



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

### **Αναγνώριση Κατάστασης Κινούμενων Χρηστών και Προσαρμογή Υπηρεσιών Κινητού Υπολογισμού σε Αυτές**

#### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανδρουλάκη Θ. Χριστίνα**

**Επιβλέπων :** Μιχαήλ Ε. Θεολόγου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2010





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Αναγνώριση Κατάστασης Κινούμενων Χρηστών και  
Προσαρμογή Υπηρεσιών Κινητού Υπολογισμού σε Αυτές**

(Εγχειρίδιο χρήσης)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

**Ανδρουλάκη Θ. Χριστίνας**

**Επιβλέπων :** Μιχαήλ Ε. Θεολόγου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20<sup>η</sup> του Ιουλίου 2010.

*(Υπογραφή)*

.....  
Μιχαήλ Ε. Θεολόγου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

*(Υπογραφή)*

.....  
Γεώργιος Στασινόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

*(Υπογραφή)*

.....  
Ευστάθιος Συκάς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2010

(Υπογραφή)

.....

**ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗ Θ. ΧΡΙΣΤΙΝΑ**

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

© 2010 – All rights reserved

Copyright © Ανδρουλάκη Θ. Χριστίνα, 2010

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

Η επίγνωση κατάστασης (context awareness) επιτρέπει στις εφαρμογές να προσαρμόζονται στο περιβάλλον που βρίσκεται ο υπολογιστής, έτσι ώστε να ανταπεξέρχονται καλύτερα στις ανάγκες του χρήστη. Η κατάσταση είναι αυτή που βοηθάει τους ανθρώπους και τα συστήματα να παίρνουν αποφάσεις πιο γρήγορα. Τέτοια ικανότητα είναι σημαντική καθ' ότι υπόσχεται τη μείωση της ανθρώπινης παρέμβασης και προσοχής. Οι εφαρμογές που καταφέρνουν το παραπάνω βασίζονται σε διάφορα components (στοιχεία), τα οποία είναι υπεύθυνα για την αναγνώριση, την επεξεργασία, την αποθήκευση και την αλλαγή της κατάστασης. Τα έξυπνα τηλέφωνα είναι μια ιδανική πλατφόρμα ανάπτυξης τέτοιων εφαρμογών, γιατί χρησιμοποιούν γνωστά λειτουργικά συστήματα πάνω στα οποία είναι εύκολος ο προγραμματισμός. Κατά συνέπεια οι εφαρμογές που τρέχουν σε τέτοια τηλέφωνα είναι context-aware και προσαρμοστικές. Η συγκεκριμένη διπλωματική ασχολείται με την επίγνωση κατάστασης των κινητών τηλεφώνων και πιο συγκεκριμένα με την αναγνώριση του μέσου μεταφοράς που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Μέσα από την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που παίρνει μετρήσεις επιτάχυνσης και φωτεινότητας, θα προσπαθήσουμε να δούμε τις διαφορές που έχουν οι τιμές στα διαφορετικά μέσα μεταφοράς και πιο συγκεκριμένα ανάμεσα στο αυτοκίνητο, στο μετρό και στη μηχανή.

**Λέξεις Κλειδιά:** <<επίγνωση κατάστασης, αναγνώριση μεταφορικού μέσου, αισθητήρας επιτάχυνσης, αισθητήρας φωτεινότητας, κινητές υπηρεσίες >>



## **Abstract**

Context awareness allows applications to adapt themselves to their computing environment in order to better suit the needs of the user. Context is what enables people and systems to take decisions faster. Such a capability is critical because it promises to reduce the demand for human interference and attention. The applications, which succeed in it, rely on the components that are responsible for context sensing, processing, storage and inference. Smart phones are a particularly tempting platform for building context-aware applications, because they use well-known operating systems making programming easier. Accordingly, the applications that are running on mobile devices are intensely context-aware and adaptive. In this diploma thesis we deal with context awareness of mobile phones and more specifically with the recognition of means of transport that the user is on. Through the development of an application that takes measures of acceleration and luminance we will try to see the differences that the measures have between different means of transport and more specifically between the car, the motorbike and the subway.

**Keywords:** << context awareness, context aware systems, context awareness on the move, vehicle recognition, acceleration sensor, luminance sensor, mobile services >>





## *Ευχαριστίες*

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, σε όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας, η συμβολή των οποίων υπήρξε πολύ σημαντική για την ολοκλήρωσή της.

Καταρχήν, ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Μ.Ε. Θεολόγου για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με την παρούσα διπλωματική καθώς και για την καθοδήγηση και επόπτευση κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Ιδιαίτερος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιστημονικό Συνεργάτη του Τομέα Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και Συστημάτων Πληροφορικής Δρα. Χ. Πατρικάκη για την πολύτιμη βοήθειά του, την υπομονή του και τη συνεργασία του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υποστήριξή της όλα αυτά τα χρόνια.



## Πίνακας περιεχομένων

<b>1. Εισαγωγή</b> .....	<b>1</b>
1.1. Αντικείμενο διπλωματικής.....	1
1.2. Οργάνωση κειμένου.....	1
1.3. Επίγνωση κατάστασης (Context awareness) .....	2
1.3.1. Επίγνωση κατάστασης στις επιχειρήσεις .....	4
1.3.2. Επίγνωση κατάστασης στους μεμονωμένους χρήστες.....	5
1.3.2.1. Έξυπνο σπίτι.....	5
1.3.2.2. Επίγνωση κατάστασης του χρήστη σε κίνηση .....	6
1.3.3. Μια άλλη οπτική γωνία .....	9
<b>2. Χρήση αισθητήρων για τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών σε κινούμενους χρήστες...10</b>	
2.1. Αναγνώριση θέσης και κατεύθυνσης.....	10
2.2. Αναγνώριση κίνησης .....	12
2.3. Αναγνώριση ήχου και θορύβου .....	14
2.4. Αναγνώριση φωτεινότητας .....	14
2.5. Αναγνώριση χειρονομιών .....	15
2.6. Συνδυασμένη και γενική χρήση αισθητήρων .....	15
2.6.1. <i>TouchLockPro</i> .....	15
2.6.2. <i>NoStylusWarning</i> .....	16
2.6.3. <i>PocketShield</i> .....	16
2.6.4. <i>Παιχνίδια που χρησιμοποιούν αισθητήρες</i> .....	16
<b>3. Σύστημα αναγνώρισης και προσαρμογής εφαρμογών στις συνθήκες μετακίνησης.....18</b>	
3.1. Απαιτήσεις και προδιαγραφές συστήματος .....	18
3.1.1. <i>Απαιτήσεις συστήματος</i> .....	18
3.1.2. <i>Προδιαγραφές συστήματος</i> .....	18

3.1.2.1. Πορεία ανάπτυξης της διπλωματικής.....	19
3.1.2.2. Πλατφόρμες και προγραμματιστικά εργαλεία .....	19
3.1.2.3. Αισθητήρες.....	20
3.2. Αρχιτεκτονική συστήματος .....	21
<b>4. Υλοποίηση Συστήματος.....</b>	<b>27</b>
4.1. Sensor API .....	27
4.2. Χειρισμός (κατάρτιση-training).....	30
4.3. Λειτουργία (operation).....	32
<b>5. Αξιολόγηση.....</b>	<b>35</b>
5.1. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων .....	35
5.1.1. Μετρήσεις επιτάχυνσης .....	36
5.1.2. Μετρήσεις φωτεινότητας .....	43
5.1.3. Μετρήσεις τυπικής απόκλισης .....	45
5.2. Πιθανές χρήσεις .....	51
<b>6. Επίλογος</b>	<b>53</b>
6.1. Σύνοψη και συμπεράσματα .....	53
6.2. Μελλοντικές επεκτάσεις .....	53
<b>7. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>55</b>

## Ευρετήριο εικόνων

Σχήμα 2.1.Πηγή <a href="http://www.ndriveweb.com/">http://www.ndriveweb.com/</a> .....	11
Σχήμα 2.2.Πηγή <a href="http://pocketnow.com">http://pocketnow.com</a> .....	12
Σχήμα 3.1.Πηγή <a href="http://sensorapi.codeplex.com/">http://sensorapi.codeplex.com/</a> .....	21
Σχήμα 3.2.Πηγή <a href="http://sensorapi.codeplex.com/">http://sensorapi.codeplex.com/</a> .....	21
Σχήμα 3.3.Αρχιτεκτονική συστήματος αναγνώρισης μεταφορικού μέσου .....	22
Σχήμα 3.4.Αρχιτεκτονική συστήματος επίγνωσης κατάστασης σε κινητά τηλέφωνα.	23
Σχήμα 3.5.Λειτουργίες που εκτελεί το σύστημα.....	24
Σχήμα 3.6.Επιλογή μεταφορικού μέσου στο στάδιο της προσαρμογής .....	24
Σχήμα 3.7.Επιλογή ρυθμίσεων από το χρήστη για το αυτοκίνητο .....	25
Σχήμα 3.8.Επιλογή ρυθμίσεων από το χρήστη για το μετρό .....	25
Σχήμα 4.1.Σύνδεση των κλάσεων του Sensor API .....	29
Σχήμα 4.2.Πλήκτρα επιλογής τρέχουσας κατάστασης κίνησης του οχήματος .....	31
Σχήμα 4.3.Πλήκτρα επιλογής μεταφορικού μέσου.....	31
Σχήμα 4.4.Αρχικό Interface της εφαρμογής "λήψη μετρήσεων επιτάχυνσης" .....	32
Σχήμα 4.5.Τελικό Interface της εφαρμογής "λήψη μετρήσεων επιτάχυνσης".....	32
Σχήμα 4.6.Interface της εφαρμογής "λήψη μετρήσεων τυπικής απόκλισης" .....	34
Σχήμα 5.1.Γραφ. Παρασταση: Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο αυτοκίνητο .....	36
Σχήμα 5.2.Γραφ. Παρασταση: Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης στο αυτοκίνητο ...	37
Σχήμα 5.3.Γραφ. Παρασταση: Τρίτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο αυτοκίνητο .....	37
Σχήμα 5.4.Γραφ. Παρασταση: Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο μετρό.....	38
Σχήμα 5.5.Γραφ. Παρασταση: Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης στο μετρό.....	39
Σχήμα 5.6.Γραφ. Παρασταση: Τρίτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο μετρό .....	39

Σχήμα 5.7.Γραφ. Παρασταση: Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης στη μοτοσικλέτα ...	40
Σχήμα 5.8.Γραφ. Παρασταση:Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης στη μοτοσικλέτα..	41
Σχήμα 5.9. Γραφ. Παρασταση: Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης σε πεζοπορία.....	42
Σχήμα 5.10.Γραφ. Παρασταση: Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης σε πεζοπορία ....	42
Σχήμα 5.11.Γραφ. Παρασταση: Πρώτη μέτρηση της φωτεινότητας στο μετρό.....	44
Σχήμα 5.12.Γραφ. Παρασταση: Δεύτερη μέτρηση της φωτεινότητας στο μετρό .....	44
Σχήμα 5.13.Γραφ. Παρασταση: Τρίτη μέτρηση της φωτεινότητας στο μετρό.....	45
Σχήμα 5.14.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα X στο αυτοκίνητο .....	46
Σχήμα 5.15.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα X στο μετρό .....	46
Σχήμα 5.16.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα X στη μοτοσικλέτα .....	47
Σχήμα 5.17.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Y στο αυτοκίνητο .....	48
Σχήμα 5.18.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Y στο μετρό .....	48
Σχήμα 5.19.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Y στη μοτοσικλέτα .....	49
Σχήμα 5.20.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Z στο αυτοκίνητο .....	50
Σχήμα 5.21.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Z στο μετρό.....	50
Σχήμα 5.22.Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Z στη μοτοσικλέτα.....	51

# 1. Εισαγωγή

## 1.1. Αντικείμενο διπλωματικής

Οι περισσότερες εφαρμογές πλοήγησης, έχουν κάποιου τύπου επίγνωσης κατάστασης, από την άποψη ότι εντοπίζουν αν ο χρήστης είναι πεζός ή βρίσκεται μέσα σε κινούμενο όχημα. Η παρούσα διπλωματική σκοπό έχει να προεκτείνει το συγκεκριμένο και να προσπαθήσει να εντοπίσει σε τι κινούμενο όχημα βρίσκεται ο χρήστης με σκοπό να δοθεί η δυνατότητα προσαρμογής της λειτουργίας της συσκευής στις εκάστοτε συνθήκες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η απενεργοποίηση παρακολούθησης video όταν ο χρήστης επιβαίνει σε μηχανή, ενεργοποίηση δόνησης (εάν ο χρήστης το επιλέξει με σκοπό να μην ενοχλεί τους γύρω του σε δημόσιους χώρους) ή η αύξηση της έντασης του ήχου ειδοποίησης όταν βρίσκεται σε μέσο μεταφοράς το οποίο έχει πηγές δυνατού θορύβου, όπως το μετρό.

Για να επιτευχθεί η αναγνώριση του μεταφορικού μέσου που χρησιμοποιεί ο χρήστης της συσκευής, αναπτύχθηκε μια εφαρμογή, η οποία χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες επιτάχυνσης και φωτισμού, πήρε μετρήσεις στα τρία παραπάνω διαφορετικά μεταφορικά μέσα, αλλά και σε πεζοπορία. Στα πλαίσια της εργασίας, έγινε μία μελέτη και παρουσίαση της τρέχουσας κατάστασης όσον αφορά τις τεχνολογίες και μεθοδολογίες χρήσης αισθητήρων και προσαρμογής εφαρμογών στην εκάστοτε κατάσταση και αναπτύχθηκε εκ νέου μια καινούρια εφαρμογή, η οποία μετράει μόνο την επιτάχυνση χρησιμοποιώντας το επιταχυνσιόμετρο και υπολογίζει την τυπική απόκλιση, καθιστώντας δυνατό το διαχωρισμό των τριών οχημάτων.

## 1.2. Οργάνωση κειμένου

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του όρου επίγνωσης κατάστασης γενικότερα και πιο συγκεκριμένα στα κινητά τηλέφωνα και στους αισθητήρες που αυτά χρησιμοποιούν. Στο δεύτερο κεφάλαιο υπάρχει μια αναλυτική παρουσίαση των αισθητήρων που υπάρχουν σε διάφορα κινητά και μια επιγραμματική αναφορά σε διάφορες εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούν έναν ή και περισσότερους αισθητήρες. Στο τρίτο κεφάλαιο ακολουθεί η αρχιτεκτονική του συστήματος, καθώς και οι πλατφόρμες και τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια λεπτομερής ανάλυση των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν και αναπτύχθηκαν, ενώ στο πέμπτο γίνεται η αξιολόγηση του συστήματος και αναφέρονται πιθανές χρήσεις. Στο έκτο κεφάλαιο, το οποίο αποτελεί τον επίλογο, προτείνονται

μελλοντικές επεκτάσεις της παρούσας διπλωματικής και στη συνέχεια ακολουθεί η βιβλιογραφία.

### 1.3. Επίγνωση κατάστασης (Context awareness)

Στην επιστήμη των υπολογιστών υπάρχει ενδιαφέρον στο να καταλαβαίνουν οι υπολογιστές το περιβάλλον τους και να αντιδρούν ανάλογα. Οι συσκευές έχουν πληροφορίες για τις καταστάσεις κάτω από τις οποίες λειτουργούν, βασίζονται σε ορισμένους κανόνες και αντιδρούν με βάση αυτούς [1]. Ο όρος context-awareness παρουσιάστηκε αρχικά από τον Schilit το 1994. Ο Dev το 2001, όρισε το context σαν "οποιαδήποτε πληροφορία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει την κατάσταση μιας οντότητας". Ενώ η κοινότητα της επιστήμης των υπολογιστών παρουσίασε το context σαν ένα ζήτημα εύρεσης της τοποθεσίας του χρήστη, τα τελευταία χρόνια έχει χαρακτηριστεί όχι απλά μια κατάσταση, αλλά ένα μέρος μιας διεργασίας στην οποία οι χρήστες εμπλέκονται. Οι συσκευές μέχρι στιγμής επικεντρώνονταν στο να βρίσκουν την παρούσα γεωγραφική θέση του χρήστη, ενώ γίνεται ήδη μια προσπάθεια στο να ανακαλύπτουν όχι απλά που βρίσκεται ο χρήστης, αλλά και τι κάνει [3].

Εφαρμογές, οι οποίες επικεντρώνονται στην τοποθεσία του χρήστη [35], μπορούν να προσφέρουν ένα σύνολο υπηρεσιών, ώστε να τον διευκολύνουν στις αναζητήσεις του. Τέτοιες εφαρμογές ονομάζονται υπηρεσίες βασισμένες στη θέση (location based services - LBS) και έχουν το χαρακτηριστικό ότι οι πληροφορίες για την τοποθεσία του χρήστη δίνονται από το δίκτυο του και όχι από το ίδιο το κινητό. Κάτι τέτοιο όμως δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στην ασφάλεια και στην ιδιωτικότητα του χρήστη και μπορεί να αποτελέσει πηγή για δυσπιστία ως προς το δίκτυο τηλεφωνίας. Γι' αυτό και πρέπει να υπάρξουν συγκεκριμένες απαιτήσεις ασφάλειας κατά τη δημιουργία μιας LSB εφαρμογής. Υπάρχουν δύο διαφορετικές κατηγορίες υπηρεσιών βασισμένες στην θέση. Αυτές που τις ζητάει ο χρήστης και αυτές που προκαλούνται μόνες τους. Παρακάτω αναφέρονται δύο τέτοιες υπηρεσίες, οι οποίες ανήκουν η κάθε μία στην αντίστοιχη κατηγορία:

- Μέσω της εύρεσης της τοποθεσίας του χρήστη θα μπορούσε πολύ εύκολα να αναπτυχθεί μια εφαρμογή που θα τον ενημέρωνε για τα εστιατόρια που υπάρχουν στην περιοχή που βρίσκεται.
- Μια άλλη ιδέα είναι ανάλογα με τη χώρα στην οποία βρίσκεται ο χρήστης, αν χρειαστεί βοήθεια και καλέσει για παράδειγμα ασθενοφόρο στο 166, όπου αυτός ο αριθμός είναι μόνο για την Ελλάδα, να τον αλλάξει και να καλέσει τον αριθμό της εκάστοτε χώρας.



Οι εφαρμογές επίγνωσης κατάστασης, με τις οποίες ασχολούμαστε σε αυτή τη διπλωματική, δε χρησιμοποιούν καθόλου δεδομένα από το δίκτυο τηλεφωνίας του χρήστη, αλλά χρησιμοποιούν τους αισθητήρες που βρίσκονται πάνω στο κινητό, αντιστοιχίζοντας τα ερεθίσματα τους με κάποιο context και αλλάζοντας τη συμπεριφορά της εφαρμογής αναλόγως. Οι περισσότερες εφαρμογές επίγνωσης κατάστασης επικεντρώνονται στο να εντοπίζουν τοποθεσίες ή ενέργειες των χρηστών. Συγκεκριμένα στα κινητά τηλέφωνα έχουν τοποθετηθεί διάφοροι αισθητήρες, παραδείγματα των οποίων είναι:

- GPS δέκτης: Παρέχει πληροφορίες για εξωτερικές τοποθεσίες.
- Επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων: Μπορεί να παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση του χρήστη (περπατάει, στέκεται, τρέχει)
- Μικρόφωνο: Χρησιμοποιείται για να αναγνωρίσει τη φωνή του χρήστη και να καταλάβει πότε αυτός συζητάει.
- Στυλό: Τα κινητά που λειτουργούν με στυλό, έχουν ένα αισθητήρα που εντοπίζει πότε το στυλό βγαίνει από την ειδική υποδοχή και πότε μπαίνει ξανά σε αυτήν.
- Φωτεινότητα: Ο αισθητήρας αυτός βρίσκεται συνήθως στην πρόσοψη του κινητού, και εντοπίζει τη φωτεινότητα του δωματίου. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις χαμηλής φωτεινότητας, ώστε να μειώνει το φως του κινητού και να εξοικονομεί ενέργεια.
- Ανάγνωση πιστωτικής κάρτας: Το iPhone θα μπορεί να δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του, να περνάνε την πιστωτική κάρτα μέσα από ειδική υποδοχή του κινητού, κάνοντας έτσι πιο εύκολες τις αγορές μέσω ιντερνέτ [15].
- Ραντάρ: Η Nokia ανέπτυξε ένα καινούριο hardware (υλικό) το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά κύματα για να μετρήσει την ταχύτητα ενός ατόμου που περπατάει ή για να επιτρέψει στο χρήστη να αυξομειώσει τον ήχο του κινητού του χωρίς να το αγγίζει, απλά με τη κίνηση του χεριού του [16].
- Αισθητήρας υγρασίας: Το iPhone περιλαμβάνει το συγκεκριμένο αισθητήρα, προκειμένου να ενημερώσει το χρήστη αν το κινητό έχει πάθει κάποια βλάβη λόγω νερού ή όχι.

Αντίστοιχα με τα κινητά τηλέφωνα, και οι υπολογιστές έχουν δυνατότητες επίγνωσης κατάστασης, οι οποίες όμως περιορίζονται στα εξής [36]:

- Κατάσταση υπολογιστή: σύνδεση δικτύου, κατάσταση περιφερειακών όπως εκτυπωτής, σαρωτής και οθόνη.
- Κατάσταση χρήστη: προφίλ του χρήστη, τοποθεσία, χρήστες που βρίσκονται στο δίκτυό του, τωρινή κοινωνική κατάσταση.
- Κατάσταση περιβάλλοντος: φωτεινότητα, επίπεδο θορύβου, κατάσταση κυκλοφοριακής συμφόρησης, θερμοκρασία.
- Κατάσταση χρόνου: αριθμός ημέρας, εβδομάδας, μήνα και εποχή του χρόνου.

### **1.3.1. Επίγνωση κατάστασης στις επιχειρήσεις**

Μέχρι το 2013, περισσότερες από 500 εταιρείες θα εμφανίσουν καινοτομίες όσον αφορά την επίγνωση κατάστασης στους υπολογιστές και κυρίως στα κινητά τηλέφωνα, που αποτελούν ένα υποσύνολο του 80% από ότι συμβαίνει σε αυτό τον τομέα. Τέτοια τεχνολογία είναι ήδη διαθέσιμη από διάφορες εταιρείες, όπως η Agito Networks Inc., Appear Networks Inc. και Cisco. Οι εταιρείες που αναπτύσσουν τέτοιο λογισμικό θα πρέπει να γνωρίζουν τις προκλήσεις που προκύπτουν, κυρίως στο θέμα της ιδιωτικότητας. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων των τριών αυτών εταιρειών, που χρησιμοποιούνται από πολλούς οργανισμούς σήμερα, είναι τα παρακάτω:

#### ***Agito Networks***

Η Agito Networks ανέπτυξε το RoamAnywhere Mobility Router [13], το οποίο είναι ένα ισχυρό προϊόν φτιαγμένο για να βοηθήσει τις εταιρείες να κάνουν φορητές τις επικοινωνίες μεταξύ των εργαζομένων, ώστε να αυξήσει την παραγωγικότητα τους μειώνοντας παράλληλα το κόστος. Ουσιαστικά το συγκεκριμένο router αυτό που κάνει είναι να παρέχει στο δίκτυο την παρούσα τοποθεσία του εργαζομένου, βελτιώνοντας έτσι τη δυνατότητα πρόσβασης και την ανταπόκριση των εργαζομένων που βρίσκονται σε κίνηση. Επεκτείνει παράλληλα τη δυνατότητα που έχουν οι εργαζόμενοι να κάνουν κάποιες εργασίες στο γραφείο τους, στο να τις κάνουν ενώ βρίσκονται σε κίνηση. Επίσης, το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα στα κινητά των εργαζομένων να επικοινωνούν με το ασύρματο δίκτυο της εταιρείας μειώνοντας με αυτό το τρόπο το κόστος επικοινωνίας μεταξύ των εργαζομένων.

#### ***Appear Networks Inc.***

Η Appear Networks ανέπτυξε την πλατφόρμα λογισμικού Appear IQ [14], η οποία μεταφέρει εφαρμογές και δεδομένα γρήγορα και με ασφάλεια. Αυτό που το κάνει να διαφέρει από τα άλλα παρόμοια συστήματα είναι ο τρόπος που κατανοεί την κατάσταση του κινούμενου χρήστη (τοποθεσία, εργασία που πρέπει να διεκπεραιώσει) και το γεγονός ότι εξασφαλίζει οι χρήστες να πάρουν ότι χρειάζονται αυτόματα- όπως δεδομένα, εφαρμογές, επεξεργασία μηνυμάτων- ώστε να ολοκληρώσουν την εργασία τους. Με αυτό τον τρόπο, οι χρήστες προτού ζητήσουν πληροφορίες για να ολοκληρώσουν μία εργασία, το λογισμικό της Appear τους τις παραδίδει. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα έχει χρησιμοποιηθεί στις γερμανικές σιδηροδρομικές γραμμές, σε σιδηροδρομικές γραμμές υψηλών ταχυτήτων TGV μεταξύ Γαλλίας και Ευρώπης, αλλά έχει και δυνατότητα χρήσης σε αεροδρόμια.

## **Cisco**

Η Cisco έχει αναπτύξει την πλατφόρμα Cisco Context-Aware Mobility Solution [27], η οποία μπορεί να αυξήσει τη λειτουργικότητα μιας επιχείρησης ή οργανισμού μέσα από την παροχή πληροφοριών που αφορούν την κατάσταση των υπαλλήλων και των χρηστών σε κίνηση. Οι επιχειρήσεις μπορούν να παίρνουν άμεσες αποφάσεις, οι οποίες βασίζονται στην πρόσβαση σε πληροφορίες όπως τοποθεσία, θερμοκρασία, διαθεσιμότητα και εφαρμογές. Το σύστημα μπορεί να απαντάει σε ερωτήσεις του τύπου: Που βρίσκεται ο συγκεκριμένος εξοπλισμός; Ποια είναι η θερμοκρασία στην αποθήκη; Ποια είναι η κατάσταση αυτού του ατόμου; Με αυτόν τον τρόπο, οι εργαζόμενοι που πρέπει να μετακινούνται συχνά, μπορούν να παίρνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο και να ενημερώνονται αυτόματα για οποιαδήποτε αλλαγή, καθώς το περιβάλλον τους προσαρμόζεται σε αυτούς.

### **1.3.2. Επίγνωση κατάστασης στους μεμονωμένους χρήστες**

Αντίστοιχα με τα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί για να διευκολύνουν τις επιχειρήσεις, εταιρείες έχουν διαθέσιμα προς αγορά αντίστοιχα συστήματα για χρήση από ιδιώτες. Τέτοια συστήματα έχουν αναπτυχθεί είτε για να αυτοματοποιήσουν λειτουργίες του σπιτιού, όπως ο φωτισμός ή ο συναγερμός, οδηγώντας έτσι σε ένα έξυπνο σπίτι, είτε για να διευκολύνουν το χρήστη στις καθημερινές του εξωτερικές και εσωτερικές δραστηριότητες.

#### **1.3.2.1. Έξυπνο σπίτι**

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εταιρείες έχουν αναπτύξει συστήματα τα οποία βοηθούν το χρήστη στις καθημερινές εργασίες μέσα στο σπίτι. Τέτοια παραδείγματα συστημάτων είναι τα εξής:

##### **Σύστημα ελέγχου φωτισμού (lighting control system)**

Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού [37] αποτελούνται από μία συσκευή, συνήθως έναν ενσωματωμένο επεξεργαστή, ο οποίος ελέγχει το φωτισμό για μία κατοικία ή για ένα κτίριο. Ένα πλεονέκτημα του συγκεκριμένου συστήματος είναι η δυνατότητα ελέγχου του φωτισμού κάθε συσκευής από οποιοδήποτε interface. Για παράδειγμα, ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου μπορεί να επιτρέψει στο χρήστη να ελέγχει όλα τα φώτα όχι μόνο σε ένα δωμάτιο, αλλά σε ολόκληρο το κτίριο. Ο συσχετισμός των συστημάτων ελέγχου φωτισμού με την επίγνωση κατάστασης έγκειται στη δυνατότητα αυτόματης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης μιας συσκευής ανάλογα με την ώρα της ημέρας, την ώρα δύσης και ανατολής του ηλίου, τη φωτεινότητα του δωματίου και την κατάσταση εκτάκτου ανάγκης.

### **Σύστημα ελέγχου θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (Heating, Ventilating and Air-Conditioning – HVAC)**

Αυτό που συσχετίζει τα συστήματα ελέγχου κλιματισμού [38] με την επίγνωση κατάστασης είναι το γεγονός ότι πλέον οι διαδικασίες θέρμανσης και κλιματισμού, μπορούν να αυτοματοποιηθούν, ανάλογα πάλι με τις συνθήκες θερμοκρασίας ενός δωματίου. Δηλαδή, με την ύπαρξη αισθητήρων, που μετρούν τη θερμοκρασία, την υγρασία και την πίεση του αέρα μέσα σε ένα δωμάτιο, πολύ εύκολα αυτοματοποιείται η διαδικασία θέρμανσης και ψύξης.

### **Σύστημα ελέγχου ασφάλειας (Security system)**

Αντίστοιχο με τα παραπάνω συστήματα είναι και το σύστημα ασφάλειας ενός σπιτιού ή ενός κτιρίου [39]. Το σύστημα ελέγχου ασφάλειας αποτελείται από αισθητήρες που ανιχνεύουν την παραμικρή κίνηση σε ένα δωμάτιο και την παραβίαση μιας πόρτας ή ενός παραθύρου.

Αυτό που πρέπει ωστόσο να σημειωθεί είναι ότι, είναι αδύνατο για ένα σχεδιαστή ενός από τα συστήματα που αναφέρθηκαν να σκεφτεί και να συμπεριλάβει όλες τις δυνατές καταστάσεις που μπορεί να βρεθεί ένας χώρος. Τα μελλοντικά έξυπνα σπίτια θα προκαλούν μη αναμενόμενες ή μη ηθελημένες ενέργειες και μπορεί να απογοητεύουν το χρήστη τους [40]. Για παράδειγμα, δύο διαφορετικοί χρήστες την ίδια μέρα με την ίδια θερμοκρασία, μπορεί να έχουν διαφορετική ανάγκη για κλιματισμό, δηλαδή ο ένας να θέλει κρύο και ο άλλος να θέλει ζέστη. Επομένως, ένας κοινός αλγόριθμος που έχει μνήμη ανάλογα με τις επιλογές του χρήστη, δε θα μπορεί να το λύσει αυτό, διότι δε θα υπάρχουν παραδείγματα αποφάσεων για όλες τις πιθανές καταστάσεις.

#### **1.3.2.2. Επίγνωση κατάστασης του χρήστη σε κίνηση**

Όταν ο χρήστης βρίσκεται σε κίνηση ενεργοποιούνται μέσω του κινητού του τηλεφώνου διάφορες υπηρεσίες, οι οποίες σκοπό έχουν να τον διευκολύνουν στις εργασίες που πρέπει να διεκπεραιώσει. Με τη συγκεκριμένη ενότητα ασχολείται και η παρούσα διπλωματική, καθώς σκοπό έχει να ανακαλύψει την κατάσταση του χρήστη ώστε να τον προστατέψει από τυχόν ατυχήματα υπενθυμίζοντας του τους κανόνες ασφαλείας. Δύο μεγάλες κατηγορίες εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί στο συγκεκριμένο τομέα είναι από τη μία πλευρά αυτές που σκοπό έχουν να προστατεύσουν το χρήστη από ατυχήματα ή αν είναι δυνατόν να τα αποτρέψουν και οι εφαρμογές που αποτρέπουν το χρήστη από τη χρήση του κινητού του κατά την οδήγηση. Παρακάτω αναλύεται ο τρόπος που λειτουργούν αυτές οι εφαρμογές και δίνονται ορισμένα παραδείγματα.

### **Car Talk: CVIS (Cooperative Vehicle Infrastructure Systems)**

Τα τελευταία χρόνια, για τη βελτίωση της ασφάλειας, τη μείωση της κίνησης και της κατανάλωσης των καυσίμων, η Ευρωπαϊκή Ένωση χρηματοδοτεί πολλά προγράμματα, ώστε να δώσει στα αυτοκίνητα τη δυνατότητα να επικοινωνούν ασύρματα μεταξύ τους, αλλά και με το δρόμο [24]. Οι ειδικοί εκτιμούν ότι η τεχνολογία αυτή θα αρχίσει να χρησιμοποιείται εμπορικά μετά το 2011. Ένα αυτοκίνητο μπορεί να ανταλλάσει δεδομένα σε απόσταση 20 έως 200 μέτρων, δίνοντας στον οδηγό αρκετό χρόνο να αποφύγει ένα ατύχημα, ή αν ένα ατύχημα δεν είναι δυνατό να αποφευχθεί, να παρέχει δεδομένα που βελτιστοποιούν τη χρήση αερόσακων, την επέκταση των προφυλακτήρων και τη μηχανοποίηση των ζωνών ασφαλείας. Ακόμα, ένα όχημα θα μπορούσε να επικοινωνεί απευθείας με τα υπόλοιπα οχήματα και με το δρόμο και χρησιμοποιώντας ένα δυναμικό χάρτη, να μπορεί να πάρει καλύτερες αποφάσεις για τη διαδρομή του. Όλα τα παραπάνω εξετάζονται στο Lindholmen Science Park, στο Göteborg της Σουηδίας.

Ένα από τα projects που ασχολούνται με το συγκεκριμένο είναι το CVIS project, το οποίο κατασκευάζει software (λογισμικό) και hardware (υλικό) πάνω στη συγκεκριμένη ιδέα. Ως ένα σημαντικό βήμα απέναντι στο να χρησιμοποιηθούν αυτά τα συστήματα στο δρόμο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συμφώνησε σε μια κοινή Ευρωπαϊκή συχνότητα των 5,9 GHz, και διέθεσε 30 MHz φάσματος για την υποδομή των επικοινωνιών μεταξύ των οχημάτων και του δρόμου. Το πρόγραμμα CVIS χρησιμοποιεί την παραπάνω συχνότητα των 5,9 GHz και βασίζεται στη τεχνολογία IEEE 802.11p. Αν και θα χρησιμοποιούν το ίδιο φάσμα, οι όχημα-σε όχημα και οι όχημα-σε δρόμο επικοινωνίες έχουν διαφορετικές ανάγκες.

Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα CVIS αναπτύσσει τέσσερις τύπους εφαρμογών:

- CURB- Cooperative Urban Applications: οι εφαρμογές αυτές στοχεύουν στη βελτίωση της συχνής χρήσης του αστικού δικτύου, ταυτόχρονα στην τοπική σύνδεση και στο επίπεδο του δικτύου, ενισχύοντας την ατομική κίνηση.
- CINT- Cooperative Inter-urban Applications: οι εφαρμογές αυτές στοχεύουν στη συνεννόηση και στην επικοινωνία ανάμεσα στο όχημα και στη δομή των υπεραστικών αυτοκινητόδρομων.
- CF&F- Cooperative Freight & Fleet: οι εφαρμογές αυτές στοχεύουν στην ασφάλεια της μεταφοράς των επικίνδυνων προϊόντων και στη βελτιστοποίηση των μεταφορών μιας εταιρείας.
- COMO- Cooperative Monitoring: οι εφαρμογές αυτές στοχεύουν στην ανάπτυξη των προδιαγραφών και των πρωτοτύπων για τη συλλογή, την ολοκλήρωση και την παράδοση σε πραγματικό χρόνο πληροφοριών για τις μετακινήσεις οχημάτων, καθώς επίσης και για την κατάσταση του οδικού δικτύου.

Οι παραπάνω τύποι εφαρμογών χρησιμοποιούν πολλούς αισθητήρες για να καταλάβουν την κατάσταση του οδοστρώματος και του αυτοκινήτου, όπως τον αισθητήρα επιτάχυνσης και το δέκτη Gps. Εκτός όμως από αυτούς, χρησιμοποιείται ασύρματο δίκτυο, ώστε να καταστεί δυνατή η επικοινωνία των αυτοκινήτων μεταξύ τους και μεταξύ των αυτοκινήτων και του δρόμου.

### **Ασφαλή και νόμιμη χρήση των κινητών κατά την οδήγηση**

Όσες εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί στον τομέα ασφαλούς και νόμιμης χρήσης του κινητού κατά την οδήγηση προσπαθούν να εμποδίσουν και να προστατεύσουν το χρήστη που οδηγεί από το να αποσπάται η προσοχή του λόγω χρήσης του κινητού. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι οδηγοί που χρησιμοποιούν το κινητό τους κατά την οδήγηση, έχουν τέσσερις φορές περισσότερες πιθανότητες να προκαλέσουν ατύχημα σε σχέση με τους υπόλοιπους οδηγούς [10]. Οι έρευνες επίσης δείχνουν ότι οι hands-free συσκευές δεν μειώνουν το ρίσκο, αλλά μπορούν και να το αυξήσουν, καθ' ότι ο χρήστης λαθεμένα πιστεύει ότι επειδή χρησιμοποιεί hands-free είναι ασφαλής. Μια έρευνα του Harvard του 2003 έδειξε ότι λόγω χρήσης κινητού κατά την οδήγηση συμβαίνουν κάθε χρόνο 2,600 θάνατοι και 330,000 ατυχήματα. Από την άλλη πλευρά, οι οδηγοί χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο το κινητό τους καθώς οδηγούν, προσπαθώντας να μετατρέψουν το αυτοκίνητο σε κινητό γραφείο, και παράλληλα οι εταιρείες που κατασκευάζουν τηλέφωνα και οι βιομηχανίες αυτοκινήτων, ενώ καταλαβαίνουν τους κινδύνους, κατασκευάζουν όλο και περισσότερα gadget (συσκευές) που προκαλούν αποσπάσεις της προσοχής. Οι επιστήμονες τονίζουν ότι το μυαλό έχει όρια στις παράλληλες εργασίες, ανεξάρτητα από το αν η μία είναι οπτική και η άλλη ακουστική.

### ***Driving Game***

Για τη βοήθεια στις έρευνες έχει αναπτυχθεί μια εφαρμογή online από τους New York Times [11], που βοηθάει στον υπολογισμό του κατά πόσο αποσπάται η προσοχή κατά την οδήγηση. Η συγκεκριμένη εφαρμογή είναι ένας προσομοιωτής οδήγησης. Ενώ ο χρήστης οδηγεί, ένα κινητό εμφανίζεται και στέλνει μηνύματα στο χρήστη, και ο χρήστης από τη μεριά του πρέπει να απαντήσει. Στο τέλος ενημερώνει το χρήστη για τους χρόνους απόκρισής του και για τα λάθη που έκανε. Το παιχνίδι αυτό σκοπό έχει να πείσει τους καταναλωτές να μη χρησιμοποιούν το κινητό τους καθώς οδηγούν.

Εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούν τους αισθητήρες ενός κινητού τηλεφώνου για να καταλάβουν την κατάσταση του χρήστη αναφέρονται στο δεύτερο κεφάλαιο.

### 1.3.3. Μια άλλη οπτική γωνία

Πέρα όμως από τη βοήθεια που θα μπορούσαν τα κινητά να προσφέρουν στο χρήστη, διευκολύνοντάς την καθημερινότητά του, αντίστοιχα και ο χρήστης ενός κινητού τηλεφώνου θα μπορούσε να γίνει ένας ερασιτέχνης επιστήμονας. Τα κινητά τηλέφωνα μπορούν να αποθηκεύσουν ήχους, φωτογραφίες, τοποθεσίες, αλλά και να μετρήσουν τη θερμοκρασία και τη φωτεινότητα. Επομένως, τα κινητά τηλέφωνα αποτελούν ένα πολύ καλό εργαλείο για συλλογή δεδομένων, τα οποία αν και δε θα είναι απόλυτα ακριβή θα βοηθήσουν τους επιστήμονες να μοντελοποιήσουν και να κατανοήσουν πολλά φαινόμενα [22]. Παραδείγματα αισθητήρων που θα μπορούσαν να προστατέψουν το χρήστη, αλλά και να αποτελέσουν βοήθεια στην έρευνα είναι οι εξής:

- Αισθητήρας μέτρησης του νέφους: Με έναν τέτοιο αισθητήρα θα μπορούσαν να υπολογίσουν τα επίπεδα νέφους σε μια πόλη.
- Αισθητήρας επιτάχυνσης: Ο συγκεκριμένος υπάρχει ήδη στα κινητά, αλλά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ώστε να εντοπίζει τα επίπεδα κίνησης στους δρόμους και να ενημερώνει τους οδηγούς, ώστε να προγραμματίζουν τη διαδρομή τους αναλόγως.
- Αισθητήρας υπεριώδους ακτινοβολίας: Με το συγκεκριμένο αισθητήρα, ο χρήστης θα μπορεί να προγραμματίζει τις εργασίες που έχει να κάνει στον κήπο, αλλά και το πότε είναι ασφαλής ώρα για μπάνιο στη θάλασσα.
- Αισθητήρας μέτρησης κτύπων καρδιάς: Κάτι τέτοιο θα ήταν πολύ χρήσιμο σε άτομα με προβλήματα καρδιάς, που στην περίπτωση που έχουν κάποιο πρόβλημα να καλούν το ασθενοφόρο αυτόματα.
- Αισθητήρας πίεσης αέρα και αισθητήρας υγρασίας: Οι αισθητήρες αυτοί θα βοηθούσαν πολύ στην ενημέρωση για τον καιρό, αλλά και στην απόφαση από το χρήστη κάποιας εκδρομής ή όχι.
- Αισθητήρας θερμοκρασίας: Προς το παρόν τα περισσότερα κινητά τηλέφωνα, τα δεδομένα καιρού τα αποκτούν από το ιντερνέτ και αφορούν την ευρύτερη περιοχή στην οποία βρίσκεται ο χρήστης. Ένας τέτοιος αισθητήρας, όμως, θα μπορούσε να δώσει στο χρήστη την ακριβή θερμοκρασία ενός δωματίου.

## **2. Χρήση αισθητήρων για τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών σε κινούμενους χρήστες**

Στη συνέχεια ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα εφαρμογών πάνω σε κινητά τηλέφωνα, χωρισμένα ανάλογα με τους αισθητήρες που χρησιμοποιούν για την επίτευξη του σκοπού τους.

### **2.1. Αναγνώριση θέσης και κατεύθυνσης**

Για την αναγνώριση της θέσης σε ένα κινητό τηλέφωνο χρησιμοποιείται ένας GPS δέκτης [5]. Σε γενικές γραμμές οι συσκευές πλοήγησης εντοπίζουν αν ο χρήστης βρίσκεται σε κινούμενο όχημα ή αν είναι πεζός. Το συγκεκριμένο γίνεται εφικτό μέσω των συντεταγμένων που έχει ο χρήστης κάθε δευτερόλεπτο. Οπότε μπορεί και βρίσκει τη ταχύτητα του χρήστη, που αν είναι πολύ μεγάλη βρίσκεται σε κινούμενο όχημα, ενώ αν είναι πολύ μικρή είναι πεζός. Με αυτό τον τρόπο λειτουργούν οι περισσότερες εφαρμογές πλοήγησης.

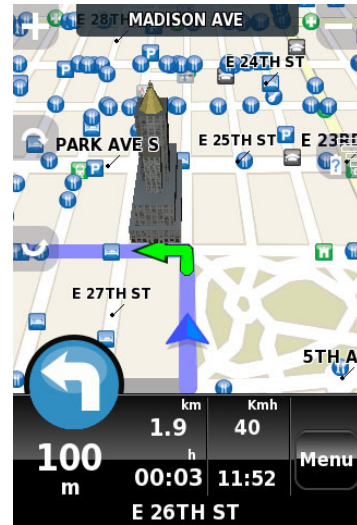
Για την αναγνώριση της κατεύθυνσης χρησιμοποιείται η ψηφιακή πυξίδα [23], η οποία έχει κάνει ήδη την εμφάνισή της σε πολλά νέα κινητά. Αυτό έγινε εφικτό ύστερα από τη προσθήκη συγκεκριμένου hardware (υλικού) στη συσκευή. Η προσθήκη ψηφιακής πυξίδας στα κινητά, αναμένεται να αυξηθεί από 8,7 εκατομμύρια σε 540 εκατομμύρια μέχρι το 2013. Και αυτό γιατί η ανάγκη για ακριβή εύρεση της τοποθεσίας ενός χρήστη αυξάνεται όλο και περισσότερο. Το στοιχείο που οι κατασκευαστές της πυξίδας εκμεταλλεύονται ώστε να κάνουν τη δημιουργία της εφικτή, είναι το μαγνητόμετρο τριών αξόνων. Αυτό που κάνει δηλαδή ο αισθητήρας είναι να χρησιμοποιεί το μαγνητικό πεδίο της γης και να το χρησιμοποιεί, ώστε να υπολογίσει την κατεύθυνση των τριών αξόνων  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Οι τρεις άξονες είναι σημαντικοί, ειδικά οι χρήστες θα έπρεπε να κρατούν το τηλέφωνο παράλληλα στο έδαφος.

Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω συσκευών στο κινητό μπορεί να δώσει την ακριβή θέση και την ακριβή κατεύθυνση κίνησης. Στο κοντινό μέλλον θα βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στα άτομα με αναπηρία, όπως οι τυφλοί, οι οποίοι θα έχουν την δυνατότητα να ζητούν προορισμό και να ακούν φωνητικές οδηγίες. Παρακάτω παρουσιάζονται εφαρμογές που είτε χρησιμοποιούν GPS δέκτη ή ψηφιακή πυξίδα ή και τα δύο.



### ***NDrive***

Μια εφαρμογή που χρησιμοποιείται από την πλατφόρμα λογισμικού Windows Mobile για πλοήγηση είναι το NDrive [6]. Για να χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη εφαρμογή, αλλά και οποιαδήποτε εφαρμογή πλοήγησης, θα πρέπει το κινητό να διαθέτει ενσωματωμένο δέκτη GPS. Ο δέκτης αυτός λαμβάνει σήμα από δορυφόρο είτε απευθείας, είτε από τις ανακλάσεις σε τοίχους, κάνοντας δυνατή τη λήψη σε δρόμους με ψηλά κτήρια. Έπειτα επεξεργάζεται το σήμα και το εμφανίζει στο χρήστη στην οθόνη. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα περιλαμβάνει και φωνητικές οδηγίες ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του οδηγού από το δρόμο.



**Σχήμα 2.1:** Στιγμιότυπο της εφαρμογής NDrive για την περιοχή του Manhattan στη Νέα Υόρκη.

### ***SpeedTracker Virtual Coach***

Μια άλλη εφαρμογή σχετική με πλοήγηση είναι η SpeedTracker [7], η οποία έχει αναπτυχθεί από έναν αθλητή και σκοπό έχει τη βοήθεια στην εκγύμναση του χρήστη, είτε είναι ποδηλάτης είτε τρέχει, εκτός και εντός δρόμου. Επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάσει και να ελέγξει το πρόγραμμα εκγύμνασής του, προτείνοντάς του παράλληλα τρόπους ώστε να επιτύχει τους στόχους του κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Έχει χάρτες, αποτρέποντας το χρήστη από το να χαθεί. Λειτουργεί δηλαδή κατά κάποιον τρόπο σαν GPS, ενημερώνοντας ανά πάσα στιγμή το χρήστη που βρίσκεται, την ταχύτητά του, το ρυθμό του και την απόσταση που έχει διανύσει. Τέλος, του δίνει τη δυνατότητα να διαγωνιστεί με έναν εικονικό αντίπαλο ή με τον εαυτό του σε σχέση με τις αποδόσεις που είχε κάποια άλλη μέρα.

### ***GpsSpot***

Όσον αφορά το κινητό πάνω στο οποίο έγινε η παρούσα διπλωματική, ο υπολογισμός της κατεύθυνσης με βάση τη πυξίδα δεν είναι δυνατός, καθ' ότι δεν υπάρχει το απαραίτητο hardware εγκατεστημένο. Παρ' όλα αυτά, μπορεί να γίνει εφικτός με την ανάλογη εφαρμογή. Εφαρμογές που καταφέρνουν το συγκεκριμένο χωρίς ψηφιακή πυξίδα όπως η GpsSpot [12] βασίζονται στον GPS δέκτη και στην ώρα, ώστε να υπολογίσουν που βρίσκεται ο ήλιος και κατά συνέπεια οι πόλοι της γης.

### *Nearest Tube*

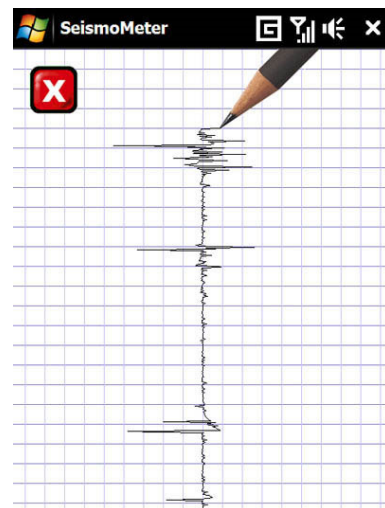
Μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί και το δέκτη πλοήγησης και τη ψηφιακή πυξίδα είναι η Nearest Tube [19]. Η συγκεκριμένη εφαρμογή αναπτύχθηκε από την acrossair [20] για το iPhone 3GS της Apple και δίνει μια τρισδιάστατη εικόνα του περιβάλλοντος του χρήστη μέσω της κάμερας, βοηθώντας τον να βρει τον προορισμό του, ή να βρει τον πιο κοντινό σταθμό του μετρό.

## 2.2. Αναγνώριση κίνησης

Οι περισσότερες εφαρμογές που χρησιμοποιούν τον αισθητήρα επιτάχυνσης των κινητών τηλεφώνων είναι τα παιχνίδια και οι σειсмоγράφοι. Με τη βοήθεια ενός επιταχυνσιόμετρου μπορεί να γίνει εφικτή η εύρεση της κατεύθυνσης κίνησης του κινητού τηλεφώνου, αλλά και η εύρεση της ταχύτητας του [26]. Τα παιχνίδια που τον χρησιμοποιούν είναι τύπου επίγνωσης κατάστασης (context awareness) καθ' ότι ο χρήστης, ανάλογα με τις κινήσεις του, επιτυγχάνει ή αποτυγχάνει. Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε κατά βάση ο συγκεκριμένος αισθητήρας. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες εφαρμογές που το χρησιμοποιούν.

### *Seismo*

Η εφαρμογή Seismo, είναι μία από τις πολλές εφαρμογές που υπάρχουν για να μετράνε τις σεισμικές δονήσεις [31]. Εντοπίζει οποιαδήποτε κίνηση της συσκευής και τη μεταφράζει σε έναν X/Y γράφο, όπως οι κανονικοί σειсмоγράφοι. Επιπλέον μπορεί να γίνει ζουμ στο διάγραμμα, προσφέροντας μεγαλύτερη ευαισθησία στην ανάγνωση της κίνησης, μέχρι και στον εντοπισμό κάποιου που εισέρχεται στο δωμάτιο.



**Σχήμα 2.2:** Στιγμιότυπο της εφαρμογής Seismo κατά τη διάρκεια μέτρησης σεισμικών δονήσεων

### ***Crazy Music***

Η εφαρμογή crazy music [29] είναι ένα πρόγραμμα αναπαραγωγής, που χρησιμοποιεί τον αισθητήρα επιτάχυνσης για την αλλαγή των τραγουδιών και για το σταμάτημα ή το ξεκίνημά της. Για την αναπαραγωγή του επόμενου τραγουδιού ο χρήστης πρέπει να κουνήσει το κινητό προς τα δεξιά, ενώ για την αναπαραγωγή του προηγούμενου πρέπει να το κουνήσει προς τα αριστερά. Για το σταμάτημα ή το ξεκίνημα της λίστας αναπαραγωγής ο χρήστης κουνάει το κινητό προς τα πάνω.

### ***Zoomsafer***

Το ZoomSafer [4] είναι μια εφαρμογή που σκοπό έχει να προστατεύσει το χρήστη από τη χρήση του κινητού κατά την οδήγηση. Ενεργοποιείται αυτόματα, αναγνωρίζοντας πότε ο χρήστης οδηγεί και τον εμποδίζει να χρησιμοποιήσει το κινητό εκτός αν έχει ενεργοποιήσει τα hands-free προστατεύοντας έτσι τον ίδιο και τα άτομα που βρίσκονται μέσα στο αυτοκίνητο. Το Zoomsafer ανάλογα με τις ρυθμίσεις που επιλέγει ο χρήστης μπορεί να ενημερώσει το άτομο που καλεί το χρήστη ότι αυτή τη στιγμή οδηγεί και ότι θα επικοινωνήσει μαζί του αργότερα. Επίσης, ενημερώνει το χρήστη ποιος καλεί ώστε να μη χρειαστεί να κοιτάξει το κινητό του, ενώ του επιτρέπει να καλέσει κάποιον με τη φωνή του χωρίς να χρειαστεί να ακουμπήσει το κινητό. Το Zoomsafer δίνει τη δυνατότητα σε εταιρείες να το εγκαταστήσουν στα κινητά των εργαζομένων τους, ώστε να μειωθούν τα ατυχήματα, βοηθώντας τους παράλληλα να χρησιμοποιούν το κινητό τους οποιαδήποτε στιγμή τους χρειαστεί. Σε σχέση με την παρούσα διπλωματική, το Zoomsafer εντοπίζει, πότε ο χρήστης βρίσκεται μέσα σε κάποιο κινούμενο όχημα. Αυτό που δεν μπορεί να καταλάβει είναι αν ο χρήστης του κινητού τηλεφώνου είναι αυτός που οδηγεί ή κάποιος άλλος.

### ***GAlarm***

Η εφαρμογή GAlarm [9] είναι ουσιαστικά ένα ξυπνητήρι με επιπλέον λειτουργίες. Με το GAlarm υπάρχει η δυνατότητα επιλογής τραγουδιού, αυτόματης ενεργοποίησης του κινητού την ώρα που θα επιλέξει ο χρήστης και ενημέρωση του χρήστη όχι μόνο οπτικά αλλά και ηχητικά για την ώρα. Αυτό που κάνει αυτήν την εφαρμογή διαφορετική από τα υπόλοιπα ξυπνητήρια είναι το γεγονός ότι για τους χρήστες που κοιμούνται βαθιά, για να επιβεβαιώσει ότι έχουν ξυπνήσει τους βάζει να οδηγήσουν μία μπάλα σε μία τρύπα κουνώντας το κινητό ή να απαντήσουν σε ερωτήσεις που τους κάνει. Επιπλέον, εκμεταλλεύεται τον αισθητήρα επιτάχυνσης, καθώς διαθέτει την επιλογή ο χρήστης να κλείνει το ξυπνητήρι κουνώντας το.

## 2.3. Αναγνώριση ήχου και θορύβου

Πολλά κινητά τηλέφωνα έχουν τη δυνατότητα να αναπαράγουν ήχους μέσω των μικροφώνων [2] που διαθέτουν και κατά συνέπεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μουσικά όργανα. Τα μικρόφωνα είναι υψηλής πιστότητας αισθητήρες, που μπορούν να μετρήσουν μέχρι και ήχους φυσικών φαινομένων, το οποίο βοηθάει στην πρόοδο της απόδοσης των κινητών τηλεφώνων.

### *Sonic Lighter*

Μία από τις πρώτες εφαρμογές που χρησιμοποίησαν το μικρόφωνο ήταν η Sonic Lighter για το iPhone [30]. Ο χρήστης φυσάει στο μικρόφωνο δημιουργώντας ένα κυματισμό στην εικονική φλόγα που έχει ανάψει στην οθόνη του κινητού. Με το άγγιγμα του κινητού του σε κάποιο άλλο κινητό iPhone μπορεί να ανάψει και σε εκείνο φλόγα. Η εφαρμογή αυτή παρακινεί τους χρήστες της να μη σβήσουν την εικονική φλόγα καθώς εμφανίζει όλους όσους έχουν ανοιχτές τις φλόγες τους στον παγκόσμιο χάρτη.

### *Ocarina*

Ocarina [25] ονομάζεται η εφαρμογή που δημιουργήθηκε από τον Ge Wang, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να φυσάνε στο μικρόφωνο του iPhone καθώς πατούν εικονικά πλήκτρα, παίζοντας έτσι ocarina, το οποίο είναι ένα αρχαίο μουσικό όργανο. Η συγκεκριμένη εφαρμογή λειτουργεί σαν μια αληθινή ocarina και πωλείται για ένα δολάριο.

## 2.4. Αναγνώριση φωτεινότητας

Οι αισθητήρες φωτεινότητας αποτελούν τους πιο απλούς και τους πιο φθηνούς αισθητήρες που υπάρχουν, επιτρέποντας τη χρήση τους σε πολλά προϊόντα, όπως σε φώτα νυκτός, σε φωτογραφικές μηχανές και σε κινητά τηλέφωνα. Πιο συγκεκριμένα, οι αισθητήρες φωτεινότητας, που χρησιμοποιούνται στα κινητά τηλέφωνα, είναι με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένοι έτσι ώστε να εντοπίζουν τη φωτεινότητα σε ένα μεγάλο φάσμα, από το σκοτάδι, έως το φως του ηλίου και έπειτα να επεξεργάζονται τα δεδομένα προκειμένου να αυξομειώνουν τη φωτεινότητα της οθόνης για βελτιστοποίηση ορατότητας και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

### *AutoLight*

Η εφαρμογή Autolight [17] χρησιμοποιεί τον αισθητήρα φωτεινότητας και έχει αναπτυχθεί για τη χρήση σε κινητά HTC Diamond 2 με Windows Mobile 6.1 ή με Windows Mobile 6.5. Χρησιμοποιεί τα αρχεία HTCSensorSDK.dll και HTCUtil.dll και

καταναλώνει πολύ λίγη μνήμη. Αυτό που κάνει είναι να αλλάζει την ένταση του φωτός ανάλογα με τη φωτεινότητα του δωματίου. Επιτρέπει, επίσης, στο χρήστη να αλλάζει την προεπιλεγμένη φωτεινότητα κάθε εφαρμογής ξεχωριστά.

Οι περισσότερες εφαρμογές που χρησιμοποιούν τον αισθητήρα φωτεινότητας, χρησιμοποιούν και άλλους αισθητήρες ταυτόχρονα, γι' αυτό και παρουσιάζονται συνολικά στην ενότητα 2.6.

## 2.5. Αναγνώριση χειρονομιών

Το κινητά τα οποία λειτουργούν με στυλό, έχουν και τον αντίστοιχο αισθητήρα που εντοπίζει πότε το στυλό εισήχθη και πότε εξήχθη από την ειδική υποδοχή. Κάτι τέτοιο είναι πολύ χρήσιμο καθ' ότι βοηθάει στο κλειδώμα και στο ξεκλειδώμα του κινητού και στο να μη χάνει ο χρήστης ποτέ το στυλό του με το να εντοπίζεται πότε ο χρήστης έκανε τη συγκεκριμένη χειρονομία. Εκτός από το στυλό όμως, τα κινητά αναγνωρίζουν κάποια κίνηση του δαχτύλου του χρήστη στην οθόνη και τη μεταφράζουν με μια αλλαγή κατάστασης του τηλεφώνου.

### *Apple Multi touch*

Η λειτουργία multi touch [21] του iPhone της Apple δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη με μια συγκεκριμένη κίνηση των δαχτύλων του να αλλάζει σελίδα, να μεγεθύνει ή να σμικρύνει την οθόνη. Για παράδειγμα, με το χτύπο του δαχτύλου δύο φορές στην οθόνη την μεγεθύνει, ενώ με το να φέρνει τα δύο δάχτυλα πιο κοντά τη σμικρύνει. Επίσης, με την κύλιση του δαχτύλου αριστερά, δεξιά ή πάνω, κάτω μετακινείται και η οθόνη προς την αντίστοιχη κατεύθυνση καθιστώντας δυνατό στο χρήστη να δει και την υπόλοιπη οθόνη. Αντίστοιχη αναγνώριση χειρονομιών έχει και το κινητό HTC Diamond, πάνω στο οποίο δουλέψαμε.

## 2.6. Συνδυασμένη και γενική χρήση αισθητήρων

### 2.6.1. TouchLockPro

Η εφαρμογή TouchLockPro [17] παρέχει στο χρήστη περαιτέρω δυνατότητες κλειδώματος του κινητού, κάποιες από τις οποίες χρησιμοποιούν τον αισθητήρα του στυλό. Σε περίπτωση εξόδου του στυλό από την ειδική υποδοχή, τότε το κινητό ξεκλειδώνει, ενώ κατά την είσοδό του στην υποδοχή, το κινητό κλειδώνει. Επίσης, χρησιμοποιεί αναγνώριση συγκεκριμένων χειρονομιών για το κλειδώμα του κινητού, όπως κύλιση δαχτύλου στην οθόνη, ή ακόμα και τον αισθητήρα φωτεινότητας, έτσι ώστε αν είναι απόλυτο σκοτάδι να κλειδώνει μόνο του, καθώς καταλαβαίνει ότι βρίσκεται μέσα σε κάποια τσάντα. Αντίστοιχα, ξεκλειδώνει αν δει ότι υπάρχει λίγο φως.

### **2.6.2. NoStylusWarning**

Για τους χρήστες που χάνουν συχνά τα στυλό των κινητών τηλεφώνων τους έχει αναπτυχθεί η παραπάνω εφαρμογή [17], που αν λείπει το στυλό από την ειδική υποδοχή ενημερώνει το χρήστη. Στην περίπτωση που η συσκευή είναι ανοιχτή, του εμφανίζει ένα μήνυμα που του υπενθυμίζει ότι το στυλό δεν βρίσκεται στη θέση του, ενώ αν κλειδώσει τη συσκευή τον ειδοποιεί με δόνηση. Η συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιεί και τον αισθητήρα επιτάχυνσης για να εντοπίσει αν η συσκευή βρίσκεται σε κίνηση, καθώς και τον αισθητήρα φωτεινότητας για να εντοπίσει αν η συσκευή βρίσκεται μέσα σε κάποια τσάντα. Σε αυτή την περίπτωση, ελέγχει αν το στυλό είναι μέσα στην ειδική υποδοχή και αν δεν είναι ενημερώνει το χρήστη αμέσως.

### **2.6.3. PocketShield**

Αντίστοιχη με την εφαρμογή TouchLockPro [17] είναι η εφαρμογή PocketShield, που σκοπό έχει να κλειδώνει το κινητό όταν ο χρήστης δεν το χρειάζεται. Αυτό που κάνει είναι να χρησιμοποιεί τον αισθητήρα φωτεινότητας, ώστε να βλέπει αν το κινητό βρίσκεται μέσα σε τσάντα ή μέσα σε τσέπη και να το κλειδώνει σε αυτήν την περίπτωση. Όταν η φωτεινότητα είναι πολύ χαμηλή, δηλαδή κοντά στο μηδέν, τότε σημαίνει ότι ο χρήστης δεν έχει το κινητό στο χέρι του ή στο γραφείο του και επομένως δεν το χρειάζεται, γι' αυτό και πρέπει να κλειδωθεί ώστε να τον προστατέψει από λανθασμένες κλήσεις σε άλλους αριθμούς. Επίσης, προσφέρει και διαφορετικούς μηχανισμούς κλειδώματος, όπως κλείδωμα γλιστρώντας το χέρι στην οθόνη του κινητού ή κλείδωμα κουνώντας το με συγκεκριμένο τρόπο που τον επιλέγει ο χρήστης. Τα κινητά τα οποία είναι συμβατά με αυτή την εφαρμογή είναι το HTC Touch Pro, το HTC Touch Diamond, HTC Touch HD και το Samsung Omnia.

### **2.6.4. Παιχνίδια που χρησιμοποιούν αισθητήρες**

#### ***Boing***

Το παιχνίδι αυτό [8] χρησιμοποιεί τον αισθητήρα επιτάχυνσης για να καταλάβει πότε ο χρήστης στρίβει αριστερά ή δεξιά το κινητό, ώστε να κινήσει ανάλογα και την μπάλα, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο τα εμπόδια.

#### ***Caver***

Παρόμοιο παιχνίδι με το προηγούμενο είναι το Caver [32], καθ' ότι χρησιμοποιεί τον αισθητήρα επιτάχυνσης για να οδηγήσει τη μπάλα προς μια σπηλιά.

#### ***Teeter***

Ομοίως με τα παραπάνω, το παιχνίδι Teeter [28] χρησιμοποιεί και τους τρεις άξονες του αισθητήρα επιτάχυνσης. Σκοπός του παιχνιδιού είναι ο χρήστης να οδηγήσει την μπάλα στην πράσινη τρύπα χωρίς να πέσει στις μαύρες. Η επιτυχία του Teeter είναι τέτοια που

πολλοί χρήστες κινητών με Windows Mobile αγόρασαν το κινητό λόγω του συγκεκριμένου παιχνιδιού.

***Light Saber***

Το Light Saber [41] είναι ένα παιχνίδι που προσομοιώνει ένα όπλο από φωτιά, και με την απότομη κίνηση του κινητού πυροβολεί. Ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται είναι αυτός της επιτάχυνσης, ώστε να εντοπίζει την απότομη κίνηση.

## **3. Σύστημα αναγνώρισης και προσαρμογής εφαρμογών στις συνθήκες μετακίνησης**

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές του συστήματος, καθώς και η αρχιτεκτονική του. Με τον όρο απαιτήσεις εννοούμε το τι θέλουμε να κάνει το σύστημα και με τον όρο προδιαγραφές το πλαίσιο στο οποίο το αναπτύξαμε. Δηλαδή σε ποια κινητά τηλέφωνα λειτουργεί, ποιες εφαρμογές χρησιμοποιήσαμε και για ποιο σκοπό. Στην ενότητα αρχιτεκτονική περιγράφεται η αρχιτεκτονική του συστήματος που έχουμε αναπτύξει και η αρχιτεκτονική ενός συστήματος που θα μπορούσε να είναι η επέκταση της παρούσας διπλωματικής.

### **3.1. Απαιτήσεις και προδιαγραφές συστήματος**

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε ένα σύστημα βασισμένο σε τεχνολογία κινητού υπολογισμού και χειρισμών το οποίο ως σκοπό έχει την αναγνώριση του τρόπου κίνησης του χρήστη, δηλαδή θα προσπαθεί να ανιχνεύσει το μεταφορικό μέσο, ώστε να προσαρμόζει τη λειτουργία του στις εκάστοτε συνθήκες. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης βρίσκεται στο αυτοκίνητο, τότε να απαγορεύει τη χρήση του βίντεο ή την αποστολή μηνυμάτων. Ενώ, αν βρίσκεται στη μοτοσυκλέτα, τότε να υπενθυμίζει στο χρήστη να φορέσει το κράνος του ή αντίστοιχα να του απαγορεύει τη χρήση της κάμερας. Τέλος, αν βρίσκεται στο μετρό, θα μπορούσε να του εμφανίζει το χάρτη με τις στάσεις του μετρό ή να του υπενθυμίζει να ακυρώσει το εισιτήριό του.

#### **3.1.1. Απαιτήσεις συστήματος**

Για το σκοπό της αναγνώρισης του μεταφορικού μέσου αναπτύχθηκαν δύο εφαρμογές, οι οποίες αναλύονται στο κεφάλαιο 4. Η πρώτη μετράει την επιτάχυνση και το φωτισμό στα τρία διαφορετικά μέσα μεταφοράς, και η δεύτερη μετράει μόνο την επιτάχυνση και στη συνέχεια υπολογίζει την τυπική απόκλιση. Στην παρούσα εργασία αυτό που κάναμε ήταν να πάρουμε μετρήσεις με τις δύο εφαρμογές που αναπτύχθηκαν και να βρούμε αν είναι δυνατός ο διαχωρισμός μεταξύ τους ώστε να γίνει δυνατή η αναγνώριση του μεταφορικού μέσου.

#### **3.1.2. Προδιαγραφές συστήματος**

Το πλαίσιο στο οποίο αναπτύχθηκε το σύστημα περιγράφεται στις τρεις υποενότητες παρακάτω.



### 3.1.2.1. Πορεία ανάπτυξης της διπλωματικής

Η πορεία ανάπτυξης της διπλωματικής και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

- *Microsoft Visual Studio 2008*: Αρχικά εγκαταστάθηκε το Visual Studio. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένα νέο project. Για τη σύνδεση του νέου project με το Sensor API προστέθηκε μια αναφορά (add a Reference) από το project στο API, με την ειδική επιλογή από το Visual Studio. Πιο συγκεκριμένα για το project που δημιουργήθηκε, επελέγη το εξής: Visual C#→Smart Device→ Smart Device Project. Ύστερα από το πέρας της υλοποίησης της εφαρμογής, περάστηκε το πρόγραμμα στο κινητό τηλέφωνο μέσω ειδικού καλωδίου usb, και εκτελέστηκε αυτόματα, έτοιμο να πάρει τις μετρήσεις. Μετά από το πάτημα του πλήκτρου start, οι μετρήσεις ξεκινάνε και το πρόγραμμα ενημερώνει το χρήστη για την πορεία των μετρήσεων. Όταν ο χρήστης πατήσει stop οι μετρήσεις σταματούν και το πρόγραμμα δημιουργεί ένα αρχείο text με όνομα την τωρινή ημερομηνία και ώρα και τις αποθηκεύει εκεί. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε περίπτωση που η εφαρμογή δεν ξεκινήσει αυτόματα, τότε ο χρήστης μπορεί να την εκκινήσει από το σημείο που έχει αποθηκευτεί, δηλαδή από το φάκελο Program Files.
- *Microsoft Excel 2007*: Τα αρχεία text των μετρήσεων για να μπορέσουν να περαστούν στο Matlab, εισήχθησαν αρχικά στο Excel. Εκεί έγινε η ανάλογη επεξεργασία ώστε να μπορούν να αναγνωστούν όσο γίνεται καλύτερα από το Matlab.
- *Matlab 7.1*: Με τη χρήση του Matlab δημιουργήθηκαν οι γραφικές παραστάσεις που φαίνονται στο κεφάλαιο 5.
- *Microsoft Office Visio 2007*: Με τη βοήθεια του Visio δημιουργήσαμε ορισμένα σχήματα που φαίνονται στην παρούσα διπλωματική.
- *Microsoft Office Word 2007*: Χρησιμοποιήθηκε για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής.

### 3.1.2.2. Πλατφόρμες και προγραμματιστικά εργαλεία

Οι πλατφόρμες και τα προγραμματιστικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

#### *Γλώσσα προγραμματισμού και περιβάλλοντα ανάπτυξης*

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η C# με τη βοήθεια των βιβλίων [33] και [34], ενώ για την ανάπτυξη της εφαρμογής, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Visual Studio 2008.

#### *Ελάχιστες απαιτήσεις για τον Η/Υ που θα τρέχει τις παραπάνω εφαρμογές*

Απαιτούμενος χώρος στο δίσκο: 3GBytes

Μνήμη: 256 MB RAM

Ανάλυση οθόνης: 800 x 600 pixels

Απαιτήσεις CPU: ρολόι 1 GHz ή ταχύτερο, οικογένεια επεξεργαστών x86.

***Περιβάλλον στο οποίο θα τρέχουν οι παραπάνω εφαρμογές***

Microsoft Windows XP

Microsoft Windows Vista

Microsoft Windows 7

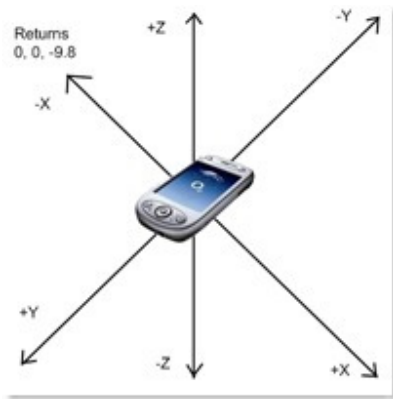
***Περιβάλλον στο οποίο θα τρέχει το σύστημα***

Το σύστημα έχει χρήση στα κινητά HTC diamond 1 και diamond 2, τα οποία χρησιμοποιούν λογισμικό Windows Mobile 6.1 και Windows Mobile 6.5 αντίστοιχα και στα κινητά Samsung Omnia, τα οποία χρησιμοποιούν και αυτά λογισμικό Windows Mobile. Για να επιτύχει αυτή τη δυνατότητα του χρήσης σε διαφορετικά κινητά, το Sensor API που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής, περιλαμβάνει ένα GSensorFactory που καλεί ανάλογα με το κινητό την αντίστοιχη κλάση. Εκτός από αυτά, μπορεί με μια αλλαγή του API να χρησιμοποιηθεί και στο κινητό LG GM750.

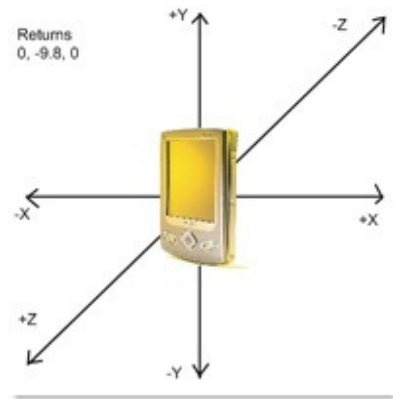
**3.1.2.3. Αισθητήρες**

Οι αισθητήρες που εκμεταλλευτήκαμε από το κινητό HTC Diamond 2 είναι οι εξής:

- Αισθητήρας φωτεινότητας: Ο αισθητήρας αυτός έχει τοποθετηθεί στα κινητά πάνω στα οποία τρέχει η εφαρμογή για να μπορεί να αυξομειώνει τη φωτεινότητα της οθόνης ώστε να γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας της μπαταρίας. Τη φωτεινότητα τη μετράει σε lumens.
- Αισθητήρας επιτάχυνσης: Ο αισθητήρας αυτός έχει προστεθεί στο κινητό με σκοπό τη χρήση του σε εφαρμογές και παιχνίδια που χρειάζονται να ξέρουν τον προσανατολισμό του κινητού. Στα κινητά τηλέφωνα πάνω στα οποία μπορεί να εκτελεστεί η εφαρμογή, ο αισθητήρας επιτάχυνσης μετράει την επιτάχυνση σε τρεις άξονες, τον X, τον Y και τον Z. Ο Z άξονας είναι κάθετος στην οθόνη του κινητού. Ο Y άξονας είναι παράλληλος στο επίπεδο της οθόνης του κινητού και ο X άξονας είναι και αυτός παράλληλος στο επίπεδο της οθόνης του κινητού και είναι κάθετος στον άξονα Y. Σχηματικά η ακριβής φορά και κατεύθυνση των αξόνων φαίνεται στις δύο παρακάτω εικόνες.



**Σχήμα 3.1:** Φορά και κατεύθυνση αξόνων, όταν το κινητό βρίσκεται σε παράλληλη θέση προς το επίπεδο της γης



**Σχήμα 3.2:** Φορά και κατεύθυνση αξόνων, όταν το κινητό βρίσκεται σε κάθετη θέση προς το επίπεδο της γης

Οι δύο αυτοί αισθητήρες χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάπτυξη των εφαρμογών, έτσι ώστε να καταστεί δυνατός ο διαχωρισμός των τριών διαφορετικών μεταφορικών μέσων. Στη δεύτερη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα μόνο του αισθητήρα επιτάχυνσης, καθ' ότι έγινε σαφές ότι η φωτεινότητα ανάλογα με την ώρα της ημέρας και τις καιρικές συνθήκες είναι και διαφορετική, επομένως δεν μπορούμε να βασιστούμε σε μία τόσο μεταβλητή παράμετρο.

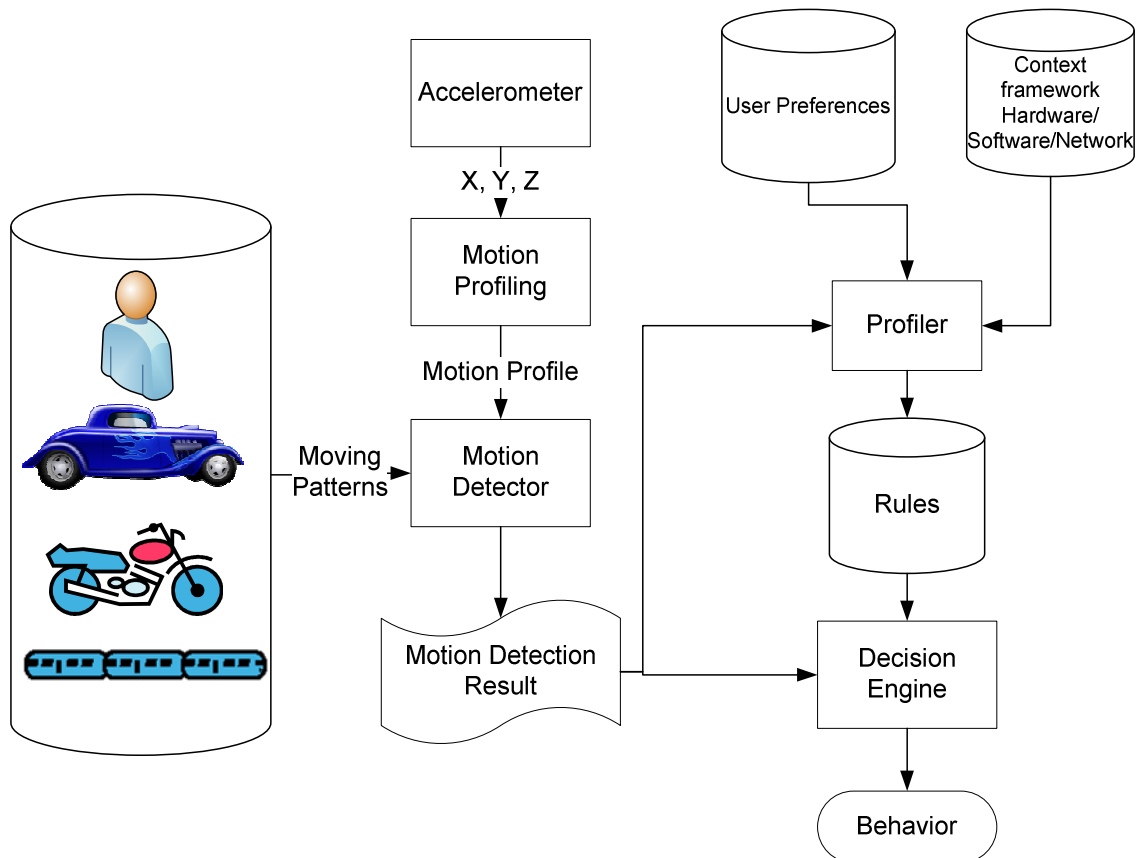
## 3.2. Αρχιτεκτονική συστήματος

Αρχικά αυτό που κάναμε για να καταλάβουμε τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στο αυτοκίνητο, στο μετρό και στη μηχανή ήταν η δημιουργία μιας εφαρμογής που μετράει την επιτάχυνση και τη φωτεινότητα. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή, μέσω τις επικοινωνίας με ένα Sensor API που περιγράφεται στην ενότητα 4.1, κατέστησε δυνατή την επικοινωνία της εφαρμογής με τους αισθητήρες του κινητού. Μπορέσαμε με αυτόν τον τρόπο να πάρουμε μετρήσεις στα τρία διαφορετικά μεταφορικά μέσα, ώστε να δούμε αν υπάρχουν διαφορές στην επιτάχυνση και αν είναι δυνατός ο διαχωρισμός τους.

Στη συνέχεια, αφού καταλήξαμε ότι υπάρχουν διαφορές στις τιμές της επιτάχυνσης, αλλά όχι στις τιμές της φωτεινότητας καθ' ότι η παράμετρος αυτή εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και από την ώρα της ημέρας, προχωρήσαμε στη δημιουργία μιας εφαρμογής που μετράει την επιτάχυνση πάλι, αλλά βρίσκει την τυπική απόκλιση κάθε πέντε δευτερόλεπτα. Με την τελευταία εφαρμογή, έγινε σαφές ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός. Στο κεφάλαιο της αξιολόγησης αναλύονται οι διαφορές της τυπικής απόκλισης και ο τρόπος διαχωρισμού των τριών διαφορετικών οχημάτων.

Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αρχικά χρησιμοποιεί το επιταχυνσιόμετρο (**accelerometer**) των τριών αξόνων έτσι ώστε να μετρήσει την επιτάχυνση του οχήματος.

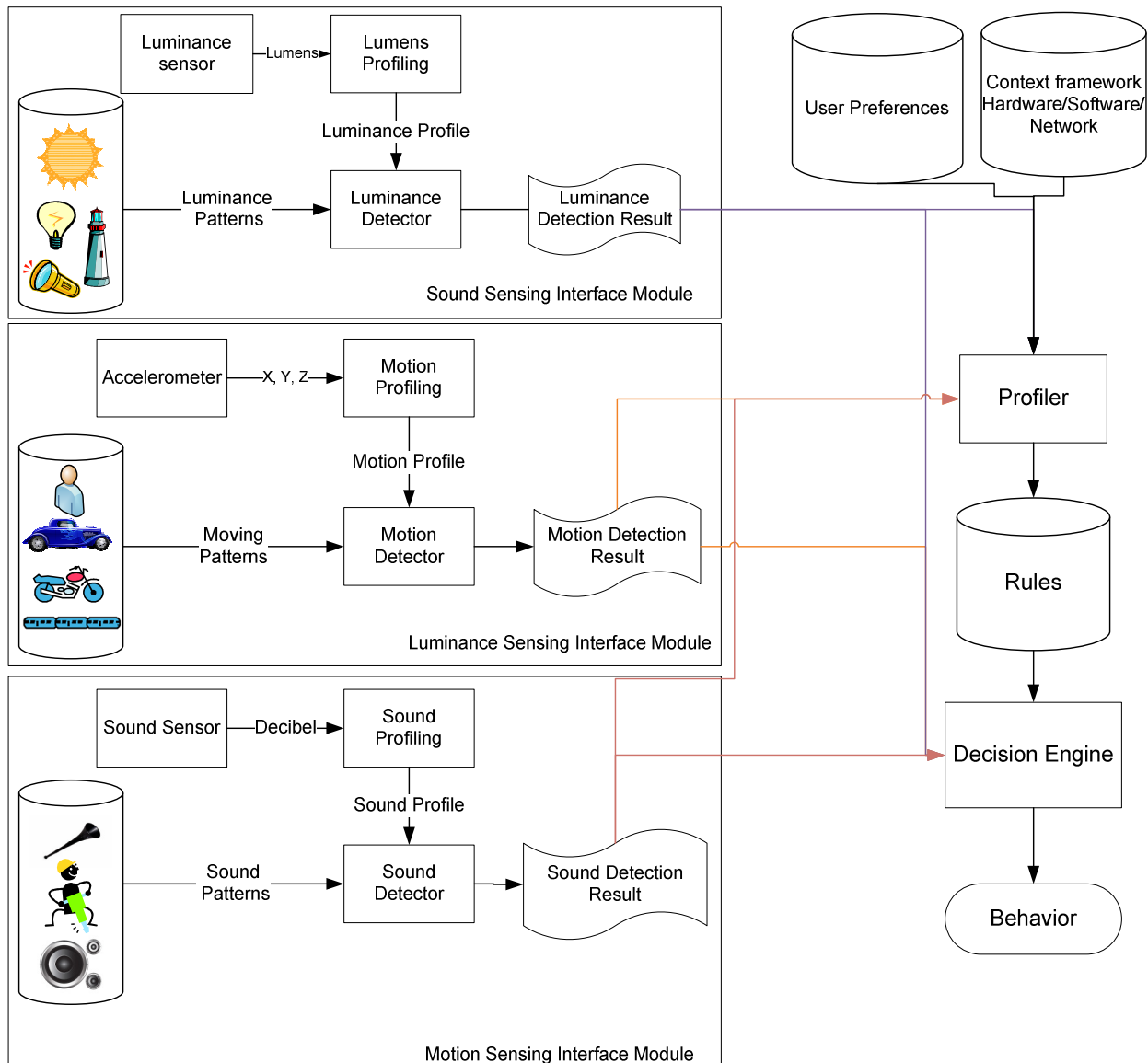
Όταν ο ανιχνευτής κίνησης (**motion detector**) εντοπίσει κίνηση, έτσι όπως έχει οριστεί στο προφίλ κίνησης (**motion profiling**) και στα **moving patterns**, δίνει τα αποτελέσματα της μέτρησης της επιτάχυνσης (**motion detection result**) στη μηχανή αποφάσεων (**decision engine**) και στο προφίλ του συστήματος (**profiler**), το οποίο έχει δημιουργηθεί ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη (**user preferences**) και το πλαίσιο της κατάστασης (**context framework Hardware/ Software/ Network**). Το πλαίσιο της κατάστασης (**context framework**) είναι ουσιαστικά το αποτέλεσμα μιας αναζήτησης από το κινητό, για το αν ο χρήστης βρίσκεται στο σπίτι του ή όχι. Αυτό το καταλαβαίνει από το αν ο χρήστης είναι συνδεδεμένος στο ασύρματο δίκτυο του σπιτιού του ή αν εκτελείται κάποια άλλη εφαρμογή. Ο **profiler**, έπειτα από την είσοδο του αποτελέσματος της κίνησης, των επιλογών του χρήστη και του πλαισίου κατάστασης, ενημερώνει τη μηχανή αποφάσεων (**decision engine**) μέσω ορισμένων κανόνων (**rules**) για το αν θα πρέπει να πάρει απόφαση για την αλλαγή της συμπεριφοράς (**behavior**) του κινητού τηλεφώνου.



Σχήμα 3.3: Αρχιτεκτονική συστήματος αναγνώρισης μεταφορικού μέσου

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα σύστημα επίγνωσης κατάστασης για χρήση σε κινητό τηλέφωνο, το οποίο χρησιμοποιεί εκτός από τον αισθητήρα επιτάχυνσης και τους αισθητήρες φωτεινότητας και ήχου. Ο αισθητήρας φωτεινότητας αναγνωρίζει τα επίπεδα

φωτεινότητας, τα οποία μπορούν να αντιστοιχούν σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, σε κάποιο τύπο λάμπας, στη μέρα και τη νύχτα κ.α., ενώ ο αισθητήρας ήχου αναγνωρίζει την ένταση του θορύβου που επικρατεί στην περιοχή που βρίσκεται το κινητό. Το παρακάτω σύστημα περιλαμβάνει την ίδια σειρά ενεργειών με το προηγούμενο σύστημα, μόνο που στη μηχανή απόφασης (decision engine) και στον profiler προσθέτονται και τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των αισθητήρων φωτεινότητας και ήχου. Δηλαδή αποτελεί μία επέκταση του προηγούμενου συστήματος.



Σχήμα 3.4: Αρχιτεκτονική συστήματος επίγνωσης κατάστασης ενός κινητού τηλεφώνου

### Χειρισμός και λειτουργίες του συστήματος

Οι λειτουργίες που εκτελεί το σύστημα του σχήματος 3.3 είναι: κατάρτιση (training), προσαρμογή (customizing), λειτουργία (operation).



**Σχήμα 3.5:** Λειτουργίες που εκτελεί το σύστημα

### **Κατάρτιση (training)**

Στο συγκεκριμένο στάδιο αναπτύχθηκε μια εφαρμογή, η οποία αναλύεται και στην ενότητα «Υλοποίηση συστήματος», μέσω της οποίας πήραμε μετρήσεις στα τρία διαφορετικά μεταφορικά μέσα, δηλαδή στο αυτοκίνητο, στη μοτοσυκλέτα και στο μετρό. Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις και από την επεξεργασία τους παρουσιάζονται στο κεφάλαιο της Αξιολόγησης.

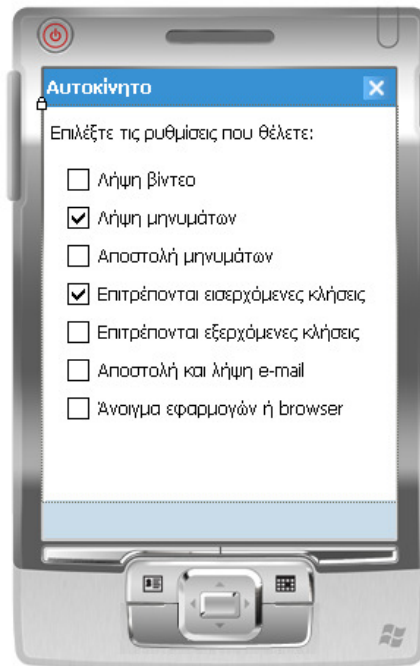
### **Προσαρμογή (customizing)**

Στο συγκεκριμένο σημείο μία ιδέα θα ήταν να δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να επιλέγει έπειτα από την εγκατάσταση του προγράμματος, την ελευθερία που θα του δίνει το κινητό στο κάθε διαφορετικό μεταφορικό μέσο. Ένα παράδειγμα για το πώς θα μπορούσε να είναι το στάδιο αυτό της εφαρμογής φαίνεται παρακάτω:



**Σχήμα 3.6:** Επιλογή μεταφορικού μέσου στο στάδιο της προσαρμογής

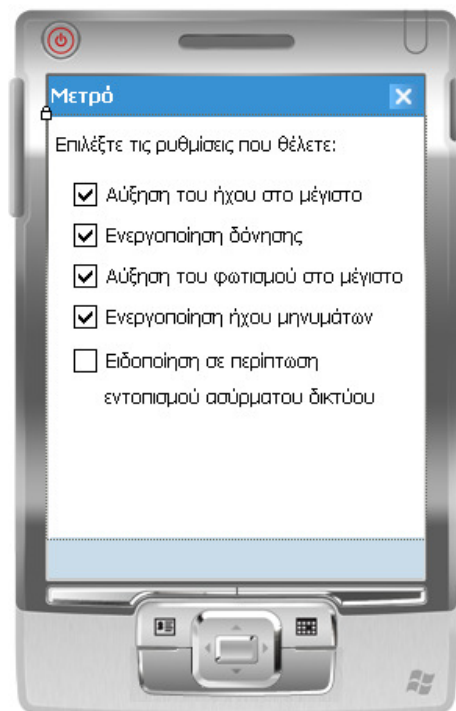
- Αν ο χρήστης επιλέξει την πρώτη εικόνα, δηλαδή το αυτοκίνητο, θα του εμφανίζεται το εξής:



**Σχήμα 3.7:** Επιλογή ρυθμίσεων από το χρήστη για την περίπτωση που βρίσκεται στο αυτοκίνητο

Ως προεπιλεγμένες ρυθμίσεις, είναι από-επιλεγμένες οι ενέργειες οι οποίες αποσπούν κατά μεγαλύτερο βαθμό τη προσοχή του οδηγού. Το πρόγραμμα, όμως, θα πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αλλάζει αυτές τις ρυθμίσεις.

- Όταν ο χρήστης επιλέξει το δεύτερο πλήκτρο, δηλαδή αυτό του μετρώ θα του εμφανίζεται η εξής επιλογή:



**Σχήμα 3.8:** Επιλογή ρυθμίσεων από το χρήστη για την περίπτωση που βρίσκεται στο μετρό

- Αντίστοιχο μενού με το αυτοκίνητο είναι και αυτό της μηχανής, μόνο που ως προεπιλεγμένες ρυθμίσεις έχει το μπλοκάρισμα όλων των παραπάνω, καθ' ότι η λήψη ενός μηνύματος ή το χτύπημα του τηλεφώνου λόγω μιας εισερχόμενης κλήσης, θα μπορούσε να θέσει σε μεγάλο κίνδυνο τον οδηγό.

### **Λειτουργία (Operation)**

Στο στάδιο αυτό αναπτύχθηκε μια εφαρμογή η οποία ως σκοπό έχει τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης. Η εφαρμογή αυτή παίρνει 10 μετρήσεις το δευτερόλεπτο αρχικά για δέκα δευτερόλεπτα και στη συνέχεια κάθε πέντε δευτερόλεπτα. Αυτό που κάνει είναι να υπολογίζει την τυπική απόκλιση για δέκα δευτερόλεπτα, χρησιμοποιώντας κάθε φορά τα πέντε προηγούμενα και τα πέντε καινούρια. Επομένως, κάθε πέντε δευτερόλεπτα εμφανίζεται στο χρήστη η τυπική απόκλιση, και παράλληλα αποθηκεύονται όλες οι τιμές σε ένα αρχείο. Το στάδιο αυτό της λειτουργίας που είναι και το τελικό φέρνει εις πέρας τον αρχικό σκοπό της διπλωματικής, δηλαδή το διαχωρισμό των μεταφορικών μέσων από το κινητό τηλέφωνο.



## 4. Υλοποίηση Συστήματος

Για να επιτευχθεί ο σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής, δηλαδή η αναγνώριση του μεταφορικού μέσου του χρήστη, έγιναν μετρήσεις και στα τρία μεταφορικά μέσα, αυτοκίνητο, μετρό και μηχανή, και στη συνέχεια οι μετρήσεις αυτές επεξεργάστηκαν με τη χρήση του προγράμματος Matlab, ώστε να φανούν οι διαφορές της επιτάχυνσης. Ο πιο δύσκολος διαχωρισμός, μπορεί κάποιος να πει ότι είναι ανάμεσα στο αυτοκίνητο και τη μηχανή, καθώς στο μετρό, η επιτάχυνση έχει σταθερές τιμές και πολύ πιο ήπιες αλλαγές από τη μια τιμή στην άλλη.

Στην ενότητα αυτή αρχικά θα περιγράψουμε το API που χρησιμοποιήθηκε για να γίνει δυνατή η ένωση της εφαρμογής και του κινητού και στη συνέχεια θα αναλύσουμε τις πιο σημαντικές μεθόδους των εφαρμογών που αναπτύχθηκαν.

### 4.1. Sensor API

Για το στάδιο του χειρισμού και της λειτουργίας χρησιμοποιήθηκε ένα API, το οποίο ονομάζεται Windows Mobile Unified Sensor API. Το συγκεκριμένο API, επιτρέπει στους προγραμματιστές να έχουν εύκολη πρόσβαση στους αισθητήρες που είναι διαθέσιμοι σε διάφορα κινητά. Στη προκειμένη περίπτωση στα κινητά HTC Diamond 1, HTC Diamond 2 και Samsung Omnia/Instinct. Οι αισθητήρες που επιτρέπει πρόσβαση είναι ο αισθητήρας επιτάχυνσης, ο αισθητήρας φωτεινότητας και ο αισθητήρας του στυλό. Εμείς χρησιμοποιήσαμε μόνο τους αισθητήρες φωτεινότητας και επιτάχυνσης, καθώς ο αισθητήρας του στυλό δε θα μπορούσε να δώσει απάντηση για το μεταφορικό μέσο στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης. Για τη δυνατότητα χρήσης των αποτελεσμάτων του αισθητήρα επιτάχυνσης και του αισθητήρα φωτεινότητας, χρησιμοποιήθηκε το αρχείο HTC\_SensorSDK.dll.

Παρακάτω περιγράφονται οι κλάσεις και οι μέθοδοι, τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και ακολουθεί το διάγραμμα κλάσεων του API.

#### Περιγραφή κλάσεων του αισθητήρα επιτάχυνσης

Το API που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει ένα IG\_Sensor interface, το οποίο επιτρέπει την άμεση χρήση της κατάστασης του g-sensor (αισθητήρα επιτάχυνσης). Το συγκεκριμένο περιλαμβάνει τη μέθοδο G\_SensorFactory.CreateG\_Sensor, η οποία με τη σειρά της περιλαμβάνει τις εξής μεθόδους, ιδιότητες και events:

## **GetGVector**

Η συγκεκριμένη μέθοδος επιστρέφει ένα διάνυσμα που περιγράφει την κατεύθυνση και την επιτάχυνση σε σχέση με την οθόνη της συσκευής. Όταν η συσκευή είναι τοποθετημένη κοιτώντας προς τα πάνω, τότε η μέθοδος επιστρέφει 0, 0, -9.8. Η τιμή του Z που είναι -9.8 σημαίνει ότι η επιτάχυνση είναι στην αντίθετη κατεύθυνση από την οθόνη. Όταν η συσκευή κρατείται κάθετα στο έδαφος, τότε η μέθοδος αυτή θα επιστρέφει 0, -9.8, 0. Οι τιμές που επιστρέφονται από το διάνυσμα αυτό είναι σε μέτρα ανά δευτερόλεπτα στο τετράγωνο ( $m/s^2$ ). Ιδανικά όταν η συσκευή βρίσκεται ακίνητη, το διάνυσμα θα έχει συνολικό μήκος 9.8, δηλαδή τη σταθερά της βαρύτητας. Παρ' όλα αυτά, ο αισθητήρας δεν είναι εξαιρετικά ακριβής, οπότε σπάνια έχει ακριβώς την τιμή των 9.8.

## **Orientation**

Η συγκεκριμένη ιδιότητα επιστρέφει την κατεύθυνση της συσκευής, η οποία μπορεί να είναι μία από τις παρακάτω: Landscape, ReverseLandscape, Portrait, ReversePortrait, FaceDown, FaceUp.

## **OrientationChanged**

Το event ενεργοποιείται όταν η ιδιότητα orientation της συσκευής αλλάξει.

## **Περιγραφή κλάσεων του αισθητήρα φωτεινότητας**

Οι μέθοδοι, οι ιδιότητες και τα event που χρειάστηκαν για τη χρήση του αισθητήρα φωτεινότητας είναι τα εξής:

### **GetLumens**

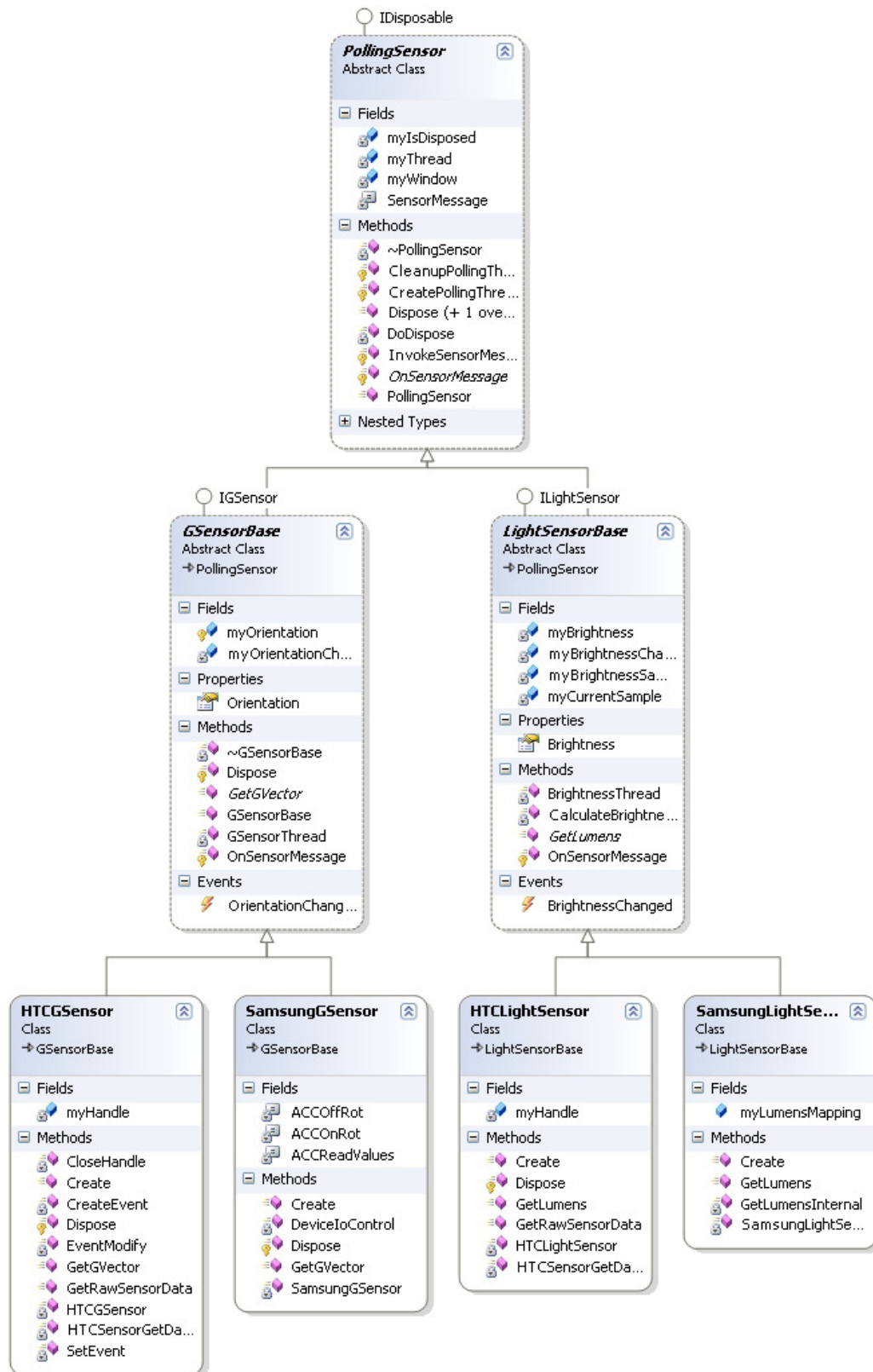
Η μέθοδος αυτή επιστρέφει μια double τιμή που περιγράφει τη φωτεινότητα του περιβάλλοντος μια χρονική στιγμή.

### **Brightness**

Είναι μια ιδιότητα που χαρακτηρίζει το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται η συσκευή ως: Dark, Dim, Normal, and Bright.

### **BrightnessChanged**

Το event αυτό θα ενεργοποιηθεί όταν η ιδιότητα brightness αλλάξει.



Σχήμα 4.1: Η σύνδεση των κλάσεων του Sensor API γραφικά

## 4.2. Χειρισμός (κατάρτιση-training)

Για τη δημιουργία της εφαρμογής λήψης μετρήσεων, χρησιμοποιήθηκε το Sensor API, το οποίο περιγράψαμε παραπάνω. Τις μετρήσεις για την επιτάχυνση και τη φωτεινότητα η εφαρμογή προγραμματίστηκε να τις παίρνει 17 φορές το δευτερόλεπτο. Πρέπει να σημειωθεί ότι το κινητό μπορεί να πάρει μέχρι και 25 μετρήσεις το δευτερόλεπτο, και αν ερωτάται για περισσότερες από 25 μετρήσεις, τότε θα επιστρέφει την πιο πρόσφατη εξ' αυτών.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική ήταν όλες αυτές που περιγράφηκαν στην ενότητα του Sensor API, αλλά στη τελική μορφή της εφαρμογής χρησιμοποιούνται μόνο οι μέθοδοι GetGVector και GetLumens.

Παρακάτω αναλύονται οι πιο σημαντικές μέθοδοι που δημιουργήθηκαν κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής στο στάδιο του χειρισμού:

`private void start_Click(object sender, EventArgs e)`

Με το πάτημα του πλήκτρου start το πρόγραμμα ξεκινάει να παίρνει μετρήσεις κατασκευάζοντας ένα thread, το οποίο καλεί την μέθοδο compute.

`public void compute()`

Αυτή η μέθοδος αποθηκεύει σε έναν πίνακα String, τις μετρήσεις της επιτάχυνσης και της φωτεινότητας.

`public delegate void Output(string s)`

Χρησιμοποιήθηκε το παραπάνω delegate, ώστε να είναι εφικτή η ενημέρωση του χρήστη για την πορεία των μετρήσεων.

`public void updatetext(String s)`

Η μέθοδος αυτή ανανεώνει το κείμενο που εμφανίζεται στο χρήστη, ανάλογα με την κατάσταση του συστήματος, χρησιμοποιώντας το delegate Output.

`private void pause_Click(object sender, EventArgs e)`

Κατά το πάτημα του πλήκτρου Pause, παύουν οι μετρήσεις μέχρι ο χρήστης να ξαναπατήσει το ίδιο πλήκτρο.

`private void close_Click(object sender, EventArgs e)`

Κατά το πάτημα του πλήκτρου Close, η εφαρμογή τερματίζει.

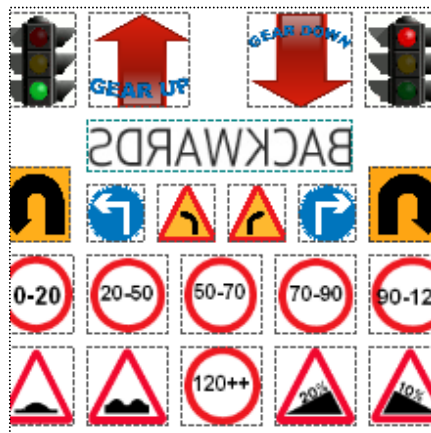
`private void stop_Click(object sender, EventArgs e)`

Με το πάτημα του πλήκτρου Stop, οι μέχρι τότε μετρήσεις αποθηκεύονται σε ένα αρχείο text, το οποίο έχει ως όνομα την τότε ημερομηνία και ώρα.

Για να είναι ακριβής η χρονομέτρηση χρησιμοποιήθηκαν οι συναρτήσεις: QueryPerformanceFrequency(ref freq) και QueryPerformanceCounter(ref sttime) μετά την είσοδό τους από το coredll.dll:

```
[DllImport("coredll.dll")]
extern static int QueryPerformanceCounter(ref long perfCounter);
[DllImport("coredll.dll")]
extern static int QueryPerformanceFrequency(ref long frequency);
```

Για την καλύτερη επεξεργασία των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι οι οποίες φαίνονται και στη παρακάτω εικόνα. Ο χρήστης που θέλει να πάρει τις μετρήσεις πατάει κάθε χρονική στιγμή και το αντίστοιχο πλήκτρο, ανάλογα με την κατάσταση του οχήματος. Δηλαδή, όταν το όχημα συναντάει λακκούβες ή ανωμαλίες στο δρόμο πατάει και την αντίστοιχη εικόνα. Επίσης, όταν στρίβει αριστερά ή δεξιά και ανάλογα με το πόσο μεγάλη είναι η στροφή πατάει κάποιο από τα βέλη. Το κάθε πλήκτρο, όταν πατηθεί αποθηκεύει στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή το όνομά του, στο αρχείο των μετρήσεων.



**Σχήμα 4.2:** Πλήκτρα επιλογής τρέχουσας κατάστασης κίνησης του οχήματος

Επιπλέον, η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει το όχημα στο οποίο βρίσκεται, ώστε να αποθηκευτεί η πληροφορία αυτή στο αρχείο των μετρήσεων.

Choose the vehicle:

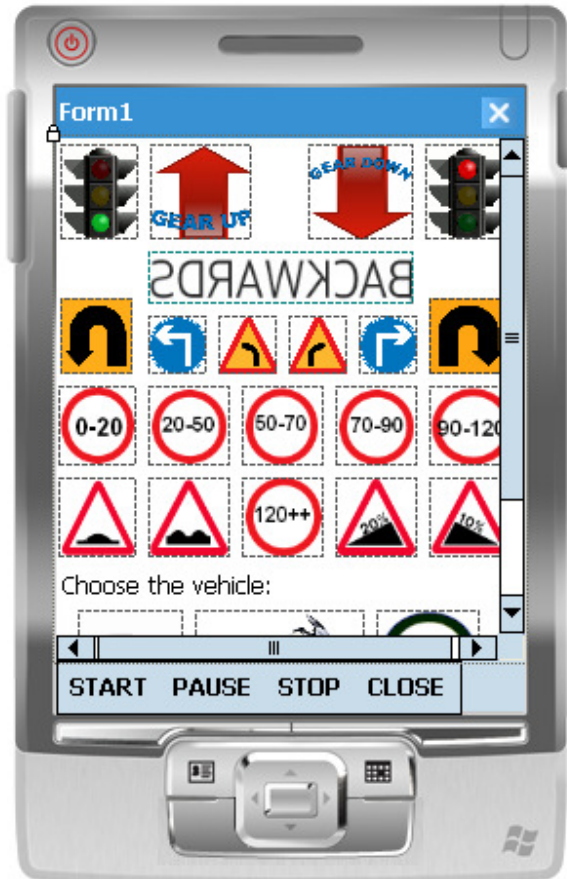


**Σχήμα 4.3:** Πλήκτρα επιλογής μεταφορικού μέσου

Παρακάτω φαίνεται το user interface της εφαρμογής, στην αρχή και στο τελικό στάδιο ύστερα από βελτίωση του:



**Σχήμα 4.4:** Αρχικό Interface της εφαρμογής λήψης μετρήσεων επιτάχυνσης



**Σχήμα 4.5:** Τελικό Interface της εφαρμογής λήψης μετρήσεων επιτάχυνσης

### 4.3. Λειτουργία (operation)

Για τη δημιουργία της εφαρμογής υπολογισμού τυπικής απόκλισης, χρησιμοποιήθηκε το Sensor API, το οποίο περιγράψαμε παραπάνω. Τις μετρήσεις για την επιτάχυνση η εφαρμογή προγραμματίστηκε να τις παίρνει 10 φορές το δευτερόλεπτο. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα τις μετρήσεις στην πρώτη επανάληψη τις παίρνουμε κάθε 10 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια κάθε 5 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης τα προηγούμενα 5''.

Παρακάτω αναλύονται οι πιο σημαντικές μέθοδοι που δημιουργήθηκαν κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής:

**private void start\_Click(object sender, EventArgs e)**

Με το πάτημα του πλήκτρου start η εφαρμογή ξεκινάει ένα Thread, το οποίο καλεί τη μέθοδο `metriseis()`, που περιγράφεται παρακάτω.

**public void metriseis()**

Η μέθοδος αυτή ξεκινάει τη λήψη μετρήσεων, αρχικά για 10 δευτερόλεπτα και έπειτα για πέντε. Αυτό που κάνει, επίσης, είναι να υπολογίζει την τυπική απόκλιση για τα πρώτα δέκα δευτερόλεπτα και στη συνέχεια αφού λάβει τις μετρήσεις για τα επόμενα πέντε, τα συνδυάζει με τα προηγούμενα πέντε και υπολογίζει ξανά την τυπική απόκλιση για κάθε άξονα. Τέλος, τις τυπικές αποκλίσεις που υπολογίζει τις εμφανίζει στο χρήστη, ενώ παράλληλα αποθηκεύει τις μετρήσεις με τα αποτελέσματά τους σε ένα αρχείο.

**private void stop\_Click(object sender, EventArgs e)**

Με το πάτημα του πλήκτρου αυτού, ο χρήστης σταματάει προσωρινά τη λήψη μετρήσεων. Αυτό που κάνει η συγκεκριμένη μέθοδος είναι να περιμένει αρχικά να τελειώσουν οι μετρήσεις των τότε πέντε δευτερολέπτων και έπειτα αφού βρεθούν οι τυπικές αποκλίσεις και αποθηκευτούν στο αρχείο, να κλείνει το αρχείο. Το πρόγραμμα τότε βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής καθώς περιμένει το χρήστη είτε να το τερματίσει ή να ξεκινήσει καινούρια λήψη.

**private void close\_Click(object sender, EventArgs e)**

Με το πάτημα του πλήκτρου close η εφαρμογή τερματίζει.

**public delegate void Output(string s)**

Χρησιμοποιήθηκε το παραπάνω delegate, ώστε να είναι εφικτή η ενημέρωση του χρήστη για την πορεία των μετρήσεων.

**public void updatetext(String s)**

Η μέθοδος αυτή ανανεώνει το κείμενο που εμφανίζεται στο χρήστη, ανάλογα με την κατάσταση του συστήματος, χρησιμοποιώντας το delegate `Output`.

**public void updatetextx(String s)**

Η μέθοδος αυτή ανανεώνει το κείμενο ανά πέντε δευτερόλεπτα ενημερώνοντας το χρήστη για την εκάστοτε τιμή της τυπικής απόκλισης του άξονα X.

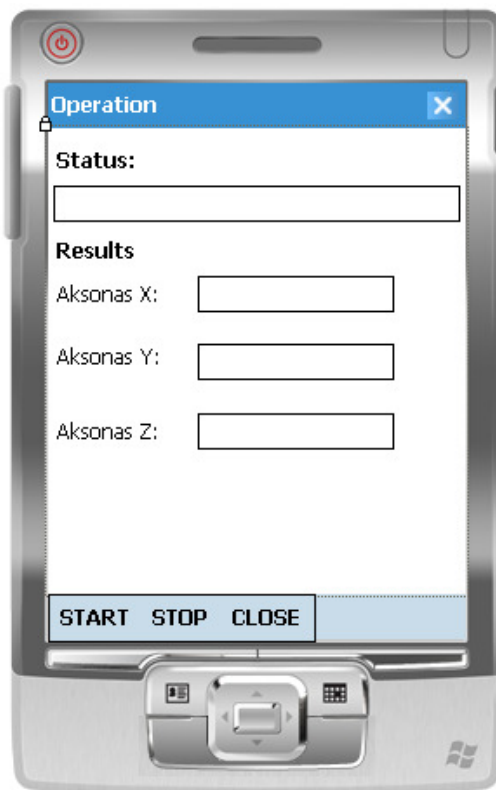
`public void updatetexty(String s)`

Ομοίως με τη μέθοδο `updatetextx`, ενημερώνει το χρήστη για την τυπική απόκλιση του άξονα Y.

`public void updatetextz(String s)`

Ομοίως με τις δύο προηγούμενες μεθόδους, ενημερώνει το χρήστη για την τυπική απόκλιση του άξονα Z.

Ομοίως με την προηγούμενη εφαρμογή, χρησιμοποιήθηκαν οι συναρτήσεις: `QueryPerformanceFrequency(ref freq)` και `QueryPerformanceCounter(ref stime)` για την ακριβή χρονομέτρηση των δευτερολέπτων.



**Σχήμα 4.6:** Interface της εφαρμογής υπολογισμού τυπικής απόκλισης



## 5. Αξιολόγηση

Παρακάτω ακολουθεί η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις που πήραμε από την εφαρμογή μέτρησης της επιτάχυνσης και της φωτεινότητας και από την εφαρμογή μέτρησης της τυπικής απόκλισης. Αρχικά γίνεται η περιγραφή της κατάστασης κάτω από την οποία λήφθηκαν οι μετρήσεις και στη συνέχεια ακολουθεί η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της επιτάχυνσης στα τρία οχήματα και στην πεζοπορία, και της φωτεινότητας μόνο για το μετρό. Στη συνέχεια ακολουθεί η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της τυπικής απόκλισης, ώστε να γίνει δυνατή η διάκριση ανάμεσα στο αυτοκίνητο, στο μετρό και στη μοτοσυκλέτα. Τέλος, αναφέρονται πιθανές χρήσεις της παρούσας διπλωματικής.

### 5.1. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

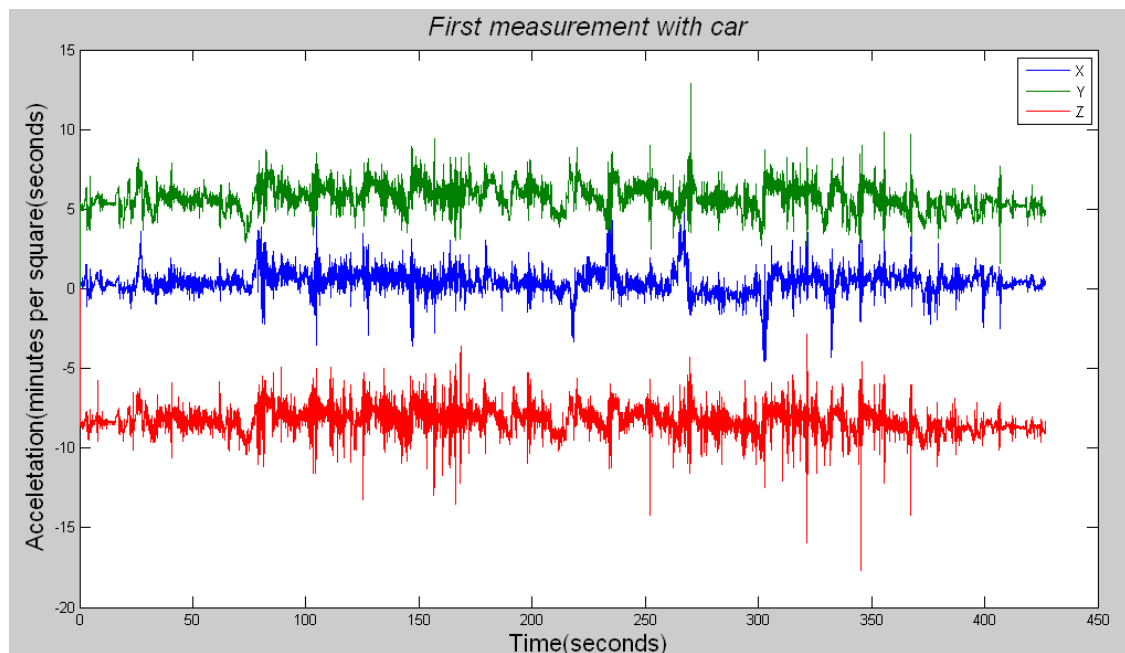
Με τη βοήθεια του προγράμματος Matlab, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, έγινε η επεξεργασία των μετρήσεων που έγιναν στα τρία διαφορετικά μέσα μεταφοράς και σε πεζό. Για την καλύτερη ανάγνωση και επεξεργασία, το κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια των μετρήσεων βρισκόταν σε παράλληλη θέση με το έδαφος με μία ελαφριά κλίση προς τα πάνω. Κατά συνέπεια, οι άξονες που αναφέρονται παρακάτω έχουν ως εξής:

- **Άξονας X:** Ο άξονας αυτός όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω είναι κάθετος στην πλάγια όψη του κινητού και παράλληλος στο κινητό, επομένως στις παρακάτω μετρήσεις δείχνει τη στροφή που παίρνει το κινητό μαζί με το χρήστη. Δηλαδή, αν στρίβει δεξιά ή αριστερά αλλάζει η τιμή του.
- **Άξονας Y:** Ομοίως ο άξονας αυτός είναι κάθετος στην επάνω όψη του κινητού και παράλληλος σε αυτό. Στις μετρήσεις δείχνει την επιτάχυνση του μέσου, επομένως φαίνονται από αυτόν τον άξονα οι επιταχύνσεις και οι επιβραδύνσεις και αν είναι απότομες ή όχι.
- **Άξονας Z:** Ο άξονας αυτός είναι κάθετος στο επίπεδο του κινητού και επομένως κάθετος στο έδαφος. Συνεπώς, θα πρέπει να είναι σταθερός στις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν ανυψώσεις ή πτώσεις του κινητού. Επομένως όταν βλέπουμε αλλαγές αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν λακκούβες ή ανηφόρες ή κατηφόρες ή γενικά αλλαγές ως προς την απόσταση από τη γη.

### 5.1.1. Μετρήσεις επιτάχυνσης

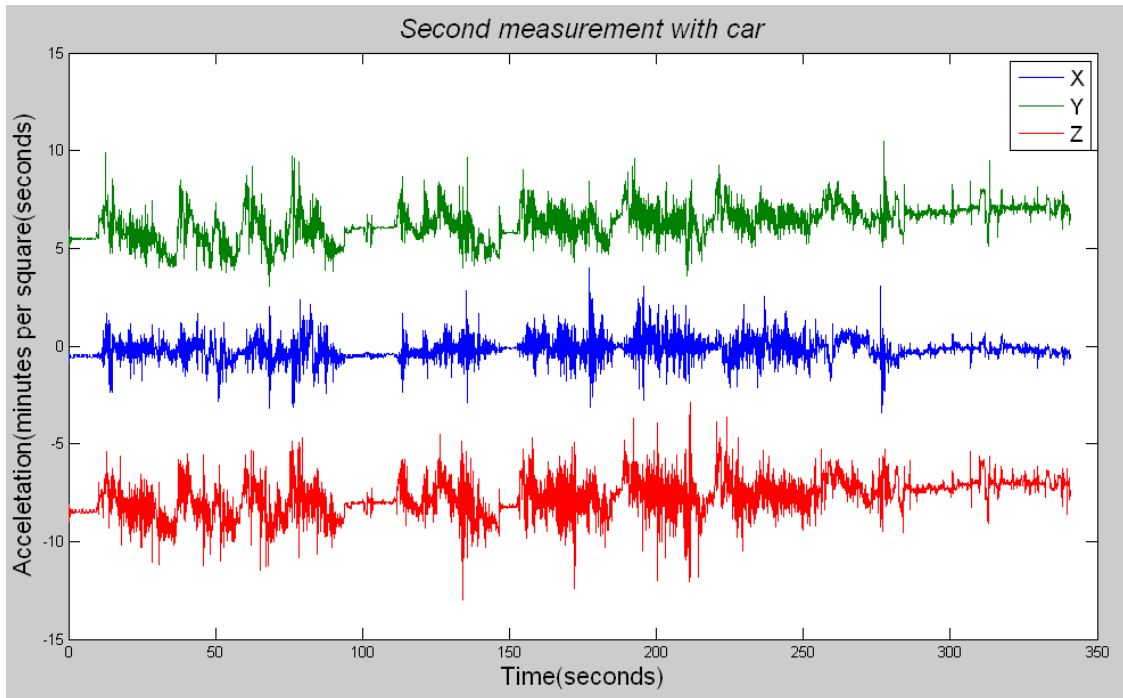
#### Αυτοκίνητο

Σύμφωνα με τα πλήκτρα που πατήθηκαν κατά τη λήψη των μετρήσεων, αρχικά πραγματοποιήθηκε μια στροφή των  $90^\circ$  αριστερά στο  $24^\circ$  δευτερόλεπτο, γι' αυτό και στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε ότι τότε η τιμή του άξονα X, δηλαδή της μπλε γραφικής παράστασης, παίρνει την τιμή των  $4\text{m/s}^2$ . Κατά το  $85^\circ$ , το  $101^\circ$  και το  $110^\circ$  δευτερόλεπτο έχει σημειωθεί ότι το αυτοκίνητο πέρασε από μία λακκούβα, οπότε γύρω από εκείνες τις χρονικές περιόδους παρατηρείται ταυτόχρονη αυξομείωση στους τρεις άξονες. Στο  $124^\circ$  δευτερόλεπτο έχει σημειωθεί πάλι ότι το κινητό πέρασε από λακκούβα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η τιμή της επιτάχυνσης στον άξονα Z παίρνει πολύ μικρότερη τιμή από τις προηγούμενες. Αυτό μας δείχνει ότι η λακκούβα ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τις προηγούμενες. Μία ακόμα τιμή που αξίζει να σημειωθεί είναι αυτή κατά το  $348^\circ$  δευτερόλεπτο, που βλέπουμε ότι η επιτάχυνση στον άξονα Z παίρνει την τιμή  $-16\text{m/s}^2$ . Από το φύλλο των μετρήσεων βλέπουμε ότι εκείνη τη χρονική περίοδο είχε πατηθεί το πλήκτρο της λακκούβας. Επομένως συμπεραίνουμε ότι οι ακραίες τιμές στον άξονα Z συμβαίνουν όταν υπάρχουν ανωμαλίες στο δρόμο.



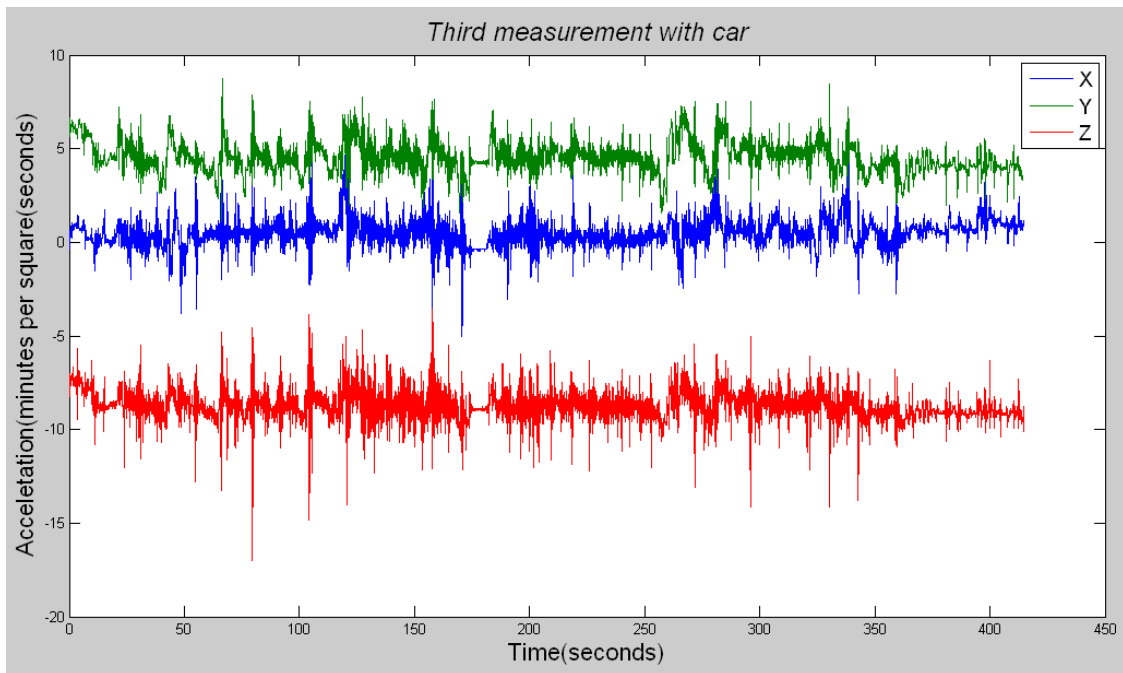
**Σχήμα 5.1:** Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο αυτοκίνητο

Στη συνέχεια ακολουθεί η δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης με το αυτοκίνητο. Στις μετρήσεις αυτές δεν παρατηρούνται ακραίες τιμές, καθώς όπως φαίνεται και από το φύλλο των μετρήσεων ο δρόμος ήταν ομαλός και υπήρχαν ελάχιστες λακκούβες. Στο τέλος μόνο λόγω του ότι ο χρήστης ήθελε να παρκάρει το αυτοκίνητο, είχε πολύ μικρή ταχύτητα και επομένως οι τιμές και των τριών αξόνων είναι πολύ χαμηλές.



**Σχήμα 5.2:** Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης στο αυτοκίνητο

Και στην παρακάτω γραφική παράσταση τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι ίδια με αυτά των προηγούμενων. Ομοίως και εδώ μόνο κατά το 76<sup>ο</sup> δευτερόλεπτο που ο δρόμος ήταν αρκετά ανώμαλος υπήρξε μεγάλη μείωση στον άξονα Z.

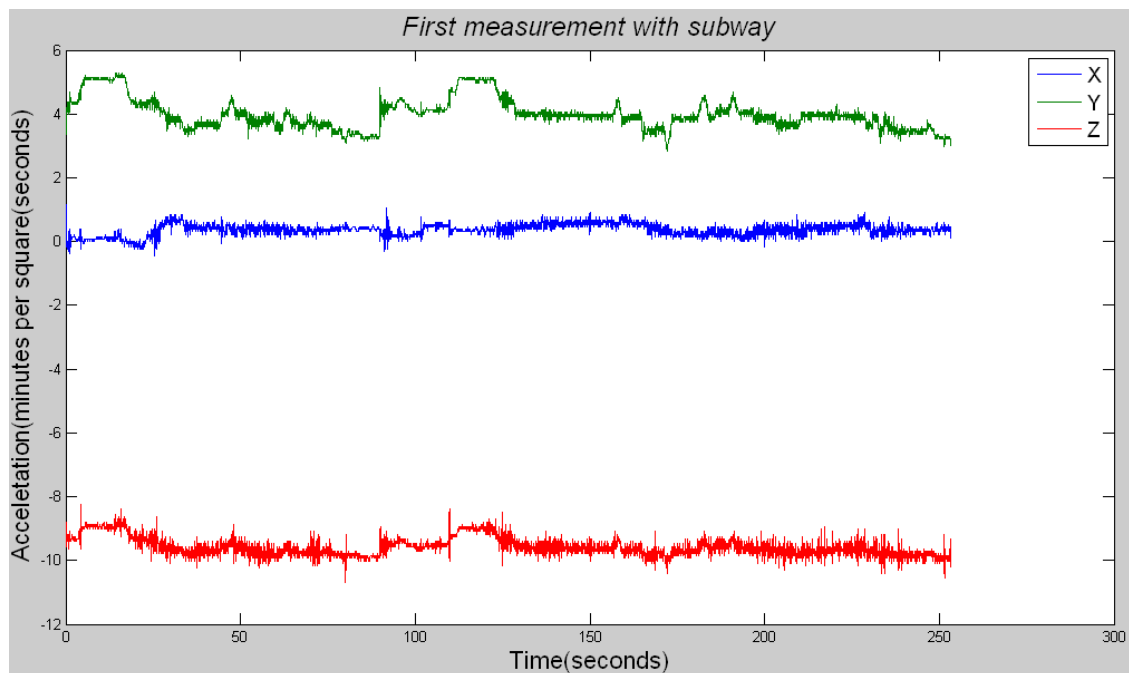


**Σχήμα 5.3:** Τρίτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο αυτοκίνητο

Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις καταλήγουμε ότι οι τιμές της επιτάχυνσης στον άξονα Z έχουν μέγιστη διαφορά  $12\text{m/s}^2$  και πιο συγκεκριμένα κινούνται ανάμεσα στις τιμές των  $-17\text{m/s}^2$  έως  $-5\text{m/s}^2$ . Ομοίως οι τιμές της επιτάχυνσης του άξονα X κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές  $-5\text{m/s}^2$  έως  $5\text{m/s}^2$ , ενώ οι τιμές της επιτάχυνσης του άξονα Y ανάμεσα στις τιμές  $1\text{m/s}^2$  έως  $13\text{m/s}^2$ . Συμπεραίνουμε ότι οι λακκούβες παρότι επηρεάζουν και τους τρεις άξονες δεν προκαλούν ακραίες τιμές στον άξονα Z, σε αντίθεση με τις τιμές που προκαλούν στη μοτοσικλέτα που θα δούμε παρακάτω.

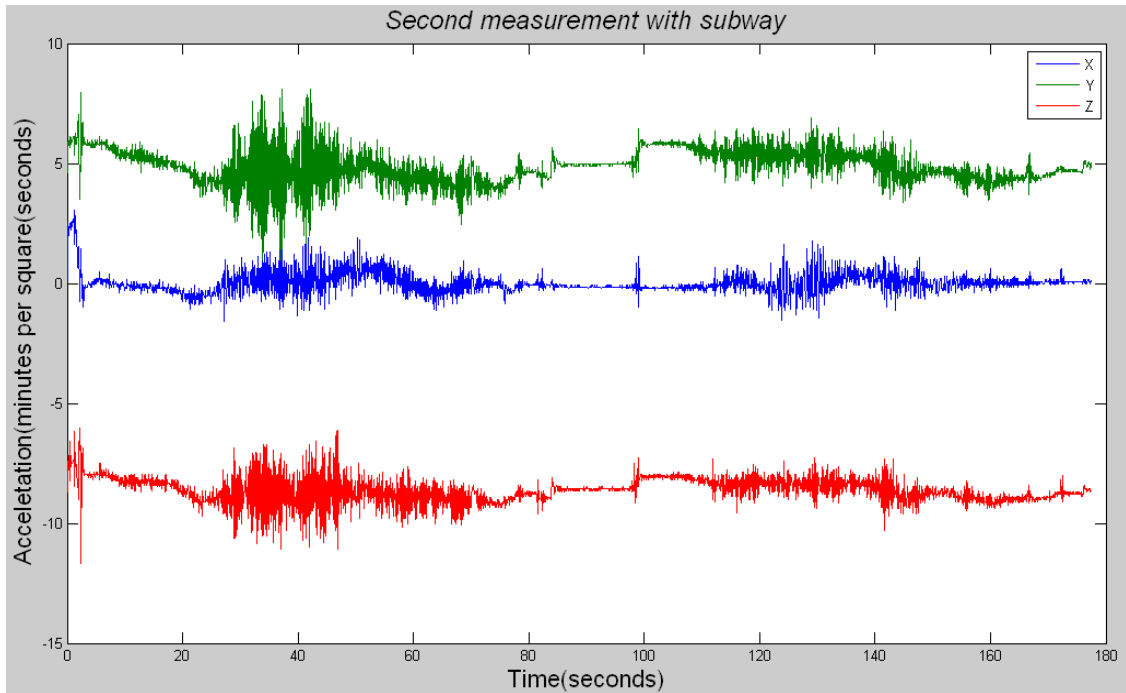
### Μετρό

Παρακάτω ακολουθεί η γραφική παράσταση που αφορά τις μετρήσεις στο μετρό. Βλέπουμε αισθητή διαφορά σε σχέση με το αυτοκίνητο. Στο  $4^{\circ}$  δευτερόλεπτο που ξεκινάει το μετρό βλέπουμε τη διαφορά στον άξονα Y, δηλαδή στην πράσινη γραφική παράσταση. Στο  $80^{\circ}$  δευτερόλεπτο που πραγματοποιείται η πρώτη στάση του μετρό βλέπουμε πάλι μείωση στην τιμή της επιτάχυνσης στον άξονα Y. Σε γενικές γραμμές παρατηρείται πολύ μικρή διακύμανση στις τιμές των τριών αξόνων, κάτι το οποίο μας βοηθάει στο διαχωρισμό του μετρό από το αυτοκίνητο και τη μοτοσικλέτα.

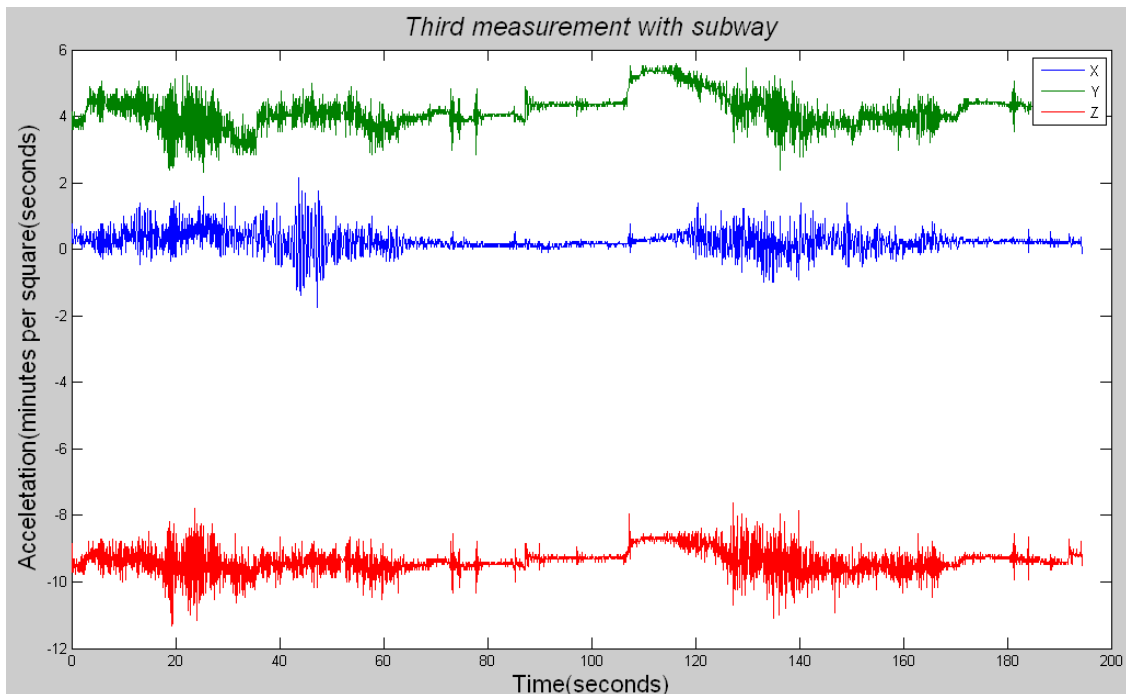


**Σχήμα 5.4:** Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο μετρό

Παρακάτω ακολουθούν οι γραφικές παραστάσεις από τις επόμενες μετρήσεις. Ομοίως και εδώ παρατηρείται πολύ μικρότερη διακύμανση σε σχέση με το αυτοκίνητο, και γενικότερα οι αλλαγές που πραγματοποιούνται στις τιμές γίνονται με πολύ πιο αργό ρυθμό.



Σχήμα 5.5: Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης στο μετρό

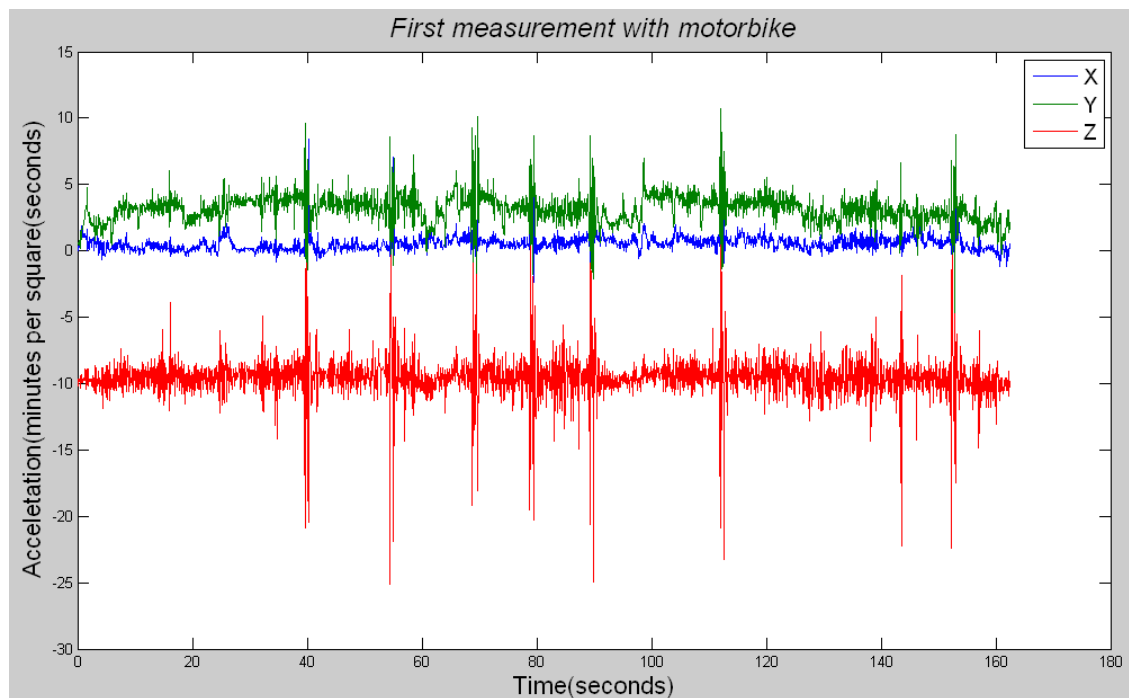


Σχήμα 5.6: Τρίτη μέτρηση της επιτάχυνσης στο μετρό

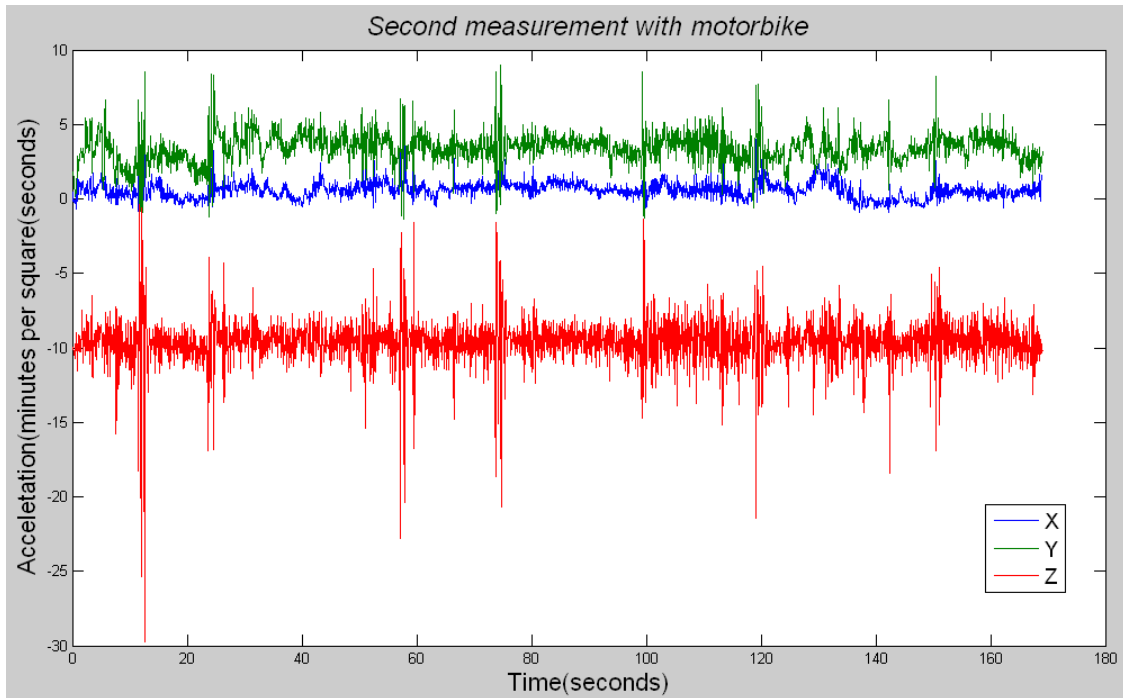
Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις καταλήγουμε ότι οι τιμές της επιτάχυνσης στον άξονα Z έχουν μέγιστη διαφορά  $5\text{m/s}^2$  και πιο συγκεκριμένα κινούνται ανάμεσα στις τιμές των  $-12\text{m/s}^2$  έως  $-7\text{m/s}^2$ . Ομοίως οι τιμές της επιτάχυνσης του άξονα X κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές  $-3\text{m/s}^2$  έως  $3\text{m/s}^2$ . Εδώ βλέπουμε μικρότερη διακύμανση στις τιμές του άξονα X. Αυτό συμβαίνει γιατί οι στροφές του μετρώ δεν είναι ποτέ πολύ μεγάλες και ποτέ απότομες σε αντίθεση με τα υπόλοιπα μεταφορικά μέσα. Οι τιμές της επιτάχυνσης του άξονα Y κινούνται ανάμεσα στις τιμές  $1\text{m/s}^2$  έως  $7\text{m/s}^2$ . Ομοίως εδώ υπάρχει μικρότερη απόσταση ανάμεσα στις δύο ακραίες τιμές. Αυτό πάλι συμβαίνει γιατί στο μετρώ οι αναταράξεις, δηλαδή οι λακκούβες, οι ανηφόρες και οι κατηφόρες είναι σχεδόν ανύπαρκτες.

### Μοτοσικλέτα

Στη συνέχεια ακολουθούν οι γραφικές παραστάσεις από τις μετρήσεις που έγιναν σε μοτοσικλέτα. Από την πρώτη όψη φαίνεται μια διαφορά σε σχέση με τις γραφικές παραστάσεις των προηγούμενων μεταφορικών μέσων. Πιο συγκεκριμένα για την πρώτη γραφική παράσταση, στο  $48^{\circ}$  δευτερόλεπτο που έχει σημειωθεί ότι η μηχανή πέρασε από λακκούβα, βλέπουμε η επιτάχυνση στον άξονα Z να παίρνει την τιμή των  $-20\text{m/s}^2$ . Ομοίως στα δευτερόλεπτα 53, 68 και 77 που έχει σημειωθεί ότι η μηχανή περνάει από λακκούβα, βλέπουμε πάλι ακραίες τιμές στον άξονα Z.



Σχήμα 5.7: Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης στη μοτοσικλέτα



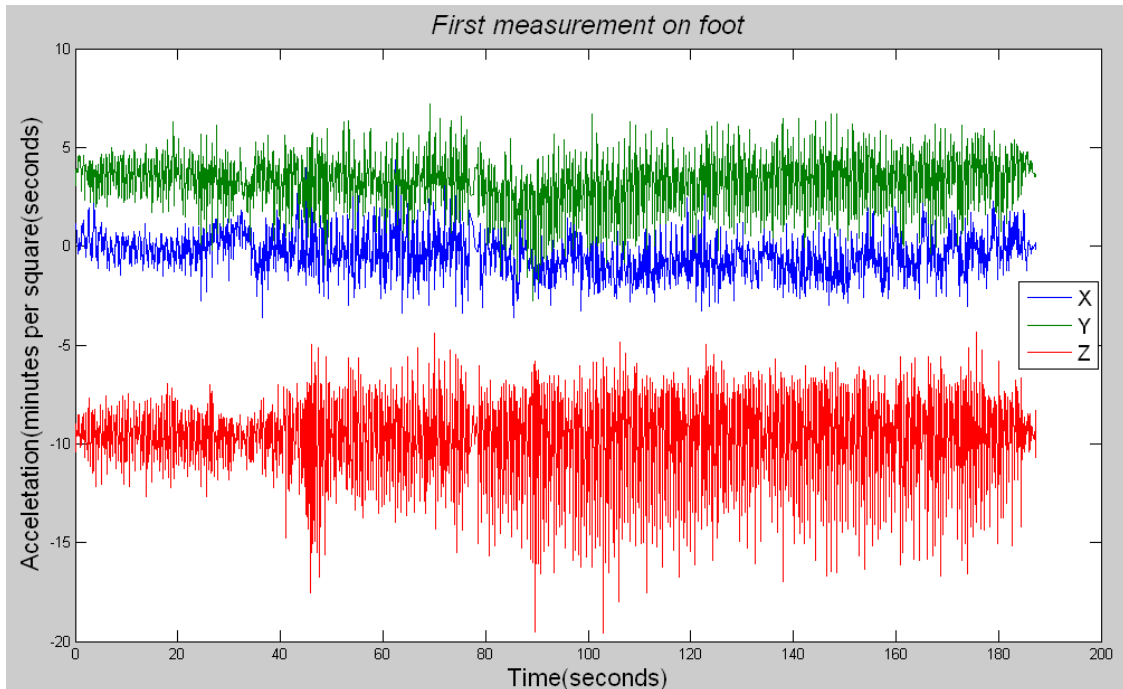
**Σχήμα 5.8:** Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης στη μοτοσικλέτα

Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις καταλήγουμε ότι οι τιμές της επιτάχυνσης στον άξονα Z έχουν μέγιστη διαφορά  $30\text{m/s}^2$  και πιο συγκεκριμένα κινούνται ανάμεσα στις τιμές των  $-30\text{m/s}^2$  έως  $0\text{m/s}^2$ . Αυτή η διαφορά βλέπουμε ότι είναι πολύ μεγαλύτερη από όλα τα προηγούμενα μέσα. Και αυτό γιατί μια λαγκούβα οι χρήστες της μηχανής την καταλαβαίνουν πολύ περισσότερο από τους υπόλοιπους χρήστες. Οι τιμές της επιτάχυνσης του άξονα X κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές  $-2\text{m/s}^2$  έως  $2\text{m/s}^2$ , ενώ πολύ μικρός αριθμός μετρήσεων του άξονα X παίρνουν τιμή κοντά στα  $5\text{m/s}^2$  και συνοδεύονται από ταυτόχρονη αύξηση της τιμής του άξονα Z. Οι τιμές της επιτάχυνσης του άξονα Y κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές  $0\text{m/s}^2$  έως  $9\text{m/s}^2$ . Από τον άξονα X προκύπτει ότι με τη μηχανή μια στροφή δεν μπορεί να είναι απότομη γιατί θα υπήρχε κίνδυνος για τον οδηγό να πέσει.

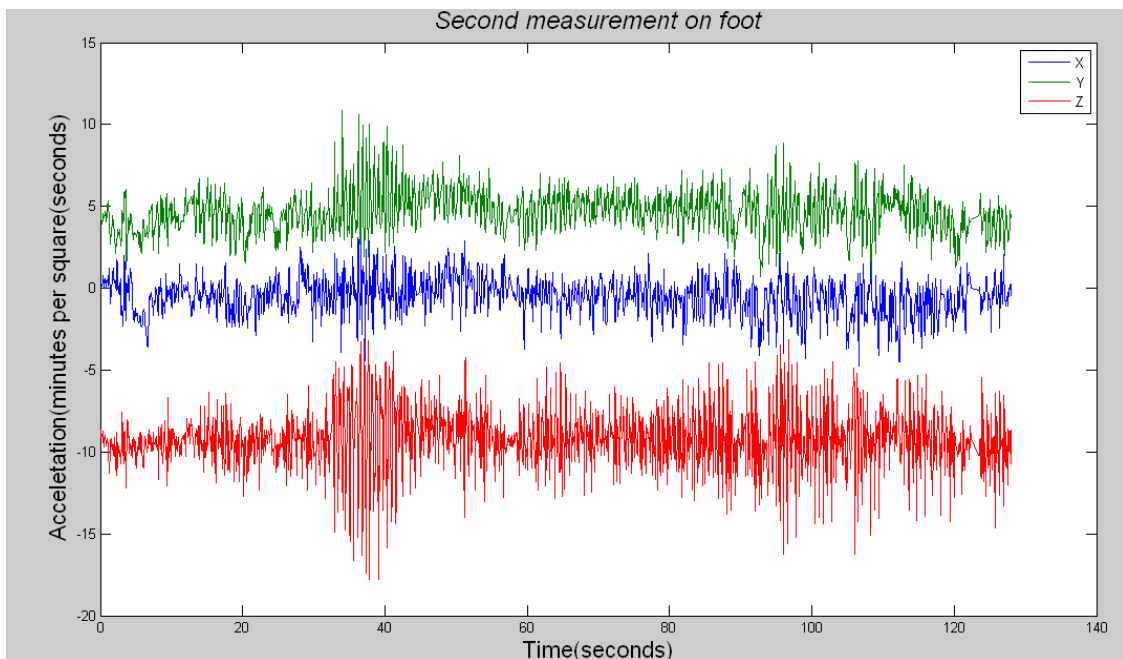
### Πεζός

Στη συνέχεια ακολουθούν δύο μετρήσεις επιτάχυνσης σε πεζοπορία. Οι μετρήσεις που ακολουθούν έχουν καθαρά χαρακτήρα σχολιασμού καθ' ότι δε συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη της παρούσας διπλωματικής.

Αυτό που γίνεται εμφανές από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις, είναι ότι οι τιμές της επιτάχυνσης αλλάζουν πολύ πιο γρήγορα από ότι σε όλα τα υπόλοιπα μεταφορικά μέσα, και αυτό γιατί κατά τη διάρκεια της πεζοπορίας υπάρχει πολύ μεγαλύτερη αστάθεια.



Σχήμα 5.9: Πρώτη μέτρηση της επιτάχυνσης σε πεζοπορία



Σχήμα 5.10: Δεύτερη μέτρηση της επιτάχυνσης σε πεζοπορία

Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις καταλήγουμε ότι οι τιμές της επιτάχυνσης στον άξονα Z έχουν μέγιστη διαφορά  $15\text{m/s}^2$  και πιο συγκεκριμένα κινούνται ανάμεσα στις τιμές των  $-20\text{ m/s}^2$  έως  $-5\text{m/s}^2$ . Ομοίως οι τιμές της επιτάχυνσης του άξονα X κυμαίνονται ανάμεσα στις τιμές  $-3\text{m/s}^2$  έως  $3\text{m/s}^2$ , ενώ οι τιμές της επιτάχυνσης του



άξονα Y ανάμεσα στις τιμές  $0\text{m/s}^2$  έως  $7\text{m/s}^2$ . Σε αντίθεση με όλες τις υπόλοιπες γραφικές παραστάσεις, εδώ οι τιμές αλλάζουν πολύ πιο γρήγορα, δηλαδή υπάρχουν συνεχώς αυξομειώσεις σε όλους τους άξονες.

Από τις γραφικές παραστάσεις παραπάνω καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

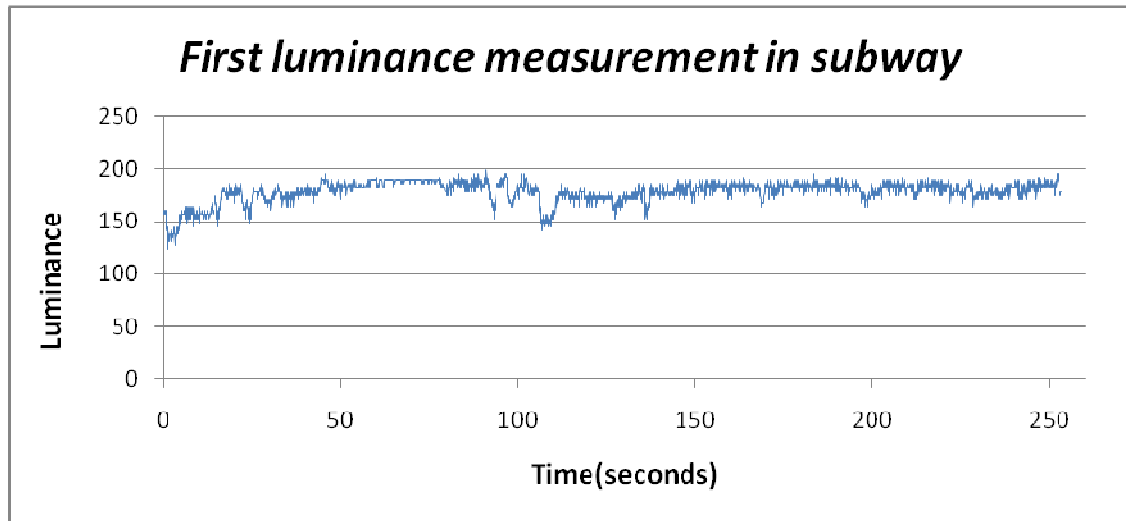
- Στη μηχανή, οι τιμές του άξονα Z έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια από ότι στα υπόλοιπα μέσα.
- Στο μετρό οι αυξομειώσεις των τιμών είναι πολύ μικρές και ήπιες.
- Στο αυτοκίνητο οι τιμές του άξονα X έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια σε σχέση με τη μηχανή και το μετρό. Ειδικά στη μηχανή οι τιμές του άξονα X είναι πολύ μικρότερες από όλα τα υπόλοιπα μέσα.
- Αξίζει να σημειωθεί ότι άλλος ένας παράγοντας διάκρισης της μηχανής από τα υπόλοιπα μέσα είναι ότι τη στιγμή που η τιμή του άξονα X παίρνει μεγάλη τιμή, η τιμή του άξονα Z είναι διπλάσια.

Κλείνοντας, συμπεραίνουμε ότι αυτό που θα μας βοηθήσει να διαχωρίσουμε τα τρία αυτά διαφορετικά μεταφορικά μέσα είναι η τυπική απόκλιση. Και αυτό γιατί ενώ στο μετρό οι διαφορές μεταξύ των τιμών είναι ελάχιστες, στη μοτοσυκλέτα οι τιμές έχουν πολύ μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους. Γι' αυτό το λόγο, αναπτύχθηκε και η εφαρμογή υπολογισμού της τυπικής απόκλισης που περιγράφηκε και στην προηγούμενη ενότητα, ώστε να φτάσουμε σε κάποιο συμπέρασμα για το διαχωρισμό των τριών αυτών οχημάτων.

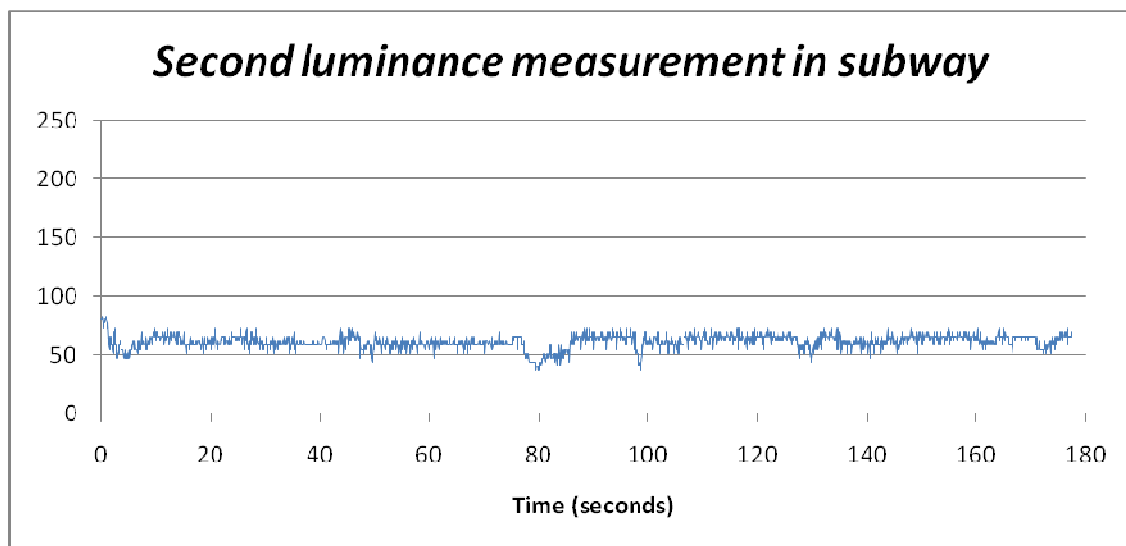
### 5.1.2. Μετρήσεις φωτεινότητας

Εδώ φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις της φωτεινότητας μόνο στο μετρό. Αυτό διότι στα υπόλοιπα μέσα ο φωτισμός αλλάζει ανάλογα με την ώρα της ημέρας, ενώ στο μετρό είναι σταθερές οι τιμές γύρω από τις οποίες κυμαίνεται.

Αυτό που βλέπουμε από την πρώτη γραφική παράσταση είναι ότι η φωτεινότητα κυμαίνεται γύρω από τα 165 lumens, που σημαίνει ότι ο χρήστης καθόταν κοντά σε κάποιο παράθυρο και το μετρό δεν είχε κόσμο για να δημιουργεί σκιά στο κινητό. Αντίθετα, στη δεύτερη γραφική παράσταση βλέπουμε ότι η φωτεινότητα κυμαίνεται γύρω από τα 65 lumens και δεν έχει μεγάλες αποκλίσεις από αυτήν την τιμή. Η χαμηλότερη φωτεινότητα σε σχέση με πριν οφείλεται στο γεγονός ότι ο χρήστης που έπαιρνε τις μετρήσεις καθόταν στο διάδρομο και είχε σκιά από κάποιους άλλους χρήστες του μετρό. Παρ' όλα αυτά η διακύμανση των τιμών είναι ίδια με την πρώτη γραφική παράσταση.

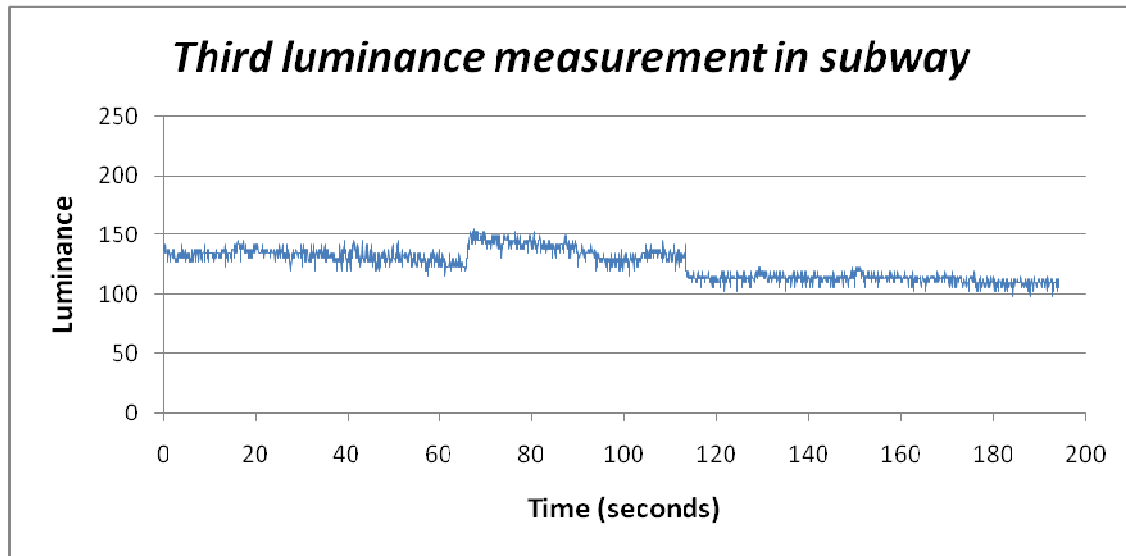


**Σχήμα 5.11:** Πρώτη μέτρηση της φωτεινότητας στο μετρό



**Σχήμα 5.12:** Δεύτερη μέτρηση της φωτεινότητας στο μετρό

Στη συνέχεια ακολουθεί η τρίτη γραφική παράσταση της φωτεινότητας στο μετρό. Εδώ η φωτεινότητα κυμαίνεται γύρω από την τιμή των 130 lumens. Ομοίως με τις προηγούμενες μετρήσεις οι διακυμάνσεις γύρω από αυτήν την τιμή είναι πολύ μικρές.



**Σχήμα 5.13:** Τρίτη μέτρηση της φωτεινότητας στο μετρό

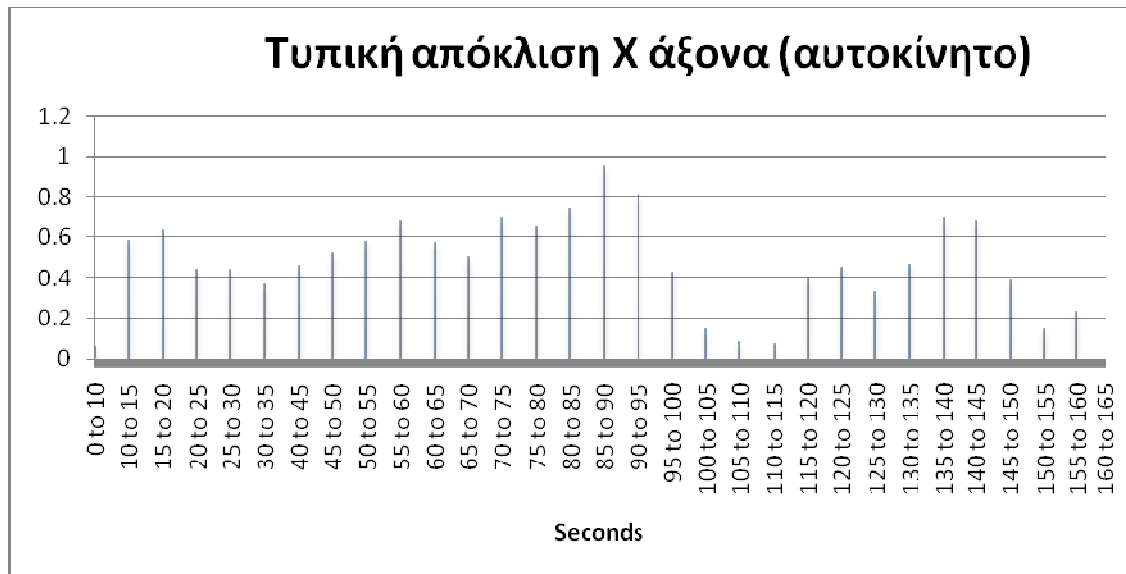
Κλείνοντας, βλέπουμε ότι η ελάχιστη τιμή που παίρνει η φωτεινότητα είναι 50 lumens, ενώ η μέγιστη είναι 200 lumens. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές γύρω από τις οποίες κυμαίνεται σε κάθε περίπτωση έχουν απόσταση το πολύ 60 lumens. Μπορούμε πολύ εύκολα λοιπόν να εκμεταλλευτούμε το γεγονός ότι η διακύμανση ή η τυπική απόκλιση από τη μέση τιμή είναι πάρα πολύ μικρή, ώστε να διαχωρίσουμε το μετρό από τα υπόλοιπα μεταφορικά μέσα μόνο από τη μέτρηση της φωτεινότητας.

### 5.1.3. Μετρήσεις τυπικής απόκλισης

Παρακάτω φαίνονται οι μετρήσεις που πήραμε κατά το στάδιο της λειτουργίας, μέσω της εφαρμογής υπολογισμού τυπικής απόκλισης που δημιουργήσαμε και αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Μέσα από τα παρακάτω διαγράμματα θα μπορούσαμε να κάνουμε και την τελική διάκριση ανάμεσα στα τρία μέσα μεταφοράς. Ο λόγος που δημιουργήσαμε και τη δεύτερη εφαρμογή ήταν επειδή από τις μετρήσεις της επιτάχυνσης που παρουσιάστηκαν παραπάνω βγήκε το συμπέρασμα ότι με την τυπική απόκλιση θα μπορέσει η εφαρμογή να καταλάβει το όχημα μέσα στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης.

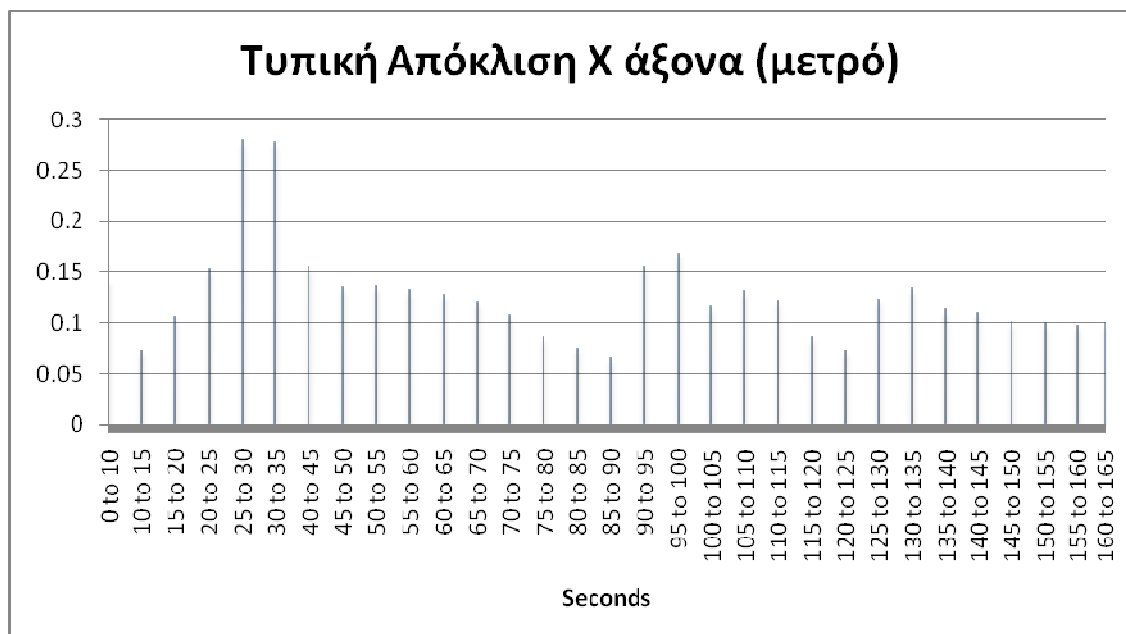
#### *Άξονας X*

Στη συνέχεια ακολουθεί η μέτρηση της τυπικής απόκλισης για το αυτοκίνητο στον άξονα X. Βλέπουμε ότι η μέση τιμή των μετρήσεων που ακολουθούν είναι 0.5, η μέγιστη τιμή είναι 1 και η ελάχιστη τιμή είναι 0.1.



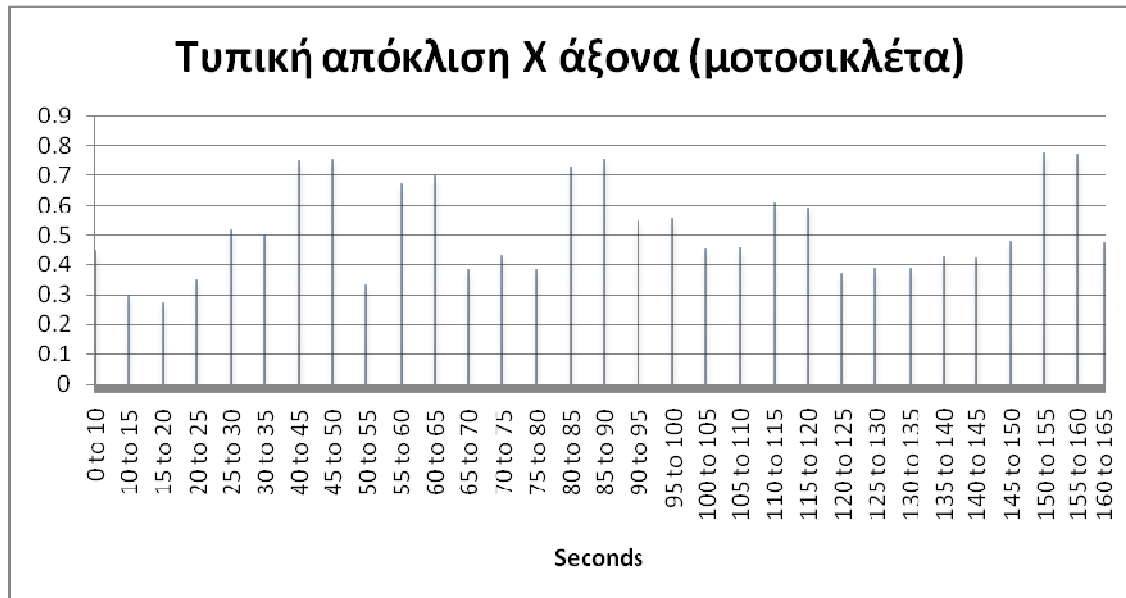
**Σχήμα 5.14:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Χ στο αυτοκίνητο

Στην επόμενη γραφική παράσταση φαίνεται η τυπική απόκλιση για το Χ άξονα στο μετρό. Βλέπουμε μια αισθητή διαφορά όσον αφορά την προηγούμενη γραφική παράσταση, αρχικά ως προς τη μέση τιμή και δεύτερον ως προς τις αποκλίσεις από τη μέση τιμή. Η μέση τιμή είναι 0.13, η μέγιστη τιμή είναι 0.28 και η ελάχιστη τιμή είναι 0.07. Οι αποκλίσεις από τη μέση τιμή σε σχέση με την τυπική απόκλιση στο αυτοκίνητο είναι πάρα πολύ μικρές.



**Σχήμα 5.15:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Χ στο μετρό

Παρακάτω φαίνεται η γραφική παράσταση για τη μοτοσικλέτα. Εδώ οι τιμές κυμαίνονται γύρω από το 0.5 και πιο συγκεκριμένα η μέγιστη τιμή είναι 0.8 και η ελάχιστη τιμή είναι 0.3. Σε σχέση με το αυτοκίνητο οι τιμές της τυπικής απόκλισης έχουν μικρότερη διαφορά μεταξύ τους από ότι αυτές του αυτοκινήτου.



**Σχήμα 5.16:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα X στη μοτοσικλέτα

Από τα παραπάνω διαγράμματα μπορούμε πολύ εύκολα να διακρίνουμε ότι αρκεί ο άξονας X για να βγάλουμε συμπέρασμα για το αν ο χρήστης βρίσκεται στο μετρό μέσα σε 30 δευτερόλεπτα. Για το αυτοκίνητο και τη μοτοσικλέτα η διαφορά δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Επομένως, προς το παρόν δεν μπορούμε να αποφασίσουμε.

### **Άξονας Y**

Παρακάτω φαίνονται οι μετρήσεις της τυπικής απόκλισης ως προς τον άξονα Y για το αυτοκίνητο. Εδώ η μέση τιμή της τυπικής απόκλισης είναι 0.8, η μέγιστη τιμή είναι 1.2 και η ελάχιστη τιμή είναι 0.2.



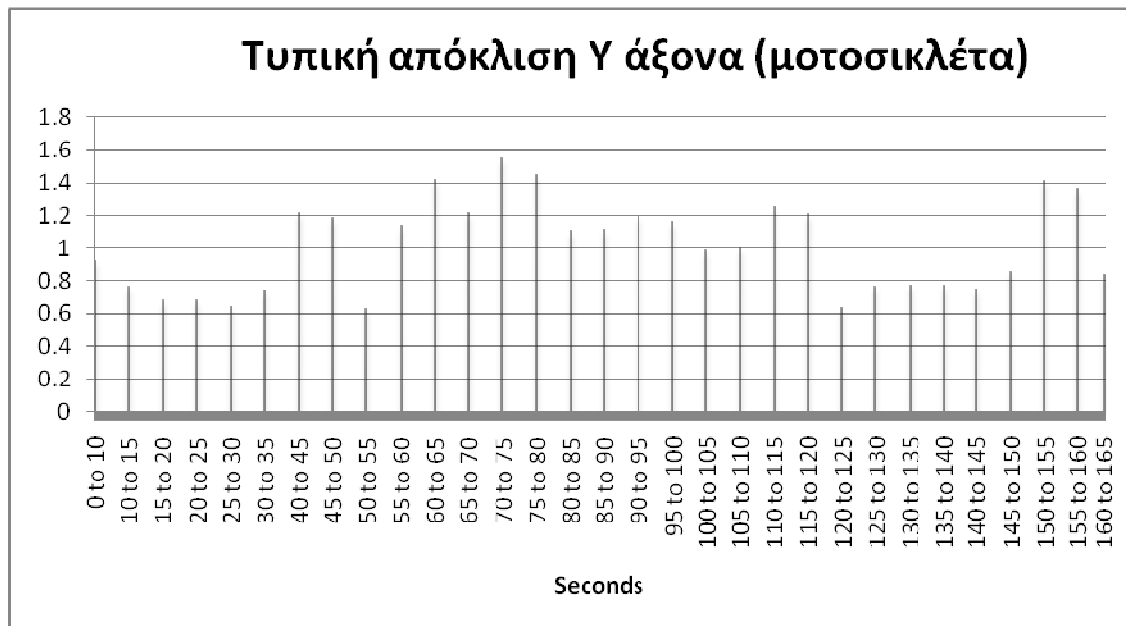
**Σχήμα 5.17:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Y στο αυτοκίνητο

Στη συνέχεια ακολουθούν οι μετρήσεις της τυπικής απόκλισης ως προς τον άξονα Y για το μετρό. Εδώ η μέγιστη τιμή είναι το 0.43, η ελάχιστη 0.06 και η μέση τιμή 0.2. Πάλι σε σχέση με το αυτοκίνητο εκτός του ότι η τυπική απόκλιση στο μετρό έχει πολύ χαμηλή τιμή, οι διαφορές των τυπικών αποκλίσεων μεταξύ τους είναι πάρα πολύ μικρές.



**Σχήμα 5.18:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Y στο μετρό

Στην επόμενη γραφική παράσταση που είναι για τη μοτοσικλέτα, η μέση τιμή της τυπικής απόκλισης είναι 1, η μέγιστη τιμή 1.6 και η ελάχιστη 0.6. Σε σχέση με το αυτοκίνητο και σε αντίθεση με τον άξονα X εδώ η τυπική απόκλιση είναι μεγαλύτερη και έχει μεγαλύτερη ελάχιστη τιμή και μεγαλύτερη μέγιστη τιμή. Δηλαδή, αν και έχει μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με το αυτοκίνητο οι διαφορές ανάμεσα στις τιμές της είναι ίδιες με το αυτοκίνητο. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να είναι χρήσιμο στο διαχωρισμό.



**Σχήμα 5.19:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Y στη μοτοσικλέτα

Ομοίως στα παραπάνω διαγράμματα είναι εύκολη η διάκριση ανάμεσα στο μετρό και στα άλλα δύο μεταφορικά μέσα. Θα μπορούσε με το συνδυασμό των αξόνων X, Y και όπως θα δούμε και παρακάτω και του άξονα Z, να γίνει η συγκεκριμένη διάκριση πολύ πιο γρήγορα, δηλαδή μέσα σε 15 δευτερόλεπτα. Όσον αφορά το αυτοκίνητο και τη μοτοσικλέτα υπάρχει μόνο μια μικρή διαφορά ως προς τη μέση τιμή της τυπικής απόκλισης που αναφέρθηκε και παραπάνω.

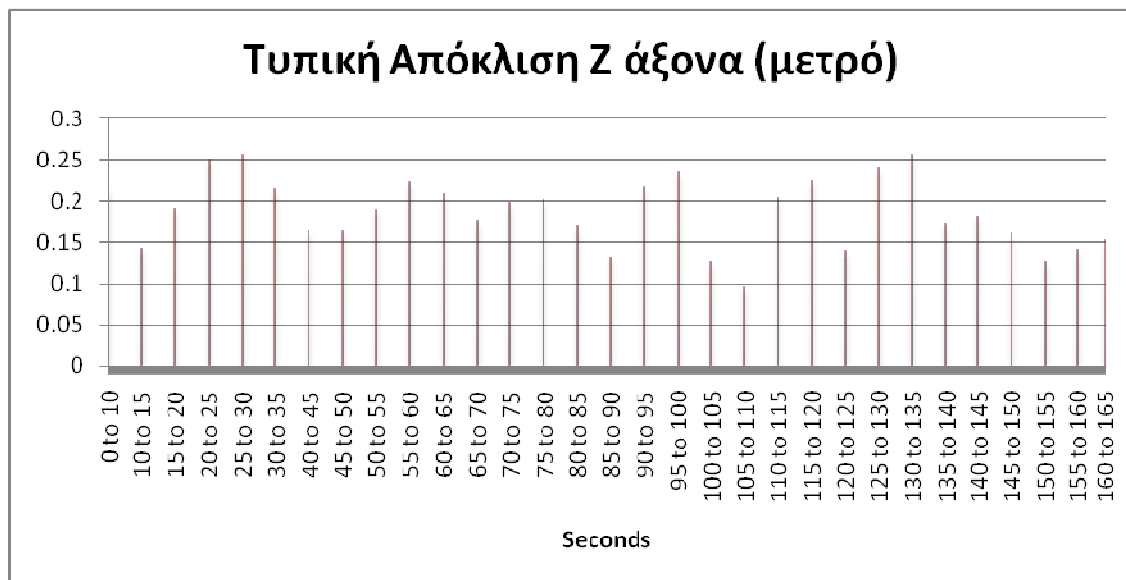
### **Άξονας Z**

Παρακάτω φαίνονται οι μετρήσεις της τυπικής απόκλισης ως προς τον άξονα Z για το αυτοκίνητο. Εδώ η μέση τιμή της τυπικής απόκλισης είναι 0.8, η μέγιστη τιμή είναι 1.1 και η ελάχιστη τιμή είναι 0.2. Βλέπουμε ότι σε σχέση με τον άξονα Y, ο άξονας Z έχει ίδιες μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές. Αν συγκρίνουμε και τις δύο γραφικές παραστάσεις θα δούμε ότι είναι σχεδόν ίδιες.



**Σχήμα 5.20:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Z στο αυτοκίνητο

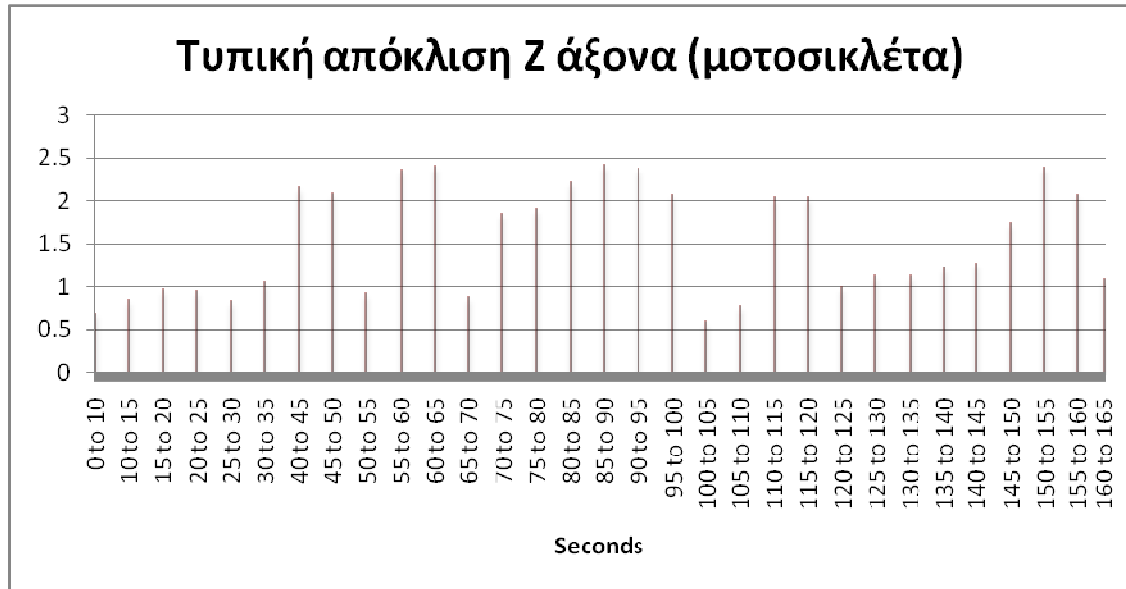
Στο μετρό βλέπουμε πάλι πολύ μικρές τιμές και μικρές διακυμάνσεις ανάμεσα στις τιμές. Πιο συγκεκριμένα, η μέγιστη τιμή είναι το 0.25, η ελάχιστη είναι 0.1 και η μέση τιμή είναι 0.17. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αν συνδυάσουμε τους τρεις άξονες μπορούμε πολύ εύκολα να δώσουμε απάντηση για το αν το μέσο μεταφοράς που βρίσκεται ο χρήστης είναι το μετρό.



**Σχήμα 5.21:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Z στο μετρό



Στη συνέχεια βλέπουμε τη γραφική παράσταση για τη μοτοσικλέτα. Εδώ η μέγιστη τιμή είναι 2.4, η ελάχιστη 0.6 και η μέση τιμή 1.5. Μόνο από αυτόν τον άξονα, λοιπόν, μπορούμε να δώσουμε απάντηση για το αν το μέσο μεταφοράς είναι αυτοκίνητο ή μοτοσικλέτα, καθώς οι διαφορές ανάμεσα στις τυπικές αποκλίσεις είναι αισθητές.



**Σχήμα 5.22:** Μέτρηση της τυπικής απόκλισης για τον άξονα Z στη μοτοσικλέτα

Τελικά, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω στον άξονα Z μπορεί να γίνει ευδιάκριτη η διαφορά ανάμεσα στο αυτοκίνητο και στη μοτοσικλέτα, στην οποία η μέγιστη τιμή της τυπικής απόκλισης φτάνει μέχρι την τιμή 2.4. Αντίθετα, στο αυτοκίνητο δεν ξεπερνιέται η τιμή 1.1. Επομένως, μόνο από τον άξονα Z μπορούμε να διαχωρίσουμε τα δύο αυτά οχήματα. Θα χρειαστεί βέβαια το λιγότερο ένα λεπτό, δηλαδή πολύ περισσότερο χρόνο από ότι χρειάζεται για τη διάκριση του μετρώ. Κάτι που θα μπορούσε να μειώσει αρκετά αυτόν το χρόνο είναι ο συνδυασμός των αξόνων Y και Z. Από τα διαγράμματα φαίνεται ότι στο αυτοκίνητο η τυπική απόκλιση έχει σχεδόν τις ίδιες τιμές στους δύο αυτούς άξονες, αντίθετα στη μοτοσικλέτα αν και υπάρχει παρόμοια συμπεριφορά στις διαφορετικές χρονικές περιόδους η τυπική απόκλιση δεν έχει την ίδια τιμή. Αυτή η διάκριση με το συνδυασμό της μέγιστης τιμής που παίρνει η τυπική απόκλιση στη μοτοσικλέτα θα μπορούσε να δώσει σαφή απάντηση μέσα σε 30 δευτερόλεπτα.

## 5.2. Πιθανές χρήσεις

Ο διαχωρισμός του μέσου μεταφοράς θα μπορούσε να είναι χρήσιμος σε πολλές εφαρμογές. Ένα παράδειγμα είναι το γεγονός ότι αν καταλάβαινε το κινητό ότι κάποιος είναι μέσα στο μετρό, θα μπορούσε να του υπενθυμίσει να χτυπήσει το εισιτήριό του εμφανίζοντάς του κάποιο μήνυμα, ή αν κάποιος είναι μέσα στο αυτοκίνητο να του

υπενθυμίσει να φορέσει ζώνη. Ο κύριος όμως σκοπός είναι ο διαχωρισμός της μηχανής από τα υπόλοιπα μέσα, έτσι ώστε αν κάποιος οδηγεί μηχανή ή βρίσκεται πάνω σε μηχανή, να μπορεί το κινητό να το καταλαβαίνει και να τον βοηθήσει σε περίπτωση ατυχήματος ή να τον αναγκάζει να φοράει κράνος.

Η συγκεκριμένη ιδέα βασίζεται στο Bluetooth που έχουν τα κράνη. Τα περισσότερα κράνη που πωλούνται είναι εξοπλισμένα με Bluetooth και αν δεν είναι μπορεί κάποιος πολύ εύκολα να τους προσθέσει ένα. Ένα παράδειγμα αποτελεί το κράνος που κυκλοφόρησε από τη BMW το 2004, το οποίο ονομάστηκε System V [42]. Αποτελείται από δύο ακουστικά, τα οποία βρίσκονται κοντά στο μέτωπο του κράνους, έναν επεξεργαστή ψηφιακού σήματος (DSP) για να ελαττώσει το θόρυβο λόγω κίνησης και αέρα, δύο μικρόφωνα, ενσωματωμένες μπαταρίες και ένα σύστημα Bluetooth. Παρόμοιο κράνος είχε κυκλοφορήσει την ίδια περίοδο και από τη MOMO [18] σε συνεργασία με τη Motorola, το οποίο ονομάστηκε Fighter helmet. Ένα παράδειγμα προσθήκης Bluetooth σε κράνος αποτελεί το BlueAnt F4 Bluetooth [43] το οποίο προσαρμόζεται στο κράνος, επιτρέποντας στον οδηγό να απαντάει στο τηλέφωνο του με φωνητικές οδηγίες, να ακούει φωνητικές οδηγίες από το Gps του κινητού του και να μπορεί να μιλάει με άλλους οδηγούς μηχανής κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του.

Τα παραπάνω θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ώστε σε συνδυασμό με την παρούσα διπλωματική να βοηθήσουν έναν οδηγό μηχανής να οδηγεί με ασφάλεια. Η ιδέα γύρω από τη διπλωματική είναι ότι στην περίπτωση αυτή που το κινητό καταλάβει ότι ο χρήστης βρίσκεται στη μηχανή, να στέλνει ένα ηχητικό μήνυμα μέσω Bluetooth στα ακουστικά του κράνους, κάνοντας μια απλή ερώτηση. Ο χρήστης που δε φοράει το κράνος, δε θα την ακούσει και κατά συνέπεια δε θα απαντήσει. Τότε το κινητό θα ενημερώνει το χρήστη ότι δε φοράει κράνος και θα τον προτρέπει να σταματήσει και να φορέσει. Αντίθετα, ο χρήστης που φοράει κράνος θα απαντήσει, το κινητό στη συνέχεια θα ελέγξει αν είναι σωστή η απάντηση και η εφαρμογή θα τερματίσει.

## 6. Επίλογος

Στη συνέχεια ακολουθεί η σύνοψη της διπλωματικής και ένας τελικός σχολιασμός των αποτελεσμάτων. Κλείνοντας, προτείνονται επεκτάσεις πάνω στην ιδέα της διπλωματικής.

### 6.1. Σύνοψη και συμπεράσματα

Μπορούμε να πούμε ότι τα αποτελέσματα της διπλωματικής ήταν σε κάποιο βαθμό αυτά που περιμέναμε. Δηλαδή, στο μετρό περιμέναμε οι αλλαγές στις τιμές να είναι ήπιες κάτι το οποίο και το είδαμε, όπως επίσης και να έχουν πολύ μικρή διαφορά μεταξύ τους. Επίσης, στον πεζό περιμέναμε οι τιμές να έχουν συνεχείς αλλαγές. Εκεί που περιμέναμε να έχουμε πρόβλημα ήταν στη διάκριση ανάμεσα στο αυτοκίνητο και στη μηχανή. Αν και δεν είναι σίγουρο ότι μπορεί το κινητό με ακρίβεια να δώσει τη διαφορά μεταξύ τους, στις μετρήσεις που πήραμε φάνηκε μια διαφορά, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ιδιαίτερα στον άξονα Z. Αυτό που δεν λάβαμε υπόψη μας στην παραπάνω μελέτη ήταν όταν κάποιος οδηγεί το αυτοκίνητό του πολύ απότομα, δηλαδή δεν πατάει φρένο στις λακκούβες, στις ανηφόρες και στις ανώμαλες διαδρομές. Σε αυτή την περίπτωση το αυτοκίνητο θα εξισωνόταν με τη μηχανή όσον αφορά τον άξονα Z, ενώ η μόνη διαφοροποίηση που θα μπορούσαμε να δούμε θα ήταν ως προς τον άξονα X. Τέλος, υποθέσαμε ότι το κινητό θα βρίσκεται σε κλίση από το έδαφος έτσι όπως έχει περιγραφεί στην ενότητα 5.1. Σε περίπτωση διαφορετικής κλίσης θα πρέπει να υπολογίζεται εκτός της τυπικής απόκλισης και μια συνισταμένη μεταβλητή των τιμών και των τριών αξόνων, καθ' ότι είδαμε ότι οι άξονες ανεξάρτητα από το αν είναι ο X, ο Y και ο Z, έχουν την ίδια συμπεριφορά στο ίδιο μεταφορικό μέσο.

### 6.2. Μελλοντικές επεκτάσεις

Ενδιαφέρον για επέκταση της διπλωματικής θα αποτελούσε η δυνατότητα διαχωρισμού μεταφορικού μέσου και σε λεωφορείο, έτσι ώστε να υπενθυμίζεται στο χρήστη να χτυπήσει το εισιτήριό του. Η διαδρομή του λεωφορείου είναι πάντα η ίδια. Εκμεταλλευόμενος αυτό το γεγονός κάποιος θα μπορούσε να αναπτύξει μια εφαρμογή, η οποία θα επέτρεπε στο χρήστη να αποθηκεύει στο κινητό τη διαδρομή, έτσι ώστε όταν το λεωφορείο πλησιάζει στη στάση που πρέπει αυτός να κατέβει να του το υπενθυμίζει με μια δόνηση είτε με μια ηχητική δόνηση. Αντίστοιχα με το λεωφορείο, το ίδιο θα μπορούσε να γίνει και στο μετρό ή και στο τρένο πιο εύκολα, καθ' ότι εκεί οι διαδρομές δεν αλλάζουν και οι στάσεις είναι σταθερές. Στο μετρό συγκεκριμένα μια καλή εφαρμογή θα ήταν μία που θα ενημέρωνε το χρήστη όχι μόνο για τη στάση που πρέπει να κατέβει, αλλά και για τα σημεία που έχει σήμα μέσα στο μετρό. Αυτό όμως θα γινόταν

εφικτό ύστερα από μια πρώτη αποθήκευση της διαδρομής, όπως και πριν, και επιπλέον της αποθήκευσης των σημείων που έχουν σήμα στο μετρό για τη συγκεκριμένη εταιρεία κινητής τηλεφωνίας που έχει ο χρήστης.

Πέρα από τη διάκριση όμως του μεταφορικού μέσου, τα στοιχεία που εκμεταλλεύεται αυτή η εφαρμογή θα βοηθούσαν πολύ τους ηλικιωμένους και τα άτομα με ειδικές ανάγκες. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να αναπτυχθεί μια εφαρμογή που μετράει στο παρασκήνιο του κινητού συνεχώς την επιτάχυνση και στην περίπτωση που δει απότομες αλλαγές, δηλαδή ο χρήστης πέσει, να καλέσει το ασθενοφόρο. Υπάρχει διαφορά στην επιτάχυνση ανάμεσα στην περίπτωση του χρήστη που θα έπεφτε μαζί με το κινητό και στην περίπτωση που το κινητό θα έπεφτε μόνο του. Στην πρώτη περίπτωση η πτώση θα ήταν πιο αργή, ενώ στη δεύτερη, εκτός του ότι θα ήταν πιο γρήγορη και θα υπήρχε και μικρή ανύψωση προς τα πάνω λόγω κρούσης με το δάπεδο, κατά πάσα πιθανότητα το κινητό με την πτώση θα έκλεινε, επομένως δεν θα μπορούσε να καλέσει το ασθενοφόρο.

Τέλος, ενδιαφέρον για επέκταση, χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία θα αποτελούσε η δημιουργία μιας εφαρμογής για χρήση σε οικία. Αυτή η εφαρμογή θα μετρούσε απλώς αλλαγές στην επιτάχυνση. Μόνο που σε αυτή την περίπτωση, ο χρήστης θα την ενεργοποιούσε για να διασφαλίσει την ιδιωτικότητά του. Για παράδειγμα, για να ελέγξει ο χρήστης αν κάποιο μέλος από την οικογένειά του ψάχνει τα πράγματά του, θα μπορούσε να αφήσει το κινητό σε ένα συρτάρι, και να ενεργοποιήσει την εφαρμογή, ώστε να μετράει αλλαγές της επιτάχυνσης και της φωτεινότητας. Στην περίπτωση που κάποιος ανοίξει το συρτάρι, τότε θα αλλάξει και η τιμή της επιτάχυνσης λόγω κίνησης, και η τιμή της φωτεινότητας, καθ' ότι με το άνοιγμα του συρταριού θα μπει φως. Τότε το κινητό θα αποθηκεύει την ώρα και θα ενεργοποιεί το βίντεο ή θα βγάζει φωτογραφίες. Όταν επιστρέψει θα τον ενημερώσει για το αν κάποιος πείραξε τα πράγματά του δείχνοντάς του και το ποιος το έκανε, μέσω των φωτογραφιών και του βίντεο. Με αυτόν τον τρόπο, πολύ φθηνά θα μπορούσε να ελέγχει τι γίνεται στα πράγματά του όταν λείπει. Γενικότερα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε περίπτωση ο χρήστης θέλει να ελέγξει αν μετακινήθηκε το κινητό του ή ο χώρος πάνω στον οποίο αυτό βρίσκεται.

## 7. Βιβλιογραφία

- [1] Bill N. Schilit, Norman Adams, and Roy Want, Context-Aware Computing Applications, 1994
- [2] Ananya Misra, Georg Essl, Michael Rohs, Microphone as Sensor in Mobile Phone Performance διαθέσιμο στη διεύθυνση: [http://soundlab.cs.princeton.edu/publications/mobilestk\\_nime2008.pdf](http://soundlab.cs.princeton.edu/publications/mobilestk_nime2008.pdf)
- [3] Rita El Khoury, Context Awareness, Location Awareness, And Mobile Intelligence, October 2009, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.symbian-guru.com/welcome/2009/10/context-awareness-location-awareness-and-mobile-intelligence.html>
- [4] Περιγραφή της εφαρμογής Zoomsafer για προστασία του χρήστη κατά τη διάρκεια της οδήγησης, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.zoomsafer.com/>
- [5] Άρθρο του Wikipedia για το GPS, διαθέσιμο στη διεύθυνση: [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)
- [6] Περιγραφή της εφαρμογής NDrive για την πλοήγηση του χρήστη στην τοποθεσία της επιλογής του, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.ndriveweb.com/>
- [7] Περιγραφή της εφαρμογής Speedtracker Virtual Coach, που αναπτύχθηκε από την SoftDiffusion, διαθέσιμο στη διεύθυνση: [http://download.cnet.com/SpeedTracker/3000-2136\\_4-10666780.html](http://download.cnet.com/SpeedTracker/3000-2136_4-10666780.html)
- [8] Περιγραφή του παιχνιδιού Boing στη διεύθυνση: <http://flyingmonkeypuke.com/boing/>
- [9] Περιγραφή της εφαρμογής GAlarm στη παρακάτω διεύθυνση: <http://www.ageye.de/index.php?s=galarm/about>
- [10] Matt Richtel, Drivers and Legislators Dismiss Cellphone Risks, July 2009, New York Times, διαθέσιμο στη διεύθυνση: [http://www.nytimes.com/2009/07/19/technology/19distracted.html?\\_r=1&hp=&pagewanted=all](http://www.nytimes.com/2009/07/19/technology/19distracted.html?_r=1&hp=&pagewanted=all)
- [11] Gabriel Dance, Tom Jackson and Aron Pilhofer, Gauging Your Distraction, July 2009, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.nytimes.com/interactive/2009/07/19/technology/20090719-driving-game.html>

- [12] Περιγραφή της εφαρμογής GpsSpot στη διεύθυνση: <http://www.cradle-software.de/en/software/gpsspot>
- [13] Dan Spalding, AGITO NETWORKS intelligently mobilizes unified communications applications with next-generation mobile converge products, April 2009, διαθέσιμο στη διεύθυνση: [http://www.agitonetworks.com/news/release\\_launch\\_uc.php](http://www.agitonetworks.com/news/release_launch_uc.php)
- [14] Πληροφορίες για το σύστημα AppearIQ της Appear Networks, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.appearnetworks.com/>
- [15] Greg Kumparak, Mophie To Launch Their Own Iphone Card Reader, December 2009, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.mobilecrunch.com/2009/12/30/mophie-to-take-on-square-with-their-own-iphone-credit-card-reader/>
- [16] Phil, Radar In Your Pocket? , January 2010, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://conversations.nokia.com/2010/01/27/nokia-mobile-radar/>
- [17] Περιγραφή των εφαρμογών AutoLight, PocketShield, NoStylusWarning και TouchLockPro, διαθέσιμα στη διεύθυνση: <http://www.1800pocketpc.com/category/software/light-sensor>
- [18] Ryan Block, MOMO and Motorola release Bluetooth Fighter helmet, September 2004, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.engadget.com/2004/09/14/momo-and-motorola-release-bluetooth-fighter-helmet/>
- [19] Reverend Dan Catt, Nearest Tube Augmented Reality App for iPhone 3GS – The AR is starting, July 2009, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://geobloggers.com/2009/07/03/nearest-tube-augmented-reality-app-for-iphone-3gs-the-ar-is-starting/>
- [20] Περιγραφή της εφαρμογής Nearest Tube από την Acrossair στην εξής διεύθυνση: [http://www.acrossair.com/acrossair\\_app\\_augmented\\_reality\\_nearesttube\\_london\\_for\\_iphone\\_3GS.htm](http://www.acrossair.com/acrossair_app_augmented_reality_nearesttube_london_for_iphone_3GS.htm)
- [21] iPhone: Using the Multi-touch Display, July 2008, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://support.apple.com/kb/ht1636>
- [22] Prachi Patel-Predd, Cellphones for Science, IEEE Spectrum February 2009
- [23] Willie D.Jones, A Compass For Every Smartphone, IEEE Spectrum February 2010

- [24] John Blau, Car Talk, IEEE Spectrum October 2008
- [25] Tekla S. Perry, The iPhone's Music Man, IEEE Spectrum September 2009
- [26] Willie D. Jones, Three Axes in One Device, IEEE Spectrum May 2010
- [27] Περιγραφή της εφαρμογής Context-Aware Mobility Solution της εταιρείας Cisco, διαθέσιμο στη διεύθυνση:  
[http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns788/networking\\_solutions\\_package.html](http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns788/networking_solutions_package.html)
- [28] Matthew Miller, HTC's Teeter shows off how physical feedback can immerse you in a game, June 2008, διαθέσιμο στη διεύθυνση:  
<http://www.zdnet.com/blog/mobile-gadeteer/htcs-teeter-shows-off-how-physical-feedback-can-immersify-you-in-a-game/1168>
- [29] Saijo George, Crazy Muzik 0.1 – shake your phone to change the music, October 2008, διαθέσιμο στη διεύθυνση:  
<http://www.1800pocketpc.com/2008/10/16/crazy-muzik-01-shake-your-phone-to-change-the-music.html>
- [30] Brian X. Chen, Light Up Your iPhone With Sonic Lighter, September 2008, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.wired.com/gadgetlab/2008/09/light-up-your-i/>
- [31] Περιγραφή της εφαρμογής Seismo στη διεύθυνση: <http://forum.xda-developers.com/showthread.php?t=426591>
- [32] Caver – new accelerometer game for HTC Touch Diamond, June 2008, διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://wmpoweruser.com/caver-new-accelerometer-game-for-htc-touch-diamond/>
- [33] John Sharp, Microsoft Visual C# 2008, Microsoft Press, 2008
- [34] Marshall Donis, Programming Microsoft Visual C 2005: the language, 2006
- [35] K. Demestichas, E. Adamopoulou, M. Masikos, C. Patrikakis, Location-Based Services and Techniques, διαθέσιμο στη διεύθυνση:  
[http://informatics.aua.gr/patrikakis/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=51&Itemid=115](http://informatics.aua.gr/patrikakis/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=51&Itemid=115)
- [36] Chiel Drost, Privacy in Context Aware systems, διαθέσιμο στη διεύθυνση:  
<http://asna.ewi.utwente.nl/assignments/completed/drost.pdf>
- [37] Πληροφορίες για τα συστήματα ελέγχου φωτισμού, διαθέσιμες στη διεύθυνση:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Lighting\\_control\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Lighting_control_system)

- [38] Πληροφορίες για τα συστήματα ελέγχου κλιματισμού, διαθέσιμες στη διεύθυνση:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/HVAC>
- [39] Πληροφορίες για τα συστήματα συναγερμού, διαθέσιμες στη διεύθυνση:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Security\\_systems](http://en.wikipedia.org/wiki/Security_systems)
- [40] Tae-Hun Lim, Jin-Heung Lee, and Sang-Uk Shin, Context Aware System for Future Homes, διαθέσιμο στη διεύθυνση:  
<http://www.springerlink.com/content/t6w291kr55036r9t/fulltext.pdf>
- [41] Περιγραφή της εφαρμογής Light Saber για χρήση σε κινητά iPhone στη διεύθυνση:  
<http://itunes.apple.com/us/app/lightsaber-unleashed/id283265667?mt=8>
- [42] Siddharth Laja, BMW Launches Bluetooth Helmet, October 2004, διαθέσιμο στη διεύθυνση:  
<http://www.mobileburn.com/news.jsp?Id=918>
- [43] Πληροφορίες για το BlueAnt F4 Bluetooth το οποίο προσαρμόζεται στο κράνος, ώστε να μπορεί ο οδηγός της μοτοσυκλέτας να δέχεται κλήσεις όταν οδηγεί:  
<http://www.walyou.com/blog/2010/01/28/blueant-f4-bluetooth-motorcycle-helmet-headset/>