

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

MobileECG: Σήματα ζωτικής σημασίας στην παλάμη του
χεριού σας

Σίλεια Σωτηρίου

Επιβλέπων καθηγητής
Ανδρέας Πιτσιλλίδης

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

Ιούνιος 2007

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Ανδρέα Πιτσιλλίδη, για την πολύ καλή συνεργασία που είχαμε καθ' όλο το χρονικό διάστημα εκπόνησης της διπλωματικής αυτής εργασίας. Οι συμβουλές του, οδηγίες αλλά και κατευθύνσεις, συνέβαλαν στο μέγιστο, για την επιτυχή κατά την άποψη μου ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον αγαπημένο μου Παναγιώτη Ανδρέου ο οποίος με βοήθησε σε όλη τη διάρκεια της υλοποίησης της διπλωματικής μου εργασίας, τόσο σε θέματα ερευνητικά όσο σε θέματα ιδεών ως προς την υλοποίηση του συστήματος.

Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, και ιδιαίτερα στη μητέρα μου, που με στήριξαν ηθικά και ψυχολογικά σε ολόκληρη την πορεία μου κατά τη διάρκεια φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο Κύπρου αλλά και κατά τη δύσκολη αυτή περίοδο ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ την αγαπημένη μου φίλη και παλιά συμμαθήτριά Έλενα, την αγαπημένη μου φίλη Θεοδοσία και όλους τους φίλους μου που με στήριξαν με την αγάπη, τη φιλία και συμπαράσταση τους όλο αυτό το διάστημα. Πάνω απ' όλα όμως ευχαριστώ το Θεό που με αξίωσε να ολοκληρώσω τη φοίτηση μου στο Πανεπιστήμιο Κύπρου με τη συμπλήρωση της εργασίας αυτής και την Αγία Μαρίνα που υπήρξε πάντα βοηθός μου στη δύσκολη αυτή πορεία.

Περίληψη

Στη διπλωματική αυτή εργασία έχουμε κατά κύριο λόγο ασχοληθεί με τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα των ασθενών. Συγκεκριμένα, η διπλωματική αυτή εργασία έχει να κάνει με την αποθήκευση, παρουσίαση και διαχείριση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων σε κινητές συσκευές.

Έχουμε μελετήσει τις διάφορες συσκευές που υπάρχουν σήμερα στην αγορά σχετικά με την καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφημάτων για να καταλήξουμε στο συμπέρασμα σχετικά με το ποιες από αυτές θα μπορέσουν να μας παρέχουν τα δεδομένα που παίρνουμε από ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα. Ακόμη, έγινε μελέτη σχετικά με τους διάφορους τύπους υπηρεσιών του διαδικτύου που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε για τη μεταφορά των δεδομένων από τον ασθενή προς κάποια βάση δεδομένων και από τη βάση δεδομένων στην κινητή συσκευή που θα κρατάει στα χέρια του ο ιατρός ή το άτομο που θα παρακολουθεί τον ασθενή. Τέλος, μελετήσαμε τις διάφορες κινητές συσκευές που υπάρχουν στην αγορά σήμερα, και συγκεκριμένα τις συσκευές οι οποίες έχουν το λειτουργικό Windows για να είναι εφικτή η εγκατάσταση του συστήματος μας πάνω σε αυτές. Επίσης, απαραίτητο συστατικό των κινητών συσκευών ήταν η μνήμη για να μπορούμε να αποθηκεύουμε τοπικά τα δεδομένα των ηλεκτροκαρδιογραφημάτων που παίρνουμε.

Το σύστημα που υλοποιήσαμε παρέχει στο χρήστη του διάφορες δυνατότητες σχετικά με τη διαχείριση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων αλλά και με τη μορφοποίηση τους με τρόπο που να μπορεί να τα επεξεργάζεται και να τα αναλύει ευκολότερα. Με τη φόρτωση του συστήματος στην κινητή συσκευή γίνεται μεταφορά δεδομένων σχετικά με ασθενείς σε υπάρχουσα βάση δεδομένων καθώς επίσης και αρχείων ECG που σχετίζονται με αυτούς.

Η υλοποίηση του συστήματος αυτού, είναι μια προσπάθεια μας για βελτίωση του τρόπου ζωής ασθενών με χρόνιες παθήσεις παρέχοντας τη δυνατότητα μετακίνησης τους στους δικούς τους χώρους και στις εργασίες τους καθώς επίσης για διευκόλυνση του τρόπου εργασίας των ιατρών οι οποίοι μπορούν με τον τρόπο αυτό να μετακινούνται ελεύθερα ενώ παράλληλα παρακολουθούν συνέχεια κάποιο ασθενή.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	1
1.1	Τηλεϊατρική	1
1.2	Μεταφορά δεδομένων στην Τηλεϊατρική	2
1.3	Ιατρική Φροντίδα	4
1.4	Υποκίνηση Έρευνας	5
1.5	Στόχοι/Συνεισφορά	5
1.6	Σκιαγράφηση Έρευνας	7
Κεφάλαιο 2	Έρευνα	9
2.1	Εισαγωγή	9
2.2	Συστήματα Γραφικών Ηλεκτροκαρδιογραφικών Σημάτων	9
2.2.1	Τι είναι το ηλεκτροκαρδιογραφικό σήμα ECG	9
2.2.2	Τομείς εφαρμογής των διαγνώσεων των ECGs	10
2.2.3	Η γραφική αναπαράσταση του ECG	10
2.2.4	Διάγνωση βασισμένη στο ECG	12
2.2.5	Συσκευές για καταγραφή και προβολή ECG	13
2.2.6	Αξιολόγηση συσκευών καταγραφής ECG	18
2.2.7	Σχετική εργασία	18
2.3	Ανοικτά θέματα	23
Κεφάλαιο 3	Τεχνολογίες και Πρότυπα	25
3.1	Εισαγωγή	25
3.2	Το εργαλείο Microsoft Visual Studio .NET	25
3.3	Η γλώσσα C#	26
3.4	Ανάλυση δεδομένων	28
3.4.1	Δεδομένα εξαρτημένα από το χρόνο	28
3.4.2	Δεδομένα συνεχόμενης ροής	29
3.4.3	Αξιολόγηση	30
3.5	Ασύρματα Δίκτυα	31
3.5.1	GSM	31
3.5.2	GPRS	33
3.5.3	Wi-Fi	34
3.5.4	Bluetooth	36
3.5.5	Αξιολόγηση	36
3.6	Κινητές συσκευές/Πελάτες	37
3.6.1	Laptops	37
3.6.2	Tablets	38
3.6.3	Pocket PCs and Smartphones	39
3.6.4	Αξιολόγηση	39
3.7	Ανασκόπηση τεχνολογιών	40

Κεφάλαιο 4	Το σύστημα MobileECG	42
4.1	Εισαγωγή	42
4.2	Απαιτήσεις και προδιαγραφές του συστήματος	42
4.2.1	Ορισμός του προβλήματος	42
4.2.2	Σκοπός υλοποίησης του συστήματος MobileECG	43
4.2.3	Γενική περιγραφή του συστήματος	44
4.2.4	Αναλυτικές Απαιτήσεις του συστήματος	52
4.3	Σχεδιασμός.....	59
4.3.1	Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	59
4.3.2	Διάγραμμα Σχέσεων Οντοτήτων του Συστήματος (ER)	60
4.3.3	Αναλυτική Σχεδίαση των κλάσεων του συστήματος	62
4.4	Υλοποίηση	63
4.4.1	Τα αντικείμενα γραφικών αναπαραστάσεων	64
4.4.2	Περιγραφή του συστήματος.....	65
4.5	Προβλήματα.....	75
Κεφάλαιο 5	Πειραματική Αξιολόγηση	78
5.1	Αξιολόγηση συστήματος MobileECG.....	78
5.1.1	Απαιτήσεις που καλύφθηκαν	78
5.1.2	Απαιτήσεις που αναβλήθηκαν	80
5.1.3	Κοινωνικό Όφελος.....	81
5.1.4	Οικονομικό Όφελος	82
5.2	Πειραματική αξιολόγηση μέσω ενοποίησης με το ΔΙΤΗΣ.....	83
5.2.1	Το σύστημα ΔΙΤΗΣ	83
5.2.2	Συμβολή συστήματος στην Τηλεϊατρική.....	83
5.2.3	Αρχιτεκτονική του συστήματος ΔΙΤΗΣ	84
5.2.4	Συνεισφορά του συστήματος ΔΙΤΗΣ	86
5.2.5	Ενοποίηση του συστήματος ΔΙΤΗΣ με άλλα συστήματα	88
5.2.6	Ενσωμάτωση του MobileECG στο σύστημα ΔΙΤΗΣ.....	89
Κεφάλαιο 6	Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία	91
6.1	Συμπεράσματα	91
6.2	Μελλοντική Εργασία	92
Βιβλιογραφία		94

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Τηλεϊατρική

Τηλεϊατρική¹ είναι η μελέτη, διάγνωση, και πιθανή πρόληψη από ασθένεια ή τραυματισμό, εξ' αποστάσεως. Κάποια πολύ απλά παραδείγματα που εφαρμόζεται η τηλεϊατρική, για κατατοπισμό του αναγνώστη είναι όταν δύο επιστήμονες της ιατρικής ανταλλάσσουν απόψεις και γνώμες μέσω τηλεφώνου, ή σε κάποια πιο περίπλοκη κατάσταση όπου μερικοί ιατροί χρησιμοποιούν τεχνολογίες του διαδικτύου και της πληροφορικής (όπως επικοινωνίας μέσω video – video conferencing δηλαδή) για να συμβουλευθούν συναδέλφους τους σε πραγματικό χρόνο (για κάποια επέμβαση που πιθανό να εκτελείται) ή ακόμη και ασθενείς τους, οι οποίοι βρίσκονται στο σπίτι, παρουσιάζουν κάποια συμπτώματα και χρειάζονται την γνώμη τους. Στις περιπτώσεις όπου οι ασθενείς αυτοί, λόγω της ιατρικής κατάστασης τους δεν επιτρέπεται να μεταβαίνουν συχνά στην κλινική ή στο νοσοκομείο η τηλεϊατρική είναι αναγκαία τόσο σε επείγοντα περιστατικά όσο και στην καθημερινή τους ρουτίνα.

Γενικά στην τηλεϊατρική χρησιμοποιούνται επικοινωνίες και τεχνολογίες της πληροφορικής για τη μεταφορά δεδομένων (πιθανό ζωτικής σημασίας). Η μέθοδος της επικοινωνίας εξ' αποστάσεως έχει τις ρίζες της όμως πριν από δύο χιλιάδες χρόνια περίπου, όπου οι αρχαίοι Αιγύπτιοι² είχαν σαν βασική αρχή τη μελέτη και την εκτενή εξέταση του προβλήματος ή της ασθένειας κάποιου ατόμου, και μόνο μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής προχωρούσαν στην θεραπεία του προβλήματος. Αργότερα, ο Έλληνας φυσικός Γαληνός, ακολούθησε μια δική του τακτική στον τομέα της ιατρικής, η οποία λίγο πολύ μας θυμίζει τη διαδικασία που ακολουθείται όταν παρέχεται θεραπεία ασθενούς εξ' αποστάσεως μέσω της δικής μας, μοντέρνας τηλεϊατρικής. Ο Γαληνός³ συγκεκριμένα, συνήθιζε να επικοινωνεί μέσω αλληλογραφίας με τους ασθενείς του, οι οποίοι του περιέγραφαν τα συμπτώματα τους. Μερικές φορές όμως, μπορούσε

ακόμη να μη ακούσει καν το πρόβλημα τους και με μια απλή εξέταση να αποφανθεί ο ίδιος για το πρόβλημα. Αφού διαπίστωνε το πρόβλημα, χρησιμοποιούσε την αλληλογραφία για να τους συμβουλευτεί *εξ' αποστάσεως* για τη φαρμακευτική αγωγή που πρέπει να ακολουθήσουν ή την αποθεραπεία.

Η σημερινή κοινωνία της πληροφορίας, η οποία παρουσίασε ραγδαία εξέλιξη τα τελευταία χρόνια, μπορεί να υποβοηθήσει το πρόβλημα της τηλεϊατρικής εφαρμόζοντας μία πληθώρα από διαθέσιμες τεχνολογίες οι οποίες οδηγούν στην πιο αποδοτική εφαρμογή της φροντίδας και συνεπώς την αύξηση της ποιότητας του ασθενή. Μεγάλο παράγοντα παίζει επίσης και η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών, όπου προσφέρει τη δυνατότητα μεταφοράς πληροφοριών μέσω του διαδικτύου με μεγάλες ταχύτητες καθιστώντας έτσι δυνατή την ενίσχυση της τηλεϊατρικής με την διάθεση πολυμέσων, όπως εικόνες, βίντεο και ήχο.

Ανασκοπώντας τα πιο πάνω δεδομένα είναι πλέον προφανές οι δυνατότητες που παρουσιάζει η τηλεϊατρική στις μέρες μας. Με τη χρήση της πληροφορικής, του διαδικτύου και των κινητών συσκευών, οι εμπλεκόμενοι σε θέματα τηλεϊατρικής μπορούν να επικοινωνούν με διάφορους τρόπους, να ανταλλάζουν γνώμες και απόψεις, ασθενείς μπορούν να παίρνουν συμβουλές από τους γιατρούς και το παραϊατρικό προσωπικό σχετικά τη φαρμακευτική τους αγωγή ή τη θεραπεία που μπορεί να ακολουθούν καθώς και άλλα σενάρια. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλη αυτή η επικοινωνία μπορεί να γίνεται φυσικά και μεταξύ ατόμων που δε βρίσκονται κατά ανάγκη στην ίδια χώρα.

1.2 Μεταφορά δεδομένων στην Τηλεϊατρική

Η τηλεϊατρική εφαρμόζεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος αφορά τη συγχρονισμένη μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ενώ ο δεύτερος τρόπο την ασύγχρονη μεταφορά δεδομένων μέσω της αποθήκευσης και προώθησης δεδομένων (store and forward procedure). Η διαδικασία της συγχρονισμένης μεταφοράς δεδομένων απαιτεί όπως οι επικοινωνούντες να είναι σε απευθείας σύνδεση μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω τηλεφώνου, είτε μέσω διαφόρων υπηρεσιών που μας παρέχει το διαδίκτυο. Οι video – συνδιαλέξεις είναι μια τέτοια μέθοδος η οποία συνηθίζεται πολύ στις μέρες μας, καθώς και οι «ρομποτικές» επεμβάσεις. Για την επίτευξη αυτών των μεθόδων επικοινωνίας χρησιμοποιούνται επίσης αρκετές περιφερειακές συσκευές όπως οι υπολογιστές ή φορητοί

υπολογιστές, ή ακόμη και οι *κινητές συσκευές* που ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιεί ο χρήστης τους μπορούν να μας επιτρέψουν επικοινωνία είτε μόνο εντός κοντινών αποστάσεων είτε μακρινών αποστάσεων. Οι κινητές συσκευές θα είναι και το κύριο συστατικό στοιχείο στο οποίο θα δοθεί έμφαση στην παρούσα έρευνα. Η συγχρονισμένη μεταφορά δεδομένων, στον τομέα της ιατρικής, χρησιμοποιείται ειδικά στη νευρολογία, στη γυναικολογία, στην ενδο-νοσοκομειακή ιατρική, στην *καρδιολογία* και σε πολλούς άλλους τομείς, για την καθοδήγηση συναδέλφων ή ασθενών, όπως έχω αναφέρει και πιο πάνω.

Στην καρδιολογία συγκεκριμένα, ένας ασθενής μπορεί να είναι στο σπίτι συνδεδεμένος με ιατρικά μηχανήματα που παράγουν ηλεκτροκαρδιογραφήματα για παράδειγμα, τα οποία κάποιος ιατρός μπορεί να παρακολουθεί είτε από το σπίτι του είτε από τη δουλειά, χωρίς να χρειάζεται να βρίσκεται δίπλα στον ασθενή. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί επίσης να εξάγει κάποιο συμπέρασμα σχετικά με τα συμπτώματα του ασθενή, τα οποία θα επιβεβαιώσει το ηλεκτροκαρδιογράφημα το οποίο θα παρθεί. Άρα ο ιατρός θα πρέπει να επέμβει ή να χρειαστεί να δει από κοντά τον ασθενή του, μόνο σε περίπτωση που το πρόβλημα πάρει άσχημη τροπή και μπορεί να ελεγχθεί μόνο στο χώρο της κλινικής ή του νοσοκομείου.

Η άλλη μέθοδος που ακολουθεί η τηλεϊατρική, είναι αυτή της ασύγχρονης μεταφοράς δεδομένων όπως έχουμε ήδη αναφέρει. Με τον όρο αυτό, εννοούμε ότι μπορούμε να μεταφέρουμε ιατρικά δεδομένα (όπως εικόνες, ή σήματα ζωτικής σημασίας από κάποιο ηλεκτροκαρδιογράφημα που πάρθηκε) σε οποιαδήποτε στιγμή, και όχι απαραίτητα τη στιγμή που τα συλλαμβάνουμε. Τέτοιου είδους δεδομένα χρησιμοποιούνται συνήθως όταν οι ιατροί θέλουν να ανταλλάξουν απόψεις μεταξύ τους σχετικά με τα αποτελέσματα εξέτασης κάποιου ασθενή, χωρίς να χρειάζεται ο ασθενής να είναι άμεσα συνδεδεμένος με τους υπόλοιπους τη δεδομένη στιγμή. Ακόμη, αν κάποια πάθηση ή κάποιο ιατρικό πρόβλημα, για παράδειγμα στον τομέα της δερματολογίας, δεν είναι κρίσιμο ή ακόμη είναι κάποια χρόνια πάθηση, μπορεί να εξεταστεί και σε μετέπειτα στιγμή (από τη στιγμή που θα συλληφθεί η εικόνα) επειδή ο ασθενής δεν κινδυνεύει άμεσα. Άρα η ασύγχρονη μεταφορά δεδομένων μεταξύ ασθενή και ιατρού (σε οποιαδήποτε χώρα) θα είναι η ιδανική λύση σε μια τέτοια περίπτωση.

1.3 Ιατρική Φροντίδα

Ιατρική φροντίδα είναι πρόληψη, θεραπεία και διαχείριση ασθενειών που μπορούμε να επωφελομαστε μέσω επαγγελματιών όπως αυτά της ιατρικής, της νοσοκομειακής αλλά και άλλων παραϊατρικών επαγγελματιών. Σκοπός της όλης διαδικασίας είναι κάθε ασθενής να μπορεί να διατηρεί την φυσική και ψυχολογική του κατάσταση σε κάποιο σταθερό σημείο, επωφελούμενος παράλληλα των υπηρεσιών που μπορούν να του παρέχουν το ιατρικό προσωπικό καθώς επίσης και οι ειδικευμένες νοσοκόμες. Η ιατρική φροντίδα μπορεί να παρέχεται είτε σε συγκεκριμένα άτομα, είτε σε ομάδα ατόμων που το έχουν ανάγκη. Μια οργανωμένη παροχή τέτοιου είδους υπηρεσιών μπορεί να αποτελέσει ένα σύστημα ιατρικής φροντίδας. Ένα σύστημα σαν και αυτό θα μπορεί να υποστηρίξει τον ασθενή ακόμη και αν αυτός βρίσκεται στο σπίτι, ακριβώς σαν να έχει κάποιο άτομο δίπλα του να τον υποβοηθάει συνεχώς. Παράδειγμα ενός τέτοιου συστήματος είναι και το σύστημα ΔΙΤΗΣ, που σε συνεργασία με τους νοσηλευτές και το ιατρικό προσωπικό του ΠΑΣΥΚΑΦ (Παγκύπριος Σύνδεσμος Καρκινοπαθών και Φίλων), δημιουργήθηκε για να παρέχει ακριβώς αυτού του είδους υπηρεσίες στους ασθενείς αλλά και στα κοντινά τους πρόσωπα.

Μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε το καλό που μπορεί να παρέχει η ιατρική φροντίδα, τόσο στην οικονομία του τόπου μας αλλά όσο και στους ίδιους τους ασθενείς, οι οποίοι πλέον δε θα χρειάζονται να μετακινούνται από το σπίτι για απλές εξετάσεις ρουτίνας για παράδειγμα, αφού για τα θέματα αυτά έχουν αναλάβει πληροφοριακά συστήματα ιατρικής φροντίδας. Στην Αμερική, το 2003 είχε γίνει καταμέτρηση των εξόδων της χώρας όπου φάνηκε στο τέλος ότι τα έξοδα για την ιατρική φροντίδα (η οποία περιλάμβανε πληρωμές σε νοσοκομεία, θεραπευτές και ιατρικό προσωπικό, επισκέψεις νοσοκόμων στα σπίτια των ασθενών, φάρμακα, ιατρικό εξοπλισμό και άλλα πολλά) ανήλθαν στο 15.3 τοις εκατό των συνολικών εξόδων της χώρας⁴. Άρα με τα συστήματα ιατρικής φροντίδας, ο ασθενής δε χρειάζεται να κρατείται στο νοσοκομείο όταν δεν είναι άμεση ανάγκη. Ακόμη οι κατ' οίκων επισκέψεις των νοσοκόμων περιορίζονται ακόμη περισσότερο. Αποτέλεσμα όλων αυτών, είναι ο ασθενής να γλιτώνει αρκετή από την ταλαιπωρία που υπέφερε εξ' αιτίας της ασθένειάς του, αλλά και να μην ταλαιπωρείται οικονομικά ούτε ο ασθενής, ούτε το κράτος.

1.4 Υποκίνηση Έρευνας

Μέσα στα πλαίσια της ιατρικής φροντίδας που μπορούν να παρέχουν οι ιατροί και οι νοσηλευτές στους ασθενείς τους, η παρακολούθηση εξ' αποστάσεως κρίνεται ως μια από τις πιο βασικές και σημαντικές υπηρεσίες η οποία υποβοηθάει ιδιαίτερα τόσο τους ασθενείς όσο και το ιατρικό προσωπικό στη βελτίωση της εργασίας τους και πιθανό την άμεση παρέμβαση τους εκεί που χρειάζεται.

Κάθε ιατρός, ο οποίος θέλει να έχει πλήρη επίγνωση της κατάστασης του ασθενή του, ενόσω βρίσκεται μακριά ο ένας από τον άλλο (είτε ο ιατρός είτε ο ασθενής), θα πρέπει να έχει στα χέρια του ένα αρκετά πρόσφατο και ενημερωμένο ηλεκτροκαρδιογράφημα (ECG), το οποίο θα μπορεί να του δώσει τις κατάλληλες ενδείξεις σχετικά με την κατάσταση του ασθενή. Το ECG μπορεί να προμηθεύεται από μία πληθώρα από συμβατικές συσκευές στις μέρες αλλά στην παρών φάση αυτές οι συσκευές βρίσκονται στο προσωπικό ιατρείο του επαγγελματία η στην κλινική στην οποία εργάζεται. Η συνήθης διαδικασία περιλαμβάνει τον ασθενή να εισέρχεται στο ιατρείο η την κλινική που εργάζεται ο επαγγελματίας ιατρός και ακολούθως να εκδίδεται το ECG χρησιμοποιώντας μία από τις συμβατικές μηχανές. Τι γίνεται όμως όταν ο προσωπικό ιατρός του ασθενή απουσιάζει από το ιατρείο του; Τι γίνεται στην περίπτωση που ο ασθενής είναι ανίκανος να μετακινηθεί από το χώρο του; Και στη πιο ακραία περίπτωση, τι γίνεται στην περίπτωση που και οι δύο απουσιάζουν από το χώρο τους!

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες παρουσιάζεται μία κλήση της κοινότητας προς την κατ' οίκων φροντίδα. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στην έρευνα πως προβλήματα όπως τα πιο πάνω μπορούν να επιλυθούν.

1.5 Στόχοι/Συνεισφορά

Κάθε ασθενής, και συγκεκριμένα ασθενείς με χρόνιες παθήσεις, θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να απολαμβάνει ιατρικές υπηρεσίες από το σπίτι, αλλά κυρίως να μπορεί να τυγχάνει της πρόληψης και της αποφυγής σοβαρών επιπλοκών της υγείας του όταν δεν μπορεί να μεταβαίνει στο χώρο του νοσοκομείου ή της κλινικής όπου παρακολουθείται. Ένας ασθενής, μπορεί να ζήσει αξιοπρεπώς στο σπίτι του, χωρίς να χρειάζεται να περνάει τις μέρες του στο κρεβάτι ενός νοσοκομείου για να μπορούν να τον παρακολουθούν οι ιατροί και το νοσηλευτικό προσωπικό. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να επιλυθεί με τη

δημιουργία ενός συστήματος το οποίο θα επιτρέπει την καταγραφή των σημάτων ζωτικής σημασίας του ασθενή, συμπεριλαμβανομένου και του ECG, και ακολούθως μεταφορά τους στο γραφείο του ιατρού. Για να αναλύσουμε τις ανάγκες ενός τέτοιου συστήματος πιστεύουμε ότι κάθε κομμάτι του πρέπει να παρουσιαστεί ξεχωριστά. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούμε να δούμε πω κάθε κομμάτι μπορεί να βελτιστοποιηθεί, έχοντας παράλληλα στο νου το συνολικό μας στόχο.

Το σύστημα αυτό θα πρέπει να έχει την ικανότητα να μεταφράζει τα καταγραμμένα σήματα σε ψηφιακή μορφή και ακολούθως να τα μεταφέρει με αυτή τη μορφή στο γραφείο του ιατρού.

Ένα σύστημα παρακολούθησης των καρδιογραφήμάτων ασθενών θα μπορεί να κάνει τη ζωή όλων πολύ πιο εύκολη. Οι ιατροί θα μπορούν να παρακολουθούν τους ασθενείς τους από οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκονται, οποιαδήποτε στιγμή της μέρας. Για παράδειγμα ένας ιατρός μπορεί να βρίσκεται στο εξωτερικό όταν κάποιος ασθενής του νιώσει αδιαθεσία ή ταχυκαρδία. Ο ασθενής τότε μπορεί να ενωθεί με τη συσκευή η οποία παράγει ηλεκτροκαρδιογραφήματα και είτε ο ιατρός να μπορεί να κοιτάζει την κατάσταση του ασθενή την ίδια στιγμή που λαμβάνεται το ECG, είτε να αποθηκευθεί το ECG σε κάποιο server και, κάποια στιγμή αργότερα να εξεταστεί από τον ιατρό.

Μια άλλη περίπτωση θα ήταν, ο ασθενής για αποφυγή της προσωπικής του ταλαιπωρίας από τη μεταφορά του διαρκώς από και προς το νοσοκομείο ή την κλινική λόγω αποστάσεως ή λόγω εξάντλησης του πλέον, να μένει στο σπίτι όπου θα δέχεται και την περίθαλψη νοσοκόμων οι οποίες εκτελούν κατ' οίκον επισκέψεις. Για να μπορεί ο ασθενής να έχει και εξειδικευμένη ιατρική παρακολούθηση, για κάθε ενδεχόμενο, θα πρέπει από τη μια ο ιατρός να διαθέτει μια κινητή συσκευή η οποία να έχει ενσωματωμένο το σύστημα μας, και από την άλλη ο ασθενής να είναι συνδεδεμένος με κάποια συσκευή η οποία λαμβάνει τα ECG και τα αποστέλλει μέσω διαδικτύου προς τον ιατρό.

Μια τελευταία περίπτωση που θα ήταν καλό να έχουμε υπόψη μας, είναι εκείνη όπου κάποιος ιατρός θέλει να ακούσει μια δεύτερη άποψη για τα συμπτώματα κάποιου ασθενή. Μπορεί να χρησιμοποιήσει στην περίπτωση αυτή, το ECG που πάρθηκε από τον ασθενή σαν ενδεικτικό στοιχείο, για να το παρουσιάσει σε κάποιο άλλο ιατρό, ο οποίος με τη σειρά του, χρησιμοποιώντας τη δική του κινητή συσκευή και εφόσον συνδεθεί στο διαδίκτυο, θα μπορεί να πάρει το ECG στα χέρια του και να κάνει τη δική του διάγνωση.

Τότε θα έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη και πιο «έγκυρη» άποψη σχετικά με το πρόβλημα που παρουσιάστηκε στον ασθενή.

Τα πιο πάνω, είναι μόνο μερικά παραδείγματα στο πόσο μπορεί να συνεισφέρει ένα σύστημα όπως το δικό μου. Γενικά όμως, το αποτέλεσμα αυτής της προκαταρκτικής έρευνας δείχνει ότι το όφελος θα είναι κοινό, τόσο για τους ασθενείς, όσο και για το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό.

Ένα τέτοιο αρχείο ενός ECG είναι αναγκαίο να μπορεί να τοποθετείται και να προβάλλεται μέσα από κάποια κινητή συσκευή, η οποία θα έχει εγκατεστημένο το σύστημα που θα υλοποιηθεί. Ο χρήστης μιας τέτοιας συσκευής θα μπορεί να εξετάζει το ECG ενός ασθενή, οποιαδήποτε ώρα της μέρας από οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκεται, αρκεί να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο για να μπορεί είτε να φορτώνει το αρχείο που χρειάζεται να μελετήσει στην κινητή συσκευή του, είτε να δέχεται μια συνεχόμενη ροή από δεδομένα που θα αποστέλλονται από τη συσκευή με την οποία θα είναι συνδεδεμένος ο ασθενής.

Σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, πιστεύουμε ότι ένα τέτοιο σύστημα, πιθανό να μπορεί να σώσει τη ζωή του ασθενή. Αυτό είναι ένα από τα κίνητρα που κινητοποιεί την έρευνά μας στο μέγιστο.

Τα συμπτώματα αυτά θα μπορεί κατά πάσα πιθανότητα να επιβεβαιώσει το ECG που θα πάρει ο ίδιος ο ασθενής, χρησιμοποιώντας κάποια συσκευή που θα έχει στο σπίτι. Μόλις ο γιατρός πάρει στα χέρια του το καρδιογράφημα αυτό, θα μπορεί να χειριστεί άμεσα την κατάσταση του ασθενή του, αποφεύγοντας έτσι δυσάρεστες καταστάσεις.

1.6 Σκιαγράφηση Έρευνας

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να δημιουργηθεί μία κατάλληλη λύση στο θέμα της διαχείρισης των ECG εξ' αποστάσεως, η οποία να μπορεί να δώσει απαντήσεις στα ερωτήματα τα οποία τέθηκαν πιο πάνω και συνεπώς να μπορεί να βοηθάει ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό στη βελτίωση και την παροχή καλύτερης ποιότητας υπηρεσιών στους ασθενείς τους. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, η έρευνα θα ακολουθήσει την εξής εξελικτική πορεία:

- Μελέτη και αξιολόγηση παρόμοιων συστημάτων που μπορεί να υπάρχουν σήμερα στην αγορά

- Μελέτη για το πώς πρέπει να επιλυθεί το πρόβλημα από τη δική μου σκοπιά σε συνεργασία με ιατρούς, οι οποίοι πιθανό να δώσουν τις δικές τους απαιτήσεις. Οι απαιτήσεις αυτές, μπορεί να μας καθοδηγήσουν στην υλοποίηση ενός συστήματος, το οποίο θα πληρεί τις απαραίτητες ιατρικές προδιαγραφές, και θα είναι συμβατό με πρότυπα τα οποία ακολουθούνται στην ιατρική. Άλλωστε, ένας ιατρός – καρδιολόγος συγκεκριμένα - πιθανό να είναι το πλέον έμπειρο άτομο στα ηλεκτροκαρδιογραφήματα το οποίο θα μπορεί να εξηγήσει ακριβώς το τι θα πρέπει να παρουσιάζεται στην οθόνη του
- Μελέτη για τις τεχνολογίες οι οποίες είναι διαθέσιμες στην αγορά και χρησιμοποιούνται από τους χρήστες κινητών συσκευών, και εξέταση της περίπτωσης το σύστημα να μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα άλλο μεγαλύτερο σύστημα που μαζί να παρέχουν ολοκληρωμένες υπηρεσίες στους χρήστες του
- Εύρεση, μεταξύ διαφόρων σεναρίων, της καλύτερης μεθόδου που πρέπει να ακολουθηθεί για να λυθεί το πρόβλημα
- Εξέταση του ποια γλώσσα προγραμματισμού θα μπορέσει να παρέχει τα απαραίτητα εφόδια και εξακρίβωση των πλεονεκτημάτων της έναντι άλλων γλωσσών
- Υλοποίηση του συστήματος και προσπάθεια για υλοποίηση εναλλακτικών επιλογών, ούτως ώστε το σύστημα να μπορεί να είναι συμβατό με διαφόρων τύπων κινητές συσκευές
- Επίδειξη του συστήματος σε έμπειρο ιατρικό προσωπικό, και κυρίως σε ιατρούς που ανήκουν στον τομέα της καρδιολογίας, για εύρεση τυχόν προβλημάτων ή ελλείψεων του συστήματος
- Διόρθωση τυχόν λαθών ή προβλημάτων και ολοκλήρωση του συστήματος
- Έρευνα για πιθανή επέκταση του συστήματος, και ανάπτυξη ιδεών για μελλοντική δουλειά που να βελτιώσει ή να αναβαθμίσει το σύστημα με την προσθήκη περισσότερων χαρακτηριστικών και λειτουργιών

Κεφάλαιο 2

Έρευνα

2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η έρευνα που έχει γίνει στον τομέα των ηλεκτροκαρδιογραφικών σημάτων καθώς και στις διάφορες τεχνολογίες που τα υποστηρίζουν. Συγκεκριμένα θα παρουσιάσουμε μία εισαγωγή στα ηλεκτροκαρδιογραφικά σήματα και πως μπορούν να υποβοηθήσουν τη διάγνωση του ιατρού. Ακολούθως θα αναφερθούμε σε συμβατικές τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των ηλεκτροκαρδιογραφικών σημάτων και ποια είναι τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους. Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου θα παρουσιάσουμε ανοικτά θέματα για αυτές τις τεχνολογίες και κάποιες αρχικές εισηγήσεις για το προτεινόμενο σύστημα.

2.2 Συστήματα Γραφικών Ηλεκτροκαρδιογραφικών Σημάτων

2.2.1 Τι είναι το ηλεκτροκαρδιογραφικό σήμα ECG

Το ECG⁵ (Electrocardiogram) είναι μια γραφική αναπαράσταση, η οποία παράγεται από συσκευές ηλεκτροκαρδιογραφημάτων [1]. Αντιπροσωπεύει την ενεργειακή κίνηση της καρδιάς όταν αυτή παράγει ηλεκτρικούς παλμούς, κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου, κατά την οποία καταγράφεται το ECG και στη συνέχεια υπάρχει η δυνατότητα αναπαραγωγής του στο χαρτί. Η δραστηριότητα της καρδιάς, και συγκεκριμένα ο ρυθμός με τον οποίο πάλλεται, μπορεί να υποδηλώσει πιθανές καρδιακές παθήσεις, άρα είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει μια τέτοια τεχνολογία που να μας επιτρέπει να παρακολουθούμε τη δραστηριότητα της καρδιάς. Ακόμη, μπορούμε να πάρουμε πολλές πληροφορίες, από την ανάλυση των διαφόρων κυματομορφών και τα διανύσματα της πόλωσης¹ και μη πόλωσης. Βασικοί τομείς στους οποίους μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ECG είναι στη διάγνωση καρδιακής αρρυθμίας, στην πρόβλεψη και θεραπεία μυοκαρδιακής θρόμβωσης, στον

¹Η πόλωση ενός εγκάρσιου κύματος περιγράφει την κατεύθυνση της ταλάντωσης στο κάθετο επίπεδο σε σχέση με τη κατεύθυνση που ακολουθεί.

εντοπισμό υπερκαλίας² (hyperkalemia) και υποκαλίας (hypokalemia). Ακόμη, χρησιμοποιείται και ως εργαλείο για να μπορούμε να παρακολουθούμε τη δραστηριότητα της καρδιάς κατά τη διάρκεια εξέτασης του στρες. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και για μη καρδιακά προβλήματα όπως την υποθερμία.

2.2.2 Τομείς εφαρμογής των διαγνώσεων των ECGs

Οι βασικές εφαρμογές ⁶ των ECGs στις καρδιολογικές διαγνώσεις είναι οι εξής:

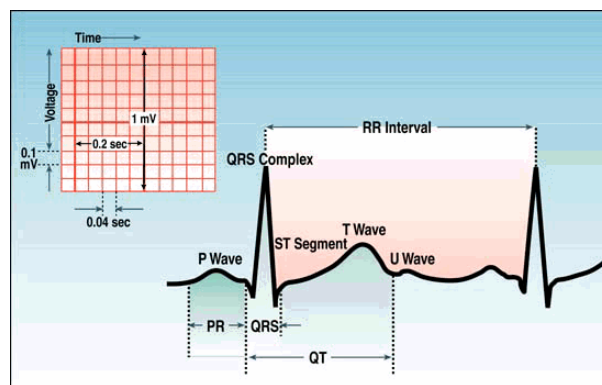
- Παρακολούθηση του καρδιακού ρυθμού
- Διαγνώσεις σχετικά με τις αρρυθμίες (supraventricular και ventricular αρρυθμίες)
- Αύξηση του πάχους των τοιχωμάτων ή του μεγέθους των θαλάμων της καρδιάς (ventricle και atria θάλαμοι)
- Μυοκαρδιακή ισχαιμία και έμφραγμα μυοκαρδίου
- Επίδραση φαρμάκων
- Καρδίτης (μυοκαρδίτης και περικαρδίτης)

2.2.3 Η γραφική αναπαράσταση του ECG

Το ECG, απεικονίζεται συνήθως σε τετραγωνισμένο χώρο, ο οποίος ουσιαστικά χωρίζεται οριζοντίως και καθέτως από γραμμές οι οποίες μεταξύ τους απέχουν 1mm. Ο κάθετος άξονας του γράφου, αντιπροσωπεύει την ένταση του ρεύματος, ενώ ο οριζόντιος άξονας συμβολίζει το χρόνο. Ο γράφος «κινείται» προς τα δεξιά με ρυθμό 25mm/sec. Κάθε τετραγωνάκι (το οποίο έχει μέγεθος 1mm), αντιπροσωπεύει διάρκεια των 0.04 δευτερολέπτων και ένταση του 0.1 mV. Παίρνοντας μια περιοχή με 5 X 5 τετραγωνάκια, σχηματίζεται ένα μεγάλο τετράγωνο, το οποίο αντιπροσωπεύει 0.2 δευτερόλεπτα στον οριζόντιο άξονα, ενώ όταν πάρουμε δύο τέτοια τετράγωνα καθέτως παίρνουμε 1mV.

Κάθε σημείο του γραφήματος ενός ECG μπορεί εύκολα να μας βοηθήσει να καταλάβουμε την όλη συμπεριφορά ενός ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Για το σκοπό αυτό αναλύουμε πιο κάτω τα διάφορα κύματα και τομείς που συμμετέχουν στη γραφική απεικόνιση του ECG ⁷.

² Υπερκαλμία είναι η αύξηση του επιπέδου του ηλεκτρολυτικού καλίου του αίματος



Εικόνα 0-1: Η γραφική αναπαράσταση του ECG ⁸

- Το P κύμα: το μέρος αυτό της γραφικής παράστασης αντιπροσωπεύει το διασκορπισμό της ηλεκτρικής δραστηριότητας μέσα στο atrium θάλαμο της καρδιάς. Το κομμάτι αυτό, διαρκεί λιγότερο από 0.11 δευτερόλεπτα και το ύψος του (τάση του ρεύματος που διαπερνά την καρδιά δηλαδή) δεν ξεπερνά τα 0.25 mV.
- Το σύνθετο κύμα QRS: εδώ, το κομμάτι αυτό, αντιπροσωπεύει την ενεργοποίηση της κοιλίας της καρδιάς (ventricle). Συνήθως διαρκεί λιγότερο από 0.10 δευτερόλεπτα. Όπως βλέπουμε και στην εικόνα 2.1, αν το πρώτο μέρος της παρεκτροπής αυτού του κύματος είναι κατακόρυφο, τότε εκεί εμφανίζεται το Q κύμα. Τα κύματα Q είναι αξιοπρόσεκτα μόνο όταν διαρκούν περισσότερο από 0.04 milliseconds. Στη συνέχεια, ακολουθεί το R κύμα, το οποίο παρουσιάζεται με την πρώτη ανοδική παρεκτροπή μετά το Q κύμα. Αξίζει να σημειώσουμε ότι, το μεγαλύτερο μέρος της κοιλίας της καρδιάς (ventricle) ενεργοποιείται κατά τη διάρκεια του R κύματος. Τελευταίο, ακολουθεί το κύμα S το οποίο αντιπροσωπεύει την πρώτη καθοδική παρεκτροπή του κύματος R.
- Το τμήμα ST: είναι το τμήμα της γραφικής απεικόνισης του ECG το οποίο βρίσκεται μεταξύ του S και του T κύματος. Κατά τη διάρκεια αυτού του κομματιού, οι κοιλία της καρδιάς συνεχίζει να συστέλλεται, αλλά δεν έχουμε ηλεκτρική δραστηριότητα, διότι το ρεύμα σταματάει να κινείται.
- Το T κύμα: αντιπροσωπεύει το σημείο στο οποίο αρχίζει η πόλωση και πάλι, καθώς η κοιλία της καρδιάς ετοιμάζεται να ενεργοποιηθεί ξανά.

- Το διάστημα PR: είναι ο χρόνος μεταξύ του σημείου όπου αρχίζει το P κύμα, και του σημείου που τελειώνει. Συνήθως διαρκεί μεταξύ 0.12 και 0.2 δευτερόλεπτα.
- Το διάστημα QT: το χρονικό πλαίσιο μεταξύ του σημείου όπου ξεκινάει το σύνθετο κύμα QRS και του σημείου που τελειώνει το κύμα T. Όσο πιο γρήγορος είναι ο ρυθμός της δραστηριότητας της καρδιάς, τόσο πιο μικρό θα είναι το διάστημα αυτό. Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι υπάρχει κάποια ανωμαλία όταν η διάρκεια του διαστήματος αυτού είναι μεγαλύτερη από 0.4 δευτερόλεπτα για τους άνδρες, ενώ για τις γυναίκες 0.44 δευτερόλεπτα.

2.2.4 Διάγνωση βασισμένη στο ECG

Υπάρχουν μερικές ενδείξεις που μπορούν να μας βοηθήσουν να καταλήξουμε σε κάποια διάγνωση, παρατηρώντας το ηλεκτροκαρδιογράφημα και συγκεκριμένα τα κύματα και τα σημεία που αναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα. Μερικές διαγνώσεις που μπορούμε να πάρουμε είναι οι πιο κάτω ⁹:

- Μεγέθυνση του δεξιού κόλπου της καρδιάς: αυτό παρατηρείται όταν το ύψος του P κύματος φτάνει στα 2.5 millimeters και άνω. Ένα τέτοιο περιστατικό μπορεί να προκληθεί είτε λόγω υπερτροφίας της καρδιάς, είτε εξαιτίας έντονης πίεσης του δεξιού ιστού του κόλπου της καρδιάς.
- Μεγέθυνση του αριστερού κόλπου της καρδιάς: διαστολή ή υπερτροφία του δεξιού κόλπου της καρδιάς μπορεί να αυξήσει τη διάρκεια του P κύματος. Όταν το κύμα P είναι μεγάλης διάρκειας ή το σχήμα του δεν είναι το κανονικό σχήμα που θα έπρεπε να έχει, τότε υπάρχει καθυστέρηση στην ηλεκτρική δραστηριότητα εξαιτίας του δεξιού κόλπου της καρδιάς ο οποίος έχει μεγαλώσει. Το P κύμα που έχει διάρκεια μεγαλύτερη των 0.11 milliseconds, υποδηλώνει μεγέθυνση του αριστερού κόλπου της καρδιάς.
- Υπερτροφία της δεξιάς κοιλίας της καρδιάς: αυτή η πάθηση παρατηρείται μέσω του αυξημένου ύψους του κύματος R στο γράφημα που παίρνουμε από το lead V1 (ένα από τα leads τα οποία τοποθετούνται κατά την εξέταση στον περίγυρο της καρδιάς). Πιθανή ένδειξη για μια τέτοια πάθηση είναι η παρουσία του κύματος R σε ύψος μεγαλύτερο από 7 τετραγωνάκια ή μεγαλύτερο από το κύμα S. Επίσης, ένδειξη θα μπορούσε να αποτελέσει μια απόκλιση στο δεξιό άξονα, ή ψηλότερα R κύματα στα

γραφήματα των V1-V3 leads (τα οποία είναι μερικά από τα αριστερά γύρω από την καρδιά leads), ή ακόμη S κύματα με μεγαλύτερο βάθος στα γραφήματα των αριστερών γύρω από την καρδιά leads V4-V6. Μια τελευταία ένδειξη, η οποία θα μας οδηγούσε στην διαπίστωση ότι ο ασθενής μπορεί να υποφέρει από υπερτροφία της δεξιάς κοιλίας της καρδιάς, είναι η ύπαρξη του κύματος T σε αντιστραμμένη μορφή στο γράφημα του lead V1.

- Υπερτροφία της αριστερής κοιλίας της καρδιάς: μπορεί να προκληθεί λόγω υπέρτασης, στένωση της αορτής ή αναστροφή αίματος λόγω βαλβίδας, ή υποαορτικής στένωσης. Δυστυχώς όμως το ECG από μόνο του, είναι δύσκολο να μας δώσει με ακρίβεια διάγνωση για αυτή την πάθηση. Για το λόγο αυτό, ένας τρόπος για να φτάσουμε σε αυτή τη διάγνωση είναι μαζί με τη διάγνωση από το ECG που θα πάρουμε, να ελέγξουμε κατά πόσο ισχύουν τα πέντε πιο κάτω κριτήρια:
 - Το άθροισμα του ύψους του κύματος R στο γράφημα του lead I με το ύψος του κύματος S στο lead III να είναι μεγαλύτερο από 25 mm.
 - Το άθροισμα του ύψους του κύματος S στο lead V1 και του ύψους του κύματος R είτε στο lead V5 είτε στο lead V6 να είναι μεγαλύτερο από 35 mm.
 - Πτώση του τομέα ST ή αντιστροφή του κύματος T, ή και τα δύο, στα leads I, L, V4-V6.
 - Το ύψος του κύματος R στο γράφημα του lead L να είναι μεγαλύτερο από 11mm.
 - Να υπάρχει μεγέθυνση του αριστερού κόλπου της καρδιάς, όπως έχουμε περιγράψει πιο πάνω.

2.2.5 Συσσκευές για καταγραφή και προβολή ECG

2.2.5.1 Holter Monitor

Στις πιο κάτω παραγράφους θα παρουσιαστούν συσκευές που χρησιμοποιούνται στις μέρες μας για καταγραφή και προβολή ηλεκτροκαρδιογραφικών σημάτων ECG. Για την κάθε μία θα αναλύονται τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματα της. Η πιο διαδεδομένη συσκευή καταγραφής ECG είναι το Holter Monitor, η οποία έγινε γνωστή με αυτό το

όνομα λόγω του εφευρέτη της Norman Holter. Η συσκευή αυτή χρησιμοποιεί μία συμβατική συσκευή καταγραφής σε κασέτα (tape) ή κάποιο άλλο είδος συμπαγούς αποθήκευσης, η οποία έχει την ικανότητα καταγραφής των σημάτων ECG ώστε να παρέχει τη δυνατότητα προβολής των καταγραφωμένων σημάτων αργότερα. Ένα παράδειγμα της συσκευής αυτής παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-2.



Εικόνα 0-2: Η συσκευή Holter monitor

Παραδοσιακά, οι συσκευές αυτές έχουν την ικανότητα να καταγράφουν σήματα ECG από 24 έως και 48 ώρες κάνοντας χρήση ηλεκτροδίων τα οποία τοποθετούνται πάνω στο στήθος του ασθενή και μπορούν να παράξουν 2 ή 3 κανάλια από σήματα ECG. Για να υπάρχει μία πιο ολοκληρωμένη παθολογική κατάσταση του ασθενή όμως, επιβάλλεται όπως ο ασθενής καταγράφει τα συμπτώματά του σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της καταγραφής των σημάτων. Για παράδειγμα, αν ένας ασθενής νιώσει ζαλάδα ή ταχυπαλμία κατά τη διάρκεια της καταγραφής τότε ο θεράπων ιατρός θα μπορεί να αποφασίσει κατά πόσο αυτό οφείλεται σε μία ταχεία ή αργή αρρυθμία. Αυτά τα συμπτώματα, θα συσχετιστούν αργότερα από το θεράπων ιατρό με τα καταγραφωμένα ηλεκτροκαρδιογραφικά σήματα ώστε να γίνει μία πιο ολοκληρωμένη διάγνωση. Η συσκευή αυτή μπορεί να μας προμηθεύσει με την πληροφορία του πόσο συχνά παρουσιάζεται η αρρυθμία γεγονός που επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων όπως το πώς επηρεάζεται η αρρυθμία σε διάφορες φάσεις της ημέρας.

Το μεγάλο μειονέκτημα αυτής της συσκευής είναι το γεγονός ότι η περίοδος που καταγράφονται τα δείγματα είναι πολύ μικρή (συγκεκριμένα 10% του συνολικού χρόνου).

Σαν αποτέλεσμα, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα κάποιες από τις αρρυθμίες να μην καταγραφούν και άρα να υπάρχει μία ελλιπής διάγνωση το οποίο μπορεί να αποβεί μοιραίο αφού υπάρχει περίπτωση να χορηγηθεί λάθος φαρμακευτική αγωγή.

Ένας τρόπος για να ξεπεραστεί το πιο πάνω πρόβλημα είναι η χρήση ενός serial Holter monitor, μία συσκευή η οποία αποτελεί μία εξελιγμένη παραλλαγή του Holter monitor αλλά είναι συνδεδεμένη με απευθείας παροχή ρεύματος. Το κύριο μειονέκτημα της δεύτερης είναι ότι κοστίζει πολύ περισσότερο σε σχέση με την πρώτη γι' αυτό και δεν χρησιμοποιείται πολύ στις μέρες μας.

2.2.5.2 Συσκευή Τηλεμετρίας

Μια επίσης διαδεδομένη μέθοδος καταγραφής των σημάτων ECG είναι η συσκευή τηλεμετρίας (Telemetry unit), Εικόνα 2-3, η οποία χρησιμοποιείται πολύ συχνά στα νοσοκομεία και κλινικές σε πολλές χώρες του κόσμου. Η συσκευή αυτή παρέχει πολύ υψηλή συχνότητα καταγραφής σημάτων αλλά επιβάλλει την παρουσία του ασθενή στο νοσοκομείο γεγονός το οποίο δεν επιτρέπει στον ασθενή να είναι ιδιαίτερα άνετος καθώς τον περιορίζει με το να πρέπει να είναι παρών στο νοσοκομείο κάθε φορά και γενικά το περιβάλλον ενός νοσοκομείου δεν είναι ιδιαίτερα φιλικό για ένα ασθενή. Επίσης αυτή η συσκευή είναι πολύ ακριβή και ευαίσθητη και επιβάλλει και την παρουσία του ιατρού κοντά της για να μπορέσει να εξετάσει τη προβολή.



Εικόνα 0-3: Η συσκευή Telemetry unit

2.2.5.3 Συσκευές τύπου Mobile Cardiac Outpatient Telemetry

Σήμερα, με την ραγδαία εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών και της μικρο-τεχνολογίας, έχει παρουσιαστεί ένα καινούριο είδος συσκευών το οποίο ονομάζεται Mobile Cardiac Outpatient Telemetry (MCOT). Τα συστήματα MCOT παρέχουν τη δυνατότητα καταγραφής σημάτων και ακολούθως μετάδοσης τους μέσα από το διαδύκτιο σε ένα κεντρικό εξυπηρετητή. Με αυτό τον τρόπο, τα σήματα ECG που καταγράφονται μπορούν να είναι διαθέσιμα για επεξεργασία και προβολή οποιαδήποτε μέρα και ώρα. Οι συσκευές αυτές δεν κοστίζουν πολύ ακριβά και θεωρούνται ως μια καλή και εφικτή επένδυση από μία κλινική ή ένα νοσοκομείο. Πρόσφατες ευρωπαϊκές μελέτες (ref HS24, LinkCare) έχουν δείξει ότι η τεχνολογία MCOT είναι πολύ υποσχόμενη και θα εξελιχθεί στα προσεχή χρόνια. Μάλιστα, κάποιες από αυτές τις συσκευές παρουσιάζουν πλέον δυνατότητες καταγραφής των σημάτων τοπικά για περισσότερες από 24 ώρες αφού έχουν θύρες εισδοχής μνήμης τύπου flash οι οποίες όλο και περισσότερο παρουσιάζουν μειωμένο κόστος στην αγορά.



Εικόνα 0-4: Συσκευές MCOT: Στα αριστερά η συσκευή Mobi και δεξιά η συσκευή Nonin Avant 4000

2.2.5.4 Συστήματα παρακολούθησης επεισοδίων

Μία άλλη κατηγορία των συσκευών παρακολούθησης είναι τα συστήματα παρακολούθησης επεισοδίων. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεγάλες περιόδους καταγραφής σημάτων ECG αφού η καταγραφή συμβαίνει μόνο όταν ο ασθενής παρουσιάσει κάποιο σύμπτωμα. Με την υποψία κάποιου συμπτώματος, το σύστημα αρχίζει την καταγραφή των σημάτων και με τη λήξη τα αποστέλλει στο θεράπων ιατρό με τη χρήση του τηλεφώνου σε μία βάση η οποία το αποκωδικοποιεί και το στέλνει στο θεράπων ιατρό με τη χρήση κάποιου τηλεμοιότυπου. Αν και υπάρχει περίπτωση η

συσκευή να μην ανιχνεύσει έγκαιρα ένα σύμπτωμα, ειδικά αν ο ασθενής είναι υπεύθυνος για την εκκίνηση του συστήματος, υπήρξαν πολλές βελτιώσεις σε αυτή τη τεχνολογία τα τελευταία χρόνια. Κάποιες συσκευές αυτού του είδους φαίνονται στην Εικόνα 2-5.

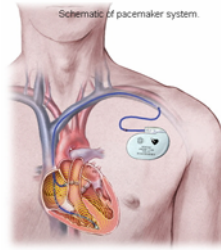


Εικόνα 0-5: Συσκευές καταγραφής επεισοδίων (episodic monitors)

Εδώ παρουσιάζεται ένα από τα μεγάλα προβλήματα αυτών των συσκευών, που είναι το γεγονός ότι εξαρτούνται από τον ασθενή. Λόγω του γεγονότος αυτού, υπάρχει μεγάλη περίπτωση να υπάρξει καθυστέρηση στην καταγραφή και ως αποτέλεσμα να μην γίνει σωστή διάγνωση. Φυσικά, σύμφωνα με εξελίξεις τα τελευταία χρόνια, οι συσκευές αυτές καταγράφουν συνεχώς και κατακρατούν τα τελευταία 1-4 λεπτά ώστε να μην υπάρχει περίπτωση να χαθούν λόγω καθυστέρησης.

2.2.5.5 Βηματοδότες

Ένα τελευταίο είδος συσκευής που χρησιμοποιείται, το οποίο είναι ιδανικό για ασθενείς οι οποίοι έχουν πολύ σοβαρά συμπτώματα, όπως να χάνουν τις αισθήσεις τους, είναι οι συσκευές οι οποίες μπορούν να εμφυτευθούν στο σώμα του ασθενή. Αυτές οι συσκευές μπορούν να εκκινήσουν είτε όταν το πράξει ο ίδιος ο ασθενής είτε από ένα γεγονός (π.χ. αρρυθμία). Μία πολύ γνωστή συσκευή αυτής της κατηγορίας είναι ο βηματοδότης (pacemaker). Ο βηματοδότης τοποθετείται μέσα στην καρδιά και ρυθμίζει τους κτύπους της. Αυτού του είδους συσκευές θεωρούνται συσκευές ακριβείας αφού το εμφύτευμα είναι μέσα στην καρδιά και ως αποτέλεσμα οι μετρήσεις είναι πολύ καλύτερες από όλες τις συμβατικές λύσεις. Μία τέτοια συσκευή παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-6.



Εικόνα 0-6: Συσκευή βηματοδότης (pacemaker)

2.2.6 Αξιολόγηση συσκευών καταγραφής ECG

Σίγουρα έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι συσκευές οι οποίες απλά συνδέονται μέσω ειδικών ηλεκτροδίων με τον ασθενή και καταγράφουν οι ίδιες κάποια δεδομένα θα είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν σε συνεργασία με το σύστημα μας, μιας και οι συσκευές αυτές είναι ρυθμισμένες έτσι ώστε να καταγράφουν στη δική τους οθόνη τα δεδομένα που παίρνουν από τον ασθενή. Εάν οι συσκευές αυτές δεν έχουν δυνατότητα προώθησης των δεδομένων που παίρνουν, θα πρέπει να αποκλειστούν από τις επιλογές μας, διότι εμείς χρειαζόμαστε κάποια συσκευή η οποία να λαμβάνει τα δεδομένα και να μπορεί να τα μεταδίδει είτε στη δική μας κινητή συσκευή είτε σε κάποιον εξυπηρετητή – βάση δεδομένων. Αν όμως υπάρχει δυνατότητα εξαγωγής δεδομένων, τότε δε θα πρέπει να αποκλείσουμε τις συσκευές αυτές, αφού πιθανό να μπορούμε να τις συνδέσουμε με κάποιο τρόπο (προτιμότερο ασύρματα) με την κινητή συσκευή ή ακόμη αν παρέχουν υπηρεσία Bluetooth πιθανό να μπορούμε να μεταδίδουμε τα δεδομένα στη δική μας κινητή συσκευή, η οποία στη συνέχεια θα μπορεί να τα προωθεί στον εξυπηρετητή μας.

2.2.7 Σχετική εργασία

2.2.7.1 “Mobile Phone Transmits Your ECG”

Ερευνητές από το τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου του Loughborough έχουν δημιουργήσει ένα σύστημα¹⁰ το οποίο με τη χρήση κινητής συσκευής μπορεί να λαμβάνει και να μεταδίδει σήματα ζωτικής σημασίας απευθείας στους ιατρούς ή το νοσηλευτικό προσωπικό, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για μεγάλα, σταθερά συστήματα τηλε – ιατρικής που τοποθετούνται στα σπίτια των ασθενών.

Ουσιαστικά, έχουν αναπτύξει ένα πρωτότυπο κινητού τηλεφώνου, το οποίο μπορεί να διαβάζει, να λαμβάνει και να αποστέλλει δεδομένα ιατρικής φροντίδας που λαμβάνονται από ένα ασθενή σε ένα εξωτερικό υπολογιστή. Το πρωτότυπο μέχρι σήμερα θεωρείται αρκετά επιτυχές, όμως δεν έχουν αντιμετωπιστεί ακόμα προβλήματα που αφορούν τις κινητές συσκευές, όπως τη διατήρηση της δύναμης του σήματος σε οποιοδήποτε μέρος (στις υπόγειες γέφυρες για παράδειγμα έχουμε απώλεια σήματος). Σε περίπτωση που χαθεί το σήμα της κινητής συσκευής τότε διακόπτεται και η επικοινωνία μεταξύ ασθενή και ιατρού.

Στη διάρκεια της δοκιμαστικής περιόδου του πρωτότυπου αυτού, οι άνθρωποι που το δοκίμαζαν, είχαν ενωμένο το πρωτότυπο του κινητού τηλεφώνου με τον καρπό του χεριού τους χρησιμοποιώντας αισθητήρες και παράλληλα μπορούσαν να μετακινούνται στο σπίτι, στη δουλειά και οπουδήποτε αλλού επιθυμούσαν. Το σύστημα μπορούσε με επιτυχία να αναπαράγει δεδομένα όπως σήματα καρδιάς (το ECG), την οξυγόνωση του αίματος, τη θερμοκρασία του σώματος και να τα αποστέλλει σε ένα μακρινό υπολογιστή. Οι πρώτη έκδοση του πρωτότυπου αυτού, χρησιμοποίησε την τεχνολογία infrared (υπέρυθρων) και GSM για τη μεταφορά δεδομένων. Η νέα έκδοση του πρωτοτύπου χρησιμοποιεί την τεχνολογία Bluetooth μεταξύ των αισθητήρων και του κινητού τηλεφώνου, ενώ για τη μεταφορά δεδομένων από το κινητό τηλέφωνο στον εξυπηρετητή (server) χρησιμοποιεί την υπηρεσία GPRS.



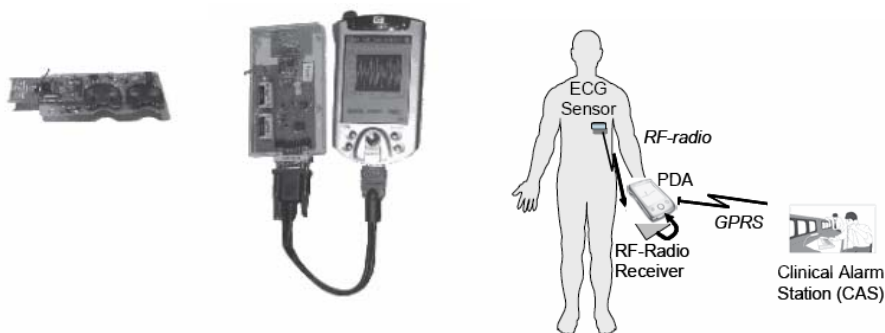
Εικόνα 0-7: “Mobile Phone Transmits your ECG”

2.2.7.2 “A wireless ECG System for Continuous Event Recording and Communication”

Στο άρθρο αυτό, γίνεται περιγραφή μιας νέας ιδέας σχετικά με το θέμα των ασύρματων ηλεκτροκαρδιογραφικών συστημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη συνεχή παρακολούθηση των ασθενών μέσω της δραστηριότητας του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Στο σύστημα αυτό, βασικός σκοπός είναι η διάγνωση αρρυθμιών.

Συγκεκριμένα, ο ασθενής φοράει ένα ECG αισθητήρα, ο οποίος είναι ένα έξυπνο ηλεκτρόδιο, ενώ παράλληλα έχουμε ασύρματη σύνδεση με μια κινητή συσκευή παλάμης στην οποία μεταδίδονται τα σήματα του ECG. Η συσκευή καταγράφει τη συνεχόμενη ροή των σημάτων και μπορεί να εντοπίσει την ύπαρξη μη κανονικής δραστηριότητας του ECG με τη βοήθεια ενός αυτόματου ανιχνευτή αρρυθμίας. Αν ανιχνευτεί μια τέτοιου είδους δραστηριότητα, η συσκευή θα «σημάνει συναγερμό» σε ένα απομακρυσμένο σταθμό κλινικών σημάτων συναγερμού (Clinical Alarm Station).

Η συσκευή μπορεί να καταγράφει σήματα από ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα συνεχόμενα. Αυτό μπορεί να βοηθήσει ιδιαίτερα ασθενείς οι οποίοι έχουν ήδη υποστεί καρδιακή προσβολή, ταχυκαρδίες ή άλλες σοβαρά περιστατικά αφού θα είναι υπό τη συνεχή παρακολούθηση της συσκευής. Μέχρι το παρόν στάδιο της έρευνας του συστήματος αυτός χρησιμοποιούνται αισθητήρες όπως αναφέραμε και πιο πάνω για την καταγραφή των σημάτων και τη σήμανση συναγερμού. Ο αισθητήρες αυτοί μπορούν να φοριούνται από τον ασθενή για μερικές μέρες μέχρι να καταστεί αναγκαία η αντικατάστασή τους με καινούριους αισθητήρες.



Εικόνα 0-8: Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στο σύστημα και η γενική δομή του συστήματος

2.2.7.3 Ericsson Mobile Health (EMH)

Το σύστημα αυτό, αφορά την ιατρική παρακολούθηση ασθενών εξ' αποστάσεως από οποιοδήποτε μέρος οποιαδήποτε στιγμή. Η χρήση αισθητήρων στην ιατρική μπορεί να μας παρέχει διάφορες υπηρεσίες. Η καταγραφή δεδομένων αποτελεί μια από τις υπηρεσίες που μπορεί να μας παρέχει.

Τα δεδομένα αυτά μπορεί να προέρχονται από κάποιο ECG (ηλεκτροκαρδιογράφημα), ή να αντιπροσωπεύουν την πίεση ή την οξυγόνωση του αίματος. Ακόμη μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους αισθητήρες για παροχή συνεχόμενης θεραπείας ακόμη και εξ' αποστάσεως ή για υποστήριξη σε κάποια διάγνωση που θέλουμε να κάνουμε. Για να γίνουν όλα αυτά όμως θα πρέπει να υπάρχει κάποια σύνδεση μέσω ενός δικτύου και μια απομακρυσμένη εγκατάσταση.

Το πρόγραμμα Ericsson Mobile Health επιτρέπει απομακρυσμένη ή ασύρματη παρακολούθηση ασθενών, εντός των νοσοκομειακών εγκαταστάσεων ή ακόμη και εξ' αποστάσεως για παροχή κατοίκων φροντίδας. Οι μετρήσεις που λαμβάνονται από τον ασθενή, καταλήγουν στον ιατρό ή το νοσηλευτικό προσωπικό μέσω δικτύων GPRS και Bluetooth. Στη συνέχεια, οι ιατροί ή το νοσηλευτικό προσωπικό έχουν τη δυνατότητα να αναλύσουν τα δεδομένα αυτά, μέσω μιας ασφαλούς και εύκολης στη χρήση διαπροσωπείας. Το Ericsson Mobile Health είναι μια ολοκληρωμένη λύση συστήματος η οποία παρέχει ένα συνδυασμό από διάφορες μονάδες που αφορούν τον ασθενή, ένα σύνολο από ιατρικούς αισθητήρες και μια υπηρεσία που επιτρέπει στους ιατρούς και το νοσηλευτικό προσωπικό να μελετούν τα δεδομένα που αφορούν τους ασθενείς τους. Για την ολοκληρωμένη αυτή λύση δεν απαιτείται ούτε ενοποίηση κώδικα αλλά ούτε και εγκατάσταση. Μερικές από τις βασικές λειτουργίες που παρέχει το Ericsson Mobile Health είναι η κινητή παρακολούθηση ασθενών και η διατήρηση ημερολογίου ασθενών (περιλαμβάνει την απομακρυσμένη καταχώρηση απαντήσεων σε ερωτηματολόγια καθώς επίσης καταγραφή εγγραφών του ημερολογίου). Μερικά από τα ωφέληματα από τη δημιουργία του Ericsson Mobile Health είναι:

- μείωση του κόστους για τους ασθενείς, οι οποίοι δε χρειάζεται να κρατούνται πλέον εντός του νοσοκομείου αλλά να χειρίζονται ως εξωτερικοί ασθενείς που θα βρίσκονται στο σπίτι τους

- η παρακολούθηση ασθενών ενόσω βρίσκονται στο σπίτι τους επιτρέπει την αυτόματη εξυπηρέτηση σε μεγαλύτερο επίπεδο, η οποία μπορεί να ελαττώσει το φόρτο εργασίας των διάφορων πόρων του νοσοκομείου, να επιτρέψει στους ασθενείς να παραμένουν στο σπίτι τους με αποτέλεσμα να υπάρχει περισσότερος ελεύθερος χώρος στα κρεβάτια του νοσοκομείου αλλά και πολλές συσκευές να μην κατακρατούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα
- οι ασθενείς μπορούν να απολαμβάνουν καλύτερη ποιότητα ζωής αφού η ιατρική τους παρακολούθηση μπορεί να γίνεται ενόσω αυτοί βρίσκονται στο σπίτι ή ενόσω μετακινούνται σε διάφορους άλλους τόπους ελεύθερα

2.2.7.4 Avant 4000 – Wearable Digital Pulse Oximetry with Bluetooth Wireless Technology

Το σύστημα Avant 4000 ανήκει στην εταιρεία NONIN και αποτελείται από δύο μέρη. Το ένα είναι μια μικρή επιτραπέζια οθόνη ενώ το άλλο είναι μια συσκευή που φοριέται γύρω από τον καρπό του ασθενή. Η συσκευή καταγράφει τα δεδομένα και τα μεταφέρει με ασφαλισμένο τρόπο μέσω της τεχνολογίας Bluetooth στην οθόνη. Τέλος, η οθόνη παρουσιάζει αναλυτικά τις τιμές που πήρε από τον ασθενή η συσκευή.

Η τεχνολογία Bluetooth μας επιτρέπει να έχουμε ασύρματη μεταφορά δεδομένων σε σχετικά γρήγορη ταχύτητα, άσχετα αν οι δύο συσκευές δεν βρίσκονται η μια μπροστά στην άλλη. Επίσης, η τεχνολογία αυτή είναι ιδανική για μεταφορά δεδομένων σε ακτίνα μέχρι 10 μέτρα περίπου, ενώ παράλληλα η κατανάλωση ενέργειας ελαχιστοποιείται με αποτέλεσμα να σώζεται η μπαταρία της συσκευής για αρκετό χρονικό διάστημα. Ακόμη, με την τεχνολογία Bluetooth μπορούμε να έχουμε αξιόπιστες συνδέσεις μεταξύ των δύο συσκευών αλλά και δυνατότητα κρυπτογράφησης των δεδομένων για ασφαλή μεταφορά τους.

Η συσκευή η οποία τοποθετείται γύρω από τον καρπό του ασθενή ονομάζεται 4100 patient module. Η συσκευή αυτή μπορεί να εργάζεται μέχρι 120 ώρες με τη χρήση δύο κανονικών μπαταριών και φέρει ένα ειδικό κωδικό ο οποίος αντιστοιχεί στον ασθενή που τη φοράει για να μπορεί να αναγνωρίζεται από τη συσκευή οθόνης η οποία θα εξακριβώνει την αυθεντικότητα του. Για τη συσκευή αυτή χρησιμοποιείται η τεχνολογία PureLight Sensor της εταιρείας NONIN. Η τεχνολογία Bluetooth που χρησιμοποιείται επιτρέπει την

επικοινωνία της περικάρπιας συσκευής με οποιαδήποτε κινητή συσκευή η οποία υποστηρίζει εξίσου την τεχνολογία Bluetooth, άρα μια τέτοια συσκευή θα ήταν ιδανική και για τη λήψη δεδομένων για ανάλυση τους μέσω του δικού μας συστήματος.



Εικόνα 0-9: Avant 4000

Έχοντας περιγράψει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για καταγραφή και προβολή ηλεκτροκαρδιογραφικών σημάτων θα αναφέρουμε στην επόμενη ενότητα διάφορα ανοικτά θέματα που υπάρχουν στην περιοχή αυτή.

2.3 Ανοικτά θέματα

Οι συσκευές που παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν στην ενότητα 2.2 έδειξαν να παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα βρίσκονται περισσότερο στο γεγονός ότι η τεχνολογία καταγραφής έχει εξελιχθεί τρομερά και υπάρχει δυνατότητα καταγραφή σημάτων με μεγάλη συχνότητα. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει η δυνατότητα για παραγωγή γραφημάτων μεγάλης ακρίβειας τα οποία μπορούν να υποβοηθήσουν τη διάγνωση σε μεγάλο βαθμό. Αν και υπάρχουν συσκευές οι οποίες μπορούν αν προβάλουν τα ηλεκτροκαρδιογραφικά σήματα, υπάρχει μεγάλο πρόβλημα στο γεγονός ότι αυτές οι συσκευές συνήθως δεν μπορούν να μετακινηθούν λόγω μεγέθους.

Ένα άλλο μεγάλο μειονέκτημα αυτών των συσκευών είναι το γεγονός ότι ο ιατρός πρέπει να βρίσκεται στον ίδιο χώρο με τη συσκευή που παραλαμβάνει τα σήματα ώστε να μπορεί να τα δει. Στο σημερινό κόσμο μας όμως που οι περισσότεροι ιατροί είναι σε κίνηση, το γεγονός αυτό επηρεάζει την διάγνωση με πιθανές καθυστερήσεις.

Από τη μεριά του ασθενή, όταν παρουσιαστεί ανάγκη για παρακολούθηση τότε ο ασθενής θα πρέπει να μεταφερθεί στο νοσοκομείο/κλινική και να παραμείνει ως το τέλος της παρακολούθησης ή να παραμείνει σπίτι. Το πρώτο κοστίζει αρκετά αφού τα δωμάτια μιας κλινικής χρεώνονται ακριβά, ενώ το δεύτερο σημαίνει ότι ο ασθενής θα νοικιάσει τη συσκευή. Και τα δύο παρουσιάζουν το μειονέκτημα ότι ο ασθενής θα πρέπει να παραμείνει στο χώρο που γίνεται η παρακολούθηση είτε αυτό είναι το νοσοκομείο είτε το σπίτι του.

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία οραματιζόμαστε ένα σύστημα το οποίο δεν κάνει καμία υπόθεση ότι οι εμπλεκόμενοι είναι ακίνητοι στον ίδιο χώρο. Αντίθετα, υποθέτουμε ότι ο ασθενής μπορεί να παρουσιάσει συμπτώματα την ώρα που βρίσκεται στο χώρο εργασίας του και ο θεράπων ιατρός του να βρίσκεται μέσα στο αυτοκίνητο και να πρέπει διαγνώσει το πρόβλημα του ασθενή την ίδια ώρα.

Για να επιτύχουμε το όραμά μας θα χρησιμοποιήσουμε συσκευές MCOT οι οποίες επιτρέπουν στον ασθενή να μετακινείται συνεχώς και την τεχνολογία του διαδυκτίου για να μεταφέρουμε τα ψηφιακά σήματα σε ένα επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής, με αυτό τον τρόπο θα μπορεί να διαθέσει τα σήματα ανά πάσα στιγμή και άρα ο ιατρός θα μπορεί να αιτηθεί κάποιο δείγμα οποιαδήποτε ώρα. Από τη μεριά του ιατρού, δεν περιμένουμε να μεταφέρει μαζί του μία συσκευή προβολής, η οποία είναι εύθραυστη και πολύ ακριβή, αλλά περιμένουμε ότι θα μπορεί να παρακολουθήσει τα σήματα από τον προσωπικό του υπολογιστή ή την κινητή του συσκευή. Λόγω του ότι στις μέρες μας οι κινητές συσκευές είναι πολύ διαδεδομένες, θα υλοποιήσουμε το σύστημα μας σε μία από αυτές και ακολούθως θα τη δοκιμάσουμε με ένα πραγματικό σύστημα, το ΔΙΤΗΣ το οποίο υποστηρίζει κατ' οίκον φροντίδα.

Κεφάλαιο 3

Τεχνολογίες και Πρότυπα

3.1 Εισαγωγή

Στις παρακάτω ενότητες θα περιγραφούν τα εργαλεία σχεδιασμού και υλοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν για την διεκπεραίωση της διπλωματικής αυτής εργασίας καθώς και διάφορες κινητές συσκευές στις οποίες μπορεί να εγκατασταθεί το σύστημα. Επίσης θα αναφερθούμε στα διάφορα ασύρματα δίκτυα που μπορεί να χρησιμοποιήσει η εφαρμογή μας για αποστολή των δεδομένων.

3.2 Το εργαλείο Microsoft Visual Studio .NET

Για τη δημιουργία του συστήματος μας χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο Microsoft Visual Studio .NET Enterprise Architect. Το εργαλείο αυτό μας παρέχει η εταιρεία Microsoft και χρησιμοποιείται από σχεδιαστές και κατασκευαστές εφαρμογών καθώς επίσης από ανώτερους προγραμματιστές εφαρμογών για το σχεδιασμό εφαρμογών οι οποίες λύνουν προβλήματα που έχουν σχέση με επιχειρήσεις. Η αύξηση της αποδοτικότητας σχετικά με την ολοκλήρωση μιας εργασίας είναι σημαντικό κριτήριο που πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας κατά την υλοποίηση ενός πληροφοριακού συστήματος. Επίσης οι γνώσεις που θα μπορούν να αποκτούν άτομα σε στρατηγικές θέσεις επηρεάζουν άμεσα την αποτελεσματικότητα της εργασίας τους αλλά και την επένδυση του οργανισμού στην εργασία τους. Το εργαλείο Visual Studio.NET Enterprise Architect παρέχει στους χρήστες του κάποιες δυνατότητες - κλειδιά και κάποιες καλές πρακτικές για επιτυχή δημιουργία λογισμικών. Επίσης το εργαλείο αυτό μας παρέχει τη δυνατότητα να μπορούμε εύκολα να τροποποιούμε εφαρμογές όποτε αυτές χρειάζονται να τροποποιηθούν για να είναι σύμφωνες με τις νέες απαιτήσεις του ιδιοκτήτη τους, αλλά και να διορθώνονται τυχόν λάθος υλοποιήσεις που δεν πληρούν τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη τους.

3.3 Η γλώσσα C#

Η γλώσσα C#¹¹ είναι μια αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού η οποία αναπτύχθηκε από την εταιρεία Microsoft ως μέρος του εργαλείου της Visual Studio .NET. Αργότερα έγινε αποδεκτή ως πρότυπο από την ECMA³ και το ISO. Η σύνταξη της C# είναι διαδικαστική, αντικειμενοστρεφής και βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού C++, η οποία περιλαμβάνει πτυχές από πολλές άλλες γλώσσες προγραμματισμού, όπως η Delphi και η Java. Περισσότερο όμως η γλώσσα C#, δίνει έμφαση στην απλοποίηση ως προς τον προγραμματισμό, αφού έχει λιγότερες απαιτήσεις σχετικά με συμβολισμούς που χρησιμοποιεί η C++ και λιγότερες απαιτήσεις σε δηλώσεις σε σχέση με τη Java.

Μερικοί στόχοι που θα πρέπει να πληρεί ο σχεδιασμός της γλώσσας προγραμματισμού C#, όπως αυτά έχουν οριστεί από την ECMA, είναι τα ακόλουθα: η C# προϋποθέτει να είναι απλή, μοντέρνα, γενικού σκοπού και αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού. Για το σκοπό αυτό, η γλώσσα και υλοποιήσεις με τη χρήση της γλώσσας αυτής θα μπορούν να υποστηρίζουν αρχές σχετικά με την τεχνολογία λογισμικού όπως ευρωστία, αντοχή και παραγωγικότητα των προγραμματιστών. Η γλώσσα προορίζεται για χρήση στην ανάπτυξη συστατικών μερών λογισμικών που είναι κατάλληλα για ενσωμάτωση τους σε περιβάλλοντα καταναμεμένων συστημάτων. Μιας και η γλώσσα C# έχει τις ρίζες της στις γλώσσες C και C++ θεωρείται σχεδόν απαραίτητο να μπορεί κάποιος προγραμματιστής να μπορεί να προγραμματίζει σε μια από τις δύο προαναφερθείσες γλώσσες και να χρησιμοποιεί τον ίδιο πηγαίο κώδικα για να προγραμματίσει σε C#. Η C# είναι κατάλληλη για τη δημιουργία εφαρμογών, τόσο σε συστήματα που θα φιλοξενούν την εφαρμογή όσο και σε embedded⁴ συστήματα (από πολύ μεγάλα με περίπλοκα λειτουργικά συστήματα μέχρι πολύ μικρά τα οποία είναι αφοσιωμένα στην εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών).

Μερικά χαρακτηριστικά της γλώσσας C# είναι τα ακόλουθα:

³ Η ECMA – European Computer Manufacturers Association, είναι ένας παγκόσμιος οργανισμός για πρότυπα σχετικά με πληροφοριακά και επικοινωνιακά συστήματα.

⁴ Ένα embedded σύστημα είναι ένα σύστημα υπολογιστή το οποίο είναι σχεδιασμένο να εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες. Αντίθετα με τους υπολογιστές γενικής χρήσης, οι υπολογιστές αυτοί έχουν το δικό τους ειδικό υλικό (hardware). Εκτελούν συγκεκριμένες και συνήθως προκαθορισμένες λειτουργίες περιορισμένων απαιτήσεων.

- Δεν επιτρέπεται η δήλωση και χρήση σφαιρικών (global) μεταβλητών. Όλες οι μέθοδοι και μέλη (μεταβλητές και αντικείμενα) θα πρέπει να δηλώνονται ως μέρος κάποιας κλάσης.
- Τοπικές μεταβλητές δεν επιτρέπεται να επισκιάζουν μεταβλητές που βρίσκονται μέσα στο block στο οποίο εμπερικλείονται (αντίθετα με τη C και C++ που το επέτρεπαν)
- Οποιοσδήποτε συναρτήσεις επιθυμούμε να χρησιμοποιούμε θα πρέπει να τις δηλώνουμε τοπικά μέσα στις κλάσεις όπου θα χρησιμοποιηθούν και όχι να μπορούν να φαίνονται σφαιρικά σε ολόκληρο το πρόγραμμα.
- Στη γλώσσα C# παρέχεται ένας boolean τύπος μεταβλητών, *bool*, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν επιθυμούμε να εξετάσουμε αν ισχύει ή όχι κάποια συνθήκη. Στις C και C++ υπάρχει ο αντίστοιχος τύπος μεταβλητής, όμως αυτός λειτουργεί με την έννοια του «ορθό / λάθος», δηλαδή μετατροπή της μεταβλητής σε τύπου ακέραιου αριθμού που παίρνει τις τιμές 0 ή 1.
- Υπάρχει υποστήριξη για χρήση δειχτών, αλλά λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ασφάλειας. Δηλαδή, η χρήση δειχτών είναι επιτρεπτή μόνο μέσα σε κομμάτια κώδικα ο οποίος δηλώνεται ως μη – ασφαλής. Προγράμματα τα οποία περιέχουν κομμάτια μη – ασφαλούς κώδικα χρειάζονται συγκεκριμένη άδεια από το χρήστη τους ή κάποιο διαχειριστή του συστήματος για να μπορούν να τρέξουν.
- Η μνήμη που διαχειριζόμαστε στη C# δεν μπορεί να ελευθερωθεί ρητά από τον προγραμματιστή με μια εντολή, αλλά με τη χρήση του λεγόμενου garbage collector⁵.
- Δεν επιτρέπεται η πολλαπλή κληρονομικότητα στη γλώσσα αυτή. Παρόλα αυτά όμως, μια κλάση μπορεί να υλοποιήσει οποιοδήποτε αριθμό από διεπαφές (interfaces).
- Η γλώσσα C# μας παρέχει περισσότερη ασφάλεια στη χρήση των τύπων και στην μετατροπή μεταβλητών από ένα τύπο σε κάποιο άλλο. Οι μόνες μετατροπές που επιτρέπονται είναι για παράδειγμα από integer να πάμε σε long integer, ή ακόμη

⁵ Ο garbage collector χρησιμοποιείται για να ελέγχει τη μνήμη του υπολογιστή την οποία δεσμεύουν τα αντικείμενα των κλάσεων εν ώρα εκτέλεσης του προγράμματος. Σε περίπτωση που κάποιο κομμάτι της μνήμης το οποίο είχε δεσμευτεί δεν χρησιμοποιείται πλέον ελευθερώνεται.

αυτές που κάποιος τύπος προκύπτει από κάποιο άλλο. Στην προκειμένη περίπτωση μπορούμε να μετατρέψουμε τον τύπο που προκύπτει σε τύπο της βάσης (δηλαδή από εκεί που άρχισε να εξελίσσεται ο τύπος).

- Στη C# έχουμε τη δυνατότητα χρήσης ιδιοτήτων (properties) για να έχουμε πρόσβαση σε κάποιο αντικείμενο. Οι ιδιότητες επιτρέπουν το χειρισμό των αντικειμένων μέσω της πρόσβασης που μας παρέχουν πάνω στα μέλη (members) της κλάσης, καθώς επίσης και επικύρωση των δεδομένων.

3.4 Ανάλυση δεδομένων

Στις πιο κάτω ενότητες θα παρουσιαστεί η μελέτη μας για τα δεδομένα που θα χρησιμοποιήσουμε. Συγκεκριμένα θα δούμε τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν τα δεδομένα που εξαρτούνται από χρονικές στιγμές καθώς και διάφορες μεθόδους οι οποίες χρησιμοποιούνται για προβολή τους. Στο τέλος θα δώσουμε μία αξιολόγηση για τις μεθόδους αυτές καθώς και ποιες επιλέγουμε για την υλοποίηση του συστήματος μας.

3.4.1 Δεδομένα εξαρτημένα από το χρόνο

Τα δεδομένα τα οποία θα επεξεργάζεται το σύστημά μας εξαρτώνται από τον χρόνο γεγονός που επιβάλλει κάποιες βασικές αρχές παρουσίασής τους στη μεθοδολογία μας. Όταν τα δεδομένα έχουν αυτή την ιδιαιτερότητα τότε πρέπει να παρουσιάζονται με κάποιο τρόπο ο οποίος επιτρέπει στον χρήστη του συστήματος να καταλαβαίνει το γεγονός ότι περνάει ο χρόνος κατά τη διάρκεια της προβολής.

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι παρουσίασης των χρονικών δεδομένων και είναι οι πιο κάτω:

- Πλαίσιο σταθερού μεγέθους

Σε αυτή τη προσέγγιση, το πλαίσιο της οθόνης έχει ένα σταθερό μέγεθος το οποίο επιτρέπει την προβολή δεδομένων ως κάποιο προκαθορισμένο πλάτος (συνήθως το πλάτος της οθόνης). Με αυτό τον τρόπο τα δεδομένα αναπαρίστανται γραφικά στην οθόνη, συνήθως από αριστερά προς τα δεξιά. Στην περίπτωση των ηλεκτροκαρδιογραφικών σημάτων, τα δεδομένα είναι γραμμές μεταξύ δύο σημείων και αναπαρίστανται από αριστερά προς δεξιά. Όταν τα δεδομένα φτάσουν στο τέλος της οθόνης, δηλαδή στο μέγιστο πλάτος, τότε ο δείκτης μεταφέρεται στην

αρχή της οθόνης, ελάχιστο πλάτος, και συνεχίζει από εκεί την αναπαράσταση των δεδομένων. Λόγω του γεγονότος ότι στην οθόνη υπάρχουν ήδη σχεδιασμένα τα αντικείμενα αυτά θα πρέπει κάθε φορά να “διαγράφονται” τα δεδομένα της επόμενης χρονικής στιγμής και αμέσως μετά να ζωγραφίζονται τα καινούρια δεδομένα. Το γεγονός αυτό είναι και το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής αφού αν ο χρήστης θέλει να ανατρέξει σε μία προηγούμενη χρονική στιγμή τότε αυτή δεν υπάρχει και πρέπει να ξαναδημιουργηθεί.

- Πλαίσιο μεταβλητού μεγέθους

Αυτή η προσέγγιση διαφέρει από την πιο πάνω στο γεγονός ότι δεν θεωρεί κανένα σταθερό μέγεθος της οθόνης. Αντίθετα, όταν βλέπει ότι το συγκεκριμένο πλάτος οθόνης δεν μπορεί να ικανοποιήσει τα συγκεκριμένα δεδομένα, δηλαδή χρειάζεται μεγαλύτερο πλάτος, τότε αναθέτει μία καινούρια τιμή στο πλάτος, συνήθως την τρέχουσα τιμή συν μία σταθερά. Σε αυτή την προσέγγιση δεν χρειάζεται η “διαγραφή” δεδομένων λόγω του γεγονότος ότι συνεχώς ζωγραφίζονται στο επόμενο κομμάτι. Το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι πρέπει να υπάρχει μεγάλη διαθέσιμη μνήμη αφού πρέπει να κατακρατείται σε αυτή το γραφικό αντικείμενο, το οποίο μεγαλώνει σύμφωνα με τα δεδομένα.

3.4.2 Δεδομένα συνεχόμενης ροής

Τα δεδομένα συνεχόμενης ροής είναι δεδομένα τα οποία συνήθως δεν είναι δυνατό να τα πάρουμε ολοκληρωμένα είτε λόγω μεγέθους είτε λόγω κάποιων άλλων περιορισμών. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι επεξεργασίας αυτών των δεδομένων. Οι πιο δημοφιλής από αυτούς παρουσιάζονται πιο κάτω:

- Συνεχής προβολή

Αυτή είναι η πιο απλή μορφή επεξεργασίας. Τα δεδομένα παραλαμβάνονται συνεχώς από τον εξυπηρετητή σε πακέτα σταθερού μεγέθους και ακολούθως, γίνεται κάποια επεξεργασία και άμεση προβολή τους. Το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι το γεγονός ότι η προβολή των δεδομένων δεν εξαρτάται μόνο από την κινητή συσκευή αλλά περισσότερο από τη διαθεσιμότητα του εξυπηρετητή και του δικτύου. Αν για κάποιο λόγο ο εξυπηρετητής έχει μεγάλο φόρτο εργασίας και δεν μπορεί αν συνεχίσει την αποστολή των πακέτων με μία συγκεκριμένη ταχύτητα

τότε η συσκευή θα πρέπει να έχει τους ανάλογους ελέγχους για να μπορεί να ενημερώνει τον χρήστη ότι η ροή έχει διακοπεί ή υπάρχει καθυστέρηση.

- Εν μέρει φόρτωση, επεξεργασία και προβολή

Η προσέγγιση αυτή δεν προβάλλει τα δεδομένα συνεχώς, αλλά αντίθετα καταγράφει ένα μέρος τους τοπικά για ένα μικρό χρονικό διάστημα και ακολούθως αρχίζει να προβάλλει από την αρχή. Αυτό η μέθοδος χρησιμοποιείται πολύ συχνά στου παρουσιαστές πολυμέσων, ειδικά ταινιών, στο διαδίκτυο. Επειδή το μέγεθος της ταινία είναι μεγάλο, το σύστημα πρώτα κατεβάζει ένα μέρος της ταινίας (buffering) και ακολούθως αρχίζει να την προβάλλει.

- Καθολική φόρτωση και προβολή

Η προσέγγιση αυτή είναι η πιο λίγο διαδεδομένη για δεδομένα εξαρτημένα από το χρόνο. Η διαδικασία αυτής της προσέγγισης είναι η φόρτωση όλων των δεδομένων τοπικά και ακολούθως η προβολή τους. Αν και παρουσιάζει μεγάλο πλεονέκτημα στο γεγονός ότι αν τα δεδομένα είναι φορτωμένα τοπικά τότε η περίπτωση του να συμβεί ένα λάθος είναι πάρα πολύ μικρή και το σύστημα έχει μεγάλο βαθμό ευρωστίας. Από την άλλη πλευρά όμως, η καθολική φόρτωση μπορεί να είναι αδύνατη λόγω του μεγάλου μεγέθους των δεδομένων.

Όλες αυτές οι προσεγγίσεις, αν και παρουσιάζουν ξεχωριστά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μπορούν να γίνουν πιο αποδοτικές αν χρησιμοποιηθούν αλγόριθμοι διαχείρισης δεδομένων και αλγόριθμοι συμπίεσης. Λόγω της μορφής των δεδομένων, είναι πολύ εύκολο να συμπειστούν με πολύ ψηλό παράγοντα συμπίεσης (~70-80%)

3.4.3 Αξιολόγηση

Μελετώντας την ανάγκη μας για προβολή των δεδομένων σε κινητές συσκευές, οι οποίες έχουν περιορισμένη μνήμη, παρατηρούμε ότι είναι πιο λογικό να χρησιμοποιήσουμε το πλαίσιο σταθερού μεγέθους, το οποίο μας επιτρέπει να προβάλλουμε τα δεδομένα χωρίς ιδιαίτερο κόστος στη μνήμη. Για να μην μας εμποδίσει το γεγονός ότι τα προηγούμενα δεδομένα “διαγράφονται” από την οθόνη θα προσθέσουμε στο σύστημά μας την ικανότητα επαναπροβολής, η οποία θα δουλεύει παίρνοντας σαν παράμετρο μία χρονική στιγμή που θέλει να δει ο χρήστης.

Όσο αφορά το θέμα των δεδομένων συνεχόμενη ροής, θα ακολουθήσουμε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Πιστεύουμε ότι το σύστημα μας θα πρέπει να υποστηρίζει το μοντέλο της εν μέρει φόρτωσης, επεξεργασίας και προβολής αφού σε αυτό το μοντέλο υπάρχει η δυνατότητα βελτίωσης της απόδοσης με τη χρήση αλγορίθμων συμπίεσης. Επίσης λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα του δικτύου στη χώρα μας, υποθέτουμε ένα ψηλό ποσοστό από διακοπές στη μετάδοση. Εκτός από αυτή τη προσέγγιση όμως θα χρησιμοποιήσουμε και την καθολική προσέγγιση με τον παρακάτω τρόπο. Λόγω του γεγονότος ότι η εξωτερική μνήμη για κινητές συσκευές στις μέρες μας είναι πολύ οικονομικά ανεκτή λαμβάνουμε υπόψη το εξής υποθετικό σενάριο. Ο ιατρός, ανά πάσα στιγμή, έχει φορτωμένα σε μία εξωτερική μνήμη κάποια ηλεκτροκαρδιογραφήματα τα οποίες θεωρεί βασικά για την εξωτερική διάγνωση του ασθενή.

3.5 Ασύρματα Δίκτυα

3.5.1 GSM

Τα αρχικά GSM αντιπροσωπεύουν το Global System for Mobile Communications, δηλαδή το παγκόσμιο σύστημα για επικοινωνίες με τη χρήση κινητών συσκευών. Το GSM αποτελεί το πιο γνωστό πρότυπο για κινητά τηλέφωνα στον κόσμο. Χρησιμοποιείται από περισσότερα από 2 δισεκατομμύρια άτομα σε περισσότερες από 212 χώρες. Το σύστημα αυτό διαφέρει αρκετά από τα προηγούμενα συστήματα επικοινωνίας χάρη στην ψηφιακή ποιότητα τηλεφωνημάτων που εφαρμόζει στα κανάλια ομιλίας και μετάδοσης σημάτων. Για το σκοπό αυτό, το σύστημα GSM ονομάζεται σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς⁶.

Από τη μεριά των καταναλωτών, το σύστημα GSM προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στον τρόπο επικοινωνίας, όπως καλύτερης ποιότητας ψηφιακή φωνή, και παροχής εναλλακτικών επιλογών επικοινωνίας όπως η ανταλλαγή μηνυμάτων κειμένου για χαμηλότερο κόστος. Ακόμη, οι χρήστες των κινητών τηλεφώνων, μπορούν με τη χρήση του συστήματος αυτού να χρησιμοποιούν τα κινητά τους τηλέφωνα από οποιοδήποτε μέρος του κόσμου κι αν βρίσκονται, αρκεί να υποστηρίζεται το σύστημα GSM. Οι

⁶ Τα συστήματα δεύτερης γενιάς είναι τα συστήματα τα οποία υποστηρίζουν την ασύρματη τηλεφωνική τεχνολογία. Η μετάδοση των σημάτων των συστημάτων αυτών είναι ψηφιακή και όχι αναλογική όπως στα συστήματα πρώτης γενιάς.

χειριστές των δικτύων, επωφελούνται εξίσου από τη χρήση του συστήματος αυτού. Το πρότυπο του συστήματος αυτού επιτρέπει σε συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές να λειτουργούν και να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Το GSM επίσης αποκαλείται και ως κυψελοειδές δίκτυο, δηλαδή για να μπορέσουν τα κινητά τηλέφωνα να συνδεθούν μαζί του θα πρέπει πρώτα να ψάξουν για κυψέλες (cells) στην κοντινή τους περιφέρεια. Τα δίκτυα GSM εκπέμπουν σε τέσσερις διαφορετικές περιοχές συχνοτήτων. Τα περισσότερα δίκτυα GSM λειτουργούν στα 900 ή 1800 MHz, εκτός από κάποιες χώρες της ηπείρου της Αμερικής όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες και ο Καναδάς, όπου οι συχνότητες αυτές είναι δεσμευμένες.

Το σύστημα GSM έχει σχεδιαστεί να παρέχει ασφάλεια στους χρήστες του με κάποιο συντηρητικό τρόπο. Για να διαπιστωθεί ότι κάποιος συνδρομητής είναι αυτός που ισχυρίζεται ότι είναι και κατά πόσο είναι ένας αυθεντικός συνδρομητής χρησιμοποιείται η μέθοδος κρυπτογράφησης shared – secret cryptography⁷. Με τον τρόπο αυτό, οι πληροφορίες που αποστέλλονται από κάποιο συνδρομητή σε κάποιο άλλο, μπορούν να κρυπτογραφούνται στο σταθμό – βάση της υπηρεσίας που μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε το σύστημα GSM, δηλαδή να μετατρέπονται σε κάποια μορφή που μόνο ο παραλήπτης θα μπορεί να τις αποκωδικοποιήσει. Έτσι, οι πληροφορίες φτάνουν με ασφάλεια στον παραλήπτη και είναι δύσκολο να κλαπούν στη διαδρομή από κάποιο άλλο συνδρομητή. Μόνο ο πραγματικός παραλήπτης του μηνύματος παίρνει μαζί με το κρυπτογραφημένο μήνυμα και ένα «κλειδί» (μεταβλητή που χρησιμοποιείται κατά την κρυπτογράφηση και αποθηκεύεται στη SIM κάρτα του κάθε συνδρομητή) που να του επιτρέπει να αποκωδικοποιήσει το μήνυμα. Κατά συνέπεια, το σύστημα GSM μας παρέχει εμπιστευτικότητα (να μην μπορούν τρίτοι να επεμβαίνουν στη μεταξύ μας επικοινωνία με κάποιο άλλο συνδρομητή) και αυθεντικότητα (δηλαδή επιβεβαιώνει ότι ο κάθε συνδρομητής είναι ένας αυθεντικός συνδρομητής). Δυστυχώς όμως το σύστημα GSM παρέχει περιορισμένες δυνατότητες παροχών εξουσιοδοτήσεων, σε αντίθεση με το νέο σύστημα UMTS.

⁷ Αυτή η μέθοδος κρυπτογράφησης έχει να κάνει με την εγκαθίδρυση ενός κλειδιού μεταξύ δύο επικοινωνούντων συνδρομητών με την εγκαθίδρυση της επικοινωνίας τους. Το κλειδί αυτό μπορούν να το χρησιμοποιούν μόνο οι δυο συνδρομητές για να ανταλλάσσουν ασφαλισμένα δεδομένα μέσα σε ένα μη ασφαλές επικοινωνιακό δίκτυο.

Το πρότυπο GSM μας παρέχει υπηρεσίες απευθείας μεταφοράς ψηφιακών δεδομένων, χωρίς να χρειάζεται να τα μετατρέψουμε σε ακουστική μορφή. Το γεγονός αυτό, μας αποδεικνύει ότι μια κινητή συσκευή, μπορεί να συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο που συμπεριφέρεται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής όταν είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, υπακούοντας στο πρωτόκολλο του διαδικτύου (Internet Protocol) για ασφαλή και εγγυημένη μεταφορά δεδομένων. Ένα κινητό τηλέφωνο, μπορεί επίσης να είναι συνδεδεμένο με άλλες υπολογιστικές συσκευές όπως φορητούς ή επιτραπέζιους υπολογιστές ή κινητές συσκευές παλάμης. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να χρησιμοποιείται ως διεπαφή του δικτύου, ακριβώς όπως χρησιμοποιείται ένα modem ή μια Ethernet κάρτα αλλά να υπακούει σε πρωτόκολλα συμβατά με το GSM σύστημα. Πιο νέα κινητά τηλέφωνα υποστηρίζουν επικοινωνία μέσω IrDA ή Bluetooth.

3.5.2 GPRS

Το GPRS (General Packet Radio Service) είναι μια υπηρεσία για την ασύρματη μεταφορά δεδομένων, την οποία απολαμβάνουν οι χρήστες κινητών τηλεφώνων της υπηρεσίας GSM ή της IS-136. Η μεταφορά δεδομένων μέσω GPRS χρεώνεται με βάση τη ποσότητα των δεδομένων που μεταφέρονται (σε MB), ενώ μέσω του παραδοσιακού τρόπου μεταφοράς δεδομένων η χρέωση γίνεται με βάση το χρόνο που διατηρούμε ανοιχτή τη σύνδεση μας (ανεξαρτήτως αν ο χρήστης δεν κατεβάσει καθόλου δεδομένα στο διάστημα που η σύνδεση είναι ανοιχτή). Η υπηρεσία GPRS χρησιμοποιείται για να έχουμε πρόσβαση σε ασύρματα σημεία πρόσβασης – Wireless Access Points (όπου μπορούμε να συνδεθούμε μαζί τους ασύρματα για να έχουμε πρόσβαση στο διαδίκτυο), για ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων ή μηνυμάτων ήχου και εικόνας, καθώς επίσης για να απολαμβάνουμε υπηρεσίες του διαδικτύου όπως την ηλεκτρονική αλληλογραφία και πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό, με τη χρήση του κινητού μας τηλεφώνου.

Η υπηρεσία GPRS επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να μοιράζονται το ίδιο κανάλι μεταφοράς δεδομένων, και να μεταδίδουν δεδομένα μόνο όταν υπάρχουν δεδομένα για να αποσταλούν. Με τον τρόπο αυτό, το συνολικό εύρος ζώνης (bandwidth) μπορεί να διατεθεί εξ' ολοκλήρου στο χρήστη που το χρειάζεται τη δεδομένη στιγμή που θέλει να στείλει κάποια δεδομένα. Έτσι, έχουμε καλύτερη εκμετάλλευση της διαθέσιμης γραμμής σε περιπτώσεις όπου οι χρήστες στέλνουν ή παραλαμβάνουν δεδομένα περιοδικά. Μερικές

λειτουργίες οι οποίες περιλαμβάνουν την περιοδική ανταλλαγή δεδομένων είναι η περιήγηση στο διαδίκτυο, η παραλαβή ηλεκτρονικών μηνυμάτων στην ώρα που καταφθάνουν.

Για τη μεταφορά δεδομένων μέσω της υπηρεσίας GPRS χρησιμοποιείται η μέθοδος FDMA (Frequency Division Multiple Access). Η μέθοδος αυτή κάνει διαχωρισμό των συχνοτήτων των καναλιών τα οποία χρησιμοποιούν οι χρήστες για να μεταδίδουν δεδομένα. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου (στην οποία κάποιοι χρήστες ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους), χρησιμοποιείται ένα ζευγάρι από κανάλια συχνοτήτων. Το ένα κανάλι χρησιμοποιείται για να μπορεί να στέλνει δεδομένα κάποιος χρήστης, ενώ το άλλο για να μπορεί να λαμβάνει δεδομένα.

Το GPRS βελτιώνει τις υπηρεσίες που μας παρέχει το GSM σχετικά με τη μεταφορά δεδομένων. Μερικές τέτοιες υπηρεσίες είναι η υπηρεσία αποστολής και λήψης μηνυμάτων πολυμέσων (ήχου και εικόνας), υπηρεσία Push To Talk⁸, εφαρμογές διαδικτύου για έξυπνες συσκευές μέσω Wireless Access Points, υπηρεσία επικοινωνίας μεταξύ δύο χρηστών (Point to Point networking) κατά την οποία οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν ανταλλάζοντας δεδομένα (οι δύο συμμετέχοντες υπολογιστές που βρίσκονται στα άκρα της σύνδεσης αναλαμβάνουν την μορφοποίηση των μηνυμάτων τους).

3.5.3 Wi-Fi

Το Wi-Fi είναι μια ονομασία η οποία δόθηκε από το Συνεταιρισμό Wi-Fi για να περιγράψει την τεχνολογία των ασύρματων τοπικών δικτύων που βασίζεται στις προδιαγραφές IEEE 802.11. Η τεχνολογία Wi-Fi αρχικά δημιουργήθηκε για να χρησιμοποιείται από ασύρματες κινητές συσκευές, όπως φορητούς υπολογιστές, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται και για πολλές άλλες υπηρεσίες όπως το διαδίκτυο, τηλεφωνική επικοινωνία της μορφής Voice Over IP, παιχνίδια και διάφορες βασικές συνδέσεις με ηλεκτρονικές συσκευές όπως τηλεοράσεις, DVD players και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές.

Μια τυπική εγκατάσταση Wi-Fi συνήθως περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα σημεία πρόσβασης (access points) και ένα ή περισσότερους πελάτες. Κάθε 100 ms περίπου, το κάθε σημείο πρόσβασης διαφημίζει το όνομα του δικτύου στο οποίο ανήκει στέλνοντας

⁸ Η υπηρεσία αυτή μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε ένα στιγμιαίο κουμπί, το οποίο όταν πατηθεί, μεταβαίνει από την κατάσταση φωνητικής λήψης στην κατάσταση μετάδοσης.

στους χρήστες πακέτα. Ένας χρήστης που συμμετέχει στο Wi-Fi μπορεί να χρησιμοποιήσει στη χειρότερη περίπτωση ταχύτητα 1 Mbps. Ο πελάτης – χρήστης του ασύρματου αυτού δικτύου, μπορεί κάθε φορά που λαμβάνει πληροφορίες από κάποιο σημείο πρόσβασης να αποφασίζει αν θα συνδεθεί μαζί του ή με κάποιο άλλο. Αν περισσότερα από 1 σημεία πρόσβασης βρίσκονται στην περιοχή του χρήστη, τότε ο χρήστης μπορεί να αποφασίσει με ποιο από αυτά να συνδεθεί ανάλογα με τη δύναμη του σήματος που εκπέμπει προς αυτόν το καθένα. Με τη χρήση του πρότυπου Wi-Fi, μπορεί κατά τη μετάδοση πακέτων των χρηστών να συμβούν διάφορες συγκρούσεις (αν στέλνουν πολλοί χρήστες ταυτόχρονα τα δεδομένα τους για παράδειγμα). Οι συγκρούσεις αυτές δεν μπορούν να ανιχνευτούν από το Wi-Fi. Το μόνο που μπορεί να κάνει το Wi-Fi είναι να αποφύγει τέτοιου είδους προβλήματα χρησιμοποιώντας μια μέθοδο ανταλλαγής πακέτων με Collision Avoidance (δηλαδή, προσπαθεί να αντληθεί από προηγουμένως αν πρόκειται να συμβεί σύγκρουση μεταξύ πακέτων και ενεργεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε στο τέλος να αποφευχθεί η σύγκρουση).

Μερικά πλεονεκτήματα του Wi-Fi:

- Επιτρέπει την εγκατάσταση τοπικών δικτύων χωρίς τη χρήση καλωδίων, μειώνοντας έτσι το κόστος εγκατάστασης και επέκτασης ενός δικτύου. Υπάρχουν επίσης μέρη όπως εξωτερικοί χώροι και μουσεία όπου η ενσύρματη εγκατάσταση δικτύων δεν είναι εφικτή, οπότε το Wi-Fi είναι η ιδανική λύση.
- Είναι εγκατεστημένο στους περισσότερους σύγχρονους ηλεκτρονικούς υπολογιστές
- Προϊόντα του Wi-Fi είναι διαθέσιμα σχεδόν οπουδήποτε στην αγορά
- Το Wi-Fi είναι ένα παγκόσμιο σύνολο από πρότυπα, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να δουλεύουν από οποιοδήποτε μέρος στον κόσμο.
- Είναι διαθέσιμο σε περισσότερα από 250 000 σημεία και σε εκατομμύρια σπίτια, επιχειρήσεις και πανεπιστημιακές κοινότητες.
- Επίσης, το Wi-Fi υποστηρίζει νέα πρωτόκολλα που διασφαλίζουν την ποιότητα υπηρεσίας που παρέχει και μηχανισμούς εξοικονόμησης ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα αυτά κάνουν το Wi-Fi ιδανικό για εφαρμογές που δεν ανέχονται τις καθυστερήσεις (όπως εφαρμογές φωνής και βίντεο).

3.5.4 Bluetooth

Το Bluetooth έχει σχεδιαστεί από την γενική βιομηχανία για την δημιουργία ασύρματων προσωπικών δικτύων για ανταλλαγή δεδομένων. Η υπηρεσία αυτή παρέχει ένα εύκολο τρόπο, εξερεύνησης για συσκευές που το υποστηρίζουν, διασύνδεσης και ανταλλαγής πληροφοριών με αυτές. Επίσης, το γεγονός ότι η χρήση του Bluetooth είναι διαθέσιμη δωρεάν το έχει κάνει πολύ δημοφιλής στις μέρες μας.

3.5.5 Αξιολόγηση

Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει μία σύγκριση των δικτύων που αναφέρθηκαν στις πιο πάνω ενότητες.

Network	Data Rate (KB)
GSM	9.6
GPRS	172 (theoretical limit)
UMTS	2000 (theoretical limit)
Bluetooth	2100
WiFi	11000 or 54000

Πίνακας 1: Πίνακας για σύγκριση και αξιολόγηση των διαφόρων υπηρεσιών

Η επιλογή ενός δικτύου για το σύστημά μας δεν είναι μία ερώτηση η οποία πρέπει να μας δώσει μόνο μία απάντηση. Αντίθετα, αντί να επιλέξουμε ένα δίκτυο για το σύστημα μας, αφήνουμε αυτή την επιλογή στο λειτουργικό σύστημα της κινητής συσκευής, η οποία έχει την ικανότητα να συνδέεται με το καλύτερο διαθέσιμο δίκτυο (best available network). Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα μας δεν χρειάζεται να ανησυχεί για τη διασύνδεση του με το διαδίκτυο αλλά μόνο με τα δεδομένα και την ταχύτητα που τα παραλαμβάνει.

Σχετικά με τη μεταφορά των δεδομένων από και προς τον εξυπηρετητή, είναι σίγουρα πολύ σημαντική η επιλογή του κατάλληλου τύπου δικτύου διότι στο δικό μας σύστημα έχουμε να κάνουμε με σήματα ζωτικής σημασίας τα οποία είναι πάρα πολύ σημαντικό να λαμβάνονται από τον ασθενή χωρίς καθυστέρηση και στην ώρα τους (αν έχουμε την περίπτωση όπου ο ιατρός επιθυμεί να έχει ζωντανή και άμεση λήψη των δεδομένων στην κινητή του συσκευή). Άρα χρειαζόμαστε απαραίτητα ένα δίκτυο το οποίο να είναι συνεχώς

διαθέσιμο στον ιατρό ή το νοσηλευτικό προσωπικό που παρακολουθούν τον ασθενή και να μπορεί να μεταδίδει όσο το δυνατό περισσότερο με γρήγορους ρυθμούς. Βασικό συστατικό όμως ολόκληρης της υποδομής αυτής είναι η κινητή συσκευή που βρίσκεται στα χέρια του χρήστη να μπορεί να υποστηρίζει απαραίτητα τεχνολογίες διαδικτύου που να του επιτρέπουν να λαμβάνει κατά κύριο λόγο δεδομένα στη συσκευή του. Κάτι που στην παρούσα φάση μπορεί να θεωρηθεί σαν δευτερεύον λειτουργία είναι η υποστήριξη της τεχνολογίας Bluetooth. Αυτή θα είναι αναγκαία στην περίπτωση όπου η κινητή συσκευή του χρήστη θα λαμβάνει απευθείας τα δεδομένα από τον ασθενή τα οποία θα μεταδίδονται προς το χρήστη μέσω της υπηρεσίας Bluetooth.

3.6 Κινητές συσκευές/Πελάτες

Οι κινητές συσκευές έχουν εξελιχθεί τρομερά στις μέρες μας. Από την πρώτη κινητή συσκευή που βγήκε το 1996 από την εταιρεία Palm Computing, το Palm Pilot 1000, κανένας δεν μπορούσε να προβλέψει πόσο ραγδαία θα εξελισσόταν αυτή τη τεχνολογία. Στις πιο κάτω ενότητες παρουσιάζουμε διάφορες κινητές συσκευές οι οποίες εκτός από προσωπικούς υπολογιστές έχουν εξελιχθεί και σε κινητά τηλέφωνα στις μέρες μας.

3.6.1 Laptops

Ένα laptop είναι ένας φορητός υπολογιστής, ο οποίος συνήθως έχει μικρό μέγεθος και αρκετά λιγότερο βάρος σε σχέση με ένα κανονικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το βάρος του φορητού υπολογιστή εξαρτάται πάντοτε από το μέγεθος του αλλά και τα εξαρτήματα που περιλαμβάνει. Μπορεί να προσφέρει τις ίδιες δυνατότητες στους χρήστες του όπως ακριβώς ένας προσωπικός υπολογιστής, αλλά κοστίζει πιο ακριβά. Για είσοδο δεδομένων, χρησιμοποιείται ένα ενσωματωμένο στο φορητό υπολογιστή πληκτρολόγιο. Αντί για ποντίκι, χρησιμοποιείται μια μεμβράνη αφής ή ένα κουμπί ανάμεσα στα πλήκτρα του πληκτρολογίου το οποίο μας βοηθάει να μετακινούμε το δείκτη στην οθόνη μας. Οι οθόνες που χρησιμοποιούνται στους φορητούς υπολογιστές, είναι συνήθως τύπου LCD (Liquid Crystal Display), ή TFT (Thin Film Transistor). Οι φορητοί υπολογιστές, είναι αρκετά δύσκολο να αναβαθμίζονται, αφού ο διαθέσιμος χώρος μέσα στη συσκευή είναι αρκετά μικρός (για να μην καταλαμβάνει πολύ χώρο και η ίδια η συσκευή και να μπορεί να είναι φορητή), ενώ παράλληλα το κόστος της αναβάθμισης ενός φορητού υπολογιστή είναι

αρκετά μεγάλο διότι τα εξαρτήματα είναι ειδικά σχεδιασμένα για να καλύπτουν τις ανάγκες αυτών των μικρών σε μέγεθος υπολογιστών.

Οι περισσότεροι μοντέρνοι φορητοί υπολογιστές έχουν οθόνη διαστάσεων 12 ιντσών και άνω με ανάλυση τουλάχιστο 1024x768 pixels. Ο σκληρός δίσκος είναι εσωτερικός και μικρότερων διαστάσεων σε σχέση με ενός προσωπικού υπολογιστή. Συχνά η απόδοση των προσωπικών υπολογιστών είναι καλύτερη από αυτή των φορητών υπολογιστών. Εσωτερικά ενσωματωμένα μπορούμε ακόμη να βρούμε την κάρτα ήχου και γραφικών. Το γεγονός αυτό καθιστά τους φορητούς υπολογιστές ως ακατάλληλες προς χρησιμοποίηση για ηλεκτρονικά και παιχνίδια και γενικά για διασκέδαση. Υπάρχουν υπολογιστές όμως που μπορούν να έχουν ενσωματωμένο ένα ειδικό επεξεργαστή γραφικών, όπως αυτό της DELL Inspiron E1505 και E1705. Στους φορητούς υπολογιστές χρησιμοποιούνται διάφοροι επεξεργαστές όπως αυτοί της Intel (Pentium M, Celeron, Intel Core and Intel Core 2) και της AMD (Athlon, Turion 64, and Sempron). Γενικά όμως, οι επεξεργαστές των φορητών υπολογιστών τείνουν να είναι λιγότερο αποδοτικοί σε σχέση με αυτούς των προσωπικών υπολογιστών για σκοπούς εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και για παραγωγή λιγότερης θερμότητας εσωτερικά του υπολογιστή. Υπάρχουν μερικοί επεξεργαστές όμως της κατηγορίας PowerPC οι G3 και G4 οι οποίοι κατάφεραν να προσφέρουν σχεδόν τις ίδιες αποδόσεις με ένα κανονικό ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Οι περισσότεροι φορητοί υπολογιστές στις μέρες υποστηρίζουν την τεχνολογία Wi-Fi η οποία επιτρέπει στους χρήστες τους να μπορούν να εργάζονται και έξω από το σπίτι ή το χώρο εργασίας τους, οπουδήποτε και αν βρίσκονται, αρκεί να υπάρχει κοντά τους ένα σημείο πρόσβασης (access point) που να τους επιτρέπει να συνδεθούν. Μέσω της τεχνολογίας αυτής μπορούν να επιτευχθούν ακόμη και πολύ μεγάλες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, βοηθώντας μας να διεκπεραιώνουμε πιο εύκολα τις εργασίες μας.

3.6.2 Tablets

Ένα tablet PC είναι ένα notebook ή ένας φορητός υπολογιστής που έχει επίπεδη μορφή. Συνήθως έχει οθόνη αφής και για την είσοδο δεδομένων, ο χρήστης μπορεί είτε να αγγίζει στην οθόνη είτε να χρησιμοποιεί ένα ειδικό πενάκι (stylus) ή μια ψηφιακή πένα, αντί για πληκτρολόγιο και ποντίκι, για κάνει διάφορες επιλογές. Ο υπολογιστής αυτός μπορεί να συνδέεται σε ένα δίκτυο είτε ασύρματα είτε ενσύρματα. Τα tablet PCs παρέχουν

περισσότερες ευκολίες σε σχέση με τη μεταφορά τους, αφού είναι πιο μικροί και από φορητούς υπολογιστές, και χρησιμοποιούνται περισσότερο εκεί που τα notebooks δεν μπορούν να βρεθούν εύκολα ή σε περιπτώσεις όπου τα notebooks μας παρέχουν λιγότερες λειτουργίες.

3.6.3 Pocket PCs and Smartphones

Οι πιο διαδεδομένες κινητές συσκευές στις μέρες μας είναι τα ονομαζόμενα, υπολογιστές τσέπης (pocket pc) και έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphone). Αυτές οι συσκευές έχουν εξελιχθεί τρομερά στις μέρες μας και υποστηρίζουν σύνδεση με διάφορους τρόπους, όπως GPRS, WiFi, UMTS, Bluetooth και φυσικά τον προσωπικό υπολογιστή. Κάποια παραδείγματα των συσκευών αυτών παρουσιάζονται στην πιο κάτω εικόνα:



Εικόνα 0-1: Κινητές συσκευές τελευταίας τεχνολογίας. Από αριστερά προς τα δεξιά (imate JasJar, SonyEricsson p990, O2 Xda Stealth, imate SP5m)

Ο επεξεργαστής των συσκευών αυτών τρέχει στα 400-600Mhz περίπου, γεγονός που μας επιτρέπει να τρέξουμε διάφορες εφαρμογές αρκετά γρήγορα. Όλα τα κινητά αυτά υποστηρίζουν και τηλέφωνο και αυτός είναι ένα λόγος που είναι τόσο ευρέως διαδεδομένα στις μέρες μας.

Τα περισσότερα κινητά υποστηρίζουν θύρα εξωτερικής μνήμης που στις μέρες μας έχει γίνει αρκετά οικονομικά ανεκτή.

3.6.4 Αξιολόγηση

Πιστεύουμε ότι το σύστημα μας θα πρέπει να υποστηρίζει όσο το δυνατό περισσότερες κινητές συσκευές ώστε να μπορεί να εγκατασταθεί και σε υπάρχον συσκευές. Από την δική μας πείρα, γνωρίζουμε ότι αν μία εφαρμογή μπορεί να εγκατασταθεί σε μία κινητή

συσκευή τότε η ίδια εφαρμογή μπορεί αν χρησιμοποιηθεί και σε πιο μεγάλους κινητούς υπολογιστές όπως τα laptops και τα tablets.

3.7 Ανασκόπηση τεχνολογιών

Μελετώντας την ανάγκη μας για προβολή των δεδομένων σε κινητές συσκευές, οι οποίες έχουν περιορισμένη μνήμη, παρατηρούμε ότι είναι πιο λογικό να χρησιμοποιήσουμε το πλαίσιο σταθερού μεγέθους, το οποίο μας επιτρέπει να προβάλλουμε τα δεδομένα χωρίς ιδιαίτερο κόστος στη μνήμη. Για να μην μας εμποδίσει το γεγονός ότι τα προηγούμενα δεδομένα “διαγράφονται” από την οθόνη θα προσθέσουμε στο σύστημά μας την ικανότητα επαναπροβολής, η οποία θα δουλεύει παίρνοντας σαν παράμετρο μία χρονική στιγμή που θέλει να δει ο χρήστης.

Όσο αφορά το θέμα των δεδομένων συνεχόμενη ροής, θα ακολουθήσουμε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Πιστεύουμε ότι το σύστημα μας θα πρέπει να υποστηρίζει το μοντέλο της εν μέρει φόρτωσης, επεξεργασίας και προβολής αφού σε αυτό το μοντέλο υπάρχει η δυνατότητα βελτίωσης της απόδοσης με τη χρήση αλγορίθμων συμπίεσης. Επίσης λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα του δικτύου στη χώρα μας, υποθέτουμε ένα ψηλό ποσοστό από διακοπές στη μετάδοση. Εκτός από αυτή τη προσέγγιση όμως θα χρησιμοποιήσουμε και την καθολική προσέγγιση με τον παρακάτω τρόπο. Λόγω του γεγονότος ότι η εξωτερική μνήμη για κινητές συσκευές στις μέρες μας είναι πολύ οικονομικά ανεκτή λαμβάνουμε υπόψη το εξής υποθετικό σενάριο. Ο ιατρός, ανά πάσα στιγμή, έχει φορτωμένα σε μία εξωτερική μνήμη κάποια ηλεκτροκαρδιογραφήματα τα οποίες θεωρεί βασικά για την εξωτερική διάγνωση του ασθενή.

Η επιλογή ενός δικτύου για το σύστημά μας δεν είναι μία ερώτηση η οποία πρέπει να μας δώσει μόνο μία απάντηση. Αντίθετα, αντί να επιλέξουμε ένα δίκτυο για το σύστημα μας, αφήνουμε αυτή την επιλογή στο λειτουργικό σύστημα της κινητής συσκευής, η οποία έχει την ικανότητα να συνδέεται με το καλύτερο διαθέσιμο δίκτυο (best available network). Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα μας δεν χρειάζεται να ανησυχεί για τη διασύνδεση του με το διαδίκτυο αλλά μόνο με τα δεδομένα και την ταχύτητα που τα παραλαμβάνει.

Πιστεύουμε ότι το σύστημα μας θα πρέπει να υποστηρίζεται όσο το δυνατό από περισσότερες κινητές συσκευές ώστε να μπορεί να εγκατασταθεί και σε υπάρχουσες συσκευές. Από την δική μας πείρα, γνωρίζουμε ότι αν μία εφαρμογή μπορεί να

εγκατασταθεί σε μία κινητή συσκευή τότε η ίδια εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε πιο μεγάλους κινητούς υπολογιστές όπως οι υπολογιστές τύπου laptop και tablet.

Κεφάλαιο 4

Το σύστημα MobileECG

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί το σύστημά μας στο οποίο χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία της γρήγορης προτυποποίησης. Συγκεκριμένα στις ενότητες 4.2 θα μελετηθούν οι απαιτήσεις και προδιαγραφές του συστήματος. Στην ενότητα 4.3 θα παρουσιαστεί η αναλυτική σχεδίαση του συστήματος. Τέλος στην ενότητα 4.4 και 4.5 θα παρουσιαστεί η υλοποίηση του συστήματος καθώς και πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν.

4.2 Απαιτήσεις και προδιαγραφές του συστήματος

4.2.1 Ορισμός του προβλήματος

Με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, ο άνθρωπος αναζητάει πλέον λύσεις που θα του κάνουν τη ζωή πιο εύκολη. Από πολύ παλιά, κατέβαλλε πολλές προσπάθειες για να βελτιώσει τον τρόπο ζωής του και γενικά για να αποκτήσει καλύτερη ποιότητα η ζωή του. Ένας τομέας που στις μέρες μας «εκμεταλλεύεται» συχνά την ανάπτυξη της τεχνολογίας είναι και η ιατρική.

Το πρόβλημα το οποίο έχουμε να αντιμετωπίσουμε, και στο οποίο θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια πολύ καλή και λειτουργική λύση, αφορά τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα. Συγκεκριμένα, υπάρχουν οι συσκευές που καταγράφουν τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα, αλλά ο ειδικευμένος ιατρός, πρέπει να βρίσκεται είτε στο γραφείο του είτε στο χώρο περίθαλψης τους ασθενή για να μπορέσει να παρακολουθήσει την εξέλιξη της κατάστασης του. Υπάρχει η περίπτωση κάποιος ασθενής λόγω της σοβαρότητας της κατάστασης του να μην μπορεί να μετακινείται και να πρέπει να μένει συνέχεια στο σπίτι, απ' όπου θα λαμβάνει την ανάλογη περίθαλψη. Σε μια τέτοια

περίπτωση ο γιατρός αναγκαστικά χρειάζεται μια συσκευή και ένα σύστημα τα οποία θα του επιτρέπουν να παρακολουθεί τον ασθενή του ενόσω οι δυο τους βρίσκονται σε απόσταση. Ακόμη, υπάρχει το ενδεχόμενο, ο ιατρός να πρέπει να μεταβεί στο εξωτερικό, αλλά η κατάσταση του ασθενή του να είναι σε τόσο σοβαρό σημείο που να πρέπει να είναι συνεχώς υπό την παρακολούθηση του ιατρού του. Κάποιες φορές, οι ιατροί επιθυμούν να ανταλλάζουν απόψεις σχετικά με το καρδιογράφημα ενός ασθενή, με σκοπό να καταλήξουν σε μια πιο εξειδικευμένη και πιο έγκυρη διάγνωση. Άρα θα πρέπει να υπάρχει ο κατάλληλος τρόπος που να επιτρέπει σε δύο ή περισσότερους ιατρούς να φορτώνουν ένα αρχείο ECG στην κινητή συσκευή που θα βρίσκεται στην κατοχή τους για να μπορούν να το διαβάζουν οποιαδήποτε στιγμή επιθυμούν σε οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκονται και να καταλήγουν στα κατάλληλα συμπεράσματα.

4.2.2 Σκοπός υλοποίησης του συστήματος MobileECG

Σκοπός της υλοποίησης του συστήματος MobileECG είναι να διευκολύνει τον τρόπο εργασίας των ιατρών, παρέχοντας τους τη λύση που χρειάζονται για να ανταπεξέλθουν σε καταστάσεις όπως αυτές που έχουμε αναφέρει πιο πάνω. Το σύστημα αυτό, θα επιτρέπει την προβολή και διαχείριση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων των ασθενών μέσω μιας κινητής συσκευής που θα βρίσκεται στην κατοχή του ιατρού. Ο ιατρός θα έχει τη δυνατότητα αφού φορτώσει το αρχείο ηλεκτροκαρδιογραφήματος που τον ενδιαφέρει, να το προβάλει και να το αναλύσει σταματώντας το προσωρινά σε σημεία που θέλει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή. Έχοντας στην κατοχή του μια μικρή κινητή συσκευή, η οποία θα περιλαμβάνει κάποιο λειτουργικό σύστημα, και το σύστημα μας εγκατεστημένο στη συσκευή του, θα μπορεί να κάνει οποιαδήποτε λειτουργία του επιτρέπει το σύστημα μας από οποιοδήποτε σημείο ή περιοχή βρίσκεται, αρκεί να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες του διαδικτύου.

Με ένα τέτοιο σύστημα στα χέρια του, κάθε ιατρός που ασχολείται με την παρακολούθηση ασθενών μέσω ηλεκτροκαρδιογραφημάτων, θα μπορεί να αποκτήσει περισσότερη ελευθερία, αφού θα έχει τη δυνατότητα να προβάλλει τα αρχεία των ECG οποιαδήποτε ώρα επιθυμεί, ακόμη και όταν ξεκουράζεται στο σπίτι αν δεν πρόκειται για κάποια επείγουσα κατάσταση. Επίσης δε θα είναι αναγκασμένος να βρίσκεται στο χώρο εργασίας του και να περιμένει να δει το ηλεκτροκαρδιογράφημα του ασθενή του τη στιγμή που αυτό καταγράφεται από τη συσκευή ECG που χρησιμοποιείται στον ιατρικό χώρο.

4.2.3 Γενική περιγραφή του συστήματος

4.2.3.1 Προοπτική του προϊόντος

Το σύστημα προβλέπεται να λειτουργεί ως μία ανεξάρτητη από άλλα συστήματα οντότητα. Με τον τρόπο που θα υλοποιηθεί θα μπορεί να εγκαθίσταται σε οποιαδήποτε κινητή συσκευή η οποία θα έχει εγκατεστημένο λογισμικό των Windows. Είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα τέτοιο λειτουργικό σύστημα μιας και το σύστημα μας θα είναι υλοποιημένο με τη χρήση του εργαλείου Microsoft Visual Studio. Μελλοντικά, πιθανό το σύστημα να μπορεί να αποτελεί υποσύστημα ενός μεγαλύτερου συστήματος, και να μπορεί να παρέχει τις λειτουργίες του στο χρήστη σε συνδυασμό με άλλες λειτουργίες. Ένα τέτοιο σύστημα που θα μπορούσε να «φιλοξενήσει» το δικό μας σύστημα, μπορεί να είναι το ΔΙΤΗΣ, που όπως έχουμε ήδη αναφέρει σε προηγούμενα κεφάλαια, το σύστημα αυτό παρέχει ιατρική φροντίδα μέσω πολλών λειτουργιών σε διάφορους φορείς όπως ασθενείς, ιατρούς και νοσηλευτικό προσωπικό.

4.2.3.2 Διαπροσωπείες Υλικού

Όπως έχουμε αναφέρει, το σύστημα αυτό, για να μπορεί να λειτουργεί κανονικά, θα πρέπει ο ενδιαφερόμενος πελάτης να έχει στην κατοχή του μια κινητή συσκευή με λογισμικό Windows. Για να μπορεί όμως να έχει πρόσβαση στα δεδομένα που τον ενδιαφέρουν, που στην προκειμένη περίπτωση είναι τα αρχεία ECG, θα πρέπει να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Η πρόσβαση αυτή θα του επιτρέπει να επικοινωνεί με τον Data Server της κλινικής ή του νοσοκομείου, από τον οποίο θα μπορεί να παίρνει τα δεδομένα συνεχόμενης ροής ακόμη και τη στιγμή που αυτά καταγράφονται. Άρα, αφού θέλουμε να μπορούμε να έχουμε απευθείας ενημέρωση για την κατάσταση του ασθενή, θα πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει ο Server που θα κρατάει τα δεδομένα καθώς επίσης και το ασύρματο δίκτυο που θα φέρει το χρήστη σε επικοινωνία μαζί του. Επίσης, ο χρήστης μπορεί αν επιθυμεί να μελετήσει αργότερα το ECG που πάρθηκε από τον ασθενή να φορτώσει το αρχείο του ECG στον προσωπικό του υπολογιστή στο χώρο εργασίας του και αργότερα με τη χρήση της τεχνολογίας Bluetooth (αν αυτή υποστηρίζεται τόσο από τον προσωπικό του υπολογιστή όσο από την κινητή του συσκευή), ή με τη χρήση ενός καλωδίου, να μεταφέρει το ECG αρχείο στην κινητή συσκευή, και να το προβάλλει αργότερα όταν αυτός επιθυμεί.

4.2.3.3 Διαπροσωπείες λογισμικού

Για τη δημιουργία του συστήματος μας χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο Microsoft Visual Studio .NET Enterprise Architect. Το εργαλείο αυτό μας παρέχει η εταιρεία Microsoft και χρησιμοποιείται από σχεδιαστές και κατασκευαστές εφαρμογών καθώς επίσης από ανώτερους προγραμματιστές εφαρμογών για το σχεδιασμό εφαρμογών οι οποίες λύνουν προβλήματα που έχουν σχέση με επιχειρήσεις. Η αύξηση της αποδοτικότητας σχετικά με την ολοκλήρωση μιας εργασίας είναι σημαντικό κριτήριο που πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας κατά την υλοποίηση ενός πληροφοριακού συστήματος. Επίσης οι γνώσεις που θα μπορούν να αποκτούν άτομα σε στρατηγικές θέσεις επηρεάζουν άμεσα την αποτελεσματικότητα της εργασίας τους αλλά και την επένδυση του οργανισμού στην εργασία τους. Το εργαλείο Visual Studio.NET Enterprise Architect παρέχει στους χρήστες του κάποιες δυνατότητες - κλειδιά και κάποιες καλές πρακτικές για επιτυχή δημιουργία λογισμικών. Επίσης το εργαλείο αυτό μας παρέχει τη δυνατότητα να μπορούμε εύκολα να τροποποιούμε εφαρμογές όποτε αυτές χρειάζονται να τροποποιηθούν για να είναι σύμφωνες με τις νέες απαιτήσεις του ιδιοκτήτη τους, αλλά και να διορθώνονται τυχόν λάθος υλοποιήσεις που δεν πληρούν τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη τους.

4.2.3.4 Λειτουργίες του συστήματος

4.2.3.4.1 Αριθμός κυματομορφών που θα εμφανίζονται

Ο αριθμός των κυματομορφών που θα εμφανίζονται θα πρέπει να καθορίζεται από το χρήστη. Συγκεκριμένα το πρόγραμμα θα παρουσιάζει μία λίστα με τις διαθέσιμες κυματομορφές που υπάρχουν στη ροή (stream) ή αρχείο δεδομένων και ακολούθως ο χρήστης θα επιλέγει ποιες από αυτές θα παρουσιάζονται. Θα υπάρχουν επίσης μηνύματα βοήθειας τα οποία θα κατατοπίζουν τον χρήστη ώστε να μην επιλέξει για παράδειγμα πολλές κυματομορφές οι οποίες δεν θα μπορούν να παρουσιαστούν στο μέγεθος οθόνης που χρησιμοποιεί. Σημειώνουμε ότι για να μπορούν όλες οι γραφικές αναπαραστάσεις να εμφανίζονται ομοιόμορφα στην οθόνη, γίνεται ένας δίκαιος καταμερισμός της οθόνης και κάθε γραφική αναπαράσταση εμφανίζεται στο πλαίσιο των διαστάσεων της οθόνης που της δίνεται.

4.2.3.4.2 Χρώμα γραμμής κυματομορφών (ECG color)

Το χρώμα γραμμής κυματομορφών θα πρέπει να καθορίζεται από το χρήστη. Συγκεκριμένα θα παρουσιάζεται παλέτα χρωμάτων στον χρήστη και από αυτά τα χρώματα θα επιλέγει ως καθολικό χρώμα γραμμής κυματομορφών. Θα υπάρχει επίσης η επιλογή για χρωματισμό της κάθε κυματομορφής ξεχωριστά. Το αρχικό χρώμα γραμμής κυματομορφών (default) θα είναι το κίτρινο το οποίο συνηθίζεται στους χώρους εργασίας των ιατρών (μηχανήματα εντατικής παρακολούθησης, κ.α). Θα υπάρχουν επίσης μηνύματα βοήθειας τα οποία θα κατατοπίζουν τον χρήστη ώστε να μην κάνει μία επιλογή η οποία να συγκρούεται με το φόντο οθόνης (π.χ. επιλογή κίτρινου φόντου όταν έχει ήδη επιλεγεί κίτρινο φόντο για την παρουσίαση μίας κυματομορφής).

4.2.3.4.3 Αναδημιουργία φόντου οθόνης (background erasing)

Λόγω του ότι η κάθε κυματομορφή θα παρουσιάζεται στο φόντο της οθόνης και του γεγονότος ότι παρουσιάζονται κυματομορφές σε σχέση με το χρόνο, θα πρέπει μόλις μία κυματομορφή φτάσει στο τέλος της οθόνης δεξιά αυτόματα να συνεχίζει από αριστερά. Σαν αποτέλεσμα θα πρέπει να διαγραφεί η κυματομορφή που παρουσιάζεται ήδη και να φαίνεται μόνο η τρέχουσα ώστε να μην παρουσιάζονται προβλήματα επικάλυψης.

4.2.3.4.4 Πληροφορίες οθόνης

Στην οθόνη θα εμφανίζονται διάφορες πληροφορίες όπως θερμοκρασία, οξυγόνωση, παλμοί καρδιάς, πίεση κ.ά. Αυτές οι πληροφορίες θα προσαρμόζονται σύμφωνα με τον προσανατολισμό της οθόνης και θα εμφανίζονται όπου επιλέξει ο χρήστης, είτε αριστερά είτε δεξιά της οθόνης. Η εμφάνιση των πληροφοριών θα είναι βάση επιλογής του χρήστη. Συγκεκριμένα θα εμφανίζεται μία λίστα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, και από εκεί θα μπορεί ο χρήστης να επιλέξει τις πληροφορίες που θέλει να εμφανίζονται στην οθόνη του.

4.2.3.4.5 Ρυθμός προβολής του ηλεκτροκαρδιογραφήματος

Κάποιος χρήστης μπορεί να επιθυμεί να προβάλλει τα ECG δεδομένα σε αργό ρυθμό ούτως ώστε να μπορεί να τα μελετάει πιο προσεκτικά, ενώ κάποιος άλλος μπορεί απλά να θέλει να ρίχνει μια ματιά στα ECG του με αποτέλεσμα να θέλει τα δεδομένα να προχωράνε σε γρήγορους ρυθμούς. Οι ανάγκες αυτές, θα πρέπει να ικανοποιούνται από το σύστημα

μας, το οποίο θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του να επιλέγουν την ταχύτητα με την οποία θα εμφανίζονται τα δεδομένα στην οθόνη.

4.2.3.4.6 Μεγέθυνση και κάλυψη οθόνης

Το σύστημα θα πρέπει να έχει μια γενική γνώση για τον αριθμό των κυματομορφών που εμφανίζονται στην οθόνη οποιαδήποτε στιγμή. Είναι πολύ σημαντικό, να μπορεί εφόσον ο αριθμός των κυματομορφών είναι μικρός να μεγεθύνει τις κυματομορφές έτσι ώστε να καλύπτουν τα κενά της οθόνης, αλλά και να γίνονται πιο ευδιάκριτες εφόσον έχουν τη δυνατότητα. Από την άλλη, εάν ο αριθμός των κυματομορφών αυξάνεται, τότε και η οθόνη μας θα πρέπει να κάνει τέτοιο καταμερισμό ούτως ώστε όλες οι κυματομορφές να φαίνονται ομοιόμορφα, αλλά συγχρόνως να μικραίνει το μέγεθος τους για να μπορούν να χωράνε όλες μαζί.

Η μεγέθυνση και σμίκρυνση μπορούν να εφαρμοστούν χρησιμοποιώντας την πιο κάτω μαθηματική φόρμουλα. Βασικά χρειαζόμαστε μία συνάρτηση η οποία έχει την ικανότητα να μετασχηματίζει ένα σημείο από ένα διάστημα σε κάποιο άλλο.

$f_x = (x - A) \frac{(D - C)}{(B - A)} + C$, όπου το x είναι ένα σημείο στο χώρο που ορίζεται στο διάστημα

$[A..B]$ και χρειαζόμαστε να το μεγεθύνουμε ή να το σμικρύνουμε, δηλαδή να το προβάλλουμε σε κάποιο άλλο διάστημα $[C..D]$.

Πιο κάτω βρίσκεται η απόδειξη για το την συνάρτηση f_x

$x \in S_1[A..B]$ where $B > A$

We need $f_x \in S_2[C..D]$ where $D > C$

Let $f_x = (x - A) \frac{(D - C)}{(B - A)} + C$

If $A \leq x \leq B$, is $C \leq f_x \leq D$?

$$\text{If } x = A \text{ then } f_x = (A - A) \frac{(D - C)}{(B - A)} + C = 0 + C = C$$

$$\text{If } x = B \text{ then } f_x = (B - A) \frac{(D - C)}{(B - A)} + C = (D - C) + C = D$$

If $A \leq x \leq B$ then

$$0 \leq (x - A) \leq (B - A)$$

$$0 \leq (x - A)(D - C) \leq (B - A)(D - C)$$

$$0 \leq (x - A)(D - C) \leq (B - A)(D - C)$$

$$0 \leq \frac{(x - A)(D - C)}{(B - A)} \leq (D - C)$$

$$C \leq \frac{(x - A)(D - C)}{(B - A)} + C \leq D$$

$$C \leq f_x \leq D$$

4.2.3.4.7 Χρονική παρακολούθηση

Είναι καλό ο χρήστης να γνωρίζει τα χρονικά πλαίσια ενός ECG αρχείου. Δηλαδή, να υπάρχει ένας μετρητής – ρολόι το οποίο θα του δείχνει πόσο δευτερόλεπτα έχουν περάσει από την ώρα έναρξης της προβολής του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Το ρολόι αυτό θα μπορεί να χρησιμοποιείται για να αντιλαμβάνεται και ο χρήστης της συσκευής πιθανές παθήσεις ή κάποια αρνητική εξέλιξη της υγείας του ασθενή, αφού μερικές διαγνώσεις καθορίζουν ένα πρόβλημα όταν κάποια ανωμαλία στο ηλεκτροκαρδιογράφημα εμφανίζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

4.2.3.4.8 Προσανατολισμός οθόνης

Ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη, θα πρέπει να του επιτρέπεται να επιλέγει μεταξύ οριζόντιας και κάθετης προβολής του ECG (portrait or landscape). Στην περίπτωση της οριζόντιας προβολής, οι πληροφορίες που θα μπορεί να επιλέξει να εμφανίζονται στην οθόνη του ο χρήστης, θα πρέπει να είναι λιγότερες απ' ότι στην κάθετη προβολή, εφόσον επιθυμεί να τις έχει τοποθετημένες στα δεξιά της οθόνης (σαν μια στήλη).

4.2.3.4.9 Φόντο οθόνης (Background Color)

Το φόντο της οθόνης θα πρέπει να καθορίζεται από το χρήστη. Συγκεκριμένα θα παρουσιάζεται παλέτα χρωμάτων στον χρήστη και από αυτά τα χρώματα θα επιλέγει το φόντο της οθόνης. Το αρχικό φόντο (default) θα είναι το μαύρο το οποίο συνηθίζεται στους χώρους εργασίας των ιατρών (μηχανήματα εντατικής παρακολούθησης, κ.ά). Θα υπάρχουν επίσης μηνύματα βοήθειας τα οποία θα κατατοπίζουν τον χρήστη ώστε να μην κάνει μία επιλογή η οποία να συγκρούεται με τις κυματομορφές (π.χ. επιλογή κίτρινου φόντου όταν έχει ήδη επιλεγεί κίτρινο χρώμα για την παρουσίαση μίας κυματομορφής). Ακόμη, εφόσον οι ειδικοί νοσηλευτές και ιατρικό προσωπικό έχουν τη δυνατότητα να τυπώνουν τα ECGs τους σε τετραγωνισμένο χαρτί με βάση τα πρότυπα που περιγράψαμε προηγουμένως, το σύστημα μας θα πρέπει να μπορεί να προβάλει τα ECG αρχεία σε μια τέτοια μορφή για πιθανή διευκόλυνση των ατόμων που θα τα εξετάζουν.

4.2.3.4.10 Φόντο γραμματοσειρών (Text Color)

Το φόντο γραμματοσειρών της οθόνης θα πρέπει να καθορίζεται από το χρήστη. Συγκεκριμένα θα παρουσιάζεται παλέτα χρωμάτων στον χρήστη και από αυτά τα χρώματα θα επιλέγει το φόντο της οθόνης. Το αρχικό φόντο (default) θα είναι το πράσινο το οποίο συνηθίζεται στους χώρους εργασίας των ιατρών (μηχανήματα εντατικής παρακολούθησης, κ.ά).

4.2.3.4.11 Βοήθεια χρήστη (Help)

Το σύστημα μας θα πρέπει να παρέχει στο χρήστη μια μορφή βοήθειας για τυχόν απορίες του σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας κάποιων υπηρεσιών, καθώς επίσης και μηνύματα βοήθειας τα οποία θα τον καθοδηγούν σε περίπτωση που κάνει μια λάθος κίνηση. Για να μπορέσει να έχει ο χρήστης βοήθεια οποιαδήποτε στιγμή τη ζητήσει είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα μενού επιλογών το οποίο να τον αφήνει να ψάξει στο σύστημα για να λύσει την απορία του.

4.2.3.5 Χαρακτηριστικά χρηστών

Οι πιο πιθανοί χρήστες του συστήματος μας θα είναι ιατροί, νοσηλευτές και άλλο ειδικευμένο προσωπικό που θα μπορεί να παρακολουθεί την εξέλιξη της υγείας του

ασθενή. Πολλοί ιατροί και ειδικοί νοσηλευτές δεν έχουν ιδιαίτερη επαφή με τους υπολογιστές, γεγονός που δεν τους επιτρέπει να αντιλαμβάνονται εύκολα κάποια πράγματα σχετικά με τα πληροφοριακά συστήματα. Για το λόγο αυτό, το σύστημα μας θα πρέπει να είναι όσο πιο απλοποιημένο γίνεται, έτσι ώστε ακόμη και ο πιο αρχάριος σε σχέση με τους υπολογιστές και τα πληροφοριακά συστήματα χρήστης, να μπορεί να αλληλεπιδρά με το σύστημα μας και να εκτελεί όλες τις λειτουργίες του. Ακόμη, θα υπάρχουν βοηθητικά μηνύματα σε οποιαδήποτε κίνηση προσπαθεί να κάνει ο χρήστης. Κάποια μηνύματα μπορεί να είναι απλά πληροφοριακά για το τι μπορεί να κάνει κάποια λειτουργία που θέλει να εκτελέσει ο χρήστης, ενώ κάποια άλλα μπορεί να είναι μηνύματα επιβεβαίωσης για να αποτρέψουμε το χρήστη από το να κάνει λάθη που να μην επιτρέπουν στο σύστημα να επανέλθει στην προηγούμενη του κατάσταση.

Επίσης, οι χρήστες του συστήματος μας θα πρέπει να έχουν κάποια γνώση από το χειρισμό κινητών συσκευών παλάμης για να μπορούν να τρέχουν το σύστημα στη συσκευή τους. Αν ούτε αυτή η γνώση υπάρχει, τότε σίγουρα μαζί με την παράδοση του συστήματος μας στους χρήστες θα πρέπει να γίνεται και μια ειδική εκπαίδευση για τη σωστή χρήση της κινητής συσκευής και του συστήματος.

4.2.3.6 Περιορισμοί

Υπάρχουν πολλοί περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη στην υλοποίηση του συστήματος. Το σύστημα αυτό έχει την ιδιαιτερότητα ότι προορίζεται για χρήση μέσω κινητών συσκευών όπως τα PDA. Το γεγονός αυτό μας αναγκάζει να λάβουμε σοβαρά υπόψη θέματα μνήμης της συσκευής καθώς επίσης θέματα που αφορούν το μέγεθος της οθόνης.

Όπως γνωρίζουμε, όσο πιο μικρή είναι η υπολογιστική συσκευή που χρησιμοποιούμε, τόσο πιο λίγες δυνατότητες έχουμε. Παρόλο που οι κινητές συσκευές που θα χρησιμοποιούνται θα περιλαμβάνουν κάποιο λειτουργικό σύστημα, η μνήμη τους όμως δεν μπορεί να είναι μεγάλη λόγω έλλειψης χώρου εσωτερικά της συσκευής. Εφόσον η μνήμη που διατίθεται είναι περιορισμένη, θα πρέπει αναγκαστικά να περιοριστούμε στο μέγεθος του προγράμματος. Δηλαδή, το πρόγραμμα που θα υλοποιηθεί δε θα πρέπει ούτε να κατακρατά μεγάλο αποθηκευτικό χώρο στη μνήμη, αλλά ούτε να χρειάζεται να δεσμεύει μεγάλο ποσοστό της μνήμης για να μπορεί να τρέχει κανονικά. Γι' αυτό δε θα

έχουμε την ελευθερία να γράψουμε προγραμματιστικό κώδικα κανονικά όπως θα γράφαμε για κάποια άλλη εφαρμογή που θα την εγκαθιστούσαμε σε ένα προσωπικό υπολογιστή. Οι εντολές που θα χρησιμοποιήσουμε, θα πρέπει να είναι προσεκτικά επιλεγμένες ενώ παράλληλα, η βελτιστοποίηση κώδικα⁹ θα είναι η λύση που χρειαζόμαστε για να μην δεσμεύουμε μεγάλο ποσοστό μνήμης ενόσω θα τρέχει το πρόγραμμα.

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, εφόσον έχουμε να κάνουμε με κινητές συσκευές και συγκεκριμένα συσκευές παλάμης, αντιλαμβανόμαστε ότι το μέγεθος της οθόνης τέτοιων συσκευών είναι αρκετά περιορισμένο και σίγουρα πολύ πιο μικρό απ' ό τι το μέγεθος μιας κανονικής οθόνης ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αφού υπάρχει ένας τέτοιος περιορισμός, σημαίνει ότι θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί όσο αφορά τον αριθμό των κυματομορφών που θα επιτρέπουμε να εμφανίζονται στην οθόνη. Σίγουρα αν μοιράσουμε την οθόνη μας σε ίσα διαστήματα για την κάθε κυματομορφή που προσθέτουμε, θα υπάρχει ένας μέγιστος αριθμός κυματομορφών που θα μπορούν να εμφανίζονται έτσι ώστε όλες οι κυματομορφές να είναι εξίσου ευδιάκριτες και να μπορούν να μελετούνται από τους χρήστες του συστήματος. Άρα, ανά πάσα χρονική στιγμή, το σύστημα θα πρέπει να ελέγχει αν ο χρήστης ζητήσει να εμφανίζονται περισσότερες από τέσσερις κυματομορφές και τότε αφού βγάλει το ανάλογο προειδοποιητικό μήνυμα, να μην του το επιτρέπει. Το ίδιο θα πρέπει να ισχύει σχετικά με τις πληροφορίες που επιθυμεί ο χρήστης να προβάλλονται στην οθόνη του. Συγκεκριμένα στην περίπτωση που ο προσανατολισμός της οθόνης είναι σε οριζόντια μορφή, ο αριθμός πληροφοριών που μπορούν να τοποθετούνται στα δεξιά της οθόνης είναι αρκετά περιορισμένος.

Ένα ακόμη περιορισμός που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας, είναι ένας περιορισμός ο οποίος έχει να κάνει περισσότερο με την υποδομή του συστήματος και όχι με το ίδιο το σύστημα. Στην περίπτωση του συστήματος αυτού, κάποιες φορές έχουμε να κάνουμε με δεδομένα πραγματικού χρόνου (real time data). Οι χρήστες του συστήματος μερικές φορές θα πρέπει να παίρνουν απευθείας από το sever τα δεδομένα ενός ECG αρχείου την ώρα που αυτά καταγράφονται, αν υπάρχει κάποιος ασθενής που χρειάζεται ειδική και συνεχή παρακολούθηση λόγω της κρισιμότητας της κατάστασης του. Για το

⁹ Όταν μιλάμε για βελτιστοποίηση κώδικα, εννοούμε να μπορούμε για κάθε κομμάτι προγραμματιστικού κώδικα να μπορούμε να βρίσκουμε ένα τέτοιο αλγόριθμο που να μας επιτρέπει να το εκτελούμε με όσο το δυνατό λιγότερες εντολές αλλά και με εντολές που το προγραμματιστικό κόστος να είναι μικρό.

λόγο αυτό, οι καθυστερήσεις στη μεταφορά των δεδομένων μας θα πρέπει να περιοριστούν στο ελάχιστο, δηλαδή να χρειάζονται μόνο μερικά δευτερόλεπτα μέχρι ο χρήστης να καταφέρει να συνδεθεί με τον server και να ξεκινήσει η ροή των δεδομένων προς την κινητή συσκευή που θα έχει στα χέρια του. Εφόσον γίνει αυτή η μεταξύ χρήστη και server σύνδεση, η ροή των δεδομένων θα πρέπει να είναι συνεχής και αδιάκοπη μέχρι να αποφασίσει ο χρήστης να τη διακόψει. Δε θα πρέπει να επιτρέπονται καθόλου παρεμβολές αλλά ούτε και καθυστερήσεις που στο τέλος να κάνουν τα δεδομένα στη συσκευή μη συμβατά με αυτά που είναι στην πραγματικότητα. Θα πρέπει να γίνει προσεκτική επιλογή του τύπου του δικτύου και της διαθέσιμης ταχύτητας για μεταφορά των δεδομένων για να μπορέσουμε να αποφύγουμε τέτοιου είδους καταστάσεις.

4.2.4 Αναλυτικές Απαιτήσεις του συστήματος

4.2.4.1 Εξωτερικές απαιτήσεις διεπαφής

Το σύστημα μας χρειάζεται σχεδόν ολόκληρη την οθόνη της κινητής συσκευής για να μπορεί να προβάλλει τα δεδομένα που πρέπει, άρα δεν υπάρχει η δυνατότητα όλες οι λειτουργίες να βρίσκονται τοποθετημένες στην οθόνη για να μπορεί να τις επιλέγει ο χρήστης. Άρα για να μπορεί το σύστημα να δέχεται κάποια δεδομένα εισόδου από το χρήστη, αναγκαστικά θα πρέπει να παρέχει κάποια μενού επιλογών στο κάτω μέρος της οθόνης, από τα οποία να μπορεί ο χρήστης να κάνει τις επιλογές του. Τα μόνα δεδομένα εισόδου που μπορεί να δέχεται το σύστημα, είναι κάποιες ρυθμίσεις και επιλογές όπως τις έχουμε αναφέρει πιο πάνω. Για παράδειγμα θα πρέπει να μπορεί ο χρήστης να επιλέξει την ταχύτητα της ροής των δεδομένων, ή τον αριθμό των κυματομορφών στην οθόνη του. Πολύ απλά, για να συμβαίνει αυτό, θα πρέπει ο χρήστης να καταλήγει στα μενού που του παρέχονται και να πατάει στην επιλογή που θα επιφέρει στο τέλος την αλλαγή που επιθυμεί στις ρυθμίσεις. Δεν υπάρχει δυνατότητα καταχώρησης δεδομένων για το συγκεκριμένο σύστημα στο παρόν στάδιο, οπότε δε χρειάζεται να υπάρχουν κουτιά εισαγωγής δεδομένων πάνω στην οθόνη. Σε μετέπειτα φάση, αν αποφασίσουμε να δώσουμε τη δυνατότητα στο χρήστη να ζητάει ρητά από το σύστημα ποιο αρχείο ECG να ανοίξει, πληκτρολογώντας του το μονοπάτι, τότε θα παρέχεται η επιλογή ανοίγματος αρχείου μέσα από τα μενού, η

οποία θα ανοίγει ένα παραθυράκι στην οθόνη που να επιτρέπει στο χρήστη να πληκτρολογήσει το μονοπάτι (διεύθυνση) του συστήματος όπου βρίσκεται το αρχείο.

Σημειώνουμε ότι τα μενού που αναφέραμε, θα πρέπει να βρίσκονται σε ευδιάκριτη για το χρήστη θέση, και κάθε μενού επιλογών θα πρέπει να έχει όνομα που να αντιστοιχεί στις λειτουργίες που περιλαμβάνει. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης θα μπορεί πιο εύκολα να κατανοεί το σύστημα, και να οδηγείται από μόνος του στο σωστό μενού κάθε φορά που θέλει να εκτελέσει μια λειτουργία. Ονόματα γενικού τύπου που μπορεί να σημαίνουν κάτι μόνο για τον προγραμματιστή του συστήματος, μπορούν να παραπλανήσουν το χρήστη και ως αποτέλεσμα να περιπλανιέται για κάποιο χρονικό διάστημα, μέχρι να καταλήξει στο σημείο που θέλει.

Τα δεδομένα εξόδου του συστήματος μας είναι οι κυματομορφές που αντιπροσωπεύουν κάποιο ECG, τα μενού επιλογών τα οποία περιλαμβάνουν λειτουργίες που μπορεί να εκτελεί το σύστημα όταν του ζητείται από το χρήστη, κάποιες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του ασθενή (όπως παλμούς καρδιάς, πίεση κ.α), καθώς επίσης και κάποια μηνύματα προειδοποιητικά ή απλά ενημερωτικά.

Όλα αυτά τα δεδομένα εξόδου, θα πρέπει να έχουν μια μορφή που να επιτρέπει στο χρήστη να τα αναγνωρίζει. Οι κυματομορφές για παράδειγμα, δεν πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο που να μην μπορεί να τις διακρίνει το μάτι και άσχετα με το πόσες κυματομορφές υπάρχουν στην οθόνη, ποτέ δεν πρέπει η μία να καλύπτει την άλλη. Τα μενού επιλογών θα πρέπει να είναι τοποθετημένα σε ευδιάκριτο σημείο και τα ονόματά τους εκτός από το να αντιπροσωπεύουν τις λειτουργίες που περιλαμβάνουν, θα πρέπει να αποτελούνται από μεγάλα με έντονο χρώμα γράμματα. Οι πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση του ασθενή θα πρέπει όλες να έχουν την ίδια μορφή για να τις αναγνωρίζει ο χρήστης. Δηλαδή, θα πρέπει πρώτα να γράφεται ο τίτλος της πληροφορίας και κάτω από αυτόν, η ανάλογη πληροφορία που επέλεξε ο χρήστης. Επίσης, όλες οι πληροφορίες θα πρέπει να είναι μαζεμένες σε ένα σημείο και όχι σκορπισμένες σε ολόκληρη την οθόνη, για να ξέρει ο χρήστης πού να τις βρίσκει αλλά και για να μην μπερδεύονται ανάμεσα στις κυματομορφές. Τέλος, όλα τα μηνύματα που θα παράγει το σύστημα προς το χρήστη θα πρέπει να έχουν την ίδια μορφή για σκοπούς ομοιομορφίας και πιο γρήγορης εκμάθησης του συστήματος από το χρήστη. Όλα τα προειδοποιητικά μηνύματα θα πρέπει να έχουν μια μορφή που να τραβάει την προσοχή του χρήστη, αλλά και κάποιο σύμβολο επάνω που

αμέσως ο χρήστης να μπορεί να αντιλαμβάνεται ότι έχει κάνει κάποιο λάθος. Επίσης τα μηνύματα κατά την εμφάνιση τους στην οθόνη θα ήταν καλό να συνοδεύονται ίσως και από κάποιο ήχο για να αντιλαμβάνεται ο χρήστης το λάθος του.

4.2.4.2 Απαιτήσεις απόδοσης

Όσον αφορά της απόδοση του συστήματος θα πρέπει να είμαστε αρκετά αυστηροί. Αυτό μας το επιβάλλει το γεγονός ότι έχουμε να κάνουμε με ιατρικά τα δεδομένα τα οποία θεωρούνται ζωτικής σημασίας.

Το πρώτο πράγμα στα θέματα απόδοσης που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας είναι ο χρόνος μεταφοράς των δεδομένων ενός αρχείου ECG στη συσκευή του χρήστη. Αν πρέπει απλά να φορτώσουμε ένα αρχείο στην κινητή συσκευή τότε εκεί μπορούμε να ανεχτούμε κάποια μικρή καθυστέρηση, γιατί προφανώς για να θέλουμε να φορτώσουμε ένα αρχείο στη συσκευή σημαίνει ότι περισσότερο μας ενδιαφέρει να το μελετήσουμε σε μετέπειτα φάση. Για παράδειγμα ένας ιατρός, μπορεί να φορτώσει τα αρχεία των ECG όλων των ασθενών του για να τα πάρει στο σπίτι και να τα μελετήσει αργότερα. Υπάρχει όμως η περίπτωση, όπου ο γιατρός θέλει να φορτώσει το αρχείο που του στέλνει κάποιος άλλος ιατρός για να δώσει άμεσα την άποψη του. Στην περίπτωση αυτή, η καθυστέρηση που μπορούμε να επιτρέψουμε θα πρέπει να είναι πολύ μικρή. Άρα, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για να φορτωθεί ένα αρχείο ECG σε μια κινητή συσκευή, μπορούμε να επιτρέψουμε μια μικρή καθυστέρηση της κλάσεως μερικών δευτερολέπτων μόνο.

Ακόμη ένα θέμα απόδοσης που αφορά τη μεταφορά των δεδομένων από το server στην κινητή συσκευή του χρήστη είναι εκείνο στην περίπτωση όπου ο χρήστης θέλει να λαμβάνει δεδομένα συνεχόμενης ροής. Δηλαδή, μόλις καταγράφονται τα δεδομένα στη συσκευή του ασθενή και φθάνουν στο server να αποστέλλονται στο χρήστη της κινητής συσκευής. Αυτό θα είναι επιθυμητό να συμβαίνει όταν ο γιατρός θέλει να είναι σε συνεχή επαφή με τον ασθενή του εξαιτίας της σοβαρότητας της κατάστασης του, ή ακόμη όταν θέλει μια συγκεκριμένη στιγμή να εξετάσει την παρούσα κατάσταση του ασθενή του. Στη δεύτερη περίπτωση δε χρειάζεται πάντα να περιμένει να φορτώσει ένα αρχείο ECG για να δει την κατάσταση του ασθενή, αλλά μπορεί να επιλέξει να δει δεδομένα συνεχόμενης ροής μέσω του server. Γενικά όμως, οποιαδήποτε περίπτωση και αν είναι, εάν ο χρήστης επιθυμεί να προβάλλει δεδομένα του ECG του ασθενή του σε πραγματικό χρόνο, θα πρέπει

να μπορεί να το κάνει αυτό χωρίς να χρειάζεται να περιμένει μεγάλα χρονικά διαστήματα μέχρι να φτάσουν τα δεδομένα στη συσκευή του γιατί τότε θα μπορούν να θεωρούνται και ως μη συμβατά σε σχέση με τα πραγματικά δεδομένα.

Τέλος, για να θεωρείται το σύστημα μας αρκετά αποδοτικό, θα πρέπει κάθε λειτουργία που επιθυμεί να εκτελέσει ο χρήστης να μην του παίρνει περισσότερο από μερικά δευτερόλεπτα. Σε αντίθετη περίπτωση, αυτό θα σημαίνει ότι το σύστημα δεν είναι καλά δομημένο και δεν παρέχει τις απαραίτητες ευκολίες διαχείρισης του από το χρήστη. Το αποτέλεσμα θα είναι σίγουρα η μείωση στην απόδοση εκτέλεσης κάθε λειτουργίας του χρήστη και το σύστημα μας θα θεωρείται δυσλειτουργικό για χρήστες που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή μαζί του.

4.2.4.3 Περιορισμοί σχεδιασμού

Δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι περιορισμοί σχεδιασμού που να μας επιβάλλουν ποια εργαλεία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε. Το μόνο που χρειαζόμαστε είναι ένα εργαλείο το οποίο να υποστηρίζει τη γλώσσα C# στην οποία επιλέξαμε να γραφτεί το πρόγραμμα και να μας επιτρέπει να προσθέσουμε αντικείμενα ελέγχου του συστήματος (controls) όπως κουμπιά, ετικέτες, μενού επιλογών. Επίσης, εφόσον το σύστημα μας αφορά κινητές συσκευές θα πρέπει το εργαλείο που θα επιλέξουμε να υποστηρίζει τη δοκιμή και εγκατάσταση του πάνω σε πραγματικές κινητές συσκευές αλλά και σε προσομοιωτές κινητών συσκευών για τη γρήγορη αποσφαλμάτωση του. Για αυτούς τους λόγους, καταλήξαμε ότι το εργαλείο Visual Studio μπορεί να μας παρέχει αυτά που χρειαζόμαστε και να καλύψει πλήρως τις ανάγκες μας όσο αφορά υλοποίηση και εγκατάσταση του συστήματος σε κινητές συσκευές. Στο παρόν στάδιο, το σύστημα μας θα λειτουργεί ως ένα ανεξάρτητο σύστημα, γι' αυτό δεν υπάρχουν οποιοδήποτε άλλοι περιορισμοί που να μας υπαγορεύουν τη μορφή που πρέπει να έχει και τα πρότυπα που πρέπει να πληρεί το σύστημα σε σχέση με κάποιο άλλο σύστημα.

4.2.4.4 Χαρακτηριστικά Συστήματος

Το σύστημα μας θα πρέπει ικανοποιεί κάποια χαρακτηριστικά όπως αξιοπιστία, ασφάλεια, διαθεσιμότητα, συντηρησιμότητα και συμβατότητα για να μπορεί να χρησιμοποιείται ως

ένα έμπιστο σύστημα από τους χρήστες του. Πιο κάτω θα δούμε με λεπτομέρεια τα χαρακτηριστικά αυτά.

4.2.4.4.1 Αξιοπιστία

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να έχει το λογισμικό που θα φτιάξουμε, είναι η αξιοπιστία, δηλαδή η ικανότητα του συστήματος να ελέγχει τη συχνότητα και κρισιμότητα μιας αποτυχίας (failure), κατά τη διάρκεια που εκτελείται.

Συγκεκριμένα, οι παράγοντες οι οποίοι πρέπει να εξεταστούν ούτως ώστε να εγκαθιδρυθεί η αξιοπιστία του συστήματός μας είναι:

- Ο μέσος χρόνος ανάμεσα σε δύο αποτυχίες
- Ο μέσος χρόνος για επαναλειτουργία
- Ο μέσος χρόνος και το κόστος για επιδιόρθωση των συνεπειών μιας αποτυχίας

Με άλλα λόγια, αν ο χρήστης μέσα σε δύο δευτερόλεπτα χρήσης του συστήματος έκανε δύο λάθη τότε το πρόβλημα έγκειται στο σύστημα σε μεγάλο βαθμό (αν φυσικά ο χρήστης δε βρίσκεται στο στάδιο της εκπαίδευσης) γιατί η δομή και οι οδηγίες του προς το χρήστη δεν είναι κατανοητές με αποτέλεσμα ο χρήστης να κάνει συχνές αποτυχίες. Άρα το σύστημα μας θα πρέπει να είναι καλά δομημένο με αρκετές οδηγίες και πληροφορίες προς το χρήστη για να μπορεί να εκτελεί άνετα κάθε λειτουργία του.

Σε περίπτωση που ο χρήστης έκανε ένα σφάλμα και το σύστημα έβγαλε κανονικά το μήνυμα λάθους του τότε ο χρόνος για να διορθώσει ο χρήστης το λάθος του δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 5 δευτερόλεπτα μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία διόρθωσης. Έτσι ο μέσος χρόνος για επαναλειτουργία δεν πρέπει να ξεπερνά τα δέκα δευτερόλεπτα μέχρι ο χρήστης να μπορεί να συνεχίσει κανονικά την εργασία του από το σημείο που είχε μείνει.

4.2.4.4.2 Διαθεσιμότητα

Ένα δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό το οποίο πρέπει να έχει το σύστημά μας, είναι η διαθεσιμότητα. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το σύστημα μας να παρέχει διαρκώς τα δεδομένα που χρειάζονται οι χρήστες ανά πάσα στιγμή. Το σύστημα δεν θα πρέπει να μην μπορεί να ανταπεξέλθει σε σφάλματα τα οποία στο τέλος να προκαλούν κατάρρευση ολόκληρου του συστήματος, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπουν την πρόσβαση σε δεδομένα εξουσιοδοτημένων χρηστών. Η πρόσβαση θα πρέπει να είναι γρήγορη και συνεπής.

4.2.4.4.3 Ασφάλεια

Η ασφάλεια ενός συστήματος μπορεί να περιλαμβάνει απόκρυψη σημαντικών δεδομένων και ασφάλεια από μη εξουσιοδοτημένες προσβάσεις στα δεδομένα. Είναι απαραίτητο το σύστημά μας να μπορεί να τυγχάνει προστασίας από κάποιους παράγοντες ούτως ώστε να μην κινδυνεύει από ατυχείς ή κακές προσβάσεις, κακή χρήση του. Για το σκοπό αυτό μπορούμε για παράδειγμα να εφαρμόσουμε τη χρήση κωδικών εισόδου στο σύστημα, έτσι ώστε μόνο εξουσιοδοτημένα άτομα να μπορούν να έχουν πρόσβαση στο σύστημα.

Μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί έλεγχος και από τη μεριά του server και όχι μόνο του συστήματος. Συγκεκριμένα ο server μπορεί να ελέγχει τα πακέτα που φτάνουν κοντά του, τα οποία του ζητούν να αποστείλει κάποια δεδομένα, κατά πόσο προέρχονται από κάποιο έγκυρο χρήστη. Με τον ορισμό αυτό, αποκαλούμε ως έγκυρους χρήστες τους χρήστες που πραγματικά δικαιούνται να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα του server. Ανάλογα με το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης του, κάθε χρήστης μπορεί να έχει ή να μην έχει πρόσβαση στα δεδομένα του server, ασχέτως αν έχει πρόσβαση στο σύστημα. Υπάρχουν πολλοί μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιούνται για να κάνει τους ελέγχους αυτούς ο server και ένας από αυτούς είναι η χρήση ψηφιακών πιστοποιητικών, τα οποία επιβεβαιώνουν την εγκυρότητα ενός χρήστη και αποτελούν την ταυτότητα του σε σχέση με το όλο σύστημα. Κάθε πακέτο που αποστέλλεται από κάποιο χρήστη μπορεί να συνοδεύεται από αυτό το πιστοποιητικό (που αποτελεί απλά ένα token), το οποίο θα ελέγχεται από το server κατά πόσο υπάρχει ή όχι για να δίνει ή να αρνείται την πρόσβαση στα δεδομένα του αναλόγως.

4.2.4.4.4 Συντηρησιμότητα

Με τον όρο συντηρησιμότητα αναφερόμαστε στη δυνατότητα του συστήματος να μπορεί μελλοντικά να συντηρείται. Δηλαδή να μπορεί να αποκτά περισσότερες λειτουργίες από τις ήδη υπάρχουσες αλλά επίσης στην περίπτωση σφαλμάτων ή για διαισθητικούς λόγους να μπορούν να γίνονται αλλαγές σε οποιοδήποτε μέρος του συστήματος εύκολα. Συγκεκριμένα, μελλοντικά μπορούμε να προσθέσουμε λειτουργίες που να μας επιτρέπουν για παράδειγμα να εκτυπώνουμε ένα ECG μέσω του συστήματος και όχι απλά να το προβάλλουμε. Το σύστημα θα πρέπει να είναι εύκολο να επιδέχεται τέτοιου είδους

προσθήκες και να μην είναι υλοποιημένο και διαμορφωμένο με τρόπο που να μην μπορούμε να προσθέσουμε λειτουργίες για νέες ανάγκες που πιθανό να προκύψουν.

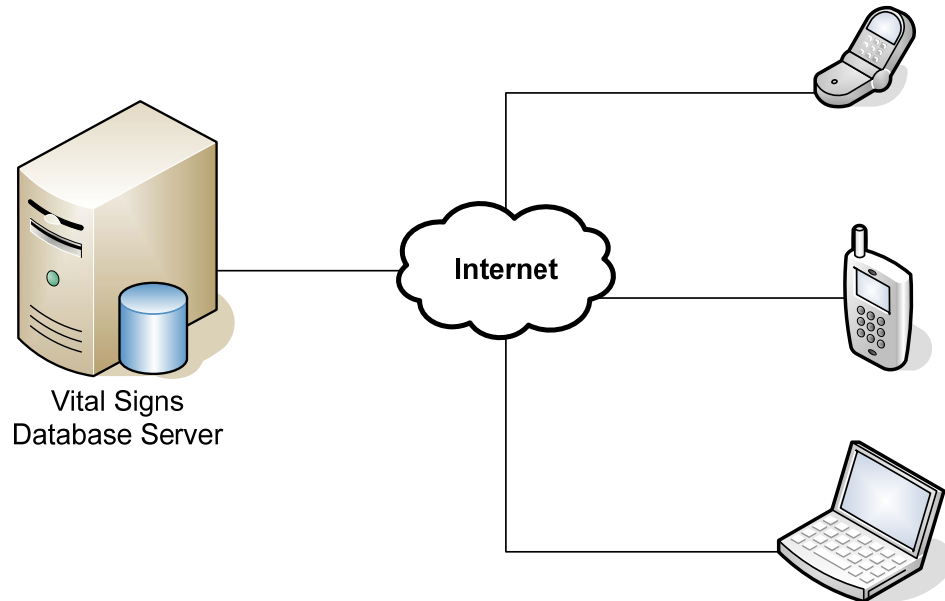
Ακόμη, υπάρχει το ενδεχόμενο, όταν θα δοθεί το σύστημα για δοκιμή από διάφορους χρήστες, να αντιληφθούμε ότι ο τρόπος με τον οποίο έχουμε τοποθετήσει τα μενού ή τα μηνύματα που βγάζει το σύστημα, να μην είναι αρκετά βοηθητικά προς το χρήστη με αποτέλεσμα ο χρήστης να δυσκολεύεται να εμπεδώσει τον τρόπο λειτουργίας του, και για κάθε λειτουργία που θέλει να εκτελέσει, είτε να του παίρνει πολύ χρόνο για να την ολοκληρώσει, είτε να κάνει πάρα πολλά σφάλματα. Σε μια τέτοια περίπτωση, το σύστημα θα πρέπει να μας επιτρέπει να κάνουμε οποιεσδήποτε αλλαγές, χωρίς όμως να επηρεάζεται ολόκληρο το σύστημα.

4.2.4.4.5 Συμβατότητα

Είναι σημαντικό να μπορούμε να εγκαθιστούμε το σύστημα μας σε οποιαδήποτε κινητή συσκευή η οποία υποστηρίζει κάποιο λειτουργικό σύστημα των Windows για κινητές συσκευές, όπως Windows Mobile Software for Pocket PC 2003, Windows Mobile 5.0 for PocketPC and Smartphone, Windows CE .NET 5.0 και ακόλουθες εκδόσεις λειτουργικών συστημάτων.

4.3 Σχεδιασμός

4.3.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος



Εικόνα 0-1: Η αρχιτεκτονική δομή του συστήματος MobileECG

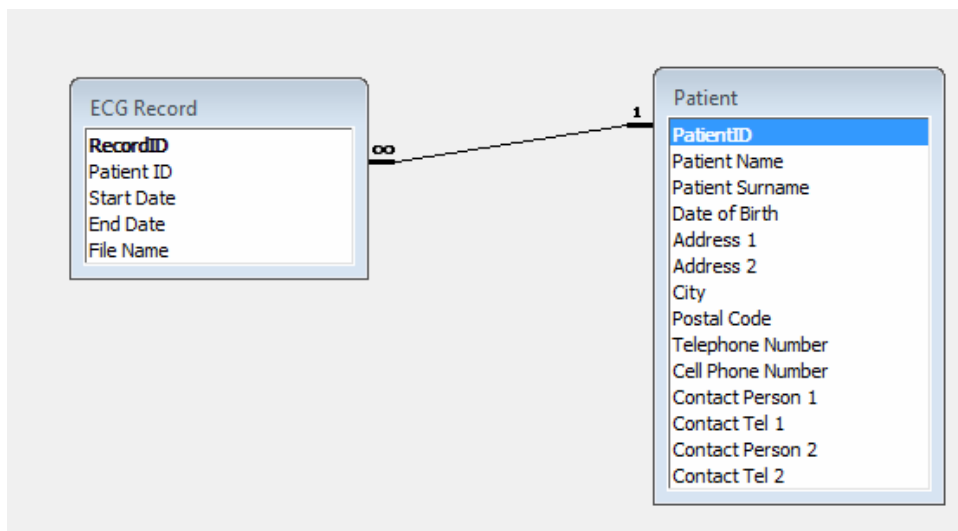
Το σύστημα μας έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορούμε να παίρνουμε δεδομένα σχετικά με τους ασθενείς και τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα τους από μια βάση δεδομένων η οποία «φιλοξενεί» τέτοιου είδους δεδομένα και η οποία είναι εγκατεστημένη πάνω σε ένα απομακρυσμένο εξυπηρετητή (server).

Κάθε κινητή συσκευή η οποία έχει ήδη εγκατεστημένο το σύστημα μας στη μνήμη της, μπορεί να επικοινωνεί με τη βάση δεδομένων μέσω υπηρεσιών του διαδικτύου που προσφέρονται και κατά συνέπεια με μια ασύρματη σύνδεση που θα εγκαθιδρύει η συσκευή. Μόλις η συσκευή καταφέρει να ενωθεί στο διαδίκτυο, μπορεί να αρχίσει να επικοινωνεί μαζί με τον εξυπηρετητή ο οποίος θα της παρέχει τα δεδομένα που χρειάζεται.

Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να επιλέξει αν θέλει να φορτώσει στη συσκευή του ένα αρχείο το οποίο είναι ολόκληρο αποθηκευμένο στη βάση δεδομένων ή αν θέλει να ενωθεί με τον εξυπηρετητή για να λαμβάνει απευθείας δεδομένα την ώρα που αυτά λαμβάνονται από τον ασθενή. Στην πρώτη περίπτωση ο χρήστης του συστήματος μπορεί να δει τα διαθέσιμα αρχεία ECG που υπάρχουν για τον ασθενή που θα επιλέξει, και από τη λίστα που θα του επιστραφεί θα μπορεί να επιλέξει ποιο συγκεκριμένο ECG αρχείο θέλει

να προβάλλει. Ενώ στη δεύτερη περίπτωση αφού επιλέξει τον ασθενή που τον ενδιαφέρει θα αρχίσει να κατεβάζει δεδομένα στη συσκευή του (εάν φυσικά υπάρχουν δεδομένα «ζωντανής» συνεχόμενης ροής τη δεδομένη στιγμή).

4.3.2 Διάγραμμα Σχέσεων Οντοτήτων του Συστήματος (ER)



Εικόνα 0-2: Το διάγραμμα σχέσεων οντοτήτων του συστήματος MobileECG

Το σύστημα μας, δέχεται στο παρόν στάδιο αρχεία τύπου XML, από μια πηγή – βάση δεδομένων, τα οποία στη συνέχεια αποθηκεύει είτε στη μνήμη της κινητής συσκευής, είτε σε κάποια άλλη κάρτα μνήμης που να μπορεί ο κάθε χρήστης να μεταφέρει μαζί του και να προβάλλει τα δεδομένα από οποιαδήποτε άλλη συσκευή η οποία θα έχει εγκατεστημένο το σύστημα μας.

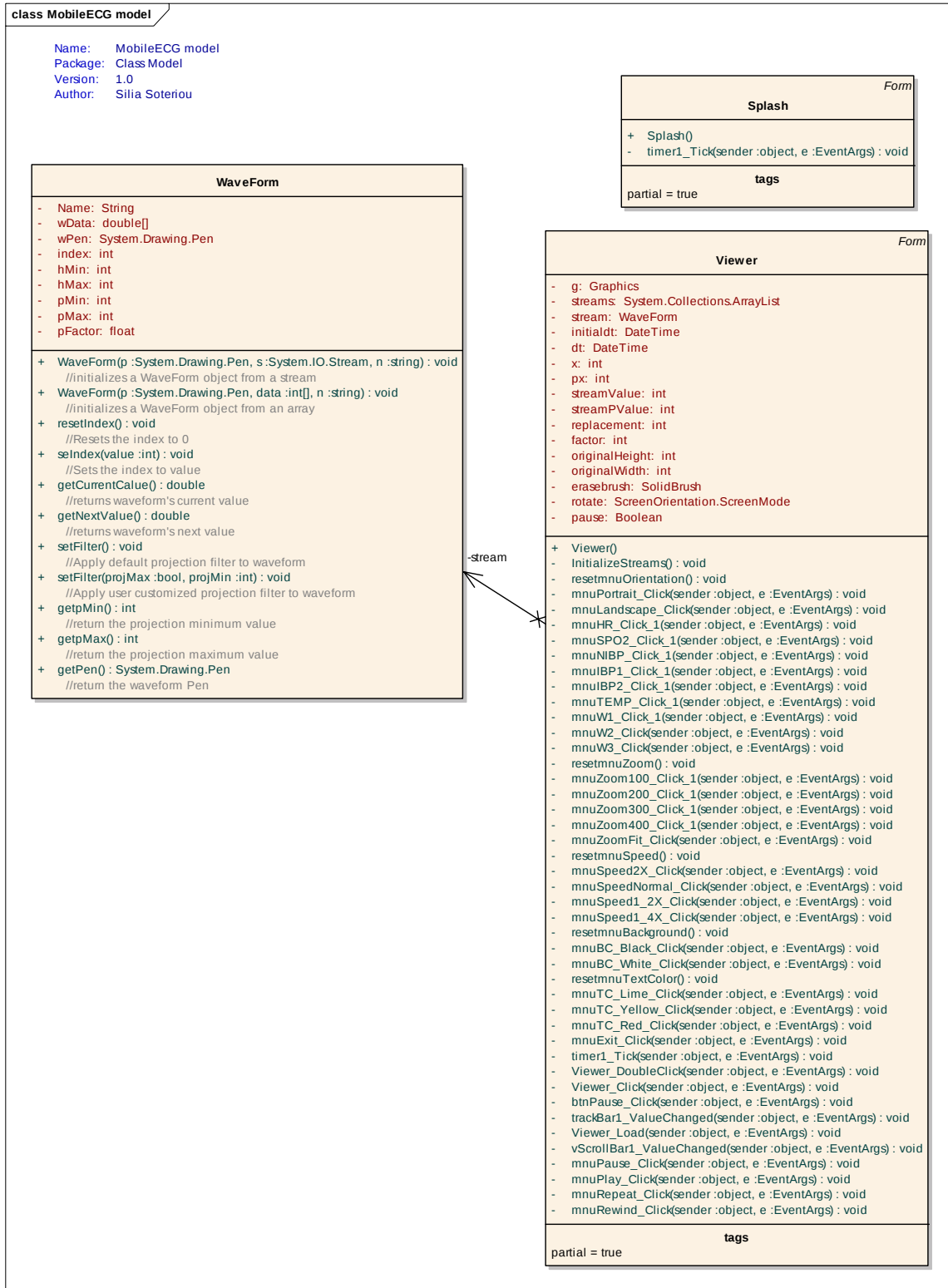
Το πιο πάνω διάγραμμα, είναι το διάγραμμα σχέσεων οντοτήτων του συστήματος μας. Παρόλο που δε χρησιμοποιούμε κάποια πραγματική τοπική βάση δεδομένων για την αποθήκευση των δεδομένων σχετικά με τους ασθενείς μας, αλλά τη μνήμη της συσκευής μας, είναι καλό να μπορούμε να αναγνωρίσουμε τη σχέση μεταξύ των ασθενών και των αρχείων ECG τους.

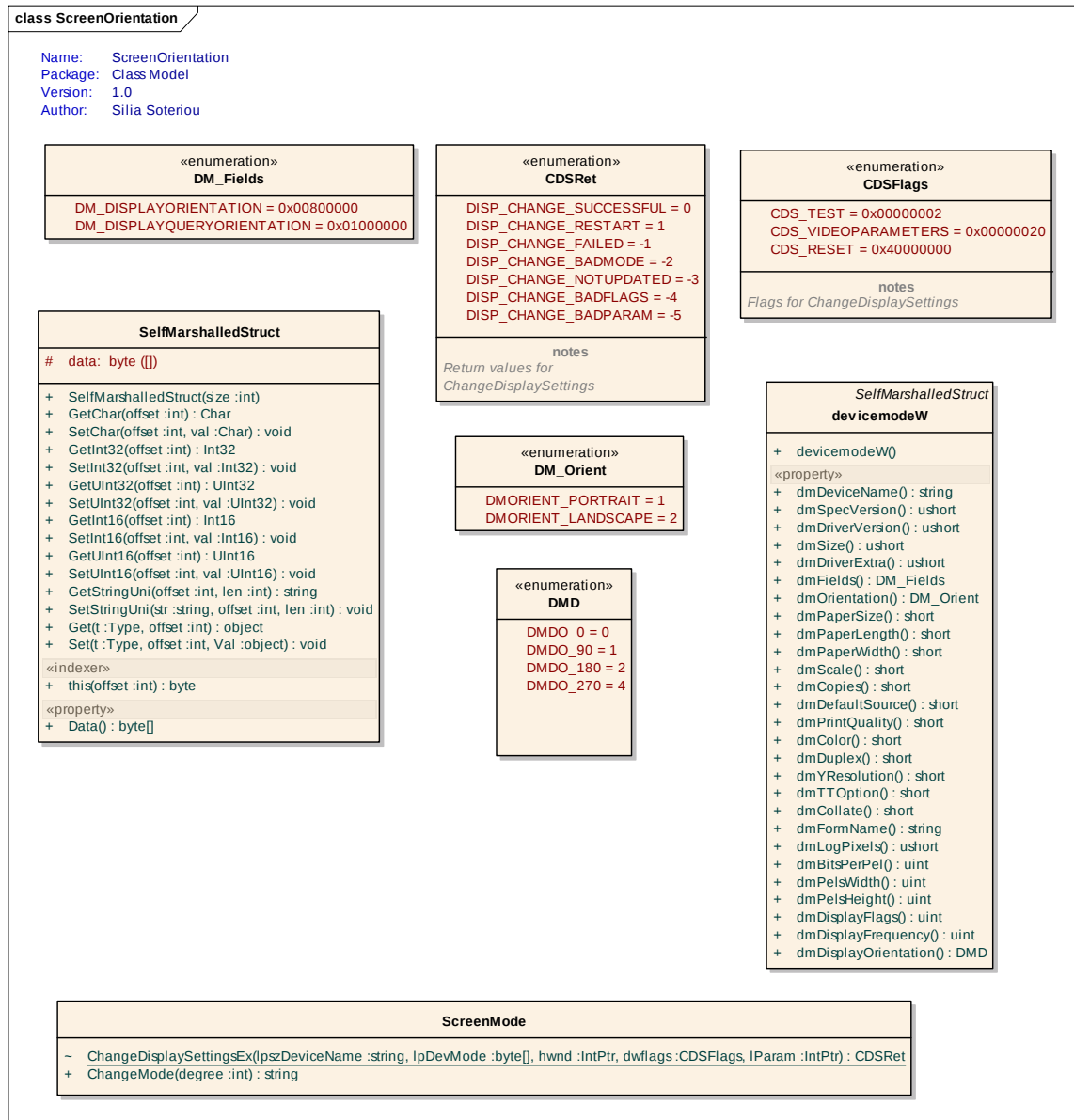
Από το διάγραμμα, αντιλαμβανόμαστε ότι κάθε ασθενής μπορεί να συσχετίζεται με πολλά ECG αρχεία, ενώ κάθε ECG αρχείο συσχετίζεται με ακριβώς ένα ασθενή. Αυτή η μεταξύ τους σχέση χαρακτηρίζεται ένα προς πολλά, και μας δείχνει την εξάρτηση μεταξύ ενός αρχείου ECG και ενός ασθενή. Αυτό που θέλουμε να δείξουμε με τη χρήση του διαγράμματος, είναι το σύνολο των πληροφοριών που δεχόμαστε μέσα στα XML αρχεία

(παρόλο που δεν υπάρχει μια βάση δεδομένων) τόσο σχετικά με τους ασθενείς μας όσο με τις εγγραφές για το κάθε ECG αρχείο που λαμβάνουμε.

Στο παρόν στάδιο του συστήματος μας, ο χρήστης της συσκευής δεν μπορεί να καταχωρήσει δεδομένα σχετικά με κάποιο ασθενή. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό, είναι διότι δεν έχουμε βρει ακόμη την κατάλληλη λύση με το θέμα της ζωντανής απευθείας λήψης δεδομένων από τη συσκευή ECG του ασθενή στη δική μας κινητή συσκευή. Μελλοντικά, όταν θα βρεθεί η λύση αυτή, πιθανό να τροποποιήσουμε το σύστημα μας, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα, μετά τη λήψη ολόκληρης της σειράς δεδομένων από τον ασθενή, να μπορεί ο χρήστης του συστήματος, να δημιουργεί μια εγγραφή για τον ασθενή στον οποίο ανήκει το ECG και μαζί με τα στοιχεία του ασθενή να αποθηκεύεται όλη η ροή των ECG δεδομένων, σε ένα αρχείο το οποίο θα δημιουργείται εκείνη τη στιγμή. Άρα, όταν γίνει εφικτή η υλοποίηση αυτή, θα είναι σωστό να υπάρχει και μια μικρή βάση δεδομένων εξαρτημένη από το σύστημα μας, η οποία θα περιλαμβάνει τουλάχιστο τους δύο πίνακες, ασθενής και ECG εγγραφή, και θα επιτρέπει την αποθήκευση πραγματικών δεδομένων που θα σημειώνει ο χρήστης του συστήματος.

4.3.3 Αναλυτική Σχεδίαση των κλάσεων του συστήματος





4.4 Υλοποίηση

Μετά τη φάση του σχεδιασμού, όπου καταγράφηκαν όλες οι λειτουργίες του συστήματος και ο τρόπος με τον οποίο μπορεί ο χρήστης να επικοινωνεί με το όλο σύστημα, προχωρήσαμε στην ανάπτυξη, δηλαδή υλοποίηση του συστήματος. Για την υλοποίηση, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Microsoft Visual Studio .NET και η γλώσσα προγραμματισμού C#.

4.4.1 Τα αντικείμενα γραφικών αναπαραστάσεων

Η βασική βιβλιοθήκη (namespace) για την δημιουργία γραφικών αναπαραστάσεων είναι η `System.Drawing.Graphics`. Μέσω της βιβλιοθήκης αυτής μπορούμε εύκολα να σχεδιάσουμε διάφορα σχήματα, σε διάφορα χρώματα και με διαφορετικό μέγεθος γραμμής.

Πιο κάτω παραθέτουμε κάποια παραδείγματα μεθόδων αυτής της κλάσης, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην υλοποίηση του συστήματος:

- `DrawLine`

Η συνάρτηση αυτή παίρνει σαν παραμέτρους τις συντεταγμένες δύο σημείων (x_1, y_1) , (x_2, y_2) και ένα αντικείμενο τύπου πέννας `Pen` (το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες για το χρώμα, τύπο και το πάχος της γραμμής) και ακολούθως σχεδιάζει μία γραμμή μεταξύ των δύο σημείων.

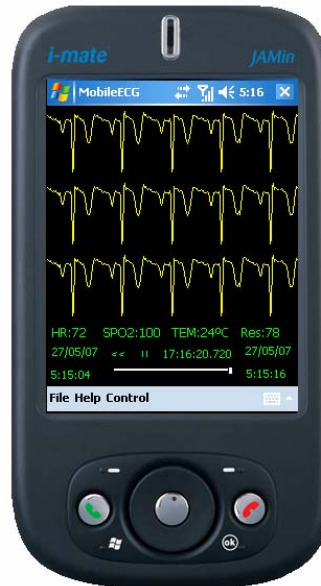
- `FillRectangle`

Η συνάρτηση αυτή παίρνει σαν παραμέτρους τις συντεταγμένες δύο σημείων τα οποία αντιστοιχούν στις γωνιές ενός ορθογώνιου και ακολούθως χρησιμοποιεί ένα αντικείμενο τύπου πινέλο (`brush`) (το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες για το χρώμα το οποίο θα γεμίσει ένα αντικείμενο) και ακολούθως σχεδιάζει ένα ορθογώνιο το οποίο έχει εσωτερικό χρώμα, το χρώμα του πινέλου.

- `DrawString`

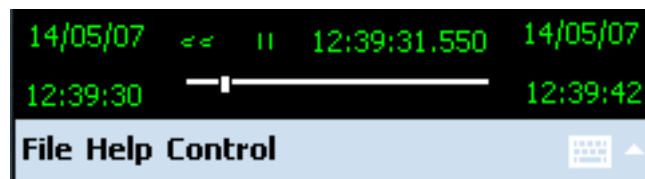
Η συνάρτηση αυτή παίρνει σαν παραμέτρους τις συντεταγμένες ενός σημείου (εκεί που θέλουμε να σχεδιάσουμε μία συμβολοσειρά), ένα αντικείμενο τύπου πέννας `Pen` (το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες για το χρώμα, τύπο και το πάχος της γραμμής) και μία συμβολοσειρά και ακολούθως ζωγραφίζει τη συμβολοσειρά χρησιμοποιώντας την πέννα στο σημείο που δόθηκε σαν παράμετρος.

4.4.2 Περιγραφή του συστήματος



Εικόνα 0-3: Το σύστημα MobileECG κατά τη διάρκεια λειτουργίας του

Η πιο πάνω εικόνα δείχνει το σύστημα μας εν ώρα λειτουργίας. Αυτή είναι η βασική οθόνη του συστήματος. Όπως φαίνεται και από την εικόνα, στο πάνω μέρος της οθόνης και γενικά το μεγαλύτερο ποσοστό της οθόνης είναι δεσμευμένο για τις γραφικές αναπαραστάσεις των δεδομένων του ECG του κάθε ασθενή. Στο κάτω μέρος της οθόνης έχουμε στην πρώτη γραμμή κάποιες πληροφορίες που επιθυμεί ο χρήστης να φαίνονται στην οθόνη του σχετικά με την κατάσταση του ασθενή, ενώ στη συνέχεια παρέχεται χρονική παρακολούθηση της ροής των κυματομορφών. Υπάρχουν διάφορα χειριστήρια – κουμπιά για χειρισμό, πλαίσιο προβολής του χρόνου που κυλάει καθώς και κάποιες άλλες πληροφορίες όπως λεπτομέρειες για ημερομηνία και ώρα έναρξης και λήξης του αρχείου. Η δομή αυτή των πληροφοριών φαίνεται και στην εικόνα πιο κάτω:



Εικόνα 0-4: Χρονική παρακολούθηση των ηλεκτροκαρδιογραφημάτων

Στο κάτω μέρος της οθόνης της συσκευής βρίσκονται τα διάφορα μενού, μέσα από τα οποία ο χρήστης μπορεί να χειριστεί τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα.

4.4.2.1 Οθόνη Επιλογής Ασθενή και Καρδιογραφήματος



Εικόνα 0-5 Οθόνη επιλογής ασθενή και ηλεκτροκαρδιογραφήματος

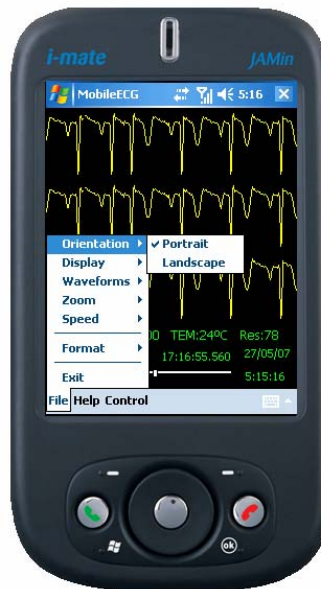
Με την έναρξη του προγράμματος του συστήματος μας, εμφανίζεται η πιο πάνω οθόνη, μέσα από την οποία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει από μια λίστα ασθενών που του παρέχεται, ένα ασθενή. Αφού επιλέξει τον ασθενή που τον ενδιαφέρει μπορεί στη συνέχεια να κάνει δύο άλλες λειτουργίες. Η πρώτη λειτουργία είναι να προβάλει τις πληροφορίες που έχουν αποθηκευτεί και που προέρχονται από τη βάση δεδομένων σχετικά με τον ασθενή μέσω της επιλογής View Patient Details. Η δεύτερη λειτουργία αφορά το σύνολο των αρχείων που επιστρέφονται για τον κάθε χρήστη. Κάτω από τη λειτουργία View Patient Details βλέπουμε να υπάρχει μια ενότητα Readings. Στην ενότητα αυτή προβάλλονται όλα τα καταχωρημένα αρχεία που υπάρχουν για τον ασθενή που είχε προηγουμένως επιλέξει ο χρήστης. Από αυτή τη λίστα με τα αρχεία, ο χρήστης μπορεί να διαλέξει ένα αρχείο και στη συνέχεια αυτό θα προβληθεί στην οθόνη του ενώ παράλληλα θα μπορεί να κάνει οποιεσδήποτε ρυθμίσεις του παρέχει το σύστημα σχετικά με τον τρόπο προβολής των δεδομένων.

4.4.2.2 Μενού επιλογών “File”

Σχεδόν όλες οι βασικές λειτουργίες του συστήματος παρέχονται στο χρήστη μέσω του μενού αυτού. Δηλαδή το μενού αυτό, έχει να κάνει περισσότερη με τη διαχείριση ενός ECG αρχείου το οποίο προβάλλεται τη δεδομένη στιγμή στην οθόνη του χρήστη.

Οι διάφορες επιλογές που προσφέρει το μενού File είναι:

- Orientation (προσανατολισμός οθόνης): η επιλογή Orientation, έχει να κάνει με τον προσανατολισμό της οθόνης, δηλαδή αν τα δεδομένα θα προβάλλονται σε κάθετη ή οριζόντια μορφή.



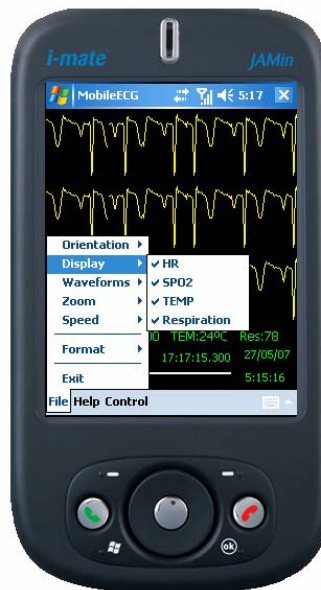
Εικόνα 0-6: Επιλογή Orientation από το μενού File

Κάθε χρήστης έχει δικαίωμα να αποφασίσει τον τρόπο με τον οποίο θα κρατάει την κινητή συσκευή στα χέρια του (οριζόντια ή κάθετα). Άρα, ανάλογα με τον τρόπο που θα αποφασίσει ο χρήστης να κρατάει τη συσκευή στα χέρια του, το σύστημα θα πρέπει να του παρέχει τον κατάλληλο χειρισμό προσαρμογής της οθόνης της συσκευής στη νέα θέση που πήρε η συσκευή. Από την επιλογή Orientation, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει Portrait (κάθετη προβολή), ή Landscape (οριζόντια προβολή) για να αλλάξει τον προσανατολισμό της οθόνης σύμφωνα με την αντίστοιχη επιλογή. Η προεπιλογή του συστήματος είναι η κάθετη προβολή την οποία έχουν συνήθως οι περισσότερες κινητές συσκευές στα χέρια των χρηστών τους.



Εικόνα 0-7: Προσανατολισμός οθόνης. Στα αριστερά ο προσανατολισμός Portrait και στα δεξιά ο προσανατολισμός Landscape

- **Display (χειριστήρια οθόνης):** η επιλογή αυτή μας επιτρέπει να διαλέξουμε ποιες από τις πληροφορίες που μας παρέχει το σύστημα να εμφανίζονται στην οθόνη μας. Όταν ο χρήστης πατήσει στην επιλογή Display εμφανίζεται ένα υπομενού το οποίο περιλαμβάνει όλες αυτές τις πληροφορίες. Το μόνο που έχει να κάνει ο χρήστης είναι να πατήσει στην πληροφορία που τον ενδιαφέρει να φαίνεται στην οθόνη του και αυτή στην επόμενη στιγμή θα έχει ήδη εμφανιστεί την οθόνη. Αν όμως ο χρήστης θέλει να επιλέξει περισσότερες από μια πληροφορίες που επιθυμεί να εμφανίζονται στην οθόνη του, τότε αναγκαστικά θα πρέπει να για κάθε τέτοια πληροφορία να ανοίγει πρώτα το μενού File ύστερα να πατάει στην επιλογή Display και τέλος να διαλέγει την πληροφορία από το υπομενού που θα εμφανίζεται. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να επαναλαμβάνεται γιατί κάθε φορά που ο χρήστης πατάει πάνω σε μια επιλογή, εφαρμόζεται πρώτα η επιλογή του στην οθόνη και στη συνέχεια ολόκληρο το μενού επιλογών κλείνει.

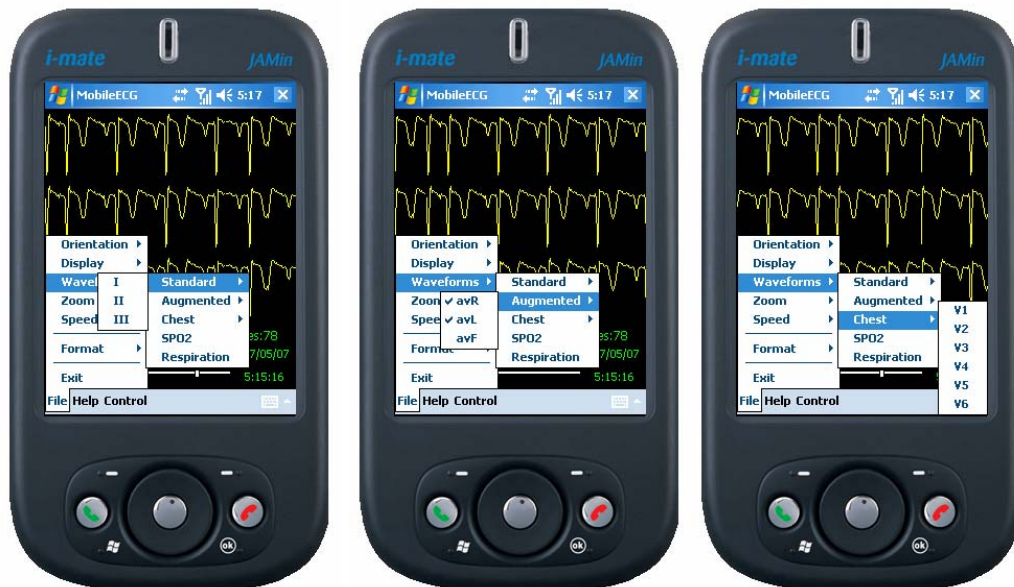


Εικόνα 0-8: Πληροφορίες οθόνης

Οι πληροφορίες που μπορεί να εμφανίσει ο χρήστης στην οθόνη του αφορούν το ρυθμό της καρδιάς του ασθενή (HR – Heart Rate), την οξυγόνωση του αίματος του ασθενή (SPO2), της θερμοκρασίας (TEMP) του ασθενή και το Respiration. Σίγουρα αυτές οι πληροφορίες για να μπορούν να εμφανίζονται θα πρέπει να είναι διαθέσιμες και να μετρούνται από το μηχάνημα με το οποίο θα είναι συνδεδεμένος ο ασθενής. Στην οθόνη εμφανίζονται πάντα στην αρχή του προγράμματος όλες οι πληροφορίες του υπομενού αυτού ως προεπιλογή και ακολούθως ο χρήστης μπορεί να αφαιρέσει τις πληροφορίες που δεν επιθυμεί να εμφανίζονται στην οθόνη του.

- **Waveforms** (διαχείριση κυματομορφών): η επιλογή Waveforms επιτρέπει στο χρήστη να διαλέξει ποιες από τις 12 κυματομορφές που παίρνουμε κατά τη λήψη ενός ECG να εμφανίζονται στην οθόνη του. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται οι κυματομορφές και για κάθε κατηγορία αντιστοιχεί μια επιλογή στο μενού Waveforms. Κάθε κατηγορία όμως αποτελεί και ένα υπομενού, άρα για να μπορέσει να επιλέξει συγκεκριμένες κυματομορφές ο χρήστης θα πρέπει πρώτα να πατήσει στην επιλογή Waveform, στη συνέχεια στην κατηγορία των κυματομορφών στην οποία ανήκει η κυματομορφή και τέλος την κυματομορφή που θέλει να δείξει. Τα τρία υπομενού της επιλογής Waveform είναι η επιλογή Standard, η επιλογή Augmented και η επιλογή Chest. Η επιλογή Standard μας

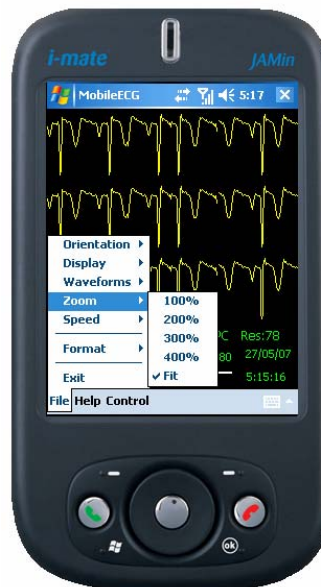
επιτρέπει να διαλέξουμε μεταξύ των κυματομορφών I, II, III, η επιλογή Augmented τις AVL, AVR, AVF και τέλος, η επιλογή Chest μας δίνει τη δυνατότητα να διαλέξουμε μεταξύ των V1, V2, V3, V4, V5, V6. Επίσης έχουμε δύο άλλες επιλογές, τις SPO2 και Respiration. Σαν προεπιλογή του συστήματος μας οι κυματομορφές I, II, III εμφανίζονται αρχικά στην οθόνη του χρήστη για να μην χάνουμε δεδομένα μέχρι να επιλέξει ο χρήστης της κυματομορφές που επιθυμεί. Η γραφική αναπαράσταση του SPO2 αντιπροσωπεύει το ρυθμό με τον οποίο γίνεται η οξυγόνωση του αίματος, ενώ εκείνη του Respiration αντιπροσωπεύει το ρυθμό με τον οποίο τα κύτταρα του οργανισμού του ασθενή μετατρέπουν τα στοιχεία που παίρνουν από κάποια μόρια «καυσίμων» σε βιοχημική ενέργεια. Παραδείγματα μορίων καυσίμων είναι τα μόρια γλυκόζης, αμινοξέων και λιπιδίων.



Εικόνα 0-9: Επιλογές κυματομορφών

- Zoom (μεγέθυνση εικόνας): ο χρήστης μπορεί να μεγθύνει τις γραφικές απεικονίσεις που εμφανίζονται στην οθόνη του έτσι ώστε να μπορεί να δει με περισσότερη λεπτομέρεια κάποια κυματομορφή στην οποία θέλει να δώσει ιδιαίτερη έμφαση. Εδώ υπάρχουν διαθέσιμες πέντε δυνατές επιλογές: 100%, 200%, 300%, 400% και Fit. Η τελευταία επιλογή είναι και η προκαθορισμένη επιλογή του συστήματος μας. Με την εντολή αυτή, γίνεται τέτοιος διαχωρισμός της οθόνης, έτσι

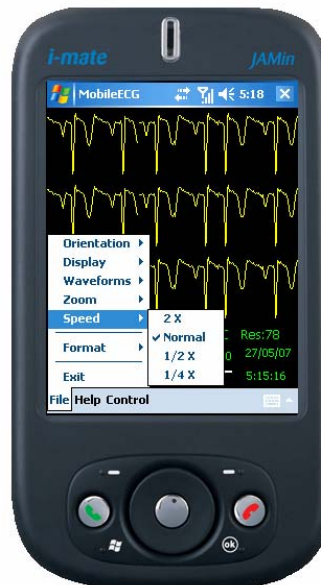
ώστε να μπορούν όλες οι γραφικές αναπαραστάσεις που έχει επιλέξει ο χρήστης προηγουμένως να εμφανίζονται ομοιόμορφα στην οθόνη και με τρόπο που να χωράνε όλες εξίσου. Με τις άλλες επιλογές, υπάρχει ο περιορισμός ότι για να μπορεί ο χρήστης να κάνει ένα τόσο μεγάλο zoom θα πρέπει σίγουρα οι κυματομορφές που θα έχει επιλέξει να εμφανίζονται όλες στην οθόνη του. Διαφορετικά, αν το ποσοστό zoom που θα κάνει ο χρήστης είναι τόσο μεγάλο έτσι ώστε μόνο μια κυματομορφή να μπορεί να εμφανίζεται κάθε φορά, οι υπόλοιπες κυματομορφές απλά δε θα φαίνονται και θα φαίνεται μόνο η πρώτη από το σύνολο κυματομορφών που επέλεξε ο χρήστης. Η προεπιλογή του συστήματος είναι η επιλογή Fit που σημαίνει ότι όλες οι επιλεγμένες κυματομορφές έχουν τέτοιο μέγεθος στην οθόνη έτσι ώστε να χωράνε όλες ομοιόμορφα.



Εικόνα 0-10: Μεγέθυνση και κάλυψη οθόνης

- Speed (ταχύτητα ροής δεδομένων): κάποιες φορές οι χρήστες του συστήματος μπορεί να επιθυμούν να δουν τα δεδομένα που πάρθηκαν από ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα σε γοργούς ρυθμούς απλά για να πάρουν μια γενική ιδέα σχετικά με την κατάσταση του ασθενή, ενώ κάποιες άλλες φορές είναι αναγκαίο για τους ιατρούς να μπορούν να ελαττώσουν το ρυθμό ροής των δεδομένων στη συσκευή τους για να παρακολουθήσουν προσεκτικά μέχρι και την τελευταία λεπτομέρεια που μπορεί να κρίνει τη σοβαρότητα του προβλήματος του ασθενή.

Για να μπορούμε να ικανοποιούμε και τις δύο αυτές περιπτώσεις, δημιουργήσαμε την επιλογή Speed στο μενού File, η οποία περιλαμβάνει τέσσερις δικές της επιλογές από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να διαλέγει μια κάθε φορά. Οι επιλογές αυτές είναι 2 X., $\frac{1}{2}$ X..., $\frac{1}{4}$ X.. και Normal. Η προεπιλογή είναι το Normal. Αν ο χρήστης επιλέξει το 2 X τότε η ταχύτητα ροής θα διπλασιαστεί σε σχέση με την ταχύτητα της δεδομένης στιγμής. Για να ελαττωθεί ο ρυθμός θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία από τις επιλογές $\frac{1}{2}$ X ή $\frac{1}{4}$ X οι οποίες μειώνουν το ρυθμό στο $\frac{1}{2}$ ή $\frac{1}{4}$ της αρχικής ταχύτητας αναλόγως. Η αρχική ταχύτητα του ηλεκτροκαρδιογραφήματος όπως την έχουμε ορίσει είναι σχετική με τη διάρκεια που μεσολαβεί ανάμεσα σε δύο τιμές. Δηλαδή, κάθε 10 msec σχεδιάζεται μια τιμή του ηλεκτροκαρδιογραφήματος πάνω στην οθόνη (προεπιλογή “normal”). Δεν έχουμε εφαρμόσει το πρότυπο που ισχύει με τα ηλεκτροκαρδιογραφήματα το οποίο προϋποθέτει ότι οι τιμές εμφανίζονται στην οθόνη με ρυθμό 25mm/sec διότι εδώ έχουμε να ζωγραφίζουμε pixels στην οθόνη άρα ο τρόπος που αναλύεται η οθόνη μας είναι διαφορετικός σε σχέση με τις συμβατικές συσκευές που υπάρχουν για καταγραφή και προβολή των ECG.



Εικόνα 0-11: Ρυθμός προβολής

- Format (μορφοποίηση χειριστηρίων): μέσα από την επιλογή αυτή, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κάνει κάποιες μορφοποιήσεις που αφορούν το φόντο της οθόνης

(background), το χρώμα του κειμένου στις διάφορες πληροφορίες που εμφανίζονται, καθώς επίσης το χρώμα των κυματομορφών. Για κάθε μία από τις υπηρεσίες αυτές, παρέχεται η αντίστοιχη επιλογή σε μορφή μενού μέσα στην επιλογή Format. Για το φόντο της οθόνης, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει χρώμα άσπρο ή μαύρο. Η προεπιλογή του συστήματος για το φόντο είναι το χρώμα μαύρο. Για το χρώμα του κειμένου των πληροφοριών υπάρχουν τρεις επιλογές: πράσινο, κόκκινο ή κίτρινο, ενώ η προεπιλογή του συστήματος είναι το πράσινο. Αυτά τα τρία χρώματα είναι διαθέσιμα και στην επιλογή Lead η οποία αφορά το χρώμα των γραφικών απεικονίσεων. Η προεπιλογή για το χρώμα των κυματομορφών είναι το κίτρινο χρώμα.



Εικόνα 0-12: Επιλογές για φόντο γραμματοσειρών

- Exit (έξοδος): για να μπορέσουμε να βγούμε από το σύστημα, χρησιμοποιούμε την εντολή Exit που αντιπροσωπεύει την έξοδο του χρήστη από το σύστημα.

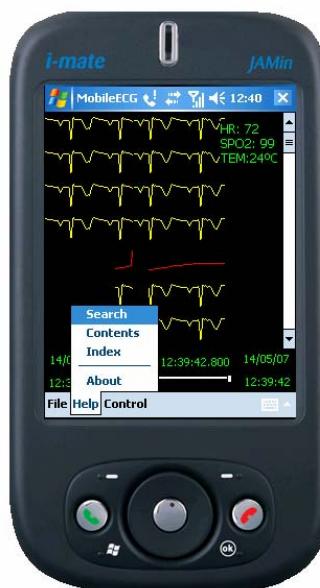
4.4.2.3 Μενού επιλογών “Control”



Εικόνα 0-13: Μενού χρονικής παρακολούθησης

Το μενού αυτό χρησιμοποιείται για το χειρισμό της ροής των δεδομένων στην οθόνη του χρήστη. Με τον ορισμό χειρισμό εννοούμε να μπορεί ο χρήστης να παγοποιήσει προσωρινά τη ροή των δεδομένων (pause) για να μπορέσει να δώσει έμφαση σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο κάποιας κυματομορφής, ή αντίστοιχα να μπορεί να επανεκκινήσει την κανονική ροή των δεδομένων. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό που παρέχει το συγκεκριμένο μενού, είναι την επιλογή Repeat που σημαίνει ότι ακόμη και αν τελειώσουν τα δεδομένα από τη ροή, αυτά να μπορούν να επαναλαμβάνονται μέχρι ο χρήστης να αποφασίσει να τερματίσει τη διαδικασία λήψης δεδομένων. Τελευταία είναι η λειτουργία του Rewind η οποία επιτρέπει, σε περίπτωση που προβάλλουμε ένα αποθηκευμένο αρχείο ECG, να το πάρουμε από την αρχή και να ξεκινήσουμε ξανά να το προβάλλουμε στην οθόνη μας.

4.4.2.4 Μενού “Help”



Εικόνα 0-14: Επιλογές βοήθειας (Help)

Στο μενού αυτό υπάρχουν τέσσερις επιλογές. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κάνει μια αναζήτηση μέσα από τα περιεχόμενα του συστήματος για να βρει ίσως τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να κάνει μια λειτουργία χρησιμοποιώντας το σύστημα μας. Δηλαδή, μπορεί να γράψει μια λέξη κλειδί, και στη συνέχεια να γίνει αναζήτηση είτε μέσα στο εγχειρίδιο χρήστη είτε από τα περιεχόμενα του συστήματος (αν αφορά κάτι στην υλοποίηση η αναζήτηση). Οι υπόλοιπες επιλογές του μενού παρουσιάζουν στο χρήστη το εγχειρίδιο χρήστη (user's manual) για να μπορέσει να βρει πληροφορίες σχετικά με το πώς μπορεί να εκτελέσει κάποια λειτουργία καθώς επίσης ακόμη μια επιλογή που αφήνει το χρήστη να δει πληροφορίες σχετικά με την υλοποίηση του συστήματος.

4.5 Προβλήματα

Κατά την υλοποίηση του συστήματος παρουσιάστηκαν μερικά προβλήματα που πιθανώς να μην μας άφησαν να προχωρήσουμε με την υλοποίηση του συστήματος μέχρι το σημείο που θα θέλαμε. Μερικά από τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν είναι τα εξής:

- Δεν μπορούσαμε να έχουμε πρόσβαση σε κάποιο εξυπηρετητή που να περιέχει μια βάση δεδομένων με τα ECG αρχεία. Για το λόγο αυτό δεν καταφέραμε να υλοποιήσουμε τη δυνατότητα του χρήστη να διαβάσει δεδομένα «ζωντανής»

μετάδοσης, δηλαδή που να προέρχονται απευθείας από τον ασθενή την ώρα που λαμβάνονταν.

- Μετά από αρκετή έρευνα που κάναμε, διαπιστώσαμε ότι δεν υπάρχει ένα ευρέως χρησιμοποιημένο πρωτότυπο το οποίο να καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύονται τα δεδομένα ECG σε ένα αντίστοιχου τύπου αρχείο. Το μόνο κοινό που εντοπίσαμε στα διάφορα άλλα συστήματα που έχουν υλοποιηθεί είναι ότι χρησιμοποιούν μια δομή η οποία αντιστοιχεί μια χρονική στιγμή με μια καταγραφή μιας τιμής. Αυτό το κοινό χαρακτηριστικό εφαρμόσαμε και εμείς στη δική μας υλοποίηση. Παίρνουμε ένα σύνολο τιμών, όπου κάθε τιμή αντιστοιχεί και σε μια χρονική στιγμή, και το αποθηκεύουμε στη μνήμη της συσκευής, έτσι ώστε να μπορεί στη συνέχεια να παραχθεί η γραφική αναπαράσταση των δεδομένων ECG. Κάθε γραφική αναπαράσταση σχηματίζεται βάσει δύο διαστάσεων: στον κάθετο άξονα έχουμε τις διάφορες τιμές που καταγράφει ένα ηλεκτροκαρδιογράφημα, ενώ στον οριζόντιο άξονα βρίσκεται ο χρόνος.
- Το σύστημα μας έπρεπε να υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορεί να εγκαθίσταται πάνω σε κινητές συσκευές όπως τα Pocket PCs. Εφόσον οι συσκευές έχουν μικρή μνήμη (αφού και το μέγεθος τους είναι μικρό), χρειαζόταν να είμαστε πολύ προσεκτικοί έτσι ώστε να μην δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα που να είναι μεγάλο σε μέγεθος. Για το σκοπό αυτό, χρειαζόταν να κάνουμε βελτιστοποιήσεις στον κώδικα μας για να χρησιμοποιούνται όσο το δυνατό λιγότερες εντολές για την εκτέλεση κάθε λειτουργίας.
- Το σύστημα, με την έναρξη του, για να μπορέσει να διαμορφώσει τη γραφική αναπαράσταση των δεδομένων θέτει μια προκαθορισμένη μέγιστη και μια ελάχιστη τιμή. Οι δύο τιμές αυτές αλλάζουν ενόσω προχωράει η ροή των δεδομένων έτσι ώστε να γνωρίζουμε ανά πάσα χρονική στιγμή ποια είναι η μέγιστη και ποια είναι η ελάχιστη τιμή και να μπορούμε να δίνουμε στην κάθε γραφική απεικόνιση το ανάλογο ποσοστό οθόνης έτσι ώστε να μπορεί να φαίνεται ακόμη και η μεγαλύτερη αλλά και η μικρότερη τιμή του συνόλου τιμών που παίρνουμε. Το σύστημα όμως, στην αρχή περνάει από μία φάση προσαρμογής μέχρι να πάρει κάποιο αριθμό από τιμές. Για το λόγο αυτό παρατηρούμε μια σχεδόν κάθετη γραφική απεικόνιση για

την κάθε γραφική αναπαράσταση η οποία όμως αντιστοιχεί σε ένα πολύ μικρό χρονικό πλαίσιο γιατί σύμφωνα με το ρυθμό με τον οποίο μεταφέρονται τα δεδομένα στη συσκευή παίρνει πολύ λίγο χρόνο μέχρι το σύστημα να προσαρμοστεί στα δεδομένα που του δίνονται. Αυτό το μικρό κομμάτι της γραφικής απεικόνισης δεν επηρεάζει σχεδόν καθόλου τη γενική ροή των δεδομένων γιατί ακριβώς όπως έχουμε αναφέρει διαρκεί για ελάχιστο χρονικό διάστημα. Ακόμη, σε μια προσπάθεια για αξιολόγηση του συστήματος από ένα ειδικό καρδιοχειρουργό ιατρό, μας είχε αναφέρει ότι δεν τον επηρέασε καθόλου το σημείο αυτό στο να μπορέσει να καταλήξει σε συμπεράσματα για το ηλεκτροκαρδιογράφημα που είχε στα χέρια του.

- Ακόμη ένα πρόβλημα, το οποίο δεν οφείλεται στο σύστημα μας, είναι αυτό στην περίπτωση που ο χρήστης ανοίγει κάποιο από τα μενού. Όταν το μενού κλείσει, τελειώσει δηλαδή ο χρήστης από τη λειτουργία που ήθελε να κάνει, παρατηρούμε ότι γίνεται κάποια επικάλυψη των δεδομένων που βρίσκονταν εκείνη τη στιγμή που είχε ανοίξει το μενού, με αποτέλεσμα να χάνουμε κάποια δεδομένα. Για το σκοπό αυτό, την ώρα που ο χρήστης ανοίγει ένα μενού, θα πρέπει η εικόνα με όλες τις τρέχουσες γραφικές απεικονίσεις να λαμβάνεται και να αποθηκεύεται, ούτως ώστε μόλις τελειώσει ο χρήστης με τη λειτουργία που έκανε, να δίνεται ξανά η εικόνα με τα δεδομένα πριν να ανοιχτεί το μενού. Το πρόβλημα όμως θα έχει εν μέρει λυθεί με τον τρόπο αυτό, αφού ο χρήστης πιθανό να επιθυμεί να συνεχίσει να βλέπει τη ροή των δεδομένων στην οθόνη του, άρα τα δεδομένα δεν είναι δυνατό να κυλούν μέσα από την εικόνα.

Κεφάλαιο 5

Πειραματική Αξιολόγηση

5.1 Αξιολόγηση συστήματος MobileECG

5.1.1 Απαιτήσεις που καλύφθηκαν

Βασικός στόχος της υλοποίησης του συστήματος αυτού ήταν να διευκολύνει τον τρόπο εργασίας των ιατρών παρέχοντας τους την κατάλληλη λύση που θα τους επιτρέπει να προβάλλουν και να επεξεργάζονται οποιοδήποτε ηλεκτροκαρδιογράφημα, μέσα από μια κινητή συσκευή. Ο στόχος αυτός επιτεύχθηκε και στο παρόν στάδιο το σύστημα μας παρέχει στους χρήστες του τη δυνατότητα να επιλέγουν από ένα σύνολο από αρχεία το αρχείο ECG που τους ενδιαφέρει και αφού αυτό εμφανιστεί στην οθόνη τους, μπορούν να κάνουν αλλαγές σχετικά με τον τρόπο που εμφανίζεται, με τον αριθμό των κυματομορφών στην οθόνη του και διάφορα άλλα χαρακτηριστικά.

Το σύστημα έχει εγκατασταθεί σε δοκιμαστική φάση σε διάφορες κινητές συσκευές οι οποίες έχουν εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα Windows. Οι συσκευές τις οποίες έχουμε δοκιμάσει να χρησιμοποιήσουμε και οι οποίες δείχνουν θετικά αποτελέσματα μέχρι αυτή τη στιγμή είναι συσκευές της κατηγορίας Windows Mobile 5.0 SmartPhone, και Windows Mobile 5.0 PocketPC. Χρειάστηκε να γίνουν κάποιες αλλαγές στην υλοποίηση, οι οποίες όμως δεν ήταν καθόλου δύσκολο να επιτευχθούν και μέχρι στιγμής το σύστημα τρέχει κανονικά σε συσκευές των δύο αυτών τύπων. Έτσι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η προοπτική του συστήματος μας να μπορεί να είναι συμβατό με διάφορες συσκευές που έχουν λειτουργικό σύστημα Windows επιτεύχθηκε. Η προσπάθεια μας αυτή για υλοποίηση του συστήματος με μερικές μόνο τροποποιήσεις για διαφορετικού τύπου κινητές συσκευές μας οδήγησε στο συμπέρασμα ότι μπορούμε εύκολα με τον τρόπο αυτό να δημιουργήσουμε παραλλαγές του συστήματος που να επιτρέπουν σε χρήστες διαφόρων κινητών συσκευών να χρησιμοποιούν το σύστημα μας.

Ο τρόπος με τον οποίο έχει υλοποιηθεί το σύστημα μας, είναι τέτοιος έτσι ώστε να μπορούν όλοι οι χρήστες του να μπορούν εύκολα να το χειρίζονται. Δηλαδή, όλες οι λειτουργίες έχουν τοποθετηθεί μέσα σε μενού, τα οποία φέρουν ένα όνομα το οποίο σχετίζεται με τις λειτουργίες που μπορεί να κάνει ο χρήστης, για να μπορεί εύκολα να οδηγείται στο σωστό σημείο και να μη χρειάζεται να ψάχνει για αρκετή ώρα μέχρι να βρει τη λειτουργία που τον ενδιαφέρει. Ακόμη, υπάρχουν κάποιες πληροφορίες στην οθόνη που τον υποβοηθούν να καταλαβαίνει σε ποια χρονική στιγμή βρίσκεται το ηλεκτροκαρδιογράφημα που παρακολουθεί καθώς επίσης πληροφορίες που τον καθοδηγούν σχετικά με το ποιες κυματομορφές παρουσιάζονται στην οθόνη. Λόγω περιορισμένου χώρου στην οθόνη, υπάρχει ένα μικρό υπόμνημα το οποίο αριθμεί τις κυματομορφές και δίνει το όνομα της κάθε μιας. Κάποια κουμπιά για σκοπούς συντόμευσης έχουν τοποθετηθεί επίσης στην οθόνη για να μπορεί ο χρήστης να εκτελεί κάποιες λειτουργίες πιο γρήγορα και πιο εύκολα. Γενικά, προσπαθήσαμε να δώσουμε σε όλους τους χαρακτήρες της οθόνης ένα μέγεθος και χρώμα που να τους κάνει ευανάγνωστους και ευδιάκριτους στο μάτι του παρατηρητή. Οι πληροφορίες πάνω στην οθόνη έχουν περιοριστεί στο μέγιστο, διότι ο χώρος που παρέχεται από τις κινητές συσκευές τύπου PocketPC με τις οποίες έχουμε εργαστεί είναι αρκετά περιορισμένος και προτιμήσαμε να δώσουμε όσο το δυνατό περισσότερο από το χώρο της οθόνης στις κυματομορφές του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Το σύστημα επιτρέπει στο χρήστη να εμφανίσει όσες κυματομορφές επιθυμεί μέχρι το σημείο που ο ίδιος κρίνει ότι είναι αρκετά ευδιάκριτες για να μπορεί να βγάζει συμπεράσματα. Κάποιος χρήστης μπορεί να έχει τέσσερις κυματομορφές στην οθόνη του ταυτόχρονα, ενώ κάποιος άλλος μπορεί να έχει έξι και να καταλήγει εξίσου στα επιθυμητά συμπεράσματα.

Ένα χαρακτηριστικό το οποίο λήφθηκε αρκετά υπόψη μας κατά την υλοποίηση είναι η μικρή μνήμη που διαθέτουν οι κινητές συσκευές. Για το σκοπό αυτό, περιορίσαμε τον αριθμό εντολών του κώδικα στην υλοποίηση και χρησιμοποιήσαμε όσο το δυνατό περισσότερους βελτιστοποιημένους αλγορίθμους. Ακόμη, αποφεύγουμε να αποθηκεύουμε στη μνήμη της συσκευής τα δεδομένα που διαβάζουμε από ένα αρχείο σε περίπτωση που αυτό είναι αρκετά μεγάλο. Αν όμως ένα αρχείο είναι σχετικά μικρό, μπορούμε να αποθηκεύουμε τις τιμές του καθώς τις διαβάζουμε από το αρχείο.

Η απόδοση του συστήματος είναι ακόμη ένα χαρακτηριστικό το οποίο έπαιξε σημαντικό ρόλο κατά την υλοποίηση. Τα δεδομένα ενός αρχείου ECG αρχίζουν να παρουσιάζονται πάνω στην οθόνη της κινητής συσκευής μόνο μερικά δευτερόλεπτα από τη στιγμή που ο χρήστης επιλέγει το αρχείο ECG που επιθυμεί να προβάλει. Σκοπός μας ήταν να περιορίσουμε όσο το δυνατό περισσότερο την καθυστέρηση αυτή γιατί μερικά περιστατικά μπορούν να αποβούν μοιραία αν ο ιατρός δεν καταφέρει να φορτώσει έγκαιρα στην κινητή συσκευή το ηλεκτροκαρδιογράφημα του ασθενή. Ακόμη, έχουμε στα άμεσα πλάνα μας, τη δυνατότητα συμπίεσης των αρχείων ECG που θα φθάνουν στην κινητή συσκευή από τον εξυπηρετητή – βάση δεδομένων με την οποία θα συνεργάζεται το σύστημα μας. Με τη συμπίεση, τα αρχεία θα αποκτούν αρκετά μικρότερο μέγεθος (αφού είναι αρχεία με τιμές και ως αποτέλεσμα επιδέχονται μεγαλύτερο ποσοστό συμπίεσης), άρα ο χρόνος ο οποίος θα χρειάζεται να μεταφέρονται στην κινητή συσκευή θα περιορίζεται στο μέγιστο.

Τέλος, αξίζει να σημειώσουμε ότι μια σημαντική απαίτηση σχετικά με τον τρόπο υλοποίησης του συστήματος, που αυτή είναι η συντηρησιμότητα του, επιτεύχθηκε. Το σύστημα υλοποιήθηκε με τρόπο που να μπορεί να επιδέχεται αρκετά εύκολα αλλαγές και πιθανό στο μέλλον να εκμεταλλευτούμε τη συντηρησιμότητα του αυτή, για να προσθέσουμε περισσότερες λειτουργίες στο σύνολο των λειτουργιών του, για να μπορούν οι χρήστες του να έχουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα στα χέρια τους.

5.1.2 Απαιτήσεις που αναβλήθηκαν

Δεν καταφέραμε να παρέχουμε στο χρήστη τη δυνατότητα επιλογής φόρτωσης στην κινητή του συσκευή αποθηκευμένων αρχείων ή ζωντανής μετάδοσης αρχείων. Η ζωντανή μετάδοση αρχείων δεν ήταν δυνατό να επιτευχθεί διότι δεν καταφέραμε να έχουμε ένα εξυπηρετητή με τον οποίο να μπορέσουμε να έχουμε επαφή και να μπορούμε να παίρνουμε απευθείας δεδομένα από αυτόν. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει η κινητή συσκευή αρχικά να μπορεί να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο και στη συνέχεια να έχουμε ένα διαθέσιμο εξυπηρετητή ο οποίος να μεσολαβεί στην απευθείας μετάδοση των δεδομένων στην κινητή συσκευή. Τα δεδομένα πρέπει να μεταφέρονται σε μορφή πακέτων όπως απαιτεί η ασύρματη μεταφορά δεδομένων με τη χρήση του διαδικτύου. Δηλαδή, τα δεδομένα κάθε αρχείου πρέπει να μοιράζονται σε μικρότερα κομμάτια έτσι ώστε να μπορούν να

μεταφέρονται μέσα στο δίκτυο. Στο παρόν στάδιο το σύστημα μας επιτρέπει στους χρήστες του να έχουν πρόσβαση μόνο σε αποθηκευμένα αρχεία.

5.1.3 Κοινωνικό Όφελος

Το σύστημα που έχουμε δημιουργήσει έχει να προσφέρει πολλά στους χρήστες του αλλά κυρίως στους ασθενείς που εμπλέκονται. Οι ασθενείς δε θα χρειάζεται πλέον να μεταβαίνουν συνεχώς στο νοσοκομείο ή στην κλινική για καθημερινές εξετάσεις από τους ιατρούς τους και για παρακολούθηση της εξέλιξης της υγείας τους. Κάθε ασθενής, μπορεί να απολαμβάνει τις υπηρεσίες του συστήματος από το σπίτι, στη δική του άνεση ενώ παράλληλα θα μπορεί να εκτελεί τις καθημερινές δραστηριότητες του κανονικά.

Με τον τρόπο αυτό, παρέχουμε ένα καλύτερο και πιο αξιοπρεπή τρόπο ζωής για κάθε άνθρωπο ο οποίος υποφέρει είτε από χρόνιες ασθένειες είτε από σοβαρές ασθένειες που καθιστούν το επίπεδο της υγείας τους σε κρίσιμη κατάσταση. Ενώσω ο ασθενής βρίσκεται στο σπίτι, μπορεί να είναι σε συνεχή παρακολούθηση από τον ιατρό του χωρίς να αγχώνεται για το γεγονός ότι μπορεί ξαφνικά η κατάσταση του να πάρει μια άσχημη τροπή και να μην μπορεί να επέμβει ο γιατρός του άμεσα.

Πέρα από τη συνεχή παρακολούθηση, το σύστημα μας επιτρέπει στον κάθε να λαμβάνει από μόνος του το ηλεκτροκαρδιογράφημα του μέσω κάποιας συσκευής και με τη χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας (όπως GPRS) να έρχεται σε επικοινωνία με το γιατρό του. Ο γιατρός μπορεί μόλις πάρει το ECG του ασθενή στα χέρια του να συμβουλευτεί και άλλους συναδέλφους του για το πόρισμα σχετικά με την κατάσταση του ασθενή και μόλις του δοθεί η ευκαιρία, μπορεί να έρθει σε επαφή με τον ασθενή και να τον ενημερώσει σχετικά με τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν ή τη θεραπεία που θα πρέπει να ακολουθηθεί.

Γενικά, ο κάθε ασθενής μπορεί να γλιτώσει από την ταλαιπωρία της μετακίνησης του από και προς το νοσοκομείο ή την κλινική καθώς επίσης, ασθενείς με χρόνιες παθήσεις δε χρειάζεται να περνούν τις μέρες τους μέσα στο νοσοκομείο το οποίο μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία κακής ψυχολογικής κατάστασης. Ακόμη, εφόσον οι ασθενείς θα παραμένουν στο σπίτι τους θα μπορούν ταυτόχρονα να απολαμβάνουν την προσωπική κατοίκον φροντίδα που τους παρέχεται συνήθως από το νοσηλευτικό προσωπικό σε τακτά

χρονικά διαστήματα, άρα σίγουρα δε θα λαμβάνουν λιγότερη φροντίδα απ' ότι θα έπαιρναν σε περίπτωση που βρίσκονταν μέσα στο νοσοκομείο ή την κλινική.

5.1.4 Οικονομικό Όφελος

Το οικονομικό όφελος του συστήματος αφορά τόσο το νοσοκομείο ή την κλινική όσο τον ίδιο τον ασθενή.

Από τη μεριά του νοσοκομείου, εφόσον ο ασθενής θα μένει πλέον στο σπίτι του σίγουρα δε θα γίνεται δέσμευση των διαθέσιμων πόρων σε μηχανήματα και νοσηλευτικό προσωπικό από τους ασθενείς. Έτσι δε θα χρειάζεται η αγορά περισσότερου εξοπλισμού για υποστήριξη όλων των ασθενών, και ο υπάρχον εξοπλισμός θα μπορεί να χρησιμοποιείται για ασθενείς που η κατάσταση τους είναι εξαιρετικά κρίσιμη και πρέπει αναγκαστικά να παραμένουν εντός των νοσοκομειακών εγκαταστάσεων. Επίσης δε θα είναι αναγκαία η εργοδότηση περισσότερου νοσηλευτικού προσωπικού αλλά ούτε και η δέσμευση του υπάρχοντος μόνο για την παρακολούθηση των συγκεκριμένων ασθενών.

Ένας ασθενής ο οποίος χρειάζεται συνεχόμενη παρακολούθηση μπορεί να είναι συνδεδεμένος με τη συσκευή, η οποία θα καταγράφει το ηλεκτροκαρδιογράφημα του και ο ιατρός ή το νοσηλευτικό προσωπικό, έχοντας στην κατοχή τους μια κινητή συσκευή η οποία θα πληρεί τις προδιαγραφές που έχουμε περιγράψει, θα μπορούν ενόσω εξετάζουν άλλους ασθενείς ή εκτελούν άλλες εργασίες να έχουν τη συνεχή παρακολούθηση του ασθενή.

Από τη μεριά του ασθενή, το οικονομικό όφελος είναι εξίσου μεγάλο. Ο ασθενής στην περίπτωση που επιθυμεί να παραμείνει στο σπίτι του δε είναι πλέον αναγκαίο να προμηθευτεί μια από τις μεγάλες συσκευές που χρησιμοποιούνται στα νοσοκομεία για καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφημάτων. Οι συσκευές αυτές στοιχίζουν αρκετά ακριβά για να μπορεί ο κάθε ασθενής να τις προμηθεύεται ενώ παράλληλα δεν επιτρέπουν στον ασθενή να μετακινείται εύκολα από τόπο σε τόπο και να εκτελεί φυσιολογικά τις καθημερινές του εργασίες. Σε αντίθεση, το σύστημα μας επιτρέπει στους ασθενείς να προμηθεύονται μικρές και συνήθως ασύρματες συσκευές οι οποίες θα καταγράφουν το ηλεκτροκαρδιογράφημα τους σε πολύ χαμηλότερο κόστος.

Οι συσκευές αυτές οι οποίες θα είναι ενωμένες με το χρήστη, εκτός από την οικονομική άνεση που θα του προσφέρουν, θα επιτρέπουν επίσης να μετακινείται

οπουδήποτε επιθυμεί, ακόμη και στη δουλειά του, ενώ ταυτόχρονα θα παρακολουθείται από τον ιατρό του. Άρα το κόστος της δικής μας λύσης περιορίζεται στο χαμηλό κόστος της κινητής συσκευής μαζί με το κόστος συνεχόμενης σύνδεσης με ένα ασύρματο δίκτυο το οποίο θα μεταδίδει τα δεδομένα που θα καταγράφονται στον εξυπηρετητή και από εκεί ο ιατρός θα μπορεί να έχει εύκολη πρόσβαση σε αυτά.

5.2 Πειραματική αξιολόγηση μέσω ενοποίησης με το ΔΙΤΗΣ

5.2.1 Το σύστημα ΔΙΤΗΣ

Σοβαρές ασθένειες όπως ο καρκίνος απαιτούν τη χρήση εξειδικευμένων μεθόδων θεραπείας και παρακολούθηση από συντονισμένη ομάδα ειδικών. Είναι προφανώς αδύνατη η ταυτόχρονη και φυσική παρουσία ολόκληρης της ομάδας στο πλευρό του ασθενή, όταν αυτός ακολουθεί πρόγραμμα θεραπείας κατ' οίκον. Αντικειμενικός στόχος του συστήματος είναι η υπερπήδηση του προβλήματος αυτού μέσω της χρήσης του ΔΙΤΗΣ.

Το σύστημα ΔΙΤΗΣ [9,12,15,18] χρησιμοποιείται πιλοτικά για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού του Παγκύπριου Συνδέσμου Καρκινοπαθών και Φίλων (ΠΑΣΥΚΑΦ), που ασχολείται με την παροχή κατ' οίκον θεραπείας στους Κυπρίους καρκινοπαθείς. Κεντρική φιλοσοφία του ΔΙΤΗΣ είναι η χρήση της Πληροφορικής τεχνολογίας για την τοποθέτηση του ασθενή στο επίκεντρο των διαδικασιών περίθαλψης με την χρήση των εικονικών ομάδων.

5.2.2 Συμβολή συστήματος στην Τηλεϊατρική

Το σύστημα ΔΙΤΗΣ δημιουργεί εικονικές νοσηλευτικές ομάδες έχοντας στο επίκεντρο τους τον ασθενή και ως εκ τούτου, επιτρέπει τη βελτίωση του παρεχόμενου επιπέδου περίθαλψης μέσα από :

- Τη δυνατότητα ευέλικτης πρόσβασης και διαχείρισης των ιατρικών στοιχείων ενός ασθενούς από όλα τα μέλη της ομάδας περίθαλψης του, ανάλογα με τις δικαιοδοσίες τους. Δημιουργείται έτσι ένας ενιαίος πληροφοριακός χώρος (common information space) με επίκεντρο τον ασθενή, πράγμα που διευκολύνει την συνεργασία, την επικοινωνία και τον συντονισμό των δραστηριοτήτων περίθαλψης (βλ. Σχήμα 2.1).

- Τη δυνατότητα διαβούλευσης του επισκέπτη νοσηλευτή αλλά και του θεράποντα ιατρού με ιατρούς εξειδικευμένων Ιατρικών Κέντρων, χωρίς να παρίσταται ανάγκη μετακίνησης του ασθενούς από την περιοχή διαμονής του, γεγονός που οδηγεί στην αποφυγή της ταλαιπωρίας και των εξόδων της μετακίνησης. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει επίσης την καλύτερη αξιοποίηση του υπάρχοντος ιατρικού δυναμικού, ανεξαρτήτως γεωγραφικών ή οργανωτικών ορίων.
- Την αναβάθμιση και επέκταση της κατ' οίκον θεραπείας των ασθενών, με πολλαπλές ευεργετικές συνέπειες, όπως :
 - Η βελτίωση της ποιότητας ζωής βαρέως ασθενών ατόμων, τα οποία θα μπορούν να παραμένουν στον οικείο χώρο χωρίς να υποβαθμίζεται η περίθαλψή τους.
 - Η μείωση του συνολικού χρόνου παραμονής των ασθενών στα νοσοκομεία με ανάλογη μείωση του κόστους και εξόδων θεραπείας.
 - Την επίλυση προβλημάτων διαχείρισης ιατρικών πληροφοριών που αντιμετωπίζει το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό.

Τα επιτεύγματα αυτά του ΔΙΤΗΣ οφείλονται στις διεργασίες της τηλε-συνεργασίας. Αυτές οι διεργασίες είναι η ανταλλαγή μηνυμάτων και η δημιουργία επίσημου πρωτοκόλλου επικοινωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας, οι οποίες είναι γενικής μορφής και μπορούν να υιοθετηθούν και σε άλλες εφαρμογές που χρήζουν τηλε-συνεργασία.

5.2.3 Αρχιτεκτονική του συστήματος ΔΙΤΗΣ

Το σύστημα ΔΙΤΗΣ είναι ένα σύστημα ομαδικής συνεργασίας το οποίο βασίζεται σε τεχνολογίες του διαδικτύου. Έχει τη δυνατότητα να παρέχει ασφαλισμένες και συνδέσεις σε χρήστες οι οποίοι μετακινούνται.

Η υλοποίηση του συστήματος ΔΙΤΗΣ βασίζεται στα πρότυπα HL7, ICD-0 και ICD-10. Το σύστημα ΔΙΤΗΣ είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μπορεί να είναι ανοιχτό και σε άλλες υπηρεσίες. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να επιτυγχάνει την ανάκτηση δεδομένων από οποιαδήποτε ιατρική υπηρεσία, όπως τα νοσοκομεία. Για το σκοπό αυτό, το σύστημα υποστηρίζει ένα HL7 parser που του επιτρέπει να στέλνει και να λαμβάνει HL7v2.5 μηνύματα.

Το σύστημα παρέχει ασφαλή πρόσβαση σε ηλεκτρονικές εγγραφές από οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκεται ο χρήστης του, οποιαδήποτε ώρα, μέσω προσωπικών

ηλεκτρονικών υπολογιστών γραφείου ή ακόμη μέσα από μια ποικιλία κινητών συσκευών. Εσωτερικά, το σύστημα ΔΙΤΗΣ περιέχει διάφορες διαδικασίες οι οποίες επιτρέπουν τον αποτελεσματικό χρονοπρογραμματισμό και συντονισμό των μελών κάποιων οργανωμένων ομάδων προσωπικού.

Οι διαδικασίες αυτές επιτρέπουν μερικές λειτουργίες όπως την αποστολή και παραλαβή μηνυμάτων, την αυτόματη ειδοποίηση για ραντεβού και άλλες εκκρεμότητες, και την ειδοποίηση των χρηστών ή και των ασθενών για σκοπούς υπενθύμισης κάποιου ραντεβού ή κάποιας φαρμακευτικής δόσης που πρέπει να ληφθεί. Ακόμη, το σύστημα χρησιμοποιεί εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων, καθώς και εργαλεία υποστήριξης σχετικά με την ιατρική φροντίδα τα οποία βελτιώνουν την αποδοτικότητα του συστήματος και ελαχιστοποιούν τα σφάλματα.

Στην αρχιτεκτονική του συστήματος ΔΙΤΗΣ συναντάμε πέντε αρχιτεκτονικά επίπεδα:

- το επίπεδο των διαπροσωπειών (επιτραπέζιου ηλεκτρονική υπολογιστή, διαδịchτρου ή κινητών συσκευών), οι οποίες έχουν υλοποιηθεί με σκοπό να παρέχουν πρόσβαση στο σύστημα ΔΙΤΗΣ από οποιαδήποτε συσκευή και να αυξάνουν έτσι τη λειτουργικότητα του συστήματος,
- το επίπεδο του API (Application Program Interface) το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο όλων των εντολών που χρησιμοποιούνται για να μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στο σύστημα και χρησιμοποιείται από όλες τις διαπροσωπείες που έχουν υλοποιηθεί,
- το επίπεδο ασφάλειας και ελέγχου, όπου υλοποιείται μια στρατηγική ασφάλειας που βασίζεται στη μεθοδολογία OCTAVE (Operationally Critical Threat Asset and Vulnerability Evaluation),
- το επίπεδο διαφόρων υπηρεσιών, όπως ειδοποίησης, ανταλλαγής μηνυμάτων και συνεργασίας. Η υπηρεσία συνεργασίας είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση των εικονικών ομάδων ιατρικής φροντίδας και την υλοποίηση συγκεκριμένων απαιτήσεων και πολιτικών. Η υπηρεσία ειδοποίησης είναι υπεύθυνη για την ειδοποίηση του ιατρικού προσωπικού και των ασθενών για διάφορες λειτουργίες όπως μελλοντικά ραντεβού και τη λήψη φαρμακευτικής αγωγής. Για την αποστολή

μηνυμάτων στους χρήστες του συστήματος, είναι υπεύθυνη η υπηρεσία ανταλλαγής μηνυμάτων.

- Στο τελευταίο επίπεδο συναντάμε τις εγγραφές των ασθενών (PMS, EHR) οι οποίες αποτελούν το βασικό συστατικό του ΔΙΤΗΣ framework. Η κάθε εγγραφή σχετίζεται με τα διάφορα ραντεβού, με μηνύματα, ιατρικές εξετάσεις, φαρμακευτική περίθαλψη, εικονικές ομάδες, αναφορές καθώς επίσης και αρχεία σημειώσεων.

Μερικές από τις τεχνολογίες που υιοθετεί το σύστημα ΔΙΤΗΣ είναι το ASP.NET, η XML, το Microsoft Mobile Internet Toolkit (.NET Mobile), ο SQL Server, και οι Internet Information Services (IIS).

Στο σύστημα ΔΙΤΗΣ σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι κινητές συσκευές, οι οποίες θεωρούνται άκρως απαραίτητες αφού τα περισσότερα μέλη των ομάδων του συστήματος, είναι εργαζόμενοι οι οποίοι μετακινούνται συνεχώς καθώς επισκέπτονται ασθενείς στο σπίτι. Ακόμη, παρουσιάζεται η ανάγκη για πρόσβαση στο σύστημα από οποιοδήποτε μέρος, οποιαδήποτε στιγμή, την οποία μπορούν να καλύψουν περισσότερο οι κινητές συσκευές.

Έχουν υλοποιηθεί δύο τρόποι για λειτουργία του συστήματος πάνω σε κινητές συσκευές. Ο ένας τρόπος επιτρέπει πρόσβαση στη βάση δεδομένων του συστήματος ΔΙΤΗΣ μέσω ασύρματου δικτύου που χρησιμοποιεί τεχνολογίες του διαδικτύου, ενώ ο άλλος τρόπος αποτελεί ένα πρόγραμμα το οποίο διαμορφώνεται ανάλογα με τη συσκευή στην οποία φιλοξενείται, αρκεί η συσκευή να υποστηρίζει το Windows Mobile Framework. Και στις δύο περιπτώσεις η τοπική βάση δεδομένων έχει αποθηκευμένο ένα σύνολο από πληροφορίες ολόκληρης της βάσης δεδομένων. Το σύνολο αυτό, μπορεί να περιλαμβάνει πρόσφατες εγγραφές ασθενών, ραντεβού, οδηγίες για φαρμακευτική περίθαλψη και άλλες πληροφορίες.

5.2.4 Συνεισφορά του συστήματος ΔΙΤΗΣ

Το σύστημα ΔΙΤΗΣ θεωρείται ένα ευρέως αποδεκτό εργαλείο το οποίο βοηθάει στην παροχή φροντίδας ασθενών που υποφέρουν από κάποια σοβαρή ασθένεια όπως είναι ο καρκίνος. Πολλές νοσοκόμες, ψυχολόγοι και ιατροί έχουν δηλώσει ότι το σύστημα ΔΙΤΗΣ έχει πολλά πλεονεκτήματα και συγκεκριμένα, οι άνθρωποι αυτοί εξέφρασαν την επιθυμία

τους για παράλληλη συνεργασία με το σύστημα μαζί με τις δραστηριότητες της εργασίας τους. Από κλινικής απόψεως εντοπίστηκαν τα πιο κάτω χαρακτηριστικά τα οποία έχει τη δυνατότητα να παρέχει το σύστημα ΔΙΤΗΣ:

- Παροχή συνεχόμενης φροντίδας προς τους ασθενείς που το χρησιμοποιούν, μέσω των εικονικών ιατρικών ομάδων συνεργασίας οι οποίες είναι διαθέσιμες σε οποιοδήποτε μέρος και αν μετακινηθεί ο ασθενής
- Βοηθάει στην προώθηση του ανεξάρτητου ρόλου των κατ' οίκο νοσοκόμων (όπως για παράδειγμα όταν μια νοσοκόμα ζητάει από ένα γιατρό που βρίσκεται εντός του νοσοκομείου να της ετοιμάσει μια συνταγή για τον ασθενή που βρίσκεται στο σπίτι του)
- Βελτίωση στην επικοινωνία μεταξύ ιατρικού προσωπικού και ασθενών, αφού παρέχει τη δυνατότητα για επικοινωνία και ανταλλαγή απόψεων για την κατάσταση του ασθενή μεταξύ των ομάδων της κατ' οίκο φροντίδας. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των επισκέψεων του ασθενή σε γιατρούς διαφόρων ειδικοτήτων για λήψη κάποιας διάγνωσης και κατά συνέπεια ελαχιστοποιείται και η ταλαιπωρία που υπόκειται κάθε φορά ο ασθενής
- Βελτιωμένη, ασφαλή και έγκαιρη πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τους ασθενείς
- Βελτιωμένη και ελαστική περισυλλογή στατιστικών δεδομένων για περαιτέρω έλεγχο και έρευνα
- Παροχή υπηρεσίας ελέγχου και αναζήτησης που επιτρέπει στην καλύτερη αξιολόγηση της κατάστασης του ασθενή
- Περισσότερη αποτελεσματικότητα κόστους¹⁰ μέσω των βελτιωμένων τρόπων επικοινωνίας, της καλύτερης οργάνωσης και προγραμματισμού των υπηρεσιών και της έμφασης που δίνεται στην πρόληψη
- Βελτίωση στην ποιότητα και τον τρόπο ζωής ασθενών με χρόνιες ασθένειες και ασθενών που βρίσκονται σε ψηλό κίνδυνο. Οι ασθενείς αυτοί μπορούν να μένουν στο σπίτι τους και να απολαμβάνουν υπηρεσίες όπως αυτή της κατοίκων φροντίδας,

¹⁰ Αποτελεσματικότητα κόστους είναι όταν το προϊόν ή το σύστημα επιφέρει αποτελέσματα (στην παροχή υπηρεσιών, στην κάλυψη των αναγκών και των απαιτήσεων των χρηστών του κ.ά) αντίστοιχα του κόστους του. Δηλαδή, ψηλό κόστος πρέπει να συνεπάγεται υψηλή αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα.

αλλά και να επιτρέπουν στους ιατρούς να καταλήγουν σε διαγνώσεις μέσω της μεταξύ τους επικοινωνίας και όχι κατ' ανάγκη με την παρουσία του ασθενή στο νοσοκομείο

- Παροχή πολλών υπηρεσιών κατοίκων φροντίδας, συμπεριλαμβανομένης της προσπάθειας για επίλυση του προβλήματος με ασθενείς μεγάλης ηλικίας οι οποίοι δεν μπορούν εύκολα να μετακινούνται με τη χρήση ασύρματης παρακολούθησης του ασθενή μέσω συσκευής καταγραφής σημάτων ζωτικής σημασίας

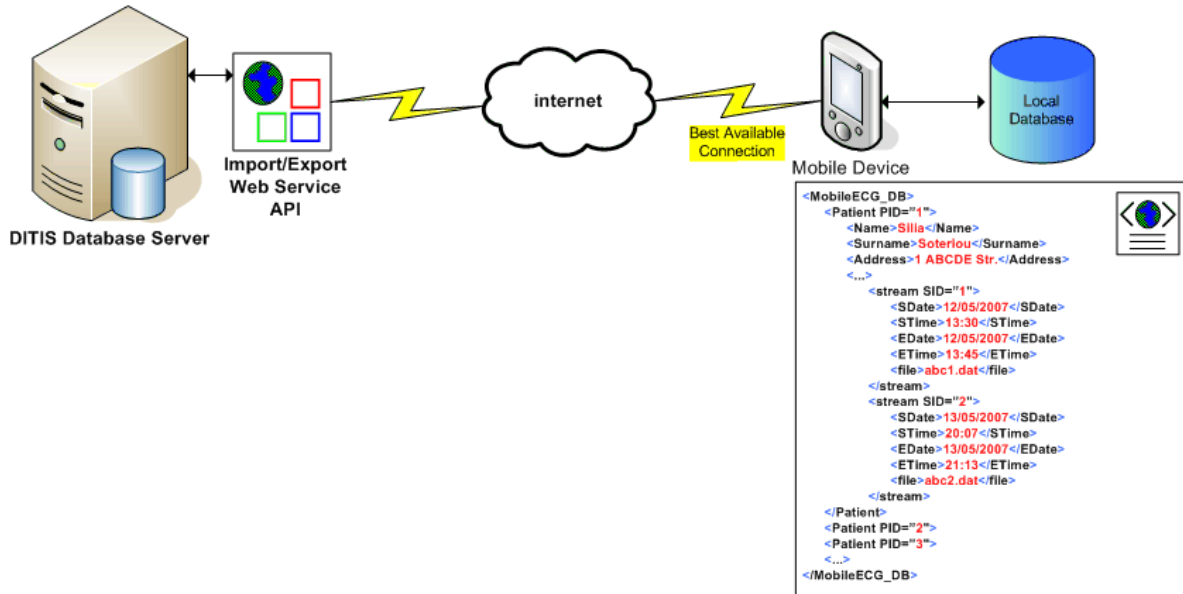
5.2.5 Ενοποίηση του συστήματος ΔΙΤΗΣ με άλλα συστήματα

Από το 2005 το σύστημα ΔΙΤΗΣ έχει ενοποιηθεί με μια πλατφόρμα παρακολούθησης και παροχής ιατρικής φροντίδας η οποία δημιουργήθηκε στα πλαίσια των ερευνητικών προγραμμάτων HS24 (Health Service 24) [7] και Link Care e-Ten [6]. Σκοπός των προγραμμάτων αυτών είναι να παρέχουν υπηρεσίες ιατρικής φροντίδας σε ασθενείς που μετακινούνται ή που βρίσκονται μακριά από τον ιατρό τους. Επίσης επιτρέπουν στο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό να καταλήγουν σε κάποια διάγνωση (ακόμη και όταν ο ένας βρίσκεται σε μακρινή απόσταση από τον άλλο) ή και να συνεργάζονται μεταξύ τους για να παρέχουν την κατάλληλη θεραπεία στον ασθενή, ενόσω ο ασθενής εκτελεί κανονικά τις καθημερινές του δραστηριότητες.

Στο πρόγραμμα HS24 κάθε ασθενής / χρήστης είναι εξοπλισμένος με διάφορους αισθητήρες ζωτικών σημάτων που καταγράφουν δεδομένα όπως την πίεση του αίματος, το ρυθμό των παλμών, καθώς επίσης το ηλεκτροκαρδιογράφημα (ECG) του ασθενή. Για να μπορεί να επιτευχθεί αυτή η παρακολούθηση χρειάζεται ασύρματη υποστήριξη από μια συσκευή Body Area Network την οποία μπορούμε να διαχειριζόμαστε από κινητές συσκευές όπως τα PDA και τα κινητά τηλέφωνα, και η οποία πρέπει να είναι συνδεδεμένη πάνω στο χρήστη. Στο πρόγραμμα αυτό, τα σήματα ζωτικής σημασίας μεταδίδονται σε ένα ενδιάμεσο κέντρο πληροφοριών, το οποίο έχει τη δυνατότητα να δέχεται δεδομένα συνεχόμενης ροής και επιτρέπει στους χρήστες του συστήματος να φορτώσουν και να προβάλουν σε μια από τις κινητές συσκευές που υποστηρίζει το σύστημα τα αποθηκευμένα δεδομένα. Το σύστημα στη συνέχεια ενσωματώνεται στην πλατφόρμα του συστήματος ΔΙΤΗΣ η οποία υποστηρίζει και διάφορες άλλες λειτουργίες. Στο πρόγραμμα Link Care το

ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό συνεργάζονται μέσω του συστήματος ΔΙΤΗΣ για να βελτιώσουν την παροχή ιατρικής φροντίδας.

5.2.6 Ενσωμάτωση του MobileECG στο σύστημα ΔΙΤΗΣ



Εικόνα 0-1: Αναλυτικό διάγραμμα για την επικοινωνία του MobileECG με το σύστημα ΔΙΤΗΣ

Με την ενσωμάτωση του δικού μας συστήματος στο σύστημα ΔΙΤΗΣ μπορούμε να επιτύχουμε μια πολύ καλή επικοινωνία και μεταφορά δεδομένων από τη βάση δεδομένων του συστήματος ΔΙΤΗΣ στη βάση του δικού μας συστήματος.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα πιο πάνω, το σύστημα μας το οποίο θα είναι εγκατεστημένο σε κάποια κινητή συσκευή, θα μπορεί μέσω υπηρεσιών του διαδικτύου και στη συνέχεια μέσω μιας υπηρεσίας για εισαγωγή / εξαγωγή δεδομένων που μπορεί να μας παρέχει το API (Application Programmers Interface) του συστήματος ΔΙΤΗΣ, να κάνει ένα αίτημα για λήψη και παραλαβή πληροφοριών σχετικά με τους καταχωρημένους ασθενείς.

Κάθε πεδίο του πίνακα των ασθενών στη βάση δεδομένων του συστήματος ΔΙΤΗΣ περιλαμβάνει κάποιες πληροφορίες σχετικά με τους καταχωρημένους ασθενείς. Η βάση δεδομένων όμως μπορεί επίσης να περιλαμβάνει και κάποια ήδη δημιουργημένα αρχεία ECG τα οποία πάρθηκαν από τον κάθε ασθενή ξεχωριστά τα οποία να είναι συσχετισμένα με κάποιο συγκεκριμένο ασθενή.

Όταν ξεκινάει το δικό μας σύστημα μπορεί να στέλνει ένα αίτημα στη βάση δεδομένων του ΔΙΤΗΣ που θα της ζητάει να μας επιστρέψει τους ασθενείς οι οποίοι έχουν

μαζί με τα στοιχεία τους καταχωρημένα και κάποια αρχεία ECG. Στη συνέχεια η βάση αυτή, μπορεί να επιστρέψει και πάλι μέσω τεχνολογιών του διαδικτύου το σύνολο με τα αποτελέσματα, τα οποία θα φορτωθούν στην κινητή συσκευή του χρήστη. Όπως βλέπουμε από το σχήμα, το δικό μας σύστημα, μπορεί να λαμβάνει τα δεδομένα από κάποια βάση δεδομένων σε μορφή XML και να τα αποθηκεύει τοπικά είτε στη μνήμη της κινητής συσκευής είτε σε κάποια άλλη αποθηκευτική μονάδα που να μεταφέρεται από το χρήστη οπουδήποτε. Πρώτα όμως γίνονται οι κατάλληλες διαδικασίες για να εξαχθούν τα δεδομένα από το XML αρχείο. Έτσι όταν ο χρήστης φτάσει στην αρχική οθόνη του συστήματος θα έχει μπροστά του ένα σύνολο από ασθενείς και τα διαθέσιμα για κάθε ασθενή αρχεία ECG όπως αυτά θα έχουν καταφθάσει από τη βάση δεδομένων του συστήματος ΔΙΤΗΣ.

Υπάρχει το ενδεχόμενο όμως τα δεδομένα ECG να λαμβάνονται από την κινητή συσκευή του χρήστη με αποτέλεσμα να πρέπει να φυλαχθούν τοπικά στο σύστημα, ή να αποθηκεύονται στη βάση του συστήματος ΔΙΤΗΣ ή να πρέπει να γίνουν και τα δύο. Στην περίπτωση που τα δεδομένα θα πρέπει να αποθηκευτούν στη βάση του συστήματος ΔΙΤΗΣ, που θα είναι το σύστημα με το οποίο θα συνεργάζεται το δικό μας σύστημα, θα μπορούμε να χρησιμοποιούμε το διαδίκτυο καθώς επίσης την υπηρεσία διαδικτύου API (Application Programmers Interface) του συστήματος ΔΙΤΗΣ για εισαγωγή δεδομένων. Η υπηρεσία API θα δέχεται το XML αρχείο από το δικό μας σύστημα και αφού αναλύσει τα δεδομένα, θα τα στέλνει στη βάση δεδομένων του ΔΙΤΗΣ με την κατάλληλη μορφή προς αποθήκευση.

Κάθε XML αρχείο που χρησιμοποιείται τόσο από το δικό μας σύστημα όσο από το API του συστήματος ΔΙΤΗΣ περιλαμβάνει τις πληροφορίες για κάθε εγγραφή της βάσης δεδομένων σε μορφή αναγνώσιμη από υπηρεσίες διαδικτύου όπως ένας ξεφυλλιστής ιστοσελίδων (web browser). Δηλαδή, περιλαμβάνει τα δεδομένα της κάθε εγγραφής σε μορφή κειμένου, και είναι αρμοδιότητα του κάθε συστήματος να διαβάζει το αρχείο αυτό και να χειρίζεται σύμφωνα με τις δικές του ανάγκες τα δεδομένα που περιλαμβάνει το αρχείο σχετικά με την εγγραφή.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία

6.1 Συμπεράσματα

Με τη χρήση του συστήματος που έχουμε δημιουργήσει, θα μπορέσουμε να ξεπεράσουμε αρκετά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζαμε μέχρι σήμερα σχετικά με τα διάφορα θέματα των ηλεκτροκαρδιογραφημάτων.

Σύμφωνα με την έρευνα που έχουμε κάνει γύρω από τις συσκευές καταγραφής ηλεκτροκαρδιογραφημάτων, υπάρχουν μερικές συσκευές όπως οι MOBI της εταιρείας MCI οι οποίες μπορούν να συνδεθούν με το χρήστη και να καταγράφουν για κάποιο χρονικό διάστημα τα δεδομένα που αφορούν το ECG τους. Τα δεδομένα αυτά, όπως έχουμε διαπιστώσει στέλνονται μέσω της υπηρεσίας Bluetooth πάνω σε κάποια συσκευή συμβατή με την τεχνολογία Bluetooth η οποία στη συνέχεια μπορεί να αναλάβει να αποστείλει τα δεδομένα στον εξυπηρετητή. Αφού τοποθετηθούν τα δεδομένα στον εξυπηρετητή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σύστημα μας για λήψη ολόκληρων αρχείων πάνω σε κάποια κινητή συσκευή η οποία συνδέεται στο διαδίκτυο.

Ακόμη, εφόσον η κινητή συσκευή που χρησιμοποιεί ο χρήστης του συστήματος υποστηρίζει εξίσου την τεχνολογία Bluetooth θα μπορεί να λαμβάνει σχεδόν αμέσως τα δεδομένα συνεχόμενης ροής στη συσκευή του, ενόσω αυτά θα λαμβάνονται από το χρήστη (νοούμενου ότι ασθενής και ιατρός βρίσκονται σε κοντινή απόσταση – μέχρι 10 μέτρα).

Εφόσον το ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν μια κινητή συσκευή από την οποία να μπορούν να προβάλλουν τα δεδομένα που παίρνονται από τον ασθενή, υπάρχει η άνεση του να μπορεί ο κάθε χρήστης να μετακινείται σε οποιοδήποτε μέρος επιθυμεί ενώ παράλληλα να μπορεί να προβάλλει το ECG κάποιου ασθενή. Με τον τρόπο αυτό, οποιοσδήποτε ασθενής είναι συνδεδεμένος με κάποια συσκευή ECG η οποία μπορεί να μεταδίδει τα δεδομένα που λαμβάνονται, μπορεί να απολαμβάνει την υπηρεσία συνεχούς παρακολούθησης από τον ιατρό του.

Την υπηρεσία αυτή μπορεί να του την παρέχει το σύστημα μας, αφού ο ασθενής μπορεί ενόσω είναι συνδεδεμένος με τη συσκευή καταγραφής των ECG να παρακολουθείται από τον ιατρό ο οποίος δε χρειάζεται να βρίσκεται δίπλα από τον ασθενή του. Επίσης μπορούμε να αφήσουμε πλέον κινητές συσκευές όπως είναι οι φορητοί υπολογιστές οι οποίοι έχουν μεγάλο βάρος και μεγάλο όγκο, αφού το σύστημα μας είναι ιδανικό για εγκατάσταση σε οποιαδήποτε κινητή συσκευή η οποία έχει μέγεθος σχεδόν ίσο με ένα κινητό τηλέφωνο και περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα Windows καθώς επίσης τη δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο. Η συσκευή την οποία θα έχει στα χέρια του ο χρήστης, μπορεί να είναι και κινητό τηλέφωνο όπως μερικές συσκευές που αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, έτσι ώστε ο χρήστης να μη χρειάζεται να κουβαλάει μαζί του δύο συσκευές, μια για κινητό τηλέφωνο και μια για παρακολούθηση των ασθενών του.

6.2 Μελλοντική Εργασία

Είναι πολύ σημαντικό για το σύστημα αυτό που έχουμε υλοποιήσει να καταφέρουμε να βρούμε τον τρόπο με τον οποίο θα παράγουμε τα απαραίτητα δεδομένα.

Συγκεκριμένα, χρειαζόμαστε κάποια υλοποίηση η οποία να μας επιτρέπει να παίρνουμε κατευθείαν από το μηχάνημα με το οποίο είναι συνδεδεμένος ο ασθενής τα δεδομένα του ECG του και να τα μεταφέρουμε είτε στον εξυπηρετητή απευθείας είτε με τη χρήση ενδιάμεσης κινητής συσκευής που θα έχει στην κατοχή του ο ασθενής.

Για το σκοπό αυτό, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και εμείς είτε αισθητήρες (sensors) οι οποίοι να είναι συνδεδεμένοι με τον ασθενή και να καταγράφουν συνεχώς τις τιμές του ηλεκτροκαρδιογραφήματος του, είτε συσκευές όπως οι Mobi. Οι αισθητήρες και οι συσκευές αυτές θα πρέπει να επικοινωνούν μέσω μίας τεχνολογίας όπως αυτής του Bluetooth με μια συσκευή η οποία θα εκπέμπει τα δεδομένα προς τον εξυπηρετητή έτσι ώστε αυτά να αποθηκεύονται για μελλοντική χρήση. Η συσκευή που θα παραλαμβάνει τα δεδομένα θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιεί την τεχνολογία GPRS για παράδειγμα για να αποστέλλει τα δεδομένα, είτε απευθείας στην κινητή συσκευή του γιατρού είτε στον εξυπηρετητή όπου θα φιλοξενείται η βάση των δεδομένων δημιουργώντας ένα αρχείο κάθε φορά για τον κάθε ασθενή.

Μελλοντικός μας σκοπός είναι επίσης να μπορούμε να ενσωματώσουμε το σύστημα μας σε ένα οποιοδήποτε άλλο μεγαλύτερο σύστημα που να του επιτρέπει να

δουλεύει ακριβώς όπως αν δούλευε από μόνο του. Δηλαδή, ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων από και προς μια βάση δεδομένων, και παρέχει ένα API (Application Programmers Interface), θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το σύστημα μας για να εκτελεί τις διάφορες εργασίες του και να παρέχει τις υπηρεσίες για τις οποίες έχει σχεδιαστεί να παρέχει στους χρήστες του. Άρα σκοπός του συστήματος μας είναι στο μέλλον να μπορεί να φιλοξενείται και από άλλα συστήματα και να συνεχίσει να παρέχει τις ίδιες υπηρεσίες αλλά και περισσότερες (υπηρεσίες δηλαδή που θα παρέχει το άλλο σύστημα να μπορούν να χρησιμοποιούνται παράλληλα και με τις δικές μας) από αυτές που παρέχει σήμερα.

Μέσα στα μελλοντικά μας σχέδια, είναι επίσης να καταφέρουμε να βρούμε την κατάλληλη συσκευή ECG που θα μπορεί να μας δίνει τα δεδομένα που λαμβάνονται από τον ασθενή, και σίγουρα θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη υλοποίηση η οποία θα μας επιτρέπει μέσω της κινητής μας συσκευής να λαμβάνουμε τα δεδομένα και σε πρώτη φάση να τα μετατρέπουμε σε μορφή κατανοητή προς το χρήστη ενώ στη συνέχεια να μπορεί ο χρήστης να αποθηκεύει τα δεδομένα που θα λαμβάνει πάνω στη βάση δεδομένων μας. Στο παρόν στάδιο, το σύστημα μας είναι ικανό να δέχεται έτοιμα τα αρχεία ECG και να τα προβάλλει στην οθόνη του χρήστη.

Βιβλιογραφία

-
- ¹ Telemedicine, <http://en.wikipedia.org/wiki/Telemedicine>
² Health Care, http://en.wikipedia.org/wiki/In_absentia_health_care
³ Galen, <http://en.wikipedia.org/wiki/Galen>
⁴ Comparing Projected Growth in Health Care Expenditures and the Economy, <http://www.kff.org/insurance/snapshot/chcm050206oth2.cfm>
⁵ ECG, <http://en.wikipedia.org/wiki/ECG>
⁶ The basis of ECG diagnosis, <http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/19/19.htm>
⁷ ECG, <http://www.madsci.com/manu/indexekg.htm>
⁸ Parts of ECG - the ECG waveform, http://library.med.utah.edu/kw/ecg/pics/thumbs/ecg_533smz.jpg
⁹ ECG diagnosis, http://www.madsci.com/manu/ekg_hypr.htm
¹⁰ Mobile phone transmits your ECG, <http://www.e-health-insider.com/news/item.cfm?ID=1473>
¹¹ C#, http://en.wikipedia.org/wiki/C_Sharp

What is ECG

- [1] The ECG Library, <http://www.ecglibrary.com>

ECG relation to computers

- [2] Chiarugi, F. Spanakis, M. Lees, P.J. Chronaki, C.E. Tsiknakis, M. Orphanoudakis, ECG in your hands: a multi-vendor ECG viewer for personal digital assistants, Computers in Cardiology, 2003, Heraklion, Greece;, 2003
- [3] Pettis, Karlton S. MD a; Savona, Michael R. BA b; Leibrandt, Paul N. BA b; Maynard, Charles PhD c; Lawson, William T. BSE b; Gates, Kathy B. b; Wagner, Galen S. MD b, Evaluation of the efficacy of hand-held computer screens for cardiologists' interpretations of 12-lead electrocardiograms, 1999
- [4] Chung-Min Chen Agrawal, H. Cochinwala, M. Rosenbluth, D., Stream query processing for healthcare bio-sensor applications, 2004
- [5] Dongquan Chen, Seng-jaw Soong, Gary J Grimes, Helmuth F Orthner, Wireless local area network in a prehospital environment, 2003

EU projects

- [6] The LinkCare project, Executive Summary, http://www.linkcare-eu.org/public_documents.shtml, 2006
- [7] The HealthService24, Executive Summary, <http://www.healthservice24.com/Internet/external/cms/index0ed6.html?healthservice24>, 2006

DITIS

- [8] A. Jossif, C.S. Pattichis, M. Kyriakides, A. Pitsillides, E. Kyriacou, M. Dikaiakos, Selected eHealth Applications in Cyprus from the Training Perspective, Special Issue of Methods of Information in Medicine Journal: Health and Medical Informatics Applications οΩ½ Educational Aspects, Accepted for publication 2006.
- [9] A. Pitsillides, G. Samaras, B. Pitsillides, D. Georgiades, P. Andreou, E. Christodoulou, Virtual Collaborative Healthcare Teams for Home Healthcare, Journal of Mobile Multimedia (JMM), special issue on Advanced Mobile Technologies for Health Care Applications, Vol.2, No.1, pp023-036, 2006.
- [10] E. Stavrou, A. Pitsillides, "Securing Mobile Healthcare Systems based on Information Classification: DITIS Case Study", WOSIS-2006, Paphos, Cyprus, May 2006.
E. Stavrou, A. Pitsillides, e-healthcare Security Framework: DITIS Case Study, ISHIMR, 10th International Symposium for Health Information Management Research Thessaloniki, Sept 22-24, 2005.
- [11] E. Stavrou, A. Pitsillides, Security Challenges in a Mobile Healthcare Environment, IWWST '05, 3rd International Workshop in Wireless Security Technologies, 4-5 April 2005, London, UK.
- [12] B. Pitsillides, A. Pitsillides, DITIS: a collaborative system to support home care by a virtual multidisciplinary team, European Journal of Palliative Care, 2004; 11(5), pp. 202-203, 2004.
- [13] C.S. Pattichis, E. Kyriacou, A. Pitsillides, G. Samaras, C.N. Schizas, M. Neophytou, C. Antoniadis, A. Kouppis, V. Tanos, A. Jossif, Experience with Healthcare Telematics in Cyprus, Proceedings of the European Federation for Medical Informatics Special Topic Conference, Ed. By B. Blobel, G. Gunther, C. Hidebrand, R. Engelbrecht, , Munich, Germany, pp. 18-19, 13-16 June 2004. (summary proceedings).
- [14] B. Pitsillides, A. Pitsillides, G. Samaras, D. Georgiades, P. Andreou, N. Panteli: DITIS: A Collaborative System to Support Home Care by a Virtual Multidisciplinary Team, 8th Congress of the European Association for Palliative Care (EAPC-2003), The Hague, Netherlands, April 2-5, 2003. (summary proceedings).
- [15] B. Pitsillides, A. Pitsillides, DITIS: a collaborative system to support home care by a virtual multidisciplinary team, European Journal of Palliative Care. 2003.
- [16] B. Pitsillides, DITIS: The user perspective, 4th Hellenic Health Telemetric Forum, Limassol 26 April 2002.

[17] A. Pitsillides, G. Samaras, M. Dikaiakos, E. Christodoulou, K. Olympios, DITIS, Collaborative Virtual Medical team for home healthcare of cancer patients, Re-engineering Cyprus for the digital age, December '99.

[18] A. Pitsillides, G. Samaras, M. Dikaiakos, E. Christodoulou, DITIS: Collaborative Virtual Medical team for home healthcare of cancer patients, Conference on the Information Society and Telematics Applications, Catania, Italy, 16-18 April 1999. (Invited).

[19] A. Pitsillides, C. Pattichis, B. Pitsillides, S. Kioupi "Tele-homenursing: A cooperative model for patient care in the home", Comprehensive Cancer Care: Focus on cancer pain", Limassol, Cyprus, 28-31 May 1997, pp 48. (summary proceedings).