεπε να είναι η περίπτωση της παροχής ιατρικής βοήθειας σε περίπτωση ακραίων συνθηκών όπως σε σεισμούς, πυρκαγιές κ.α. Έκτακτες ιατρικές καταστάσεις απαιτούν αποτελεσματική ανταπόκριση για τη φροντίδα των ασθενών με περιορισμένους πόρους συχνά υπό έντονη πίεση χρόνου. Κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής, ένα κρίσιμο πρώτο βήμα στη διαδικασία είναι η ταχεία απόκριση και ακριβή διαλογή των ασθενών. Οι πληροφορίες που προκύπτουν από τη διαλογή κοινοποιείται σε πολλαπλά μέρη της ομάδας απόκρισης και θα πρέπει να ενημερώνεται συνεχώς ώστε να αντικατοπτρίζει τη συνεχιζόμενη ανταπόκριση. Αυτή η πληροφορία βοηθά την ομάδα να ζητήσει συμπληρωματικά ασθενοφόρα και προσωπικό, να ειδοποιήσει για τη λήψη υπηρεσιών φροντίδας, και να δώσει προτεραιότητα σε ασθενείς για τη μεταφορά και τη φροντίδα. Η διαλογή όσον αφορά το πλήθος των ασθενών, τα ζωτικά σημεία και οι θέσεις σταθερά εξελίσσονται και πρέπει να παρακολουθείται η κατάσταση συνεχώς ώστε να εξασφαλίζεται η ορθή κατανομή των πόρων και η φροντίδα των ασθενών.

Σε αυτές τις ακραίες καταστάσεις η διαδικασία την περίθαλψης έχει ως αρχικό βήμα την εκτίμηση της σοβαρότητας της κατάστασης για κάθε ασθενή. Έπειτα αν το επιτρέπει το μέγεθος της διαλογής και η επάρκεια σε προσωπικό, γίνεται μια αναθεωρημένη και ενδεδειγμένη επανεκτίμηση της κατάστασης για τον κάθε ασθενή συλλέγοντας τα δημογραφικά τους στοιχεία (ονοματεπώνυμο, φύλλο, ηλικία) και το προσδιορισμό του τραυματισμού. Αυτές οι πληροφορίες είναι απαραίτητες για την κατάλληλη παροχή ιατρικής φροντίδας και την κατάλληλη μεταφορά τους στο νοσοκομείο. Επίσης προσδιορίζονται τα ζωτικά σημεία όπως ο καρδιακός παλμός και η πίεση του αίματος. Ακόμη αν η μεταφορά κάθε ασθενούς καθυστερεί θα πρέπει να επανεκτιμείται η κατάστασή του κάθε 5 με 15 λεπτά. Αυτό αποτελεί πρόβλημα όταν υπάρχει μαζικότητα ασθενών στο ατύχημα, καθώς η συνεχής επανεκτίμηση της κατάστασης δυσκολεύει την παροχή πρώτων βοηθειών στους ασθενείς υψηλής επικινδυνότητας.

Κινητές συσκευές παρακολούθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση ασθενών σε ένα τόπο καταστροφής, κατά τη μεταφορά στο νοσοκομείο ή μετά την άφιξη στο νοσοκομείο. Τα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί για τη χρήση σε ένα τόπο καταστροφής συνήθως επικοινωνούν με έναν σταθμό βάσης με τη χρήση τεχνολογιών μικρότερου βεληνεκούς όπως Bluetooth ή ZigBee. Ο σταθμός βάσης στη συνέχεια μεταδίδει τα δεδομένα στον κεντρικό διακομιστή μέσω WiFi ή δίκτυα κινητής τηλεφωνίας.

Σε τέτοια λοιπόν χαοτικά περιβάλλοντα, το σύστημα ERPHA θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί ώστε να αντιμετωπίσει με διαφορετικό τρόπο την μεταφορά και την αποστολή δεδομένων για κάθε ασθενή. Το σύστημα θα παρέχει με εύκολο τρόπο την εγκατάσταση ad-hoc δικτύου ώστε να επιτυγχάνεται η συνεχής παρακολούθηση του μεγέθους της διαλογής, των πληροφοριών για την ψυχολογική κατάσταση των ασθενών και την αυτοματοποιημένη διανομή των πληροφοριών για κάθε ασθενή σε πραγματικό χρόνο, σε κάθε μέλος της ιατρικής ομάδας που βρίσκεται εντός χώρου του ατυχήματος, αλλά και μακριά του.

Στα ad-hoc δίκτυο που εγκαθίσταται, οι συσκευές που χρησιμοποιούνται έχουν περιορισμένη μνήμη και υπολογιστική ισχύ, καθώς και περιορισμένη εμβέλεια δικτύου. Οι πληροφορίες λοιπόν που θα συλλέγονται από τις κινητές συσκευές, θα αποστέλλονται συνεχώς στο server που θα έχει εγκατασταθεί στο σημείο του ατυχήματος, και αυτός με τη σειρά του θα ενημερώνει συνεχώς τον κεντρικό server του κάθε νοσοκομείου.

Έτσι μετά την διαλογή, οι ασθενείς μπορεί να μείνουν μόνοι τους για κάποια στιγμή. Με την απομακρυσμένη παρακολούθηση της κατάστασής τους, δίνεται η δυνατότητα στους διασώστες να επικεντρωθούν στους ασθενείς με προτεραιότητα, ενώ εξακολουθούν να είναι σε εγρήγορση σε περίπτωση που ασθενείς των οποίων η κατάσταση επιδεινώνεται μετά από διαλογή.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις των κινητών συσκευών για το σύστημα ERPHA παραμένουν οι ίδιες, μόνο που αναμεταδίδουν τις παρατηρήσεις σε κεντρικό σταθμό δρομολόγησης (Εικόνα 2).

Οι λειτουργικές απαιτήσεις του server στο χώρο του ατυχήματος είναι:

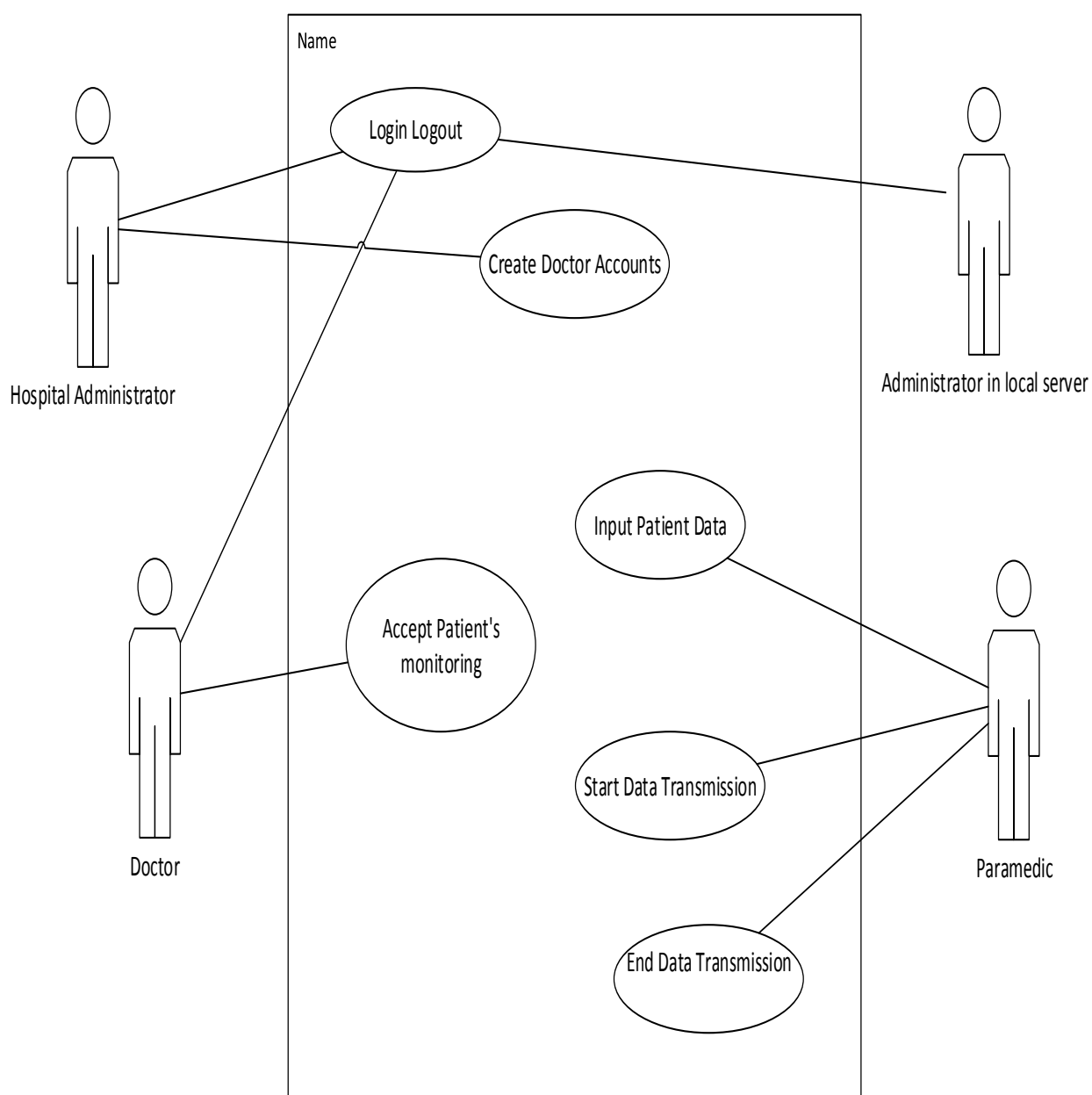
1. Εφαρμογή (βάσης δεδομένων) με συνεχή ενημέρωση για να συλλέγουν δεδομένα από τις κινητές συσκευές που συνδέονται με το σώμα των ασθενών, συμπεριλαμβανομένων: αρτηριακή πίεση, ρυθμός αναπνοής, σφυγμός, θερμοκρασία, και τελικά οποιοδήποτε άλλο ζωτικό σήμα εάν ένας αισθητήρας είναι διαθέσιμος να το καταγράψει.
2. Εάν είναι διαθέσιμο, να μεταδίδουν το ηλεκτρονικό ιστορικό υγείας του ασθενή στο ιατρικό προσωπικό που βρίσκεται στο ατύχημα.
3. Δημιουργία σειράς προτεραιότητας περιστατικών σύμφωνα με την επικινδυνότητα της κατάστασης κάθε ασθενή.
4. Σύστημα προειδοποίησης στους γιατρούς που βρίσκονται στο χώρο του ατυχήματος για την επιδείνωση της υγείας κάποιου ασθενή.
5. Ενημέρωση για τη γεωγραφική θέση των ασθενοφόρων που έχουν αποσταλεί.
6. Ενημέρωση της θέσης του κάθε γιατρού για την καταγραφή του ιατρικού δυναμικού που βρίσκεται στο χώρο.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις του ιατρικού κέντρου:

1. Αποστολή του κατάλληλου ιατρικού προσωπικού στην περιοχή του ατυχήματος ανάλογα των απαιτήσεων σε ιατρικό δυναμικό.
2. Ιατρικοί εμπειρογνώμονες επιλέγουν περιστατικά από τη λίστα των διαθέσιμων περιστατικών που έχουν αποσταλεί από τον server στο σημείο του ατυχήματος.
3. Από το επιλεγμένο περιστατικό:
 - α. Εμφάνιση πληροφοριών από τον αισθητήρα σε διαφορετικά γραφήματα ανάλογα με την ανάγνωση (αρτηριακή πίεση, ρυθμός αναπνοής, παλμών, θερμοκρασία, κλπ.)
 - β. Ερμηνεία των γεωγραφικών δεδομένων, και απεικόνιση του χάρτη για τον εντοπισμό της μονάδας.
 - γ. Προβολή του βίντεο που μεταδίδεται από τον χώρο του ατυχήματος.

δ. Εάν η ταυτότητα του ασθενή είναι διαθέσιμη, αναζήτηση και να ανάκτηση του αντίστοιχου ιατρικού ιστορικού του ασθενούς και αποστολή στον server για ενημέρωση του ιατρικού δυναμικού που έχει παραμείνει στο ατύχημα.

Εικόνα 2. Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης του ERPHA για έκτακτες καταστάσεις



Κεφάλαιο 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή παρουσιάσαμε αρχικά τι είναι context και ποιες εφαρμογές είναι context-aware δίνοντας τους περισσότερους ορισμούς που υπάρχουν στην βιβλιογραφία κάνοντας και την αξιολόγησή τους ανάλογα με την ακρίβεια και την γενικότητα που επιτυγχάνουν.

Έπειτα παρουσιάσαμε αναλυτικότερα τις context-aware εφαρμογές, αναφέροντας αρχικά τα σύγχρονα αρχιτεκτονικά πρότυπα σχεδίασης ενός συστήματος διαχείρισης πληροφοριών. Δείξαμε τις τεχνολογίες αυτών των συστημάτων που προσδιορίζονται βέβαια από τις ειδικές απαιτήσεις και τις καταστάσεις στις οποίες πρέπει να λειτουργήσει το κάθε σύστημα. Τέλος αναφέραμε τα κυριότερες αρχιτεκτονικές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία και αναφέραμε τις προσεγγίσεις που έχουν προταθεί.

Για την mHealth αφού ορίσαμε καθαρότερα σε τι αναφερόμαστε με αυτόν το νέο όρο, παρουσιάσαμε τις κυριότερες τεχνολογίες αιχμής που χρησιμοποιούνται. Ακολούθως προσδιορίσαμε τα φορητά συστήματα και τις αντίστοιχες πλατφόρμες. Κύρια αναφορά έγινε σε ένα βασικό του στοιχείο, τα smartphones, παρουσιάζοντας τα γνωστότερα λειτουργικά συστήματα αλλά και των υπηρεσιών που προσφέρουν στον χρήστη γενικότερα αλλά και πιο συγκεκριμένα σε υπηρεσίες που προσφέρουν στην πρακτική της ιατρικής βοήθειας. Μια αναφορά έγινε και στην ροή πληροφορίας σε αυτά τα συστήματα δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στη χρήση τεχνολογιών ανοιχτού κώδικα.

Στη συνέχεια αναπτύξαμε ένα παράδειγμα αρχιτεκτονικής mHealth συστήματος, το ERPHA. Το ERPHA (Emergency Remote Pre-Hospital Assistance) είναι ένα πρότζεκτ που σκοπός του είναι η αντιμετώπιση της ανάπτυξης μιας τεχνολογικής λύσης που θα κάνει χρήση της συνεχούς παρακολούθησης του ασθενή κατά τη διάρκεια της προνοσοκομειακής περιόδου. Το ERPHA επίσης βοηθάει ενισχύοντας την προνοσοκομειακή φροντίδα υποστηρίζοντας παρεμβάσεις εξειδικευμένων γιατρών με σημαντικές πληροφορίες βίντεου, εικόνες και ήχου καθώς και ενδείξεις των ζωτικών σημείων. Το ERPHA συλλέγει αυτές τις πληροφορίες κάνοντας χρήση αισθητήρων μεταφέροντας τις πληροφορίες μέσω μιας μονάδας επικοινωνίας δημιουργώντας ένα δίκτυο BSN (body-sensor-network). Η μονάδα επικοινωνίας, ένα smartphone, παρουσιάζει και προωθεί τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν στο νοσοκομείο. Οι πληροφορίες αυτές που στάλθηκαν αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων που διατηρεί το ιστορικό του ασθενή, προσδιορίζοντας το είδος της ιατρικής φροντίδας που του παρέχεται και κατηγοριοποιώντας την επικινδυνότητα του τραυματισμού.

Το σύστημα ERPHA εφαρμόζεται στην ιατρική και στο σύστημα υγείας προσπαθώντας να βοηθήσει στο πρόβλημα της έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού στην υγεία, όπως είναι η παρακολούθηση συγκεκριμένων ασθενών (π.χ., ασθενείς με διαβήτη, ηλικιωμένοι) ή στη χρήση των πληροφοριών από επαγγελματίες στα νοσοκομεία (δηλαδή, τους γιατρούς, τους νοσηλευτές και το προσωπικό του νοσοκομείου). Όμως το σύστημα αυτό ανταποκρίνεται σε συνθήκες καθημερινής χρήσης χωρίς να λαμβάνει υπόψιν του άλλες περιπτώσεις που απαιτούν διαφορετική αντιμετώπιση. Εμείς λοιπόν στην εργασία αυτή προτείναμε δύο διαφορετικές αρχιτεκτονικές επεκτάσεις, μία ώστε το σύστημα να είναι συμβατό με τα πιο σύγχρονα πρότυπα ευρυζωνικών ασύρματων δικτύων (4G τεχνολογία ή δορυφορικό internet) που χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις και μία για να αντιμετωπίζονται τα προβλήματα που δημιουργούνται σε έκτακτες καταστάσεις, όπως είναι οι σεισμοί και οι πυρκαγιές, καθώς τα περιβάλλοντα που δημιουργούνται είναι χαοτικά και απαιτούν ειδική μεταχείριση.

Στην πρώτη προτεινόμενη επέκταση της αρχιτεκτονικής του ERPHA πετύχαμε μεγαλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων στην περίπτωση της υπερκάλυψης των

δικτυακών απαιτήσεων του ίδιου του συστήματος. Αυτό επιτεύχθηκε με την παροχή περισσότερων υπηρεσιών που είχαν υψηλότερες απαιτήσεις σε ρυθμό δεδομένων και σε δείκτες ποιότητας QoS και μέσω της επέκτασης για decision support δίνοντας στο σύστημα δυνατότητα να αποφασίζει την επιλογή ασθενοφόρου, νοσοκομείου και γιατρών.

Στη δεύτερη προτεινόμενη επέκταση, το σύστημα ERPHA σχεδιάστηκε ώστε να αντιμετωπίσει με διαφορετικό τρόπο την μεταφορά και την αποστολή δεδομένων για κάθε ασθενή σε έκτακτες καταστάσεις. Το σύστημα παρείχε την εγκατάσταση ad-hoc δικτύου ώστε να επιτυγχάνεται η συνεχής παρακολούθηση του μεγέθους της διαλογής, των πληροφοριών για την ψυχολογική κατάσταση των ασθενών και την αυτοματοποιημένη διανομή των πληροφοριών για κάθε ασθενή σε πραγματικό χρόνο, σε κάθε μέλος της ιατρικής ομάδας που βρίσκεται εντός χώρου του ατυχήματος, αλλά και μακριά του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] M. Weiser, “The computer for the twenty-first century”, *Scientific American*, vol. 265, no. 3, pp. 94–104, 1991.
- [2] Λεξικό της νέας ελληνικής γλώσσας-Γ.Ι. Μπαμπινιώτης
- [3] B.N. Schilit and M.M. Theimer, “Disseminating Active Map Information to MobileHosts”, *IEEE Network*, vol. 8, no. 5, pp. 22–32, 1994.
- [4] P.J. Brown, J.D. Bovey and X. Chen, “Context-Aware Applications: From the Laboratory to the Marketplace”, *IEEE Personal Communications*, vol. 4, no. 5, pp. 58–64, 1997.
- [5] N. Ryan, J. Pascoe and D. Morse, “Enhanced Reality Fieldwork: the Context-Aware Archaeological Assistant”, *Computer Applications in Archaeology*, British Archaeological Reports, Oxford, 1998.
- [6] A.K. Dey, “Context-Aware Computing: The CyberDesk Project”, *AAAI ’98 Spring Symposium on Intelligent Environments*, Technical Report SS-98-02, pp. 51–54, 1998.
- [7] P. J. Brown, “The Stick-e Document: a Framework for Creating Context-Aware Applications”, *Electronic Publishing*, pp. 259–272, 1996.
- [8] D. Franklin and J. Flaschbart, “All Gadget and No Representation Makes Jack a Dull Environment”, *AAAI ’98 Spring Symposium on Intelligent Environments*, Technical Report SS-98-02, pp. 155–160, 1998.
- [9] A. Ward, A. Jones and A. Hopper, “A New Location Technique for the Active Office”, *IEEE Personal Communications*, vol. 4, no. 5, pp. 42–47, 1997.
- [10] T. Rodden, K. Cheverst, K. Davies and A. Dix, “Exploiting Context in HCI Design for Mobile Systems”, *Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices*, 1998.
- [11] R. Hull, P. Neaves and J. Bedford-Roberts, “Towards Situated Computing”, *1st International Symposium on Wearable Computers*, pp. 146–153, 1997.
- [12] B. Schilit, N. Adams and R. Want, “Context-Aware Computing Applications”, *Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp. 85–90, IEEE

Computer Society, 1994.

[13] A. K. Dey, G. D. Abowd and A. Wood, "CyberDesk: A Framework for Providing Self-Integrating Context-Aware Services", *Knowledge-Based Systems*, vol. 11, no.1, pp. 3–13, 1999.

[14] J. Pascoe, "Adding generic contextual capabilities to wearable computers", 2nd International Symposium on Wearable Computers (IEEE Computer Society), pp. 92–99, Pittsburgh, 1998.

[15] D. Salber and G.D. Abowd, "The Design and Use of a Generic Context Server", *Perceptual User Interfaces Workshop (PUI '98)*, San Francisco, CA, pp. 63–66, 1998.

[16] G.D. Abowd and A.K. Dey, "Towards a Better Understanding of Context and Context-awareness", 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC '99), pp. 304–307, 1999.

[17] A. Schmidt, K. Asante Aidoo, A. Takaluoma, U. Tuomela, K. Van Laerhoven and W. Van de Velde, "Advanced Interaction in Context", *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 1707, pp.89–101 (Springer-Verlag Heidelberg), 1999.

[18] G. Chen and D. Kotz, "A survey of context-aware mobile computing research", Technical Report TR2000-381, Dartmouth College, USA, 2000. [19] M. Brown, "Supporting User Mobility", International Federation for Information Processing, 1996.

[19] M. Brown, "Supporting User Mobility", International Federation for Information Processing, 1996.

[20] J. Cooperstock, K. Tanikoshi, G. Beirne, T. Narine and W. Buxton, "Evolution of a Reactive Environment", In *Proceedings of CHI '95*, pp. 170–177, 1995.

[21] S. Elrod, G. Hall, R. Costanza, M. Dixon and J. des Rivieres, "Responsive Office Environments", *CACM*, vol. 36, no. 7, pp. 84–85, 1993.

[22] J. Rekimoto, Y. Ayatsuka and K. Hayashi, "Augmentable Reality: Situated Communication through Physical and Digital Spaces", 2nd International Symposium on Wearable Computers, pp. 68–75, 1998.

[23] S. Fickas, G. Korteum, and Z. Segall, "Software Organization for Dynamic and Adaptable Wearable Systems", In *Proceedings of 1st International Symposium on Wearable Computers*, pp. 56–63, 1997.

- [24] J. Pascoe, N. S. Ryan and D. R. Morse, “Human-Computer-Giraffe Interaction – HCI in the Field”, Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, 1998.
- [25] D. Salber, A. K. Dey and G. D. Abowd, “Ubiquitous Computing: Defining an HCI Research Agenda for an Emerging Interaction Paradigm”, Georgia Tech GVU Technical Report GIT-GVU-98-01, 1998.
- [26] G. Korteum, Z. Segall and M. Bauer, “Context-Aware, Adaptive Wearable Computers as Remote Interfaces to “Intelligent” Environments”, 2nd International Symposium on Wearable Computers, pp.58–65, 1998.
- [27] A. Dey, “Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications”, Ph.D. thesis, College of Computing, GA Institute of Technology, December 2000.
- [28] N. Davies, K. Mitchell, K. Cheverst and G. Blair, “Developing a Context Sensitive Tourist Guide”, 1st Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, GIST Technical Report G98-1, 1998.
- [29] A. K. Dey, and G. D. Abowd, “CyberDesk: The Use of Perception in Context-Aware Computing”, 1st Workshop on Perceptual User Interfaces, pp. 26–27, 1997.
- [30] G. D. Abowd, A. K. Dey, R. Orr and J. Brotherton, “Context-Awareness in Wearable and Ubiquitous Computing”, 1st International Symposium on Wearable Computers, pp. 179–180, 1997.
- [31] Ryan, “Mobile Computing in a Fieldwork Environment: Metadata Elements”, Project working document, Version 0.2, 1997.
- [32] P.J. Brown, “Triggering Information by Context”, Personal Technologies, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 1998.
- [33] Σύστημα διάχυτης και διεισδυτικής Υπολογιστικής με Επίγνωση του Περιβάλλοντος-Μαρια Α.Στριμπάκου
- [34] mHealth, Transforming Healthcare, Donna Malvey-Donna J. Slovensky
- [35] Emerging Mobile Communication Technologies for Health, Basant Kumar, S. P. Singh and Anand Mohan
- [36] mHealth Portable Systems and Platforms. Saifal Zahir, Radwa Hammad
- [37] A Proposal of a Mobile Health Data Collection and Reporting System for the Developing World By Deo Shao
- [38] World Health Organization, The top 10 causes of death, Fact sheet No. 310 (June 2011)

- [39] Software Architecture for Emergency Remote Pre-hospital Assistance Systems- Juan C. Lavariega, Alfonso Avila, and Lorena G. Gómez-Martínez
- [40] McConnell, K. J., Richards, C. F., Daya, M., Weathers, C. C., and Lowe, R. A., Ambulance diversion and lost hospital revenues. *Ann. Emerg. Med.* 48:702–710, 2006.
- [41] Mapping of Multiple Parameter M-health Scenarios to MobileWiMAX QoS Variables, Ali Alinejad, *Student Member, IEEE*, N. Philip, *Member, IEEE*, R. S. H. Istepanian, *Senior Member, IEEE*
- [42] R. DeVaul, and A. Pentland, “The Ektara Architecture: The Right Framework for Context-Aware Wearable and Ubiquitous Computing Applications”, The Media Laboratory, MIT, 2000.
- [43] M. Beigl, H. W. Gellersen, A. Schmidt, “Mediacups: Experience with design and use of computer-augmented everyday objects”, *Computer Networks*, Elsevier, vol. 35, no. 4, pp. 401–409, 2001.
- [44] Technology for Enabling Awareness (TEA), URL: <http://www.teco.edu/tea/>.
- [45] M. Ebling. G. Hunt and H. Lei. “Issues for Context Services for Pervasive Computing”, Workshop on Middleware for Mobile Computing, Heidelberg, Germany, 2001.
- [46] K.M. Hansen, B. MacIntyre, E.D. Mynatt, J. Tullio and S. Volda, “Hypermedia in the Kimura SYstem: Using Spatial, Temporal, and Navigational Relationships to Support Multitasking and Background Awareness”, *ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (Hypertext '01)*, pp. 14–18, Aarhus, Denmark, 2001.
- [47] G. Chen and D. Kotz, “Solar: A Pervasive-Computing Infrastructure for Context-Aware Mobile Applications”, Technical report, TR2002-421, Department of Computer Science, Dartmouth College, 2002.
- [48] D. Garlan, D. Siewiorek, A. Smailagic, and P. Steenkiste, “Project Aura: Towards Distraction-Free Pervasive Computing”, *IEEE Pervasive Computing*, vol. 1, no. 2, pp. 22–31, 2002.
- [49] T. Kanter, “Attaching Context-Aware Services to Moving Locations”, *IEEE Internet Computing*, vol. 7, no. 2, pp. 43–51, 2003.
- [50] T. Kindberg, J. Barton, J. Morgan, G. Becker, D. Caswell, P. Debaty, G. Gopal, M. Frid, V. Krishnan, H. Morris, J. Schettino, J. Serra and M. Spasojevic, “People, Places, Things: Web Presence for the Real World”, *ACM MONET (Mobile Networks & Applications Journal)*, vol. 7, no. 5, pp. 365–376, 2002.

- [51] T. Hofer, W. Schwinger, M. Pichler, G. Leonhartsberger, J. Altmann, W. Retschitzegger, “Context-Awareness on Mobile Devices – the Hydrogen Approach”, 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, 2003.
- [52] P. Korpipää, J. Mäntyjärvi, J. Kela, H. Keränen and E. J. Malm, “Managing Context Information in Mobile Devices”, IEEE Pervasive Computing, vol. 2, no. 3, pp. 42–51, 2003.
- [53] H. Chen, T. Finin, A. Joshi and L. Kagal, “Intelligent Agents Meet the Semantic Web in Smart Spaces”, IEEE Internet Computing, vol. 8, no. 6, pp. 69–79, 2004.
- [54] T. Gu, H. K. Pung and D. Q. Zhang, “Toward an OSGi-Based Infrastructure for Context-Aware Applications”, IEEE Pervasive Computing, vol. 3, no. 4, pp. 66–74, 2004.
- [55] P. Fahy and S. Clarke, “CASS: Middleware for Mobile Context-Aware Applications”, ACM MobiSys (International Conference on Mobile Systems, Applications and Services) Workshop on Context Awareness, pp. 304–308, Boston, USA, 2004.
- [56] G. Biegel and V. Cahill, “A Framework for Developing Mobile, Context-aware Applications”, 2nd IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications, Orlando, FL, USA, 2004.
- [57] A. Ranganathan, J. Al-Muhtadi, and R. H. Campbell, “Reasoning about Uncertain Contexts in Pervasive Computing Environments”, IEEE Pervasive Computing, vol. 3, no. 2, pp. 62–70, 2004.
- [58] M. Khedr, and A. Karmouch, “ACAI: Agent-Based Context-aware Infrastructure for Spontaneous Applications”, Journal of Network and Computer Applications, vol. 28, no. 1, pp. 19–44, Academic Press Ltd., 2005.
- [59] M. Grossmann, M. Bauer, N. Höhle, U.P. Käppler, D. Nicklas and T. Schwarz, “Efficiently Managing Context Information for Large-scale Scenarios”, 3rd IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom’05), 2005, Kauai, Hawaii, USA, pp. 331–340, IEEE Computer Society.
- [60] K. Henriksen, and J. Indulska, “Developing Context-Aware Pervasive Computing Applications: Models and Approach”, Journal of Pervasive and Mobile Computing, vol. 2, no. 1, pp. 37–64, Elsevier, 2006.