



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Πληροφορική»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Σύστημα έγκαιρης ειδοποίησης για ανοϊκούς ασθενείς και ηλικιωμένους σε κινητό τηλέφωνο
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Παναγιώτης Παυλάκης
Πατρώνυμο	Μηνάς
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΠΛ/09054
Επιβλέπων	Μαρία Βίρβου, Καθηγήτρια

Ημερομηνία Παράδοσης **12 - 2011**

РАСЧЕТНО ТЕРА



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Όνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

РАСЧЕТНО ТЕРА

Περιεχόμενα

I. ABSTRACT	xi
II. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	xiii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ορισμός της πτώσης.....	1
1.2 Ορισμός της άνοιας.....	2
1.3 Σκοπός.....	2
1.3.1 Πτώση	3
1.3.2 Κουμπί ανάγκης και άμεσης ειδοποίησης.....	3
1.3.3 Αυτόματος εντοπισμός θέσης.....	3
1.3.4 Οδηγίες επιστροφής στο σπίτι.....	4
1.4 Δομή.....	4
2. ΠΤΩΣΗ.....	7
2.1 Τύποι πτώσεων	7
2.2 Αίτια πτώσεων	8
2.2.1 Βιολογικοί παράγοντες.....	8
2.2.2 Συμπεριφορικοί παράγοντες	9
2.3 Πρόληψη πτώσεων	10
2.4 Προκλήσεις στην ανίχνευση και πρόβλεψη πτώσεων.....	11
2.5 Ακαδημαϊκή αναδρομή σε συστήματα με εξωτερικούς αισθητήρες.....	14
2.6 Σημεία τοποθέτησης αισθητήρων.....	16
2.7 Ολοκληρωμένες λύσεις πολλαπλών αισθητήρων.....	17
2.8 Εμπορικές εφαρμογές.....	18
2.9 Σύγχρονες εργασίες.....	19
3. ΑΝΟΙΑ.....	23
3.1 Παγκόσμια επικράτηση της άνοιας.....	23
3.2 Οι επιπτώσεις της άνοιας.....	23
3.2.1 Αιτιολογία (παράγοντες κινδύνου)	24

3.3	Απαιτείται περετέρω έρευνα	25
3.4	Πορεία και έκβαση της άνοιας	25
3.4.1	Πρώιμο στάδιο	26
3.4.2	Μέσο στάδιο	26
3.4.3	Προχωρημένο στάδιο	26
3.5	Άνοια και Υπηρεσίες	27
3.6	Ανάπτυξη Υπηρεσιών	27
3.6.1	Πρωτοβάθμια φροντίδα	27
3.6.2	Δευτεροβάθμια περίθαλψη	28
3.7	Σύγχρονες εργασίες.....	28
4.	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗ ΔΙΑΒΙΩΣΗ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ.....	31
4.1	Επιλογή του έξυπνου τηλεφώνου	31
4.2	Πλατφόρμα Google Android	33
4.3	Διεπαφή.....	36
4.4	Έξυπνα κινητά και ηλικιωμένοι.....	36
5.	ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΠΤΩΣΕΩΝ.....	39
5.1	Αρχές και Αλγόριθμοι για ανίχνευση πτώσεων.....	39
5.1.1	Μηχανική Μάθηση.....	39
5.1.2	Αναλυτική Μέθοδος.....	40
5.2	Αλγόριθμος πτώσης	42
5.2.1	Αλγόριθμος συνολικής επιτάχυνσης	42
5.2.2	Αλγόριθμος διαφορικής επιτάχυνσης.....	43
5.2.3	Συνδιαστικός αλγόριθμος.....	44
6.	Διαγράμματα.....	47
6.1	Διαγράμματα UML	47
6.1.1	Διάγραμμα Use case.....	47
6.1.2	Διάγραμμα Component.....	48
6.1.3	Διάγραμμα Deployment	49
6.2	Διάγραμμα ροής Αλγορίθμου	50
6.3	Γραφική αναπαράσταση συστήματος.....	52
7.	Σχεδιασμός Συστήματος.....	53

7.1	Βάση Δεδομένων.....	53
7.2	Διακομιστής Ιστού.....	55
7.2.1	Κώδικας Write.php.....	55
7.2.2	Κώδικας View2.php.....	56
7.2.3	Κώδικας View3.php.....	57
7.3	Ερωτήματα SQL (Ενσωματωμένα στην εφαρμογή του ιατρού).....	59
7.3.1	Ασθενείς συγκεκριμένου ιατρού.....	59
7.3.2	Γεγονότα όλων των ασθενών του συγκεκριμένου ιατρού.....	59
7.3.3	Όλα τα γεγονότα συγκεκριμένου ασθενή.....	59
7.3.4	Συγκεκριμένο γεγονός ασθενή (πτώση).....	60
7.4	Screenshots με παράλληλη επεξήγηση.....	60
7.4.1	Εφαρμογή Ασθενή.....	60
7.4.2	Εφαρμογή Ιατρού.....	76
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	81
8.1	Μελλοντική Εργασία.....	81
III.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	i

РАСЧЕТНО ТЕРА

ΣΧΗΜΑΤΑ - ΕΙΚΟΝΕΣ

1.	Εικόνα 1: Αλληλεπίδραση παραγόντων κινδύνου.....	10
2.	Εικόνα 2: Δύσκολα αλγοριθμικά εντοπίσιμες πτώσεις.....	13
3.	Εικόνα 3: 40% των κινητών είναι έξυπνα τηλέφωνα, από τα οποία το 40% χρησιμοποιούν ως πλατφόρμα το Android.....	32
4.	Εικόνα 4: Μερίδιο αγοράς έξυπνων τηλεφώνων.....	32
5.	Εικόνα 5: Σύστημα συντεταγμένων αισθητήρα επιτάχυνσης.....	34
6.	Εικόνα 6: Περιβάλλον ανάπτυξης App Inventor.....	35
7.	Εικόνα 7: Περιβάλλον διασύνδεσης των block στο App Inventor.....	35
8.	Σχήμα 8: Διάγραμμα Use Case.....	47
9.	Σχήμα 9: Διάγραμμα Εξαρτημάτων.....	48
10.	Σχήμα 10: Διάγραμμα Ανάπτυξης.....	49
11.	Σχήμα 11: Αλγόριθμος πτώσης.....	50-51
12.	Σχήμα 12: Γραφική αναπαράσταση συστήματος.....	52

ΠΙΝΑΚΕΣ

- 1. Πίνακας 1: Δραστηριότητες και ανίχνευση πτώσης12**
- 2. Πίνακας 2: Σύγκριση των συστημάτων ανίχνευσης πτώσεων.....21**
- 3. Πίνακας 3: Σύγκριση της επιτάχυνσης ανα δραστηριότητα43**

I. ABSTRACT

Our century shows us a dramatic turn, from an era when longevity was a privilege of the few, in one age which is a privilege of the most. Due to increase in life expectancy, the problems that accompanied aging, have become more acute. It is widely acceptable that elder people, except their limited reflexes due to their age, display symptoms of impaired balance, lack of orientation, whereas their health can be burdened by various kinds of diseases.

However, technology has advanced rapidly, and in this way we can take advantage of the opportunities that are provided to us. The modern mobile phone is a medium that incorporates the latest generation technology, it is affordable, portable and features a variety of sensors.

We propose a solution, referring to prevention and treatment of incidents that might occur in elder people, and which is based on mobile phones. We designed an application with the ability of automatic fall detection, by using the mobile sensors, warning signal by pressing a button in cases of emergency, detection and warning if the elder moves away from the place of residence and automatic notification to supervisors as well as visual display to passersby. Moreover, the application gives the possibility of providing instructions, and returning to place of residence through directions given on the map, in case where the elder has lost his orientation. The first three functions provide recording in a database, and also a text message is sent to the supervisor with latitude, longitude and other useful data. Afterwards, you can detect the elder person through google maps.

Additionally, an application was implemented for the attending physician, which is connected with the database, through which he can obtain a complete picture of the patients' status, to draw useful conclusions and proceed to possible change in medical treatment.

РАСЧЕТНО ТЕРА

II. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αιώνας μας εμφανίζει θεαματική μετάβαση από μια εποχή που η μακροβιότητα ήταν προνόμιο λίγων, σε αυτήν που αποτελεί προνόμιο πολλών. Λόγω της επέκτασης του προσδοκώμενου μέσου όρου ζωής, τα προβλήματα που συνοδεύουν το γήρας καθίστανται οξύτερα. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι ηλικιωμένοι εκτός από τα περιορισμένα ανατακλαστικά τους λόγω ηλικίας, πολλές φορές εμφανίζουν μειωμένη ισορροπία, έλλειψη προσανατολισμού ενώ και η υγεία τους μπορεί να είναι βεβαρημένη από διάφορα είδη παθήσεων.

Ωστόσο, η τεχνολογία έχει προχωρήσει σε ραγδαίο βαθμό, και έτσι μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητες που μας παρέχει. Το σύγχρονο κινητό τηλέφωνο αποτελεί ένα μέσο που ενσωματώνει την τελευταίας γενιάς τεχνολογία, είναι φορητό, φορητό και διαθέτει πληθώρα αισθητήρων.

Η λύση που προτείνουμε αφορά στην πρόληψη και αντιμετώπιση συμβάντων που μπορεί να συμβούν σε ηλικιωμένους και είναι βασισμένη σε κινητά τηλέφωνα. Σχεδιάσαμε μια εφαρμογή με δυνατότητα αυτόματης ανίχνευσης πτώσεων με την χρήση των αισθητήρων του κινητού τηλεφώνου, ειδοποίησης με το πάτημα ενός κουμπιού σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, ανίχνευσης και προειδοποίησης εφόσον υπάρξει απομάκρυνση του ηλικιωμένου από τον τόπο κατοικίας και αυτόματης ειδοποίησης στους επιβλέποντες καθώς και της οπτικής ένδειξης σε περαστικούς. Επίσης, η εφαρμογή προσφέρει την δυνατότητα παροχής οδηγιών, σε περίπτωση που ο ηλικιωμένος έχει χάσει τον προσανατολισμό του, και επιστροφής στον τόπο κατοικίας μέσω οδηγιών πάνω στον χάρτη. Στις τρεις πρώτες λειτουργίες γίνεται καταγραφή σε μια βάση δεδομένων καθώς στέλνεται και γραπτό μήνυμα στον επιβλέποντα με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος και άλλα χρήσιμα στοιχεία. Στην συνέχεια μπορεί να γίνει εντοπισμός θέσης μέσω google maps.

Επιπρόσθετα, υλοποιήθηκε μια εφαρμογή για τον υπεύθυνο γιατρό συνδεδεμένη με την βάση δεδομένων, μέσω της οποίας μπορεί να αποκτήσει ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης των ασθενών, να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα και να προχωρήσει σε ενδεχόμενη αλλαγή της φαρμακευτικής τους αγωγής.

РАВЕЛКЪТМО РЕПАА

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε χρόνο, ένας στους τρεις ενήλικες άνω των 65 ετών πέφτει. Οι πτώσεις μπορούν να οδηγήσουν από μέτριους έως σοβαρούς τραυματισμούς, όπως κατάγματα ισχίου, τραυματισμό στο κεφάλι και ακόμα να αυξήσουν την πιθανότητα πρόωρου θανάτου [1]. Κάποιοι από αυτούς τους θανάτους μπορούν να προληφθούν με άμεση ιατρική βοήθεια, και κατά συνέπεια ένα καλό σύστημα ανίχνευσης πτώσεων κρίνεται απαραίτητο. Για αυτό το σκοπό ένα καθόλου ευκαταφρόνητο ποσό ξοδεύεται, και πολύς χρόνος σπαταλιέται στον τομέα της ιατρικής περίθαλψης για ένα αξιόπιστο σύστημα που να ανιχνεύει τις πτώσεις σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο τα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί ως τώρα για την παρακολούθηση των ηλικιωμένων κρίνονται ως ακριβά, ανακριβή ή και δύσχρηστα.

Παγκοσμίως, υπολογίζονται γύρω στους 27 εκατομμύρια ανθρώπους που ζουν με κάποια μορφή άνοιας. Σήμερα 6.000.000 ανοϊκοί ασθενείς υπάρχουν στην Ευρώπη και 160.000 στην Ελλάδα. Αυτός ο αριθμός θα μπορούσε να αναρριχηθεί μέχρι το έτος 2040 στους 84 εκατομμύρια οι οποίοι θα έχουν ηλικιακά συσχετιζόμενη απώλεια μνήμης. Αν και υπάρχουν μια σειρά από μορφές άνοιας, η Alzheimer είναι η πιο κοινή και η πιο διαδεδομένη, από τις ηλικιακά συσχετιζόμενες ασθένειες που σχετίζονται με την απώλεια μνήμης. Σήμερα μόνο στην Αμερική, περισσότερα από πέντε εκατομμύρια Αμερικανοί πάσχουν από Alzheimer, και είναι η έβδομη κύρια αιτία θανάτου [2, 3].

Ένα άτομο που πάσχει από άνοια όταν χάνεται έχει μια πολύ μεγάλη πιθανότητα να σκοτωθεί ή να τραυματιστεί σοβαρά αν δεν βρεθεί μέσα σε διάστημα 24 ωρών. Η πρόληψη είναι καλύτερη της θεραπείας και η πρόληψη σε ηλικιωμένους με νόσο Alzheimer ή άλλες μορφές άνοιας, όταν φεύγουν κρυφά από το σπίτι κρίνεται ως η πρώτη προτεραιότητα [4].

Ως εκ τούτου, υπάρχει ανάγκη για ένα σύστημα που μπορεί να ανιχνεύσει αυτόματα ή χειροκίνητα πτώσεις, τοποθεσίες ή να κάνει εύρεση του ασθενή με ακρίβεια και ανέξοδα σε πραγματικό χρόνο.

1.1 Ορισμός της πτώσης

Ορισμένοι την έχουν καθορίσει ως το γεγονός όταν ένα γόνατο αγγίζει το έδαφος, ενώ άλλοι ως μια ξαφνική κίνηση του ανθρώπινου σώματος, με αποτέλεσμα τον τραυματισμό. Ωστόσο, με απλά λόγια, η πτώση μπορεί να θεωρηθεί ως μια ακούσια και ανεξέλεγκτη κίνηση του ανθρώπινου σώματος με αποτέλεσμα να πέσει στο έδαφος [5]. Επιπλέον, μπορεί να είναι γνωστή ως η ακούσια και ξαφνική αλλαγή της θέσης του ατόμου, με αποτέλεσμα αυτό να προσγειωθεί σε ένα χαμηλότερο επίπεδο, σε ένα αντικείμενο, στο πάτωμα ή στο έδαφος [5]. Ως εκ τούτου, για να το ονομάσουμε πτώση, δεν είναι υποχρεωτικό το άτομο να καταλήξει σε οριζόντιο επίπεδο. Επιπλέον, εάν ένα άτομο βρεθεί στο πάτωμα, το συμβάν μπορεί να μην ισχύει εφόσον ήταν ακούσιο. Μερικές ειδικές δραστηριότητες όπως, το απότομο ξάπλωμα σε ένα κρεβάτι ή το να καθίσει σε μια καρέκλα δεν θα πρέπει να χαρακτηριστούν ως πτώση.

Οι πτώσεις μπορεί να μην είναι πάντα επιζήμιες ωστόσο, συχνά έχουν ως αποτέλεσμα τον τραυματισμό και πόνο του ηλικιωμένου. Το σκόνταμμα μπορεί να μας χρησιμεύσει ως ένδειξη για μελλοντικά πεσίματα.

1.2 Ορισμός της άνοιας

Η άνοια αποτελεί μια σοβαρή απώλεια της γνωστικής ικανότητας σε ένα προηγουμένως άμεμπτο πρόσωπο, πέρα από αυτήν που θα αναμενόταν από την φυσιολογική γήρανση. Μπορεί να είναι στατική, το αποτέλεσμα μιας γενικής εγκεφαλικής βλάβης, ή προοδευτική, με αποτέλεσμα τη μακροπρόθεσμη μείωση που οφείλεται σε βλάβη ή ασθένεια του σώματος. Παρά το γεγονός ότι η άνοια είναι πολύ πιο κοινή στον γερασμένο πληθυσμό, μπορεί να συμβεί και πριν από την ηλικία των 65. Στην περίπτωση αυτή ονομάζεται «εμφάνιση πρώιμης άνοιας» [6].

Η άνοια δεν είναι μια ενιαία ασθένεια, αλλά μάλλον ένα μη ειδικό σύνδρομο ασθένειας, στην οποία οι προσβληθείσες περιοχές της γνωστικής λειτουργίας μπορεί να είναι η μνήμη, η προσοχή, η γλώσσα, ή και η επίλυση προβλημάτων. Για την διάγνωση της απαιτείται να είναι παρούσα τουλάχιστον 6 μήνες [7]. Η γνωστική δυσλειτουργία που έχει υπάρξει σε μικρότερους χρόνους, ιδίως λιγότερο από εβδομάδες, ονομάζεται παραλήρημα. Σε όλους τους τύπους της γενικής γνωστικής δυσλειτουργίας, οι υψηλότερες νοητικές λειτουργίες είναι αυτές που επηρεάζονται πρώτα.

Ιδιαίτερα στα τελευταία στάδια της πάθησης, τα προσβεβλημένα άτομα μπορεί να αποπροσανατολιστούν ως προς τον χρόνο, την ημέρα, τον μήνα ή και το έτος, στην τοποθεσία (μη γνωρίζοντας το πού βρίσκονται), και το πρόσωπο (μη γνωρίζοντας ποιοι είναι, ή ποιοί είναι οι άλλοι γύρω τους). Η άνοια, αν και είναι συχνά θεραπεύσιμη σε κάποιο βαθμό, συνήθως οφείλεται σε αίτια που είναι προοδευτικά και ανίατα.

Τα συμπτώματα της άνοιας μπορεί να χαρακτηριστούν ως αναστρέψιμα ή μη, ανάλογα με τα αίτια της νόσου. Λιγότερο από το 10% των περιπτώσεων της άνοιας οφείλονται σε αίτια που μπορούν σήμερα να αντιστραφούν με θεραπεία. Οι αιτίες περιλαμβάνουν πολλές διαφορετικές ειδικές διαδικασίες ασθενειών, με τρόπο παρόμοιο με τα συμπτώματα της δυσλειτουργίας των οργάνων, όπως η δυσκολία στην αναπνοή, τον ίκτερο, ή τον πόνο που οφείλεται σε διαφορετικές αιτίες.

Υπάρχουν πολλοί συγκεκριμένοι τύποι της άνοιας, που συχνά παρουσιάζουν ελαφρώς διαφορετικά συμπτώματα. Ωστόσο, η αλληλοεπικάλυψη των συμπτωμάτων είναι τέτοια που είναι αδύνατον να διαγνώσουμε τον τύπο της άνοιας από την συμπτωματολογία και μόνο, και μόνο σε λίγες περιπτώσεις τα συμπτώματα είναι αρκετά ώστε να εντοπίσουμε με μεγάλη πιθανότητα κάποια συγκεκριμένη αιτία. Η διάγνωση γίνεται ως εκ τούτου τη βοήθεια της πυρηνικής ιατρικής χρησιμοποιώντας τεχνικές σάρωσης του εγκεφάλου. Βεβαιότητα στο αποτέλεσμα δεν μπορεί να επιτευχθεί παρά μόνο με την βιοψία του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια της ζωής, ή με νεκροψία μετά από τον θάνατο.

Μερικές από τις πιο κοινές μορφές άνοιας είναι: η νόσος του Alzheimer, η αγγειακή άνοια, η μετωποκροταφική άνοια, η σημασιολογική άνοια και η άνοια με σωματίδια Lewy. Είναι δυνατόν για έναν ασθενή να παρουσιάσει δύο ή περισσότερους τύπους άνοιας ταυτόχρονα. Δεδομένου ότι κανένα από τα γνωστά είδη άνοιας δεν αποκλείει τους άλλους, η διάγνωση και ο εντοπισμός γίνεται ακόμα δυσκολότερος.

1.3 Σκοπός

Σκοπός της διατριβής είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός συστήματος που μπορεί να ανιχνεύσει πτώσεις σε πραγματικό χρόνο, να κάνει εντοπισμό θέσης σε περίπτωση απομάκρυνσης, να έχει την δυνατότητα χειροκίνητης ειδοποίησης και παροχή οδηγιών για την επιστροφή στο σπίτι. Το σύστημα περιλαμβάνει την συνεργασία μεταξύ του ασθενή (όχι σε όλες τις περιπτώσεις), των αισθητήρων του κινητού, του κινητού, του δικτύου της κινητής τηλεφωνίας, ενός web server, μιας βάσης δεδομένων, και ενός εθελοντή ή συγγενή (στην ιδανική περίπτωση θα πρέπει αν έχει κινητό με πρόσβαση στο Σύστημα έγκαιρης ειδοποίησης για ανοϊκούς ασθενείς και ηλικιωμένους σε κινητό τηλέφωνο

διαδίκτυο). Το σύστημα επίσης χρειάζεται κάποιον ιδανικό αλγόριθμο που μπορεί να ξεχωρίσει την πτώση από την μη πτώση. Επιβάλλεται να υπάρχει πλήρη αρμονία στην συνεργασία των υποσυστημάτων ώστε και οι εποπτεύοντες ιατροί, μέσω του web service να μπορούν να συνεισφέρουν τα μέγιστα.

1.3.1 Πτώση

Η παρακολούθηση πτώσεως είναι επιτυχημένη όταν:

1. Ο ασθενής πέφτει
2. Οι αισθητήρες λαμβάνουν τις τιμές τις πτώσεις
3. Ο αλγόριθμος αντιλαμβάνεται πτώση
4. Αρχίζει αντίστροφη μέτρηση από το 30
5. Στο 0 στέλνεται γραπτό μήνυμα στον συγγενή με τις συντεταγμένες και με λεπτομέρειες για το συμβάν
6. Ο συγγενής ειδοποιείται μέσω του γραπτού μηνύματος
7. Γίνεται εγγραφή στην βάση δεδομένων με το συμβάν (για περεταίρω μελέτη)

Η παρακολούθηση πτώσεως θα είναι μη επιτυχημένη όταν:

1. Ο ασθενής πέφτει
2. Οι αισθητήρες λαμβάνουν τις τιμές τις πτώσεις
3. Ο αλγόριθμος δεν αντιλαμβάνεται πτώση και επομένως δεν υπάρχει περεταίρω ενέργεια

1.3.2 Κουμπί ανάγκης και άμεσης ειδοποίησης

Η διαδικασία είναι χειροκίνητη και δεν υπάρχει μη πιθανότητα μη επιτυχημένης ειδοποίησης:

1. Ο ασθενής πατάει το κουμπί
2. Ο συγγενής λαμβάνει γραπτό μήνυμα με τις συντεταγμένες και με λεπτομέρειες για το συμβάν
3. Γίνεται εγγραφή στην βάση δεδομένων με το συμβάν (για περεταίρω μελέτη)

Περίπτωση μερικής αποτυχίας:

1. Γίνεται το συμβάν χειροκίνητα η αυτόματα
2. Το κινητό δεν έχει βρει το στίγμα στον χάρτη
3. Στέλνεται ελλιπής γραπτό μήνυμα στον συγγενή χωρίς τις συντεταγμένες
4. Ο συγγενής να μην ειδοποιείται αλλά δεν ξέρει την τοποθεσία

1.3.3 Αυτόματος εντοπισμός θέσης

Η παρακολούθηση της θέσης θα είναι επιτυχημένη όταν:

1. Ο ασθενής απομακρύνεται κατά πολύ από το σπίτι του
2. Κοντεύει να ξεπεράσει την επιτρεπόμενη ακτίνα
3. 50 μέτρα πριν ακούει ηχητική ειδοποίηση ότι απομακρύνεται

Σύστημα έγκαιρης ειδοποίησης για ανοϊκούς ασθενείς και ηλικιωμένους σε κινητό τηλέφωνο

4. Όταν την ξεπεράσει ακούγεται ηχητικό μήνυμα με τα στοιχεία του και ταυτόχρονα εμφανίζεται η φωτογραφία του στην οθόνη με τα στοιχεία επικοινωνίας
5. Γίνεται αποστολή γραπτού μηνύματος στον συγγενή κάθε ένα λεπτό με τις τελευταίες συντεταγμένες
6. Γίνεται εγγραφή στην βάση δεδομένων με το συμβάν (για περαιτέρω μελέτη)

Η παρακολούθηση της θέσης δεν θα είναι επιτυχημένη όταν:

1. Ο ασθενής απομακρύνεται κατά πολύ από το σπίτι του
2. Κοντεύει να ξεπεράσει την επιτρεπόμενη ακτίνα
3. Το gps δεν έχει βρει τις συντεταγμένες
4. Ξεπερνάει την μέγιστη επιτρεπόμενη ακτίνα
5. Δεν γίνεται ούτε ειδοποίηση στον συγγενή ούτε εγγραφή στην βάση

1.3.4 Οδηγίες επιστροφής στο σπίτι

Η επιστροφή στο σπίτι θα είναι επιτυχημένη όταν:

1. Ο ασθενής πατάει το κουμπί της επιστροφής
2. Ακολουθεί της οδηγίες
3. Επιστρέφει με ασφάλεια στο σπίτι του

Περίπτωση αποτυχίας:

1. Ο ασθενής πατάει το κουμπί της επιστροφής
2. Το κινητό δεν έχει βρει τις συντεταγμένες στον χάρτη
3. Η εφαρμογή δεν έχει την δυνατότητα να οδηγήσει τον ασθενή σπίτι του

1.4 Δομή

Αυτή η διατριβή έχει ως πρωτεύον σκοπό την ανάπτυξη ενός συστήματος για την ανίχνευση και την πρόβλεψη των πτώσεων στους ηλικιωμένους σε πραγματικό χρόνο αλλά και να συνδυάσει το ενδεχόμενο άμεσης ανάγκης με την χειροκίνητη ειδοποίηση.

Το σύστημα χρησιμοποιεί τους αισθητήρες του κινητού επιταχυνσιόμετρου, και προσανατολισμού. Ο αλγόριθμος αναπτύχθηκε ως μέρος αυτής της διπλωματικής διατριβής μπορεί να ανιχνεύσει την πτώση χρησιμοποιώντας το συνδυασμό των δύο αισθητήρων. Μετά τον εντοπισμό της πτώσης το κινητό προειδοποιεί το χρήστη ότι έγινε ανίχνευση πτώσης και ένας μετρητής αρχίζει να μετρά δυνατά στην οθόνη από το 30 έως το 0. Εάν ο μετρητής φθάσει στο 0 τότε ένα μήνυμα SMS θα σταλεί στο φροντιστή ή συγγενή και μια καταχώρηση γίνεται στην ΒΔ. Μέσα από το SMS του συγγενή μπορεί να εντοπιστεί το σημείο της πτώσης και πόσο επικίνδυνη είναι (μέσω υπολογισμού). Επίσης, η εφαρμογή προσφέρει ένα κόκκινο κουμπί που όταν πατηθεί στέλνεται μια ειδοποίηση SMS στον συγγενή και επίσης μια εγγραφή γίνεται στην ΒΔ.

Επιπρόσθετα, εκτός από τις δύο κύριες λειτουργίες που υπάρχουν επίσης αναπτύχθηκαν άλλες δύο. Η πρώτη ανιχνεύει τη θέση ασθενή και υπολογίζει αν είναι μακρύτερα από την απόσταση που του επιτρέπεται. Από τα 50 έως τα 0 μέτρα πριν ξεπεράσει την ακτίνα προειδοποιεί ηχητικά τον ασθενή,

στη συνέχεια, αν αυτός υπερβεί την ακτίνα τότε στην οθόνη του κινητού θα εμφανιστεί και η φωτογραφία του ασθενή με τις πληροφορίες του θα εμφανιστεί (χρήσιμο αν το κινητό κρέμεται από το λαιμό του ασθενή), αν κάποιος περαστικός εντοπίσει τον ασθενή τότε θα μπορεί να καλέσει τον συγγενή με το πάτημα ενός κουμπιού στην οθόνη. Επίσης, ένα SMS θα σταλεί στον συγγενή και μια καταχώρηση θα γίνεται ανά 60 δευτερόλεπτα. Η δεύτερη λειτουργία, όταν ενεργοποιηθεί μπορεί να δώσει κατευθύνσεις στον ασθενή ποια διαδρομή θα ακολουθήσει για να επιστρέψει στο σπίτι του.

Εκτός από την εφαρμογή του ασθενή υπάρχει μια διαδικτυακή υπηρεσία που ένας γιατρός μπορεί να κάνει επισκόπηση όλων των γεγονότων στους ασθενείς του, να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή συμπερασμάτων (αλλαγή της φαρμακευτικής αγωγής, κλπ.), να κάνει διάγνωση και να επικοινωνήσει με τους συγγενείς.

2. ΠΤΩΣΗ

2.1 Τύποι πτώσεων

Μελετάμε την διαφορά μεταξύ δύο τύπων πτώσεων. Ο πρώτος είναι οι τυχαίες πτώσεις που προκαλούνται από εξωτερικούς παράγοντες (περιβαλλοντικούς και συμπεριφοράς). Ο δεύτερος είναι οι μη τυχαίες πτώσεις που προκλήθηκαν από εσωτερικούς παράγοντες (βιολογικούς).

Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ αυτών των δύο, γιατί η φυσιολογία που κρύβεται από πίσω τους είναι εντελώς διαφορετική. Οι τυχαίες πτώσεις συνδέονται με την μεγαλύτερη δραστηριότητα και τις εξωτερικές δυνάμεις. Ως εκ τούτου, ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης με στόχο μια ομάδα μπορεί να μην είναι κατάλληλο για κάποια άλλη. Στην πραγματικότητα, οι περισσότερες έρευνες για τον εντοπισμό και την πρόληψη της πτώσης είναι μόνο για τις μη τυχαίες πτώσεις. Αυτό συμβαίνει επειδή η ανίχνευση της πτώσης και οι μελέτες της πρόληψης είναι άμεσα συνδεδεμένες με τους ηλικιωμένους, οι οποίες έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία σε διεθνές επίπεδο τις τελευταίες μόνο δύο με τρεις δεκαετίες. Τα πειραματικά και εμπορικά συστήματα ανίχνευσης πτώσεων κατά συνέπεια φτιάχτηκαν για να χρησιμοποιηθούν σε ηλικιωμένους ανθρώπους. Ενώ στους ηλικιωμένους μπορούν να συμβούν τυχαίες και μη τυχαίες πτώσεις, συνήθως αυτό που καταγράφεται είναι οι μη τυχαίες π.χ., λόγω αδυναμίας ή ασθένειας.

Για τυχαίες πτώσεις οι ειδικοί στους τραυματισμούς τις διακρίνουν σε πτώσεις στο ίδιο επίπεδο και σε διαφορετικό επίπεδο. Στο ίδιο επίπεδο είναι πιο συχνές, αλλά είναι λιγότερο σοβαρές από την άποψη τραυματισμού. Στο διαφορετικό επίπεδο είναι χαμηλότερες σε συχνότητα, αλλά η σοβαρότητα τους είναι υψηλότερη [41].

Μεταξύ των πτώσεων στο ίδιο επίπεδο εντοπίζουμε [41]:

- Γλίστρημα και πέσιμο. Αυτό προκαλείται σε ολισθηρή επιφάνεια (παγωμένη, υγρή ή πρόσφατα γυαλισμένη). Η μικρότερη έλξη μεταξύ της επιφάνειας και του ατόμου αυξάνει την πιθανότητα του ατόμου να γλιστρήσει και να πέσει.
- Σκόνταμμα και χτύπημα. Χτύπημα συμβαίνει όταν το μπροστινό πόδι χτυπά ένα αντικείμενο και ξαφνικά σταματάει. Το πάνω μέρος του σώματος στη συνέχεια πέφτει προς τα εμπρός και συμβαίνει μια πτώση. Ένα εμπόδιο μόλις ενός εκατοστού είναι ικανό να προκαλέσει χτύπημα με το πόδι του ατόμου καθώς περπατάει με αποτέλεσμα να σκοντάψει και να πέσει.
- Βήμα και πτώση. Το μπροστινό πόδι προσγειώνεται σε μια επιφάνεια μικρότερη από την αναμενόμενη, όπως όταν περπατάμε αναπάντεχα το βράδυ με μειωμένη ορατότητα. Μια πτώση προς τα εμπρός θα συμβεί κατά πάσα πιθανότητα. Μια δεύτερη περίπτωση είναι όταν κατά τον βηματισμό το πόδι προσγειώνεται σε ένα αντικείμενο που βρίσκεται ψηλότερα από το αναμενόμενο. Ο αστράγαλος θα γυρίσει και θα υπάρξει τάση να πέσουμε προς τα εμπρός ή προς τα πλάγια.

Η πιο κοινές πτώσεις διαφορετικού επιπέδου είναι: πτώσεις από σκάλες, πτώσεις από οχήματα, πτώσεις από αποβάθρες φόρτωσης-εκφόρτωσης, πτώσεις από σκαλιά, πτώσεις από σκαμπό και καρέκλες.

Οι μη τυχαίες πτώσεις δεν είναι τόσο πολύ για το πώς συνέβησαν, αλλά μάλλον για το πώς θα μοιάζουν με πτώσεις που μπορεί να συμβούν σε ηλικιωμένα άτομα. Αυτό σημαίνει ότι οι ερευνητικές ομάδες μελετώντας αυτό το είδος των πτώσεων προσπαθούν να μιμηθούν τις πτώσεις από ηλικιωμένους ασθενείς. Οι παράγοντες που θεωρούνται για προσομοιώσεις είναι οι εξής:

- Κατεύθυνση των πτώσεων: προς τα εμπρός, πλάγια και προς τα πίσω.

- Θέση του σώματος (καθιστή, ξαπλωμένη, όρθια, με κλίση, κτλ.) και προσανατολισμό (γόνατα απομακρυσμένα, χέρι ακουμπισμένο προς τα εμπρός, χρησιμοποιώντας ένα μπαστούνι ή ένα πύ, κλπ.) πριν από την πτώση.
- Θέση του σώματος (γονατιστός, καθισμένος, με κλίση, κτλ.) και προσανατολισμό (που καταλήγει οριζόντια, σε πλάγια θέση) μετά από την πτώση.
- Ταχύτητα των πτώσεων.
- Επιφάνεια σύγκρουσης: σκληρή, μαλακή.
- Δραστηριότητα ή Ανταπόκριση πριν από την πτώση.
- Ανάκαμψη ή Δραστηριότητα / αδράνειας μετά την πτώση.
- Δράσεις και δραστηριότητες που μπορεί να μοιάζουν σαν πτώσεις, αλλά δεν είναι, π.χ. άλματα.

Οι παράγοντες αυτοί χρησιμοποιούνται για να σχηματίσουν διαφορετικά αληθοφανή σενάρια πτώσεων τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούνται τόσο για τη συλλογή δεδομένων, πριν από την εκπαίδευση του συστήματος ανίχνευσης πτώσης, και κατά την δοκιμή και αξιολόγηση των τελικών συστημάτων ανίχνευσης. Η ελάχιστη είναι η προσομοίωση της κατεύθυνσης: πτώσεις προς τα εμπρός, πλάγια και προς τα πίσω.

2.2 Αίτια πτώσεων

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες κινδύνου που συμβάλλουν σε ένα υψηλότερο ποσοστό πτώσης. Σε γενικές γραμμές έχουμε διαχωρίσει αυτούς τους παράγοντες ενδογενείς (βιολογικούς) και εξωγενείς (περιβάλλοντος και συμπεριφοράς). Μπορούμε στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουμε αυτούς τους παράγοντες για να βρούμε ομάδες ανθρώπων που είναι πιθανό να πέσουν, και να προβούμε σε μια πιο ενδελεχή και συγκεκριμένη έρευνα ανίχνευσης πτώσεων.

2.2.1 Βιολογικοί παράγοντες

1. Ηλικία. Όσο μεγαλύτερο είναι το άτομο, τόσο πιο συχνές γίνονται οι πτώσεις, οι πτώσεις με τραυματισμούς και τα συμβάντα θνησιμότητας.
2. Παθήσεις όπως ο διαβήτης ή νόσος Parkinson, ασθενείς που υπέστησαν καρδιακό επεισόδιο, ακράτεια (ανικανότητα του σώματος για τον έλεγχο των λειτουργιών απέκκρισης, όπως φτέρνισμα, βήχας), νόσος Alzheimer.
3. Μυϊκή αδυναμία. Μια μείωση της μυϊκής δύναμης μπορεί να επηρεάσει την ισορροπία. Οι άνθρωποι με κάποια μυϊκή αδυναμία έχουν πέντε φορές μεγαλύτερη πιθανότητα πτώσης. Επιπλέον, τα άτομα με αδυναμία των άκρων, έχουν κίνδυνο πτώσης 1,8 φορές υψηλότερο.
4. Προβλήματα όρασης. Μείωση οπτικής οξύτητας αυξάνει τον κίνδυνο των πολλαπλών πτώσεων.
5. Γνωστική εξασθένηση και η σύγχυση ακόμη και σε σχετικά μέτρια επίπεδα μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο πτώσης.
6. Τα προβλήματα των ποδιών. Αυτό περιλαμβάνουν σοβαρούς κάλους, δυσμορφία δαχτύλων, έλκος και παραμορφωμένα νύχια έχουν 2 φορές αύξηση του κινδύνου στις πτώσεις. Πρόβλημα στον αστράγαλο, διαταραχή στην ευαισθησία της αφής, η μειωμένη αντοχή

δαχτύλων, ο πόνος στα πέλματα, όλα αυτά επηρεάζουν την ισορροπία και αυξάνουν τον κίνδυνο πτώσης.

7. ΧΔΜΣ. Ο χαμηλός δείκτης μάζας σώματος σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο πτώσεων. Το χαμηλό σωματικό βάρος και η ακούσια απώλεια βάρους, λόγω υποσιτισμού είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα.
8. Παρουσία χρόνιας νευρολογικής διαταραχής, όπως η επιληψία. Ασθενείς και παθήσεις που έχουν ένα ή περισσότερους από τους παράγοντες που αναφέρονται παραπάνω είναι ικανές να προκαλέσουν πτώσεις. Όσο περισσότερους παράγοντες κινδύνου έχει ο ασθενής, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα πτώσης του ασθενή. Το ίδιο ισχύει και για τον επόμενο τύπο των παραγόντων.

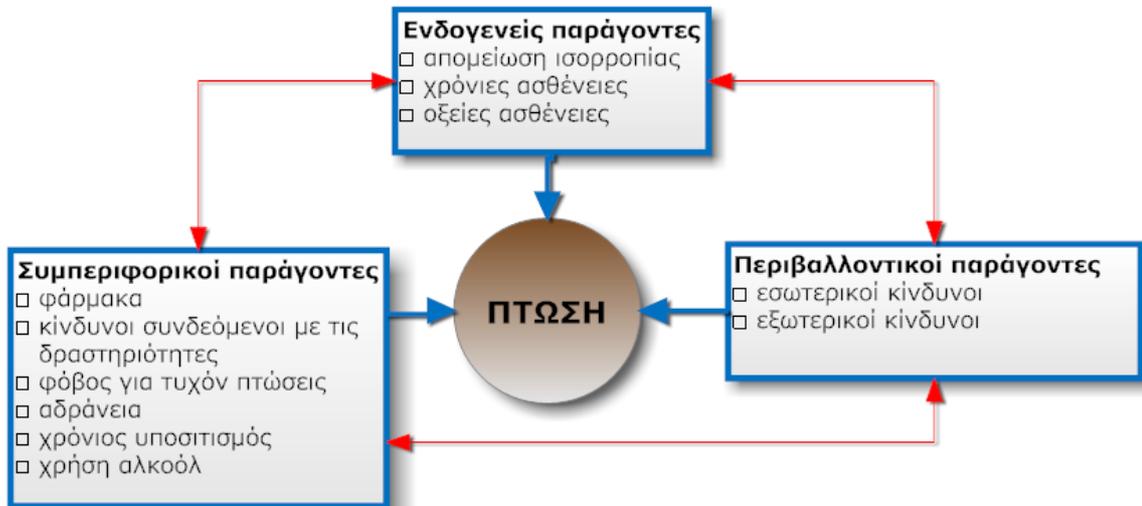
2.2.2 Συμπεριφορικοί παράγοντες

1. Καθιστική συμπεριφορά. Εκείνοι που είχαν κατά το παρελθόν πτώσεις, τείνουν να είναι λιγότερο δραστήριοι το οποίο προκαλεί μυϊκή ατροφία, η οποία με τη σειρά της αυξάνει τον κίνδυνο πτώσης.
2. Λήψη φαρμακευτικής αγωγής. Η λήψη πολλών τύπων φαρμάκων (πάνω από 4), ανεξάρτητα από το τι είναι, αυξάνει τον κίνδυνο των πτώσεων.
3. Φάρμακα που δρουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα όπως τα αντικαταθλιπτικά και τα ηρεμιστικά συμβάλλουν σε ένα μεγαλύτερο ποσοστό πτώσης.
4. Κατάχρηση οινόπνευματος. Υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης αλκοόλ και των πτώσεων.

Εκτός των δύο προαναφερόμενων παραγόντων κινδύνου, οι ερευνητές έχουν βρει επίσης κάποιες τάσεις προς την κατανομή των πτώσεων. Είναι οι εξής [39] [42]:

- Ώρα. Οι περισσότερες πτώσεις συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μόνο το 20% συμβαίνει τη νύχτα (21:00-07:00).
- Κλίμα / Καιρός. Οι πτώσεις συμβαίνουν περισσότερο στις περιοχές και στις συνθήκες που είναι πιο κρύο. Για τις μη τυχαίες πτώσεις, αυτό μπορεί να συμβεί λόγω της ήπιας υποθερμίας που επιβραδύνει το χρόνο αντίδρασης. Επίσης, στα μέρη που χιονίζει λίγες φορές μπορεί το έδαφος να γίνει πολύ ολισθηρό προκαλώντας τυχαίες πτώσεις.
- Τοποθεσία. Υπάρχουν λίγο περισσότερες πτώσεις σε εξωτερικούς χώρους από τους εσωτερικούς.
- Φύλο. Οι γυναίκες κατά τις πτώσεις είναι πιθανότερο να υποστούν ζημία από ότι οι άνδρες. Οι άνδρες έχουν υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας εξαιτίας πτώσεων (παρόλο που οι γυναίκες πέφτουν συχνότερα). Αυτό μας οδηγεί να πιστεύουμε ότι η φυσιολογία των ανδρών που πέφτουν μπορεί να είναι εντελώς διαφορετική από αυτή των γυναικών.
- Φυλή. Στις ΗΠΑ, οι καυκάσιοι έχουν υψηλότερα ποσοστά πτώσης από ότι οι αφροαμερικάνοι.
- Κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Οι γυναίκες που ζουν μόνες τους έχουν την τάση να πέφτουν συχνότερα. Επίσης, οι άνθρωποι που έχουν περιορισμένη πρόσβαση σε υγειονομικές και κοινωνικές υπηρεσίες, το χαμηλό εισόδημα, το χαμηλό επίπεδο εκπαίδευσης και τα κακά περιβάλλοντα των κατοικιών σχετίζονται με τον αυξημένο κίνδυνο χρόνιων ασθενειών που μπορεί να σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο πτώσης

- Η κατάθλιψη σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο πτώσεων. Δεδομένου ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με πτώσεις, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν επίσης πολλές διαφορετικές ομάδες ανθρώπων (και όχι μόνο οι ηλικιωμένοι) που έχουν πτώσεις. Κάθε μία από αυτές τις ομάδες μπορεί να έχει ένα διαφορετικό είδος πτώσεων όσον αφορά τα πρότυπα, τη συμπεριφορά και τη φυσιολογία.



Εικόνα 1: Αλληλεπίδραση παραγόντων κινδύνου

2.3 Πρόληψη πτώσεων

Έχοντας κατανοήσει τις αιτίες των πτώσεων μπορούμε να βοηθήσουμε στην πρόληψη των κινδύνων και μπορούμε να βρούμε τρόπους να τους εμποδίσουμε ή να κάνουμε τις αλλαγές που είναι αναγκαίες ώστε να μειώσουμε την πιθανότητα αυτές να συμβούν. Εν συντομία οι συμβουλές πρόληψης στους κύριους παράγοντες κινδύνου μεταξύ των ηλικιωμένων είναι οι εξής:

1. Οστεοπόρωση: είναι η κατάσταση στην οποία τα οστά γίνονται λιγότερο ανθεκτικά στην καταπόνηση, λόγω της απώλειας του ασβεστίου, προκαλεί επιδείνωση της οστικής δομής. Η οστεοπόρωση είναι η κύρια αιτία καταγμάτων σε ηλικιωμένους, ιδίως μεταξύ των γυναικών.

Συμβουλές πρόληψης:

- Λήψη τεστ οστικής πυκνότητας για να μάθουμε αν έχουμε οστεοπόρωση.
 - Αν υπάρχει ήδη οστεοπόρωση, η τακτική εκγύμναση μπορεί να μειώσει την πιθανότητα για κατάγματα των οστών.
 - Λήψη συμπληρωμάτων ασβεστίου ή τροφών πλούσιες σε αυτό.
2. Διαταραχές της όρασης: Με το γήρας τα πράγματα γίνονται δυσκολότερα για να δούμε στο σκοτάδι, έχουμε αυξημένη ευαισθησία στο έντονο φως και το οπτικό πεδίο μειώνεται. Ο καταρράκτης και το γλαύκωμα αλλάζουν την οπτική αίσθηση του βάθους και την οπτική

οξύτητα. Όλες αυτές οι αλλαγές στην όραση αυξάνουν τις πιθανότητες της πτώσης και περιορίζουν την δυνατότητα της κίνησης στο περιβάλλον.

Συμβουλές πρόληψης:

- Τακτικές επισκέψεις στο οφθαλμίατρο, ώστε να διαγνώσει και να κάνει τις απαραίτητες αλλαγές στα γυαλιά.
- Κρατάμε τις εισόδους και τους διαδρόμους ελεύθερους, από τυχόν εμπόδια και αντικείμενα.
- Δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή αν προϋπάρχει καταρράκτης ή και γλαύκωμα
- Τακτικός καθαρισμός των γυαλιών οράσεως για βελτίωση της ορατότητας

3. Φάρμακα και προβλήματα ισορροπίας: Η μείωση της μυϊκής δύναμης και η αλλαγή στην στάση της σπονδυλικής στήλης οδηγεί σε προβλήματα ισορροπίας. Χρησιμοποιούμε την ανατροφοδότηση από την αλληλεπίδραση μεταξύ των αισθητήρων του σώματος για να κρατήσουμε την ισορροπία. Όταν αυτοί οι αισθητήρες δεν λειτουργούν σωστά τότε έχουμε τη μη σωστή ανατροφοδότηση. Η λήψη φαρμάκων συμβάλλουν επίσης στις πτώσεις, μειώνοντας την εγρήγορση του ατόμου και επηρεάζοντας την σταθερότητα.

Συμβουλές πρόληψης:

- Ενημέρωση για τις τυχόν παρενέργειες των φαρμάκων που λαμβάνονται.
- Ο γιατρός μπορεί να διαγνώσει αν ο συνδυασμός φαρμάκων μπορεί να δημιουργήσει επιπλέον παρενέργειες.
- Απαγόρευση οινοπνευματωδών ποτών παράλληλα με την λήψη φαρμάκων. Ως γνωστών το αλκοόλ σε συνδυασμό με τα φάρμακα αλληλεπιδράει αρνητικά.
- Περισσότερη άσκηση για την σωστή θέση της σπονδυλικής στήλης.

4. Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι: Υπάρχουν πολλοί κίνδυνοι στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον, όπως ασταθή έπιπλα, ολισθηρές επιφάνειες, σκάλες κτλ. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την πρόληψη των πτώσεων κάνοντας το γύρω περιβάλλον ασφαλέστερο.

Συμβουλές πρόληψης:

- Χρήση προστατευτικών στις γωνίες των επίπλων.
- Καλή αντίληψη του γύρω περιβάλλοντος.
- Αποφυγή της ακαταστασίας σε διαδρόμους και περάσματα.
- Εγκατάσταση μπαρών πιασίματος στις σκάλες.
- Προσθήκη αντιολισθητικών πλαστικών για τα λουτρά.

2.4 Προκλήσεις στην ανίχνευση και πρόβλεψη πτώσεων

Η σχολαστική παρατήρηση της δραστηριότητας ενός ατόμου μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της πτώσης. Ωστόσο, είναι μάλλον αδύνατο λόγω της μοναδικότητας των ατόμων να αναπτύξουμε ένα σύστημα που μπορεί να εντοπίσει με επιτυχία τις πτώσεις σε διαφορετικούς ανθρώπους. Διαφορετικοί άνθρωποι κινούνται σε διαφορετικό περιβάλλον μοναδικά και εκτελούν διαφορετικές δραστηριότητες με τον δικό τους τρόπο. Ως εκ τούτου, αν και καθίσταται δύσκολο να καταλήξουμε σε ένα μοντέλο που

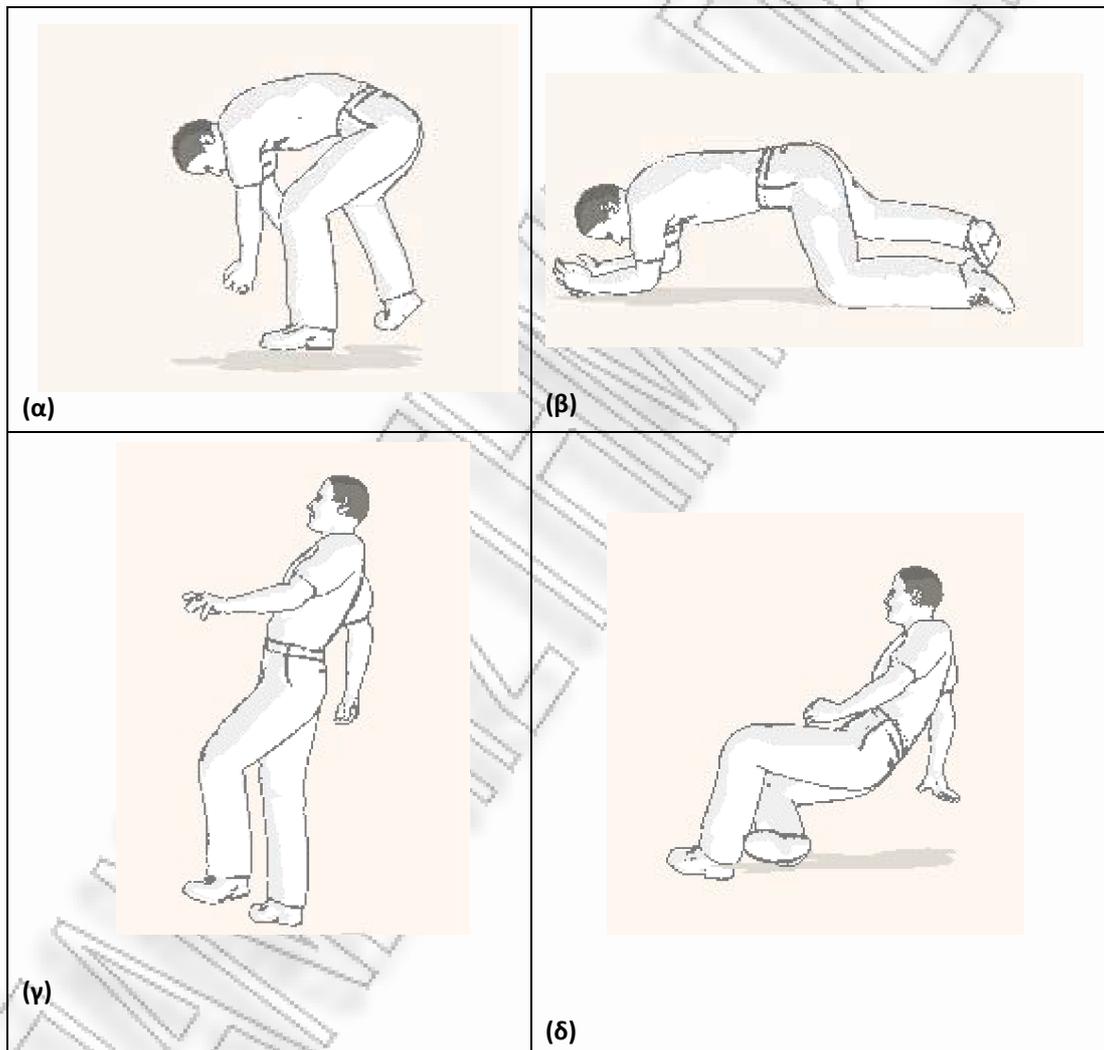
ταιριάζει στο κάθε άτομο. Επιπλέον, η κόπωση, μπορεί να επιδράσει στον καθένα με τελείως διαφορετικό τρόπο.

Ομοίως, οι πτώσεις είναι επίσης διαφόρων τύπων και μπορεί να διαφέρει από τον ένα στον άλλο. Οι πτώσεις μπορεί να εμφανιστούν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση και σε οποιαδήποτε ταχύτητα. Για παράδειγμα όταν το άτομο χάνει τις αισθήσεις του και πέσει μετά, θα είναι τελείως διαφορετικό από το να πέσει από μια σκάλα. Για να καλύψουμε αυτό το ευρύ φάσμα των πτώσεων, ένας αλγόριθμος είναι αναγκαίος τέτοιος ώστε να μπορεί να αντιλαμβάνεται όλες αυτές τις διαφορετικές πτώσεις. Επομένως θα πρέπει πριν τον σχεδιασμό του αλγορίθμου να μελετήσουμε τα είδη των πτώσεων και τα μοναδικά χαρακτηριστικά που αυτές έχουν και έπειτα να δημιουργήσουμε έναν αλγόριθμο που να μην τις αντιλαμβάνεται όλες, αλλά παράλληλα να περιορίζει στο ελάχιστο τον χαρακτηρισμό των μη πτώσεων ως πτώσεις [38].

	Δραστηριότητα	Πτώση / μη Πτώση
1	Πτώση προς τα εμπρός (πέσιμο στα γόνατα)	πτώση
2	Πτώση προς τα εμπρός (κατάληξη ξαπλωμένοι κάτω)	πτώση
3	Πτώση προς τα εμπρός (κατάληξη με προσπάθεια να ανασηκωθούμε)	πτώση
4	Πτώση προς τα πίσω (πέσιμο σε καθιστή θέση)	πτώση
5	Πτώση προς τα πίσω (κατάληξη ξαπλωμένοι κάτω)	πτώση
6	Πτώση προς τα πίσω (κατάληξη με προσπάθεια να ανασηκωθούμε)	πτώση
7	Πλάγια κατάρρευση (δεξιά)	πτώση
8	Πλάγια κατάρρευση (αριστερά)	πτώση
9	Πτώση από καρέκλα (γλίστρημα)	πτώση
10	Πτώση με επανάκαμψη (συνέχεια με περπάτημα)	πτώση
11	Πτώση με επανάκαμψη (συνέχεια όρθιοι)	πτώση
12	Κατάρρευση σε κρεβάτι	πτώση
13	Πτώση από κρεβάτι (πέσιμο κατά την προσπάθεια να σηκωθούμε)	πτώση
14	Κάθισμα σε καρέκλα	μη πτώση
15	Σήκωμα όρθιοι από καρέκλα	μη πτώση
16	Κατάρρευση σε καρέκλα	μη πτώση
17	Ξεκούραση σε τσίχο με διαδοχικό γλίστρημα προς τα κάτω	μη πτώση
18	Ξάπλωμα σε κρεβάτι	μη πτώση
19	Σήκωμα από κρεβάτι	μη πτώση
20	Πηδήματα	μη πτώση
21	Σήκωμα αντικειμένου από το πάτωμα	μη πτώση
22	Σκύψιμο εμπρός για δέσιμο των κορδονιών	μη πτώση
23	Χρήση του ανελκυστήρα προς τα κάτω	μη πτώση
24	Χρήση του ανελκυστήρα προς τα πάνω	μη πτώση
25	Περπάτημα σε σκάλες (6 σκαλιά)	μη πτώση

Πίνακας 1: Δραστηριότητες και ανίχνευση πτώσης

Οι περισσότεροι από τους αισθητήρες που ο αλγόριθμος τους βασίζεται στην αλλαγή του προσανατολισμού, ακολουθούν την ιδέα ότι οι μοίρες του ανθρώπινου σώματος θα αλλάξουν σημαντικά κατά την πτώση. Στην πραγματικότητα υπάρχουν περιπτώσεις, π.χ. στο Σχήμα 1, ένα άτομο προσπαθεί να πιάσει ένα αντικείμενο (α) και πέφτει με τα γόνατα και τους αγκώνες (β), ή γλιστράει προς τα πίσω (γ) και πέφτει στο έδαφος στηριζόμενο στο χέρι του (δ). Ειδικά στην δεύτερη περίπτωση θα έχουμε μικρή αλλαγή στις μοίρες. Έτσι, οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι έχοντας πολλές τυφλές περιοχές δεν εντοπίζουν πάντα όλες τις πτώσεις.



Εικόνα 2: Δύσκολα αλγοριθμικά εντοπίσιμες πτώσεις

2.5 Ακαδημαϊκή αναδρομή σε συστήματα με εξωτερικούς αισθητήρες

Το 1991 οι Lord και Colvin [8] αναφέρουν μια πρώιμη εργασία πάνω στην ανίχνευση πτώσης χρησιμοποιώντας τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο. Η ερευνά τους περιελάμβανε και την χρήση μιας μονάδας εγγραφής δεδομένων για περαιτέρω έρευνα.

Ο Williams το 1998 [10] περιγράφει το σχέδιο για μια αυτόνομη συσκευή, που θα τοποθετείται στην ζώνη, περιελάμβανε ένα πιεζοηλεκτρικό αισθητήρα για να ανιχνεύσει την πρόσκρουση όταν το άτομο χτυπήσει στο έδαφος, καθώς και ένα διακόπτη κλίσης υδραργύρου για να ανιχνεύσει αν το άτομο βρίσκεται οριζόντια. Τα όρια ανίχνευσης για τις πτώσεις, καθορίζονταν από τους αισθητήρες οι οποίοι συνδέονταν σε μια κούκλα, η οποία πρόσκρουε πάνω σε ένα ξύλινο πάτωμα.

Το έργο αυτό συνεχίστηκε αργότερα από Doughty [17], ο οποίος κατοχύρωσε με ευρεσιτεχνία ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης και αλγορίθμου σε δύο στάδια. Αργότερα αναπτύχθηκε και διατέθηκε στο εμπόριο και μια εμπορική έκδοση αυτού του συστήματος από την εταιρεία Tunstall. Ο αισθητήρας πτώσης του Doughty παρέμενε ανενεργός και ενεργοποιούνταν μόνο όταν υπήρχε μια δυνατή πρόσκρουση. Τότε ένας δεύτερος αισθητήρας υπολόγιζε την κατεύθυνση του σώματος και αποφάσιζε αν βρίσκεται σε οριζόντια θέση για ένα συγκεκριμένο διάστημα. Αν και οι δύο αυτές προϋποθέσεις ικανοποιούντουσαν τότε ενεργοποιούνταν ένας συναγερμός.

Ο Wu [18] από το Πανεπιστήμιο του Βερμόντ, ΗΠΑ απέδειξε, χρησιμοποιώντας ανάλυση βίντεο σημείων στο άτομο, ότι οι κάθετες και οριζόντιες ταχύτητες είναι 3 φορές μεγαλύτερες κατά τη διάρκεια μιας πτώσης από ότι οποιαδήποτε άλλη ελεγχόμενη κανονική δραστηριότητα. Έδειξε επίσης ότι και οι δύο ταχύτητες είναι της ίδιας έντασης κατά τη στιγμή της πτώσης ενώ είχαμε έντονη ανομοιογένεια στις άλλες 30 κανονικές δραστηριότητες.

Από το έργο του εμπνεύστηκε ο Nait-Charif [19] για την ανίχνευση πτώσεων χρησιμοποιώντας τεχνικές υπολογιστικής όρασης που χρησιμοποιούν φίλτρα σωματιδίων να παρακολουθήσουν την κίνηση του κεφαλιού του ατόμου. Αποκτήθηκαν επιτυχή αποτελέσματα ανίχνευσης πτώσης με τη χρήση σταθερών ορίων στις κάθετες και διαμήκεις ταχύτητες.

Ο Tamura [16] πρότεινε μια φορητή οθόνη που κατέγραφε τον χρόνο της πτώσης σε μεγάλο χρονικό διάστημα. Όταν το άτομο έπεφτε τότε μια φωτογραφία διακόπτης διέγειρε τις εξόδους με ένα σήμα ώστε ο μικροεπεξεργαστής να κατέγραφε τον χρόνο πτώσης. Σε μια προκαταρκτική μελέτη, το σύστημα δοκιμάστηκε σε κανονικούς ενήλικες και ημιπληγικούς ασθενείς, και λειτούργησε χωρίς κανένα πρόβλημα. Ωστόσο, ο αισθητήρας είναι απλά ένας διακόπτης κλίσης και ως εκ τούτου δημιουργήθηκαν ψευδώς θετικά αποτελέσματα όταν τα άτομα ξάπλωναν στο έδαφος ή ενώ οδηγούσαν ένα ποδήλατο.

Ο Noury [13, 14, 15], από το Πανεπιστήμιο της Grenoble της Γαλλίας, σχεδίασε μια αυτόνομη μονάδα αισθητήρα, η οποία τοποθετούνταν κάτω από τη μασχάλη, η οποία χρησιμοποιούσε επιταχυνσιόμετρα, κλισίμετρα και έναν αισθητήρα δόνησης. Η μονάδα αισθητήρα ανίχνευε όταν η ταχύτητα της κίνησης υπέρβαινε ένα συγκεκριμένο όριο, την ακολουθία από την όρθια στάση του σώματος στην οριζόντια, καθώς και την απουσία κινήσεων μετά την πτώση. Η συσκευή δοκιμάστηκε για πρώτη φορά σε 5 πρόσωπα που διενήργησαν 15 σενάρια πτώσης, 5 φορές και έδειξε ότι επιτεύχθηκε μια ευαισθησία και ιδιαιτερότητα κοντά στο 85%.

Ο Demongeot [20] ανέπτυξε ένα σύστημα εξ αποστάσεως τηλεπαρακολούθησης για την ανίχνευση της φυσικής κατάστασης και φυσιολογικών πτυχών της υγείας των ηλικιωμένων που ζουν στο σπίτι. Στο σύστημα ενσωματώθηκε επίσης μια λειτουργία ανίχνευσης πτώσης. Η πτώση εντοπιζόταν όταν ο συνδυασμός, των φορεμένων αισθητήρων στο άτομο και του τοπικού περιβάλλοντος ή όταν οι ενσωματωμένοι αισθητήρες ενεργοποιούνταν ταυτόχρονα. Οι αισθητήρες

περιελάμβαναν υπέρυθρους-ογκομετρικούς αισθητήρες, μαγνητικές επαφές θυρών και αναγνώσεις από το επιταχυνσιόμετρο (που συνδέονταν με το άτομο). Ο συνδυασμός των πληροφοριών από όλους αυτούς τους αισθητήρες χρησιμοποιήθηκε για να δείξει ότι μπορεί να έχει συμβεί μια πτώση. Μια συσκευή εντοπισμού του καρδιακού παλμού διασφάλιζε ότι η συσκευή έχει φορεθεί. Αυτό το σύστημα αποτελούσε το υποσύστημα ενός έξυπνου συστήματος υγείας στο σπίτι και δευτεροβάθμια ενός συστήματος ανίχνευσης πτώσης. Μια πτώση εντοπιζόταν όταν πληρούνταν ορισμένα κριτήρια και το σύστημα ανίχνευε την απόκλιση από την συνήθεις δραστηριότητες των ατόμων. Ως αποτέλεσμα, η πτώση δεν μπορούσε να ανιχνευθεί σε πραγματικό χρόνο σε αντίθεση με τα άλλα πρωτογενή συστήματα ανίχνευσης πτώσης.

Ο Degen [21] ανέπτυξε έναν ανιχνευτή πτώσης σε ρολόι χειρός το οποίο έλαβε 65% ευαισθησία και 100% ιδιαιτερότητα. Η συσκευή αποτελούταν από ένα τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο και χρησιμοποιούσε τρία ανώτατα όρια για τη διάκριση της πτώσης από τις Δραστηριότητες της Καθημερινής Ζωής (ΔΚΖ). Αν και οι τρεις υπέρβαιναν τα κατώτατα όρια τους, τότε ανιχνευόταν μια πτώση. Τρία άτομα πραγματοποίησαν μια σειρά πτώσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν 100% ανίχνευση για πτώση προς τα εμπρός, 58% για πτώση προς τα πίσω και 45% για ανίχνευση προς τα πλάγια. Ένα άτομο φορούσε τη συσκευή συνεχόμενα για 48 ώρες, στο οποίο δεν σημειώθηκε κανένα ψευδό αληθές.

Ο Καραντώνης [22] ανέπτυξε ένα φορητό ανιχνευτή πτώσης και κίνησης και ενσωμάτωσε ένα τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο. Ο αλγόριθμος για τον αλγόριθμο ανίχνευσης της πτώσης λειτουργούσε στην ίδια τη συσκευή και δεν υποβαλλόταν σε κανενός είδους απομακρυσμένη επεξεργασία. Εάν υπέρβαινε τουλάχιστον δύο διαδοχικές κορυφές του διανυσματικού μεγέθους πάνω από το όριο των 1.8g οριζόταν μια σημαία πιθανής πτώσης. Τότε το άτομο παρακολουθούταν συνεχώς για 60 δευτερόλεπτα μετά την πιθανή πτώση και μετά από την πιθανή περίοδο καθίζησης των 5 δευτερολέπτων, εάν το άτομο παραμένει ακίνητο. Στη συνέχεια το γεγονός επανακαθοριζόταν ως πτώση και απαιτούσε την άμεση προσοχή. Ο αλγόριθμος δοκιμάστηκε σε πέντε νέους υγιείς εθελοντές. Κάθε ένας εκτέλεσε τρεις διαφορετικούς τύπους πτώσης και έναν αριθμό καθισμάτων, ξαπλωμάτων κάτω και περπατήματος ΔΚΖ σε διαφορετικές ταχύτητες. Ένας ορισμένος αριθμός ξαπλωμάτων κάτω ανιχνεύθηκε εσφαλμένα ως πιθανές πτώσεις. Η συνολική ευαισθησία του αλγορίθμου πτώσης υπολογίστηκε σε 95,6%.

Ο Prado [12] ανέπτυξε ένα ευφυές τετραξονικό επιταχυνσιόμετρο (IAU) που φοριόταν με αυτοκόλλητο, στο πίσω μέρος και στο ύψος του ιερού οστού.

Η περαιτέρω αξιολόγηση από τον Diaz [9] σε μια εργαστηριακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε πάνω σε 8 εθελοντές, έδειξε ότι η συσκευή ήταν σε θέση να διακρίνει αληθινά γεγονότα πτώσης από τις συνήθεις δραστηριότητες, όπως το γρήγορο περπάτημα ή το ανεβοκατέβασμα σκαλιών. Η συσκευή παρήγαγε ευαισθησία σε ποσοστό 100% και 92,5% σε ιδιαιτερότητα.

Ο Kangas [23] αξιολόγησε διαφορετικά τους χαμηλής πολυπλοκότητας αλγορίθμους ανίχνευσης πτώσης, χρησιμοποιώντας τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα που τοποθετήθηκαν στη μέση, τον καρπό, και το κεφάλι. Δεδομένα πτώσης καταγράφηκαν από τρεις μεσήλικες και εκτέλεσαν εννέα τύπους εσκεμμένης πτώσης σε τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις (εμπρός, πίσω και πλάγια). Επιτεύχθηκε υψηλή ευαισθησία (97% - 98%) και ιδιαιτερότητα (100%) σε αυτή τη μελέτη με αρκετά χαμηλή πολυπλοκότητα αλγορίθμων, ωστόσο, χρησιμοποιήθηκε μόνο μια μικρή ομάδα ατόμων και πολύ λίγα σενάρια ΔΚΖ και δεν διενεργήθηκε χωρίς επίβλεψη καμία μακροπρόθεσμη δοκιμή. Οι ίδιοι ερευνητές συνέχισαν επίσης την αξιολόγηση των αλγορίθμων στα δεδομένα που καταγράφηκαν σε μια ομάδα από 20 μεσήλικες (40-65 ετών) εθελοντές, που εκτελούσαν πτώσεις (έξι διαφορετικές πτώσεις κάθε μια εκτελούμενη δυο φορές) και τέσσερα σενάρια ΔΚΖ, και αυτά τα ίδια ΔΚΖ καταγράφηκαν σε 21 ηλικιωμένα άτομα (ηλικίας 58-98 ετών) από μια οικιακή μονάδα φροντίδας.

Ο Chao [24] κατέγραψε δεδομένα από ένα τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο στο στήθος και τη μέση, από 7 νέους υγιείς άνδρες που έκαναν πτώσεις, κανονικές λειτουργίες και δυναμικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων αλμάτων. Εξετάστηκε η χρήση της επιτάχυνσης πολλαπλών μέσων, το μέγεθος και η στάση του σώματος μετά την πτώση αλλά ανάπτυξαν και δοκίμασαν και αλγόριθμους διαφορετικής πολυπλοκότητας. Οι διάφοροι αλγόριθμοι αναλύθηκαν υπό τις ακόλουθες κατηγορίες: επιλογή ορίου, τοποθέτηση αισθητήρων και μετακατάσταση του σώματος μετά την πτώση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ένας αλγόριθμος ανίχνευσης πτώσης βασισμένος στα δεδομένα από το στήθος έχει γενικά την καλύτερη ακρίβεια. Η ανίχνευση της στάσης μετά την πτώση οδηγούσε σε χαμηλότερα ποσοστά ψευδή συναγερωμών.

2.6 Σημεία τοποθέτησης αισθητήρων

Σε αρκετές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν με θεματολογία τις πτώσεις, τα κατάγματα του ισχίου και του εγγύς μηριαίου προσδιορίστηκαν ως τυπικοί τραυματισμοί κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος πτώσης [25, 26, 27]. Πράγματι, αυτό αποτελεί μια πηγή ενδιαφέροντος, με τα κατάγματα του ισχίου είναι η πιο κοινή και συχνή από όλους τους σοβαρούς τραυματισμούς του ηλικιωμένου πληθυσμού μετά από πτώση [10]. Όμως, οι στατιστικές έδειξαν, ότι οι τραυματισμοί από πτώσεις δεν περιορίζονται μόνο σε αυτή την περιοχή. Ένας μεγάλος αριθμός καταγμάτων παρατηρείται επίσης στον καρπό, την κερκίδα και τον αγκώνα καθώς στους ώμους και το κεφάλι [28, 29].

Σύμφωνα με τον Veltink [30] για την παροχή γενικών κινηματικών δεδομένων από ένα αντικείμενο χρησιμοποιώντας ένα άτομο που φοράει αισθητήρες, οι αισθητήρες πρέπει να είναι εύκολα τοποθετήσιμοι στο σώμα και να παραμείνουν στην θέση τους υπό όλες τις συνθήκες. Οι αισθητήρες δεν πρέπει να δυσχεραστούν το άτομο και να παρακωλύουν την δραστηριότητά της καθημερινής του ζωής, γι 'αυτό δεν θα πρέπει να τοποθετηθούν σε αρθρώσεις και πρέπει να απαιτούν μόνο μικρά καλώδια. Έτσι, για την παροχή ολοκληρωμένης ανίχνευσης όλων των συγκρούσεων σε όλα τα σημαντικά μέρη του σώματος, πριν την χρησιμοποίηση των αισθητήρων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι συμβαίνει κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος μιας πτώσης τόσο στα άνω όσο και στα κάτω άκρα, και επίσης να μην παρεμβάλλονται ή να δημιουργούν δυσκινητικότητα. Οι περισσότερες από τις συσκευές ανίχνευσης πτώσης και τα συστήματα που θα συζητηθούν χρησιμοποιούν έναν ή πολλαπλούς αισθητήρες τοποθετημένους στο πάνω μέρος του σώματος, στον άνω κορμό και στην πυελική περιοχή.

Ο Doughty [17] τοποθέτησε πιεζοηλεκτρικούς αισθητήρες κραδασμών στο στήθος, το μηρό, τη μέση και τον καρπό, αλλά αργότερα περιόρισε τις θέσεις του αισθητήρα στη μέση και στο στήθος. Ένα από τα κύρια θέματα με τις συσκευές ανίχνευσης πτώσης είναι η έλλειψη συμμόρφωσης με τη φθορά των αισθητήρων. Η ιδέα ενός φορητού ανιχνευτή πτώσης στον καρπό είναι ιδιαίτερα αποδεκτή καθώς ο αισθητήρας θα αντικαταστήσει το ρολόι χειρός.

Η τοποθέτηση του ανιχνευτή στον καρπό ερευνηθήκε ως πιθανή λύση και από τους Doughty [19] και Degen [21]. Σύμφωνα με τους συντάκτες ο καρπός θα ήταν μια πολύ ελκυστική θέση, καθώς ένας ανιχνευτής πτώσης, με τη μορφή ενός ρολογιού χειρός δεν θα φάνταζε κάτι ξένο στο χρήστη, και θα μπορούσε να φορεθεί άνετα πριν την από δραστηριότητες υψηλού κινδύνου πτώσης, όπως το ντους. Ωστόσο, σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς, το μεγάλο μειονέκτημα αυτής της λύσης είναι η πολυπλοκότητα του αλγόριθμου ανίχνευσης πτώσης για τον εντοπισμό των επιπτώσεων από την πτώση. Ο βραχίονας μπορεί να κινείται και να περιστρέφεται, με αποτέλεσμα να έχει έξι βαθμούς ελευθερίας στην κίνησή του.

Ο Doughty [17], επίσης, παραδέχτηκε ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν με τον αισθητήρα καρπού είχαν ευρεία αποτελέσματα για τους ίδιους τύπους πτώσεων, ώστε να τοποθετηθεί σε αυτό το σημείο.

2.7 Ολοκληρωμένες λύσεις πολλαπλών αισθητήρων

Τα περισσότερα συστήματα ανίχνευσης πτώσης που βασίζονται σε επιταχυνσιόμετρα που βρίσκονται στον κορμό και εφαρμόζονται είτε με ιμάντες [11, 30, 31, 32, 33, 34] είτε με αυτοκόλλητα [9, 12, 35]. Αυτές οι μέθοδοι έχουν σημαντικά μειονεκτήματα:

1. Οδηγούν σε λύσεις που συχνά είναι άβολες να φορεθούν.
2. Το σύστημα δεν είναι ευκολοφόρετο.
3. Οι αισθητήρες μπορούν εύκολα να τοποθετηθούν λανθασμένα.
4. Χρειάζεται βοήθεια από δεύτερο άτομο για να τοποθετηθούν οι αισθητήρες.

Υπάρχουν λύσεις με ενσωματωμένους αισθητήρες πάνω σε ενδύματα που εξαλείφουν πολλές από τις αρνητικές επιπτώσεις:

1. MEMSWear smart shirt

Το MEMSWear smart shirt εφευρέθηκε από τον Tay [36]. Ενσωματώνει ένα τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο στον ώμο. Βάζοντας το όριο στα 4.8g με την άθροιση των μέγιστων τιμών από τα σήματα της επιτάχυνσης, επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός μεταξύ πτώσεων και ΔΚΖ, όμως αυτές οι αιχμές δεν συμβαίνουν την ίδια στιγμή και δεν είναι σαφές αν υπάρχει και χρησιμοποιείται χρονικό παράθυρο.

2. VTAMN

Ένα ένδυμα για την παρακολούθηση της κινητικότητας επιχειρήθηκε από τον Noury [37], ο οποίος ανέπτυξε ένα έξυπνο γιλέκο για την απομακρυσμένη παρακολούθηση των φυσιολογικών παραμέτρων και την δραστηριότητα. Επίσης ενσωματώθηκε ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης στο γιλέκο κάτω από το αριστερό χέρι, που αποτελείται από ένα δι-αξονικό επιταχυνσιόμετρο και ένα ενσωματωμένο μικροελεγκτή τοποθετημένα πάνω σε μια ηλεκτρονική πλακέτα. Ο αλγόριθμος ανίχνευσης πτώσης βασίζεται στην έρευνα, επίσης του Noury [13, 14, 15]. Σε κλινικές δοκιμές όπου το γιλέκο φορέθηκε από 3 υγιείς ενήλικες για 4 ημέρες το VTAMN ήταν εύκολο στο να φορεθεί και η θερμική άνεση ήταν αποδεκτή, ακόμη και σε υψηλές θερμοκρασίες (36C). Το γιλέκο προσφέρει φυσιολογική πληροφορίες σχετικά με το άτομο, συμπεριλαμβανομένων των καρδιακών παλμών, του ρυθμού της αναπνοής και της θερμοκρασίας καθώς και θερμοκρασίας περιβάλλοντος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει πτώσεις.

3. Lifeshirt από την Vivometrics

Το lifeshirt αναπτύχθηκε από την Vivometrics (www.vivometrics.com) είναι ένα ελαφρύ πουκάμισο με ενσωματωμένους αισθητήρες που πλένεται και στο πλυντήριο. Οι αισθητήρες του αναπνευστικού είναι ραμμένοι στο πουκάμισο γύρω από το στήθος και την κοιλιά του ατόμου. Ένα μόνο κανάλι ECG μέτρα τους καρδιακούς παλμούς, και το επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων που βρίσκεται στο στέρνο, καταγράφει τη στάση του σώματος και τη δραστηριότητα. Προαιρετικά μπορούν να προστεθούν και άλλες περιφερειακές συσκευές που μετρούν EEG / EOG, την περιοδική κίνηση των ποδιών, θερμοκρασία, το CO₂, τον κορεσμό οξυγόνου του αίματος, την αρτηριακή πίεση και τον βήχα.

4. Το Smartshirt της sensatex

Το smartshirt της sensatex (www.sensatex.com) είναι ένα ελαφρύ νάιλον ύφασμα που αναπνέει, με πλήρες ενσωματωμένες αγώγιμες ίνες, δημιουργώντας έτσι την συνδεσιμότητα για την απόκτηση και τη μεταφορά των φυσιολογικών σημάτων. Το πουκάμισο έχει σχεδιαστεί για να παρακολουθεί τον καρδιακό παλμό του ατόμου, τη θερμοκρασία του σώματος, την αναπνοή και την κίνηση ασύρματα και από απόσταση. Το SmartShirt συλλέγει τα φυσιολογικά σήματα από το σώμα του χρήστη που μετατρέπονται σε ψηφιακά σήματα χρησιμοποιώντας ένα μικρό και προσωπικό επεξεργαστή και τα αποστέλλει ασύρματα σε ένα σταθμό βάσης είτε μέσω Bluetooth είτε μέσω ασύρματης τεχνολογίας ZigBee.

2.8 Εμπορικές εφαρμογές

Οι περισσότερες σύγχρονες, εμπορικές εφαρμογές, ανίχνευσης πτώσης λειτουργούν σαν ένα κουμπί κινδύνου. Είναι φορητές συσκευές που συνδέονται σε ένα κέντρο ελέγχου μέσω ενός σταθμού βάσης. Η τιμή τους κυμαίνεται από 20 έως 25 ευρώ. Παράδειγμα μια τέτοιας συσκευής είναι η [43]. Με το πάτημα του κουμπιού της και ενεργοποιείται η σειρήνα.

Υπάρχουν λύσεις με ενσωματωμένους αισθητήρες όπως ο iLife. Είναι μια μικρή φορητή συσκευή με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και επιταχυνσιόμετρο. Οι κατασκευαστές του ισχυρίζονται ότι ανιχνεύει τις περισσότερες πτώσεις γιατί ενεργοποιείται μόνο όταν βρίσκεται οριζόντια και έχει υπάρξει προηγουμένως ένας σημαντικός χρόνος αδράνειας.

Επίσης έχουν κάνει την εμφάνιση τους αισθητήρες πίεσης, αισθητήρες με κορδόνι, και αισθητήρες κίνησης με λειτουργία κάμερας ή με υπέρυθρες. Οι αισθητήρες πίεσης βρίσκονται στο πάτωμα και ανιχνεύονται τότε έγινε μια πτώση. Οι αισθητήρες με κορδόνι ενεργοποιούνται μόνο όταν κάποιος το τραβήξει. Τέλος οι αισθητήρες κίνησης αν δεν νιώσουν δραστηριότητα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα τότε ενεργοποιούνται.

Στα κινητά υπάρχουν πολλές εφαρμογές και σε διάφορες πλατφόρμες. Θα τις χαρακτηρίζαμε όμως πιο πολύ ως ερασιτεχνικές αφού δεν έχουν δημιουργηθεί μετά από εργαστηριακές μετρήσεις ούτε έχουν δοκιμασθεί πάνω σε πραγματικές συνθήκες. Οι περισσότερες λειτουργούν μόνο με το επιταχυνσιόμετρο και ενεργοποιούνται πάνω από μια καθορισμένη τιμή. Κάποιες χρειάζονται να έχουν ρυθμιστεί πριν λειτουργήσουν ενώ κάποιες άλλες όχι [44,45,46,47]:

- Η εφαρμογή Fall Detector [44] ειδοποιεί αν ανιχνευθεί πτώση η αδράνεια μεγαλύτερη από το καθορισμένο διάστημα. Η ειδοποίηση γίνεται με SMS η και μέσω twitter. Επίσης υπάρχει επιλογή εμφάνισης των συντεταγμένων.
- Το Age Care [45] ενσωματώνει ανιχνευτή πτώσης, ανιχνευτή αδράνειας πάνω από 4 ώρες. Διαθέτει κουμπί πανικού και ειδοποιεί με συντεταγμένες ή όχι μέσω SMS. Η καινοτομία του είναι ότι διαθέτει βάση δεδομένων που αποθηκεύεται η δραστηριότητα του χρήστη κάθε μια ώρα.
- Το Mover [46] αν και διαθέτει ανίχνευση πτώσης (σε πειραματικό επίπεδο), χρησιμοποιείται περισσότερο σαν ένας ανιχνευτής δραστηριότητας.
- [47] Η ιδέα δημιουργίας του Cradar (Crash Detection and Response) βασίστηκε πάνω σε ένα ατύχημα με σοβαρό τραυματισμό του δημιουργού του. Χρησιμοποιεί το επιταχυνσιόμετρο για να ανιχνεύσει τις τυχόν πτώσεις και έπειτα όταν την εντοπίσει χρονομετρά αντίστροφα 30

δευτερόλεπτα και ζητάει από τον χρήστη να δώσει σημείο ζωής πατώντας ένα κουμπί ή αλλιώς μετακινώντας το ενάμιση μέτρο. Έπειτα ειδοποιεί μέσω SMS με την μορφή: "My phone detected a fall. I may be injured. <http://maps.google.com/maps?q=42.484506368637085,-76.48738503456116&ll=42.484506368637085,-76.48738503456116&z=16>" κάνοντας την χρήση google maps.

2.9 Σύγχρονες εργασίες

Τα συστήματα παρακολούθησης έχουν πλέον έναν σημαντικό τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης λόγω της δυνατότητας να βελτιώνουν την ποιότητα ζωής, ενώ παράλληλα μειώνουν και τις δαπάνες. Μια σειρά από συστήματα έχουν ήδη προταθεί και μερικές φορές δοκιμαστεί. Μερικά από αυτά τα συστήματα αναφέρονται παρακάτω και συγκρίνονται.

Οι μικροαισθητήρες είναι πλέον αναπόσπαστο μέρος των συστημάτων που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση ηλικιωμένων με κίνδυνο πτώσης. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται συνήθως για την ανίχνευση πτώσης περιλαμβάνουν αλλά δεν περιορίζονται σε: επιταχυνσιόμετρα τριών αξόνων, αισθητήρες πίεσης, γυροσκόπια, αισθητήρες καρδιακών παλμών, αισθητήρες ήχου, αισθητήρες φωτός, αισθητήρες δονήσεων, οπτικούς αισθητήρες και αισθητήρες υπερύθρων. Πολλές φορές οι αισθητήρες είναι ήδη ενσωματωμένοι σε κινητά τηλέφωνα, άλλες γίνεται συνδυασμός κινητού με εξωτερικό αισθητήρα-ες.

Αν και οι εξωτερικοί αισθητήρες προσφέρουν μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τους ενσωματωμένους σε κινητά τηλέφωνα έχουν και μειονεκτήματα. Ως πρώτο αναφέρουμε το ότι μειώνουν την αυτονομία της μπαταρίας του συστήματος (αν παίρνουν τροφοδοσία από αυτό) ή στην περίπτωση που δεν τροφοδοτούνται από το σύστημα τότε θα πρέπει να προνοήσουμε ώστε ο ηλικιωμένος να μην ξεχνάει να τα επαναφορτίζει. Επίσης η χρήση εξωτερικού αισθητήρα θα έχει αρνητική επίδραση στην αίσθηση άνεσης του ηλικιωμένου καθώς και ότι χρειάζεται συγκεκριμένος τρόπος εφαρμογής του πάνω στο σώμα. Πολλές φορές είναι επίσης δυνατόν να ξεχάσει να τον φορέσει.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι πιο σύγχρονες και αξιόπιστες λύσεις στην ανίχνευση πτώσης:

1. Ο Hamed και ο Tim[48] πρότειναν μια εφαρμογή IOS για τα κινητά της Apple κάνοντας την χρήση επιταχυνσιόμετρο για την ανίχνευση των πτώσεων. Μετά από ένα διάστημα αδράνειας γίνεται ειδοποίηση μέσω SMS ή αυτόματης κλήσης. Στα στοιχεία περιλαμβάνεται και το γεωγραφικό στίγμα. Ακόμη μια δυνατότητα είναι αυτή της ανίχνευσης τραυματισμού μετά από μια σύγκρουση: αν ανιχνευθεί χαμηλή δραστηριότητα μετά από ένα δυνατό χτύπημα τότε η εφαρμογή ειδοποιεί σαν έκτακτο περιστατικό.

Μειονέκτημα αποτελεί η πλατφόρμα ανάπτυξης IOS αφού οι συσκευές της Apple είναι μη προσιτές για τον μέσο χρήστη.

2. Zhongtang et al. [49] ανέπτυξε μια εφαρμογή Symbian s60 με αλγόριθμο μηχανικής μάθησης. Το πρόγραμμα λαμβάνει 64 δείγματα ανά δυο δευτερόλεπτα από ο επιταχυνσιόμετρο και αποφασίζει αν υπάρχει πτώση. Αν υπάρξει πτώση τότε μια ένδειξη πτώσης εμφανίζεται και μια σειρήνα ηχεί αν ο χρήστης τότε του δίνονται δυο επιλογές: α) αν δεν νιώθει καλά μπορεί να κάνει κλήση μέσα από το πρόγραμμα στον φροντιστή β) να το ακυρώσει μέσα σε 10 δευτερόλεπτα. Αν δεν το ακυρώσει μέσα σε 10 δευτερόλεπτα τότε ένα μήνυμα στέλνεται αυτόματα στον διακομιστή και στην συνέχεια στους φροντιστές ζητώντας βοήθεια.

Αρνητικό σημείο αποτελεί ότι με την χρήση αλγορίθμου μηχανικής μάθησης, θα πρέπει να παράγουμε έναν ικανοποιητικό αριθμό πτώσεων για κάθε άτομο ξεχωριστά, πράγμα σχεδόν αδύνατο, αφού προορίζεται για ηλικιωμένους.

3. Το iFall [50] είναι μια εφαρμογή βασισμένη σε λειτουργικό Android, και χρησιμοποιεί ως αισθητήρα το επιταχυνσιόμετρο του κινητού. Στον αλγόριθμο εντοπισμού πτώσης χρησιμοποιεί δύο όρια, ένα για την ανίχνευση της πτώσης και ένα για την ανίχνευση της πρόσκρουσης. Μόλις ξεπεραστούν και τα δυο όρια και περάσει και ο χρόνος αδράνειας μετά από μια υποτιθέμενη πτώση η εφαρμογή μας ζητάει να προσδιορίσουμε αν είμαστε καλά. Αν επιλέξουμε το OK ή κουνήσουμε την συσκευή τότε ακυρώνουμε την πτώση, αλλιώς η εφαρμογή στέλνει μήνυμα στις επαφές που έχουμε επιλέξει ή και σε κοινωνικό δίκτυο. Επίσης στο SMS εκτός από το στίγμα και τον χρόνο περιλαμβάνεται και ένας κωδικός που δίνει την δυνατότητα στον παραλήπτη να τον χρησιμοποιήσει για να κάνει μια κλήση απευθείας με το άτομο.

Αν και αποτελεί την πληρέστερη εφαρμογή σαν αρνητικό σημείο εντοπίζουμε ότι ο αισθητήρας προσανατολισμού χρησιμοποιείται μόνο για να διακοπεί η ειδοποίηση αντί να χρησιμοποιηθεί και για την ανίχνευση της θέσης του σώματος μετά την πτώση.

4. PerFallD [51] είναι μια εφαρμογή βασισμένη σε πειραματικές τιμές. Χρησιμοποιεί τρεις αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρο, προσανατολισμού και μαγνητικού πεδίου) . Αν και δεν αναφέρετε πως χρησιμοποιεί τον αισθητήρα του προσανατολισμού, ο αισθητήρας του μαγνητικού πεδίου χρησιμοποιείται μαζί με μαγνήτες που είναι προσαρτημένοι στο άτομο, σε διάφορα σημεία του σώματος. Έτσι όταν γίνει πτώση ο αισθητήρας ανιχνεύει την αλλαγή στο μαγνητικό πεδίο. Κατά την ανίχνευση πτώσης ο χρήστης έχει ένα περιθώριο να ακυρώσει την ειδοποίηση αλλιώς θα σταλούν SMS και θα γίνουν κλήσεις στις προκαθορισμένες επαφές. Σαν καινοτομία, εισάγει την μικρή κατανάλωση μπαταρίας και την χαμηλή επεξεργαστική ισχύ που χρειάζεται αφού διαθέτει μηχανισμούς που ενεργοποιούνται μόνο μετά από πτώση.

Αδύνατο σημείο του είναι ότι στα SMS δεν αναφέρει το σημείο πτώσης.

5. Εισάγει [52] την λειτουργία ενός κουμπιού πανικού ώστε να ειδοποιεί στην περίπτωση που ο αλγόριθμος ή ο αισθητήρας αποτύχει. Στην περίπτωση πτώσης μια ειδοποίηση εμφανίζεται και ο χρήστης έχει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να ακυρώσει αλλιώς θα ειδοποιηθούν οι επαφές με SMS, με email, μέσω twitter ενσωματώνοντας και τις συντεταγμένες με link στο google maps.

		Πτώση / Κουμπί Πανικού	Αισθητήρες	Αλγόριθμος	Στίγμα GPS	Αντίστροφη Μέτρηση	SMS / πολλαπλοί αποδέκτες / Social Networks	Κλήση	Εξωτερική Βάση Καταγραφής	Παρατηρήσεις
1	Hamed [48]	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	Accelerometer	Αναλυτικός	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ειδοποίηση αν υπάρχει χαμηλή δραστηριότητα μετά από δυνατό χτύπημα
2	Zhongtang [49]	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	Accelerometer	Μηχανικής Μάθησης	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	iFall [50]	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	Accelerometer , Orientation (χρήση μόνο στην επαναφορά και όχι στην πτώση)	Αναλυτικός	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Παραμετροποιήσιμο άνω και κάτω όριο του αλγορίθμου για την ανίχνευση πτώσης
4	PerFallD [51]	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	Accelerometer, Orientation, Magnetic Field	Αναλυτικός	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Μπορεί να χρησιμοποιήσει εξωτερικούς μαγνήτες για να ανιχνεύσει τις ανωμαλίες
5	Gokhan [52]	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	Accelerometer	Discrete wavelet transform (DWT)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> +email	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Ours	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	Accelerometer, Orientation	Αναλυτικός	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/> / <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Πίνακας 2: Σύγκριση των συστημάτων ανίχνευσης πτώσεων

Εν συντομία, υπάρχουν πολλές σχετικές εργασίες, εμπορικές, ερασιτεχνικές και ακαδημαϊκές σε αυτόν τον χώρο. Ωστόσο, χρειάζεται πολλή δουλειά ακόμα για να δοκιμαστούν σε ηλικιωμένους ασθενείς για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης, τα συστήματα παρακολούθησης θα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό πραγματικές συνθήκες και να κατασκευάζονται μαζικά και με μικρό κόστος. Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται σε κινητά μπορούν να διατεθούν μαζικά από τις δικτυακές αγορές και σχεδόν δωρεάν, αφού θα χρειαστούν μόνο ένα έξυπνο τηλέφωνο με κόστος κτήσης γύρω στα 120€ (αν δεν υπάρχει ήδη).

3. ANOIA

3.1 Παγκόσμια επικράτηση της άνοιας

Εκτιμήσεις αναφέρουν 35 εκατομμύρια άτομα με άνοια το 2010, αριθμός που σχεδόν διπλασιάζεται κάθε 20 χρόνια και υπολογίζεται σε 65,7 εκατομμύρια το 2030 και 115,4 εκατομμύρια το 2050. Δυσανάλογη αύξηση θα παρατηρηθεί μέσα στα επόμενα είκοσι χρόνια και θα είναι πολύ πιο απότομη σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος σε σύγκριση με τις χώρες υψηλού εισοδήματος.

Προβλέψεις αναφέρουν, 40% αύξηση του αριθμού στην Ευρώπη, 63% στη Βόρεια Αμερική, 77% στο Νότιο της Λατινικής Αμερικής και 89% στις ανεπτυγμένες χώρες της Ασίας στον Ειρηνικό. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να συγκρίνονται με 117% αύξηση στην Ανατολική Ασία, 107% στη Νότια Ασία, 134-146% στην υπόλοιπη Λατινική Αμερική, και 125% στη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή.

Αν και παρατηρείται αύξηση του αριθμού των μελετών από τις χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος έχει συνοδευτεί από μια απότομη πτώση στην έρευνα της επικράτησης σε χώρες υψηλού εισοδήματος. Σε πολλές χώρες υψηλού εισοδήματος, τα στοιχεία αναφοράς καθίστανται γρήγορα απαρχαιωμένα, έτσι είναι απαραίτητες όλο και περισσότερες μελέτες.

Η ποιότητα σε πολλές από τις μελέτες είναι σχετικά χαμηλή, αν και αυτό βελτιώθηκε σταδιακά. Ιδιαίτερη ανησυχία προκαλεί ότι στο 49% όλων των μελετών χρησιμοποιήθηκε, κακώς, σχέδιο έρευνας με δύο ή περισσότερα στάδια. Αυτό το σχέδιο έρευνας είναι πιθανό να οδηγήσει σε υποτίμηση της αληθινής επικράτησης.

Ωστόσο, για τις μελέτες με δυο στάδια, παρατηρήθηκε σε γενικές γραμμές, υψηλότερη επικράτηση. Πιθανότατα λόγω της μη παρακολούθησης κατά το διάστημα μεταξύ του ελέγχου και των στοιχείων της οριστικής διάγνωσης. Το 57% των μελετών παρέλειπε μια σωστά ολοκληρωμένη διάγνωση της άνοιας.

3.2 Οι επιπτώσεις της άνοιας

Σύμφωνα με το Global Burden of Disease Report, η άνοια ευθύνεται για το 4,1% του συνολικού φορτίου των ασθενειών (σταθμισμένα έτη ζωής με αναπηρία) μεταξύ των ατόμων ηλικίας 60 ετών και άνω, το 11,3% των ετών αναπηρίας και το 0,9% των χαμένων ετών ζωής.

Μεταξύ των άλλων χρόνιων μη μεταδοτικών ασθενειών, η άνοια ευθύνεται σε 11,9% των ετών που ζούσαν με αναπηρία (η δεύτερη πιο επαχθείς χρόνια πάθηση) και το 1,1% των χαμένων ετών ζωής. Οι κύριες αιτίες θανάτου είναι η καρδιακή νόσος (32,9% έχασε τη ζωή του) και του καρκίνου (22,5%). Ωστόσο, αυτές είναι μόνο 8η και 9η στην κατάταξη των συνθηκών αναπηρίας.

Μεταξύ των χρόνιων ασθενειών, η κατάταξη φαίνεται να καθορίζεται περισσότερο από την θνησιμότητα από ό,τι με την αναπηρία. Οι δαπάνες για την υγεία και τις επενδύσεις στην έρευνα είναι κατά πολύ μεγαλύτερες για τον καρκίνο και τις καρδιακές παθήσεις από ό,τι για την άνοια και τα εγκεφαλικά. Οι χρόνιες ασθένειες που συμβάλλουν κατά πολύ στην θνησιμότητα έχουν σε αυτές επικεντρωμένο το μεγαλύτερο αριθμό ερευνών, αλλά οι χρόνιες παθήσεις που συμβάλλουν περισσότερο στην αναπηρία αποτελούν θέμα για λιγότερες ερευνητικές εργασίες.

Σε κάποιο στάδιο της νόσου, οι περισσότεροι (αν όχι όλοι) ασθενείς με άνοια απαιτούν κάποιας μορφής φροντίδα. Σε όλα τα μέρη του κόσμου, αυτό είναι που παρέχεται από οικογενειακά πρόσωπα. Σύμφωνα με το «Alzheimer's Association's 2009 Alzheimer's Disease Facts and Figures», υπολογίζεται ότι σχεδόν 10 εκατομμύρια Αμερικανοί παρέχουν άμισθη φροντίδα σε ένα άτομο με νόσο

Alzheimer ή άλλης μορφής άνοια. Οι φροντιστές και εκείνοι που ζουν με άτομα με άνοια έχουν διπλάσιες πιθανότητες από άλλους να παρουσιάσουν σημαντική ψυχολογική ασθένεια.

Σε χώρες υψηλού εισοδήματος, το άμεσο κόστος της φροντίδας της άνοιας υπερβαίνει αυτό της άτυπης περίθαλψης, με το κόστος της ιδρυματικής περίθαλψης σε οίκους περίθαλψης να κυριαρχούν σε αυτή την κατηγορία.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, το ετήσιο οικονομικό κόστος της άνοιας εκτιμήθηκε στις ΗΠΑ 315 δισεκατομμύρια δολάρια. Οι συνολικές ετήσιες δαπάνες ανά άτομο με άνοια έχει εκτιμηθεί ως 1.521 δολάρια σε μια χώρα με χαμηλό εισόδημα, 4.588 δολάρια ΗΠΑ σε χώρες μεσαίου εισοδήματος, και 17.964 δολάρια σε χώρες υψηλού εισοδήματος.

Ενώ μόλις το 38% των ατόμων με άνοια ζουν σε χώρες υψηλού εισοδήματος, το 72% των δαπανών προκύπτει από αυτές. Η οικογενειακή φροντίδα είναι πιο σημαντική σε χώρες με λιγοστούς πόρους, όπου υπάρχουν διαθέσιμα ελάχιστα εξειδικευμένα κέντρα υγείας ή υπηρεσίες κοινωνικής φροντίδας διαθέσιμες. Η άτυπη φροντίδα ευθύνεται για το 56% των δαπανών στις χώρες χαμηλού εισοδήματος, το 42% σε χώρες μεσαίου εισοδήματος, και μόλις 31% στις χώρες υψηλού εισοδήματος.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το κοινωνικό κόστος της άνοιας (17 δις λίρες ή 27,2 δις δολάρια) είναι μεγαλύτερο από τα εγκεφαλικά, την καρδιακή νόσο σε συνδυασμό με καρκίνο (13,8 δις λίρες ή US \$ 22,0 δις δολάρια), και είναι λίγο μικρότερη, εάν συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς η απώλεια παραγωγικότητας από την πρόωρη θνησιμότητα που συνδέεται με τον καρκίνο, τις καρδιακές παθήσεις και τα εγκεφαλικά επεισόδια (19,9 δις λίρες ή 31,8 δις δολάρια).

Οι δημογραφικές και κοινωνικές τάσεις μας επιτρέπουν να προβλέψουμε με αρκετή βεβαιότητα ότι η «έμμεση», το κόστος της περίθαλψης, η αποτελεσματική επιχορήγηση που παρέχεται από τις οικογένειες, θα είναι όλο και περισσότερο αισθητές ως «άμεσες» δαπάνες με πραγματικές επιπτώσεις στους εθνικούς προϋπολογισμούς. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των χαμηλών και μεσαίων εισοδήματος χωρών, όπου η άνοια δεν αποτελεί προτεραιότητα και υπάρχουν πολύ λίγα παραδείγματα εθνικών πολιτικών και σχεδίων για τη χρηματοδότηση ή την παροχή μακροχρόνιας φροντίδας.

3.2.1 Αιτιολογία (παράγοντες κινδύνου)

Ο κύριος παράγοντας κινδύνου για τις περισσότερες μορφές άνοιας είναι η προχωρημένη ηλικία, με συχνότητα διπλασιασμού περίπου κάθε πέντε χρόνια μετά τα 65. Η έναρξη πριν από αυτήν την ηλικία είναι πολύ ασυνήθιστη και, στην περίπτωση της νόσου του Alzheimer, προκαλείται συχνά από μια γενετική αιτία.

Ενιαίες γονιδιακές μεταλλάξεις σε μια από τις τρεις αμυλοειδής πρωτείνες ευθύνονται για τις περισσότερες από αυτές τις περιπτώσεις. Για όψιμη έναρξη της νόσου του Alzheimer είναι σημαντικό τόσο το περιβάλλον όσο και γενετικοί παράγοντες.

Τα στοιχεία από μελέτες ασθενών-μαρτύρων δείχνουν συσχετισμούς μεταξύ της νόσου του Alzheimer, της περιορισμένης εκπαίδευσης [53], και τους τραυματισμούς στο κεφάλι [54, 55]. Η κατάθλιψη είναι ένας παράγοντας κινδύνου σε βραχυπρόθεσμες διαχρονικές μελέτες, αλλά αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι η κατάθλιψη είναι ένα πρώιμο σύμπτωμα που παρουσιάζεται, παρά μια αιτία της άνοιας [56].

3.3 Απαιτείται περετέρω ερευνα

Τα απογοητευτικά αποτελέσματα από τις μελέτες προληπτικής παρέμβασης μέχρι σήμερα δείχνουν ότι, παρά τις πολλές έρευνες, καταλαβαίνουμε ότι γνωρίζουμε πάρα πολύ λίγα πράγματα για το περιβάλλον, τον τρόπο ζωής και τους παράγοντες που συνδέονται με την άνοια και την νόσο του Alzheimer.

Μπορεί να οφείλεται ότι έχουμε εστιάσει στις χώρες της ανεπτυγμένης Δύσης και έτσι έχουμε περιορισμένες πιθανότητες να εντοπίσουμε τους παράγοντες κινδύνου. Η επικράτηση και η συχνότητα εμφάνισης της νόσου του Alzheimer φαίνεται να είναι πολύ χαμηλότερη σε ορισμένες αναπτυσσόμενες περιοχές. Αυτό μπορεί να συμβαίνει επειδή κάποιοι περιβαλλοντικοί παράγοντες κινδύνου είναι πολύ λιγότερο διαδεδομένοι σε αυτές τις περιοχές. Για παράδειγμα, οι άνδρες της Αφρικής τείνουν να έχουν καλή καρδιαγγειακή υγεία και χαμηλότερη χοληστερόλη, χαμηλή αρτηριακή πίεση και χαμηλή συχνότητα καρδιακών παθήσεων και εγκεφαλικών επεισοδίων. Αντιθέτως, μερικοί παράγοντες κινδύνου μπορεί μόνο να είναι εμφανής σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, δεδομένου ότι είναι εξαιρετικά σπάνια στις αναπτυγμένες οικονομίες για να ανιχνευθούν στα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος διατροφικές ελλείψεις, ιδίως των θρεπτικών συστατικών, είναι ευρέως διαδεδομένες και συνδέονται στενά με τη φτώχεια. Η αναιμία, είναι στενά συνδεδεμένη με τον υποσιτισμό και έχει αναγνωριστεί ως παράγοντας κινδύνου για άνοια στην Ινδία [57], οπότε θα πρέπει να διερευνηθεί και αλλού.

3.4 Πορεία και έκβαση της άνοιας

Η άνοια επηρεάζει κάθε άτομο με διαφορετικό τρόπο. Οι επιπτώσεις μπορεί να εξαρτώνται από πως ήταν το άτομο πριν από την ασθένεια, την προσωπικότητα, τον τρόπο ζωής, τις σημαντικές σχέσεις του και την σωματική του υγεία. Τα προβλήματα που συνδέονται με την άνοια μπορεί να είναι καλύτερα κατανοητά σε τρία στάδια:

1. Πρώιμο στάδιο - τα πρώτα ένα η δυο έτη
2. Μεσαίο στάδιο - δεύτερο με τέταρτο ή πέμπτο έτος
3. Προχωρημένο στάδιο - πέμπτο έτος και μετά

Αυτοί οι χρόνοι δίνονται μόνο ως κατευθυντήριες γραμμές - μερικές φορές οι άνθρωποι μπορούν να έχουν πιο αργή ή γρηγορότερη επιδείνωση. Η άνοια μειώνει τη διάρκεια ζωής των ατόμων που έχουν προσβληθεί. Στην ανεπτυγμένη Δύση ένα άτομο με άνοια αναμένεται να ζήσει για περίπου 5-7 χρόνια μετά την έναρξη και διάγνωση [58, 59]. Σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, η διάγνωση είναι συχνά πολύ καθυστερημένη, και η επιβίωση μπορεί να είναι πολύ μικρότερη [60]. Βέβαια και πάλι, υπάρχουν πολλές επιμέρους διαφορές, μερικοί μπορούν να ζήσουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, και μερικοί μπορεί να ζήσουν λιγότερο λόγω της βεβαρημένης υγείας τους. Δεν είναι σίγουρο ότι όλα τα άτομα με άνοια, θα εμφανίσουν όλα τα συμπτώματα που περιγράφονται παρακάτω. Παρ' όλα αυτά, μια περίληψη αυτού του είδους μπορεί να βοηθήσει τους φροντιστές να έχουν επίγνωση των πιθανών προβλημάτων και να τους επιτρέψει να σκεφτούν τις μελλοντικές ανάγκες φροντίδας.

3.4.1 Πρώιμο στάδιο

Το πρώιμο στάδιο της άνοιας συχνά παραβλέπεται. Οι συγγενείς και οι φίλοι (και μερικές φορές οι επαγγελματίες) το βλέπουν ως διαδικασία του γήρατος. Δεδομένου ότι η έναρξη της άνοιας είναι σταδιακή, είναι δύσκολο να είμαστε σίγουροι για το πότε ακριβώς ξεκίνησε. Το άτομο μπορεί:

- Έχει πρόβλημα να μιλάει σωστά (γλωσσικά προβλήματα).
- Εμφάνιση σημαντικής απώλεια μνήμης, ιδιαίτερα για αυτά που μόλις συνέβησαν.
- Να μην γνωρίζει την ώρα της ημέρας ή την ημέρα της εβδομάδας.
- Να χάνεται σε γνωστά μέρη.
- Δυσκολία στη λήψη αποφάσεων.
- Να καταστεί ανενεργό και χωρίς κίνητρα.
- Εμφάνιση αλλαγών στη διάθεση, κατάθλιψη ή άγχος.
- Ασυνήθιστη αντίδραση, θυμωμένη ή και επιθετική σε ορισμένες περιπτώσεις.
- Εμφάνιση απώλειας ενδιαφέροντος για χόμπι και δραστηριότητες.

3.4.2 Μέσο στάδιο

Καθώς η νόσος εξελίσσεται, οι περιορισμοί γίνονται πιο αντιληπτοί και καθοριστικοί. Το άτομο με άνοια έχει δυσκολίες για την καθημερινή του επιβίωση:

- Μπορεί να ξεχνάει πολύ εύκολα - ειδικά με τα πρόσφατα γεγονότα και τα ονόματα των ανθρώπων.
- Δεν μπορεί πλέον να καταφέρει να ζει μόνο του, χωρίς προβλήματα.
- Δεν είναι σε θέση να μαγειρεύει, να καθαρίζει ή να ψωνίζει.
- Μπορεί να γίνει εξαιρετικά εξαρτημένο από την οικογένεια του και τους φροντιστές του
- Χρειάζεται βοήθεια με την προσωπική υγιεινή, π.χ. τουαλέτα, πλύσιμο και ντύσιμο.
- Έχει αυξημένη δυσκολία στην ομιλία.
- Εμφανίζει προβλήματα με την περιπλάνηση και άλλα προβλήματα συμπεριφοράς όπως οι επαναλαμβανόμενες ερωτήσεις, οι φωνές, η προσκόλληση και οι διαταραχές στον ύπνο.
- Χάνεται μέσα και έξω από το σπίτι.
- Μπορεί να έχει ψευδαισθήσεις (να βλέπει ή να ακούει πράγματα που δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα).

3.4.3 Προχωρημένο στάδιο

Αυτό το στάδιο είναι πολύ κοντά στην πλήρη εξάρτηση και την αεργία. Οι διαταραχές της μνήμης είναι πολύ σοβαρές και η φυσική πλευρά της νόσου γίνεται όλο και πιο εμφανής. Το άτομο μπορεί:

- Έχει δυσκολία στο φαγητό.
- Να μην είναι σε θέση να επικοινωνεί.
- Να μην αναγνωρίζει συγγενείς, φίλους και οικεία αντικείμενα.
- Να δυσκολεύεται να καταλάβει τι συμβαίνει γύρω του.

- Να μην είναι σε θέση να βρει το δρόμο του μέσα στο σπίτι.
- Έχει δυσκολία να περπατήσει.
- Ακράτεια της ουροδόχου κύστης και του εντέρου.
- Προβολή ανάρμοστης συμπεριφοράς δημόσια.
- Περιορισμός σε αναπηρικό καροτσάκι ή στο κρεβάτι.

3.5 Άνοια και Υπηρεσίες

Η εισαγωγική εξήγηση της άνοιας περιέγραψε την πορεία της άνοιας και πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί με υπηρεσίες υγείας και περίθαλψης στην υποστήριξη των οικογενειών. Μελετήσαμε την επίδραση της άνοιας, όχι μόνο για τα άτομα με άνοια, αλλά και τους φροντιστές της οικογένειάς τους. Οι ανησυχίες των οικογενειακών φροντιστών περιλαμβάνουν:

- Πώς να αντιμετωπίσουν τη νέα κατάσταση
- Που να σπεύσουν για βοήθεια
- Ποιος μπορεί να αναλάβει τη φροντίδα του ατόμου με άνοια
- Πώς να διαχειριστεί τις οικονομικές επιπτώσεις [61]

Στην πολιτική και τις υπηρεσίες της άνοιας πρέπει να ληφθεί υπόψη η αυξανόμενη εξάρτηση των ατόμων με άνοια και η ανάγκη για βοήθεια από άλλους. Η άνοια μπορεί να γίνει πολύ δύσκολο να αντιμετωπιστεί όταν το άτομο με άνοια έχει βαθιά συμπεριφορικά και ψυχολογικά συμπτώματα [62]. Οι επιπτώσεις στους οικογενειακούς φροντιστές που φροντίζουν τα άτομα με άνοια είναι σημαντικές. Ακόμα και στις οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες η περισσότερη περίθαλψη παρέχεται από τις οικογένειες. Οι άνθρωποι με άνοια που ζουν μόνοι και σε κάποια απόσταση από τις οικογένειές τους χρειάζονται υποστήριξη και υπηρεσίες νωρίτερα από τους άλλους ανθρώπους με άνοια, ειδικά όταν έχουν χαμηλό προσωπικό εισόδημα. Αυτό δημιουργεί σοβαρές προκλήσεις για την παροχή υπηρεσιών.

3.6 Ανάπτυξη Υπηρεσιών

3.6.1 Πρωτοβάθμια φροντίδα

Ένα βασικό στάδιο στη φροντίδα της άνοιας είναι η αναγνώριση και διάγνωση των ατόμων με άνοια. Σε χώρες με χαμηλό εισόδημα αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί από εργάτες υγειονομικών κέντρων [63] εποπτευόμενοι από νοσοκόμες ή ιατρούς. Σε πιο προχωρημένο συστήματα υγείας η διάγνωση τείνει να είναι ευθύνη των γιατρών, ιδιαίτερα όταν υπάρχει διαθέσιμη χρηματοδότηση για την αντιμετώπιση της με φάρμακα.

Ωστόσο, η διάγνωση, χωρίς μετέπειτα παρακολουθούμενη στήριξη δεν θα βοηθήσει τους ανθρώπους με άνοια και τις οικογένειές τους να σχεδιάσουν και να προετοιμαστούν να αντιμετωπίσουν την ασθένεια. Η παροχή πληροφοριών, η εκπαίδευση και η υποβοήθηση των ατόμων με άνοια να συμβιβαστούν με τη διάγνωσή τους είναι όλα τα ζωτικής σημασίας, εάν οι οικογένειες θέλουν να μεγιστοποιηθεί η ποιότητα ζωής του ατόμου. Αυτό μπορεί να παρέχεται από τους νοσηλευτές, εργαζόμενους στην υγειονομική περίθαλψη [64] ή εκπαιδευμένους εθελοντές και

εποπτεύεται από την κινητοποίηση των μη κυβερνητικών οργανώσεων. Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα για πιστοποιημένους φροντιστές προωθείται από το «Fundacion Alzheimer de Venezuela» και το «Instituto de Formacion de Recursos Humanos para Personas con Discapacidad» δείχνει πώς μια νέα γενιά αμειβόμενων φροντιστών, πολλοί από τους οποίους ήταν άνεργοι, μπορούν να εκπαιδευθούν για να παράσχουν υποστήριξη στις οικογένειες, που είναι πιο προσιτό από την κατ'οίκον νοσηλεία που παρέχεται από τους επαγγελματίες νοσηλευτές [65]. Στη Νότια Κορέα, οι απλοί πολίτες που εκπαιδεύονται να υποστηρίζουν την άνοια και να είναι σε θέση να βοηθήσουν τα άτομα με άνοια και τους οικογενειακούς φροντιστές. Ο στόχος είναι η πρόσληψη 120.000 υποστηρικτικών μέχρι το 2012 [66]. Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά της πρωτοβάθμιας φροντίδας είναι να εξασφαλίσει όπου είναι δυνατό, να αντιμετωπιστούν άλλες ασθένειες και όσο το δυνατόν να είναι διαθέσιμη περισσότερη βοήθεια για την υποστήριξη των οικογενειακών φροντιστών. Κοινωνικές υπηρεσίες για άτομα με άνοια θα πρέπει να σχεδιαστούν γύρω από τις προσωπικές τους ανάγκες. Αυτό θα μπορούσε να συμπεριλάβει τις υπηρεσίες υποστήριξης στο σπίτι, τις ευκαιριακές και σε κέντρα ημέρας προστασίας των ηλικιωμένων.

3.6.2 Δευτεροβάθμια περίθαλψη

Καθώς η άνοια προχωράει το άτομο με άνοια γίνεται όλο και περισσότερο εξαρτητοποιημένο της βοήθειας από άλλους. Σε χώρες με χαμηλό εισόδημα αυτό θα πρέπει να παρέχεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τις οικογένειες αλλά σε χώρες υψηλότερου εισοδήματος υπάρχει σημαντική χρήση της φροντίδας και οι οικοί ευγηρίας αναθέτουν στους υπαλλήλους τους να φροντίζουν τα άτομα με άνοια, όταν οι οικογένειες τους δεν είναι σε θέση να το πράξουν. Η ανάπτυξη της περίθαλψης σε ιδρύματα απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε εγκαταστάσεις και στην ικανότητα του προσωπικού, ώστε να παρέχουν περίθαλψη καλής ποιότητας. Αυτό είναι επίσης το στάδιο της άνοιας, όταν η συμπεριφορά των ανθρώπων με άνοια γίνεται ιδιαίτερα δύσκολη για τις οικογένειες και το προσωπικό φροντίδας. Η καλή ποιότητα της συμπεριφοράς και η ψυχιατρική αξιολόγηση από έμπειρους ειδικούς στην φροντίδα της άνοιας μπορεί να προσφέρει πολύτιμη συμβολή στο σχεδιασμό των επιμέρους προγραμμάτων φροντίδας που μεγιστοποιούν τη συνεισφορά της ιατρικής αγωγής και φροντίδας.

3.7 Σύγχρονες εργασίες

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι διάφορες προσπάθειες στην υποβοήθηση των ασθενών με άνοια. Σε αντίθεση με την περίπτωση των πτώσεων δεν υπάρχει τόση έρευνα στην ανάπτυξη συστημάτων, αυτό μπορεί να οφείλεται ότι η χρήση του gps άρχισε στο ευρύ κοινό αφού άρχισε στα μέσα του 1990 [90]. Παρόλα αυτά από το 2000 δόθηκαν ολοκληρωμένες και αξιόπιστες λύσεις.

[85] Το 2000 έγινε μια από τις πρώτες προσπάθειες για την αντιμετώπιση της περιπλάνησης από την άνοια χρησιμοποιώντας το κινητό. Ο ασθενής κουβαλούσε μαζί του μια συσκευή ανταπόκρισης αποτελούμενο από ένα κινητό και ένα gps. Ένα μέλος της οικογένειας μπορούσε να καλέσει την συσκευή ανταπόκρισης και να έβλεπε στην οθόνη την γεωγραφική θέση του ασθενή πάνω στον χάρτη. Ο δέκτης gps τοποθετείται κάθετα στο στήθος του ασθενή και καλυπτόταν από λεπτά ρούχα. Στις πιο αντίξορες καιρικές συνθήκες ή εκεί που δεν υπήρχε καλή λήψη σήματος η ακρίβεια του συστήματος μπορούσε να διαφέρει μέχρι και 100 μέτρα από την πραγματική θέση.

Τέσσερα χρόνια μετά αναπτύχθηκε ένα παραπλήσιο σύστημα [86] που ενσωμάτωνε στον ασθενή ένα κινητό τηλέφωνο σε ένα περιδέραιο. Κάθε ένα λεπτό και μέσα σε 5 δευτερόλεπτα το κινητό αποστέλλε το στίγμα του ασθενή. Η απόσταση υπολογιζόταν μεταξύ της απόστασης του κινητού και των κεραιών της κινητής τηλεφωνίας. Στην συνέχεια ένας υπολογιστής υπολόγιζε το αν ο ασθενής έχει

χαθεί συγκρίνοντας τις συντεταγμένες του ασθενή με αυτές του σπιτιού του. Σε περίπτωση απομάκρυνσης ο υπολογιστής ειδοποιεί φωνητικά τον συγγενή και του αποστέλλει ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου συμπεριλαμβάνοντας έναν χάρτη και την θέση του ασθενή και τον ενημερώνει φωνητικά για την κατάσταση του. Αν ο συγγενής δεν λάβει την φωνητική ενημέρωση τότε αυτή αποστέλλεται στον επόμενο καταχωρημένο.

Στη συγκεκριμένη μελέτη [87] χρησιμοποιήθηκαν κινητά με ενσωματωμένο gprs και πυξίδα. Στην πρώτη λειτουργία το κινητό καταγράφει περιοδικά την θέση του ηλικιωμένου και υπολογίζει αν είναι ασφαλής εντός της περιμέτρου που έχει οριστεί. Αν ανιχνευθεί απομάκρυνση τότε στέλνεται ειδοποίηση στους φροντιστές του μέσα από ένα δίκτυο κοινωνικής δικτύωσης. Έτσι μπορούν να δουν την ακριβή του θέση στον χάρτη και να τον καλέσουν από το κινητό τους πατώντας ένα κουμπί στην οθόνη τους. Έπειτα το κινητό του ηλικιωμένου αρχίζει να δονείται και να κουδουνίζει δείχνοντας του στον χάρτη τον δρόμο της επιστροφής προς το σπίτι του. Στην δεύτερη λειτουργία καταγράφεται η απομάκρυνση του ηλικιωμένου από τον φροντιστή. Έτσι αντί να έχουμε μια στατική (σπίτι) γεωγραφική θέση και μια δυναμική (ηλικιωμένος), έχουμε δυο δυναμικές (ηλικιωμένος, φροντιστής). Αν ο ηλικιωμένος απομακρυνθεί από τον φροντιστή του τότε ο φροντιστής λαμβάνει την θέση του στον χάρτη και ο ηλικιωμένος την θέση του φροντιστή με οδηγίες πάνω στον χάρτη. Όλες οι ειδοποιήσεις και οι διαβιβάσεις γίνονται με την βοήθεια κοινωνικού δικτύου.

Το iwander [88] είναι μια εφαρμογή για την αντιμετώπιση της άνοιας αναπτυγμένο στο Google Android. Χρειάζεται μια συσκευή android με ενσωματωμένο gprs. Οι φροντιστές μπορούν να παρακολουθούν τους ασθενείς από απόσταση. Τα δεδομένα που συλλέγονται αξιολογούνται με τεχνικές Bayesian δικτύου που υπολογίζουν την πιθανότητα συμπεριφοράς περιπλάνησης. Μετά την αξιολόγηση και με βάση της σοβαρότητας της κατάστασης μπορεί να προσφερθούν κατευθύνσεις για να τον γυρίσουν πίσω στο σπίτι, ειδοποίηση του φροντιστή, σύσταση γραμμής επικοινωνίας μεταξύ του ασθενή και του φροντιστή ή του 166. Καθώς οι ασθενείς χρησιμοποιούν το σύστημα περισσότερο το σύστημα προσαρμόζεται καλύτερα στην συμπεριφορά και αυξάνει την ακρίβεια του Bayesian δικτύου για όλους τους ασθενείς. Το σύστημα είναι αυτόνομο αφού μπορεί να καθοδηγήσει τον ασθενή σπίτι του στην περίπτωση που αντιληφθεί ότι χάθηκε. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην εξίσωση Bayesian δικτύου λαμβάνονται υπόψη η ηλικία, το επίπεδο της άνοιας, η μέρα, η ώρα, ο χρόνος που είναι έξω, οι καιρικές συνθήκες και η τοποθεσία. Επίσης υπάρχει περιορισμός των ψευδής αληθών αφού όταν εντοπιστεί περιπλάνηση τότε υπάρχει μια ένδειξη στην οθόνη του κινητού που ρωτάει τον ασθενή αν είναι καλά, αν δεν ανταποκριθεί τότε σημαίνει ότι χάθηκε.

Ίσως είναι η μόνη προσπάθεια [89] να δοθεί μια ολοκληρωμένη λύση όσον αφορά τις πτώσεις και τις περιπλανήσεις των ηλικιωμένων. Η σχεδίαση του συστήματος του ασθενή είναι ένα gprs και ένα κινητό τηλέφωνο σε μια συσκευή που τοποθετείται στην ζώνη. Το σύστημα χρησιμοποιεί sms για να ειδοποιεί για την θέση του ασθενή και αυτά λαμβάνονται από ένα υπολογιστή με ενσωματωμένο gprs. Το σύστημα έχει δυνατότητες να ανιχνεύει το γεωγραφικό στίγμα και να ειδοποιεί με sms, ενσωματωμένο κουμπί πανικού, ανίχνευση θέσης και ειδοποίηση κατά την απομάκρυνση, ειδοποίηση κατά την εκτεταμένη αδράνεια και ειδοποίηση για πτώσεις. Οι ειδοποιήσεις στέλνονται απευθείας στο κινητό του φροντιστή μέσω sms και στον υπολογιστή του αφού πρώτα καταγραφούν σε μια βάση δεδομένων. Μετέπειτα είναι προσβάσιμη η τοποθεσία του ασθενή μέσω του υπολογιστή που γίνεται με την βοήθεια του google maps και της βάσης δεδομένων.

Αν και η συσκευή αυτή είναι πιο εύχρηστη και εύκολη ώστε να προσαρμοστεί ο ασθενής, παρόλα αυτά δεν παρέχει πλήρη αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και συσκευής σε αντίθεση με τα έξυπνα τηλέφωνα που διαθέτουν οθόνη και ηχητικές ειδοποιήσεις.

4. ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗ ΔΙΑΒΙΩΣΗ ΤΩΝ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΩΝ

4.1 Επιλογή του έξυπνου τηλεφώνου

Έχουμε επιλέξει να αναπτύξουμε το σύστημά μας σε ένα έξυπνο τηλέφωνο. Τα έξυπνα τηλέφωνα είναι ελαφριά, απόλυτα φορητά και αποτελεσματικά στο να εφαρμόσουμε το σύστημα ανίχνευσης πτώσης. Επίσης ο χρήστης συμπεριλαμβανομένων των ηλικιωμένων είναι πιο πιθανό να φέρει μαζί του το κινητό τηλέφωνο και να μην το ξεχάσει από μια άλλη συσκευή εντοπισμού. Ένα έξυπνο τηλέφωνο είναι μια πανίσχυρη συσκευή και περιλαμβάνει μια σειρά από διαφορετικούς αισθητήρες. Η πιο σημαντική είναι το επιταχυνσιόμετρο. Σε αντίθεση με τις εμπορικές συσκευές ανίχνευσης πτώσης δηλαδή το κουμπί πανικού, το έξυπνο τηλέφωνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους.

Σχεδόν ο καθένας κατέχει ένα κινητό τηλέφωνο και έχει παρατηρηθεί η όλο και πιο αυξημένη δημοτικότητα τους. Αυτό θα επιτρέψει το σύστημα να φθάσει με ευκολία σε περισσότερους χρήστες από ότι αν είχε αναπτυχθεί με εξειδικευμένο υλικό.

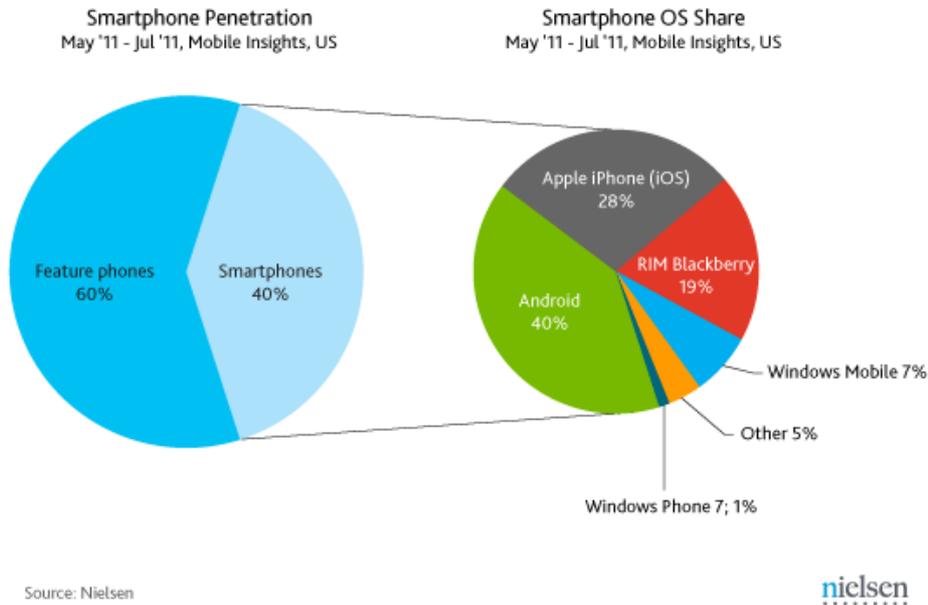
Η εφαρμογή του συστήματος σε ένα έξυπνο τηλέφωνο συνδυάζει το τμήμα ανίχνευση πτώσης του συστήματος με το τμήμα επικοινωνίας, δηλαδή, μετά την ανίχνευση μια πτώσης από το σύστημα γίνεται αυτόματα η επικοινωνία, είτε μέσω SMS, ή κλήσης, ή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, είτε μέσω κοινωνικών δικτύων (facebook, twitter) ή συνδυασμού τους. Επιπλέον τα έξυπνα κινητά προσφέρουν τη δυνατότητα συνδεσιμότητας με άλλες συσκευές, αν χρειάζεται, μέσω π.χ. bluetooth. Κάνοντας το σύστημα ικανό να εντοπίσει το γεωγραφικό στίγμα με χρήση του GPS ή του ασύρματου δικτύου.

Τέλος επιλέγεται η πλατφόρμα του κινητού να είναι Android. Οι εφαρμογές μπορεί να γίνουν εύκολα και με μηδαμινό κόστος από πλευράς λογισμικού. Επιπρόσθετα έχει την μεγαλύτερη αύξηση [εικόνα 3] και το μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά [εικόνα 4].

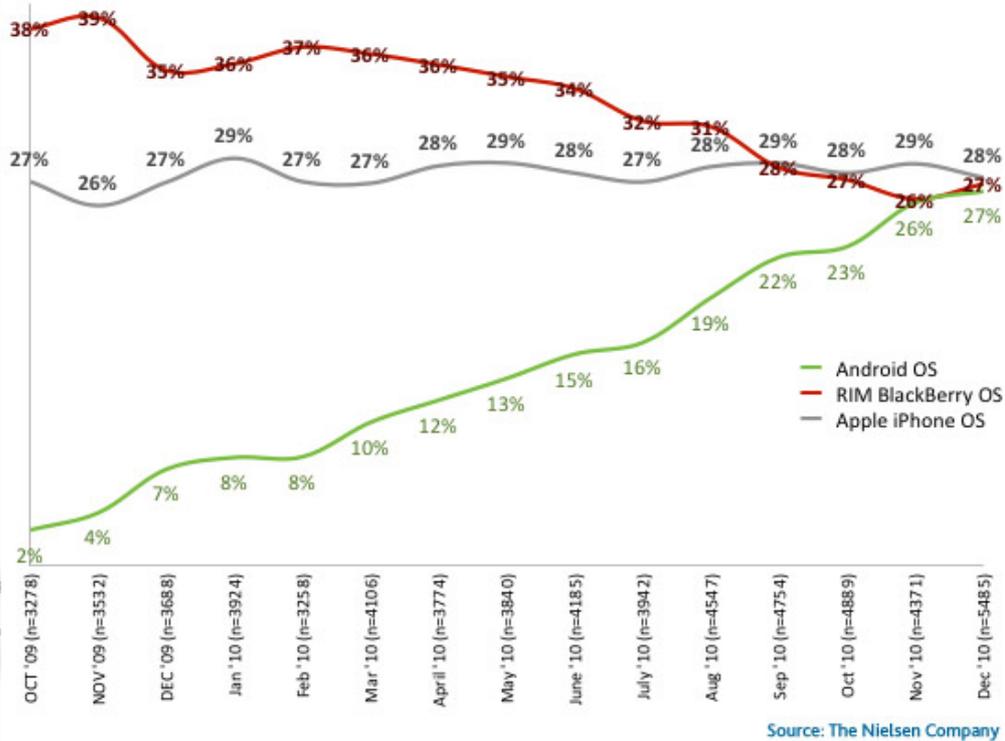
Υπάρχουν πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις στην ανίχνευση πτώσεων όσον αφορά το είδος του εξοπλισμού και του λειτουργικού που θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε. Χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο τηλέφωνο με ενσωματωμένους αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο, κλπ.) είναι μια μόνο από αυτές.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, συνδυάζοντας διάφορες συσκευές με αισθητήρες οδηγούμαστε σε όλο και καλύτερη απόδοση του ανεπτυγμένου συστήματος. Το σύστημα μας θα επικεντρώνεται μόνο σε απλή ανίχνευση πτώσης. Η περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος μπορεί να γίνει με τη χρήση πρόσθετων αισθητήρων. Η χρήση της συγκεκριμένης ανοικτής πλατφόρμας Android μας δίνει αυτή την δυνατότητα αφού είναι ανοικτού λογισμικού.

Αντιθέτως κριτική γίνεται στην χρήση εξωτερικών αισθητήρων βασιζόμενες σε προσεγγίσεις ότι, ο χρήστης μπορεί να ξεχάσει να φορτίσει ή να φορέσει τον αισθητήρα, επομένως αφήνει το σύστημα σε μη λειτουργική κατάσταση.



Εικόνα 3: 40% των κινητών είναι έξυπνα τηλέφωνα, από τα οποία το 40% χρησιμοποιούν ως πλατφόρμα το Android, Nielsen Company



Εικόνα 4: Μερίδιο αγοράς έξυπνων τηλεφώνων 10/2009-10/2010, Nielsen Company

Σύστημα έγκαιρης ειδοποίησης για ανοϊκούς ασθενείς και ηλικιωμένους σε κινητό τηλέφωνο

4.2 Πλατφόρμα Google Android

Όπως αναφέραμε προηγουμένως τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα δεν είναι μόνο απλές συσκευές επικοινωνίας. Έχουν πλέον τη δυνατότητα να ανιχνεύουν φυσικές και περιβαλλοντικές ιδιότητες, όπως η εικόνα, την επιτάχυνση, τον προσανατολισμό, το φως, το μαγνητικό πεδίο και την θερμοκρασία, που προσφέρουν επεκτάσεις στις κινητές εφαρμογές. Οι επεκτάσεις αυτές είναι δυνατές μέσω της χρήσης των εκάστοτε αισθητήρων [67].

Ένα έξυπνο τηλέφωνο βασισμένο σε Android τρέχει το λειτουργικό σύστημα Android. Το Android αναφέρεται σε ένα ανοικτού λογισμικού λειτουργικό σύστημα και σε μια επίσης ανοικτού λογισμικού πλατφόρμα ανάπτυξης, η οποία δίνει στον καθένα την ευκαιρία να δημιουργήσει κινητές εφαρμογές.

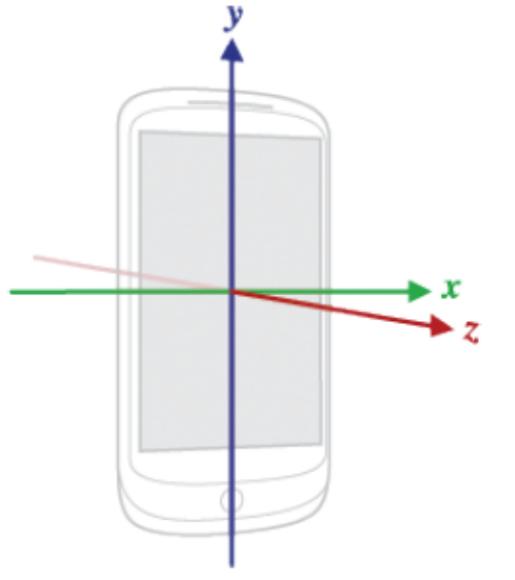
Το Android Software Development Kit (SDK) περιλαμβάνει τα στοιχεία που είναι αναγκαία για την ανάπτυξη, εφαρμογές ελέγχου και τον εντοπισμό σφαλμάτων. Αυτό περιλαμβάνει τις Android βιβλιοθήκες API, τα εργαλεία ανάπτυξης (για τη σύνταξη και τον εντοπισμό σφαλμάτων εφαρμογών), τον εξομοιωτή Android (που προσομοιώνει γραφικά μια κινητή συσκευής), την πλήρη τεκμηρίωση, δείγματα κώδικα και ηλεκτρονική υποστήριξη. Ο κώδικας Android είναι γραμμένος στην γλώσσα προγραμματισμού της Java [67, 69]. Το Android προσφέρει επίσης μια επέκταση για το Eclipse, με την ονομασία Android Developer Tool (ADT). Το Eclipse είναι μια ανοικτού λογισμικού IDE (integrated development environment) και είναι ιδιαίτερα δημοφιλής για την ανάπτυξη Java. Η επέκταση απλοποιεί τη δημιουργία projects σε Android, τον έλεγχο, και τον εντοπισμό σφαλμάτων, με την ενσωμάτωση των εργαλείων ανάπτυξης και εξομοιωτή στο IDE [67, 69].

Οι βιβλιοθήκες API απλοποιούν την ανάπτυξη που συνεπάγεται με το υλισμικό της συσκευής, συγκεκριμένα, το Android αφαιρεί από την υλοποίηση τον αισθητήρα της κάθε συσκευής. Κάθε αισθητήρας περιγράφεται από την τάξη αισθητήρα και διαφορετικού τύπου αισθητήρες είναι διαθέσιμοι στο έξυπνο κινητό.

Η τάξη του αισθητήρα χρησιμοποιείται να περιγράψει τις ιδιότητες κάθε αισθητήρα, συμπεριλαμβανομένου του τύπου, του ονόματος, του κατασκευαστή, και πληροφορίες για την ακρίβεια του ή την εμβέλεια του. [67].

Οι υποστηριζόμενοι τύποι αισθητήρων είναι:

- Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer): Μετράει την τρέχουσα επιτάχυνση κατά μήκος x (πλάγια), y (κατακόρυφα) και z (διαμήκης) άξονες σε σχέση με την οθόνη του (σχήμα) σε μονάδες SI (International System) π.χ. m/s^2 . Η επιτάχυνση ορίζεται ως ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας. Τα επιταχυνσιόμετρα μετρούν τόσο στατική (π.χ. της βαρύτητας) όσο και δυναμική (π.χ. δόνηση) επιτάχυνση, αλλά δεν είναι σε θέση να προσδιορίσουν πια από τις δύο είναι. [67, 68, 70].



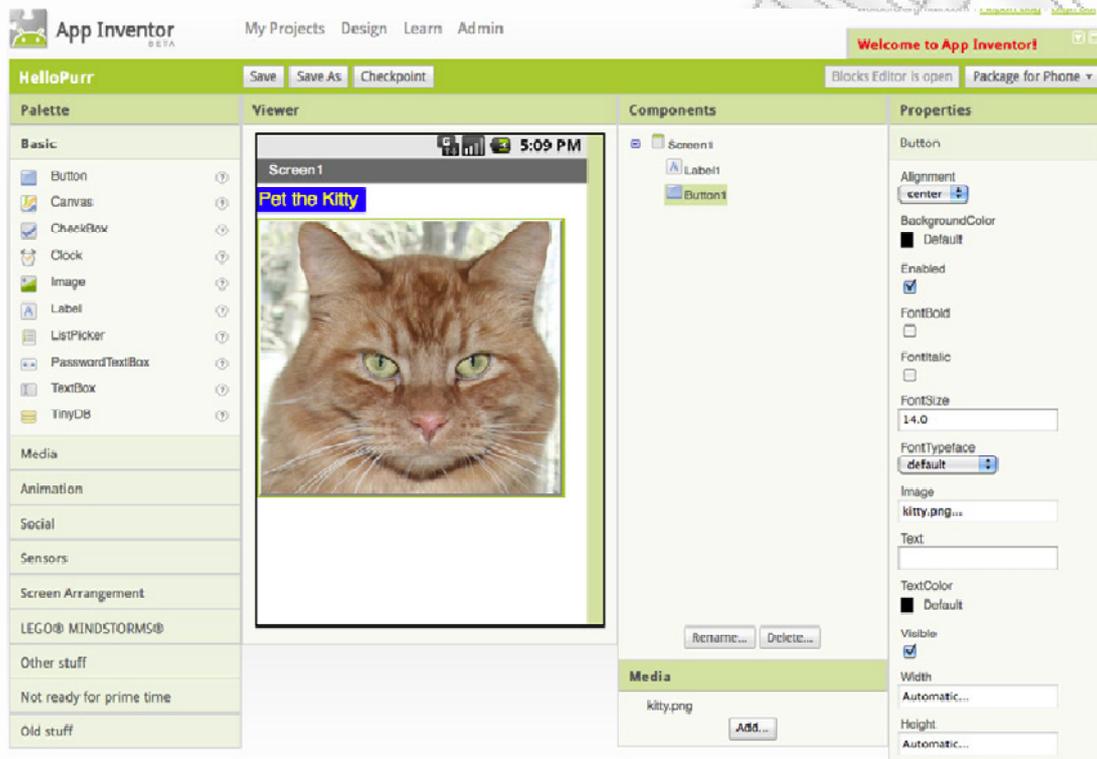
Εικόνα 5: Σύστημα συντεταγμένων αισθητήρα επιτάχυνσης [69]

- Γυροσκόπιο (Gyroscope): μετρά το ρυθμό της περιστροφής γύρω από τους ίδιους με πριν, τρεις άξονες για την (εικόνα 5), σε ακτίνια / δευτερόλεπτο. Η περιστροφή του είναι θετική αριστερόστροφα. Ο υπολογισμός της γωνίας γίνεται με την ενσωμάτωση της εξόδου του γυροσκοπίου στην πάροδο του χρόνου [69].
- Φωτεινότητα (Light): Προσδιορίζει την φωτεινότητα της περιβάλλουσας σε lux.
- Μαγνητικό πεδίο (Magnetic field): Μετράει το τρέχον μαγνητικό πεδίο διαμέσου των τριών αξόνων σε μικρο-Tesla.
- Πίεση (Pressure): Αισθάνεται την τρέχουσα ατμοσφαιρική πίεση, σε kilopascals.
- Εγγύτητα (Proximity): Παρέχει την απόσταση μεταξύ αισθητήρα και ενός αντικειμένου, σε μέτρα.
- Θερμοκρασία (Temperature): Επιστρέφει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου σε βαθμούς Κελσίου [67, 70].

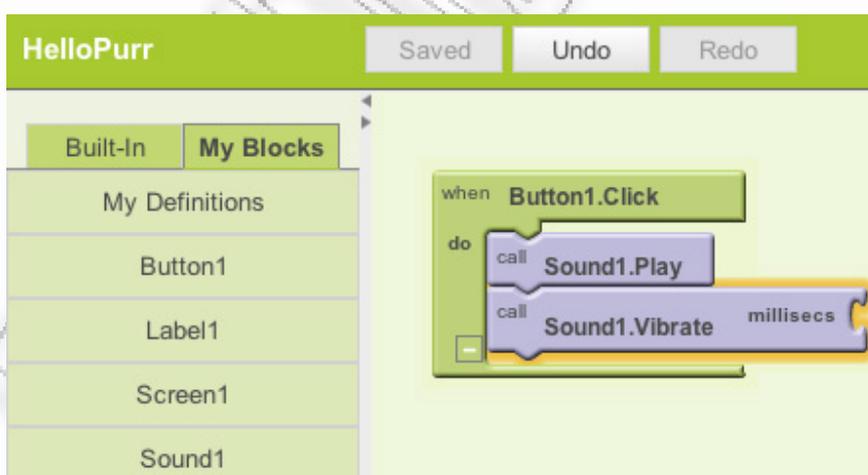
Το επιταχυνσιόμετρο και η πυξίδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν την κατεύθυνση της συσκευής, τον προσανατολισμό (orientation) και την κίνηση [67]. Πρόσφατα, όλο και περισσότερα κινητά συνδυάζουν δεδομένα αισθητήρων με σκοπό την παραγωγή νέων αισθητήρων ή την ενίσχυση των ήδη υπάρχουσων [71].

Τον τελευταίο χρόνο η google εισήγαγε το app inventor. Το app inventor είναι ένα οπτικό drag-and-drop εργαλείο που αντικαθιστά τον κώδικα με οπτικά κομμάτια σαν ένα πάζλ. Το κάθε κομμάτι μπορεί να συμβολίζει κάτι διαφορετικό, από μια τάξη, ένα αντικείμενο έως μια παράμετρο ενός αισθητήρα. Κάθε κομμάτι δεν μπορεί να κουμπώσει με οποιοδήποτε άλλο αλλά μόνο με συγκεκριμένα αποφεύγοντας έτσι τα λάθη. Για να φτιαχτεί ένα πρόγραμμα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν κομμάτια του οπτικού κώδικα με την σωστή σειρά, όπως ακριβώς όταν γράφουμε κώδικα από την αρχή. Επίσης

δίνονται οι δυνατότητες για έλεγχο, εντοπισμό σφαλμάτων, χρήση εξομοιωτή τηλεφώνου, ακόμα και την άμεση μεταφορά των αλλαγών του προγράμματος στο κινητό μόλις το τροποποιήσουμε. Αποτελεί την ιδανική λύση για την δημιουργία πρότυπων εφαρμογών και την δοκιμή τους πριν την υλοποίηση σε SDK [72].



Εικόνα 6: Περιβάλλον ανάπτυξης App Inventor



Εικόνα 7: Περιβάλλον διασύνδεσης των block στο App Inventor

4.3 Διεπαφή

Η ανεξάρτητη διαβίωση των ηλικιωμένων είναι θέμα που θα προσπαθήσουμε να το μελετήσουμε στη συνέχεια. Ένα εύρος προϊόντων για ανεξάρτητη διαβίωση και υπηρεσίες είναι πλέον διαθέσιμο για να βοηθήσουν τους ηλικιωμένους να παραμείνουν στο σπίτι τους παρά τις μεταβαλλόμενες φυσικές τους ανάγκες. Αυτό βοηθά στην καθυστέρηση και σε πολλές περιπτώσεις, αποφυγή της μετακίνησης τους σε οίκους ευγηρίας. Τα προϊόντα αυτά έχουν ένα κοινό, το υψηλό κόστος που τα καθιστά δύσκολα στο να γίνουν εμπορικά για προσωπική χρήση. Το υψηλό κόστος προέρχεται από τα τέλη που πρέπει να πληρώσει κάποιος κάθε μήνα για την υπηρεσία καθώς και το κόστος του εξοπλισμού. Η υπηρεσία περιλαμβάνει κάποιον υπεύθυνο που είναι διαθέσιμος 24/7 (24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα) και περιμένει κλήση για να αποστείλει βοήθεια εφόσον ο ηλικιωμένος πιέσει το κουμπί και ζητήσει βοήθεια. Σε πολλές περιπτώσεις, οι ηλικιωμένοι πέφτουν και χτυπούν το κεφάλι στον τοίχο ή στο πάτωμα και χάνουν τις αισθήσεις τους αδυνατώντας εκ των υστέρων να πατήσουν το κουμπί και να ζητήσουν βοήθεια, πράγμα που κάνουν αυτά τα προϊόντα αναξιόπιστα. Επίσης δεν είναι λίγες οι φορές που χάνουν τον προσανατολισμό τους, είτε λόγω κάποιας μορφής άνοιας είτε λόγω ηλικίας.

Κύριες προτεραιότητες υπήρξαν η αντιμετώπιση του υψηλού κόστους και η αυξημένη αξιοπιστία του προϊόντος. Υλοποιήθηκαν δυο τρόποι στην εκζήτηση βοήθειας: ένα κουμπί έκτακτης ανάγκης γνωστό και ως κουμπί πανικού και ο δεύτερος μέσα από το τριαξονικό επιταχυνσιόμετρο του κινητού, όταν ο αλγόριθμος της εφαρμογής αντιληφθεί πτώση. Και στις δύο περιπτώσεις αποστέλλεται μήνυμα στον συγγενή με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος ενώ γίνεται και εγγραφή σε απομακρυσμένη βάση δεδομένων. Έχοντας ένα αυτόματο και έναν χειροκίνητο τρόπο για να ζητήσουν βοήθεια καθιστά αυτή τη συσκευή πιο αξιόπιστη, και μπορεί να διασφαλίσει ότι οι ηλικιωμένοι θα πάρουν ιατρική βοήθεια στις περισσότερες περιπτώσεις πτώσης είτε πατήσουν το κουμπί είτε όχι.

Για την δεύτερη περίπτωση υλοποιήθηκαν δύο ακόμα υπολειτουργίες στην συσκευή που αφορούν τον προσανατολισμό και την εύρεση του ηλικιωμένου. Η πρώτη μόλις ο ηλικιωμένος πατήσει το κουμπί τότε η συσκευή θα του βγάλει οδηγίες πάνω στον χάρτη με το δρομολόγιο που πρέπει να ακολουθήσει για να βρεθεί σε ένα προκαθορισμένο ασφαλές σημείο που έχει προκαθοριστεί. Η δεύτερη εφόσον έχουμε ορίσει τις συντεταγμένες της οικίας (ή ενός άλλου σημείου που διαμένει ο ηλικιωμένος) και την μέγιστη ακτίνα που μπορεί να περιπλανηθεί από το σημείο εκκίνησης χωρίς κίνδυνο να χαθεί, τότε εφόσον κοντέψει να ξεπεράσει την μέγιστη απόσταση, λαμβάνει ηχητική ειδοποίηση ότι απομακρύνεται και όταν την ξεπεράσει η οθόνη του κινητού θα εμφανίσει την φωτογραφία του και άλλα στοιχεία επικοινωνίας. Και στις δυο περιπτώσεις της δεύτερης υπολειτουργίας το συγγενικό πρόσωπο θα λαμβάνει μήνυμα κάθε ένα λεπτό με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος και θα γίνεται η εγγραφή στην βάση. Επιπρόσθετα θα στην οπτική ένδειξη στην οθόνη θα υπάρχει και επαναλαμβανόμενη ηχητική ειδοποίηση στους περαστικούς με δυνατότητα να καλέσουν απευθείας τον συγγενή με το πάτημα ενός κουμπιού πάνω στην συσκευή.

4.4 Έξυπνα κινητά και ηλικιωμένοι

Οι κινητές συσκευές είναι μικρές, έχουν μικρές οθόνες και τα κουμπιά, ώστε οι ηλικιωμένοι άνθρωποι μπορούν να έχουν δυσκολίες να τα λειτουργήσουν. Συχνά, επίσης δεν είναι εξοικειωμένοι με τις τεχνικές αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιούνται στα κινητά τηλέφωνα [73] και έχουν φόβο των τυχών συνεπειών από την χρήση τους [74].

Για το λόγο αυτό, η αποτελεσματική χρήση των συσκευών από άτομα μεγαλύτερης ηλικίας μπορεί να επιτευχθεί μόνο αν οι διεπαφές τους είναι προσεκτικά σχεδιασμένες [73], δεδομένου ότι προτιμούν τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά που τους βοηθούν, λόγω των μειωμένων ικανοτήτων να τα λειτουργήσουν [74]. Ο σχεδιασμός των διεπαφών για άτομα μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο περίπλοκη απ' ό τι στις νεότερες ομάδες, δεδομένου ότι τα ηλικιωμένα άτομα αντιμετωπίζουν πολύ πιο αργά την επεξεργασία των χωρικών, λεκτικών και οπτικών πληροφοριών και έχουν συχνά απώλεια μνήμης [75]. Επίσης, όπως οι επιπτώσεις της γήρανσης του πληθυσμού δεν εκδηλώνονται με τον ίδιο ρυθμό για όλους, η μεταβλητότητα αυξάνεται καθώς τα άτομα μεγαλώνουν, η οποία παρουσιάζει περισσότερες προκλήσεις για το σχεδιασμό του περιβάλλοντος χρήστη [76].

Οι διεπαφές θα πρέπει να είναι:

- Εύκολες στη χρήση.
- Απλές.
- Διαισθητικές, έτσι ώστε να μην αναγκάζονται οι χρήστες να ξαναμαθαίνουν την εφαρμογή κάθε φορά που την χρησιμοποιούν.
- Λειτουργικές.
- Να υποστηρίζουν αλληλεπίδραση μεταξύ του δείκτη και της οθόνης [67].
- Ευκρινής (χρώματα και μέγεθος γραμματοσειράς).
- Να περιλαμβάνει ηχητική αλληλεπίδραση όπου κρίνεται απαραίτητο

Σύμφωνα με [73], είναι διαθέσιμες προς το παρόν οι κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό με βάση μελέτες σε νεότερους χρήστες και δεν μπορεί να εφαρμοστεί σωστά σε εφαρμογές που απευθύνονται σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας.

5. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΠΤΩΣΕΩΝ

5.1 Αρχές και Αλγόριθμοι για ανίχνευση πτώσεων

Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για τον εντοπισμό των πτώσεων. Η πρώτη, η οποία είναι και η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη, είναι η αναλυτική μέθοδος, και η δεύτερη είναι με τεχνικές μηχανικής μάθησης [79]. Ένα παράδειγμα της προσέγγισης μηχανικής μάθησης παρουσιάζεται από [81]. Με τη χρήση δεικτών, σημείωσαν διαφορετικά σημεία του σώματος και χρησιμοποίησαν αυτούς τους δείκτες ως σημεία αναφοράς. Διαπίστωσαν ότι τα σημεία αναφοράς και οι γωνίες που σχηματίζονται μεταξύ τους, είναι μια πολύ αξιόπιστη πηγή στοιχείων για την εξαγωγή χαρακτηριστικών. Μεταξύ των διαφόρων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, η SVM (Support Vector Machine), αναφέρθηκε να έχει την καλύτερη απόδοση, ακολουθούμενη από την Random Forest.

5.1.1 Μηχανική Μάθηση

Στην Επιστήμη των Υπολογιστών, ο κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης στον οποίο ένας υπολογιστής παράγει κανόνες που διέπουν ή βασίζονται σε ανεπεξέργαστα δεδομένα που τον έχουν τροφοδοτήσει ονομάζεται Μηχανική Μάθηση. Αφορά την ανάπτυξη αλγορίθμων που θα επιτρέπουν στους υπολογιστές να μάθουν πολύπλοκα πρότυπα και να πάρουν έξυπνες αποφάσεις που βασίζονται σε αυτά. Είναι ένας μεγάλος κλάδος στον τομέα της Επιστήμης Υπολογιστών που καλύπτει πολλά θέματα. Μας ενδιαφέρει κυρίως στην αναγνώριση προτύπων.

Η μηχανική μάθηση μπορεί γενικά να ταξινομηθεί σε δύο τομείς, τη μάθηση με επίβλεψη και τη μάθηση χωρίς. Στην μάθηση με επίβλεψη, το μηχάνημα προσπαθεί να εντοπίσει ομάδες παρόμοιων στοιχείων από ένα μεγαλύτερο σύνολο δεδομένων. Με άλλα λόγια, προσπαθεί να διαμορφώσει ομάδες δεδομένων με βάση κάποια κριτήρια, όπως συναρτήσεις κόστους. Το μηχάνημα δεν έχει καμία προηγούμενη γνώση των κατηγοριών που ανήκουν τα δεδομένα, προσπαθεί μόνο να εντοπίσει φυσικές συστάδες ή ομάδες δεδομένων. Η επιβλεπόμενη μάθηση από την άλλη πλευρά μαθαίνει από το σύνολο ελέγχου το οποίο περιέχει διαβαθμισμένα δεδομένα και προβλέπει τις τάξεις μη προβλέψιμων δεδομένων [26]. Για τα συστήματα ανίχνευσης πτώσης είναι πιο φυσικό να χρησιμοποιηθούν τεχνικές με επιβλεπόμενη μάθηση.

Χωρίς κανένα αναλυτικό μοντέλο, μπορεί κανείς να πραγματοποιήσει μια «έξυπνη» προσέγγιση για την ανάπτυξη της μηχανικής μάθησης στα συστήματα ανίχνευσης πτώσης ξεκινώντας από την παρατήρηση (περίοδος κατάρτισης) και στη συνέχεια ταξινόμηση. Ωστόσο, είναι απαραίτητο να καθοριστούν τα κριτήρια για την κατάταξη που είναι αρκετά σημαντικά και ανεξάρτητα (διακριτά). Εάν κάποιος προχωρήσει μέσω μιας εποπτευόμενης περιόδου εκπαίδευσης, μπορεί να εκπαιδεύσει ένα νευρωνικό δίκτυο, το οποίο στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί για να ταξινομήσει αυτόματα μελλοντικές καταστάσεις. Μόνο εκείνες που αντιμετωπιστήκαν κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης μπορεί να ταξινομηθούν, ενώ οι υπόλοιποι χαρακτηρίζονται σε μια τάξη με την ένδειξη «άλλες» (σκόνταμμα, γλίστρημα, κλπ.). Εάν η εκπαίδευση είναι «μη επιβλεπόμενη», μια τάξη «πτώση» είναι πιθανό να απομονωθεί, εάν η περίοδος εκπαίδευσης είναι αρκετά μεγάλη ή άπειρη ή εάν το γεγονός της πτώσης είναι σπάνιο. Επιπλέον, η πρώτη εκδήλωση πτώσης είναι πιθανό να χαθεί από την κατηγορία της, αφού θα είναι ακόμα άγνωστη πριν από την πρώτη της εμφάνισή [79].

Για την επιβλεπόμενη μάθηση, είναι σημαντικό η ποιότητα των δεδομένων εκπαίδευσης να είναι επαρκή, εξαντλητικά και ακριβή. Γι' αυτό, κατά την περίοδο της κατάρτισης, είναι σημαντικό να

είμαστε σε θέση να προσομοιώσουμε πτώσεις όσο πιο κοντά γίνεται στις πραγματικές, στην ομάδα των χρηστών που θα χρησιμοποιούν το σύστημα ανίχνευσης πτώσης.

Μεταξύ του αριθμού των αλγόριθμων μηχανικής μάθησης που υπάρχουν, μπορεί να προκληθεί σύγχυση στο να επιλεγεί ο σωστός για ορισμένες εφαρμογές. Υπάρχουν ακόμη και μελέτες που συγκρίνουν πολλούς από αυτούς για να συμπεράνουν ποιος είναι ο καταλληλότερος [83,84]. Στο τέλος απομένει σε ένα προγραμματιστή να επιλέξει την κατάλληλη μέθοδο κατά την κρίση του. Για ευαίσθητες εφαρμογές όπως το σύστημα ανίχνευσης πτώσης, είναι σκόπιμο να δοκιμαστούν και να συγκριθούν ένας αριθμός από αλγόριθμους για να φανεί ποιος αποδίδει καλύτερα.

5.1.2 Αναλυτική Μέθοδος

Αναλυτική μέθοδος είναι η «χειροκίνητη» ή εμπειρική μελέτη των συνόλων δεδομένων και η δημιουργία των δικών μας παραμέτρων (κατώτατα όρια) που βασίζονται σε αυτά. Υπάρχει ανάγκη για μια ενδελεχή μελέτη των πτώσεων και τις φάσεις των πτώσεων για καλύτερη κατανόηση και αποτέλεσμα.

Όταν ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης ξεκινά, θα πρέπει αμέσως να ανιχνεύσει τις καθημερινές δραστηριότητες και δεν θα πρέπει να τις μπερδέψει με πτώσεις. Αυτό συμβαίνει κατά τη φάση της πρόπτωσης.

Στην έγκαιρη διάγνωση της κρίσιμης φάσης της πτώσης, η γρήγορη επιτάχυνση μπορεί να σημαίνει, επίσης, πτώση. Κατά τη διάρκεια μιας πτώσης υπάρχει μια προσωρινή περίοδο «ελεύθερης πτώσης», κατά την οποία η κατακόρυφη ταχύτητα αυξάνεται γραμμικά με το χρόνο λόγω της βαρυτικής επιτάχυνσης. Εάν κάποιος μετρήσει την κατακόρυφη ταχύτητα σε ελεγχόμενες κινήσεις του ατόμου (για να σηκωθεί, για να σκύψει κάτω, να καθίσει), μπορεί να τις διακρίνει στη συνέχεια από αυτές που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια μιας πτώσης, η οποία θα υπερβαίνει το ενδεδειγμένο όριο. Η δυσκολία έγκειται στην επιλογή του από το όριο αυτό, αν είναι πολύ χαμηλή η συσκευή μπορεί να ανιχνεύσει, επίσης, αρνητικά γεγονότα («ψευδώς θετικά»), αλλά αν το όριο είναι πολύ υψηλό, δεν μπορεί να εντοπίσει θετικά γεγονότα («ψευδώς αρνητικά») [79]. Μία περίοδο εκπαίδευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ξεπεραστεί αυτή η δυσκολία. Αυτή η περίοδος μάθησης αυτή μπορεί να είναι «υπό επίβλεψη», ζητώντας από το χρήστη να πραγματοποιήσει μια σειρά από καθημερινές κινήσεις, προκειμένου να σηματοδοτήσει την κανονική ταχύτητα της εκτέλεσης.

Τα συστήματα ανίχνευσης πτώσης μπορεί να χρησιμοποιήσουν την πτώση επιτάχυνσης, την πτώση της ταχύτητας, τον προσανατολισμό του σώματος, την στάση του σώματος, την γωνιακή επιτάχυνση και την γωνιακή ταχύτητα στην κρίσιμη φάση ως τον καθοριστικό παράγοντα ή παράγοντες για τη διάκριση των πτώσεων από τις δραστηριότητες.

Τελικά, η ανίχνευση της πτώσης σε πολύ πρώιμο στάδιο θα μπορούσε να επιτρέψει την εφαρμογή ενός αερόσακου ή ενός συστήματος ασφαλείας που θα μπορούσε να επιβραδύνει την πτώση ή ακόμα και να σώσει το χρήστη. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση εξακολουθεί να είναι πειραματική και υπό έρευνα.

Στο τέλος της κρίσιμης φάσης, το σώμα χτυπά στο έδαφος ή σε ένα εμπόδιο. Η μηχανική ακολουθία αυτού είναι μια ξαφνική αντιστροφή της πολικότητας του διανύσματος της επιτάχυνσης προς την κατεύθυνση της τροχιάς, αυτό είναι που συνήθως αναφέρεται ως «σύγκρουση». Η ανίχνευση πτώση σε αυτή τη φάση μπορεί να γίνει με αισθητήρες πίεσης, αισθητήρες σύγκρουσης ή από το επιταχυνσιόμετρο. Ένα επιταχυνσιόμετρο θα καταγράψει μια έντονη αντιστροφή της πολικότητας του διανύσματος επιτάχυνσης προς την κατεύθυνση της τροχιάς [79]. Ο ήχος που παράγεται κατά την πρόσκρουση μπορεί επίσης να μετρηθεί [80].

Μερικά συστήματα χρησιμοποιούν αυτή την προσέγγιση, αλλά αντιμετωπίζουν δυσκολία στο να προσδιοριστεί η κατεύθυνση της τροχιάς, η οποία είναι προφανώς μεταβλητή από τη μία πτώση στην άλλη. Ωστόσο, γνωρίζουμε ότι οι περισσότερες πτώσεις γίνονται στο «οβελιαίο» επίπεδο (προς τα εμπρός ή προς τα πίσω), και την πτώση ακολουθεί συχνά μια εκούσια κίνηση, η οποία γίνεται κυρίως στο «οβελιαίο» επίπεδο (για να καθίσει, να σηκωθεί, να περπατήσει, να λυγιστεί προς τα κάτω). Μια δεύτερη δυσκολία είναι η θέση του αισθητήρα στο σώμα σε σχέση με το σημείο κρούσης. Ανάλογα με το αν ή όχι ο αισθητήρας είναι κοντά στο σημείο της πρόσκρουσης, η τιμή του σήματος που καταγράφεται κατά τη στιγμή της σύγκρουσης μπορεί να είναι διαφορετικό, και έτσι γίνεται πιο δύσκολο να αναγνωριστεί μια πτώση, όταν συμβαίνει, οδηγώντας έτσι σε σημαντικό αριθμό «ψευδών θετικών αποτελεσμάτων» [77]. Ελπίζουμε να βρούμε συστήματα μέσω πειραματικών δοκιμών, και να έχουμε αρκετά στοιχεία, έτσι ώστε στο σύστημα ανίχνευσης πτώσης να μπορεί να τα χρησιμοποιήσει.

Η πιο απλή προσέγγιση για τον εντοπισμό πτώσης είναι να ανιχνεύσουμε αν η συγκεκριμένη θέση είναι οριζόντια π.χ. από ένα οριζόντιο αισθητήρα κλίσης (μια επαφή υδραργύρου ή μια μπάλα παγιδευμένη σε έναν οδηγό). Αυτό βασίζεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες πτώσεις καταλήγουν σε οριζόντια θέση αν και αυτό δεν σημαίνει ότι όλες είναι πτώσεις [78,79]. Αυτό μπορεί να ονομαστεί ως έμμεση ανίχνευση της στάσης του σώματος που βρίσκεται κατά τη διάρκεια της μετάπτωσης. Μια άλλη προσέγγιση είναι η ανίχνευση αν τα πόδια δεν είναι σε επαφή με το έδαφος. Ο απλός εντοπισμός εάν ο χρήστης είναι σε οριζόντια θέση να σημαίνει πτώση είναι φυσικά εσφαλμένος. Κατά την διάρκεια του ύπνου μπορεί να προκληθούν «ψευδώς θετικά».

Στη φάση της μετάπτωσης, ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης μπορεί να χρησιμοποιήσει τον προσανατολισμό του σώματος, την στάση του σώματος, και την διαφορά ή μετάβαση από τον προσανατολισμό του σώματος ή την στάση του σώματος από τις φάσεις πρόπτωσης στην μετάπτωση ως καθοριστικός παράγοντα (εσ) για μια πτώση.

Στη φάση της ανάκαμψης, η έλλειψη της κίνησης, της δραστηριότητας ή της ανταπόκρισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση της πτώσης. Μετά από μια «σοβαρή» πτώση το άτομο που είναι σοβαρά τραυματισμένο, συχνά παραμένει ακινητοποιημένο σε μια στάση είτε έχει πολύ μειωμένη δραστηριότητα. Μπορούμε να διαθέσουμε ένα χρονικό περιθώριο για να παρατηρήσουμε την κατάσταση του ατόμου χρησιμοποιώντας αισθητήρες, όπως επιταχυνσιόμετρα για να εγγραφεί αν υπάρχει κάποια αντίδραση [79]. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι το χρονικό περιθώριο που θέτουμε καθυστερεί το σύστημα να ειδοποιήσει στην περίπτωση πτώσης. Πτώσεις που ακολουθούνται μετά από επιληπτικές κρίσεις θα καταγράψουν επίσης πολλή κίνηση. Το χρονικό διάστημα που ένα σύστημα ανίχνευσης πτώσης θα πρέπει να περιμένει προτού θέσει σε κίνηση τον συναγερμό, με βάση τη φάση της ανάκαμψης, είτε πρέπει να εξαρτηθεί από τη σοβαρότητα της πτώσης (εάν είναι την στιγμή μετά την σύγκρουση τότε πιθανώς να είναι σοβαρή και το διάστημα να είναι μικρό) ή ο χρήστης που χρησιμοποιεί το σύστημα (αν ο χρήστης ανακάμψει από την πτώση τότε το διάστημα πρέπει να γίνει μεγαλύτερο). Σε όλες τις περιπτώσεις ένα καλό σύστημα θα πρέπει να μειώσει αυτό το πολύ σε ένα λεπτό.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, εξετάζοντας την στάση του σώματος και όχι μόνο τον προσανατολισμό, μπορούμε να καταλάβουμε πότε συνέβη μια πτώση. Αυτό προσεγγίζει το [78]. Από τους αισθητήρες προσανατολισμού ένα γυροσκόπιο θα ήταν το καταλληλότερο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. Υπέρυθροι αισθητήρες, κάμερες και άλλοι αισθητήρες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να εντοπίσουν ακινησία. Ένα έξυπνο τηλέφωνο με το φάσμα των αισθητήρων (γυροσκόπιο, επιταχυνσιόμετρο και προσανατολισμού) θα ήταν κατάλληλο για την ανάλυση της μετάπτωσης για όλους τους προαναφερθέντες λόγους. Εάν το σύστημα γνωρίζει περισσότερα για τον χρήστη, τότε μπορεί να προβλέψει πώς ο χρήστης θα ανταποκριθεί σε αυτή την φάση, κατά την πτώση.

Εάν το σύστημα γνωρίζει πως ο χρήστης του συστήματος είναι πιθανό να αντιδράσει στην πτώση κατά τη φάση της ανάκαμψης, δηλαδή ή επιληπτικές κρίσεις μετά από μια πτώση ή αδυναμία ολοκληρωμένης κίνησης του σώματος τότε δεν θα μπερδευτεί κατατάσσοντας την ως συνηθισμένη δραστηριότητα αλλά ως σημάδι ανάκαμψης και θα συνεχίσει με την ειδοποίηση. Επίσης, αν το σύστημα γνωρίζει, ότι ο χρήστης είναι πιθανό να χρειαστεί περισσότερο ή λιγότερο χρόνο πριν από την ανάκαμψη, το σύστημα μπορεί να διαφοροποιήσει, στη συνέχεια, το χρονικό διάστημα αναμονής πριν από την ειδοποίηση για βοήθεια.

Συνδυάζοντας τις αρχές ανίχνευσης και τους αλγορίθμους από τις διάφορες φάσεις πτώσης μπορούμε να δώσουμε πιο ακριβή αποτελέσματα. Χρήση πολλαπλών αλγορίθμων ανίχνευσης ανά φάση πτώσης αυξάνουν την ακρίβεια κατά πολύ. Τα μειονεκτήματα είναι ίσως οι περισσότεροι πόροι που θα καταναλώνονται από το σύστημα (μνήμη, επεξεργαστική ισχύς) και η ελαφρώς μειωμένη αυτονομία από την χρήση του συστήματος ανίχνευσης πτώσης.

5.2 Αλγόριθμος πτώσης

Το επόμενο βήμα είναι να καταλήξουμε σε έναν αλγόριθμο που θα οδηγήσει στον εντοπισμό μιας πτώσης αποτελεσματικά και αυτόματα σε πραγματικό χρόνο. Όπως συζητήθηκε προηγουμένως, πολλές ερευνητικές ομάδες έχουν καταλήξει με συστήματα που αναφέρουν το συμβάν της πτώσης, αυτόματα ή χειροκίνητα, σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, υπάρχει ακόμη πολλή δουλειά που απαιτείται σε αυτόν τον τομέα, έτσι ώστε το σύστημα που θα αναπτυχθεί να είναι ικανό για να καθορίζει μια πτώση με μεγάλη ακρίβεια. Ως εκ τούτου, ο κύριος στόχος της διατριβής αυτής είναι η κατάληξη σε έναν αλγόριθμο που μπορούν να εφαρμοστεί στον πραγματικό περιβάλλον, έτσι ώστε όλες οι πτώσεις μπορούν να ανιχνευθούν σε πραγματικό χρόνο, με όσον το δυνατόν λιγότερα ψευδώς αληθή. Με πιο απλά λόγια, το σύστημα θα πρέπει να παρέχει υψηλή ευαισθησία και ειδικότητα στην ανίχνευση πτώσης.

5.2.1 Αλγόριθμος συνολικής επιτάχυνσης

Ο αλγόριθμος αρχικά ξεκίνησε από την προσομοίωση του κινητού σε ελεύθερη πτώση και την πρόσκρουση του σε ένα στρώμα. Ως εκ τούτου, το επιταχυνσιόμετρο κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε για τους σκοπούς της ανίχνευσης πτώσης. Επίσης ο αισθητήρας προσανατολισμού χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση του προσανατολισμού του σώματος. Έτσι ο συνδυασμός και των δυο μπορούν να δώσουν μεγαλύτερη ακρίβεια στην ανίχνευση.

Όπως οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν διαφορετικό τρόπο και μορφή στην εκτέλεση κάθε δραστηριότητας, για να αποφύγουμε αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, χρησιμοποιήσαμε μέσους όρους από πειραματικά δεδομένα που έγιναν σε καθημερινές δραστηριότητες, με διαφορετικό ρυθμό και τρόπο έτσι ώστε να καλύψουμε ένα ευρύ φάσμα των μορφών. Για παράδειγμα κάποιος ηλικιωμένος μπορεί την μια φορά να χρησιμοποιήσει ένα στήριγμα για να σηκωθεί από την θέση του ενώ μια άλλη να σηκωθεί χωρίς να υποβοηθηθεί από κάποιο αντικείμενο.

Κατά την στιγμή των δραστηριοτήτων παρατηρήθηκε μεταβολή στις επιταχύνσεις και στους τρεις άξονες (X, Y και Z) ενώ κατά τη στιγμή της πτώσης παρατηρήθηκαν απότομες μεταβολές, σε αντίθεση με τη σταδιακή αλλαγή της επιτάχυνσης. Ως εκ τούτου, πρέπει να υπολογισθεί ένας τύπος και ένα κατώτατο όριο με βάση τον αλγόριθμο που να ανιχνεύει την διαφορά μεταξύ των δραστηριοτήτων και των πτώσεων.

Αρχικά, η στιγμιαία επιτάχυνση υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$\text{Επιτάχυνση (G)} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Όταν η στιγμιαία επιτάχυνση υπολογίστηκε και αναλύθηκε για διάφορες δραστηριότητες, μια αξιοσημείωτη διαφορά παρατηρήθηκε ανάμεσα των δεδομένων μιας πτώσης και στις καθημερινές δραστηριότητες διαβίωσης. Ωστόσο, μετά από ανάλυση σχετικά με την εκτεταμένη συλλογή των δεδομένων, το χάσμα της επιτάχυνσης που υπολογίστηκε μεταξύ μια αργής πτώσης και άλλων δραστηριοτήτων (με μεγάλη ένταση και γρήγορο ρυθμό) δεν ήταν αρκετά μεγάλη ώστε να βρεθεί ένα ασφαλές κατώτατο όριο που μπορεί άνετα να διακρίνει την ανεξέλεγκτη και επικίνδυνη εκδήλωση πτώσης ανά πάσα στιγμή.

Δραστηριότητα	Μέγιστη τιμή (G)	Ελάχιστη τιμή (G)	Μέση τιμή (G)
Όρθια στάση	1.12	0.91	1.05
Περπάτημα	4.1	2.3	3.2
Καθισμένος	4.0	2.2	3.1
Γρήγορο περπάτημα	3.6	3.1	3.4
Σκόνταμμα	5.76	4.3	5
Πτώση	6.8	4.6	5.7

Πίνακας 3: Σύγκριση της επιτάχυνσης ανά δραστηριότητα

5.2.2 Αλγόριθμος διαφορικής επιτάχυνσης

Αφού επιβεβαιώσαμε ότι η στιγμιαία επιτάχυνση δεν μπορεί να είναι μια καλή ιδέα, δοκιμάσαμε μια νέα προσέγγιση για να επιτύχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, όταν τα πεδία αναλύθηκαν για περαιτέρω πληροφορίες, παρατηρήθηκαν επίσης απότομες αρνητικές μεταβολές (και στους τρεις άξονες) στην περίπτωση της πτώσης που έλειπαν στις περιπτώσεις των καθημερινών δραστηριοτήτων. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να είναι πιο εύκολα κατανοητό από τον νόμο δράσης-αντίδρασης, όπως αναφέρεται από τους νόμους του Νεύτωνα. Όταν ένα άτομο πέφτει στο έδαφος, μια μεγάλη επιτάχυνση προκαλείται εξαιτίας της. Ωστόσο, αυτή η επιτάχυνση αντιστρέφεται όταν το σώμα φτάσει στο έδαφος: λόγω της αντίδρασης που δημιουργείται από το έδαφος ώστε να φέρει το σώμα σε ηρεμία. Ακόμη και στην πιο αργή των περιπτώσεων, ένα μικρό ποσοστό των δυνάμεων δράσης-αντίδρασης παρατηρείται. Επιπλέον, η κλίση της επιτάχυνσης, δηλαδή η αλλαγή της επιτάχυνσης σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, παρέχει πολύ καλύτερη ενημέρωση, που περιγράφει το αν η κίνηση ήταν επικίνδυνη ή όχι. Ως εκ τούτου, η διαφορική επιτάχυνση, δηλαδή η πρώτη παράγωγο της επιτάχυνσης, είναι η επόμενη δοκιμή για την ανάλυση για να καθοριστεί εάν το σύστημα ανίχνευσης πτώσης μπορεί να βελτιωθεί.

Η διαφορική επιτάχυνση που προκύπτει μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστεί πόση ενέργεια ένα ανθρώπινο σώμα ασκεί κατά την εκτέλεση των διαφόρων δραστηριοτήτων. Για τον υπολογισμό της διαφορικής επιτάχυνσης για να μπορέσουμε να διαχωρίσουμε αποτελεσματικά τις πτώσεις από όλες τις άλλες δραστηριότητες, πρέπει να επιλεγεί το κατάλληλο χρονικό παράθυρο. Το ιδανικό παράθυρο υποτίθεται ότι έχει μήκος λίγο πιο μεγάλο ώστε να περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες σχετικά με την πιο αργή πτώση, δηλαδή όλες τις δυνάμεις δράσης και αντίδρασης που

σημειώθηκαν κατά την πτώση. Η εύρεση ενός κατάλληλου παράθυρο είναι απολύτως αναγκαία, διότι αν το παράθυρο είναι πολύ μικρό, δεν θα περιέχει το σύνολο των πληροφοριών από την πτώση και δεν θα είναι πολύ αποτελεσματική η ανίχνευση. Επιπλέον, αν το παράθυρο είναι πολύ μεγάλο, μπορεί να καλύπτει περισσότερες από μία δραστηριότητες και ψευδώς να τις ερμηνεύσει ως πτώσεις. Αν και οι πτώσεις είναι πολλές φορές απρόβλεπτες και μπορούν να συμβούν σε οποιαδήποτε ταχύτητα, το καλύτερο δυνατό παράθυρο βρέθηκε μετά από αυστηρές δοκιμές από ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων. Ένα σημαντικό πράγμα είναι ότι μόνο η μέγιστη και ελάχιστη τιμή επιτάχυνσης που σημειώνεται κατά την διάρκεια του παράθυρο θεωρείται για τον υπολογισμό της διαφοράς της προκύπτουσας επιτάχυνσης. Με αυτό τον τρόπο, η μέγιστη μεταβολή της επιτάχυνσης μέσα σε ένα χρονικό διάστημα θεωρείται περίπου ότι είναι η συνολική μεταβολή της επιτάχυνσης.

Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της επιτάχυνσης που προκύπτει είναι δεδομένη, όπως:

$$\text{Επιτάχυνση (G)} = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}$$

$$\text{Όπου: } dx = x_{max} - x_{min}$$

$$dy = y_{max} - y_{min}$$

$$dz = z_{max} - z_{min}$$

Εκτός από το μήκος του παραθύρου θα πρέπει να ορίσουμε και το μήκος του προσωρινού χώρου αποθήκευσης των δειγμάτων. Αν υποθέσουμε ότι κάθε άξονας δίνει 50 δείγματα το δευτερόλεπτο και το παράθυρο της πτώσης είναι για 100 δείγματα. Τότε στα δύο πρώτο δευτερόλεπτα τα 100 πρώτα δείγματα θα φορτωθούν στην προσωρινή μνήμη. Έπειτα στην αρχή του τρίτου δευτερολέπτου και μόλις πάρουμε το 101 δείγμα από τους τρεις άξονες και υπολογίζουμε την τιμή του από τον τύπο, μετακινούμε τα δείγματα κατά μια θέση αριστερά, σβήνοντας έτσι το 1 δείγμα που την θέση του παίρνει το 2 και αφήνοντας την 100 θέση για να μπει το 101 δείγμα. Με αυτή την λογική FIFO (First in First out) κάνουμε ανανέωση του παραθύρου και συνυπολογισμό της επιτάχυνσης για κάθε νέο δείγμα.

Τέλος θα μπορούσαν να δοθούν βάρη στους δυο αισθητήρες ώστε να μην έχουν και οι δύο την ίδια βαρύτητα, αλλά αυτό απαιτεί περαιτέρω εργαστηριακή έρευνα για να εκτιμηθεί το βέλτιστο βάρος του κάθε αισθητήρα.

5.2.3 Συνδιαστικός αλγόριθμος

Αν και οι δυο παραπάνω αλγόριθμοι θεωρητικά μπορούν να δώσουν την πιο αξιόπιστη ανίχνευση πτώσης ωστόσο πάνω στο κινητό δεν μπορούσαν να εφαρμοσθούν σωστά. Οι πολλοί υπολογισμοί ανά δευτερόλεπτο για να υπολογισθεί αν η τιμή της επιτάχυνσης ξεπέρασε το όριο δημιουργούσαν καθυστέρηση σε τέτοιο βαθμό ώστε πλέον να μην μπορούμε να θεωρούμε το σύστημα πραγματικού χρόνου. Πόσο μάλλον στον αλγόριθμο με την εξίσωση διαφορών που θα έπρεπε επιπρόσθετα να εισάγουμε και να εξαγάγουμε στην μνήμη 150 δείγματα ανά δευτερόλεπτο.

Έτσι κάναμε χρήση ενός αλγορίθμου που αντιλαμβανόταν την επιτάχυνση μόνο κατά την στιγμή της πρόσκρουσης. Δύο από τους αισθητήρες σε κατάσταση ηρεμίας έχουν τιμή γύρω στο 0 ενώ ο ένας γύρω στο 10. Κατά την στιγμή της πρόσκρουσης και οι τρεις αισθητήρες πλησιάζουν στο 0 έτσι

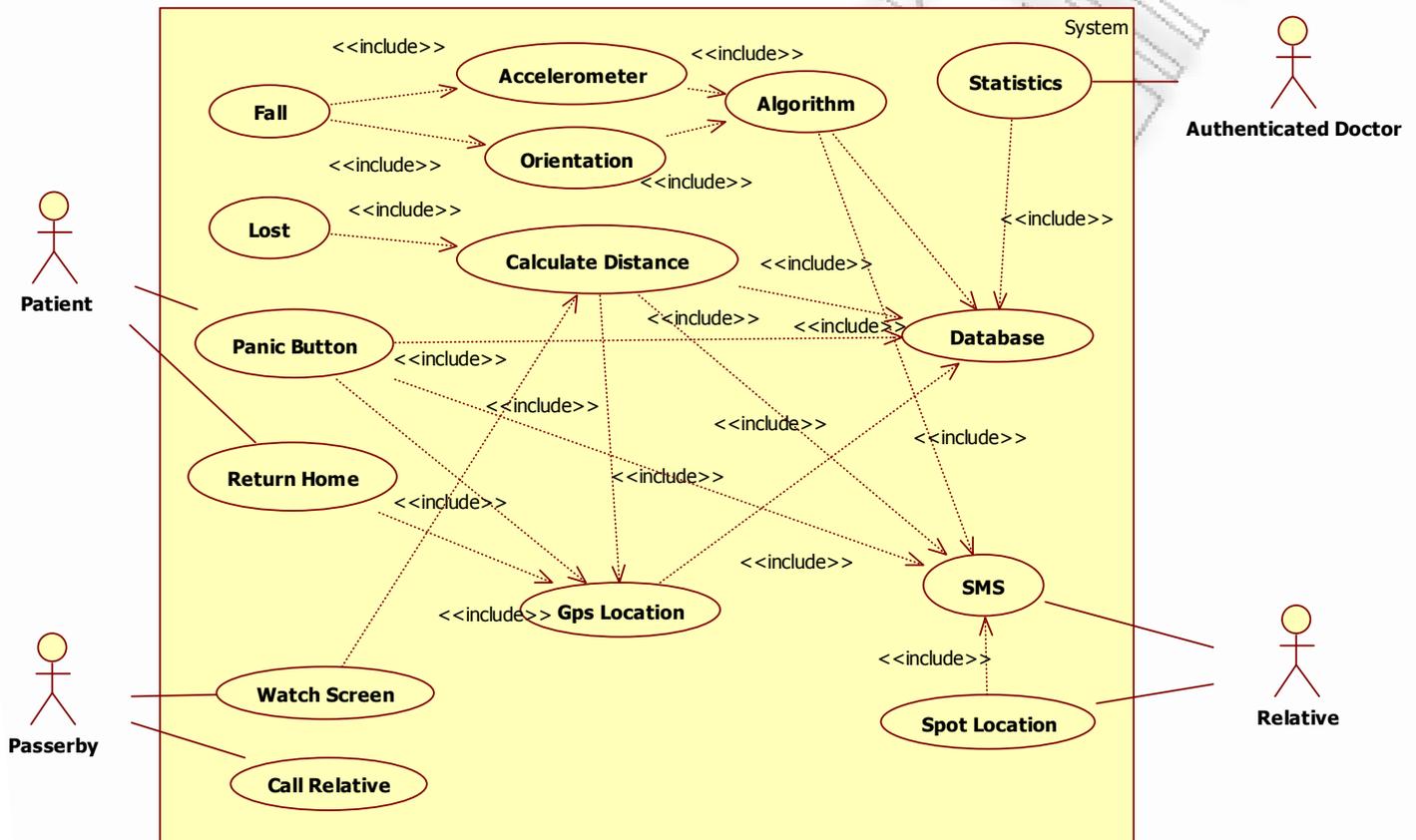
μπορούμε να ορίσουμε μια συνθήκη που να κάνει αυτό τον έλεγχο. Για να μην έχουμε ψευδώς θετικά κατά την εκτέλεση π.χ. αλμάτων.

Κάναμε την χρήση του αισθητήρα προσανατολισμού και ειδικότερα της κλίσης σε συνδυασμό με τους τρεις αισθητήρες του επιταχυνσιόμετρου. Έτσι η πτώση θα ανιχνεύεται αυτόματα μόνο όταν και οι δύο αισθητήρες έχουν τις κατάλληλες τιμές. Αναλυτικότερα μπορούμε να ορίσουμε την μέγιστη και ελάχιστη κλίση που θα θεωρούμε πτώση, καθώς είναι σχεδόν αδύνατο να πραγματοποιηθεί πτώση με το σώμα να βρίσκεται σε μεγαλύτερη κλίση από της $+40^\circ$ και μικρότερη από -60° , ακόμα και αν γίνει σε σκάλες (ανηφορικές η κατηφορικές).

6. Διαγράμματα

6.1 Διαγράμματα UML

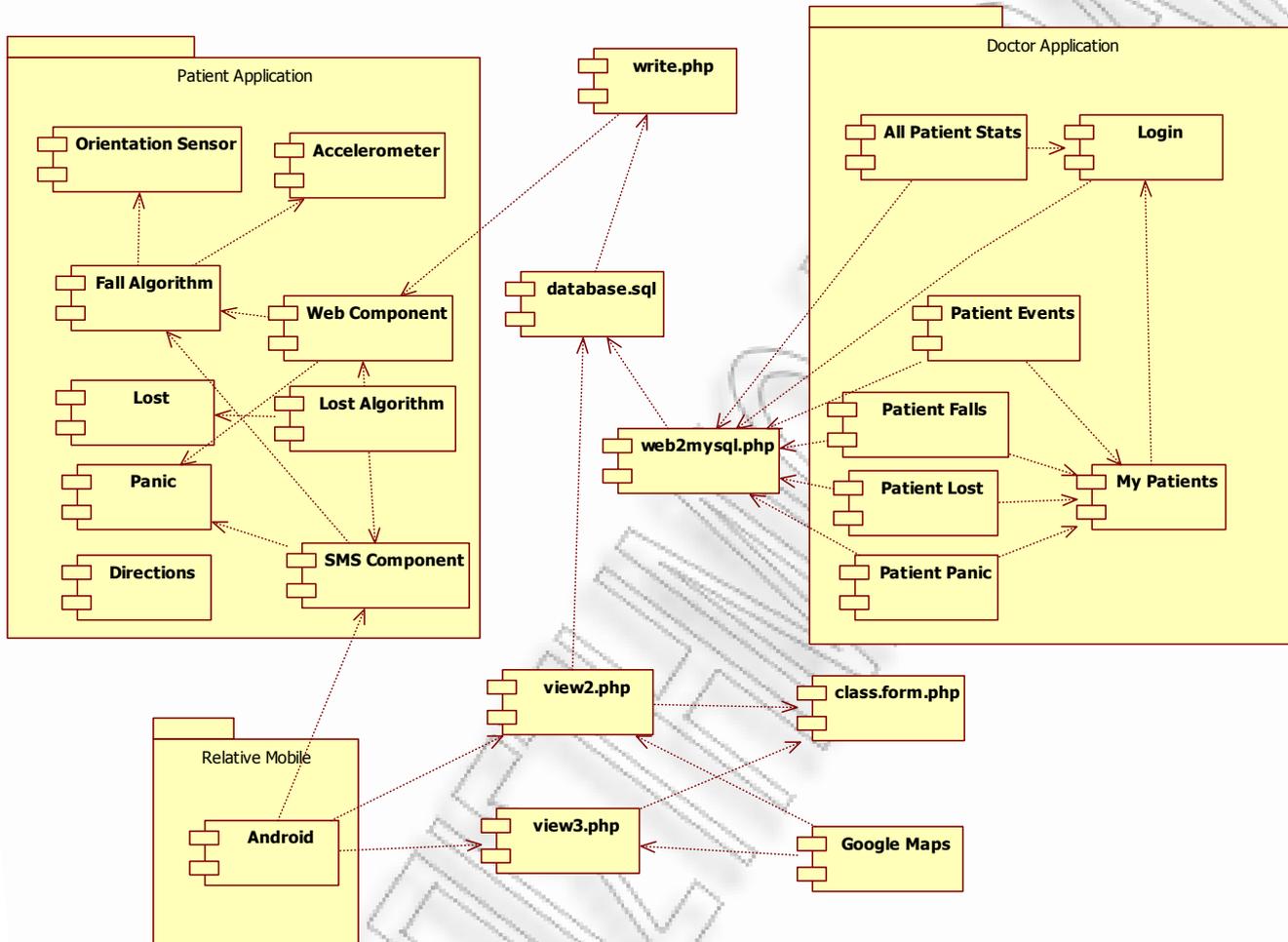
6.1.1 Διάγραμμα Use case



Σχήμα 8: Διάγραμμα Use Case

Στο διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης παρατηρούμε τέσσερις ενεργοποιούς. Ο χρήστης μπορεί να κάνει δυο λειτουργίες μέσω του κινητού, να πατήσει το κουμπί πανικού ή να ζητήσει οδηγίες για επιστροφή στο σπίτι του. Επίσης αυτόματα μπορεί να γίνει ανίχνευση πτώσης και ανίχνευση αν έχει χαθεί ο χρήστης. Στην περίπτωση που έχουμε πτώση ένας αλγόριθμος θα αναγνωρίσει μέσω του αισθητήρα επιτάχυνσης και του αισθητήρα προσανατολισμού αν οι τιμές είναι μέσα στα όρια. Έπειτα θα κάνει μια εγγραφή στην βάση και θα στείλει ένα sms στον συγγενή. Ο συγγενής μπορεί μέσω του sms να εντοπίσει την θέση του ασθενή. Επίσης όταν ο ασθενής έχει χαθεί (αν έχει ξεπεράσει τα όρια) ένας παραστικός μπορεί να επιδράσει με την οθόνη του κινητού του ασθενή και να καλέσει τον συγγενή του στο κινητό. Επιπρόσθετα ένας αυθεντικοποιημένος γιατρός μπορεί να δει στατιστικά για τα συμβάντα των ασθενών του.

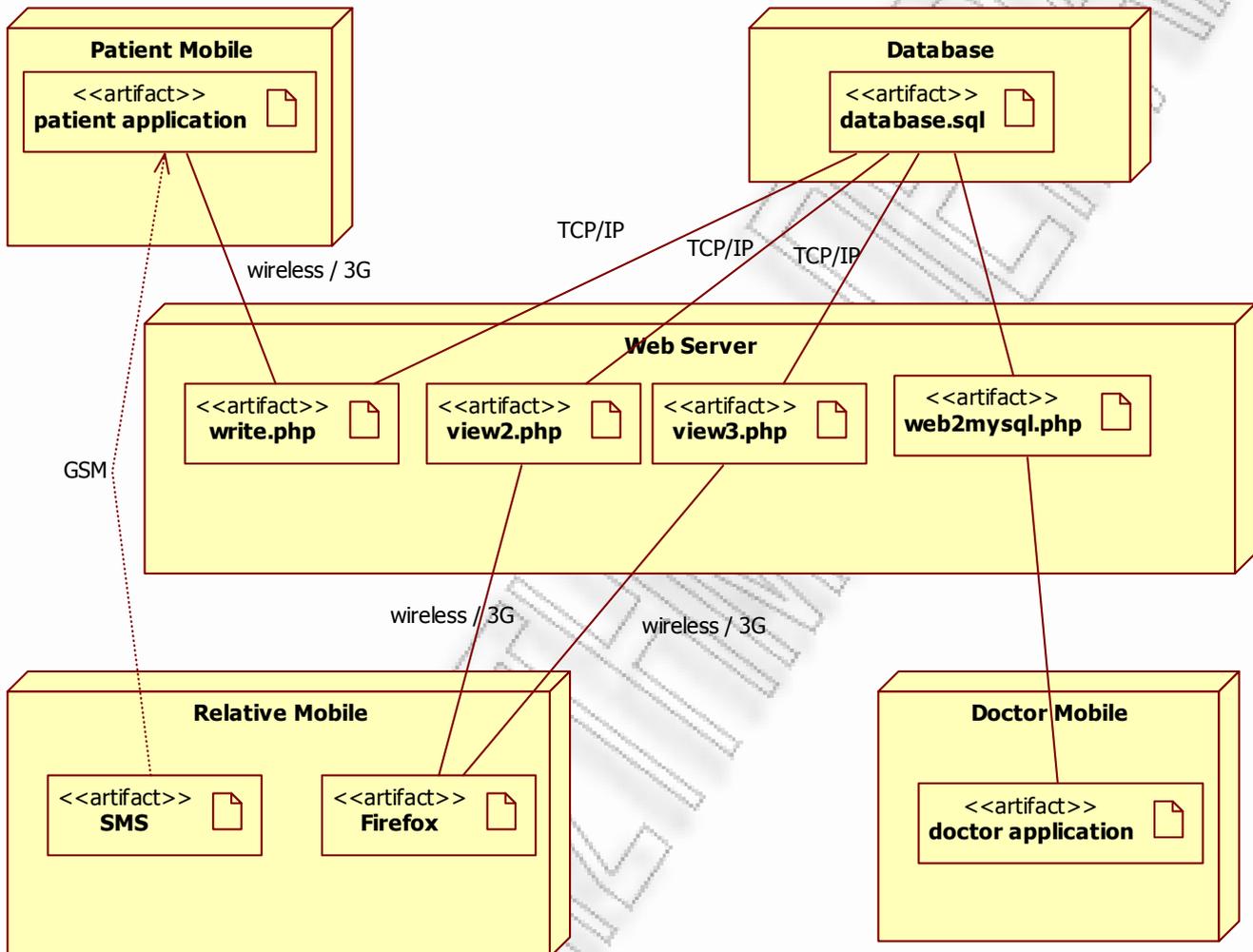
6.1.2 Διάγραμμα Component



Σχήμα 9: Διάγραμμα Εξαρτημάτων

Στο διάγραμμα εξαρτημάτων παρατηρούμε την αλληλεπίδραση των συστατικών του πληροφοριακού συστήματος. Μπορούμε να το διαχωρίσουμε σε 4 μέρη. Στο πρώτο μέρος είναι η εφαρμογή του ασθενή με τις τέσσερις λειτουργίες που κάνουν οι δύο αισθητήρες, ο αλγόριθμος καθώς και η επικοινωνία μέσω sms και μέσω εγγραφής στην βάση. Στο δεύτερο μέρος διακρίνουμε την εφαρμογή του ιατρού που αποτελείται από την αυθεντικοποίησή του και τα 6 query που μπορεί να κάνει στην βάση. Τρίτον διακρίνουμε το κινητό του συγγενή που απλά λαμβάνει το sms και μέσω της σελίδας view2.php βλέπει στο google maps το στίγμα του ασθενή. Τέταρτο μέρος είναι η σελίδα web2mysql.php που αναλαμβάνει να διασυνδέσει την εφαρμογή του ιατρού με την βάση. Με την χρήση της view3.php έχουμε την δυνατότητα να ξέρουμε ανά πάσα στιγμή (εφόσον υπάρχει εγγραφή στην βάση), <http://www.itproject.gr/online/view3.php?mobile=6936584225> . Η class.form.php είναι μια ανοιχτού κώδικα εφαρμογή που μας βοηθάει να φτιάξουμε αντικειμενοστραφής σελίδες php.

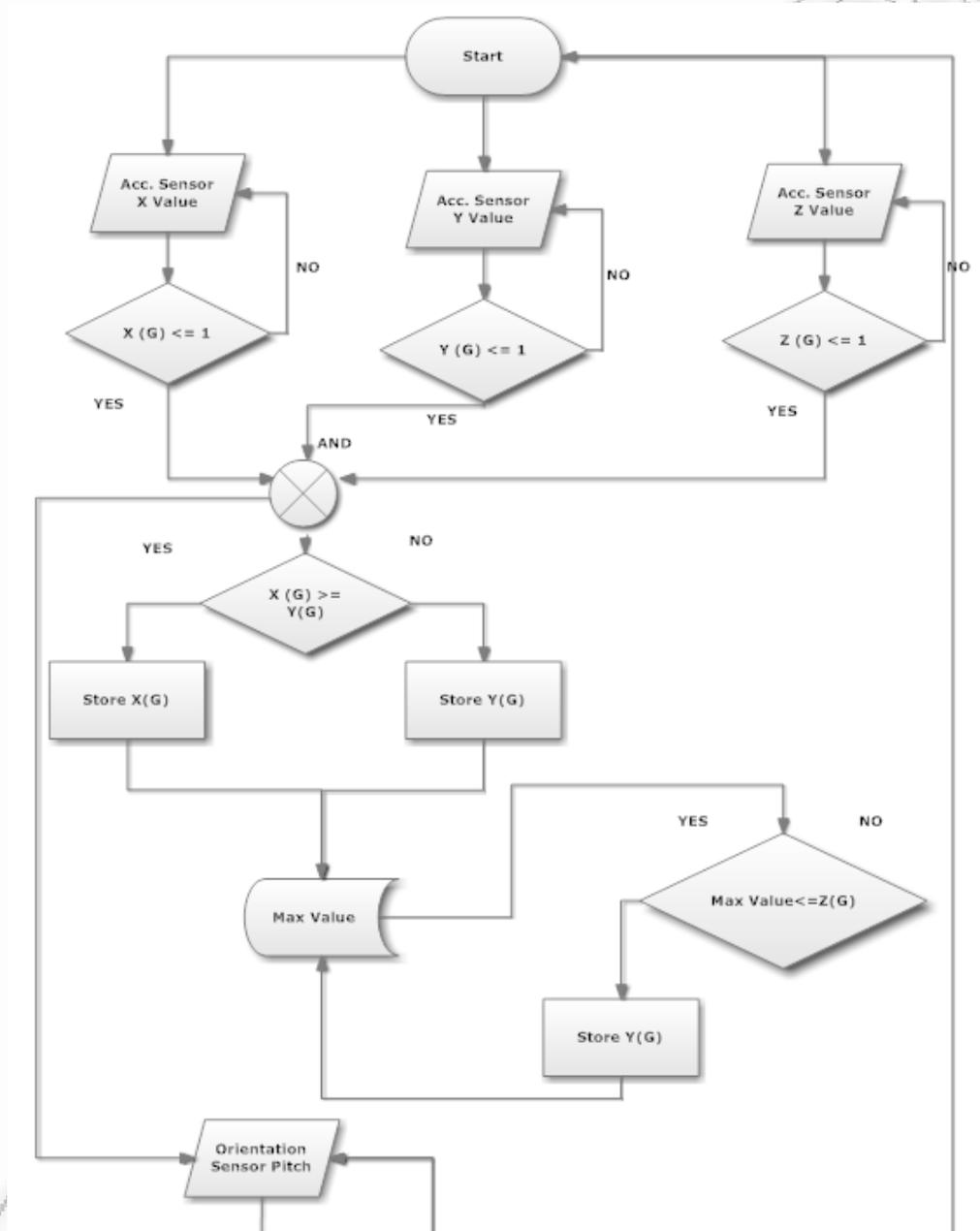
6.1.3 Διάγραμμα Deployment



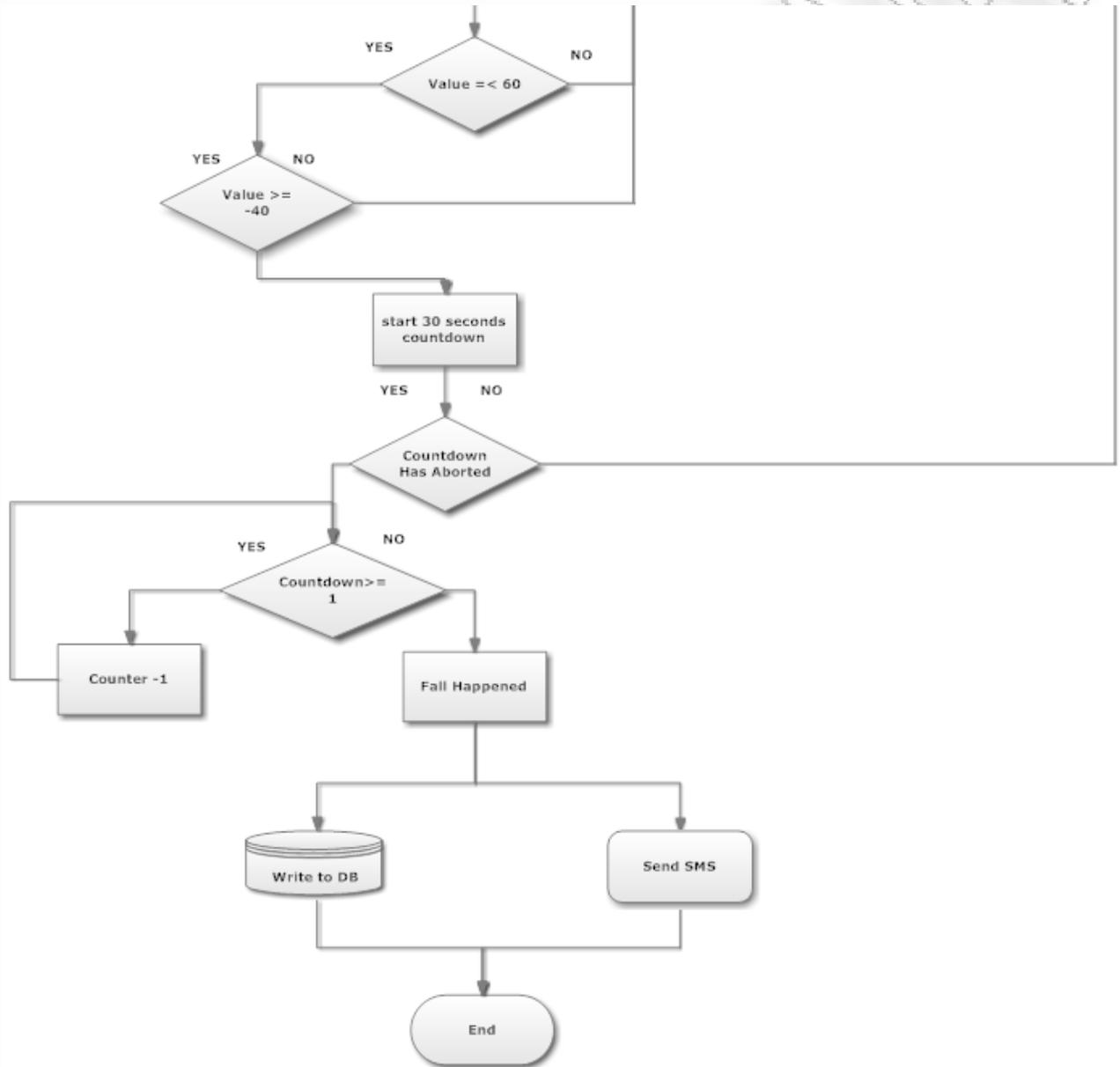
Σχήμα 10: Διάγραμμα Ανάπτυξης

Στο διάγραμμα ανάπτυξης διακρίνουμε την συνεργασία των υποσυστημάτων της εφαρμογής και τον τρόπο σύνδεσης αναμεταξύ τους. Το κινητό του ασθενή και το κινητό του ιατρού έχουν την εφαρμογή του ασθενή και του ιατρού αντίστοιχα. Το κινητό του συγγενή χρειάζεται μόνο σύνδεση στο διαδίκτυο, έναν περιηγητή ιστού και το sms που λαμβάνει από την εφαρμογή του ασθενή. Ο web server φιλοξενεί τις σελίδες php που κάνουν εγγραφή στην βάση είτε ανάγνωση από αυτήν. Τέλος η βάση φιλοξενεί την σχεσιακή βάση δεδομένων όπου αποθηκεύονται τα συμβάντα.

6.2 Διάγραμμα ροής Αλγορίθμου



Σχήμα 11: Αλγόριθμος πτώσης (1)



Σχήμα 11: Αλγόριθμος πτώσης (2)

Κατά την έναρξη του αλγορίθμου θα πρέπει να έχουμε στο επιταχυνσιόμετρο και στους τρεις αισθητήρες τιμή μικρότερη ή ίση του 1. Αυτό σημαίνει πρόσκρουση, έπειτα αποθηκεύουμε την μεγαλύτερη τιμή ως το σημείο αναφοράς και εξετάζουμε αν η κλίση του αισθητήρα προσανατολισμού είναι στα όρια -40 και +60. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε πτώση και η αντίστροφη μέτρηση από το 30, όταν ο μετρητής προσεγγίσει το 0 τότε σημαίνει ότι ο ασθενής δεν μπόρεσε να αντιδράσει και γίνεται ταυτόχρονα εγγραφή στην βάση δεδομένων και αποστολή μηνύματος στον συγγενή.

7. Σχεδιασμός Συστήματος

7.1 Βάση Δεδομένων

Όνομα βάσης: `aniso_android`

Πίνακες:

doctor_pass: πίνακας που περιέχει τα στοιχεία πρόσβασης των γιατρών

Πεδίο	Τύπος	Σχόλια
ID	int(11)	Πρωτεύων κλειδί πίνακα
doctor	varchar(25)	Όνομα χρήστη ιατρού
password	varchar(25)	Κωδικός χρήστη ιατρού

doctor_patient: πίνακας που συσχετίζει τους ασθενείς με τους ιατρούς

Πεδίο	Τύπος	Σχόλια
ID	int(11)	Πρωτεύων κλειδί πίνακα
doctor	varchar(25)	Όνομα χρήστη ιατρού
patient	varchar(25)	Όνοματεπώνυμο ασθενή
relativemobile	bigint(12)	Τηλέφωνο συγγενή (γίνεται πάντα έλεγχος για περιπτώσεις συνωνυμίας)

doctor_risk: πίνακας συσχετισμού της επιτάχυνσης με την επικινδυνότητα της πτώσης

Πεδίο	Τύπος	Σχόλια
ID	int(11)	Πρωτεύων κλειδί πίνακα
Risk	varchar(10)	Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας (low, medium, high ...)
value	decimal(10,2)	Τιμή για την συγκεκριμένη επικινδυνότητα. Μέσω μελλοντικού ερωτήματος σε sql μπορεί να γίνει ταξινόμηση των συμβάντων στην εφαρμογή του ιατρού.

medical: γενικός πίνακας που αποθηκεύονται όλα τα στοιχεία που έχουν σχέση με το συμβάν

Πεδίο	Τύπος	Σχόλια
id	int(10)	Πρωτεύων κλειδί πίνακα
relativemobile	varchar(10)	Τηλέφωνο συγγενή
patientname	varchar(50)	Όνοματεπώνυμο ασθενή
event	varchar(50)	Συμβάντα (fall, redbutton, trackperson)
value	varchar(50)	Τιμή συμβάντος (εφόσον είναι πτώση)*
locationlatitude	varchar(50)	γεωγραφικό πλάτος
locationlongtitude	varchar(50)	γεωγραφικό μήκος
locationaccuracy	varchar(50)	Ακρίβεια γεωγραφικής τοποθεσίας**
locationprovider	varchar(50)	Πάροχος της γεωγραφικής τοποθεσίας (gps, network)
timedatedb	timestamp	Ημερομηνία ώρα κατά την ώρα της καταχώρησης***
timedatephone	varchar(50)	Ημερομηνία ώρα του κινητού***

*κατά την πτώση έχουμε μια τιμή επιτάχυνσης αναλόγως του μεγέθους της, ενώ κατά τα άλλα συμβάντα αποθηκεύεται στο value το 0.

** ενδεικτικές τιμές με την χρήση του gps είναι από 32 έως 75 μέτρα, ενώ με την χρήση του 3G είναι κατά πολύ μεγαλύτερες.

**ενδέχεται ο χρήστης να βρίσκεται σε διαφορετική χρονική ζώνη απ' ότι η βάση. Έτσι αν προπορεύεται κατά μια ώρα και του συμβεί κάτι τότε ο γιατρός αν κοιτάξει μέσα από την εφαρμογή του δεν θα δει το περιστατικό αφού είναι προγενέστερο. Μ' αυτό τον τρόπο καλύπτουμε το κενό. Είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε την τοπική ώρα και την ώρα της βάσης.

7.2 Διακομιστής Ιστού

7.2.1 Κώδικας Write.php

Λαμβάνει από την εφαρμογή του κινητού τις τιμές των μεταβλητών post και τις τοποθετεί στην βάση δεδομένων.

```
<?php
$DBhost = "localhost";
$DBpass = "dart2515";
$DBuser = "aniso_android";
$DBName = "aniso_android";
$table = "medical";
mysql_connect($DBhost, $DBuser, $DBpass) or die("Unable to connect to database
");
@mysql_select_db("$DBName") or die("Unable to select database $DBName");

// www.itproject.gr/write.php?relativemobile=relativemobile&patientname=patien
tname&event=event&value=value&locationlatitude=latitude&locationlongtitude=lon
gtitude&locationaccuracy=accuracy&locationprovider=provider&timedatephone=time
datephone
// $id=$_POST["id"];

$relativemobile = $_GET["relativemobile"];
$patientname = $_GET["patientname"];
$event = $_GET["event"];
$value = $_GET["value"];
$locationlatitude = $_GET["locationlatitude"];
$locationlongtitude = $_GET["locationlongtitude"];
$locationaccuracy = $_GET["locationaccuracy"];
$locationprovider = $_GET["locationprovider"];
$timedatephone = $_GET["timedatephone"];
echo "<br />";
echo $id;
echo "<br />";
echo $relativemobile;
echo "<br />";
echo $patientname;
echo "<br />";
echo $event;
echo "<br />";
echo $value;
echo "<br />";
echo $locationlatitude;
echo "<br />";
echo $locationlongtitude;
echo "<br />";
echo $locationaccuracy;
echo "<br />";
echo $locationprovider;
echo "<br />";
echo $timedatephone;
$result = mysql_query("INSERT INTO $table(id,relativemobile,patientname,event,
value,locationlatitude,locationlongtitude,locationaccuracy,locationprovider,ti
medatephone)VALUES ('','$relativemobile','$patientname','$event','$value','$lo
```

```

cationlatitude', '$locationlongitude', '$locationaccuracy', '$locationprovider',
'$timedatephone') ");
mysql_close();
?>

```

7.2.2 Κώδικας View2.php

Εμφανίζουμε στο Google map το γεωγραφικό στίγμα που έχουμε λάβει ως συντεταγμένες στο SMS.

```

<?php
session_start();
error_reporting(E_ALL);
include ("class.form.php");
// Database Constants
// 2. Select a database to use
$location = $_GET["location"];
$user_form = new form("conditionalscenarios_0");
$user_form->setAttributes(array(
    "width" => 500,
    "map" => array(
        1,
        1,
        1,
        1,
        1
    )
));
if (!empty($_GET["errormsg_0"])) $user_form-
>errorMsg = filter_var(stripslashes($_GET["errormsg_2"]) , FILTER_SANITIZE_SPE
CIAL_CHARS);
$user_form->addHidden("cmd", "submit_0");
$user_form->addHTML('<div style="font-weight: bold; padding-
bottom: 5px;">User Console</div>');
$user_form-
>addLatLng("Latitude/Longitude Default Athens:", "Location", "$location", arra
y(
    "zoom" => 17
) , array(
    "style" => "width: 300px;",
    "height" => 150,
    "width" => 300
));
$user_form->render();
?>

```

7.2.3 Κώδικας View3.php

Με την συγκεκριμένη σελίδα μπορούμε να εντοπίσουμε (εφόσον έχει χαθεί) την τελευταία γεωγραφική θέση του ατόμου (προϋποθέτει ότι το κινητό του συγγενή είναι μοναδικό)

```
<?php
session_start();
error_reporting(E_ALL);
include ("class.form.php");

// Database Constants

$DBhost = "localhost";
$DBpass = "dart2515";
$DBuser = "aniso_android";
$DBName = "aniso_android";
$table = "medical";

mysql_connect($DBhost, $DBuser, $DBpass) or die("Unable to connect to database
");
@mysql_select_db("$DBName") or die("Unable to select database $DBName");

// 2. Select a database to use
// $location=$_GET["location"];

$mobile = $_GET["mobile"];

// SELECT * from medical where id=(select MAX(id) from medical)
// SELECT * from medical where id=(select MAX(id) from medical where event='tr
ackperson' //and relativemobile=6936584225)

$sqlquery = mysql_query("SELECT id,locationlatitude,locationlongtitude from me
dical where id=(select MAX(id) from medical where event='trackperson' and rela
tivemobile=$mobile)");

// $results = mysql_query($sqlquery);
// $qvalue = mysql_num_rows($sqlquery);

while ($row = mysql_fetch_array($sqlquery))
{
    // echo "<br />";
    // echo $row['id'];
    // echo "<br />";

    $latitude = $row['locationlatitude'];

    // echo $row['locationlatitude'];
    // echo "<br />";

    $longitude = $row['locationlongtitude'];

    // echo $row['locationlongtitude'];
}
}
```

```
/* echo "<br />";
$latitude=$row['locationlatitude'];
echo $latitude;
echo "<br />";
$longitude=$row['locationlongitude'];
echo $longitude; */
$location = "Latitude: " . $latitude . ", Longitude: " . $longitude;
echo "<br />";

// echo $location;

$user_form = new form("conditionalscenarios_0");
$user_form->setAttributes(array(
    "width" => 500,
    "map" => array(
        1,
        1,
        1,
        1,
        1
    )
));

if (!empty($_GET["errormsg_0"])) $user_form-
>errorMsg = filter_var(stripslashes($_GET["errormsg_2"]), FILTER_SANITIZE_SPE-
CIAL_CHARS);
$user_form->addHidden("cmd", "submit_0");
$user_form->addHTML('<div style="font-weight: bold; padding-
bottom: 5px;">User Console</div>');
$user_form-
>addLatLng("Latitude/Longitude Default Athens:", "Location", "$location", arra-
y(
    "zoom" => 17
) , array(
    "style" => "width: 300px;",
    "height" => 150,
    "width" => 300
));
$user_form->render();
?>
```

7.3 Ερωτήματα SQL (Ενσωματωμένα στην εφαρμογή του ιατρού)

7.3.1 Ασθενείς συγκεκριμένου ιατρού

```
SELECT DISTINCT doctor_patient.patient,
                medical relativemobile AS patient
FROM    doctor_pass,
        doctor_patient,
        medical
WHERE   doctor_pass.doctor = doctor_patient.doctor
        AND doctor_patient.relativemobile = medical.relativemobile
        AND doctor_pass.doctor = "doctor1"
```

*Όπου doctor1 ο εκάστοτε αυθεντικοποιημένος ιατρός στην εφαρμογή

7.3.2 Γεγονότα όλων των ασθενών του συγκεκριμένου ιατρού

```
SELECT doctor_patient.patient,
        medical.event,
        medical.timedatedb
FROM    doctor_pass,
        doctor_patient,
        medical
WHERE   doctor_pass.doctor = doctor_patient.doctor
        AND doctor_pass.doctor = "doctor1"
        AND doctor_patient.patient = medical.patientname
        AND doctor_patient.relativemobile = medical.relativemobile
ORDER  BY medical.timedatedb DESC
```

*Όπου doctor1 ο εκάστοτε αυθεντικοποιημένος ιατρός στην εφαρμογή

7.3.3 Όλα τα γεγονότα συγκεκριμένου ασθενή

```
SELECT doctor_patient.patient,
        medical.event,
        medical.timedatedb
FROM    doctor_pass,
        doctor_patient,
        medical
WHERE   doctor_pass.doctor = doctor_patient.doctor
        AND doctor_pass.doctor = "doctor1"
        AND doctor_patient.patient = medical.patientname
        AND doctor_patient.relativemobile = medical.relativemobile
        AND medical.patientname = "panos.pavlakis"
ORDER  BY medical.timedatedb DESC
```

*Όπου doctor1 ο εκάστοτε αυθεντικοποιημένος ιατρός στην εφαρμογή

**Όπου panos.pavlakis ο εκάστοτε ασθενής που έχει επιλεγεί στην εφαρμογή

7.3.4 Συγκεκριμένο γεγονός ασθενή (πτώση)

```
SELECT doctor_patient.patient,  
       medical relativemobile,  
       medical timedatedb  
FROM   doctor_pass,  
       doctor_patient,  
       medical  
WHERE  doctor_pass.doctor = doctor_patient.doctor  
       AND doctor_pass.doctor = "doctor1"  
       AND doctor_patient.patient = medical.patientname  
       AND doctor_patient.relativemobile = medical.relativemobile  
       AND medical.patientname = "panos pavlakis"  
       AND medical.event = "fall"  
ORDER BY medical.timedatedb DESC
```

*Όπου doctor1 ο εκάστοτε ασθεντικοποιημένος ιατρός στην εφαρμογή

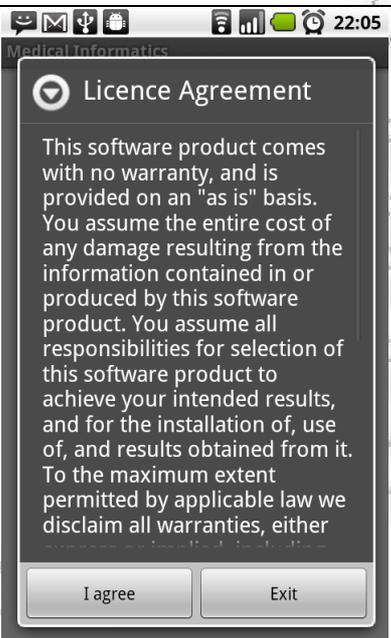
**Όπου panos pavlakis ο εκάστοτε ασθενής που έχει επιλεγεί στην εφαρμογή

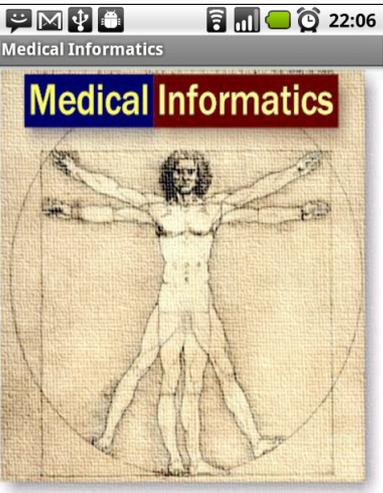
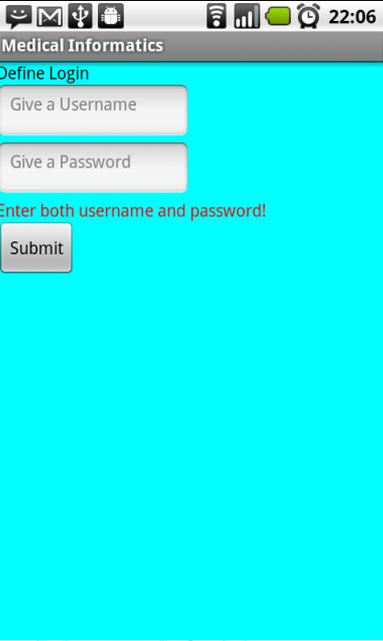
***Όπου fall το εκάστοτε γεγονός που έχει επιλεγεί στην εφαρμογή το ίδιο ερώτημα μπορεί να εφαρμοστεί για redbutton (κουμπί πανικού) και trackperson (εύρεση ατόμου)

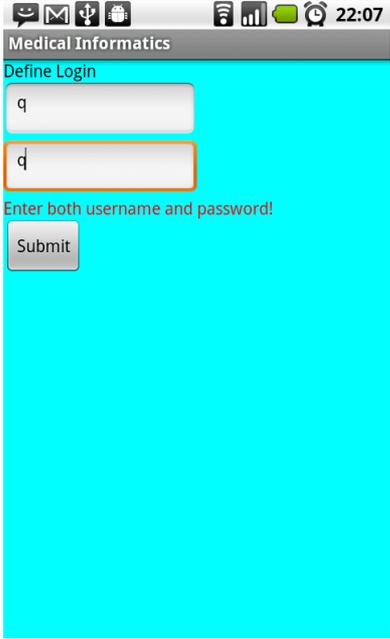
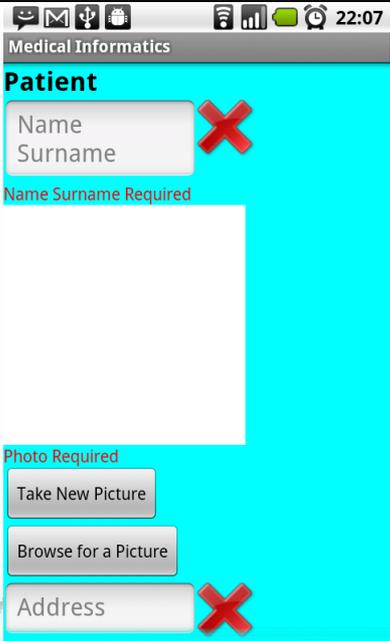
7.4 Screenshots με παράλληλη επεξήγηση

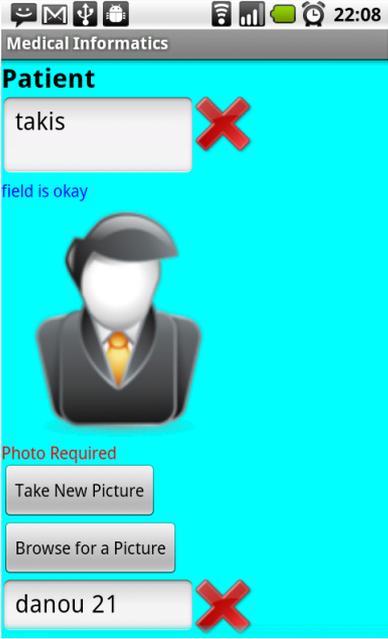
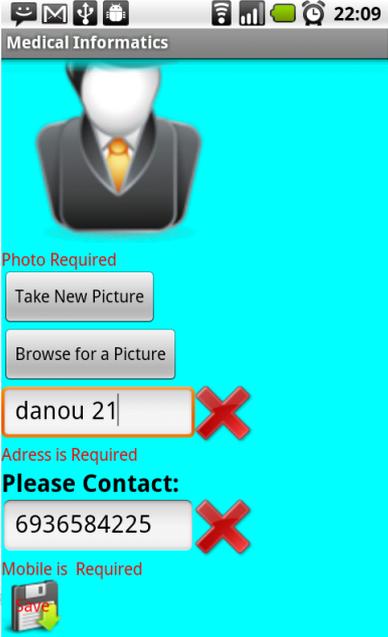
7.4.1 Εφαρμογή Ασθενή

Η εφαρμογή του ασθενή όπως προαναφέραμε καλύπτει κυρίως ασθενείς με άνοια και ασθενείς με κίνδυνο πτώσεων. Μια αναλυτική παρουσίαση στις τέσσερις λειτουργίες της εφαρμογής αναλύεται παρακάτω. Οι εικόνες είναι σε ανάλυση 480 x 800 pixels και έχουν σμικρυνθεί στο 40%.

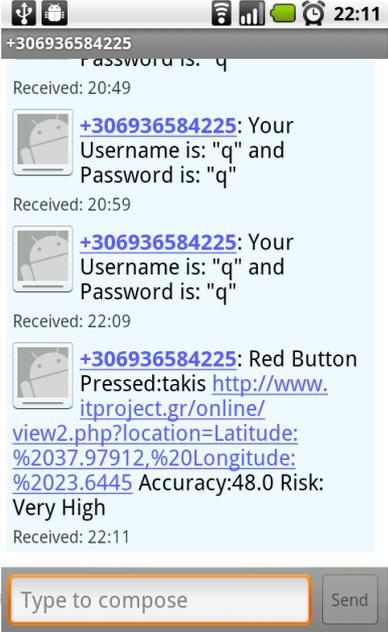
<p>1. Συντομευση εφαρμογής</p> 	<p>Μετά την εγκατάσταση της εφαρμογής, δημιουργήσαμε μια συντόμευση. Η εφαρμογή είναι το τέταρτο εικονίδιο της πρώτης γραμμής.</p>
<p>2. Όροι χρήσης εφαρμογής</p> 	<p>Μόλις επιλέξουμε την εφαρμογή η πρώτη εικόνα που θα πάρουμε είναι οι όροι χρήσης της εφαρμογής. Για να συνεχίσουμε θα πρέπει να τους αποδεχτούμε.</p>

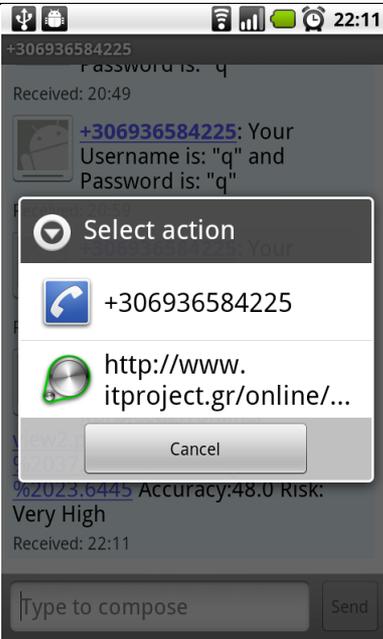
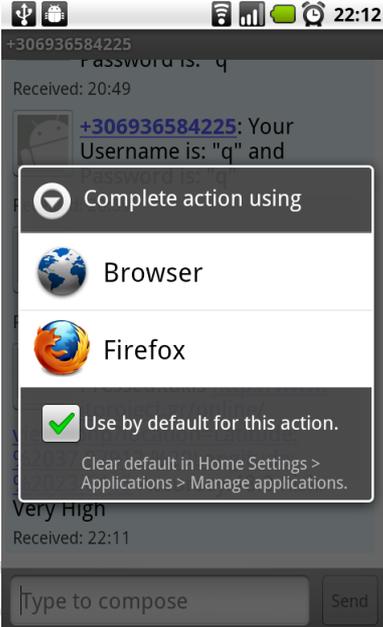
<p>3. Splash screen</p> 	<p>Μετά την αποδοχή των όρων εμφανίζεται το λογότυπο της εφαρμογής για 5 δευτερόλεπτα.</p>
<p>4. Προσδιορισμός κωδικού</p> 	<p>Για να αποφύγουμε την πιθανότητα ο ασθενής να μεταβάλλει κατά λάθος ή εσκεμμένα τα στοιχεία του μέσα στην εφαρμογή, κατά την πρώτη εκτέλεση της εφαρμογής μας ζητείται να ορίσουμε έναν κωδικό πρόσβασης με τον οποίο θα μπορεί να γίνει τροποποίηση των στοιχείων του ασθενή.</p> <p>Τα στοιχεία και ο κωδικός αποθηκεύονται σε μια τοπική βάση στο κινητό, έτσι στην επόμενη εκτέλεση της εφαρμογής δεν θα μας ξαναζητηθούν.</p>

<p>5. Προσδιορισμός κωδικού</p> 	<p>Προσδιορίζουμε όνομα χρήστη και συνθηματικό και πατάμε submit. Για λόγους ευκολίας χρησιμοποιούμε q και q.</p>
<p>6. Λεπτομέρειες ασθενή</p> 	<p>Αμέσως μετά μας εμφανίζονται ορισμένα πεδία με στοιχεία του ασθενή τα οποία και θα πρέπει να συμπληρώσουμε απαραίτητα για να προχωρήσουμε.</p> <p>Τα στοιχεία είναι Ονοματεπώνυμο, φωτογραφία ασθενή (μέσω αποθηκευμένης φωτογραφίας ή μέσω της κάμερας), διεύθυνση και τηλέφωνο συγγενή.</p>

<p>7. Λεπτομέρειες ασθενή</p> 	<p>Κατά την συμπλήρωση των πεδίων και αν πατήσουμε αποθήκευση τα συμπληρωμένα πεδία θα μας δώσουνε την ένδειξη "field is okay", ενώ τα μη συμπληρωμένα θα παραμείνουν με την ένδειξη "Required"</p>
<p>8. Λεπτομέρειες ασθενή</p> 	<p>Αφού συμπληρώσουμε όλα τα στοιχεία επιλέγουμε την δισκέτα για να τα αποθηκεύσουμε και να συνεχίσουμε.</p>

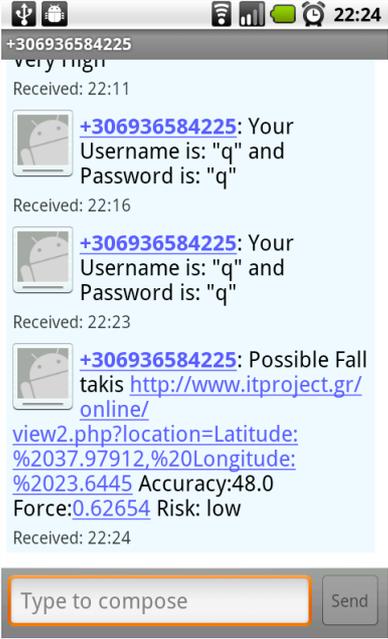
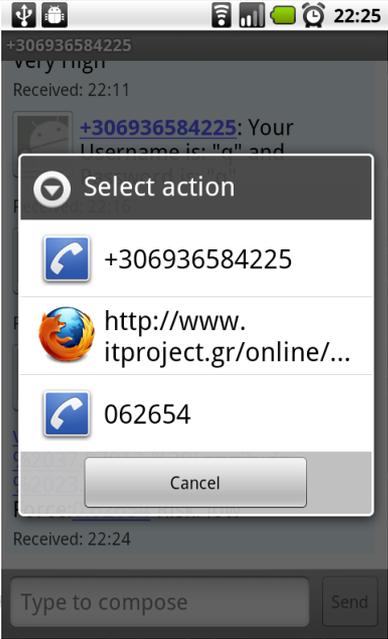
<p>9. Κεντρική οθόνη</p> 	<p>Στο πάνω μέρος του προγράμματος θα παρατηρήσουμε ότι έχει έρθει ένα μήνυμα το οποίο αναφέρει και τα συνηματικά της εφαρμογής στον συγγενή, για να ανατρέξει σε περίπτωση που τα ξεχάσει.</p> <p>Στην άνω μισή οθόνη και εφόσον έχουμε ενεργοποιήσει το gps θα λάβουμε πληροφορίες με την διεύθυνση μας, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος και ύψος καθώς και το μέγιστο ποσοστό λάθους σε μέτρα. Επίσης διακρίνεται ο πάροχος των πληροφοριών αυτών που στην περίπτωση μας είναι το δίκτυο.</p> <p>Διακρίνονται το κουμπί πανικού, οι ρυθμίσεις, η ανίχνευση πτώσης και η ανίχνευση στίγματος</p>
<p>10. Κεντρική οθόνη</p> 	<p>Τελευταίο διακρίνεται το κουμπί επιστροφής στο σπίτι, το οποίο είναι σε δοκιμαστικό στάδιο από την google.</p>

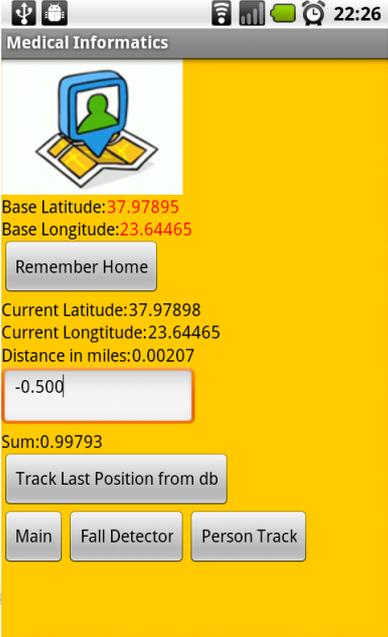
<p>11. Πάτημα κουμπιού πανικού</p> 	<p>Όταν πατήσουμε το κουμπί πανικού το χρώμα της οθόνης αλλάζει το μήνυμα μπροστά από το κουμπί γίνεται "Called Help" και ταυτόχρονα ακούγεται και από το τηλέφωνο.</p> <p>Στο πάνω μέρος διακρίνουμε ότι έφθασε το μήνυμα και στον συγγενή. Επίσης παράλληλα γίνεται ενημέρωση της βάσης δεδομένων για το συμβάν και τις παραμέτρους του.</p>
<p>12. Ειδοποίηση</p> 	<p>Το μήνυμα είναι της μορφής:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αριθμός τηλεφώνου • Συμβάν • Όνομα ασθενή • Δεσμός για το στίγμα του ασθενή • Ακρίβεια σημείου στον χάρτη • Και ο κίνδυνος <p>Παρατηρούμε ότι οι συντεταγμένες είναι με την μορφή post στο τέλος του σύνδεσμου.</p>

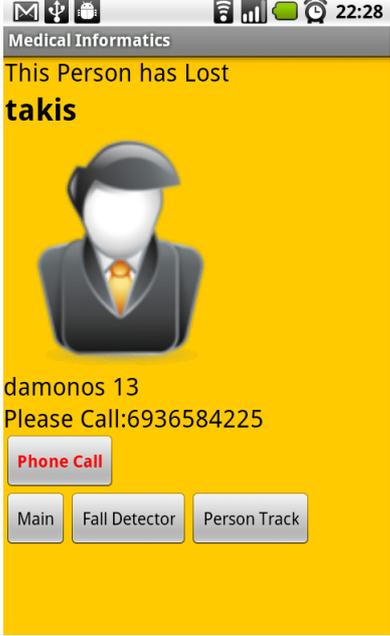
<p>13. Σύνδεσμος</p>  <p>The screenshot shows an incoming text message from the number +306936584225. The message content is partially obscured by a 'Select action' dialog box. The visible parts of the message include 'Password is: q' and 'Username is: "q" and Password is: "q"'. The dialog box offers two actions: a phone call to +306936584225 and a web browser visit to http://www.itproject.gr/online/... There is a 'Cancel' button at the bottom of the dialog.</p>	<p>Επιλέγουμε τον σύνδεσμο και διαλέγουμε να τον ανοίξουμε.</p>
<p>14. Σύνδεσμος</p>  <p>This screenshot shows the same incoming message as in step 13. The 'Complete action using' dialog is now open, showing two options: 'Browser' and 'Firefox'. The 'Firefox' option is selected with a checkmark. Below the options, there is a note: 'Use by default for this action. Clear default in Home Settings > Applications > Manage applications.'</p>	<p>Επιλέγουμε τον περιηγητή ιστού Firefox.</p>

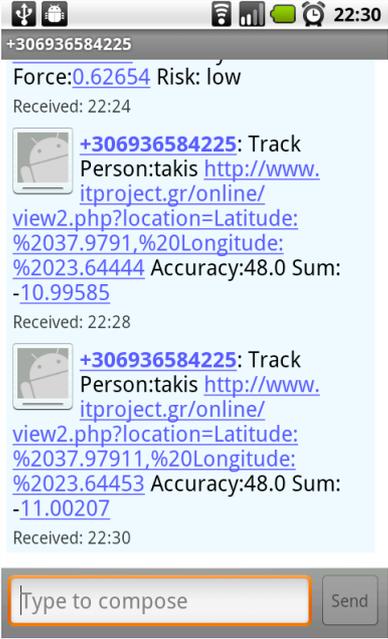
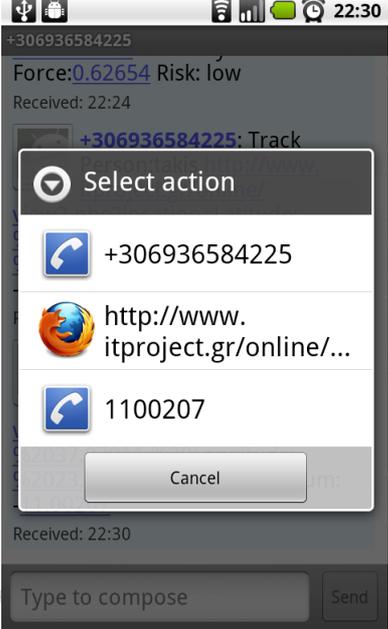
<p>15. Στίγμα σε google maps</p> 	<p>Στην συνέχεια μέσω της σελίδας view2.php βλέπουμε το σημείο που βρίσκεται ο ασθενής.</p>
<p>16. Ανίχνευση πτώσης</p> 	<p>Εφόσον το κινητό ανιληφθεί πτώση μέσω του επιταχυνσιόμετρου και η κλίση είναι η κατάλληλη μετά το ηχητικό μήνυμα “Possible fall detected, reversed countdown until Calling for help” η αντίστροφη μέτρηση αρχίζει.</p> <p>Αν ο χρήστης δεν πατήσει το Reset τότε κάθε ένα δευτερόλεπτο ο μετρητής μειώνεται κατά ένα.</p> <p>Κάτω από την εικόνα βλέπουμε τους τρεις αισθητήρες του επιταχυνσιομέτρου X, Y, Z και τις τιμές τους, αμέσως από κάτω βλέπουμε την τιμή της κλίσης του αισθητήρα προσανατολισμού και από κάτω την μέγιστη τιμή της πτώσης.</p>

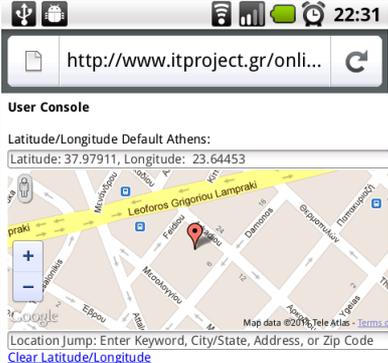
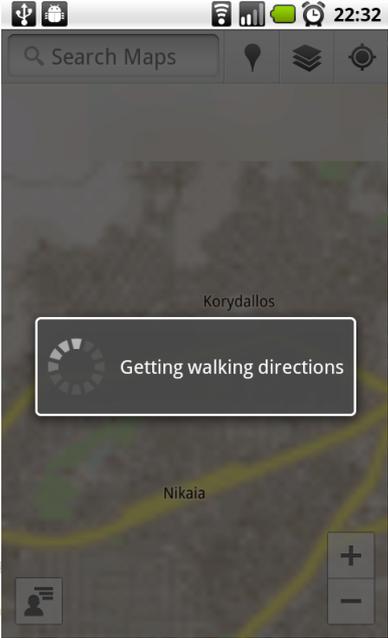
<p>17. Ανίχνευση πτώσης</p> 	<p>Κάθε ένα δευτερόλεπτο ο μετρητής μειώνεται κατά ένα.</p>
<p>18. Ανίχνευση πτώσης</p> 	<p>Όταν ο μετρητής φθάσει στο 0 τότε στέλνεται το μήνυμα στον συγγενή και παράλληλα γίνεται και εγγραφή του συμβάντος στην βάση.</p>

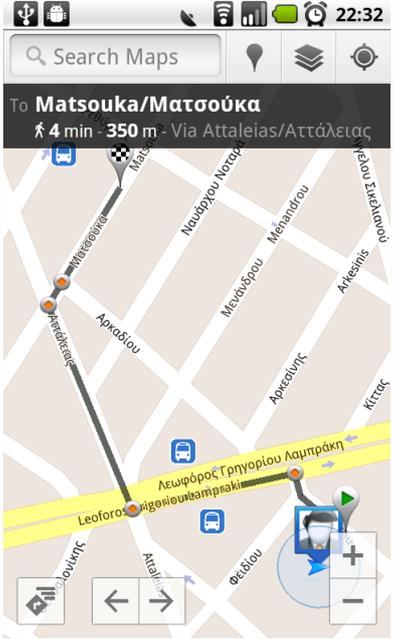
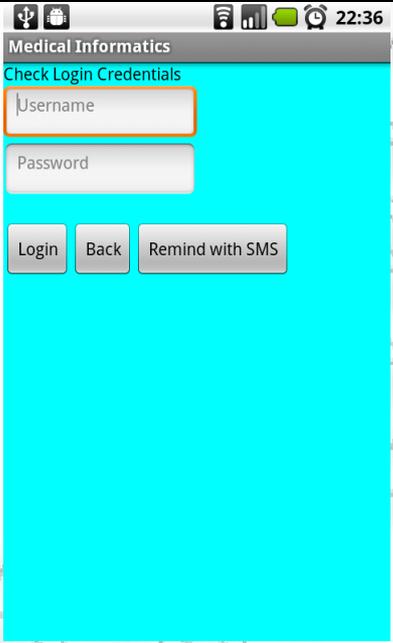
<p>19. Σύνδεσμος</p>  <p>The screenshot shows a messaging app interface with three messages received from the number +306936584225. The first message at 22:11 says 'very high'. The second at 22:16 says 'Your Username is: "q" and Password is: "q"'. The third at 22:23 says 'Possible Fall takis' followed by a URL: http://www.itproject.gr/online/view2.php?location=Latitude:%2037.97912,%20Longitude:%2023.6445 and 'Accuracy:48.0 Force:0.62654 Risk: low'. At the bottom, there is a text input field with 'Type to compose' and a 'Send' button.</p>	<p>Το μήνυμα είναι αντίστοιχο με αυτό του κουμπιού πανικού με την διαφορά ότι ανάλογα με την μέγιστη τιμή της πτώσης αλλάζει και η επικινδυνότητα στο μήνυμα.</p>
<p>20. Άνοιγμα με firefox</p>  <p>The screenshot shows the same messaging app interface as in the previous row, but with a 'Select action' dialog box overlaid on the third message. The dialog has a downward arrow icon and three options: a phone icon with '+306936584225', a Firefox icon with 'http://www.itproject.gr/online/...', and a phone icon with '062654'. At the bottom of the dialog is a 'Cancel' button. The text input field and 'Send' button are visible below the dialog.</p>	<p>Επιλέγουμε να ανοίξουμε τον σύνδεσμο.</p>

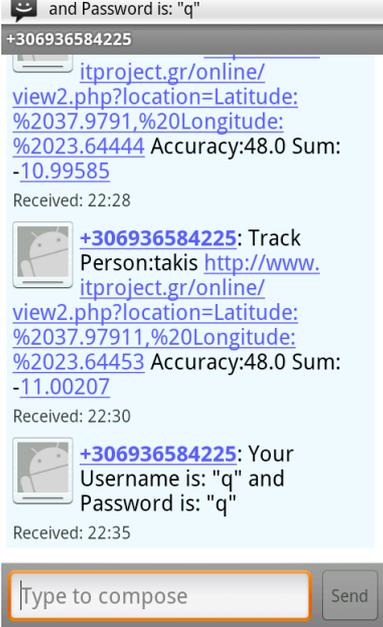
<p>21. Στίγμα σε google maps</p> 	<p>Μέσω του περιηγητή ιστού Firefox βλέπουμε τις συντεταγμένες της πτώσης.</p>
<p>22. Εντοπισμός ασθενή</p> 	<p>Κάθε φορά που γίνεται αλλαγή στο στίγμα έχουμε υπολογισμό της απόστασης από το σπίτι.</p> <p>Κατά τη πρώτη εκτέλεση της εφαρμογής εφόσον δεν έχει καθοριστεί σπίτι η εφαρμογή επιλέγει προσωρινά την θέση που βρισκόμαστε ωστόσο καθορίσουμε νέα.</p> <p>Επίσης πρέπει να ορίσουμε την απόσταση ασφαλείας.</p> <p>Για την επίδειξη βάζουμε μια αρνητική τιμή ώστε η απόσταση να προκύψει αρνητική.</p> <p>Επισημαίνεται ότι σε πραγματικές συνθήκες 50 μέτρα πριν ο ασθενής υπερβεί το όριο ακούει ηχητική ειδοποίηση.</p>

<p>23. Στίγμα σε google maps</p> 	<p>Εφόσον ξεπεράσει το όριο που του έχει καθοριστεί η οθόνη του κινητού του θα αλλάξει όπως δίπλα και θα ακούγεται ηχητικά "This person has lost, please contact."</p> <p>Σε περίπτωση που τον εντοπίσει κάποιος περαστικός τότε μπορεί να καλέσει με το πάτημα ενός κουμπιού τον συγγενή του.</p> <p>Κάθε λεπτό γίνεται ενημέρωση της βάσης και αποστέλλεται μήνυμα στον συγγενή με τις συντεταγμένες του ασθενή.</p>
<p>24. Κλήση συγγενή από περαστικό</p> 	<p>Εφόσον κάποιος κάνει χρήση του κουμπιού Phone Call τότε το κινητό καλεί αυτόματα τον συγγενή.</p>

<p>25. Sms με σύνδεσμο</p> 	<p>Το μήνυμα που λαμβάνει ο συγγενής κάθε λεπτό έχει την εξής μορφή.</p>
<p>26. Άνοιγμα συνδέσμου</p> 	<p>Ακολουθούμε τον σύνδεσμο.</p>

<p>27. Στίγμα σε google maps</p> 	<p>Και βλέπουμε το γεωγραφικό στίγμα του ασθενή.</p>
<p>28. Κουμπί επιστροφής στο σπίτι</p> 	<p>Η τέταρτη και τελευταία λειτουργία για επιστροφή στο σπίτι βασίζεται εξολοκλήρου στην google. Εφόσον ο ασθενής πατήσει το κουμπί επιστροφής, τότε θα λάβει τις απαραίτητες οδηγίες.</p>

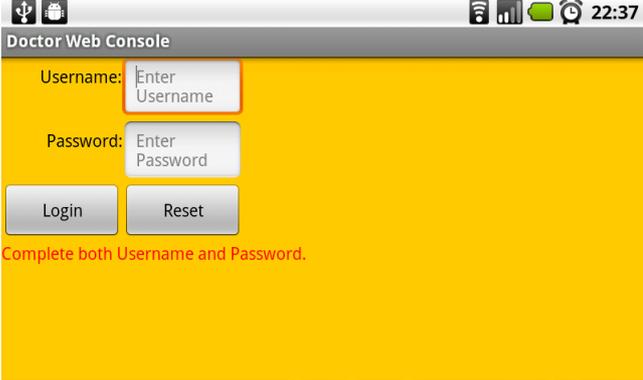
<p>29. Υπολογισμός διαδρομής</p> 	<p>Δίπλα απεικονίζεται η διαδρομή του ασθενή για επιστροφή στο σπίτι.</p> <p>Η συγκεκριμένη λειτουργία δεν διαθέτει ειδοποίηση για τον συγγενή ούτε καταγράφεται στην βάση.</p>
<p>30. Πρόσβαση στοιχείων ασθενή</p> 	<p>Αν ο συγγενής θέλει να αλλάξει τα στοιχεία του ασθενή, η τον αριθμό που λαμβάνει τις ειδοποιήσεις θα πρέπει να πληκτρολογήσει το συνθηματικό που όρισε στην αρχή.</p> <p>Σε περίπτωση που το έχει ξεχάσει μπορεί να επιλέξει να του επαναποσταλλεί.</p>

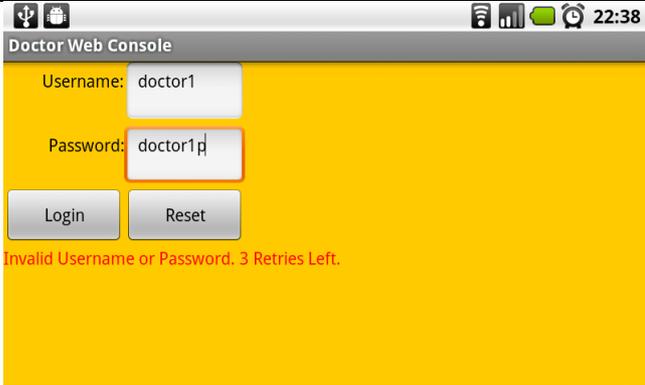
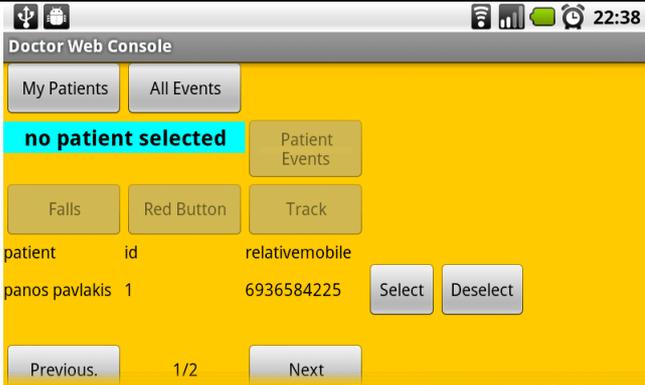
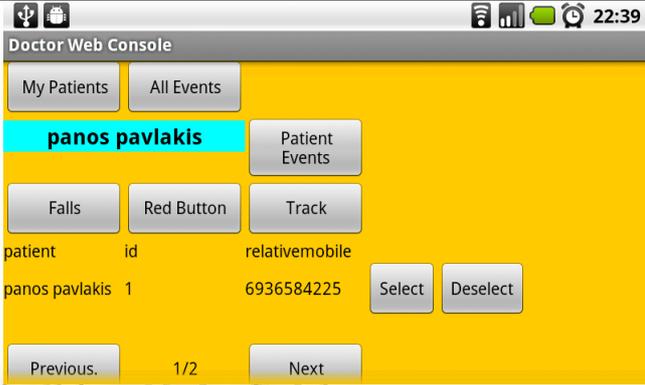
<p>31. Υπολογισμός διαδρομής</p> 	<p>Δίπλα απεικονίζονται τα συνθηματικά του συγγενή σε SMS.</p>
---	--

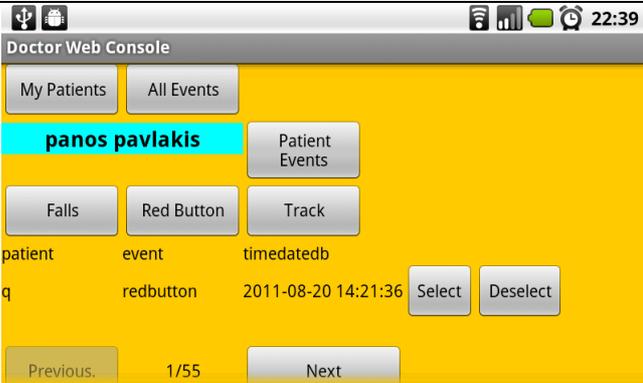
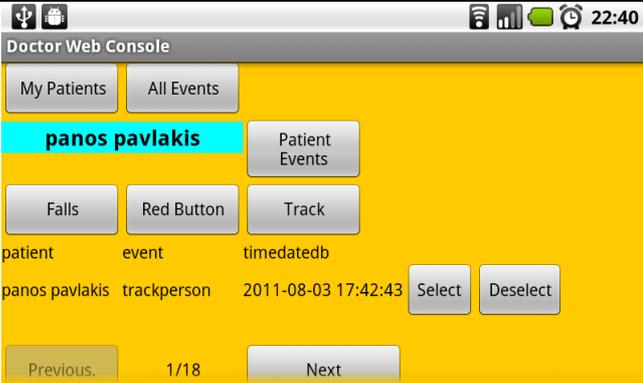
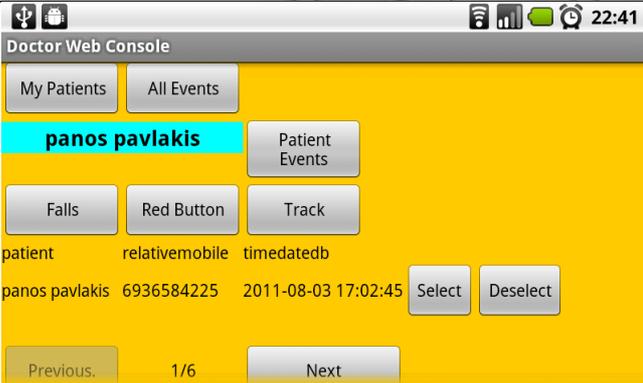
7.4.2 Εφαρμογή Ιατρού

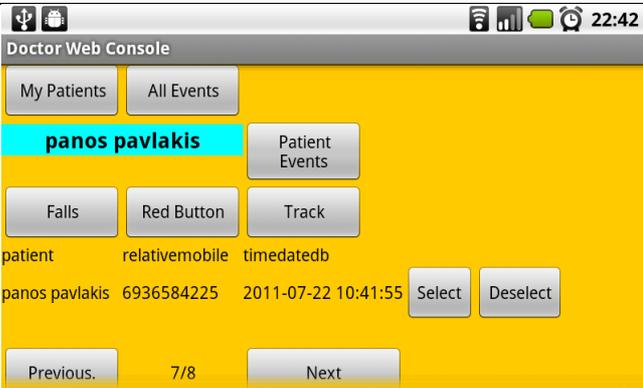
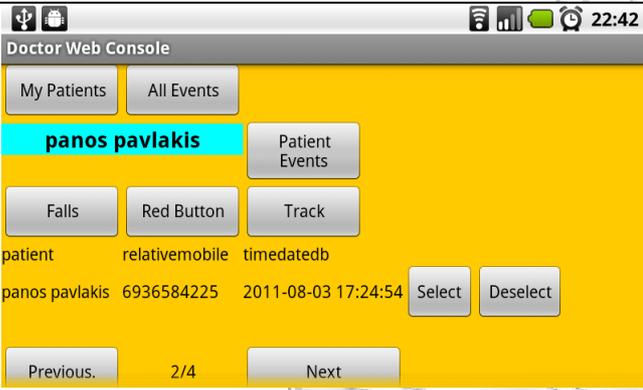
Η εφαρμογή του ιατρού είναι βασισμένη σε ένα web service το οποίο τροποποιήθηκε κατάλληλα ώστε να είναι δυνατή μόνο η εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε αυτό. Το web service κάνει χρήση της σελίδας web2mysql.php η οποία είναι ο διαμεσολαβητής στην αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ βάσης και web service. Στην συνέχεια αναπτύχθηκαν ερωτήματα sql πάνω στο web service.

<p>1. Συντόμευση εφαρμογής</p> 	<p>Η εφαρμογή του ιατρού διακρίνεται στο τέλος της δεύτερης γραμμής</p>
--	---

<p>2. Αυθεντικοποίηση ιατρού</p> 	<p>Για την πρόσβαση σε αυτή θα πρέπει να δοθούν τα συνθηματικά που έχουν οριστεί για τον ιατρό στην βάση δεδομένων.</p>
<p>3. Αυθεντικοποίηση ιατρού – κενά στοιχεία</p> 	<p>Σε περίπτωση που δεν βάλουμε καθόλου συνθηματικά θα έχουμε την συγκεκριμένη εικόνα.</p>
<p>4. Αυθεντικοποίηση ιατρού – εσφαλμένα στοιχεία</p> 	<p>Δεν μπορούμε να δώσουμε επ' αόριστον λάθος συνθηματικά γιατί η εφαρμογή θα κλείσει.</p>

<p>5. Αυθεντικοποίηση ιατρού</p> 	<p>Εφόσον δώσουμε τα σωστά συνθηματικά έχουμε πρόσβαση στην εφαρμογή.</p>
<p>6. Κεντρική κονσόλα</p> 	<p>Μόλις μπούμε στην κεντρική οθόνη παρατηρούμε τις διαθέσιμες επιλογές καθώς και τους ασθενείς.</p>
<p>7. Λίστα ασθενών</p> 	<p>Για να έχουμε πρόσβαση στα συμβάντα συγκεκριμένου ασθενή θα πρέπει να τον επιλέξουμε.</p>

<p>8. Όλα τα γεγονότα</p> 	<p>Με το κουμπί All Events βλέπουμε χρονολογικά όλα τα συμβάντα των ασθενών του ιατρού (55).</p>
<p>9. Γεγονότα συγκεκριμένου ασθενή</p> 	<p>Με το κουμπί Patient Events βλέπουμε χρονολογικά όλα τα συμβάντα του συγκεκριμένου ασθενή.</p>
<p>10. Πτώσεις συγκεκριμένου ασθενή</p> 	<p>Με το κουμπί Falls βλέπουμε χρονολογικά τις πτώσεις του συγκεκριμένου ασθενή.</p>

<p>11. Κουμπί κινδύνου συγκεκριμένου ασθενή</p> 	<p>Με το κουμπί Red Button βλέπουμε χρονολογικά το πάτημα του κουμπιού πανικού του ασθενή.</p>
<p>12. Χάσιμο συγκεκριμένου ασθενή</p> 	<p>Με το κουμπί Track βλέπουμε χρονολογικά πότε χάθηκε ο συγκεκριμένος ασθενής.</p>

Όπως αναφέραμε στόχος της εφαρμογής του ιατρού είναι να έχει μια γενική εικόνα της κατάστασης των ασθενών του και όχι να παρεμβαίνει στα συμβάντα. Αυτονόητο είναι ότι μπορεί να καλέσει τον συγγενή για να λάβει ενημέρωση της κατάστασης του ασθενή. Μπορεί επίσης να ανατρέξει στην φαρμακευτική αγωγή του ασθενή εφόσον υπάρχουν ενδείξεις ότι δεν είναι τόσο αποτελεσματική.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συγκεκριμένη εφαρμογή αποτελεί ένα καλό σημείο εκκίνησης. Μελλοντικό βήμα αποτελεί η δοκιμή της σε πραγματικούς ασθενείς. Η εφαρμογή είναι αρκετά επιτυχής όσον αφορά την καταγραφή και επεξεργασία των δεδομένων που προέρχονται από τους αισθητήρες του κινητού για την αξιολόγηση της πτώσης. Ωστόσο, το σύστημα μπορεί κάτω από πολύπλοκες ή απροσδόκητες καταστάσεις να αποτύχει. Αν και το σύστημα δεν έχει δοκιμαστεί σε όλες τις πιθανές συνθήκες παρουσίασε πολύ καλά αποτελέσματα κατά τις δοκιμές. Το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει την πτώση με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας σε κανονικές συνθήκες.

Κατά την ανίχνευση της πτώσης, το κινητό ειδοποιεί τους συγγενείς με γραπτό μήνυμα ώστε να έχουμε την πιο γρήγορη παρέμβαση. Επίσης προστέθηκε ένα κουμπί άμεσης ανάγκης στην περίπτωση που έχουμε πτώση που δεν εντοπίστηκε αυτόματα ή άλλο γεγονός που χρήζει ιδιαίτερης σημασίας. Σε περίπτωση που το κόκκινο κουμπί πατηθεί τότε θα γίνει η αποστολή SMS με όλα τα στοιχεία και την θέση του ασθενή. Χρήσιμη προσθήκη αποτελεί επίσης η προσθήκη του κουμπιού για την επιστροφή στο σπίτι καθώς και η δυνατότητα αυτόματης ειδοποίησης του συγγενή σε πραγματικό χρόνο όταν ο ασθενής έχει χαθεί καθώς και η ειδοποίηση των τυχών περαστικών. Για την ανάπτυξη αυτής της πλατφόρμας χρησιμοποιήθηκαν πολλές τεχνολογίες, που πολλές φορές ήταν και μη συμβατές.

Περαιτέρω έρευνα επιβάλλεται ακόμα τόσο στον αλγόριθμο όσο και στην λειτουργικότητα της εφαρμογής ώστε να γίνει ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των ασθενών.

8.1 Μελλοντική Εργασία

Πριν διατεθεί η εφαρμογή στο ευρύ κοινό, θα πρέπει να υπάρξει βελτίωση σε τομείς όπως, την αξιοπιστία, την λειτουργικότητα και την αυτονομία:

1. Ενσωμάτωση ζώνης μέτρησης των παλμών της καρδιάς σαν εξωτερικός αισθητήρας.
2. Ο αλγόριθμος μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω για να έχουμε περισσότερη αυτονομία στην μπαταρία.
3. Προσομοίωση ήχου σειρήνας λευκού θορύβου ώστε μετά την πτώση να ενεργοποιείται και να είναι πιο εύκολος ο εντοπισμός του ασθενή.
4. Μελέτη της συμπεριφοράς του κινητού σε περίπτωση πτώσης ή σε περίπτωση που έχει κρεμασθεί στον λαιμό του ασθενή.
5. Πειραματισμός συμπεριφοράς του κινητού όταν βρίσκεται στο χέρι, σε μια τσάντα, ή όταν πραγματοποιούμε κλήση με αυτό.
6. Ενσωμάτωση του αισθητήρα του γυροσκοπίου αντί του προσανατολισμού για πιο ακριβή αποτελέσματα.
7. Βελτίωση του αλγορίθμου με σημείο αναφοράς τις τιμές που θα βρίσκονται στην βάση δεδομένων.
8. Μέτρηση της ικανοποίησης του χρήστη όσον αφορά τον σχεδιασμό και την ευκολία χειρισμού της εφαρμογής.
9. Χρήση πιο περίπλοκων ερωτημάτων sql στην εφαρμογή του ιατρού.

10. Ανάπτυξη του συστήματος σε android SDK.
11. Προσθήκη περισσότερων του ενός παραληπτών του sms.
12. Ενσωμάτωση κοινωνικών δικτύων στους αποστολείς ειδοποίησης.
13. Ενσωμάτωση δημόσιου φορέα στους αποστολείς ειδοποίησης.
14. Εφαρμογή για την ανάθεση των ασθενών στους ιατρούς.
15. Προσθήκη διαχειριστή συστήματος για την διαχείριση των κωδικών των ιατρών.

III. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Center for Disease Control, P., for Injury Prevention, N. C., & Control. 2010. Falls among older adults: <http://www.cdc.gov/homeandrecreationalafety/falls/adultfalls.html>
- [2] Dementia Facts and Statistics:
<http://www.disabled-world.com/health/aging/dementia/statistics.php>
- [3] Εταιρεία Νόσου Alzheimer και Συναφών Διαταραχών Αθηνών:
<http://www.alzheimerathens.gr/wp-content/uploads/2011/02/enimerotikoetairias2.pdf>
- [4] Elderly Wandering: How To Stop Seniors From Wandering and Getting Lost:
<http://elderkind.com/elderly-wandering-how-to-stop-seniors-from-wandering-and-getting-lost/>
- [5] Victorian Government Health Information, Australia. Definitions of a fall:
<http://www.health.vic.gov.au/agedcare/maintaining/falls/definition.htm>
- [6] Fadil, H., Borazanci, A., Haddou, E. A. B., Yahyaoui, M., Korniyuchuk, E., Jaffe, S. L., Minagar, A. "Early Onset Dementia". *International Review of Neurobiology* 84: 245–262 (2009).
- [7] Dementia definition. MDGuidelines. Reed Group.
- [8] Lord, C., Colvin, D.: Falls in the elderly: Detection and assessment. In: *Ann. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Society* (1991).
- [9] Diaz, A., Prado, M., Roa, L.M., Reina-Tosina, J., Sanchez, G.: Preliminary evaluation of a full-time falling monitor for the elderly. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE-EMBS, San Francisco, CA, USA (September 2004)*.
- [10] Williams, G., Doughty, K., Cameron, K., Bradley, D.A.: A smart fall and activity monitor for telecare applications. In: *20th Ann. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Society*, pp. 1151–1154 (1998).
- [11] Hwang, J., Kang, Y., Jang, J.M., Kim, H.: Development of novel algorithm and real-time monitoring ambulatory system using bluetooth module for fall detection in the elderly. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE-EMBS, San Francisco, CA, USA (September 2004)*.
- [12] Prado, M., Reina-Tosina, J., Roa, L.: Distributed intelligent architecture for falling detection and physical activity analysis in the elderly. In: *Proceedings of the second Joint EMBS/BMES conference, Houston, TX, USA (October 2002)*.
- [13] Noury, N., Barralon, P., Virone, G., Boissy, P., Hamel, M., Rumeau, P.: A smart sensor based on rules and its evaluation in daily routines. In: *Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE-EMBS, Cancun, Mexico (September 2003)*.
- [14] Noury, N., Herve, T., Rialle, V., Virone, G., Mercier, E., Morey, G., Moro, A., Porcheron, T.: Monitoring behaviour in the home using a smart fall sensor and position sensors. In: *1st Ann. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Society, Lyon, France*, pp. 607–610 (2000).

- [15] Noury, N.: A smart sensor for the remote follow up of activity and fall detection of the elderly. In: 2nd Ann. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Society (2002).
- [16] Tamura, T., Yoshimura, T., Horiuchi, F.: An ambulatory fall monitor for the elderly. In: Ann. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Society, Chigaco, IL, USA, pp. 2608–2610 (2000).
- [17] Doughty, K., Lewis, R., McIntosh, A.: The design of a practical and reliable fall detector for community and institutional telecare. *J. Telemed Telecare* 6, S150–S154 (2000).
- [18] Wu, G.: Distinguishing fall activities from normal activities by velocity characteristics. *J. Biomech.* 33, 1497–1500 (2000).
- [19] Nait-Charif, H., Mckenna, S.: Activity summarisation and fall detection in a supportive home environment. In: 17th International Conference on Pattern Recognition (2004).
- [20] Demongeot, J., Virone, G., Duchene, F., Benchetrit, G., Herve, T., Noury, N., Rialle, V.: Multi-sensor acquisition, data fusion, knowledge mining and alarm triggering in health smart homes for elderly people. *C. R. Biologies* 325, 673–682 (2002).
- [21] Degen, T., Jaeckel, H., Rufer, M., Wyss, S.: Speedy: a fall detector in a wrist watch. Proceedings of the 7th IEEE International Symposium on Wearable Computing, White Plains, NY (2003).
- [22] Karantonis, D., Narayanan, M., Mathie, M., Lovell, N., Celler, B.: Implementation of a real-time human movement classifier using a triaxial accelerometer for ambulatory monitoring. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 10, 156–167 (2006).
- [23] Kangas, M., Konttila, A., Lindgren, P., Winblad, I., Jamsa, T.: Comparison of low-complexity fall detection algorithms for body attached accelerometers. *Gait Posture* 28, 285–291 (2008).
- [24] Chao, P., Chan, H., Tang, F., Chen, Y., Wong, M.: A comparison of automatic fall detection by the cross-product and magnitude of tri-axial acceleration. *Physiological measurement* 30, 1027–1037 (2009).
- [25] Greenspan, S., Myers, E., Kiel, D., Parker, R., Hayes, W., Resnick, N.: Fall direction, bone mineral density, and function: risk factors for hip fracture in frail nursing home elderly. *American Journal of Medicine* 104, 539–545 (1998).
- [26] Hayes, W., Myers, E., Morris, J., Gerhart, T., Yett, H., Lipsitz, L.: Impact near the hip dominates fracture risk in elderly nursing home residents who fall. *Calcified Tissue International* 52, 192–198 (1993).
- [27] Schwartz, A., Kelsey, J., Sidney, S., Grisso, J.: Characteristics of falls and risk of hip fracture in elderly men. *Osteoporosis International* 8, 240–246 (1998).
- [28] Cummings, S., Nevitt, M.C.: A hypothesis: the causes of hip fractures. *Journal of Gerontology* 44, 107–111 (1989).
- [29] Melton, L., Riggs, B.: Epidemiology of age-related fractures. In: *The Osteoporotic Syndrome*. Grune & Stratton, pp. 54–72 (1983).
- [30] Veltink, P., Bussmann, H., Vries de, W., Martens, W., Lummel van, R.: Detection of static and dynamic activities using uniaxial accelerometers. *Rehabilitation Engineering* 4, 375–385 (1996).

- [31] Bouten, C., Koekkoek, K., Verduin, M., Kodde, R., Janssen, J.: A triaxial accelerometer and portable data processing unit for the assessment of daily physical activity. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 44, 136–147 (1997).
- [32] Culhane, K.M., O'Connor, M., Lyons, D., Lyons, G.M.: Accelerometers in rehabilitation medicine for older adults. *Age and Ageing* 34, 556–560 (2005).
- [33] Lyons, G., Culhane, K., Hilton, D., Grace, P., Lyons, D.: A description of an accelerometer-based mobility monitoring technique. *Med. Eng. Phys.* 27, 479–504 (2005).
- [34] Ni-Scanail, C., Ahearne, B., Lyons, G.: Long-term telemonitoring of mobility trends of elderly people using sms messaging. *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.* 10, 412–413 (2006).
- [35] Godfrey, A., Culhane, K., Lyons, G.: Comparison of the performance of the activpal professional physical activity logger to a discrete accelerometer-based activity monitor. *Med. Eng. Phys.* 29, 930–934 (2007).
- [36] Tay, F., Nyan, M.N., Koh, T.H., Seah, K.H.W., Sitoh, Y.: Smart shirt that can call for help after a fall. *Int. J. of Software Engineering and Knowledge Engineering* 15, 183–188 (2005).
- [37] Noury, N., Dittmar, A., Corroy, C., Baghai, R., Weber, J., Blanc, D., Klefstat, F., Blinowska, A., Vaysse, S., Comet, B.: Vtamm—a smart clothe for ambulatory remote monitoring of physiological parameters and activity. In: *Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, pp. 3266–3269 (2004).
- [38] Marie Tolkiehn, Louis Atallah, Benny Lo and Guang-Zhong Yang: Direction Sensitive Fall Detection Using a Triaxial Accelerometer and a Barometric Pressure Sensor (2010).
- [39] Yoshida, S.: A global report on falls prevention epidemiology of falls. <http://www.who.int/ageing/projects/1.Epidemiologyoffallsinolderage.pdf> by the World Health Organization (2007).
- [40] Noury, N., Rumeau, P., Bourke, A., O'Laughlin, G., & Lundy, J.: A proposal for the classification and evaluation of fall detectors. *IRBM*, 29(6), 340 – 349 (2008).
- [41] Charles Brown, Carol Lehtola, W. J. B.: Preventing injuries from slips, trips and falls. <http://edis.ifas.ufl.edu/as042> by the University of Florida (2009).
- [42] Stalenhoef, P. A., and J Andre Knottnerus and. Luc P de Witteb, J. P. D., & Crebolder, H. F.: The construction of a patient record-based risk model for recurrent falls among elderly people living in the community: <http://fampra.oxfordjournals.org/content/17/6/490.abstract>, Oxford University (2000).
- [43] Emergency Alarm Patient Aid Alert for Caregivers: <http://preparedness.com/emaialforca.html>
- [44] Fall Detector by Spantec GmbH: www.androidzoom.com/android_applications/health_and_fitness/fall-detector_bimsh.html
- [45] Age Careby by Andrew Sweeney: www.androidzoom.com/android_applications/medical/age-care_bbjmh.html
- [46] Mover by Fraunhofer Portugal AICOS: <https://market.android.com/details?id=pt.fraunhofer.fallsensor.market>
- [47] CRADAR by ActionXL LLC: <http://actionxl.com/CRADAR.html>
- [48] Hamed Ketabdar, Tim Polzehl: Fall and Emergency Detection with Mobile Phones

- [49] Zhongtang Zhao, Yiqiang Chen, Junfa Liu: Fall Detecting and Alarming Based on Mobile Phone (2010).
- [50] Frank Sposaro, Gary Tyson: iFall: An Android Application for Fall Monitoring and Response (2009).
- [51] Jiangpeng Dai, Xiaole Bai, Zhimin Yang, Zhaohui Shen and Dong Xuan: PerFallD: A Pervasive Fall Detection System Using Mobile Phones (2009).
- [52] Gokhan Remzi Yavuz, Mustafa Eray Kocak, Gokberk Ergun, Hande Alemdar, Hulya Yalcin, Ozlem Durmaz Incel, Lale Akarun, Cem Ersoy: A Smartphone Based Fall Detector with Online Location Support (2011).
- [53] Ott A, Breteler MM, van Harskamp F, Claus JJ, van der Cammen TJ, Grobbee DE et al. Prevalence of Alzheimer's disease and vascular dementia: association with education. The Rotterdam study. *BMJ*;310(6985):970-3 (1995).
- [54] Mortimer JA, van Duijn CM, Chandra V, Fratiglioni L, Graves AB, Heyman A et al. Head trauma as a risk factor for Alzheimer's disease: a collaborative re-analysis of case-control studies. EURODEM Risk Factors Research Group. *Int J Epidemiol*;20 Suppl 2:S28-35 (1991).
- [55] Mayeux R, Ottman R, Maestre G, Ngai C, Tang MX, Ginsberg H et al. Synergistic effects of traumatic head injury and apolipoprotein-epsilon 4 in patients with Alzheimer's disease. *Neurology*;45(3 Pt 1):555-7 (March 1995).
- [56] Devanand DP, Sano M, Tang MX, Taylor S, Gurland BJ, Wilder D et al. Depressed mood and the incidence of Alzheimer's disease in the elderly living in the community. *Arch Gen Psychiatry*;53(2):175-82 (1996).
- [57] Ferri CP, Ames D, Prince M. Behavioral and psychological symptoms of dementia in developing countries. *Int Psychogeriatr*;16(4):441-59 (December 2004).
- [58] Ganguli M, Dodge HH, Shen C, Pandav RS, DeKosky ST. Alzheimer disease and mortality: a 15-year epidemiological study. *Arch Neurol*;62(5):779-84 (May 2005).
- [59] Fitzpatrick AL, Kuller LH, Lopez OL, Kawas CH, Jagust W. Survival following dementia onset: Alzheimer's disease and vascular dementia. *J Neurol Sci*;229-230:43-9. Epub@2004 Dec 23.:43-9 (15 March 2005).
- [60] Kalaria RN, Maestre GE, Arizaga R, Friedland RP, Galasko D, Hall K et al. Alzheimer's disease and vascular dementia in developing countries: prevalence, management, and risk factors. *Lancet Neurol*;7(9):812-26 (September 2008)
- [61] Tovar A., Training of professional caregivers: The Venezuelan experience. *Alzheimer's Disease International, Singapore* (2009)
- [62] Brodaty H., Draper B. M., Low L.-F.: Behavioural and psychological symptoms of dementia: a seven-tiered model of service delivery. *Medical Journal of Australia* 2003, 178 (3 March 2003).
- [63] Jacob K. S., Senthil Kumar P., Gayathri K., Abraham S., Prince M. J.: The diagnosis of dementia in the community. *International Psychogeriatrics* 2007, 19 (4), 669-678.
- [64] Dias A., Dewey M. E., D'Souza J., Dhume R., Motghare D., Shaji K. S., Menon R., Prince M., Patel V.: The effectiveness of a home care program for supporting caregivers of persons with

- dementia in developing countries: a randomised controlled trial from Goa, India. *PLoS ONE* 2008, 3 (6).
- [65] Tovar A.: Training of professional caregivers: The Venezuelan experience. *Alzheimer's Disease International*, Singapore (2009).
- [66] Lee S.: Korea's policy on dementia care. *Alzheimer's Disease International*, Singapore (2009).
- [67] Reto Meier. *Professional Android 2 Application Development*. Wiley Publishing (2010)
- [68] K M Culhane, M O'Connor, D Lyons, and G M Lyons. Accelerometers in rehabilitation medicine for older adults. *Age and ageing*, 34(6):556–60 (November 2005).
- [69] Android Developers: <http://developer.android.com/index.html>.
- [70] Ed Burnette. *Hello Android - Introducing Google's Mobile Development Platform*. 3th edition (2010).
- [71] Wilfried Elmenreich. *Sensor Fusion in Time-Triggered Systems*. PhD thesis, O. Univ.-Prof. Dr. Hermann Kopetz (2002)
- [72] David Wolber, Hal Abelson, Ellen Spertus, Liz Looney: *App Inventor Create Your Own Android Apps*, O'Reilly (April 2011).
- [73] Joy Goodman, Stephen Brewster, and Philip Gray. Older people, mobile devices and navigation. In *Proceedings of the Workshop on HCI and the Older Population*, pages 13–14 (2004).
- [74] Suziah Sulaiman and Intan Suriyany Sohaimi. An Investigation to Obtain a Simple Mobile Phone Interface for Older Adults. In *2010 International Conference on Intelligent and Advanced Systems (ICIAS)*, (2010).
- [75] Isabel Seruca, Jose Cordeiro, and Slimane Hammoudi. *Enterprise information systems VI*. Springer, (2006).
- [76] Mary Zajicek. *Passing on Good Practice: Interface Design for Older Users*. In *Computer Human Interaction*, pages 636–640. Springer (2004).
- [77] Noury, N., Rumeau, P., Bourke, A., O'Laighin, G., and Lundy, J. A proposal for the classification and evaluation of fall detectors. *IRBM*, 29(6), 340 – 349 (2008)
- [78] Li, Q., Stankovic, J., Hanson, M., Barth, A., Lach, J., and Zhou, G. Accurate, fast fall detection using gyroscopes and accelerometer-derived posture information. In *Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 2009. BSN 2009. Sixth International Workshop on*, 138–143 (2009).
- [79] Noury, N., Fleury, A., Rumeau, P., Bourke, A., Laighin, G., Rialle, V., and Lundy, J. Fall detection - principles and methods. In *Engineering in Medicine and Biology Society. EMBS 2007. 29th Annual International Conference of the IEEE*, 1663 –1666 (2007).
- [80] Popescu, M., Li, Y., Skubic, M., and Rantz, M. An acoustic fall detector system that uses sound height information to reduce the false alarm rate. In *Engineering in Medicine and Biology Society. EMBS 2008. 30th Annual International Conference of the IEEE*, 4628 –4631 (2008).
- [81] Mitja, L. and Bostjan, K. Fall detection and recognition with machine learning. Technical report, Jozef Stefan Institute, Department of Intelligent Systems: http://dis.ijs.si/mitjal/documents/Fall_detection_and_activity_recognition_with_machine_learning-Informatica-09.pdf (2009).

- [82] Ralhan, A. S. A study on machine learning algorithms for fall detection and movement classification. Master's thesis, University of Saskatchewan: <http://library2.usask.ca/theses/available/etd-12222009-144628/> (2009).
- [83] Caruana, R. and Niculescu-mizil, A. An empirical comparison of supervised learning algorithms. In Proc. 23 rd Intl. Conf. Machine learning (ICML06), 161–168 (2006)
- [84] Caruana, R., Karampatziakis, N., and Yessenalina, A. An empirical evaluation of supervised learning in high dimensions. International Conference on Machine Learning(ICML), 96–103 (2008).
- [85] Koichi Shimizu, Kuniaki Kawamura and Katsuyuki Yamamoto: Location System for Dementia Wandering, Proceedings of the 22nd Annual EMBS International Conference, July 23-28, Chicago IL (2000).
- [86] Hidekuni Ogawa, Yoshiharu Yonezawa, Hiromichi Maki, Haruhiko Sato and W. Morton Caldwell: A mobile phone-based Safety Support System for wandering elderly persons, Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS, San Francisco, CA, USA • September 1-5, (2004).
- [87] Roberto Calvo-Palomino, Pedro de las Heras-Quiros, Jose Antonio Santos-Cadenas, Raul Roman-Lopez and Daniel Izquierdo-Cortazar: Outdoors Monitoring of Elderly People Assisted by Compass, GPS and Mobile Social Network, Avanza I+D program, under the Mobile Social Network (TSI-020100-2008-528) and OpenHealthAssistant (TSI-020100-2008-66).
- [88] Frank Sposaro, Justin Danielson, Gary Tyson: iWander: An Android Application for Dementia Patients, 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS, Buenos Aires, Argentina, August 31 - September 4, (2010).
- [89] V. Faucounau, M. Rigueta, G. Orvoena, A. Lacombeb, V. Riallec, J. Extrac, A.-S. Rigauda: Electronic tracking system and wandering in Alzheimer's disease: A case study, Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 52 (2009) 579–587, 2009 Elsevier Masson SAS
- [90] Global Positioning System: http://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System