

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Πελοποννήσου
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

Αισθητήρες έξυπνων χειροσυσκευών
Μελέτη και υλοποίηση

Πτυχιακή Εργασία

του

ΛΑΓΟΥΔΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

Επιβλέπων: Δρ. Ιωάννης Α. Πικραμμένος

Σπάρτη, Οκτώβριος 2016

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάση επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δε μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Όνομα και Επώνυμο Συγγραφέα (Με Κεφαλαία):

.....

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):

.....

Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

.....

Περίληψη

Η δημιουργία εφαρμογών σε έξυπνες χειροσσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, tablets και άλλες συσκευές που είναι σήμερα ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα, οδήγησαν στην ανάγκη για τη χρήση φυσικών αισθητήρων όπως για παράδειγμα το επιταχυνσιόμετρο, το γυροσκόπιο και το βαρόμετρο. Υπάρχουν διάφοροι αισθητήρες που υποστηρίζονται από διαφορετικές πλατφόρμες όπως οι αισθητήρες android, blackberry και Microsoft. Με τη χρήση αυτών των αισθητήρων δημιουργήθηκαν και δημιουργούνται πολύ σημαντικές εφαρμογές που βοηθούν στην υγεία των ανθρώπων όπως για παράδειγμα της αλλαγής της ψυχολογικής τους κατάστασης λόγω των μετρήσεων που κάνουν οι αισθητήρες και δείχνουν το λόγο που ο χρήστης είναι στεναχωρημένος ή κουρασμένος. Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση όλων των αισθητήρων, φυσικών και σύνθετων από διαφορετικά λογισμικά, αλλά κυρίως android, η επεξήγηση της ενσωμάτωση τους μέσα στη συσκευή που στη συνέχεια επιστρέφουν μετρήσεις μετά τη χρήση τους αλλά και η πλήρης λειτουργία τους. Επίσης θα γίνει μία ειδική έρευνα στις εφαρμογές emotion sense που περιγράφουν τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη.

Λέξεις κλειδιά

Αισθητήρες android, blackberry, Microsoft, πλατφόρμες, emotion sense

Abstract

Creating mobile applications, tablets and other devices that are currently one of the most important issues, leading to the need for the use of physical sensors such as the accelerometer, gyroscope and barometer. There are different sensors supported by different platforms such as android sensors, blackberry and Microsoft. By using these sensors created and generated very important applications that help to human health such as the change of their psychological condition due to measurement sensors do show the reason the user is upset or tired. The dissertation aim is to present all sensors, physical and complex from different softwares, but mainly android, the explanation of their integration into the device then counts back after use but their full operation. It will also be a special research on emotion sense applications that describe the emotional state of the user.

Keywords

Android sensors, blackberry, Microsoft, platforms, emotion sense

Ευχαριστίες

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω τον Δρ. Ιωάννη Α. Πικραμμένο για την επίβλεψη αυτής της πτυχιακής εργασίας και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με τους αισθητήρες έξυπνων χειροσυσκευών, ένα πολύ ιδιαίτερο τομέα στην τεχνολογία σήμερα. Επίσης ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Δρ. Ιωάννη για την καθοδήγησή του και την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την καθοδήγηση και την ηθική συμπαράσταση που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Σπάρτη, Οκτώβριος
2016

Λαγουδάκης
Κωνσταντίνος

Πίνακας συντομογραφιών

Sdk: Software development kit

Hal: Hardware Abstraction Layer

API: Application Programming Interface

HZ: Hertz

Soc: System On Chip

IPC: Institute for Printed Circuits

CTS: Compatibility Test Suite

JNI: Java Native Interface

I2C: Inter integrated Circuit

SPI: Serial Periferical Interface

FIFO: First In First Out

hpa: hectopascal

PPG: Photoplethysmograph

EKG: Electrocardiography

OS: Operating system

Περιεχόμενα

Περίληψη.....σελ.	3
Abstract.....σελ.	4
Ευχαριστίες.....σελ.	5
Πίνακας συντομογραφιών.....σελ.	6
1. Εισαγωγή.....σελ.	9
1.1 Αντικείμενο της πτυχιακής.....σελ.	10
1.2 Οργάνωση του τόμου.....σελ.	10
Μέρος I	
Χρήση αισθητήρων από συσκευές android	
2. Αισθητήρες android.....σελ	12
2.1 SDK.....σελ.	13
2.2 Android sensor framework.....σελ.	14
2.2.1 Impact of Multiplexing.....σελ.	16
2.2.2 Sensor Fusion.....σελ.	17
2.3 Hal Interface.....σελ.	19
2.4 Drivers.....σελ.	20
2.5 Sensor Hub.....σελ.	21
2.6 Batching.....σελ.	23
3. Ειδικότερα για τους Αισθητήρες.....σελ.	25
3.1 Wake up/no-wake up αισθητήρες.....σελ.	25
3.2 Υποστηριζόμενοι αισθητήρες android.....σελ.	26
3.3 Ορισμός αξόνων αισθητήρων.....σελ.	27
3.4 Διαφορές βασικών και φυσικών αισθητήρων.....σελ.	30
3.5 Περιγραφή των αισθητήρων.....σελ.	31

3.6	Σύνθετοι Αισθητήρες.....σελ.	43
3.7	Δραστηριότητες σύνθετων αισθητήρων.....σελ.	44
3.8	Σύνθετοι αισθητήρες αλληλεπίδρασης.....σελ.	49
3.9	Αλληλεπίδραση Αισθητήρων.....σελ.	50

Μέρος II

Αναλυτική σύνδεση αισθητήρων με εφαρμογές & συνδυασμοί αισθητήρων

4.	Πως συνδέεται ένας αισθητήρας με μία συσκευή.....σελ.	53
5.	Συνδυασμοί αισθητήρων	
5.1	Τεχνική ανάλυση αισθητήρα εγγύτητας και φωτός.....σελ	55
5.2.	Συνδυασμός αισθητήρα εγγύτητας και φωτός.....σελ.	59
5.3	Τεχνική ανάλυση επιταχυνσιομέτρου και γυροσκοπίου.....σελ.	63
5.4	Συνδυασμός επιταχυνσιομέτρου και γυροσκοπίου.....σελ.	76

Μέρος III

Λειτουργίες εφαρμογών Emotion Sense

6.	Emotion Sense.....σελ.	83
----	------------------------	----

Μέρος IIII

Διαφορετικές χρήσεις των αισθητήρων

7.	Χρήση αισθητήρων και από άλλα λογισμικά.....σελ.	91
7.1	Αισθητήρες Microsoft OS.....σελ.	91
7.2	Αισθητήρες blackberry OS.....σελ.	93
7.3	Αισθητήρες Arduino UNO.....σελ.	94
8.	Συμπεράσματα.....σελ.	100
9.	Βιβλιογραφία.....σελ.	102

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση των αισθητήρων android, η ανάλυση και η περιγραφή τους. Μετά από μία σύντομη εισαγωγή θα ξεκινήσω την ανάλυση από μέσα προς τα έξω σε μία συσκευή android και λεπτομερή καταγραφή των διαφορετικών αισθητήρων που απαρτίζεται. Οι περισσότερες συσκευές android, αν όχι όλες σήμερα, λειτουργούν με ενσωματωμένους αισθητήρες οι οποίοι μετρούν την κίνηση, τον προσανατολισμό, ακόμα και διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτοί οι αισθητήρες είναι σε θέση να παρέχουν ανεπεξέργαστα δεδομένα με υψηλή ακρίβεια. Δίνουν πρόσβαση στις εφαρμογές κινητών συσκευών μέσω του HAL (Hardware Abstraction Layer), ένα περιβάλλον που μπορούμε να δημιουργήσουμε αισθητήρες με κώδικα. Πιο απλά, οι αισθητήρες android είναι εικονικές συναρτήσεις που παρέχουν δεδομένα που προέρχονται από ένα σύνολο φυσικών αισθητήρων, γυροσκόπια, μαγνητόμετρα, βαρόμετρα, επιτάχυνσιόμετρα, αισθητήρες υγρασίας, πίεσης, φωτός, εγγύτητας ακόμα και αισθητήρων καρδιακού παλμού. Με τη βοήθεια αυτών των φυσικών αισθητήρων, οι αισθητήρες android μας παρέχουν δεδομένα μέσω των συσκευών της κάμερας, του μικρόφωνου, του αισθητήρα δακτυλικού αποτυπώματος και της οθόνης αφής. Αυτές οι συσκευές έχουν τον δικό τους μηχανισμό αναφοράς, αλλά φυσικά παρέχουν λιγότερα δεδομένα εύρους ζώνης από τους φυσικούς αισθητήρες. Για παράδειγμα, ο μετρητής επιτάχυνσης λειτουργεί με 100hz x 8 κανάλια ενώ η κάμερα με 25hz x 3 κανάλια ή ομοίως το μικρόφωνο με 44hz x 1 κανάλι. Περισσότερες πληροφορίες καταγράφονται στη συνέχεια.

1.1 Αντικείμενο της πτυχιακής

Το βασικό ζήτημα που αναλύεται στην εργασία αυτή είναι η χρήση των αισθητήρων από συσκευές android αλλά και από άλλα λογισμικά-πλατφόρμες όπως Microsoft, blackberry σε συσκευές tablet και κινητά. Στο πρώτο μέρος αναλύεται γενικότερα η χρήση και η λειτουργία των αισθητήρων από συσκευές android κυρίως. Μαζί με την ανάλυση αυτή ακολουθεί και η περιγραφή ενός είδους εφαρμογών που ονομάζεται emotion sense. Αυτό το είδος εφαρμογών δουλεύει με αισθητήρες android και είναι ένας πολύ σημαντικός κλάδος για την ανθρωπότητα. Περιγράφει την συναισθηματική κατάσταση του χρήστη και χρησιμοποιείται για πολλούς σκοπούς κυρίως ιατρικούς. Στη συνέχεια περιγράφεται η σύνδεση ενός αισθητήρα με μία εφαρμογή, η πλήρης περιγραφή του και ο συνδυασμός του με έναν άλλο αισθητήρα. Τέλος αναλύεται η χρήση αισθητήρων και από άλλα λογισμικά, όπως blackberry, Microsoft και Arduino. Αντικείμενο της διπλωματικής είναι η πλήρη κατανόηση του χρήστη για το πώς μια εφαρμογή που δουλεύει με αισθητήρες ενσωματώνει τους αισθητήρες σε μία συσκευή, το πως λειτουργούν οι αισθητήρες στη συνέχεια και η περιγραφή όλων των αισθητήρων.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Στην αρχή του τόμου της πτυχιακής υπάρχουν η περίληψη, τα περιεχόμενα, ο πίνακας συντομογραφιών και οι ευχαριστίες. Στη συνέχεια ακολουθεί το πρώτο κεφάλαιο που αναφέρεται το αντικείμενο της. Ο τόμος έχει χωριστεί σε τέσσερα μέρη. Στο πρώτο μέρος αναφέρεται τη χρήση των αισθητήρων android και περιλαμβάνει ένα κεφάλαιο που περιέχει τη στοίβα των αισθητήρων και ένα που περιγράφει την χρήση των αισθητήρων πιο συγκεκριμένα. Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται αναλυτικά η σύνδεση ενός αισθητήρα με μία εφαρμογή android και στη συνέχεια αναλύονται μερικοί αισθητήρες σε βάθος για την καλύτερη κατανόηση. Στο τρίτο μέρος παρουσιάζεται η χρήση των εφαρμογών emotion sense που γίνεται με τη χρήση αισθητήρων. Στο τέταρτο μέρος περιγράφεται η χρήση των αισθητήρων και από άλλα λογισμικά και πλατφόρμες όπως blackberry και Microsoft και Arduino. Στο τέλος του τόμου υπάρχουν τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφία.

Μέρος Ι

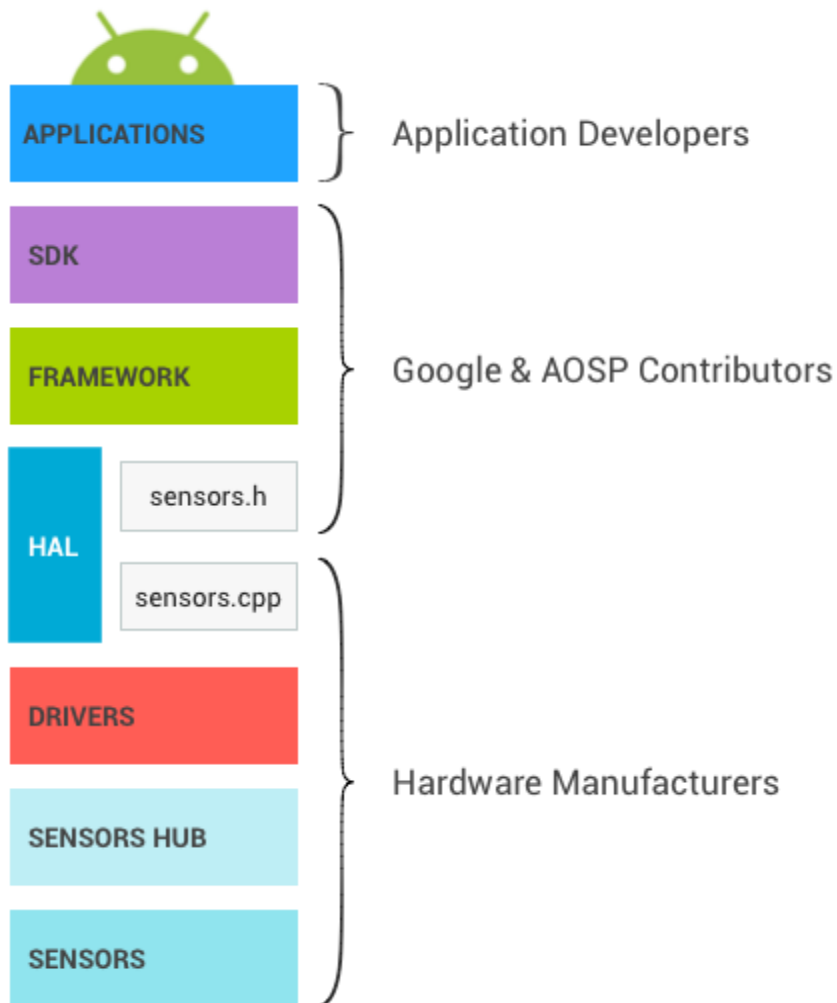
Χρήση αισθητήρων από συσκευές android

Κεφάλαιο 2

Αισθητήρες android

Το android είναι ένα λειτουργικό σύστημα που εφαρμόζεται συνήθως σε συσκευές smartphones και tablets. Αυτό το λειτουργικό σύστημα υποστηρίζει αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία εφαρμογών ή παιχνιδιών από αυτές τις συσκευές.

Οι αισθητήρες android δίνουν στις εφαρμογές πρόσβαση στους φυσικούς αισθητήρες των κινητών συσκευών. Πιο γενικευμένα οι αισθητήρες android είναι οι εικονικές συσκευές που παρέχουν δεδομένα/μετρήσεις στο χρήστη τα οποία προέρχονται ένα σύνολο φυσικών αισθητήρων που υπάρχουν στη συσκευή, όπως για παράδειγμα επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια, αισθητήρες φωτός και άλλοι αισθητήρες. Τα δεδομένα που παρέχουν οι αισθητήρες android φυσικά δεν είναι του ίδιου bandwidth όπως των πραγματικών αισθητήρων. Όλα τα παραπάνω θα εξηγηθούν καλύτερα κατά τη διάρκεια της εργασίας. Το παρακάτω σχήμα αναπαριστά το Sensor stack (τη στοίβα των αισθητήρων android). Κάθε στοιχείο επικοινωνεί μόνο με τα συστατικά ακριβώς πάνω και κάτω από αυτό, αν και μερικοί αισθητήρες μπορεί να παρακάμψουν το Sensors Hub του αισθητήρα, όταν είναι παρόν. Από τις εφαρμογές μέχρι τους αισθητήρες ρέει ο έλεγχος και από τους αισθητήρες μέχρι τις εφαρμογές ρέουν τα δεδομένα.



Εικόνα 1.1: Στοιβά σε εικονικό πλάνο

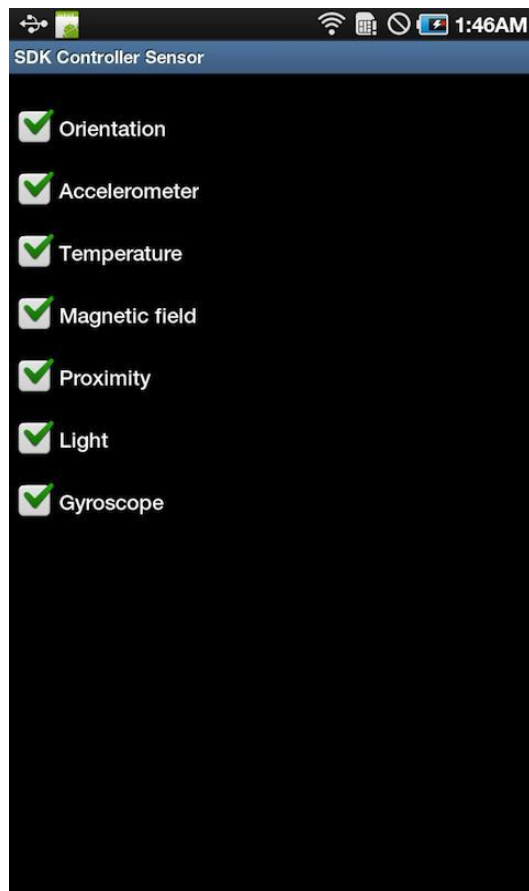
<https://source.android.com/devices/sensors/sensor-stack.html>

2.1 SDK

Οι εφαρμογές αισθητήρων έχουν πρόσβαση στους αισθητήρες μέσω ενός λογισμικού που ονομάζεται SDK (Software Development Kit) API. Το SDK περιλαμβάνει λειτουργίες στη λίστα διαθέσιμων αισθητήρων και τις εγγραφές για έναν αισθητήρα. Κατά την εγγραφή σε έναν αισθητήρα, η εφαρμογή καθορίζει την προτεινόμενη συχνότητα δειγματοληψίας και τις απαιτήσεις της λανθάνουσας κατάστασης του.

Για παράδειγμα, μια εφαρμογή μπορεί να εγγραφεί στο προεπιλεγμένο επιταχυνσιόμετρο, ζητώντας δεδομένα με 100Hz και αυτό να του επιτρέπει να παίρνει τα δεδομένα αλλά με καθυστέρηση 1 δευτερόλεπτο. Η εφαρμογή θα λαμβάνει

δεδομένα από το επιταχυνσιόμετρο σε ποσοστό τουλάχιστον 100Hz και πιθανώς με καθυστέρηση έως μέχρι και 1 δευτερόλεπτο.



Εικόνα 1.2: Δήλωση για πρόσβαση κάποιων αισθητήρων σε κάποια εφαρμογή μέσω του λογισμικού <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.zakky.tools.sdkcontroller.sdkcontrollersensor>

2.2 Android Sensor Framework

Το framework (πλαίσιο) είναι υπεύθυνο για τη σύνδεση των διάφορων εφαρμογών στο HAL. Χωρίς αυτή την πολύπλοκη διαδικασία στο επίπεδο του framework μόνο μία εφαρμογή θα μπορούσε να έχει πρόσβαση σε έναν αισθητήρα σε κάθε δεδομένη στιγμή.

Όταν μια εφαρμογή εγγράφεται σε έναν αισθητήρα, το πλαίσιο στέλνει ένα αίτημα στο HAL για την ενεργοποίηση του αισθητήρα. Σε περιπτώσεις που πρόσθετες εφαρμογές εγγράφονται στον ίδιο αισθητήρα, το πλαίσιο λαμβάνει υπόψη τις

απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής και στέλνει τις ενημερωμένες παραμέτρους στο HAL.

Η συχνότητα δειγματοληψίας θα είναι η μέγιστη από τις συχνότητες δειγματοληψίας που ζητήθηκαν, δηλαδή ορισμένες εφαρμογές θα λάβουν δεδομένα σε συχνότητα υψηλότερη από εκείνη που ζήτησαν.

Η μέγιστη καθυστέρηση αναφοράς θα είναι το ελάχιστο των ζητούμενων. Αν μία εφαρμογή ζητά έναν αισθητήρα με μέγιστη καθυστέρηση αναφοράς 0 s, όλες οι εφαρμογές θα λάβουν τα δεδομένα από αυτόν τον αισθητήρα σε συνεχή λειτουργία, ακόμη και αν ορισμένοι ζήτησαν τον αισθητήρα με μέγιστη καθυστέρηση αναφοράς μη μηδενική. Όταν η τελευταία εφαρμογή εγγραφεί σε έναν αισθητήρα, το πλαίσιο στέλνει ένα αίτημα στο HAL για να απενεργοποιήσει τον αισθητήρα έτσι ώστε να μην καταναλώνεται άσκοπα η ισχύς.



Εικόνα 1.3: Σύνδεση πολλαπλών εφαρμογών στο hal μέσω του framework

<http://funf.org/about.html>

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε να γίνεται η σύνδεση πολλαπλών εφαρμογών στο Hal μέσω του framework και στη συνέχεια να ενεργοποιούνται. Αλλιώς, χωρίς τη χρήση του θα βλέπαμε την σύνδεση μόνο μίας εφαρμογής.

2.2.1 Impact of multiplexing

Αυτή η ανάγκη για ένα στρώμα πολυπλεξίας στο framework εξηγεί κάποιες αποφάσεις σχεδιασμού. Όταν μια εφαρμογή ζητά μια συγκεκριμένη συχνότητα δειγματοληψίας, δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι τα γεγονότα δεν θα φτάσουν με ταχύτερο ρυθμό. Εάν μια άλλη εφαρμογή ζήτησε τον ίδιο αισθητήρα με ταχύτερο ρυθμό, η πρώτη εφαρμογή θα λάβει τα δεδομένα επίσης σε γρήγορο ρυθμό.

Η ίδια έλλειψη εγγύησης ισχύει και για την αιτούμενη μέγιστη καθυστέρηση αναφοράς. Οι εφαρμογές ενδέχεται να λάβουν τα δεδομένα με πολύ λιγότερη λανθάνουσα κατάσταση από ό, τι ζήτησαν.

Εκτός από τη συχνότητα δειγματοληψίας και τη μέγιστη καθυστέρηση αναφοράς, οι εφαρμογές δεν μπορούν να ρυθμίσουν τις παραμέτρους του αισθητήρα. Για παράδειγμα, φανταστείτε έναν φυσικό αισθητήρα που μπορεί να λειτουργήσει και σε καταστάσεις «υψηλής ακρίβειας» αλλά και σε καταστάσεις «χαμηλής ισχύος».

Μόνο μία από τις δύο αυτές λειτουργίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια συσκευή Android, διότι διαφορετικά, μία εφαρμογή μπορεί να ζητήσει την κατάσταση υψηλή ακρίβειας και μία άλλη την κατάσταση της χαμηλή ισχύος και δεν θα υπήρχε κανένας τρόπος για το framework να ικανοποιεί και τις δύο εφαρμογές. Το framework πρέπει πάντα να είναι σε θέση να ικανοποιήσει όλους τους πελάτες του, οπότε αυτό πρέπει να μην είναι μια επιλογή.

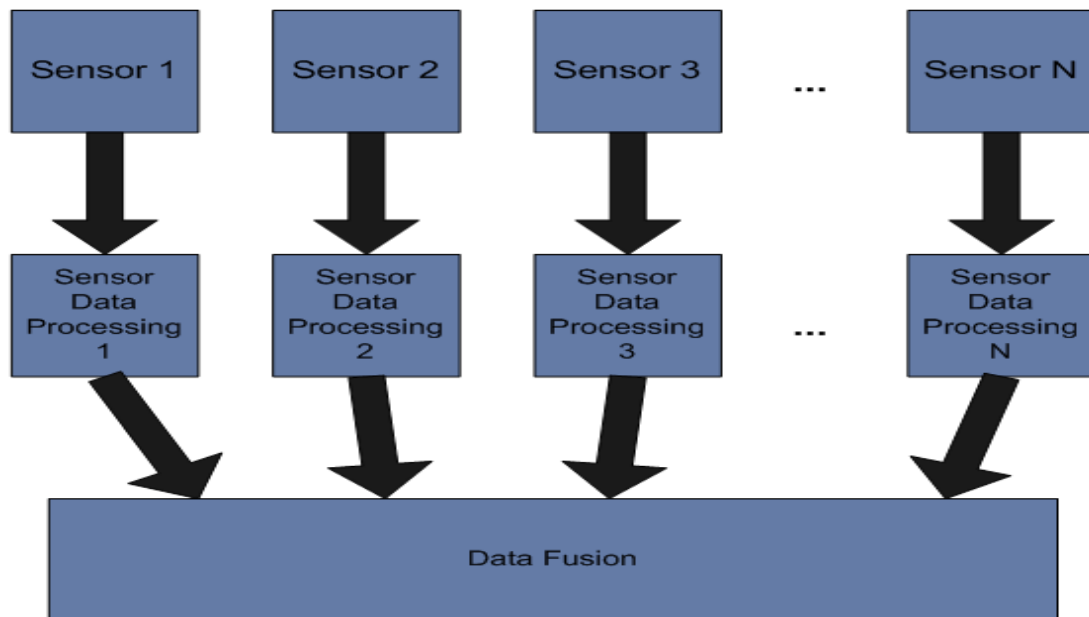
Δεν υπάρχει κανένας μηχανισμός για την αποστολή δεδομένων από τις εφαρμογές κατευθείαν στους αισθητήρες ή τους drivers τους. Αυτό εξασφαλίζει ότι μία εφαρμογή δεν μπορεί να τροποποιήσει τη συμπεριφορά των αισθητήρων, σπάζοντας άλλες εφαρμογές.

2.2.2 Sensor fusion

Το Android framework παρέχει μια προεπιλεγμένη εφαρμογή για κάποιους σύνθετους αισθητήρες. Όταν ένα γυροσκόπιο, ένα επιταχυνσιόμετρο και ένα μαγνητόμετρο υπάρχουν σε μια συσκευή, αλλά δεν υπάρχουν αισθητήρες διανύσματος περιστροφής, βαρύτητας και η γραμμικής επιτάχυνσης, το framework εφαρμόζει αυτούς τους αισθητήρες, ώστε να μπορούν οι εφαρμογές να εξακολουθούν να τα χρησιμοποιούν.

Η προεπιλεγμένη αυτή εφαρμογή δεν έχει πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα που έχουν άλλες εφαρμογές και θα πρέπει να τρέχουν στο SoC, έτσι δεν είναι τόσο ακριβής ούτε ως αποτελεσματική δυνατή όσο μπορούν να είναι άλλες εφαρμογές. Όσο το δυνατόν περισσότερο, οι κατασκευαστές συσκευών θα πρέπει να καθορίσουν τη δικούς τους συνδυαστικούς αισθητήρες (rotation vector, βαρύτητας και γραμμικής επιτάχυνσης, καθώς και νεότερους σύνθετους αισθητήρες, όπως τον game rotation vector) αντί να βασίζεται σε αυτή την προεπιλεγμένη εφαρμογή. Οι κατασκευαστές συσκευών μπορούν επίσης να ζητήσουν από τους προμηθευτές των chip αισθητήρων για να τους παρέχουν μια εφαρμογή.

Το προεπιλεγμένο Sensor Fusion του αισθητήρα δεν διατηρείται και μπορεί να προκαλέσει στις συσκευές βασίζονται σε αυτό να αποτύχουν στο CTS (Compatibility Test Suite). Το CTS ελέγχει τις εφαρμογές και τις λειτουργίες που μπορούν να αυτοματοποιηθούν. Παρέχει δοκιμασίες για αυτές τις εφαρμογές και τις λειτουργίες που δεν μπορούν να δοκιμαστούν σε μια σταθερή συσκευή, χωρίς χειροκίνητη εισαγωγή, όπως τη ποιότητα του ήχου, την οθόνη αφής, το επιταχυνσιόμετρο, τη φωτογραφική μηχανή, κλπ.



Εικόνα 1.4: Συνδυασμός πολλών δεδομένων των αισθητήρων για ένα αποτέλεσμα δεδομένων
<http://www.nutaq.com/multi-sensor-data-fusion-introduction>

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε τη χρήση αισθητήρων που υπάρχουν σε μία συσκευή πχ sensor 1, sensor 2, sensor 3 να συνδυάζονται με τα χαρακτηριστικά άλλων αισθητήρων, σύνθετων που δεν υπάρχουν στη συσκευή και στη συνέχεια να χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα ας πούμε ότι ο sensor 1 είναι ένα επιταχυνσιόμετρο, μέσω του framework εφαρμόζονται τα χαρακτηριστικά του σε συνδυασμό με αυτά του αισθητήρα γραμμικής επιτάχυνσης και εφαρμόζονται στη συσκευή οι αισθητήρες γραμμικής επιτάχυνσης που δεν είχε.

JNI: Το framework χρησιμοποιεί το Native Interface Java που συνδέεται με το android hardware και βρίσκεται στο frameworks/base/core/jni/directory. Αυτός ο κώδικας καλεί το χαμηλότερο επίπεδο εγγενή κώδικα για να αποκτήσει πρόσβαση στο hardware του αισθητήρα.

Native framework: Το μητρικό πλαίσιο ορίζεται στο frameworks/native και παρέχει ένα εγγενές ισοδύναμο με το πακέτο android.hardware. Το μητρικό πλαίσιο καλεί τα binder IPC για να αποκτήσουν πρόσβαση στις ειδικές υπηρεσίες των αισθητήρων.

Binder IPC: Τα Binder IPC διευκολύνουν την επικοινωνία πάνω από τα όρια της διαδικασίας.

2.3 Hal interface

Το HAL interface, το οποίο δηλώνεται μέσα στο `sensors.h`, αντιπροσωπεύει τη επαφή μεταξύ του Android framework και του συγκεκριμένου λογισμικού hardware. Μια εφαρμογή HAL πρέπει να καθορίζει κάθε λειτουργία που δηλώνεται στην `sensors.h`. Οι κύριες λειτουργίες είναι:

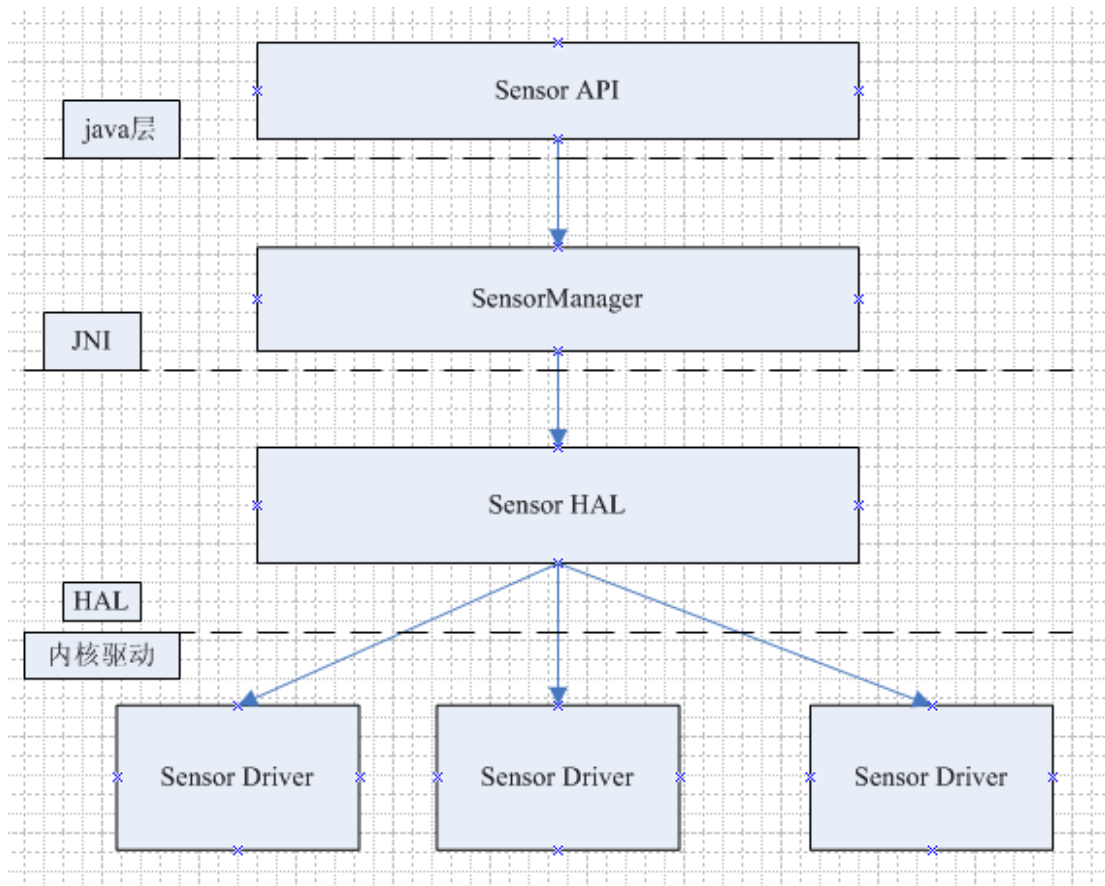
- `get_sensors_list`: Επιστρέφει τη λίστα όλων των αισθητήρων.
- `activate`: Ξεκινά ή σταματά έναν αισθητήρα.
- `batch`: Ρυθμίζει τις παραμέτρους ενός αισθητήρα, όπως η συχνότητα δειγματοληψίας και τη μέγιστη καθυστέρηση αναφοράς.
- `setDelay`: χρησιμοποιείται μόνο στην HAL έκδοση 1.0. Ορίζει τη συχνότητα δειγματοληψίας για ένα επιλεγμένο αισθητήρα.
- `flush`: Καταλύει το FIFO του συγκεκριμένου αισθητήρα και αναφέρει ένα flush πλήρη γεγονός όταν αυτό γίνεται.
- `poll`: Επιστρέφει διαθέσιμες εκδηλώσεις του αισθητήρα.

Η εφαρμογή πρέπει να είναι ασφαλής όσο αναφορά το `thread` και να επιτρέπει αυτές οι λειτουργίες να καλούνται από διαφορετικά νήματα.

Το interface αυτό καθορίζει επίσης διάφορους τύπους που χρησιμοποιούνται από αυτές τις λειτουργίες. Οι κύριοι τύποι είναι:

- `sensors_module_t`
- `sensors_poll_device_t`
- `sensor_t`
- `sensors_event_t`

Ένα σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι οι αισθητήρες μέχρι να το σημείο των `drivers` σύμφωνα με τη στοίβα είναι κομμάτι του hardware, μετά από τους `drivers` που παίρνουμε τις μετρήσεις των αισθητήρων για διάφορες εφαρμογές όπως παραδείγματος χάρη την μεταβολή της θερμοκρασίας του κινητού μας είναι κομμάτι του `middleware`.



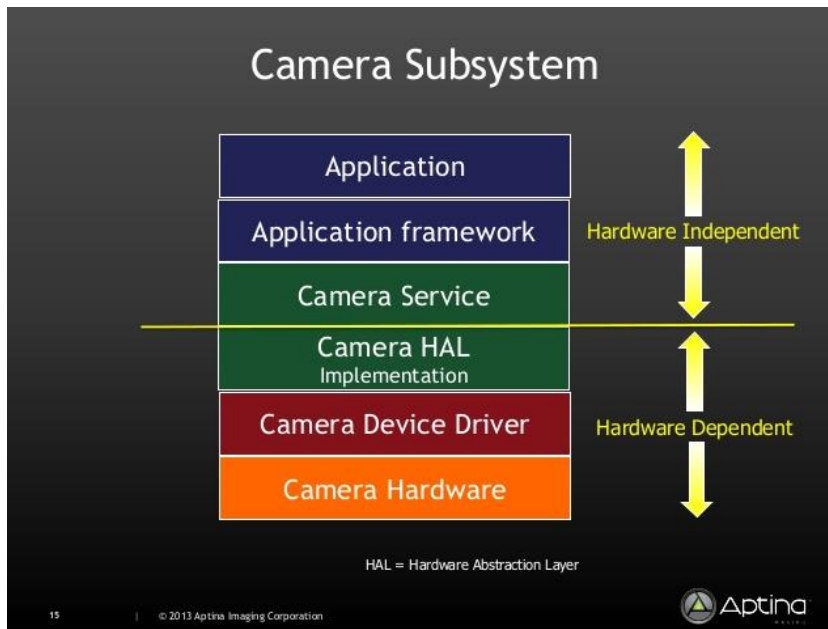
Εικόνα 1.5.: Πορεία του αισθητήρα από το SDK έως τους drivers
http://androidsexample.blogspot.gr/2015_01_01_archive.html

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε την πορεία ενός αισθητήρα από το SDK μέχρι το HAL όπου και γίνεται η επαφή με το hardware του κάνοντας εγγραφές στα drivers του.

2.4 Drivers

Οι drivers των αισθητήρων αλληλεπιδρούν με τις φυσικές συσκευές. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η εφαρμογή HAL και οι drivers είναι η ίδια οντότητα λογισμικού. Σε άλλες περιπτώσεις, το hardware απαιτεί από τους κατασκευαστές του chip των αισθητήρων την παροχή των drivers, αλλά αυτοί είναι που γράφουν την εφαρμογή HAL.

Σε όλες τις περιπτώσεις, η εφαρμογή HAL και οι drivers του πυρήνα είναι η ευθύνη των κατασκευαστών hardware και το Android δεν παρέχει προτιμώμενη προσεγγίσεις για τους δημιουργήσει.



Εικόνα 1.6: *Σύνδεση φυσικού αισθητήρα της κάμερας με τη συσκευή*
<http://www.slideshare.net/lbk003/android-builderssummit2013-kaurguptafinal>

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε την αλληλεπίδραση των drivers των αισθητήρων της κάμερας δηλαδή το hardware του αισθητήρα με το framework του. Δηλαδή με απλά λόγια τη σύνδεση του φυσικού αισθητήρα της κάμερας με τη συσκευή.

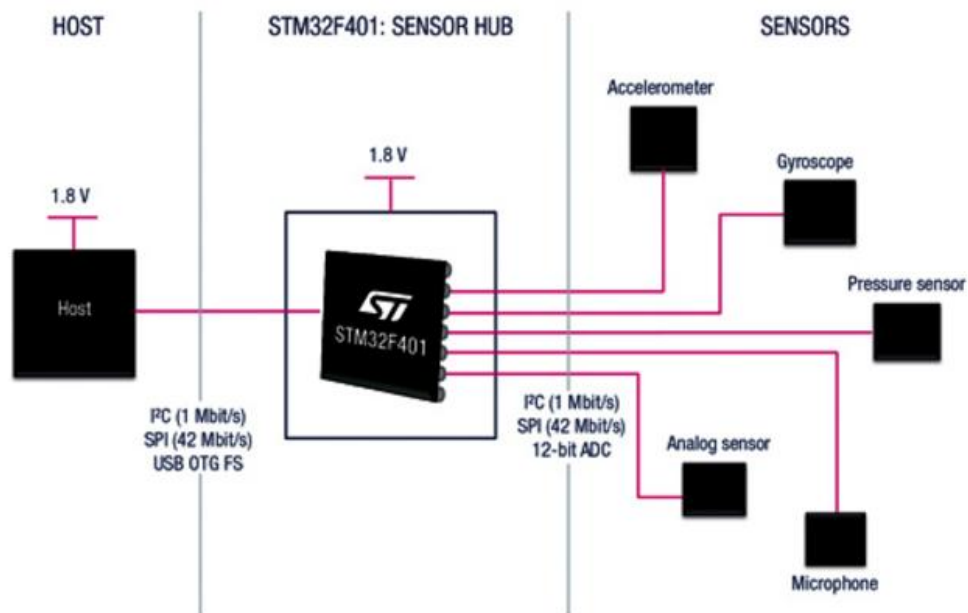
2.5 Sensor Hub

Οι φυσικοί αισθητήρες συνδέονται με το σύστημα του Android μέσω ενός chip που ονομάζεται SoC (System on Chip) με τη βοήθεια ενός Sensor Hub, το οποίο επιτρέπει την παρακολούθηση χαμηλής ισχύος και επεξεργασίας δεδομένων. Πιο αναλυτικά, ένας Sensor Hub είναι ένας μικροελεγκτής που βοηθάει στο να ενσωματώνει δεδομένα από διαφορετικούς αισθητήρες και να τα επεξεργάζεται. Αυτή η τεχνολογία βοηθάει στο να φορτώνει διεργασίες από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας ενός προϊόντος εξοικονομώντας έτσι την κατανάλωση της μπαταρίας

του και παρέχοντας βελτίωση των επιδόσεων. Ο μηχανισμός μεταφοράς δεδομένων που χρησιμοποιείται συνήθως είναι ο I2C (Inter-Integrated Circuit) ή ο SPI (Serial Peripheral Interface).

Για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μερικές αρχιτεκτονικές είναι ιεραρχικές με κάποια ελάχιστη επεξεργασία που γίνεται στο ASIC (application-specific integrated circuit) όπως για παράδειγμα στην ανίχνευση κίνησης στο chip του επιταχυνσιομέτρου και με περισσότερη επεξεργασία με έναν μικροελεγκτή, ας πούμε ανίχνευσης βήματος μέσα σε έναν Sensor Hub. Είναι στο χέρι του κατασκευαστή μίας συσκευής για να επιλέξει την αρχιτεκτονική που βασίζεται στην ακρίβεια, τη δύναμη, την τιμή και τα χαρακτηριστικά του πακέτου.

STM32F401 sensor hub application example



Εικόνα 1.7: Χρήση ενός Sensor Hub

<http://www.embedded.com/electronics-news/4421508/ST-and-Movea-offer-low-power-sensor-hub-controller>

Στο παραπάνω σχεδιάγραμμα βλέπουμε τη χρήση ενός sensor hub που ονομάζεται STM32F401. Όπως βλέπουμε ενσωματώνονται οι αισθητήρες επιταχυνσιόμετρου, γυροσκοπίου κλπ που είναι σε μορφή chip, με το chip της συσκευής, το λεγόμενο SoC με τη βοήθεια του Sensor Hub.

2.6. Batching

Μία σημαντική παράμετρος για βελτιστοποίηση δύναμης είναι οι δυνατότητες του batching. Με τον όρο batching αναφερόμαστε στην αποθήκευση γεγονότων ενός αισθητήρα σε ένα hardware FIFO αντί για την αναφορά τους κατευθείαν μέσω του HAL. Μπορεί να εξοικονομήσει τεράστιες ποσότητες ενέργειας αποτρέποντας το Soc να ενεργοποιείται κάθε φορά για κάθε γεγονός που δέχεται ξεχωριστά, αντίθετα οργανώνει τα γεγονότα σε ομάδες και τα δέχεται-επεξεργάζεται όλα μαζί. Όσο μεγαλύτερο είναι το FIFO τόσο περισσότερη ενέργεια μπορεί να εξοικονομηθεί.

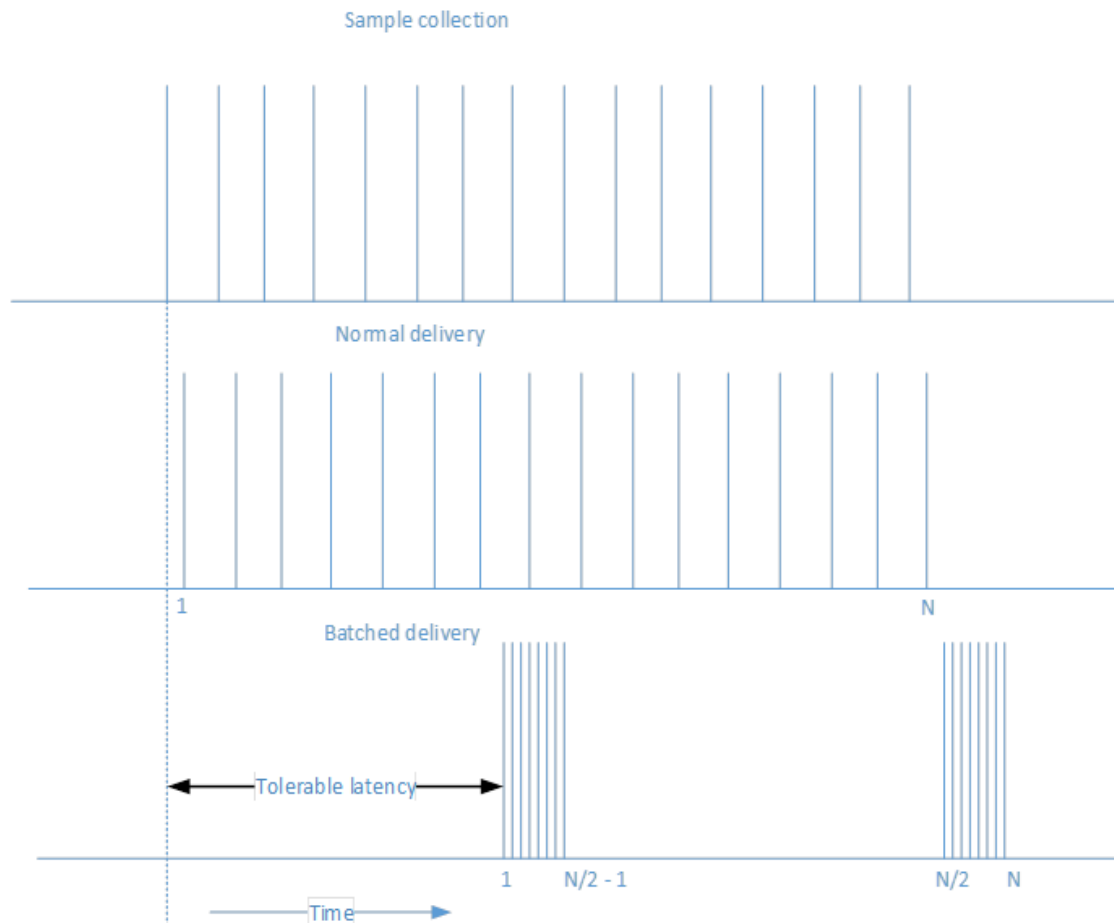
Οι αισθητήρες Android χωρίζονται σε είδη που αντιπροσωπεύουν τη συμπεριφορά τους και ποιά δεδομένα παρέχουν. Τα επίσημα είδη αισθητήρων καθορίζονται σε μία βιβλιοθήκη που ονομάζεται sensors .h με την φράση SENSOR_TYPE για παράδειγμα SENSOR_TYPE_ACCELEROMETER.

Οι περισσότεροι αισθητήρες έχουν τα δικά τους επίσημα είδη τα οποία τεκμηριώνονται στο Android SDK. Το Android Software development kit είναι ένα λογισμικό με το οποίο μπορούμε να δημιουργήσουμε εφαρμογές με την γλώσσα προγραμματισμού Java. Η συμπεριφορά των αισθητήρων με αυτά τα είδη δοκιμάζονται σε μια συσκευή android που ονομάζεται CTS (Android Compatibility Test Suite)

Αν ένας κατασκευαστής θέλει να ενσωματώσει ένα νέο είδος αισθητήρα σε μία συσκευή Android τότε θα πρέπει να σχηματίσει έναν προσωρινό τύπο για αυτό τον αισθητήρα για να αναφέρεται σε αυτόν.

Αυτοί οι τύποι ωστόσο δεν δοκιμάζονται στο CTS και δεν χρησιμοποιούνται από τους προγραμματιστές σχεδόν καθόλου επειδή δεν τους είναι γνώριμοι η επειδή δεν χρησιμοποιούνται σε όλες τις συσκευές αλλά μόνο στην δική τους. Μόλις μία συσκευή android ορίσει ότι ένας τέτοιος τύπος χρησιμοποιείται για έναν αισθητήρα ο κατασκευαστής θα πρέπει να σταματήσει να τον χρησιμοποιεί και να χρησιμοποιήσει τον επίσημο τύπο για να μπορούν και άλλοι προγραμματιστές εφαρμογών να χρησιμοποιήσουν αυτόν τον αισθητήρα.

Όσοι αισθητήρες υπάρχουν σε μια συσκευή εκτελούνται πρώτα στο HAL. Μπορεί να είναι διαφορετικοί αισθητήρες, αλλά να έχουν τον ίδιο τύπο, παραδείγματος χάρη δύο αισθητήρες φωτός ή δύο γυροσκόπια. Μία μεγάλη πλειοψηφία εφαρμογών απαιτούν έναν μόνο τύπο για να δημιουργήσουν έναν αισθητήρα. Για παράδειγμα μια εφαρμογή που απαιτεί τη χρήση του προεπιλεγμένου επιταχυνσιόμετρο θα χρησιμοποιήσει το πρώτο επιταχυνσιόμετρο στη λίστα.



Εικόνα 1.8: Παράδειγμα batching

<https://msdn.microsoft.com/en-us/windows/uwp/devices-sensors/sensors>

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε στο sample collection τη διαδικασία αποθήκευσης δεδομένων του αισθητήρα και στη συνέχεια την κανονική “παράδοση” που γίνεται κατευθείαν μέσα στο hal, ενώ στο batched delivery βλέπουμε την ίδια διαδικασία αλλά μέσω του batching. Όπως βλέπουμε η ίδια διαδικασία γίνεται σε λιγότερο χρόνο και με λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.

Κεφάλαιο 3

Ειδικότερα για τους αισθητήρες

3.1 Wake up/no-wake-up αισθητήρες

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το Soc έχει και αυτό κάποιες καταστάσεις/λειτουργίες: ON όταν το Soc τρέχει, IDLE όταν είναι σε λειτουργία απλά χωρίς να εκτελεί διεργασίες και SUSPEND όταν τρέχει με χαμηλή δύναμη και δεν είναι σε λειτουργία.

Ας πάρουμε δύο αισθητήρες. Μπορεί να έχουν τον ίδιο τύπο αλλά μπορεί να διαφέρουν ως προς την εκκίνησης και τον τερματισμό λειτουργίας τους και χωρίζονται σε άλλα δύο είδη. Τους αισθητήρες **wake up** και τους **non -wake-up**.

Οι non wake up αισθητήρες αφήνουν το Soc να μπει σε λειτουργία Suspend και δεν τον θέτουν σε λειτουργία για να αναφέρουν δεδομένα. Είναι ευθύνη των εφαρμογών να κρατούν ένα wake lock για να δέχονται δεδομένα από non-wake-up αισθητήρες καθώς η οθόνη είναι σβηστή.

Όσο το Soc είναι σε Suspend κατάσταση οι αισθητήρες θα πρέπει να συνεχίζουν να λειτουργούν και να παράγουν γεγονότα τα οποία εισχωρούνται σε λογισμικό FIFO. Τα γεγονότα του FIFO μεταφέρονται στις εφαρμογές όταν το Soc μπει σε κατάσταση ON. Αν το FIFO είναι πολύ μικρό για να αποθηκεύσει όλα τα γεγονότα τότε τα παλιότερα γεγονότα διαγράφονται. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει FIFO όλα τα γεγονότα που μεταφέρονται όταν το Soc βρίσκεται σε κατάσταση Suspend χάνονται. Σε αυτή τη περίπτωση δεν αναφέρεται το τελευταίο γεγονός που θα αποθηκευτεί έξω από το FIFO το οποίο δεν μπορεί να χαθεί. Μόλις το Soc βγει από Suspend κατάσταση όλα τα γεγονότα που έχουν αποθηκευτεί στο FIFO αναφέρονται και οι διεργασίες λειτουργούν κανονικά. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν non-wake-up αισθητήρες οφείλουν ή να κρατούν ένα wake lock για να σιγουρεύουν ότι το σύστημα

τους δεν μπαίνει σε suspend κατάσταση, να διαγράφονται απ τους αισθητήρες όταν δεν τους χρειάζονται ή να περιμένουν να χάνουν γεγονότα όταν το Soc είναι σε κατάσταση suspend.

Αντιθέτως, οι wake up αισθητήρες μεταφέρουν τα δεδομένα τους ανεξάρτητα από την κατάσταση του Soc. Δηλαδή, όταν αυτό βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας, οι αισθητήρες αυτοί συμπεριφέρονται σαν τους non-wake-up. Όταν όμως μπει σε κατάσταση suspend τότε πρέπει να τον θέσουν σε λειτουργία για να μεταφέρουν δεδομένα.

Τέλος, οι αισθητήρες android παρέχουν δεδομένα ως μία σειρά γεγονότων. Κάθε γεγονός περιέχει έναν χειρισμό στον αισθητήρα που το δημιούργησε, το χρονικό σημείο που εντοπίστηκε και τα δεδομένα του. Οι ερμηνείες των δεδομένων που έχουν αναφερθεί εξαρτώνται στα είδη των αισθητήρων.

3.2 Υποστηριζόμενοι αισθητήρες Android

Οι αισθητήρες που υποστηρίζουν οι Android συσκευές μας σήμερα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

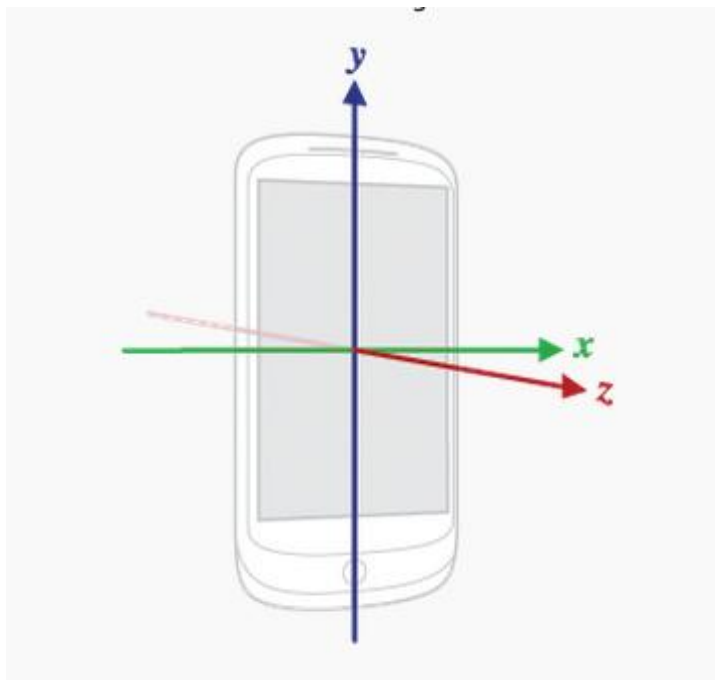
Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι **αισθητήρες κίνησης** οι οποίοι περιλαμβάνουν επιταχυνσιόμετρα, αισθητήρες βαρύτητας, γυροσκόπια και αισθητήρες περιστροφής φορέα που με τις μετρήσεις που κάνουν μπορούν και μας δείχνουν διάφορες κινήσεις του χρήστη για παράδειγμα σε ένα παιχνίδι ή και σε διάφορες εφαρμογές, όπως την κλίση, την δόνηση αλλά και την περιστροφή .

Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι **περιβαλλοντικοί αισθητήρες**, οι οποίοι μπορούν και υπολογίζουν την θερμοκρασία και την υγρασία. Αυτοί οι αισθητήρες, που κατά τη γνώμη μου είναι και οι πιο σημαντικοί, μπορούν και μετρούν διάφορους περιβαλλοντικούς παραμέτρους, όπως την θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος, την πίεση αλλά και την υγρασία. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τα βαρόμετρα, τα φωτόμετρα και τα θερμόμετρα.

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι **αισθητήρες θέσης**. Αυτοί οι αισθητήρες μετρούν την φυσική θέση της συσκευής με την χρήση αισθητήρων προσανατολισμού και μαγνητόμετρων για παράδειγμα διάφορες εφαρμογές λειτουργούν με πυξίδα, δηλαδή περιστρέφοντας την συσκευή μας κουνιέται και ο δείκτης, όπως ακριβώς γίνεται και με τις πυξίδες.

3.3 Ορισμός αξόνων αισθητήρων

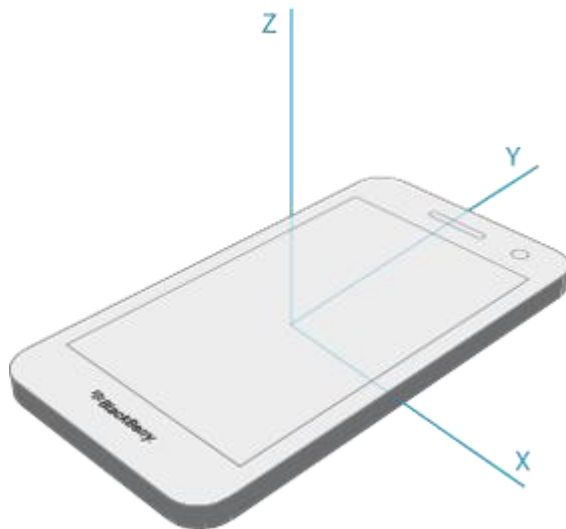
Οι μετρήσεις των αισθητήρων εκφράζονται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο που είναι στατικό σχετικά με το τηλέφωνο. Αυτό το πλαίσιο είναι στατικό μόνο στο φυσικό προσανατολισμό της οθόνης. Διαφορετικά, οι άξονες του δεν ανταλλάσσονται όταν αλλάζει ο προσανατολισμός της οθόνης της συσκευής



Εικόνα 2.1: Εικονική παρουσίαση των τριών αξόνων της συσκευής

<http://www.nxp.com/products/sensors/accelerometers/3-axis-accelerometers:3-AXIS>

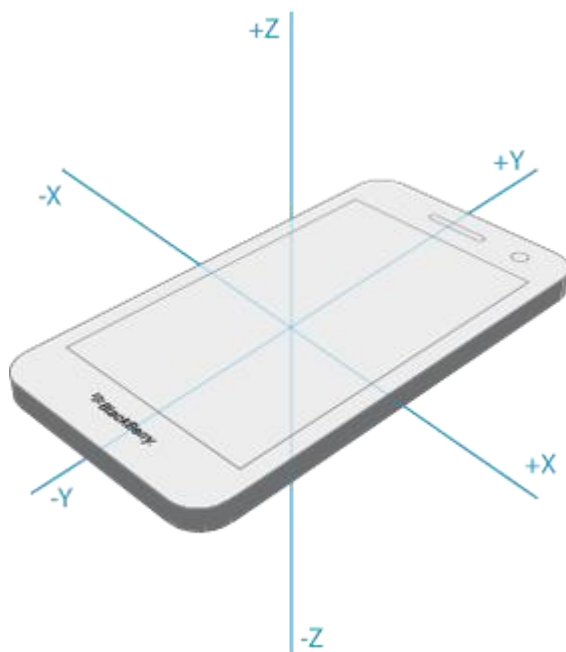
Εδώ θα δούμε μία αναλυτική περιγραφή του καρτεσιανού συστήματος συντεταγμένων στις συσκευές.



Εικόνα 2.2: Καρτεσιανό δεξιό σύστημα συντεταγμένων

<http://www.nxp.com/products/sensors/accelerometers/3-axis-accelerometers:3-AXIS>

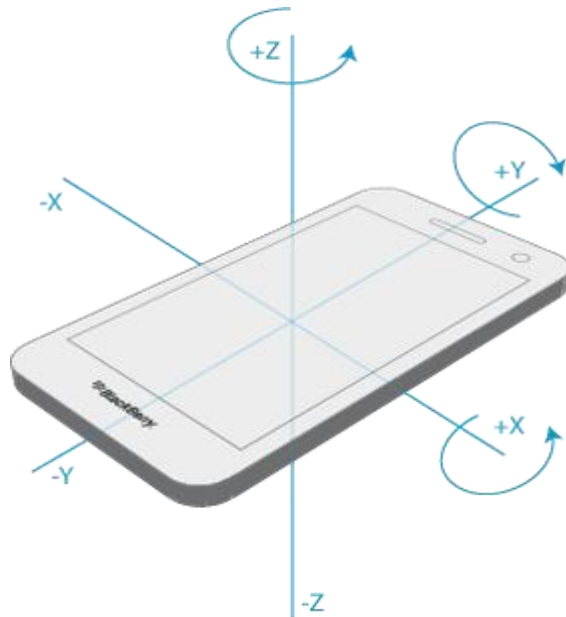
Για να επιτραπούν μετρήσεις και στις 6 κατευθύνσεις της συσκευής χρησιμοποιούνται και οι αρνητικές τιμές.



Εικόνα 2.3: Χρήση αρνητικών τιμών για τη μέτρηση και των 6 κατευθύνσεων της συσκευής

http://developer.blackberry.com/native/documentation/device_comm/sensors/#relatedresources

Όπου χρησιμοποιείται περιστροφή γύρω από έναν άξονα , η περιστροφή εκφράζεται ως περιστροφή προς τα δεξιά.



Εικόνα 2.4: Περιστροφή συσκευής προς τα δεξιά

<http://www.nxp.com/products/sensors/accelerometers/3-axis-accelerometers:3-AXIS>

Σε γενικές γραμμές , τα δεδομένα του αισθητήρα είναι προσανατολισμένα στο επάνω μέρος της συσκευής.



Εικόνα 2.5: Επάνω και κάτω μέρος της συσκευής (μικρόφωνο, ακουστικό, αισθητήρες φωτός/εγγύτητας)

http://developer.blackberry.com/native/documentation/device_comm/sensors/#relatedresources

3.4 Διαφορές βασικών και φυσικών αισθητήρων

Μερικά είδη αισθητήρων παίρνουν το όνομα τους απευθείας από τους φυσικούς αισθητήρες που εκπροσωπούν. Αυτά τα είδη αισθητήρων ονομάζονται βασικοί αισθητήρες, για τον λόγο ότι παράγουν δεδομένα έναν φυσικό αισθητήρα διαφορετικά από τους αισθητήρες που παράγουν δεδομένα από άλλους. Παράδειγμα βασικών αισθητήρων:

-SENSOR_TYPE_ACCELEROMETER

-SENSOR_TYPE_GYROSCOPE

-SENSOR_TYPE_MAGNETOMETER

Οι βασικοί αισθητήρες δεν συγχέονται με τους φυσικούς. Τα δεδομένα ενός βασικού δεν προέρχονται απευθείας από έναν φυσικό, περνούν από διορθώσεις όπως αντιστάθμιση πόλωσης και αντιστάθμιση θερμοκρασίας. Τα χαρακτηριστικά των βασικών αισθητήρων μπορεί να διαφέρουν τελείως από τα χαρακτηριστικά των φυσικών.

Για παράδειγμα, ένα chip γυροσκοπίου θα μπορούσε να βαθμολογηθεί για να έχει μια εμβέλεια 1 deg / sec. Μετά τη βαθμονόμηση του εργοστασίου, εφαρμόζονται η αντιστάθμιση θερμοκρασίας και η αντιστάθμιση πόλωσης, η πραγματική εμβέλεια του αισθητήρα Android θα μειωθεί, μπορεί να είναι σε ένα σημείο όπου η εμβέλεια είναι εγγυημένη για να είναι κάτω από 0.01deg / sec.

Στην περίπτωση αυτή, λέμε ότι ο αισθητήρας Android έχει μια εμβέλεια κάτω από 0,01 deg / sec ακόμη και αν τα δεδομένα του αισθητήρα είναι 1 deg/sec.

Ένα άλλο παράδειγμα, ένα βαρόμετρο θα μπορούσε να έχει μια κατανάλωση ενέργειας έως 100uW. Επειδή το παραγόμενα δεδομένα πρέπει να μεταφέρονται από το chip στο SoC, το πραγματικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας για τη συλλογή δεδομένων από το βαρόμετρο αισθητήρα Android θα μπορούσε να είναι πολύ υψηλότερο, για παράδειγμα 1000uW. Στην περίπτωση αυτή, λέμε ότι ο αισθητήρας

Android έχει μια κατανάλωση ισχύος 1000uW, ακόμη και αν η κατανάλωση ισχύος που μετρείται με το chip βαρόμετρου είναι 100uW.

Ως ένα τρίτο παράδειγμα, ένα μαγνητόμετρο μπορεί να καταναλώσει 100uW όταν βαθμονομηθεί, αλλά καταναλώνει περισσότερο κατά τη διαδικασία. Η ρουτίνα βαθμονόμησης του μπορεί να απαιτήσει την ενεργοποίηση του γυροσκοπίου, καταναλώνοντας 5000uW και να τρέξει κάποιον αλγόριθμο, που κοστίζει άλλα 900uW. Σε αυτήν την περίπτωση, μπορούμε να πούμε ότι η μέγιστη κατανάλωση ισχύος του (μαγνητόμετρο) Αισθητήρα Android είναι 6000uW. Στην περίπτωση αυτή, η μέση κατανάλωση ισχύος είναι το πιο χρήσιμο μέτρο, και είναι αυτό που αναφέρεται στα στατικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα μέσω του HAL.

3.5 Περιγραφή των αισθητήρων

Επιταχυνσιόμετρο: Αναφέρει την επιτάχυνση της συσκευής κατά μήκος των 3 αξόνων του αισθητήρα. Η μετρούμενη επιτάχυνση περιλαμβάνει τόσο τη φυσική επιτάχυνση και τη βαρύτητα. Η μέτρηση αναφέρεται στις x, y και z πεδία του `sensors_event_t.acceleration`. Όλες οι τιμές είναι σε μονάδες SI (m / s^2) και μετρούν την επιτάχυνση της συσκευής μείον τη δύναμη της βαρύτητας κατά μήκος των 3 αξόνων του αισθητήρα.

Μερικά παραδείγματα:

- Ο κανόνας του (x, y, z) θα πρέπει να είναι κοντά στο μηδέν κατά την ελεύθερη πτώση.
- Όταν η συσκευή βρίσκεται επίπεδα πάνω σε ένα τραπέζι και ωθείται από τα αριστερά προς τα δεξιά, η τιμή x της επιτάχυνσης είναι μεγαλύτερη του μηδέν.
- Όταν η συσκευή βρίσκεται οριζόντια σε ένα τραπέζι, η τιμή της επιτάχυνσης κατά μήκος z είναι 9,81 η οποία αντιστοιχεί στην επιτάχυνση της συσκευής ($0 m / s^2$) πλην τη δύναμη της βαρύτητας ($-9,81 m / s^2$)
- Όταν η συσκευή βρίσκεται οριζόντια σε ένα τραπέζι και ωθείται προς τα πάνω, η τιμή της επιτάχυνσης είναι μεγαλύτερη από 9,81, το οποίο αντιστοιχεί στην επιτάχυνση της συσκευής ($+ a m / s^2$) πλην τη δύναμη της βαρύτητας ($-9,81 m / s^2$).

-Οι αναγνώσεις διακριβώνονται χρησιμοποιώντας την αντιστάθμιση θερμοκρασίας, την online σύνδεση βαθμονόμηση προκατάληψης , την online βαθμονόμηση με σύνδεση κλίμακας

-Η βαθμονόμηση προκατάληψης και η κλίμακα θα πρέπει να ενημερώνονται μόνο όσο ο αισθητήρας είναι απενεργοποιημένος, έτσι ώστε να αποφεύγονται τα άλματα στις τιμές κατά τη διάρκεια της ροής.



Εικόνα 2.6: Χρήση του επιταχυνσιόμετρου σε ένα παιχνίδι

<http://dimobile2u.blogspot.gr/2010/09/iraptor-red-froyo-android-22-3g-hspa.html>

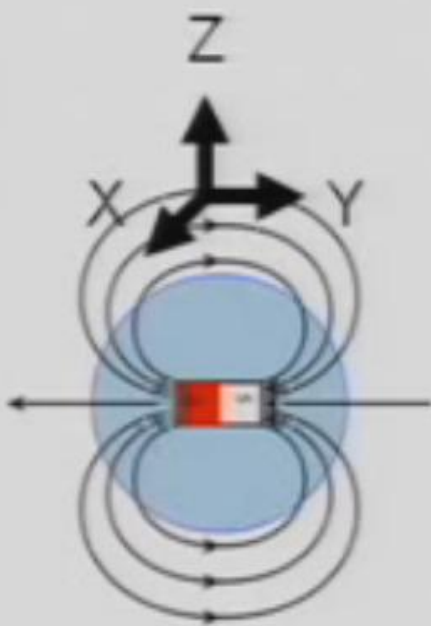
Μαγνητόμετρο: Αναφέρει το μαγνητικό πεδίο του περιβάλλοντος, όπως μετρείται κατά μήκος των 3 αξόνων του αισθητήρα.

Η μέτρηση αναφέρεται στις x, y και z άξονες του sensors_event_t.magnetic και όλες οι τιμές μετριοούνται σε μικρο-Tesla (UT). Το μαγνητόμετρο αναφέρει επίσης πόσο ακριβείς περιμένει να είναι οι αναγνώσεις του στο sensors_event_t.magnetic.status. Οι αναγνώσεις διακριβώνονται χρησιμοποιώντας την αντιστάθμιση θερμοκρασίας,

την εργοστασιακή διαμέτρηση μαλακού σιδήρου και την online διαμέτρηση σκληρού σιδήρου.

Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός εργαλείων και συσκευών που μπορεί να αντικαταστήσει αυτός ο αισθητήρας σε μία συσκευή android, όπως μια φωτογραφική μηχανή, ένα ραδιόφωνο, ένα ξυπνητήρι, ένα φακό, μια συσκευή εγγραφής ήχου. Μία πυξίδα είναι επίσης σε αυτή τη λίστα. Στο εσωτερικό της συσκευής σας υπάρχει ένας μικρός μαγνήτης που περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα και δείχνει στο βόρειο πόλο του πλανήτη. Η λειτουργικότητα της πυξίδας σε τηλέφωνα και tablets είναι ενεργοποιημένη από κάτι λίγο πιο εξελιγμένο, έναν αισθητήρα που ονομάζεται μαγνητόμετρο, το οποίο χρησιμοποιεί για να μετρήσει τη δύναμη και την κατεύθυνση των μαγνητικών πεδίων την ανάλυση του μαγνητικού πεδίου της Γης, Ο αισθητήρας επιτρέπει ένα τηλέφωνο για να καθορίσει τον προσανατολισμό του αρκετά ακριβή. Μήπως το Android κινητό σας τηλέφωνο έχει ένα μαγνητόμετρο; Ναι, οι πιθανότητες είναι ότι το κάνει όπως κάνουν οι περισσότερες Android συσκευές. Ακόμα κι αν έχετε ένα παλιό ή ένα φθηνό τηλέφωνο, είναι πιθανό να υπάρχει ένα μαγνητόμετρο μέσα σε αυτό. Ωστόσο, υπάρχει ένα πράγμα που χρειάζεστε για να μπορέσετε να χρησιμοποιήσετε μια συσκευή Android ως πυξίδα - μια εφαρμογή πυξίδα. Τώρα, οι περισσότερες συσκευές Android δεν έχουν ένα προ-φορτωμένο, και η δική σας δεν έχει πιθανώς ένα επίσης. Αλλά το Play Store είναι γεμάτο από δωρεάν εφαρμογές πυξίδων, ώστε να μπορείτε να διαλέξετε μία και να απολαύσετε τις λειτουργίες της.

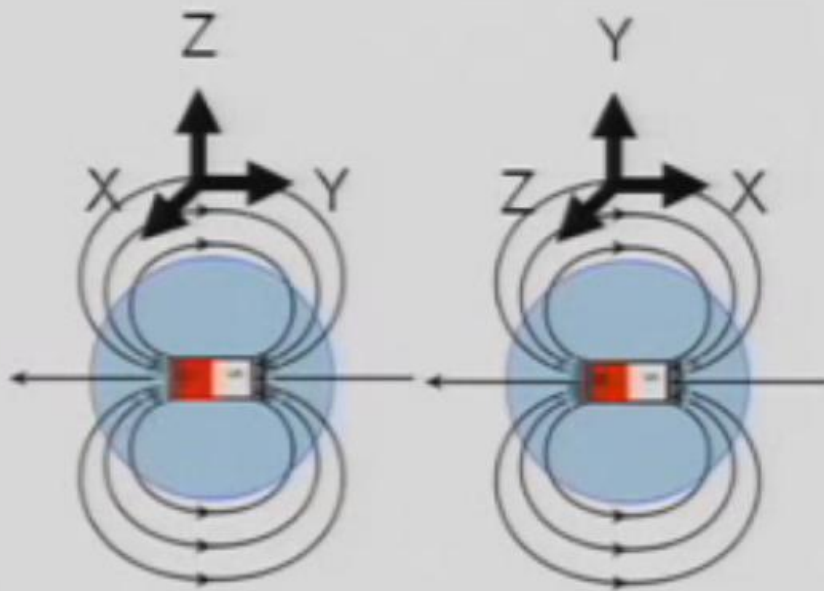
Magnetic field sensor



3-Axis Compass?

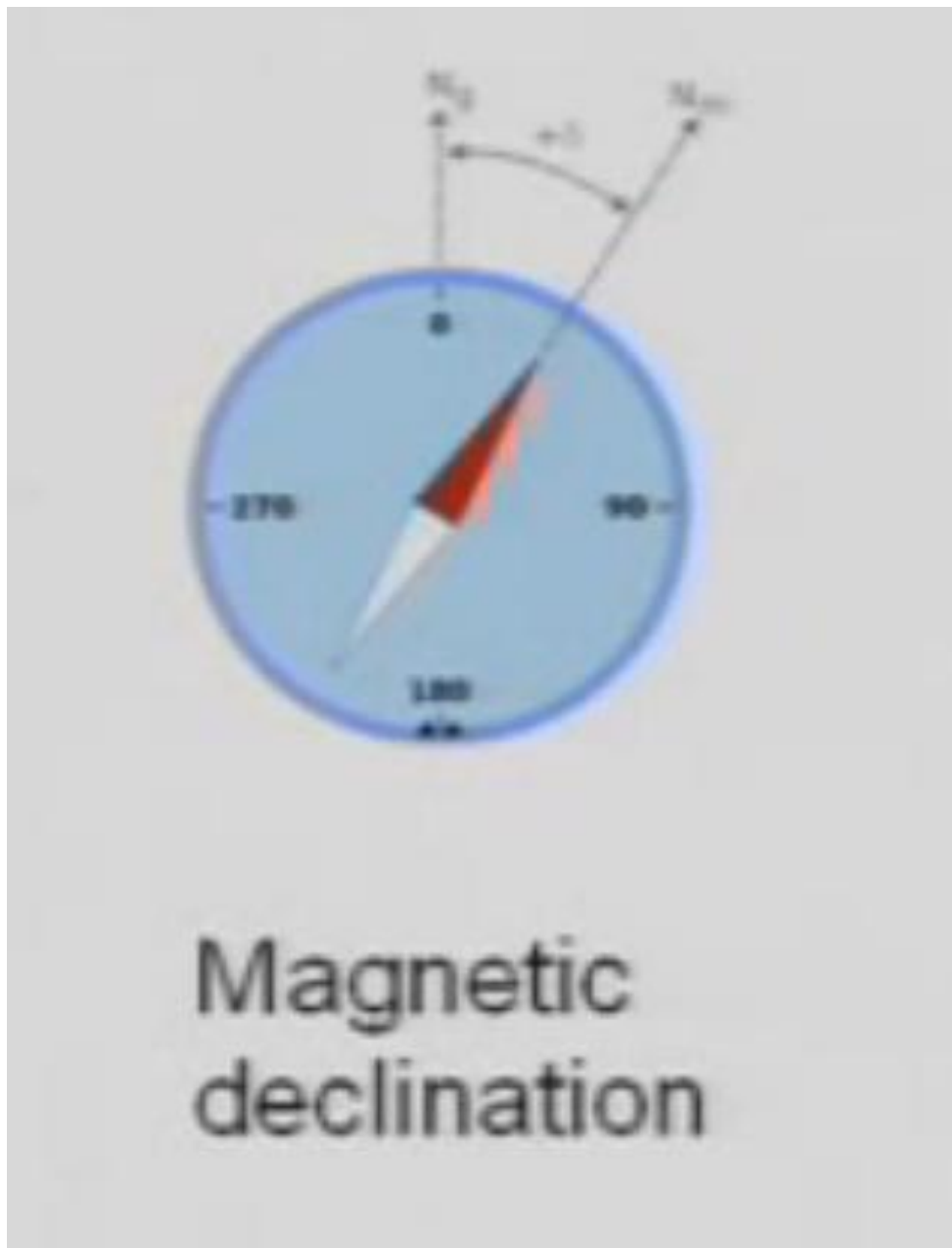
Σε ένα μαγνητόμετρο χρησιμοποιούνται και οι τρεις άξονες. Μία πολύ λογική ερώτηση είναι για ποιο λόγο χρησιμοποιείται και ο άξονας Z και όχι μόνο ο X και ο Y. Η απάντηση είναι ότι αν χρησιμοποιούσε μόνο αυτούς τους δύο άξονες τότε θα μπορούσε να πάρει μετρήσεις μόνο αν ο χρήστης κρατούσε τη συσκευή οριζόντια.

Magnetic field sensor



3-Axis Compass?

Όπως βλέπουμε σε αυτή την εικόνα τώρα η μέτρηση από τον αισθητήρα μας μπορεί να γίνει με οποιοδήποτε τρόπο κρατάει ο χρήστης τη συσκευή του.

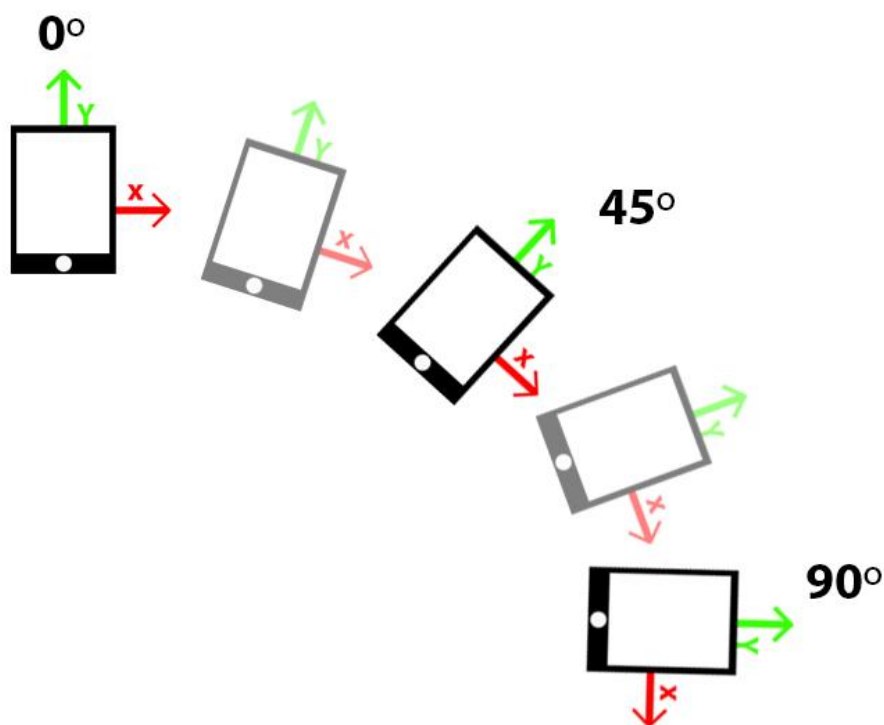


Για τη χρήση ενός μαγνητόμετρου χρειαζόμαστε επίσης και ένα GPS αισθητήρα για το λόγο ότι το μαγνητικό πεδίο της γης δεν δείχνει ακριβώς βόρεια σε μία πυξίδα , οπότε χρειάζεται τον αισθητήρα αυτόν για να υπολογίζει ακριβώς που είναι ο βορράς. Αυτός ο όρος ονομάζεται μαγνητική απόκλιση. Είναι η απόκλιση του πραγματικού βορρά με τον μαγνητικό βορρά και υπολογίζεται σε μοίρες όπως βλέπουμε και στην εικόνα.



Εικόνα 2.7: Χρήση μίας ηλεκτρονικής πυξίδας μίας συσκευής που δουλεύει με τον αισθητήρα μαγνητόμετρου https://play.google.com/store/apps/details?id=com.maxcom.magdetector&hl=CONFIG_lang

Γυροσκόπιο: Αναφέρει το ρυθμό περιστροφής της συσκευής γύρω από τους 3 άξονες του αισθητήρα. Η περιστροφή είναι θετική προς τα δεξιά (κανόνας του δεξιού χεριού). Δηλαδή, ένας παρατηρητής που κοιτάζει από κάποια θετική θέση στον άξονα X, Y ή Z σε μία συσκευή θα παρατηρήσει θετική περιστροφή, εάν η συσκευή περιστρέφεται δεξιόστροφα. Η μέτρηση αναφέρεται στις τιμές X, Y και Z του `sensors_event_t.gyro` και όλες οι τιμές μετριοούνται σε ακτίνια ανά δευτερόλεπτο (rad / s). Οι αναγνώσεις διακρίβώνονται χρησιμοποιώντας την αντιστάθμιση θερμοκρασίας, την εργοστασιακή αποζημίωση κλίμακας και την online βαθμονόμηση προκατάληψη. Το γυροσκόπιο επίσης διακρίνεται για το πόσο ακριβείς είναι οι αναγνώσεις του να είναι μέσα στο `sensors_event_t.gyro.status` και δεν μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μίμησης βασισμένο σε μαγνητόμετρα και επιταχυνσιόμετρα, διότι αυτό θα προκαλούσε μείωση της τοπικής συνοχής και την ανταπόκρισης. Θα πρέπει να βασίζεται σε ένα συνηθισμένο chip γυροσκοπίου.



Εικόνα 2.8: Χρήση γυροσκοπίου σε συσκευή Android

<http://stackoverflow.com/questions/29900787/correct-way-to-use-only-gyroscope-and-accelerometer-to-get-the-reliable-current>

Αισθητήρας καρδιακού ρυθμού: Αναφέρει την τρέχουσα καρδιακή συχνότητα του ανθρώπου που αγγίζει τη συσκευή. Ο τρέχον καρδιακός ρυθμός που μετριέται σε παλμούς/λεπτό (BPM) αναφέρεται στο `sensors_event_t.heart_rate.bpm` και η κατάσταση του αισθητήρα αναφέρεται στο `sensors_event_t.heart_rate.status`. Ειδικότερα, κατά την πρώτη ενεργοποίηση πεδίο κατάστασης της πρώτης εκδήλωσης πρέπει να οριστεί σε `SENSOR_STATUS_UNRELIABLE` εκτός εάν η συσκευή είναι γνωστό ότι δεν είναι για το σώμα. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας είναι σε αλλαγή οπότε οι μετρήσεις που δημιουργούνται, όταν και μόνο όταν το `heart_rate.bpm` ή `heart_rate.status` αλλάξει από την τελευταία μέτρηση. Οι μετρήσεις που δημιουργούνται δεν είναι πιο γρήγορες από κάθε `sampling_period`.

Χρήση: Το μέτρο του καρδιακού ρυθμού που μετριέται από διάφορες εφαρμογές όπως το Heart Rate Monitor app που χρησιμοποιείται από οποιοδήποτε smartphone

και δεν χρειάζεται κανένα εξωτερικό υλικό. Χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της άσκησης μας και μπορούμε να παρακολουθούμε την πρόοδό μας.

Χρησιμοποιείται συνεχώς από γυμναστές, αθλητές και 25 εκατομμύρια χρήστες. Τοποθετούμε την άκρη του δείκτη μας στην την κάμερα του τηλεφώνου και σε μερικά δευτερόλεπτα εμφανίζεται σε μας ένα πραγματικό χρονογράφημα που μας δείχνει το ρυθμό της καρδιάς μας. Χρησιμοποιεί ακόμα και την ενσωματωμένη κάμερα των κινητών μας για να παρακολουθεί τις αλλαγές χρώματος στην άκρη του δακτύλου που συνδέονται άμεσα με το σφυγμό μας. Αυτή είναι η ίδια τεχνική που χρησιμοποιούν ιατρικά παλμικά οξύμετρα. Πολλοί από τους χρήστες των εφαρμογών αυτών έχουν καρδιαγγειακή νόσο, εγκεφαλικό επεισόδια, AFIB (κολπική μαρμαρυγή), καρδιακές προσβολές, άγχος και διαβήτη. Με τη χρήση αυτού του αισθητήρα μπορούμε να παρακολουθούμε την κατάσταση μας κάθε φορά που γυμναζόμαστε αλλά και την υγεία μας γενικότερα, με τη χρήση του τηλεφώνου μας.

Επιτρέπει:

- μετρήσεις καρδιακού ρυθμού σε πραγματικό χρόνο
- PPG γράφημα (ΗΚΓ / ΕΚΓ / καρδιογράφος) -
- την παρακολούθηση προπόνηση Cardio

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Λειτουργεί καλύτερα σε συσκευές με φλας. Σε συσκευές χωρίς φλας θα καλό φωτισμό. Η εφαρμογή αυτή δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για ιατρική διάγνωση



Εικόνα 2.9: Μέτρηση παλμών του χρήστη από εφαρμογή με αισθητήρα καρδιακών παλμών

<http://www.computerworld.com/article/2475965/android/how-to-measure-your-heart-rate-with-any-android-phone.html>

Στις παραπάνω εικόνες βλέπουμε πως με μία εφαρμογή που χρησιμοποιεί αισθητήρα καρδιακού παλμού, μετρά τους παλμούς του χρήστη σε διαφορετικές χρονικές στιγμές

Αισθητήρας φωτός: Αναφέρει τον τρεχούμενο φωτισμό και μετριέται σε μονάδες lux SI. Η μέτρηση αναφέρεται στο `sensors_event_t.light`.

Αισθητήρας εγγύτητας: Ένας αισθητήρας εγγύτητας αναφέρει την απόσταση από τον αισθητήρα προς την πλησιέστερη ορατή επιφάνεια. Μέχρι το λογισμικό Android KitKat, οι αισθητήρες εγγύτητας ήταν πάντα wake-up αισθητήρες, ενεργοποιούσαν το SoC όταν ανίχνευαν μια αλλαγή στην εγγύτητα. Μετά το Android KitKat, οι κατασκευαστές συμβούλευαν να εφαρμόζουν την έκδοση wake-up αυτού του αισθητήρα πρώτη, καθώς είναι αυτή που χρησιμοποιείται για να την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση της οθόνης κατά την διάρκεια τηλεφωνικών κλήσεων. Η μέτρηση αναφέρεται σε cm στο `sensors_event_t.distance`. Πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένοι αισθητήρες εγγύτητας υποστηρίζουν μόνο ένα binary, την μέτρηση

"κοντά" ή "μακριά". Στην περίπτωση αυτή, ο αισθητήρας επιστρέφει sensor_t.maxRange στο "τόρα" και μια τιμή μικρότερη από sensor_t.maxRange στο "κοντά".

Light / Proximity Sensor



Εικόνα 2.10: Τοποθέτηση αισθητήρων φωτός και εγγύτητας

<http://thecodeartist.blogspot.gr/2011/01/proximity-sensor-on-android-gingerbread.html>

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε που βρίσκεται συνήθως ο αισθητήρας φωτός/εγγύτητας. Χρησιμοποιείται για πολλές εφαρμογές αλλά συνήθως για να κλειδώνει η οθόνη του κινητού μας όταν μιλάμε , με σκοπό να μην πατάμε διάφορα κουμπιά με το αυτί μας

Βαρόμετρο: Το βαρόμετρο είναι ένας αισθητήρας πίεσης που αναφέρει την ατμοσφαιρική πίεση σε hPa (hectopascal).Οι αναγνώσεις διακρίβώνονται χρησιμοποιώντας την αντιστάθμιση θερμοκρασίας, την εργοστασιακή βαθμονόμηση προκατάληψης και την εργοστασιακή βαθμονόμηση κλίμακας. Το βαρόμετρο χρησιμοποιείται συχνά για να εξηγήσει μεταβολές ανύψωσης. Για την εκτίμηση της

απόλυτης ανύψωσης, η πίεση της στάθμης της θάλασσας (που αλλάζει ανάλογα με τον καιρό) πρέπει να χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς.



Εικόνα 2.11: Μέτρηση ατμοσφαιρικής πίεσης από εφαρμογή με αισθητήρα βαρόμετρου
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ivolk.Barometer>

Αισθητήρας υγρασίας: Μετράει την σχετική υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα και επιστρέφει μια τιμή σε ποσοστό.



Εικόνα 2.12: Μέτρηση υγρασίας από εφαρμογή με αισθητήρα υγρασίας
<http://www.ssaurel.com/blog/create-an-android-weather-app-step-by-step-part-1>

3.6 Σύνθετοι αισθητήρες

Κάθε αισθητήρας που δεν είναι βασικός αισθητήρας ονομάζεται σύνθετος αισθητήρας.









Οι σύνθετοι αισθητήρες παράγουν τα δεδομένα τους από την επεξεργασία ή/και την συγχώνευση των δεδομένων από έναν ή περισσότερους φυσικούς αισθητήρες.

Μερικοί σύνθετοι αισθητήρες:

Μετρητής βήματος και κίνησης ενός ανθρώπου, που συνήθως βασίζονται σε ένα επιταχυνσιόμετρο, αλλά θα μπορούσε να βασίζονται σε άλλους αισθητήρες αν η κατανάλωση ενέργειας και η ακρίβεια ήταν αποδεκτές.

Διάνυσμα περιστροφής ενός παιχνιδιού, που βασίζεται σε ένα επιταχυνσιόμετρο και σε ένα γυροσκόπιο.

Χωρίς διαβάθμιση γυροσκόπιο, το οποίο είναι παρόμοιο με τον βασικό αισθητήρα γυροσκοπίου, αλλά με τη διακρίβωση προκατάληψης που αναφέρονται ξεχωριστά, αντί να αναφέρονται στη μέτρηση. Ακριβώς όπως οι βασικοί αισθητήρες, τα χαρακτηριστικά των σύνθετων αισθητήρων προέρχονται από τα χαρακτηριστικά των τελικών δεδομένων τους. Για παράδειγμα, η κατανάλωση ισχύος ενός διανομέα περιστροφής παιχνιδιού πιθανώς ισούται με το άθροισμα των καταναλώσεων ισχύος των chip επιταχυνσιομέτρου, γυροσκοπίου, επεξεργασίας των δεδομένων, καθώς και τα φορείων που μεταφέρουν τα δεδομένα. Ως ένα άλλο παράδειγμα, η μετατόπιση ενός φορέα περιστροφής παιχνιδιού θα εξαρτηθεί τόσο από την ποιότητα του αλγορίθμου βαθμονόμησης όσο και με τα χαρακτηριστικά του φυσικού αισθητήρα. Όταν δεν υπάρχει γυροσκόπιο στη συσκευή, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον rotation vector, τη γραμμική επιτάχυνση και αισθητήρες βαρύτητας χωρίς τη χρήση του γυροσκοπίου. Στον πίνακα που ακολουθεί ταξινομούνται τα είδη σύνθετων αισθητήρων. Κάθε σύνθετος αισθητήρας βασίζεται σε δεδομένα από έναν ή περισσότερους φυσικούς αισθητήρες. Θα πρέπει να αποφεύγεται η επιλογή άλλων υποκείμενων φυσικών αισθητήρων για την προσέγγιση των αποτελεσμάτων γιατί μπορεί να προσφέρει κακή εμπειρία στο χρήστη.

Sensor type	Category	Underlying physical sensors	Reporting mode
Game rotation vector	Attitude	Accelerometer, Gyroscope MUST NOT USE Magnetometer	Continuous
Geomagnetic rotation vector 	Attitude	Accelerometer, Magnetometer, MUST NOT USE Gyroscope	Continuous
Glance gesture 	Interaction	Undefined	One-shot
Gravity	Attitude	Accelerometer, Gyroscope	Continuous
Gyroscope uncalibrated	Uncalibrated	Gyroscope	Continuous
Linear acceleration	Activity	Accelerometer, Gyroscope (if present) or Magnetometer (if gyro not present)	Continuous
Magnetic field uncalibrated	Uncalibrated	Magnetometer	Continuous
Orientation (deprecated)	Attitude	Accelerometer, Magnetometer PREFERRED Gyroscope	Continuous
Pick up gesture 	Interaction	Undefined	One-shot
Rotation vector	Attitude	Accelerometer, Magnetometer, AND (when present) Gyroscope	Continuous
Significant motion 	Activity	Accelerometer (or another as long as very low power)	One-shot
Step counter 	Activity	Accelerometer	On-change
Step detector 	Activity	Accelerometer	Special
Tilt detector 	Activity	Accelerometer	Special
Wake up gesture 	Interaction	Undefined	One-shot

Εικόνα 3.1: Πίνακας σύνθετων αισθητήρων

https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε κάποιους σύνθετους αισθητήρες όπως για παράδειγμα τον αισθητήρα βαρύτητας που δημιουργείται συνδυάζοντας το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο.

3.7 Δραστηριότητες σύνθετων αισθητήρων

Linear acceleration sensor: Είναι ο αισθητήρας που αναφέρει την γραμμική επιτάχυνση μίας συσκευής στο sensor frame, χωρίς να περιλαμβάνει βαρύτητα.

Το output είναι εννοιολογικά: output του επιταχυνσιομέτρου μείον το output του αισθητήρα βαρύτητας. Έχει αναφερθεί σε m / s^2 στις τιμές X, Y και Z στο sensors_event_t.acceleration. Τα αποτελέσματα σε όλους τους άξονες θα πρέπει να είναι κοντά στο 0 όταν η συσκευή είναι ακίνητη.

Εάν η συσκευή διαθέτει ένα γυροσκόπιο, ο αισθητήρας γραμμικής επιτάχυνσης πρέπει να χρησιμοποιήσει το γυροσκόπιο και επιταχυνσιόμετρο ως input.

Εάν η συσκευή δεν διαθέτει γυροσκόπιο, ο αισθητήρας γραμμικής επιτάχυνσης πρέπει να χρησιμοποιεί το επιταχυνσιόμετρο και το μαγνητόμετρο ως input.

Significant motion sensor: Είναι ο αισθητήρας ανίχνευσης κίνησης, ενεργοποιείται όταν η συσκευή ανιχνεύσει μια κίνηση του ανθρώπου, μία κίνηση που θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια αλλαγή της θέσης του.

Παραδείγματα τέτοιων σημαντικών κινήσεων είναι:

- το περπάτημα ή ποδηλασία
- το να κάθεται σε ένα κινούμενο αυτοκίνητο, λεωφορείο ή τρένο

Παραδείγματα καταστάσεων που δεν προκαλούν κίνηση:

- η συσκευή να βρίσκεται στην τσέπη και το άτομο να μην κινείται
- η συσκευή να είναι σε ένα τραπέζι και το τραπέζι να το μετακινεί λίγο λόγω κοντινής κυκλοφορίας ή πλυντηρίου.

Σε υψηλό επίπεδο, ο αισθητήρας αυτός χρησιμοποιείται για να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας του προσδιορισμού τοποθεσίας. Όταν οι αλγόριθμοι εντοπισμού θέσης ανιχνεύσουν ότι η συσκευή είναι στατική, μπορούν να στραφούν σε λειτουργία χαμηλής ισχύος όπου βασίζονται στον αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης ο οποίος θα “ξυπνήσει” την συσκευή ξανά όταν ο χρήστης αλλάξει τοποθεσία.

Αυτός ο αισθητήρας θα πρέπει να είναι χαμηλής ισχύος. Κάνει μια ανταλλαγή για την κατανάλωση ενέργειας που μπορεί να οδηγήσει σε μία μικρή ποσότητα ψευδών αρνητικών. Αυτό γίνεται για μερικούς λόγους:

- Ο στόχος αυτού του αισθητήρα είναι να εξοικονομήσει ενέργεια.
- Το να προκαλέσει κάποιο συμβάν όταν ο χρήστης δεν κινείται (ψευδής θετικό) είναι εξαιρετικά δαπανηρό από άποψη ισχύος, γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται.
- Το να μην προκαλεί κάποιο συμβάν όταν ο χρήστης κινείται (ψευδής αρνητικό) είναι αποδεκτό αφού κάτι τέτοιο δεν γίνεται επανειλημμένα. Αν ο χρήστης περπατάει για 10 δευτερόλεπτα, το να μην προκαλεί ένα συμβάν εντός αυτών των 10 δευτερολέπτων δεν είναι αποδεκτό.

Step detector sensor: Ο αισθητήρας ανίχνευσης βήματος δημιουργεί ένα συμβάν κάθε φορά που κάνει ένα βήμα ο χρήστης.

Η χρονική σήμανση του `sensors_event_t.timestamp` αντιστοιχεί όταν το πόδι του χρήστη πατήσει το έδαφος, δημιουργώντας μια μεγάλη διακύμανση στην επιτάχυνση.

Σε σύγκριση με τον μετρητή βήματος, ο ανιχνευτής βήματος θα πρέπει να έχει ένα χαμηλότερο λανθάνοντα χρόνο (λιγότερο από 2 δευτερόλεπτα). Και ο ανιχνευτής βήματος αλλά και ο μετρητής βήματος ανιχνεύουν όταν ο χρήστης περπατά, τρέχει ή αναβαίνει σκάλες. Δεν θα πρέπει να ενεργοποιούνται, όταν ο χρήστης κάνει ποδήλατο, οδηγεί ή όταν είναι σε άλλα οχήματα.

Αυτός ο αισθητήρας θα πρέπει να είναι χαμηλής ισχύος. Δηλαδή, αν η ανίχνευση βήματος δεν μπορεί να γίνει στο hardware, δεν θα πρέπει να οριστεί. Συγκεκριμένα, όταν ο ανιχνευτής βήματος είναι ενεργοποιημένος και το επιταχυνσιόμετρο δεν είναι, τα βήματα μόνα θα πρέπει να προκαλούν διακοπές.

Step counter sensor: Είναι ο αισθητήρας που μετρά τα βήματα που κάνει ο χρήστης μετά από την τελευταία επανεκκίνηση της συσκευής.

Η μέτρηση αναφέρεται στο `uint64_t` στην `sensors_event_t.step_counter` και μηδενίζεται μόνο όταν γίνει επανεκκίνηση στο σύστημα.

Η χρονική σήμανση του γεγονότος έχει οριστεί τη στιγμή που έγινε το τελευταίο βήμα για εκείνο το γεγονός.

Σε σύγκριση με τον ανιχνευτή βήματος, ο μετρητής βήματος μπορεί να έχει υψηλότερη λανθάνουσα κατάσταση (μέχρι 10 δευτερόλεπτα). Χάρη σε αυτή την λανθάνουσα κατάσταση, αυτός ο αισθητήρας έχει μια υψηλή ακρίβεια καταμέτρηση βήματος μετά από μια γεμάτη μέρα μετρήσεων θα πρέπει να είναι εντός του 10% του πραγματικού αριθμού των βημάτων.

Τόσο ο ανιχνευτής βήματος όσο και ο μετρητής βήματος ανιχνεύουν όταν ο χρήστης περπατά, τρέχει ή ανεβαίνει σκάλες. Δεν θα πρέπει να ενεργοποιούνται, όταν ο χρήστης κάνει ποδήλατο, οδηγεί ή μετακινείται με άλλα οχήματα.

Το hardware θα πρέπει να εξασφαλίσει ότι ο αριθμός των εσωτερικών βημάτων ποτέ δεν υπερχειλίζει. Το ελάχιστο μέγεθος του εσωτερικού μετρητή του hardware πρέπει να είναι 16 bits. Σε περίπτωση επικείμενης υπερχειλίσης (το πολύ κάθε $\sim 2^{16}$ βήματα), το SoC μπορεί να ενεργοποιηθεί, ώστε ο οδηγός να μπορεί να κάνει τη

συντήρηση μέτρησης. Όπως αναφέρεται στην αλληλεπίδραση, ενώ ο αισθητήρας αυτός λειτουργεί, δεν διακόπτει κανέναν άλλον αισθητήρα, μάλιστα, το επιταχυνσιόμετρο μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιείται παράλληλα.

Εάν μια συγκεκριμένη συσκευή δεν μπορεί να υποστηρίξει αυτές τις καταστάσεις λειτουργίας, τότε αυτό το είδος του αισθητήρα δεν πρέπει να αναφέρεται από τον HAL. Αυτός ο αισθητήρας θα πρέπει να είναι χαμηλής ισχύος, δηλαδή αν η ανίχνευση βήματος δεν μπορεί να γίνει στο hardware, τότε αυτός ο αισθητήρας δεν θα πρέπει να οριστεί. Συγκεκριμένα, όταν ο μετρητής βήματος ενεργοποιείται και το επιταχυνσιόμετρο δεν ενεργοποιείται μόνο τα βήματα θα πρέπει να προκαλούν διακοπές

Tilt detector sensor: Είναι ο αισθητήρας που μετρά την κλίση μίας συσκευής.

Ένα γεγονός κλίσης καθορίζεται από την κατεύθυνση του window μέσης βαρύτητας 2-δευτερολέπτων που αλλάζει κατά τουλάχιστον 35 μοίρες μετά την ενεργοποίηση ή το τελευταία κλίση που δημιουργείται από τον αισθητήρα βαρύτητας.

Μεγάλες επιταχύνσεις χωρίς αλλαγή στον προσανατολισμό της συσκευής δεν θα πρέπει να προκαλέσουν κλίση σε μία συσκευή. Για παράδειγμα, μια απότομη στροφή ή ισχυρή επιτάχυνση κατά την οδήγηση ενός αυτοκινήτου δεν θα πρέπει να προκαλέσει κλίση, ακόμη και αν η γωνία της μέσης επιτάχυνσης διαφέρουν περισσότερο από 35 μοίρες.

Τυπικά, αυτός ο αισθητήρας υλοποιείται μόνο με τη βοήθεια ενός επιταχυνσιομέτρου. Ωστόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι αισθητήρες, καθώς και αν δεν αυξάνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Είναι ένας αισθητήρας χαμηλής δύναμης που μπορεί να επιτρέψει στο SoC να μπει σε κατάσταση αναστολής.

Rotation vector sensor: Είναι ο αισθητήρας που μετρά τον προσανατολισμό της συσκευής σε σχέση με το πλαίσιο συντεταγμένων east-north-up. Συνήθως λαμβάνεται με την ενσωμάτωση των μετρήσεων επιταχυνσιομέτρου, γυροσκοπίου, και μαγνητομέτρου.

Το σύστημα συντεταγμένων East-North-Up ορίζεται ως άμεση ορθοκανονική βάση, όπου:

- X δείχνει ανατολικά και εφάπτεται με το έδαφος.
- Y δείχνει βόρεια και εφάπτεται με το έδαφος.
- Z δείχνει προς τον ουρανό και είναι κάθετο προς το έδαφος.

Ο προσανατολισμός της συσκευής αντιπροσωπεύεται από την απαραίτητη περιστροφή να ευθυγραμμιστούν οι συντεταγμένες North-East-Up της συσκευής. Εφαρμόζοντας δηλαδή την περιστροφή προς του world frame (X, Y, Z), να μπορεί να τα ευθυγραμμίζει με τις συντεταγμένες του τηλεφώνου (x, y, z).

Η περιστροφή μπορεί να παρατηρηθεί όταν περιστρέφοντας μία συσκευή κατά μια γωνία θήτα γύρω από έναν άξονα `rot_axis` να πηγαίνει από την διάταξη προσανατολισμού προς τον τρέχοντα προσανατολισμό της συσκευής

Αυτός ο αισθητήρας πρέπει να χρησιμοποιεί ένα γυροσκόπιο ως κύριο input για την αλλαγή προσανατολισμού. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιεί επιταχυνσιόμετρο και μαγνητόμετρο ως input για να αναπληρώσει το γυροσκόπιο αλλά δεν μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας μόνο το αυτά τα δύο. Ο αισθητήρας rotation vector έχει αποκαταστήσει τον orientation sensor στο Android SDK.

Game rotation vector sensor: Αυτός ο αισθητήρας είναι παρόμοιος με τον αισθητήρα rotation vector αλλά δεν χρησιμοποιεί το γεωμαγνητικό πεδίο. Ως εκ τούτου, ο άξονας Y δεν δείχνει βόρεια, αλλά αν 'αυτού σε κάποια άλλη αναφορά. Η αναφορά αυτή αφήνεται να οδηγείται από την ίδια τάξη μεγέθους όπως το γυροσκόπιο οδηγείται γύρω από τον άξονα Z. Ο αισθητήρας αυτός πρέπει να βασίζεται σε ένα γυροσκόπιο και ένα επιταχυνσιόμετρο. Δεν μπορεί να χρησιμοποιεί μαγνητόμετρο ως input.

Gravity sensor: Είναι ο αισθητήρας βαρύτητας ο οποίος αναφέρει την κατεύθυνση και το μέγεθος της βαρύτητας στις συντεταγμένες της συσκευής. Τα συστατικά του αισθητήρα βαρύτητας που αναφέρονται σε m / s^2 στα X, Y και Z σημεία στο `sensors_event_t.acceleration`. Όταν η συσκευή είναι σε κατάσταση ηρεμίας, το output του αισθητήρα βαρύτητας θα πρέπει να είναι ταυτόσημο με εκείνο του επιταχυνσιομέτρου. Στη Γη, το μέγεθος είναι περίπου $9,8 m / s^2$. Εάν η συσκευή διαθέτει ένα γυροσκόπιο, ο αισθητήρας βαρύτητας πρέπει να χρησιμοποιεί το γυροσκόπιο και το επιταχυνσιόμετρο ως είσοδο. Εάν η συσκευή δεν διαθέτει

γυροσκόπιο, ο αισθητήρας βαρύτητας πρέπει να χρησιμοποιεί το επιταχυνσιόμετρο και το μαγνητόμετρο ως input.

Geomagnetic rotation vector sensor: Είναι ο αισθητήρας που μετρά τη γεωμαγνητική περιστροφή. Είναι παρόμοιος με τον αισθητήρα rotation vector αλλά χρησιμοποιεί μαγνητόμετρο και όχι γυροσκόπιο. Ο αισθητήρας αυτός πρέπει να βασίζεται σε ένα μαγνητόμετρο. Δεν μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας ένα γυροσκόπιο και το input του γυροσκοπίου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από αυτόν τον αισθητήρα. Αυτός ο αισθητήρας πρέπει να είναι χαμηλής ισχύος, γι' αυτό πρέπει να υλοποιείται σε hardware.

3.8 Σύνθετοι αισθητήρες αλληλεπίδρασης

Μερικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανίχνευση αλληλεπιδράσεων με το χρήστη. Δεν καθορίζουμε εμείς το πώς πρέπει να εφαρμόζονται αυτοί οι αισθητήρες, αλλά πρέπει να είναι χαμηλής ισχύος και είναι ευθύνη του εργοστασιακού κατασκευαστή της συσκευής για την επαλήθευση της ποιότητά τους από την άποψη της εμπειρίας του χρήστη.

Wake up gesture sensor: Αυτός ο αισθητήρας χειρονομίας ενεργοποιεί την συσκευή με μία συγκεκριμένη κίνηση που κάνει ο χρήστης πάνω στη συσκευή.

Όταν ο αισθητήρας αυτός ενεργοποιηθεί, η συσκευή συμπεριφέρεται σαν να πατήθηκε το κουμπί τροφοδοσίας, ανάβοντας την οθόνη. Αυτή η συμπεριφορά (ξεκλείδωμα της οθόνης, όταν ο αισθητήρας αυτός ενεργοποιείται) μπορεί να απενεργοποιηθεί από το χρήστη στις ρυθμίσεις της συσκευής.

Οι αλλαγές στις ρυθμίσεις δεν επηρεάζουν τη συμπεριφορά του αισθητήρα, μόνο αν το framework ανάβει την οθόνη όταν ενεργοποιείται. Η πραγματική χειρονομία που πρέπει να ανιχνευθεί δεν έχει καθοριστεί, και μπορεί να επιλεγεί από τον κατασκευαστή της συσκευής.

Αυτός ο αισθητήρας θα πρέπει να είναι χαμηλής ισχύος, καθώς είναι πιθανό να ενεργοποιηθεί 24/7.

Pick up gesture: Είναι ένας αισθητήρας χειρονομίας που ενεργοποιείται όταν η συσκευή σηκωθεί από ένα οποιοδήποτε σημείο όπως ένα γραφείο, μία τσάντα η και την τσέπη μας.

Glance gesture: Είναι ένας αισθητήρας που ανάβει για λίγο την οθόνη για να μπορέσει ο χρήστης να την ενεργοποιήσει με μία ματιά στην οθόνη με βάση μια συγκεκριμένη κίνηση. Όταν ο αισθητήρας αυτός ενεργοποιηθεί, η συσκευή θα ανάψει την οθόνη στιγμιαία για να επιτρέψει στο χρήστη να ξεκλειδώσει την οθόνη με μία ματιά ή κάποια άλλη κίνησή του.

Αυτή η συμπεριφορά (εν συντομία ανάβει την οθόνη όταν ο αισθητήρας αυτός ενεργοποιεί) μπορεί να απενεργοποιηθεί από το χρήστη στις ρυθμίσεις της συσκευής. Οι αλλαγές στις ρυθμίσεις δεν επηρεάζουν τη συμπεριφορά του αισθητήρα μόνο αν το framework ανάβει για λίγο την οθόνη όταν ενεργοποιείται. Η πραγματική χειρονομία που πρέπει να ανιχνευθεί δεν έχει καθοριστεί, και μπορεί να επιλεγεί από τον κατασκευαστή της συσκευής. Αυτός ο αισθητήρας θα πρέπει να είναι χαμηλής ισχύος, καθώς είναι πιθανό να ενεργοποιηθεί 24/7.

3.9 Αλληλεπίδραση αισθητήρων

Στις εφαρμογές Android, κάθε αισθητήρας Android είναι μια ανεξάρτητη οντότητα, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων αισθητήρων.

- Αυτό ισχύει ακόμα κι διάφοροι αισθητήρες Android μπορεί να μοιράζονται τον ίδιο υποκείμενο φυσικό αισθητήρα
- Για παράδειγμα: ο step counter, significant motion και το επιταχυνσιόμετρο, που όλα βασίζονται στην ίδιο φυσικό αισθητήρα, το επιταχυνσιόμετρο, πρέπει να είναι σε θέση να εργαστούν ταυτόχρονα
- Το ίδιο ισχύει και για τις wake-up και non-wake-up εκδόσεις του ίδιου αισθητήρα.

Οι αισθητήρες Android θα πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργούν ταυτόχρονα και ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο. Αυτό σημαίνει ότι, οποιαδήποτε ενέργεια ενός αισθητήρα Android δεν πρέπει να επηρεάζει τη συμπεριφορά των άλλων αισθητήρων.

Συγκεκριμένα, στο επίπεδο HAL:

- η ενεργοποίηση ενός αισθητήρα
- η απενεργοποίηση ενός αισθητήρα
- η αλλαγή της συχνότητας δειγματοληψίας του αισθητήρα
- η αλλαγή της μέγιστης καθυστέρησης αναφοράς ενός αισθητήρα

δεν μπορεί να προκαλέσει:

- έναν άλλο ενεργοποιημένο αισθητήρα για να σταματήσει να λειτουργεί
- έναν άλλο ενεργοποιημένο αισθητήρα για να αλλάξει ρυθμό δειγματοληψίας
- έναν άλλο ενεργοποιημένο αισθητήρα για να μειώσει την ποιότητα των μετρήσεων του
- ένα άλλο μη-ενεργοποιημένο αισθητήρα για να αρχίσει να μεταδίδει δεδομένα

Οι παραπάνω ενέργειες εν τέλει (ενεργοποίηση, απενεργοποίηση, και οι αλλαγές των παραμέτρων) δεν αποτρέπουν έναν άλλο αισθητήρα να πετύχει. Για παράδειγμα, αν μπορούμε να ενεργοποιήσουμε τον step counter πρέπει να είναι ανεξάρτητος από το αν το επιταχυνσιόμετρο είναι ενεργοποιημένο. Ένα άλλο σημαντικό παράδειγμα είναι ένας wake-up αισθητήρας που ενεργοποιείται σε 5Hz πρέπει να δημιουργεί γεγονότα γύρω στα 5Hz, ακόμη και αν είναι η non-wake-up μορφή της έχει ενεργοποιηθεί στα 100Hz.

Μέρος II

Αναλυτική σύνδεση αισθητήρων με εφαρμογές
& συνδυασμοί αισθητήρων

Κεφάλαιο 4

Πως συνδέεται ένας αισθητήρας με μια εφαρμογή

Για την καλύτερη κατανόηση των αισθητήρων και της λειτουργίας τους θα αναλύσω εις βάθος έναν αισθητήρα android σύμφωνα με την στοίβα αισθητήρων που ανέλυσα παραπάνω και θα τον συγκρίνω με ακόμα έναν σε πολλά σημεία. Πιο απλά θα εξηγήσω την διαδικασία που γίνεται όταν ένας προγραμματιστής δημιουργεί μια εφαρμογή για μία android συσκευή που δουλεύει με αισθητήρες. Πως ο αισθητήρας που χρησιμοποιεί ενσωματώνεται μέσα στη συσκευή.

Ας πάρουμε για παράδειγμα μία εφαρμογή η οποία χρησιμοποιεί το αισθητήρα εγγύτητας. Υπάρχει ένα chip ενσωματωμένο στη συσκευή μαζί με τα υπόλοιπα

Σύμφωνα με την στοίβα, μία εφαρμογή για να αποκτήσει πρόσβαση σε κάποιον αισθητήρα και να μπορέσει να τον χρησιμοποιήσει, στην προκειμένη περίπτωση τον αισθητήρα εγγύτητας θα πρέπει να συνδεθεί στο λογισμικό **SDK** και να τον επιλέξει από τους διαθέσιμους αισθητήρες που υπάρχουν εκεί. Για παράδειγμα “**SENSOR.TYPE_PROXIMITY**”.

Στη συνέχεια το **Framework** στέλνει αίτημα στο HAL για την ενεργοποίηση του αισθητήρα εγγύτητας που επιλέχθηκε και ενώνεται με το HAL. Αν επιλέγαμε για παράδειγμα άλλον έναν αισθητήρα όπως τον αισθητήρα φωτός, τότε το framework θα έκανε ακριβώς την ίδια διαδικασία. Στη συνέχεια το framework χρησιμοποιεί το JNI για να συνδεθεί με το hardware του αισθητήρα. Όταν η εφαρμογή εγγραφεί στον αισθητήρα εγγύτητας τότε στέλνει αίτημα στο HAL να απενεργοποιήσει τον αισθητήρα για την εξοικονόμηση ισχύς της android συσκευής.

Το πιο σημαντικό σημείο που περνάει ο αισθητήρας είναι το **HAL**. Στο HAL το οποίο δηλώνεται στο sensors.h αντιπροσωπεύει την επαφή μεταξύ του framework και του συγκεκριμένου λογισμικού hardware του αισθητήρα.

Στο HAL η λειτουργίες που θα γίνουν για ξεκινήσει ο αισθητήρας θα ναί το activate και το batch για να ρυθμίσει τις παραμέτρους του, όπως τη συχνότητα δειγματοληψίας και τη μέγιστη καθυστέρηση αναφοράς του.

Έπειτα ο αισθητήρας αλληλεπιδρά με τις φυσικές συσκευές μέσω των **Drivers** τους.

Στη συνέχεια ο φυσικός αισθητήρας της εγγύτητας συνδέεται με το σύστημα του android μέσω του Soc με τη βοήθεια του **Sensor Hub** που επιτρέπει την παρακολούθηση χαμηλής ισχύος της συσκευής και την επεξεργασία δεδομένων. Με λίγα λόγια το Sensor hub επεξεργάζεται τα δεδομένα του αισθητήρα και τα ενσωματώνει στη συσκευή.

Τέλος ο αισθητήρας αυτός φτάνει στο **Sensors** όπου είναι το σημείο που γίνονται οι μετρήσεις μέσω των ειδικών chips που ονομάζονται MEM'S.

Σε πολλές περιπτώσεις αυτά τα chips μπορούν να συμπεριλάβουν και άλλους αισθητήρες όπως αισθητήρα εγγύτητας και αισθητήρα φωτός μαζί και να κάνουν συνδυαστικές μετρήσεις από αυτούς τους δύο αισθητήρες.

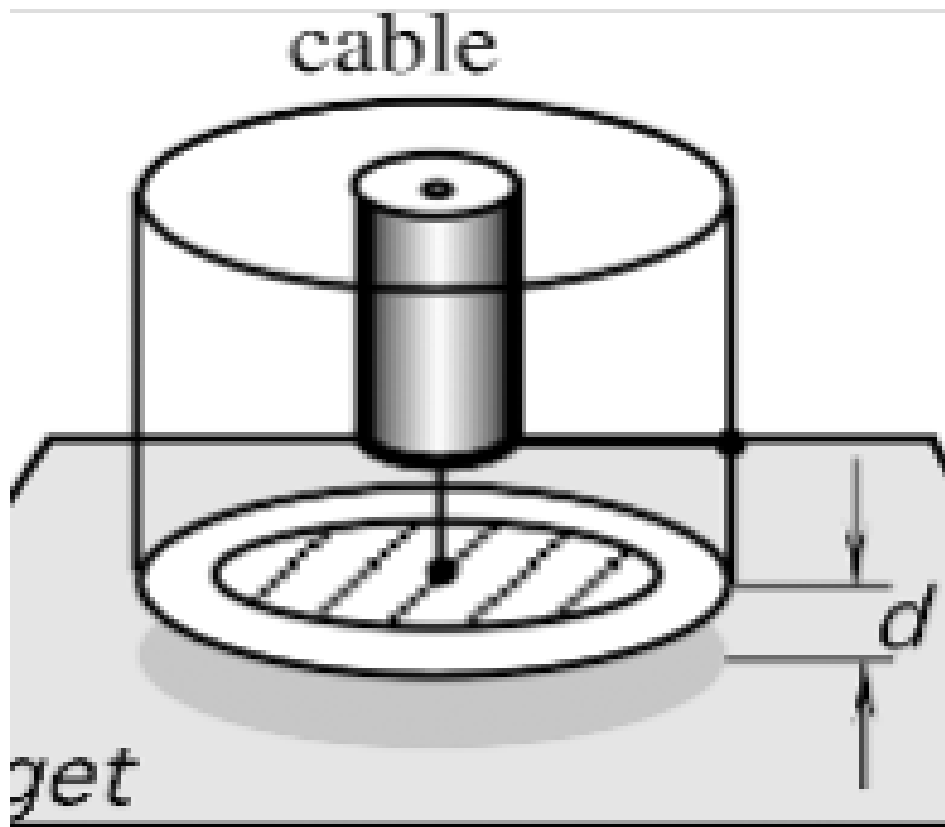
Κεφάλαιο 5

Συνδυασμοί αισθητήρων

5.1 Τεχνική ανάλυση αισθητήρα εγγύτητας και φωτός

Όταν θέλουμε να μετρήσουμε μια κρίσιμη απόσταση χρησιμοποιούμε έναν αισθητήρα εγγύτητας. Ο αισθητήρας εγγύτητας είναι μια εκδοχή ενός αισθητήρα θέσης για κάποιο κατώτατο όριο (Handbook of Modern Sensors Physics Designs and Applications). Ένας αισθητήρας θέσης είναι μια γραμμική συσκευή της οποίας το σήμα εξόδου αντιπροσωπεύει την απόσταση που βρίσκεται ένα αντικείμενο από ένα συγκεκριμένο σημείο αναφοράς. Ο αισθητήρας εγγύτητας, από την άλλη μεριά, είναι μια κάπως πιο απλή συσκευή η οποία είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να δίνει σήμα στην έξοδο του όταν το αντικείμενο βρίσκεται κοντύτερα από μια απόσταση από τον αισθητήρα. Υπάρχουν τέσσερα είδη αισθητήρα εγγύτητας.

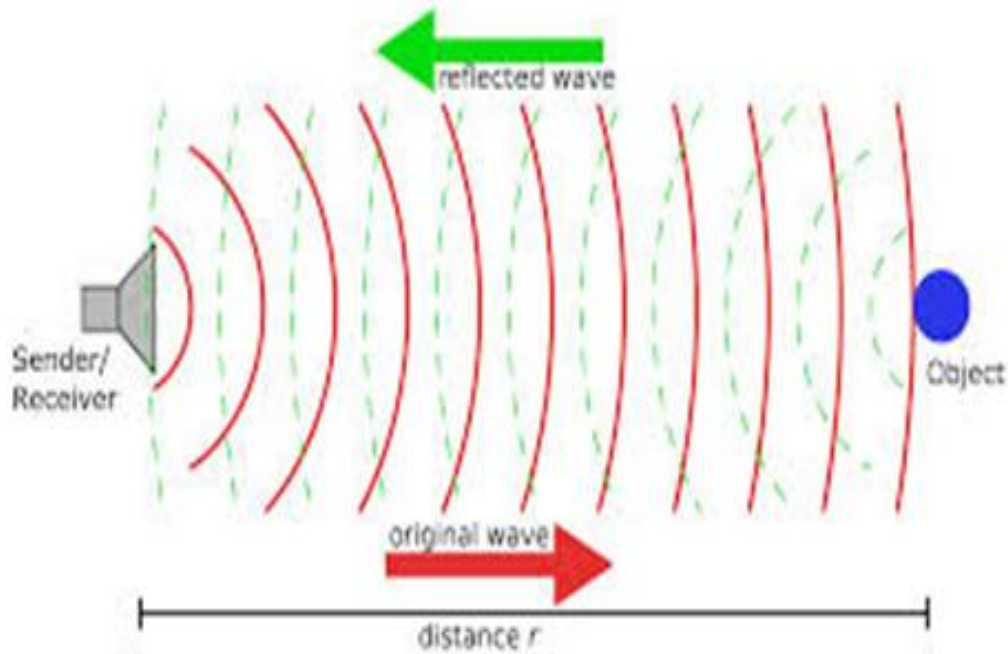
Χωρητικοί αισθητήρες εγγύτητας: Η ικανότητα των χωρητικών ανιχνευτών να ανιχνεύουν σχεδόν όλα τα υλικά τους καθιστά μια ελκυστική επιλογή για πολλές εφαρμογές. Η αλλαγή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή γίνεται είτε μέσω της αλλαγής της γεωμετρίας του (παράδειγμα η αλλαγή της απόστασης των οπλισμών του), είτε λόγω της παρουσίας αγώγιμων ή διηλεκτρικών υλικών. Σε πολλές πρακτικές εφαρμογές, κατά τη μέτρηση αποστάσεων σε ένα ηλεκτρικά αγώγιμο αντικείμενο, η ίδια η επιφάνεια του αντικειμένου μπορεί να χρησιμεύσει ως οπλισμός του πυκνωτή.



Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η σχεδίαση ενός μονοπολικού χωρητικού αισθητήρα, όπου ο ένας σπλισμός ενός πυκνωτή συνδέεται με τον κεντρικό αγωγό ενός ομοαξονικού καλωδίου cable ενώ ο άλλος σπλισμός σχηματίζεται από ένα στόχο (αντικείμενο).

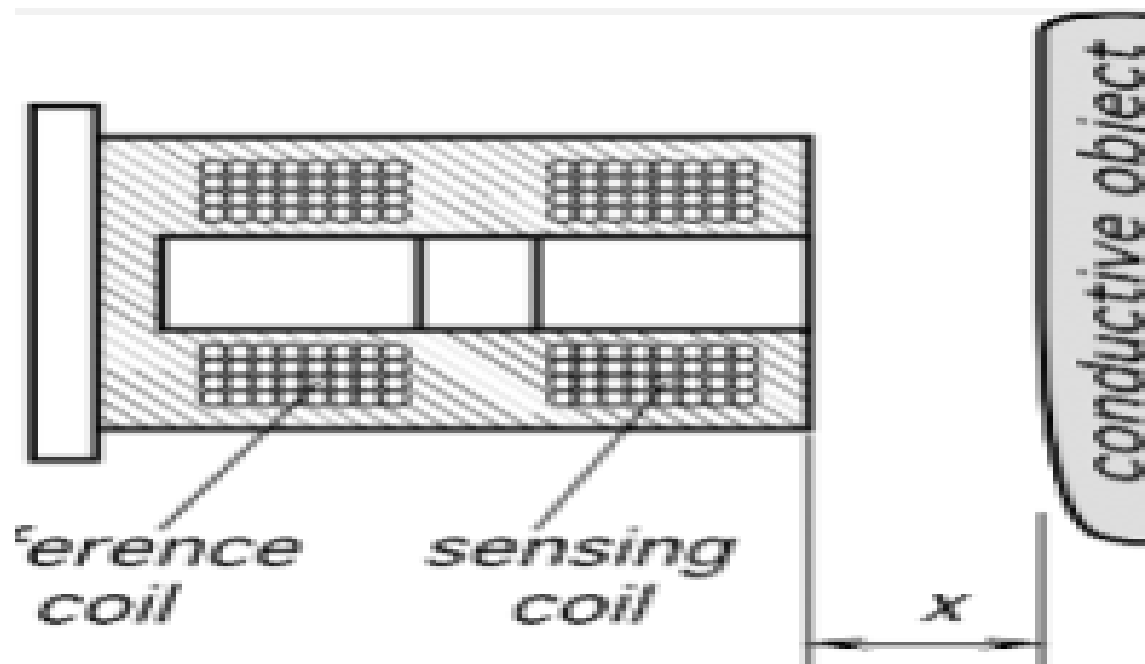
Ένα χωρητικός αισθητήρας εγγύτητας μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός όταν χρησιμοποιείται για ηλεκτρικά αγωγή αντικείμενα. Ο αισθητήρας μετρά μία χωρητικότητα μεταξύ του ηλεκτροδίου και του αντικειμένου η οποία αλλάζει με την απόσταση, με αυτή τη μέτρηση μπορούμε να έχουμε την απόσταση. Ωστόσο, ακόμη και για τα μη αγωγή αντικείμενα, αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να είναι αρκετά αποτελεσματικοί, αν και με μικρότερη ακρίβεια. Κάθε αντικείμενο, αγωγή ή μη αγωγή, το οποίο βρίσκεται κοντά στο ηλεκτρόδιο, έχει από μόνο του διηλεκτρικές ιδιότητες οι οποίες θα μεταβάλλουν την χωρητικότητα μεταξύ του ηλεκτροδίου και του περιβλήματος του αισθητήρα και, με τη σειρά της, θα παράγει την μετρήσιμη απόκριση στην χωρητικότητα.

Ακουστικοί αισθητήρες εγγύτητας: Τέτοιου είδους αισθητήρες εγγύτητας λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με τα ραντάρ ή τα σόναρ.



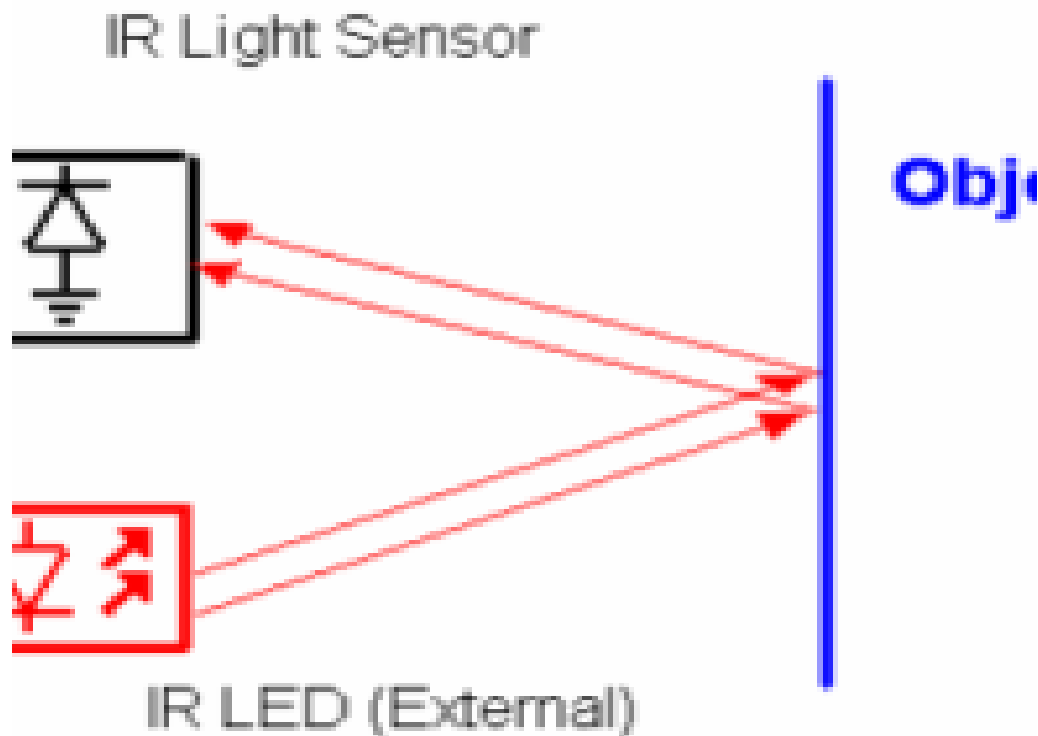
Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε έναν αισθητήρα Sender/Receiver να παράγει ηχητικά κύματα original wave τα οποία ανακλώνται από ένα αντικείμενο Object και στη συνέχεια επιστρέφει η ηχώ rejected wave πίσω στον αισθητήρα. Από τη διαφορά χρόνου που έγινε η εκπομπή του ηχητικού κύματος μέχρι την επιστροφή του υπολογίζεται η απόσταση του αντικειμένου από τον αισθητήρα.

Επαγωγικοί αισθητήρες εγγύτητας: Η θέση μπορεί να ανιχνευτεί και με μεθόδους ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.



Όπως βλέπουμε στην παραπάνω εικόνα χρησιμοποιούνται δύο πηνία σαν ανιχνευτές εγγύτητας για μη μαγνητικά αλλά αγωγίμα υλικά. Το ένα πηνίο χρησιμοποιείται ως πηνίο αναφοράς και το άλλο για την ανίχνευση των μαγνητικών ρευμάτων που επάγονται στο αγωγίμο αντικείμενο. Τα ρεύματα αυτά παράγουν ένα μαγνητικό πεδίο που αντιτίθεται σε εκείνο του πηνίου ανίχνευσης οδηγώντας έτσι σε μία ανισορροπία σε σχέση με το πηνίο αναφοράς. Όσο πλησιέστερα βρίσκεται το αντικείμενο στο πηνίο, τόσο μεγαλύτερη είναι η μεταβολή της μαγνητικής αντίστασης και τόσο μεγαλύτερη η ανισορροπία.

Αισθητήρες υπέρυθρων: Στην περίπτωση των κινητών τηλεφώνων χρησιμοποιούνται οι αισθητήρες υπέρυθρων. Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν την απόσταση ενός αντικείμενου ανιχνεύοντας την ένταση της ανακλώμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας.



Όπως βλέπουμε στην παραπάνω εικόνα ένας αισθητήρας led υπέρυθρων στέλνει ένα σήμα, ένα αντικείμενο object μπροστά από το led ανακλά ένα μέρος του σήματος σε μια φωτοδίοδο η οποία είναι ευαίσθητη μόνο στην υπέρυθρη ακτινοβολία. Όσο πιο κοντά είναι το αντικείμενο τόσο πιο μεγάλη είναι η ένταση της ανακλώμενης

ακτινοβολίας. Μπορούμε λοιπόν να βαθμονομήσουμε κατάλληλα τον αισθητήρα εγγύτητας στην επιθυμητή απόσταση.

Ο αισθητήρας εγγύτητας βρίσκεται δίπλα στο ακουστικό του κινητού τηλεφώνου Έτσι όταν πλησιάζουμε το τηλέφωνο στο αυτί μας η συσκευή κλείνει αυτόματα την οθόνη και με αυτόν τον τρόπο εξοικονομεί ενέργεια αλλά και αποφεύγεται το «πάτημα» κάποιου «κουμπιού» στην οθόνη αφής κατά τη διάρκεια της κλήσης από το μάγουλο μας..

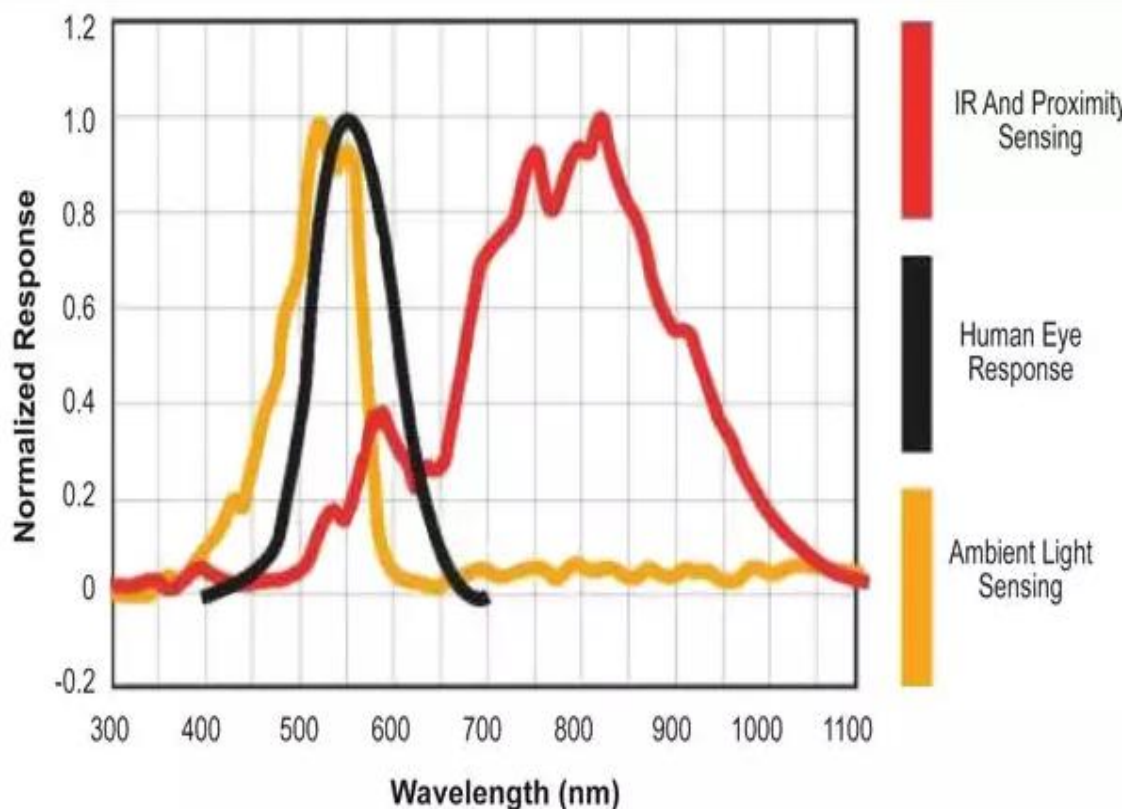
5.2 Συνδυασμός αισθητήρα εγγύτητας και φωτός

Οι καταναλωτικές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούν όλο και περισσότερους αισθητήρες για να εξοικονομήσουν ενέργεια και να ενισχύσουν την αλληλεπίδρασή μας με αυτούς. Μερικές από τις τελευταίες συσκευές που κυκλοφορούν έχουν περισσότερους από δέκα αισθητήρες.

Δημιουργείται ένα φυσικό ερώτημα για τους κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων, το αν κάποιος από αυτούς τους αισθητήρες αξίζει να συν-συσκευασμένος με κάποιον άλλο για να εξοικονομήσουν ενέργεια, το χώρο, και το κόστος. Στην περίπτωση μας, υπάρχουν πολλοί καλοί λόγοι για συν-συσκευαστούν ένας αισθητήρας εγγύτητας με έναν αισθητήρα φωτός. Μετά την αποσαφήνιση των ρόλων τους, τις δραστηριότητές τους και μερικές απλές διαφορές, οι λόγοι αυτοί θα συζητηθούν.

Ένας αισθητήρας φωτός δρα σαν ένα μάτι για ένα σύστημα που μετρά το φως του χώρου. Αν η συσκευή είναι σε εσωτερικούς χώρους, είναι το φως σε ένα δωμάτιο. Αν η συσκευή είναι εκτός, θα μπορούσε να έχει πιο φωτεινή οθόνη από το ηλιακό φως ή λιγότερο στην σκιά. Η μέτρηση αυτής της ποσότητας του φωτός γίνεται από μια δίοδο εκπομπής φωτός (LED) και ποσοτικά ενεργοποιεί ένα σύστημα για να προσαρμόσει τη δική οθόνη του. Αν ο περιβάλλον φωτισμός είναι φωτεινός, ο οπίσθιος φωτισμός της οθόνης λειτουργεί σε πλήρη ισχύ. Εάν η περιοχή είναι πιο σκούρα, ο φωτισμός μειώνεται, για να εξοικονομεί ενέργεια. Παρεμπιπτόντως, αυτό είναι επίσης ευχάριστο για τον χρήστη. Έχετε δοκιμάσει ποτέ να αναζητήσετε κάτι στο κινητό σας άμεσα σε ένα σκοτεινό δωμάτιο; Τα μάτια μπορεί να κουραστούν αρκετά γρήγορα από αυτή την υπερδιέγερση. Έτσι η λειτουργία dimming που

παρέχεται από τον αισθητήρα φωτός γίνεται μια ευπρόσδεκτη προσθήκη. Η πρόκληση είναι ότι δίοδοι πυριτίου αντιδρούν φυσικά σε ένα ευρύ φάσμα μηκών κύματος. Ένας αισθητήρας φωτός πρέπει να είναι σχεδιασμένος ώστε να μιμείται το ανθρώπινο μάτι. Αυτό το φιλτράρισμα είναι μια από τις μετρήσεις της ποιότητας του αισθητήρα, ιδίως δεδομένου ότι η πλειοψηφία των πηγών φωτός έχουν ενέργειας στα υπέρυθρα μήκη κύματος (σκεφτείτε μερικές φωτεινές πηγές εκπέμπουν επίσης θερμότητα).



Εικόνα 4.1: Διάγραμμα απόκρισης ανθρώπινου ματιού σε σχέση με τους αισθητήρες φωτός και εγγύτητας

<http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2012/aug/advantages-of-packaging-a-proximity-sensor-with-an-ambient-light-sensor>

Το παραπάνω διάγραμμα περιγράφει μία πολύ καλή αντιστοιχία του φιλτραρίσματος αισθητήρα φωτός και εγγύτητας σε σύγκριση με την απόκριση του ανθρώπινου ματιού. Σε αυτό το διάγραμμα μας ενδιαφέρει η σύγκριση του ματιού με τον αισθητήρα φωτός. Το κίτρινο αναπαριστά τον αισθητήρα φωτός και το μαύρο το ανθρώπινο μάτι. Όπως μπορούμε να διακρίνουμε η απόκριση είναι πολύ μικρή.

Ένας αισθητήρας εγγύτητας μετρά ένα υπέρυθρο σήμα. Αντί του σήματος που προέρχεται από τη γύρω περιοχή, ο αισθητήρας εγγύτητας οδηγεί μια εξωτερική υπέρυθρη LED. Το σήμα από αυτό το LED κατευθύνεται έξω πάνω από τον αισθητήρα εγγύτητας. Αν κάτι εισέρχεται στην εμβέλεια της υπέρυθρης εκπομπής, ένα ποσοστό θα πρέπει να αντανακλάται πίσω προς τον αισθητήρα. Υπάρχει και ένα άλλο LED στο εσωτερικό του αισθητήρα απόστασης έτοιμος να πάρει αυτό το ανακλώμενο φως. Αυτό επιτρέπει σε ένα σύστημα να αντιδρά σε κάποιον ή κάτι που έρχονται κοντά. Ένα μεγάλο παράδειγμα αυτού είναι σε πολλά κινητά τηλέφωνα. Ο χρήστης δεν θέλει να ακουμπά το μάγουλο του στα πλήκτρα όταν είναι σε μία κλήση, ενώ έχουν το τηλέφωνο στο αυτί τους. Θα ήταν βολικό αν το τηλέφωνο θα μπορούσε να απενεργοποιήσει την οθόνη αφής όταν το τηλέφωνο ήταν στο αυτί του χρήστη. Αυτό είναι ακριβώς ό, τι ο αισθητήρας εγγύτητας επιτρέπει στο τηλέφωνο να κάνει.

Αυτά τα δύο ξεχωριστά συστήματα προσφέρονται πλέον σε ένα πακέτο. Ενώ είναι αλήθεια ότι είναι δύο ξεχωριστά συστήματα, είναι και οι δύο οπτικά συστήματα που χρησιμοποιούν έναν αισθητήρα LED. Συλλέγουν πληροφορίες από τον έξω κόσμο, τις ποσοτικοποιούν, και τις παρέχουν στο σύστημα. Επί του παρόντος, το σύστημα χρησιμοποιεί κυρίως τις πληροφορίες για να προσαρμόσετε το φωτισμό της οθόνης. Οι πληροφορίες που θα μπορούσαν εξίσου εύκολα να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο περισσότερων χαρακτηριστικών του συστήματος στο μέλλον. Φυσικά, είναι βολική η εξοικονόμηση χώρου, για να μοιράζονται τις προμήθειες ενέργειας, και να συνδυάζουν την παράκαμψη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η λύση είναι μία κρίσιμη παράμετρος σε πολλά συστήματα, ειδικά στα φορητά. Η συν-συσκευασία του αισθητήρα φωτός και εγγύτητας είναι ένα μεγάλο βήμα για την ανάπτυξη πιο συμπαγή και ενισχυμένων κινητών τηλεφώνων. Τόσο ο αισθητήρας εγγύτητας και αισθητήρας φωτός πρέπει να έχουν πρόσβαση στον έξω κόσμο για τη σωστή λειτουργία, έτσι ώστε η τοποθέτησή τους μέσα σε ένα σύστημα να συνδέεται στενά με την ευαισθησία τους και η ορθή λειτουργία τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου ένας αισθητήρας φωτός είναι συσκευασμένος μόνος του, έχει τοποθετηθεί βαθύτερα μέσα σε ένα σύστημα πίσω από μια οθόνη και πίσω από το ηχείο ή λίγο πιο κάτω από ένα τυπωμένο κύκλωμα που έχει κοντά του ένα σημείο με εξωτερική πρόσβαση. Η πρακτική αυτή έχει ωθήσει τους αισθητήρες φωτός να είναι όλο και πιο ευαίσθητοι σε αυτό το έμμεσο φως. Η ένταση του φωτός μετριέται σε lux. Ενώ το φως του ήλιου υπερβαίνει 100.000 lux, οι αισθητήρες φωτός μπορούν

να ανιχνεύουν 0.001 lux. Αυτό είναι ένα μικρό κλάσμα του φωτός ενός κεριού.

“Lux” - Measure of light density within the visible spectrum.



Εικόνα 4.2: Μονάδες lux σε ανάλογες περιπτώσεις

<http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2012/aug/advantages-of-packaging-a-proximity-sensor-with-an-ambient-light-sensor>

Ένας τελευταίος και καθοριστικός λόγος για να συνδυάσουμε τον αισθητήρα εγγύτητας και τον αισθητήρα φωτός στην ίδια συσκευασία είναι ότι επιτρέπει τη γρήγορη και απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ των δύο. Θυμηθείτε στην αρχή κατά τη διάρκεια της εξήγησης της λειτουργίας του αισθητήρα φωτός που εξηγήσαμε πώς ο αισθητήρας πρέπει να μιμείται το ανθρώπινο μάτι. Το ανθρώπινο μάτι δεν βλέπει το υπέρυθρο φως, έτσι ώστε ο αισθητήρας φωτός είναι ειδικά σχεδιασμένος για να αφαιρεί όση ενέργεια στα υπέρυθρα μήκη κύματος είναι δυνατόν. Θυμηθείτε, επίσης, ότι ο αισθητήρας εγγύτητας λειτουργεί ακριβώς μέσα στο υπέρυθρο φάσμα. Κάθε

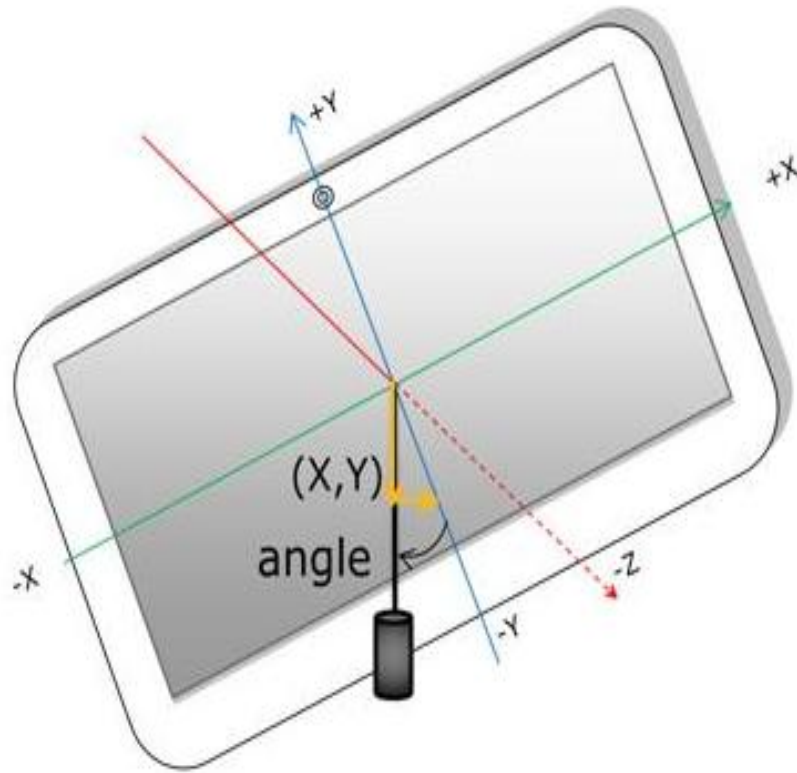
φορά που ο αισθητήρας εγγύτητας επιχειρεί να κάνει μια μέτρηση, ταυτόχρονα στέλνει το υπέρυθρο φως με την ελπίδα να αναπηδά από ένα κοντινό αντικείμενο.

Αυτή η υπέρυθρη ενέργεια θα μπορούσε εύκολα να κατακλύζει την είσοδο του αισθητήρα φωτός και να προκαλέσει ψευδές θετικές μετρήσεις, μια περίπτωση όπου τα μέτρα του αισθητήρα φωτός έχουν πιο φωτεινή ενέργεια από ό, τι είναι στην πραγματικότητα στη γύρω περιοχή. Αυτός είναι ο κύριος λόγος που συντονίζει τη λειτουργία του αισθητήρα φωτός με τον αισθητήρα εγγύτητας. Ενώ αυτό μπορεί να επιτευχθεί επίσης και με ένα μικροελεγκτή, είναι ευκολότερο να έχουν αυτό το συντονισμό σε ένα ενιαίο πακέτο. Αυτό το πακέτο στεγάζει τόσο τον αισθητήρα φωτός όσο και τον αισθητήρα εγγύτητας.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ο συνδυασμός του αισθητήρα φωτός και του αισθητήρα εγγύτητας στο ίδιο το πακέτο παρέχει μια σειρά από πλεονεκτήματα. Και οι δύο επιτρέπουν εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της μείωσης της έντασης ή τερματισμού του φωτισμού και διασύνδεση με τα ίδια τμήματα του συστήματος. Εξοικονομεί χώρο και μειώνει την πολυπλοκότητα. Και οι δύο αισθητήρες χρειάζονται πρόσβαση προς το εξωτερικό περιβάλλον του συστήματος και θα ήταν πιθανόν να βρίσκονται σε παρόμοιες θέσεις. Και δεδομένου ότι παρεμβολές από το σύστημα αισθητήρα εγγύτητας μπορούν να διαταράξουν τον αισθητήρα φωτός, ο συντονισμός μεταξύ τους έχει χαρακτηριστικά υψίστης σημασίας. Βλέπουμε λοιπόν ότι από όλους αυτούς τους λόγους είναι δημιουργείται ένα τεράστιο πλεονέκτημα από τον συνδυασμό αισθητήρων εγγύτητας και αισθητήρων φωτός

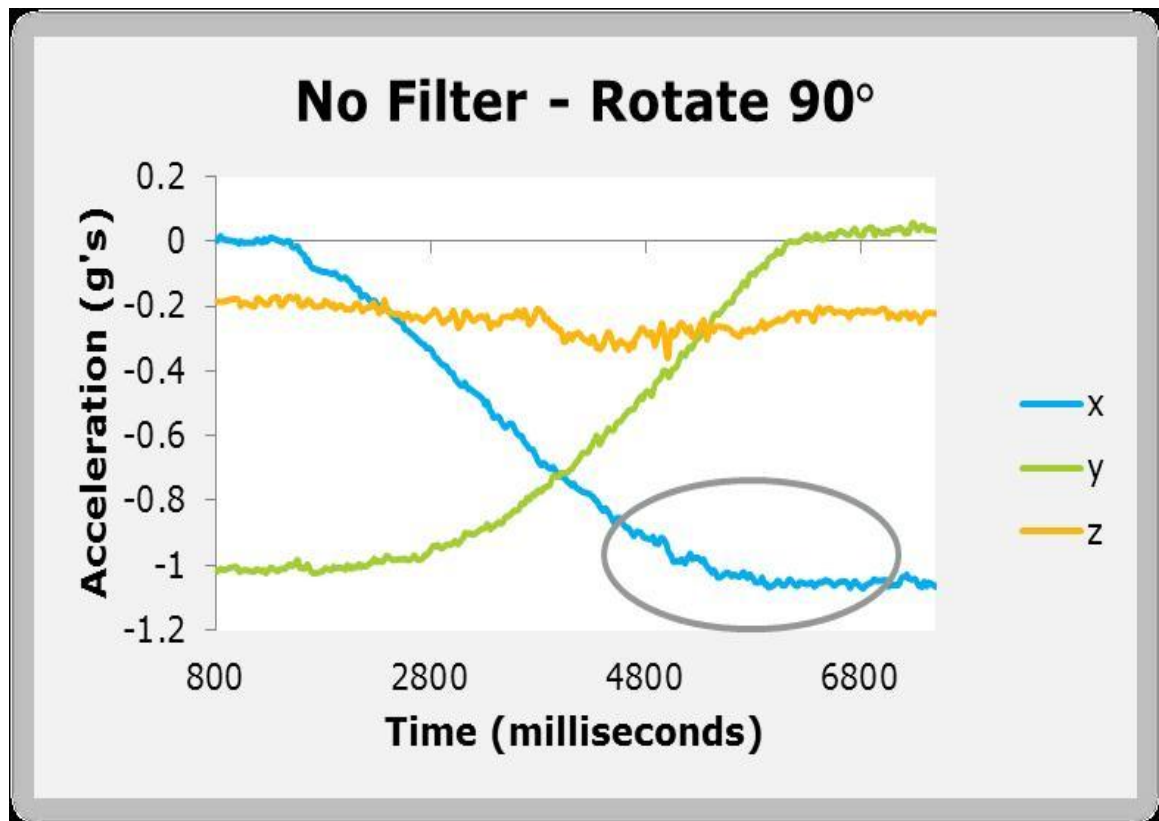
5.3 Τεχνική ανάλυση επιταχυνσιόμετρου και γυροσκοπίου

Οι μετρήσεις του αισθητήρα επιταχυνσιόμετρου μας δείχνουν το πόσο γρήγορα αλλάζει η ταχύτητα μίας συσκευής κατά την πάροδο του χρόνου. Ένα απλό παράδειγμα σε αυτό είναι η κίνηση μίας συσκευής από το σημείο Α στο Β, ή ακόμα και η περιστροφή της. Η παρακάτω εικόνα εμφανίζει κάποια χαρακτηριστικά του επιταχυνσιόμετρου καθώς η συσκευή περιστρέφεται κατά μία γωνία αριστερόστροφα.



Χρησιμοποιώντας τη βαρύτητα προς όφελός μας, μπορούμε να προσδιορίσουμε γρήγορα τη γωνία περιστροφής κοιτάζοντας τη γωνία μεταξύ τις X,Y τιμές του επιταχυνσιομέτρου και του Y άξονα. Ο εναλλακτικός τρόπος για να καθορίσουμε την περιστροφή θα ήταν αν απομονώναμε τη βαρύτητα και μετράγαμε μόνο τις μεταβολές στις τιμές του επιταχυνσιομέτρου που συνέβαιναν κατά τη διάρκεια της περιστροφής. Στη συνέχεια, θα ενσωματώναμε τις τιμές αυτές για να σας βρούμε την ταχύτητα και για άλλη μια φορά να βρούμε την απόσταση που διανύθηκε.

Ένα σημαντικό πρόβλημα με τις δύο αυτές μεθόδους είναι ότι η πηγή δεδομένων του επιταχυνσιομέτρου είναι αρκετά θορυβώδη. Το παρακάτω διάγραμμα μας δείχνει τις μετρήσεις των αισθητήρων καθώς η συσκευή περιστράφηκε κατά 90 μοίρες.

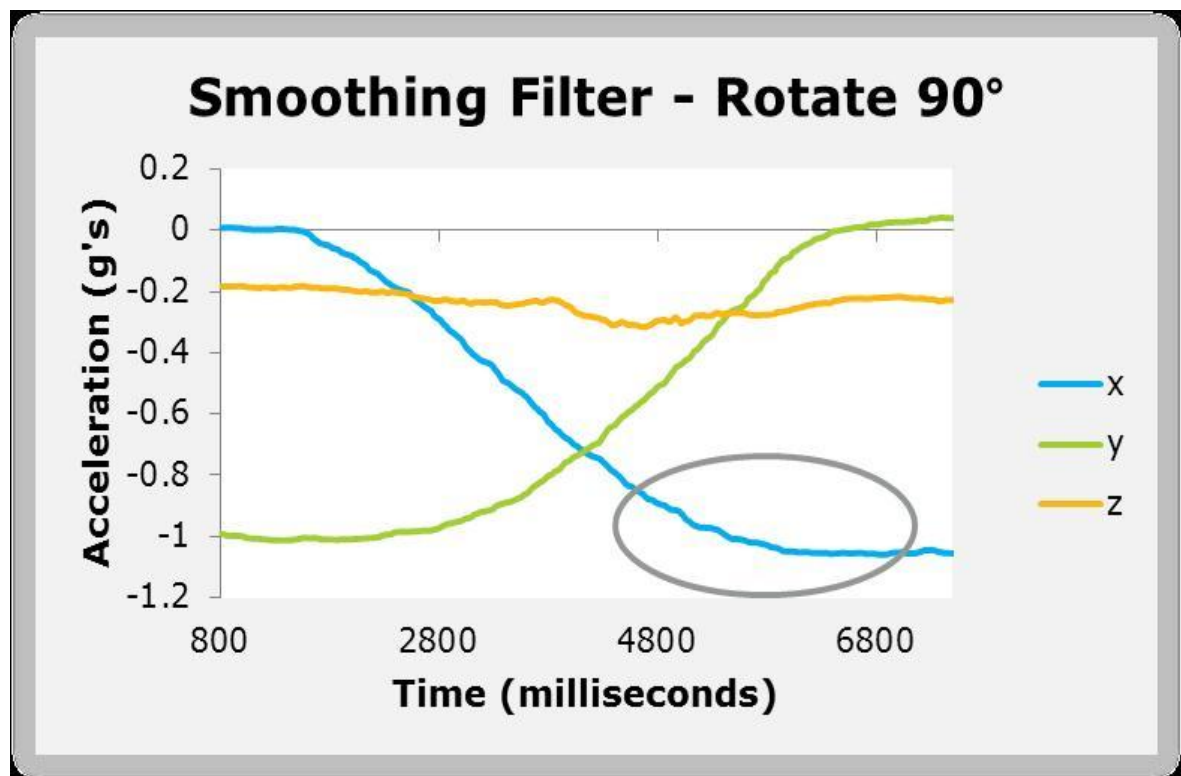


Ξεκινώντας από τα αριστερά του γραφήματος, βλέπουμε ότι η συσκευή είναι σε οριζόντια θέση με τον άξονα -Y να δείχνει προς τα κάτω. Εδώ βλέπουμε τη δύναμη της βαρύτητας που ασκείται στη συσκευή, με τιμή -1. Όταν ολοκληρωθεί η περιστροφή, βλέπουμε -X άξονα να δείχνει προς τα κάτω και η βαρύτητα που του ασκείται να είναι -1g και για αυτόν τώρα, ενώ ο άξονας Y δεν έχει πλέον καμία συνιστώσα της βαρύτητας. Το άλλο αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του γραφήματος είναι η ποσότητα του θορύβου στις γραμμές. Χρησιμοποιώντας αυτά τα ανεπεξέργαστα δεδομένα απευθείας στην εφαρμογή μας δεν μπορούμε να παράγουμε το αποτέλεσμα που θα θέλαμε. Ένας απευθείας αλγόριθμος που μπορεί να τα καταφέρει ενάντια σε αυτόν τον θόρυβο είναι η ακόλουθη συνάρτηση:

$$y_i = a * x_i + (1-a) * y_{i-1} \quad a = 15$$

Αυτή η συνάρτηση αφαιρεί το θόρυβο υψηλής συχνότητας επιτρέποντας μόνο το 15% της τρέχουσας τιμής να χρησιμοποιείται σε οποιοδήποτε νέο σημείο δεδομένων. Το μειονέκτημα είναι ότι μια μεγάλη αλλαγή στις τιμές του επιταχυνσιόμετρου δεν θα

μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως για πολλά δείγματα. Ως αποτέλεσμα, τόσο μικρότερη είναι η τιμή άλφα όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά που εισάγεται. Εδώ είναι το ίδιο γράφημα μιας περιστροφής με το φίλτρο εξομάλυνσης να εφαρμόζεται:



Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για να βάλουμε το φίλτρο:

```
CalcRollingValue(double val, double prevVal)
{
    return val * .15 + .85f * prevVal;
}
```

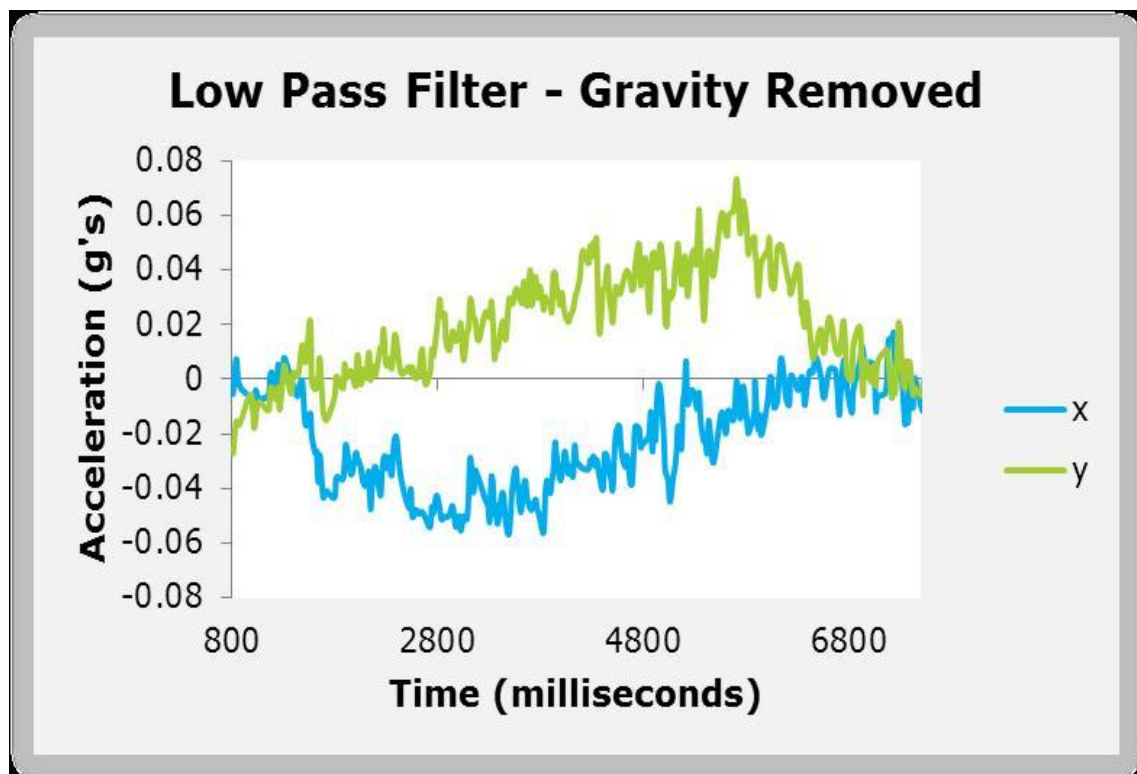
Αμέσως όπως έγινε ορατό στο φιλτραρισμένο γράφημα, ο θόρυβος έναντι του αρχικού γραφήματος είναι πολύ λιγότερος.

Ένας άλλος τρόπος για να χρησιμοποιήσουμε τον αλγόριθμο αυτόν είναι

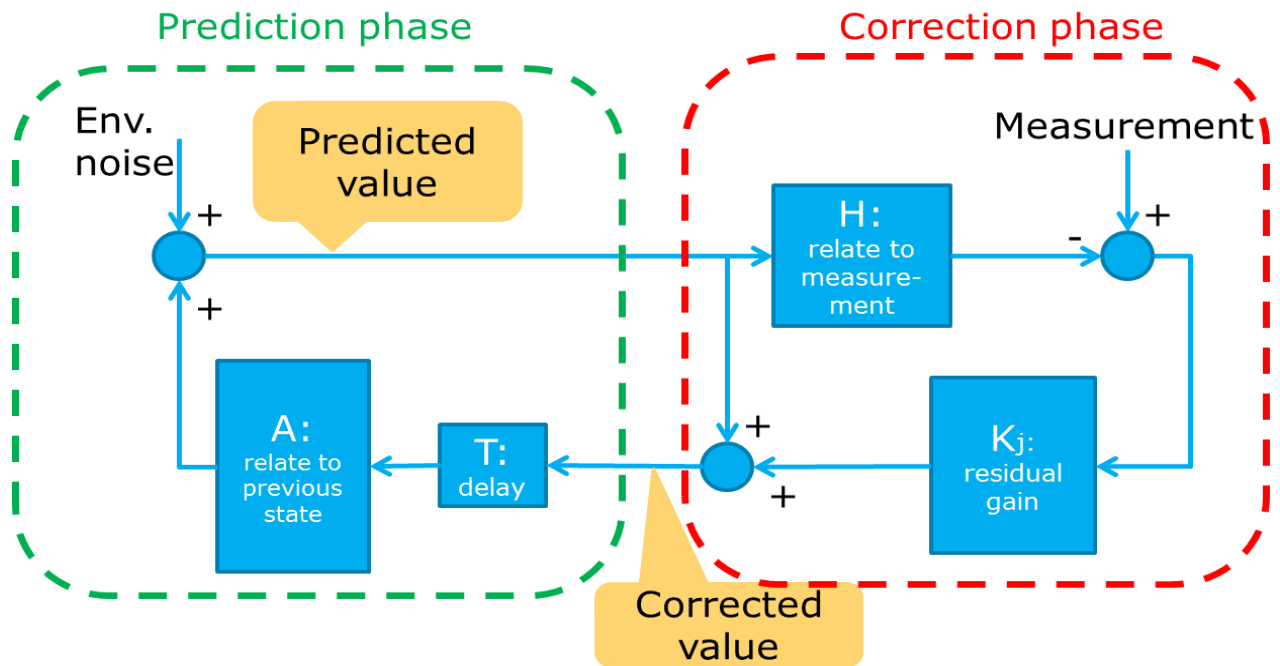
απομονώνοντας τη βαρύτητα από τη συσκευή μετρώντας χωρίς τις δυνάμεις της. Ο κώδικας που ακολουθεί είναι ο κώδικας που χρησιμοποιούμε για να κάνουμε αυτή την ενέργεια και το γράφημα που ακολουθεί μας δείχνει την ίδια περιστροφή κατά 90 μοίρες αλλά χωρίς τις δυνάμεις της βαρύτητας:

```
float accelX = currentAccel.x - rollingValueX;
```

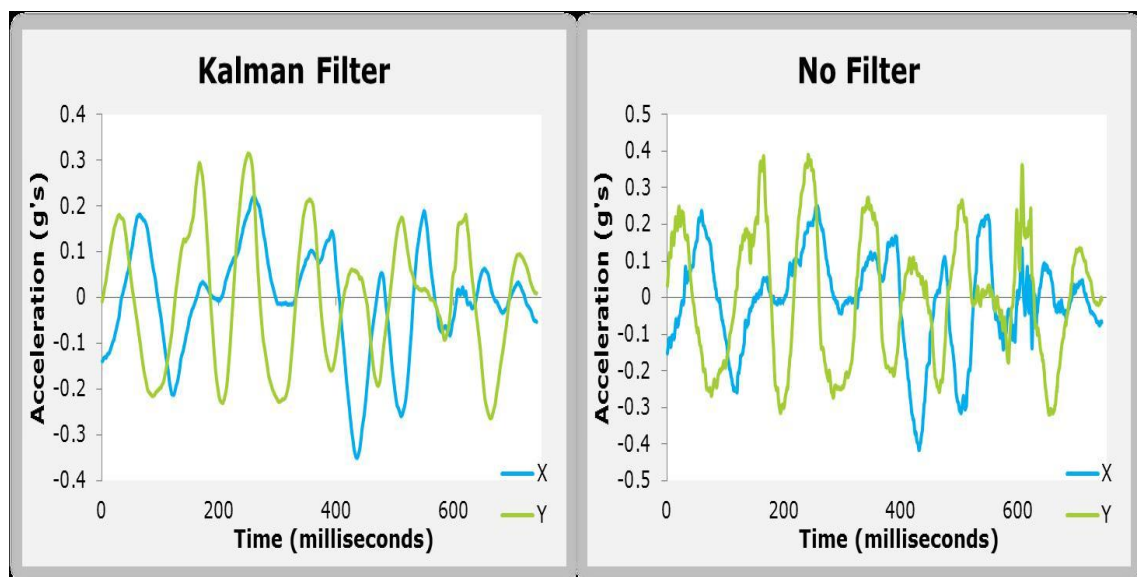
```
float accelY = currentAccel.y - rollingValueY;
```



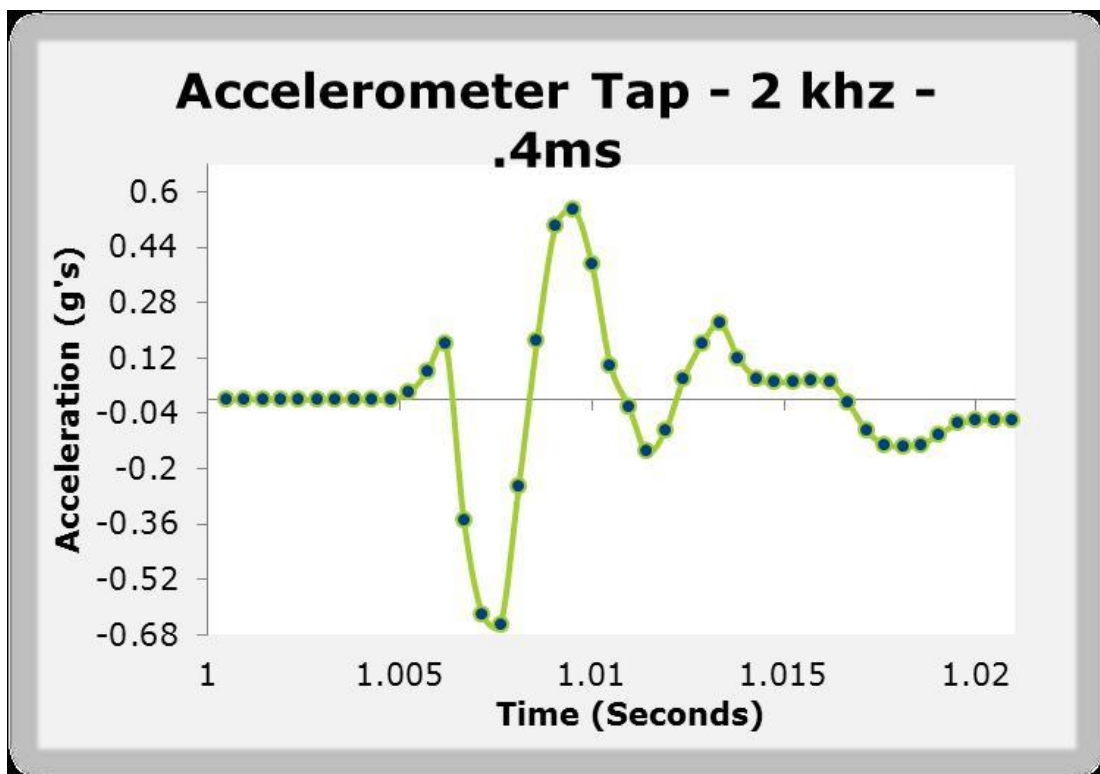
Μια περαιτέρω βελτίωση που μπορούμε να κάνουμε σχετικά με το φιλτράρισμα είναι να χρησιμοποιήσουμε πιο προηγμένους αλγόριθμους, όπως για ένα φίλτρο Kalman. Το φίλτρο αυτό έχει μερικές ενδιαφέρουσες ιδιότητες που του επιτρέπουν να παρέχει καλύτερα αποτελέσματα. Πρώτον, ο αλγόριθμος είναι σε θέση να χρησιμοποιεί περισσότερες από μία πηγή δεδομένων που του επιτρέπει να χρησιμοποιεί δύο εισόδους ως πηγές μετρήσιμων δεδομένων με σκοπό να παρέχει πιο ακριβή αποτελέσματα. Δεύτερον, ο αλγόριθμος έχει μια προσέγγιση δύο φάσεων που του επιτρέπει να προσαρμοστεί με βάση το θόρυβο των μετρήσεων και στη συνέχεια να ενημερώνει και να διορθώνει την πρόβλεψη για την επόμενη μέτρηση. Το ακόλουθο διάγραμμα απεικονίζει την προσέγγιση αυτή:



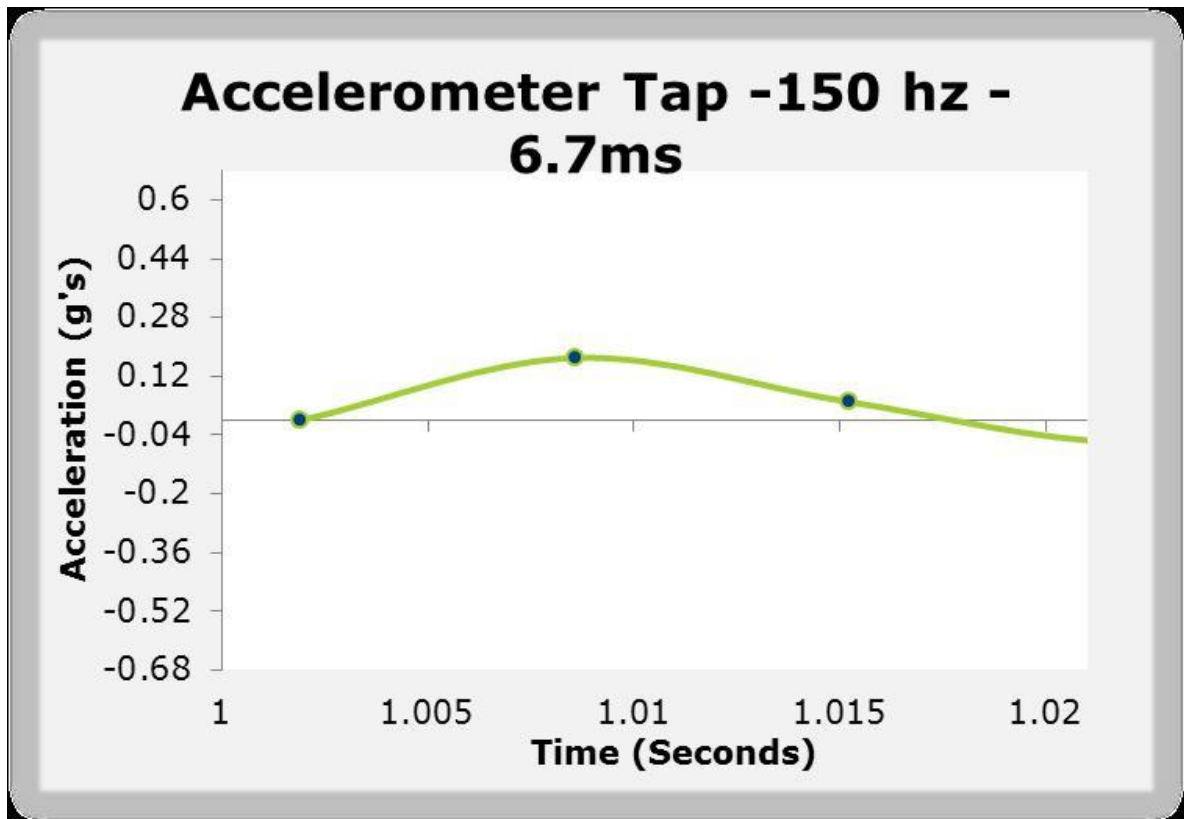
Το παρακάτω γράφημα δείχνει την έξοδο του επιταχυνσιόμετρου ενός παιχνιδιού που απαιτεί μια γρήγορη ανταπόκριση για να παίξει καλά. Το χρονικό διάστημα όλων των δεδομένων κίνησης είναι μόνο περίπου 800 ms και διαφέρει ελαφρώς σε αυτό το σύντομο χρονικό διάστημα. Σε αυτή την περίπτωση, μπορούμε να δούμε το φίλτρο Kalman να κάνει πολύ καλά τη δουλειά του συλλέγοντας τις μεγάλες αλλαγές στα δεδομένα επιταχυνσιομέτρου, αλλά εξακολουθώντας να δημιουργεί ομαλές τιμές δεδομένων.



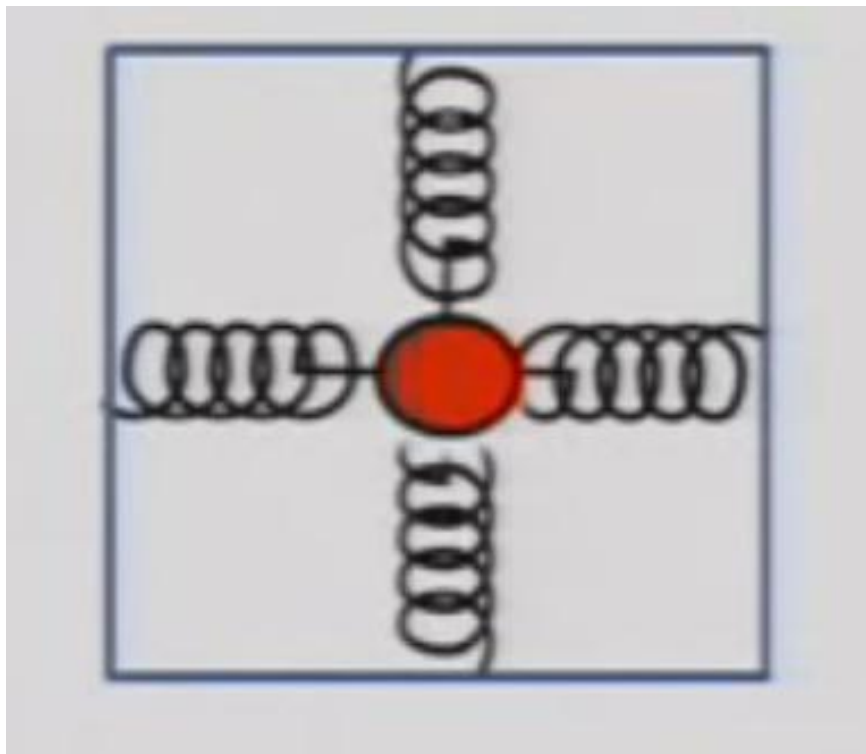
Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε τους περιορισμούς που υπάρχουν στα δεδομένα του επιταχυνσιόμετρου στη κατά τη δημιουργία μίας εφαρμογής. Ακολουθεί ένα παράδειγμα κάποιου από τους περιορισμούς που εμφανίζεται στη προσπάθεια για τη δημιουργία μιας εφαρμογής που ανιχνεύει το σκούντημα της συσκευής από το χρήστη χρησιμοποιώντας το επιταχυνσιόμετρο. Αν χτυπήσουμε μία συσκευή στο πλάι ο παλμός που προκαλείται στο hardware του επιταχυνσιόμετρου περιγράφεται από τον αισθητήρα στο παρακάτω διάγραμμα.



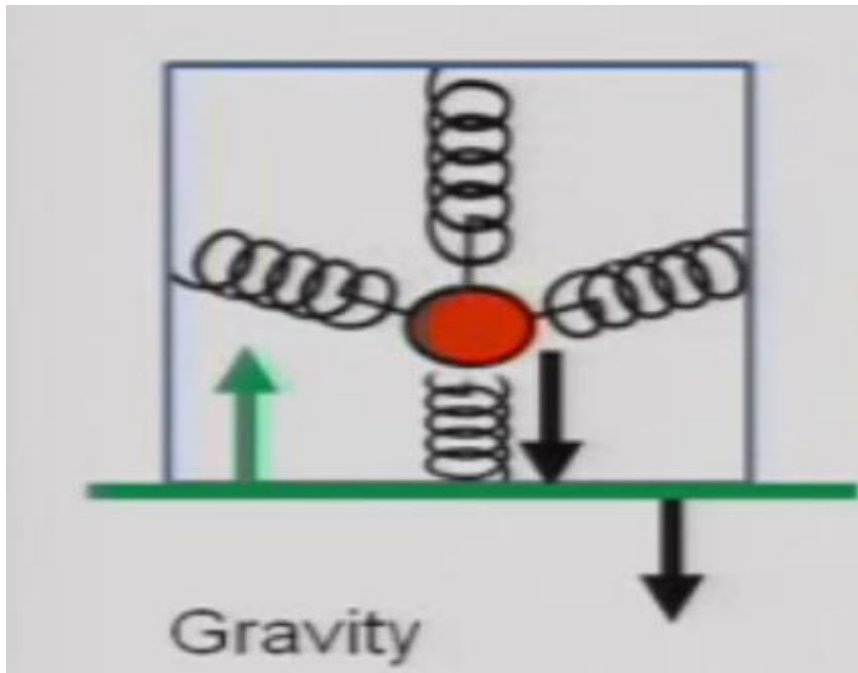
Παίρνουμε έναν μεγάλο παλμό από το σήμα που στη συνέχεια αποσβένει. Χρησιμοποιώντας αυτό το επίπεδο των δεδομένων μπορεί να δημιουργηθεί ένας αλγόριθμος που να μας δείχνει ότι μία συσκευή σκουντήχτηκε και από ποια μεριά. Ωστόσο, η πιστότητα των στοιχείων στο επίπεδο εφαρμογής δεν είναι τόσο καλή και οι επόμενες εικόνες απεικονίζουν τι συμβαίνει όταν ο ρυθμός δειγματοληψίας αυξάνεται και τα δείγματα δεν ευθυγραμμίζονται με τον ρυθμό όπως αναμενόταν.



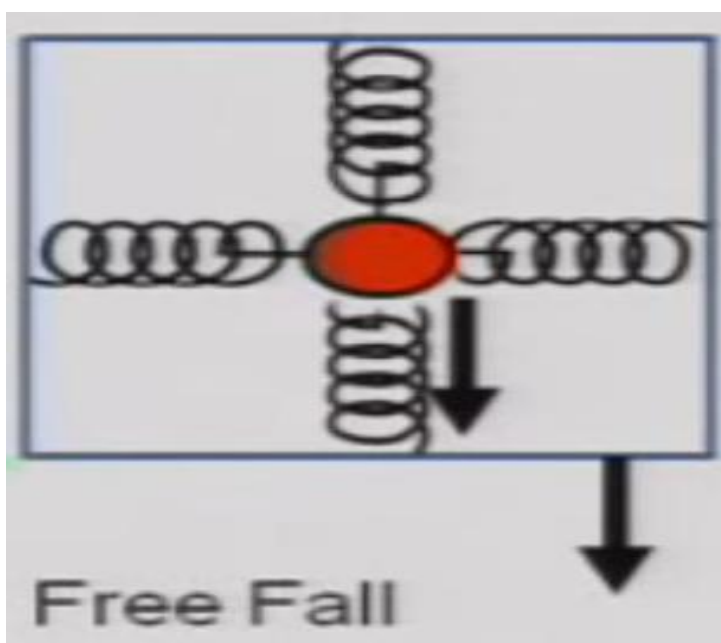
Θα είναι πολύ δύσκολο να δημιουργηθεί ένας αλγόριθμος που να ανιχνεύει τον παλμό με ακόμα μεγαλύτερους ρυθμούς δειγματοληψίας, δηλαδή αν χτυπήσουμε τη συσκευή πιο δυνατά.



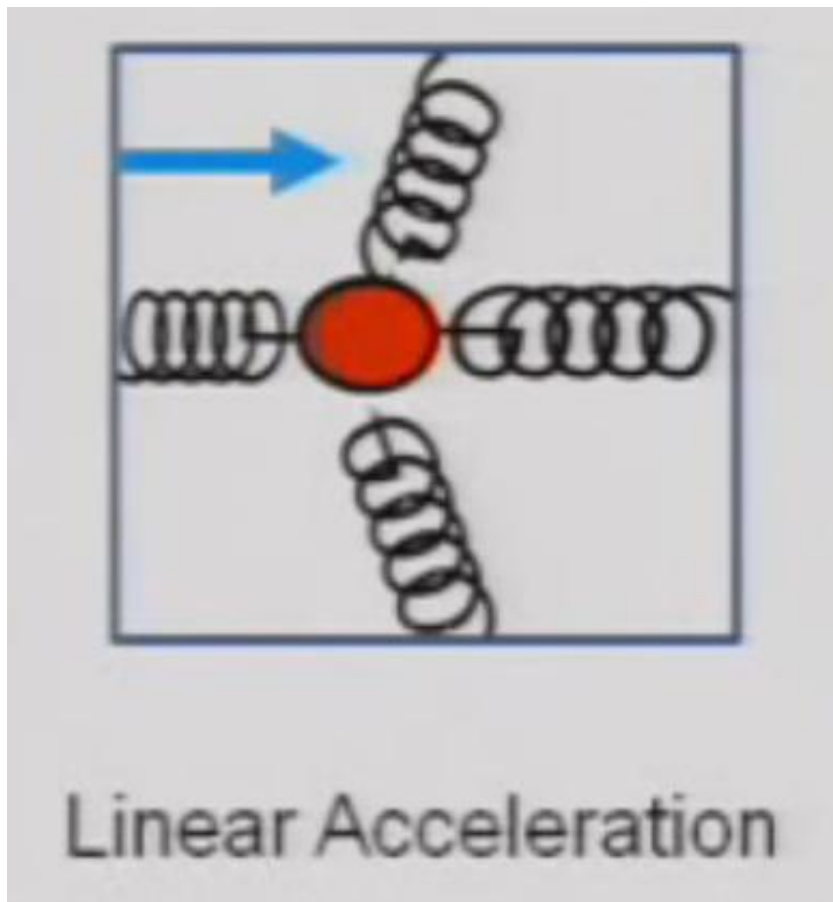
Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε ένα κομμάτι μάζας το οποίο είναι μέσα σε 4 ελατήρια. Έτσι ακριβώς λειτουργεί ένα επιταχυνσιόμετρο. Όταν η συσκευή μας είναι ακίνητη, δεν ασκείται καμία δύναμη στα ελατήρια οπότε η μάζα αυτή δεν κινείται, άρα και οι μετρήσεις του αισθητήρα μας είναι μηδενικές.



Εδώ πέρα όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε ασκείται η δύναμη της βαρύτητας στη συσκευή μας που αυτό σημαίνει ότι η συσκευή μετακινείται προς τα πάνω.

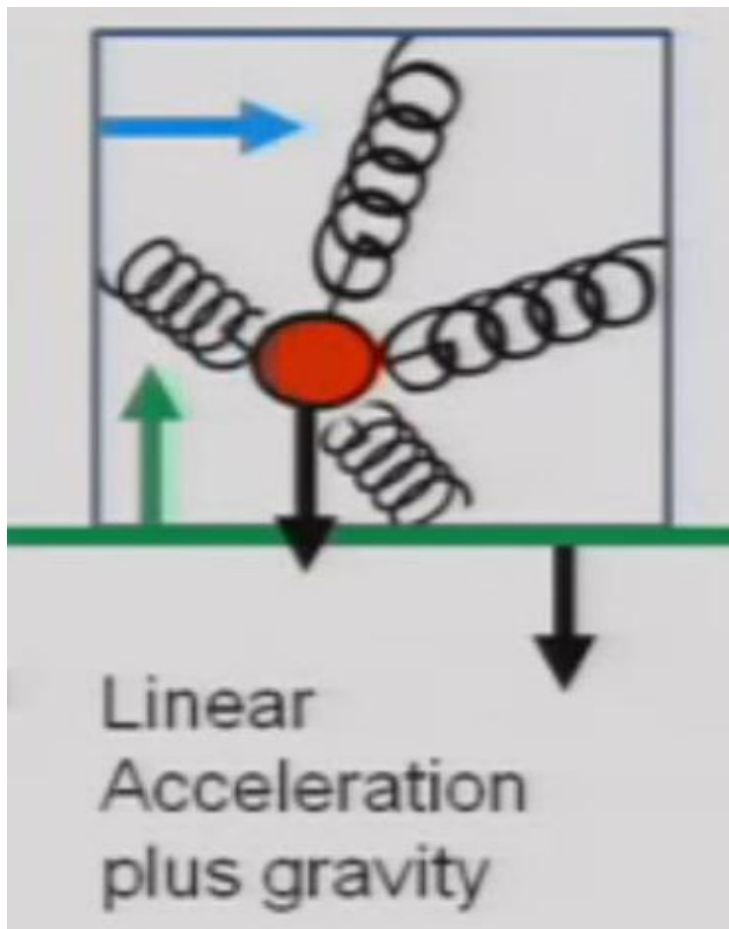


Σε αυτή την εικόνα παρατηρούμε κάτι περίεργο. Την μάζα να μένει ακίνητη. Στην ελεύθερη πτώση η δύναμη που ασκείται στη μάζα είναι μηδενική και αυτό συμβαίνει επειδή κατά την πτώση ασκούνται κάθετα η δύναμη της βαρύτητας στη μάζα και άλλη μία δύναμη από την πτώση με αποτέλεσμα η δύναμη να μηδενίζεται από τον λόγο του αθροίσματος δυνάμεων κάθετα. Έτσι έχουμε τη μάζα να μένει ακίνητη οπότε οι μετρήσεις της επιτάχυνσης στην ελεύθερη πτώση είναι μηδέν.



Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε την δύναμη της γραμμικής επιτάχυνσης να ασκείται στη μάζα. Δηλαδή τη συσκευή μας να κινείται προς τα αριστερά. Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο δουλεύει και όταν η συσκευή μας πηγαίνει προς τα δεξιά.

Και τέλος σύμφωνα με τη βοήθεια αυτών των εικόνων για την κατανόηση του πώς δουλεύει ένα επιταχυνσιόμετρο κουνώντας μία συσκευή αριστερά δεξιά πάνω η κάτω καταλήγουμε σε αυτή την εικόνα που μας εξηγεί το πώς δουλεύει ο αισθητήρας αυτός κουνώντας μία συσκευή σε διαφορετικές κατευθύνσεις συνήθως παίζοντας παιχνίδια.



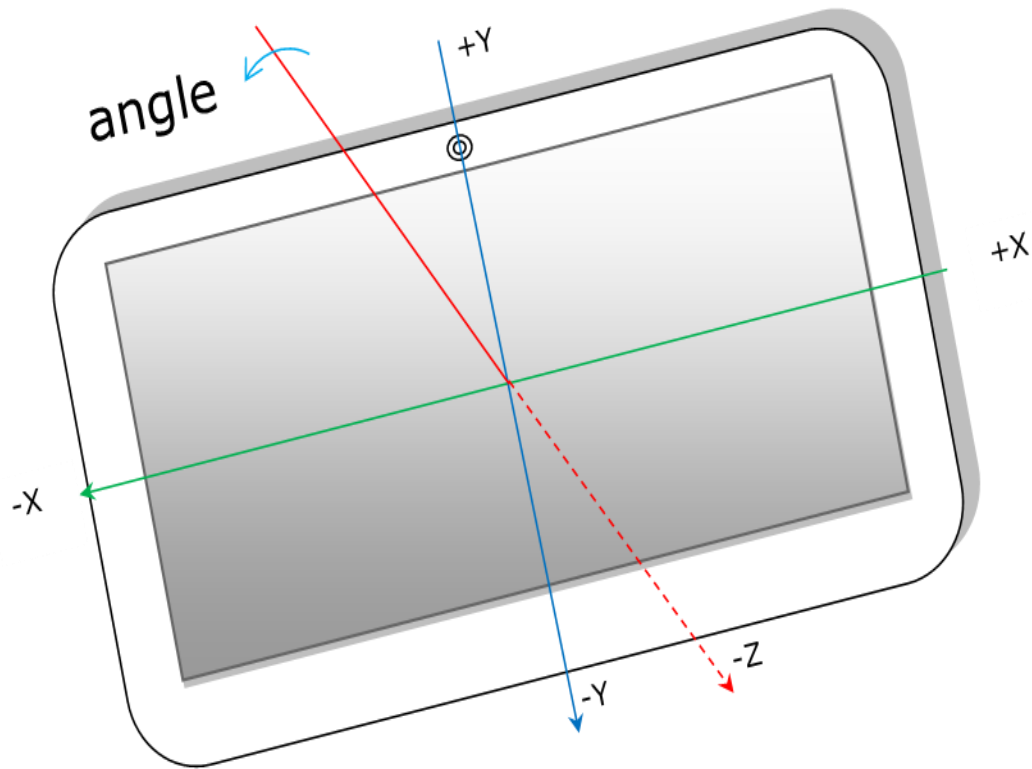
Αυτή η σχέση περιγράφεται από την εξίσωση της επιτάχυνσης της συσκευής πλην τη δύναμη της βαρύτητας:

$$a \text{ m/s}^2 - 9,8 \text{ m/s}^2$$

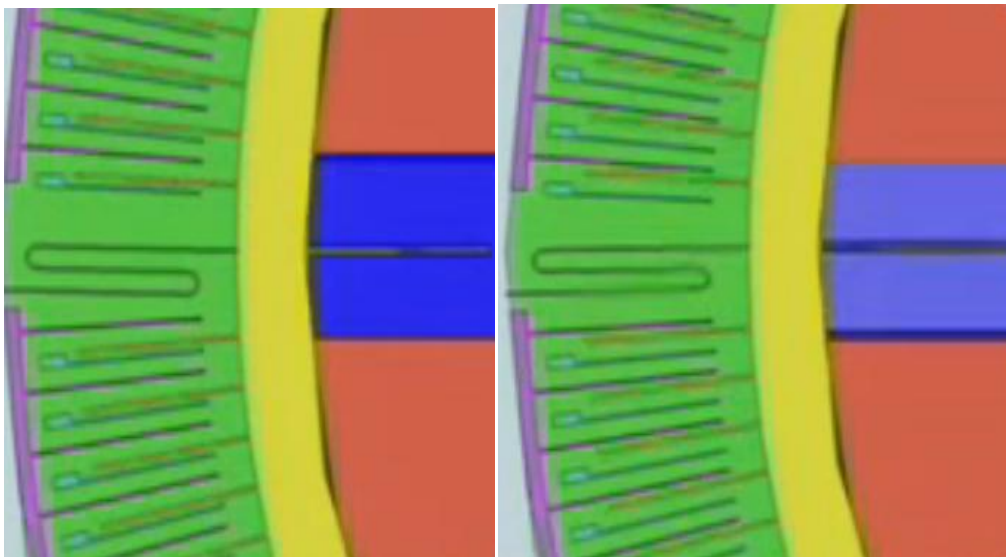
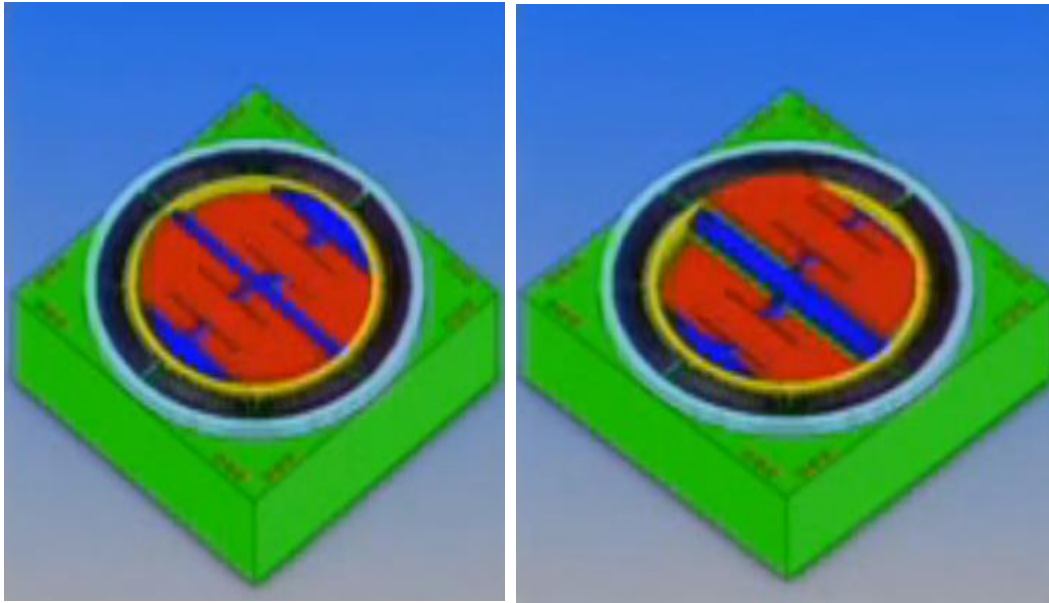
Το γυροσκόπιο μετρά την ταχύτητα περιστροφής μίας συσκευής σε ακτίνα ή βαθμούς ανά δευτερόλεπτο. Για να χρησιμοποιήσουμε έναν αισθητήρα για τη μέτρηση της περιστροφής μίας συσκευής, ο χρόνος μεταξύ των αναγνώσεων πρέπει να αποθηκεύεται και να πολλαπλασιάζεται με την ταχύτητα, προκειμένου να υπολογιστεί η απόσταση που διανύθηκε.

$$\text{double angle} = \text{-reading.AngularVelocityZ} * \text{secDelta};$$

Με αυτή την εντολή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και την γωνία YZ κατευθείαν στην εφαρμογή μας.

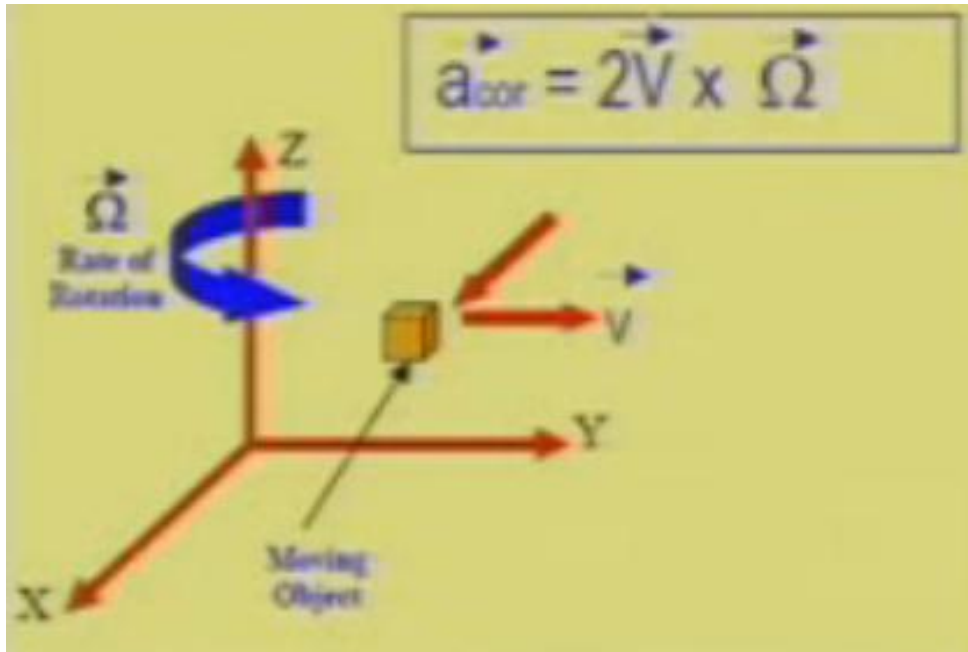


Το κύριο μειονέκτημα του γυρομέτρου είναι ότι δεν ξέρει τίποτα για τον προσανατολισμό της συσκευής έτσι κατά την πάροδο του χρόνου οι τιμές του γυρομέτρου μπορεί να εμφανίσουν λάθη σε μία εφαρμογή.



<https://www.youtube.com/watch?v=C7JQ7Rpwn2k>

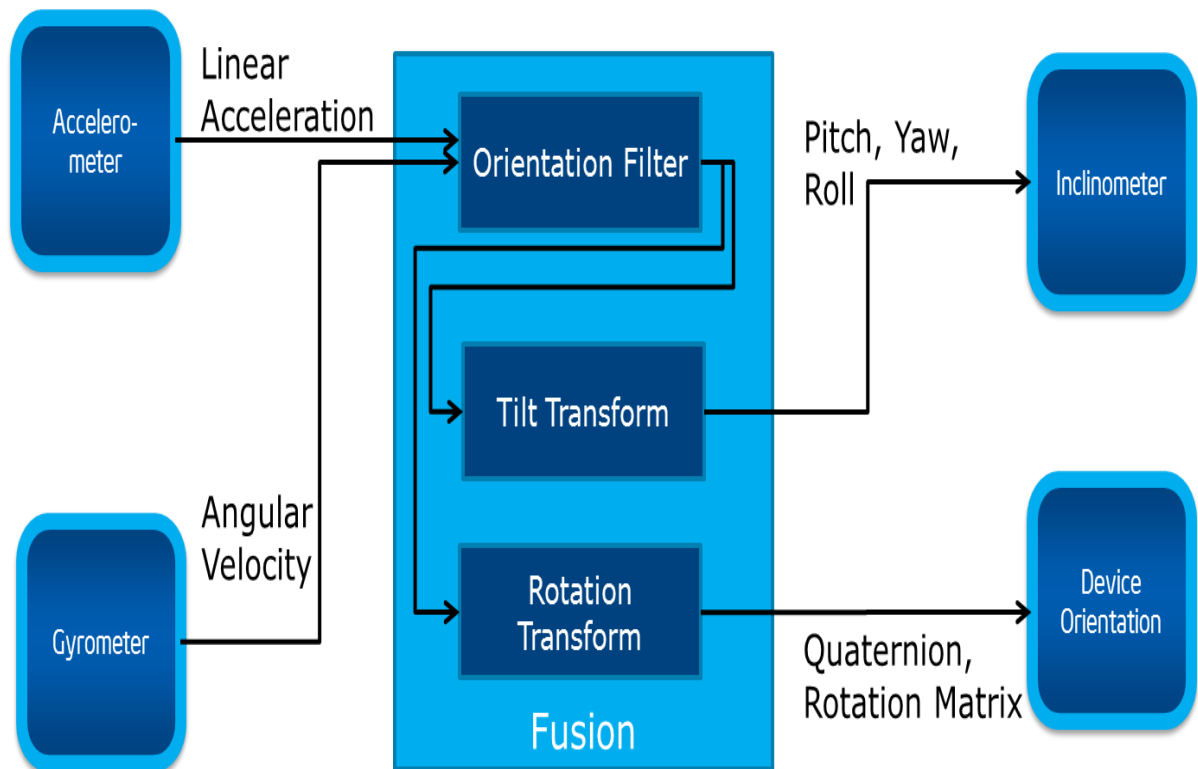
Όπως βλέπουμε στις παραπάνω εικόνες κατά τη διάρκεια της περιστροφής μίας συσκευής το μαγνητόμετρο δεν περιστρέφεται όπως εκείνη, αλλά κινείται με αυτόν τον τρόπο με φυσικά γρήγορη συχνότητα και δίνει τις μετρήσεις.



Τέλος σε αυτή την εικόνα βλέπουμε τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα κινούμενο αντικείμενο που περιστρέφεται, στην προκειμένη περίπτωση σε μία συσκευή. Είναι η δύναμη της περιστροφής επί τη διπλάσια δύναμη που ασκείται στο αντικείμενο κατά την κίνηση.

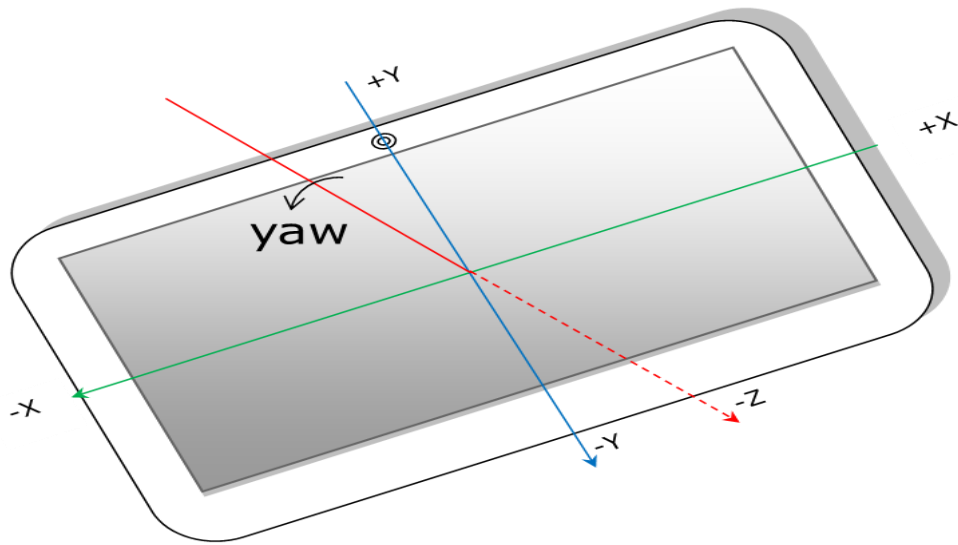
5.4 Συνδυασμός επιταχυνσιόμετρου και γυροσκοπίου

Το sensor fusion ή αλλιώς η μίξη των αισθητήρων που αναλύσαμε παραπάνω προσφέρει την καλύτερη λύση με τη χρήση πολλαπλών πηγών δεδομένων, δηλαδή χρησιμοποιώντας περισσότερους από έναν αισθητήρα. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιώντας το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο μαζί, μπορούν να υπολογίσουν τον προσανατολισμό μίας συσκευής με μεγαλύτερη ακρίβεια. Τα δεδομένα που παίρνει ένας αισθητήρας από το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο χρησιμοποιούνται ως είσοδοι σε ένα “φίλτρο” που κάνει τη μίξη τους και στη συνέχεια βγαίνει το αποτέλεσμα από την έξοδο του.



Ανάλογα με την εφαρμογή, ο προσανατολισμός στη συνέχεια μπορεί να υπολογιστεί από αεροδυναμικές κινήσεις (yaw) ή από περιστρεφόμενες γωνίες μέσω του κλινομέτρου χρησιμοποιώντας το Tilt Transform (μετατροπή της κλίσης) ή πιο προηγμένα ο προσανατολισμός μπορεί να υπολογιστεί ακόμα και από πλέγματα περιστροφής μέσω συσκευών προσανατολισμού (GPS) χρησιμοποιώντας το Rotation Transform (μετατροπή της περιστροφής).

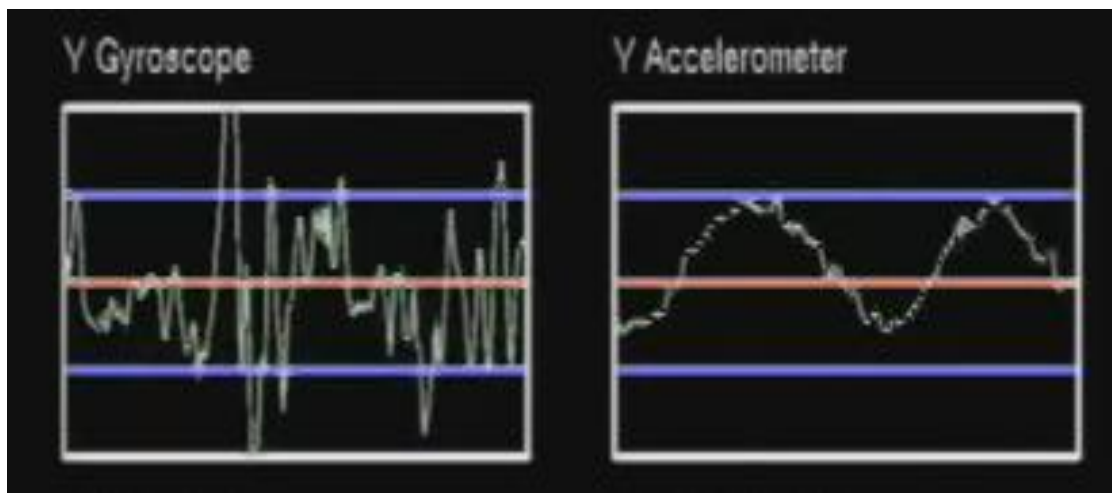
Μερικές συσσωματώσεις και επεξεργασίες των δεδομένων του αισθητήρα γίνονται στο hardware, το οποίο παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια και λιγότερη κατανάλωση ενέργειας. Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις του κλινομέτρου από τις αεροδυναμικές κινήσεις, μία εφαρμογή την ίδια περιστροφή της συσκευής.



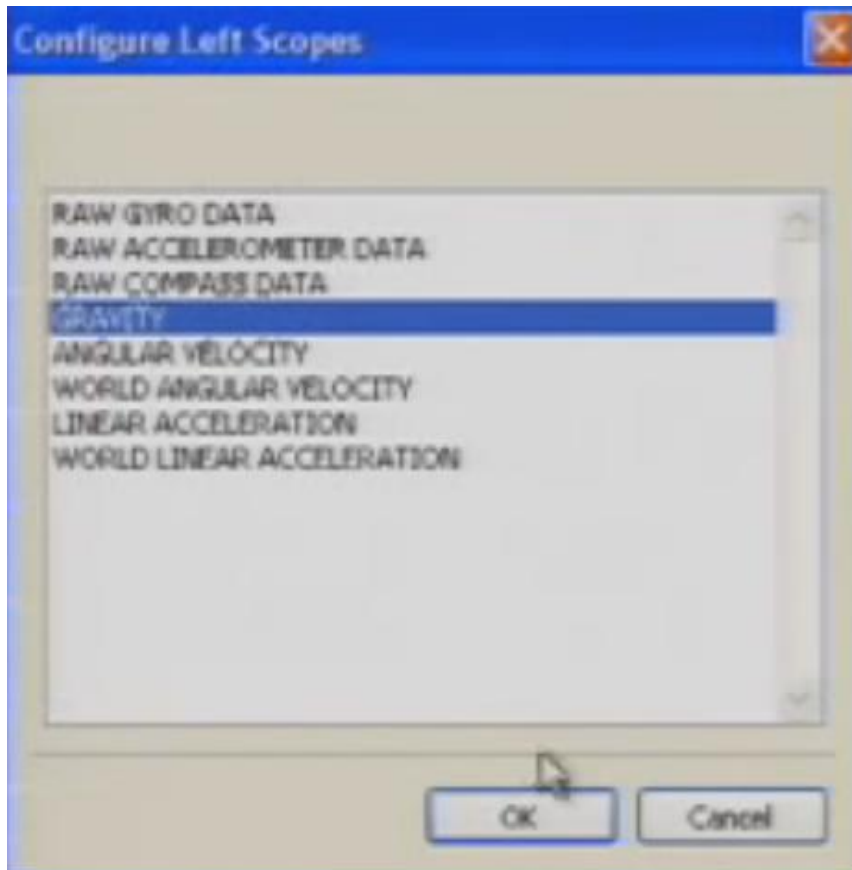
Εντολή για να χρησιμοποιήσει η εφαρμογή τις μετρήσεις του την περιστροφή αεροδυναμικών κινήσεων(yaw).

`float angle = reading.YawDegrees;`

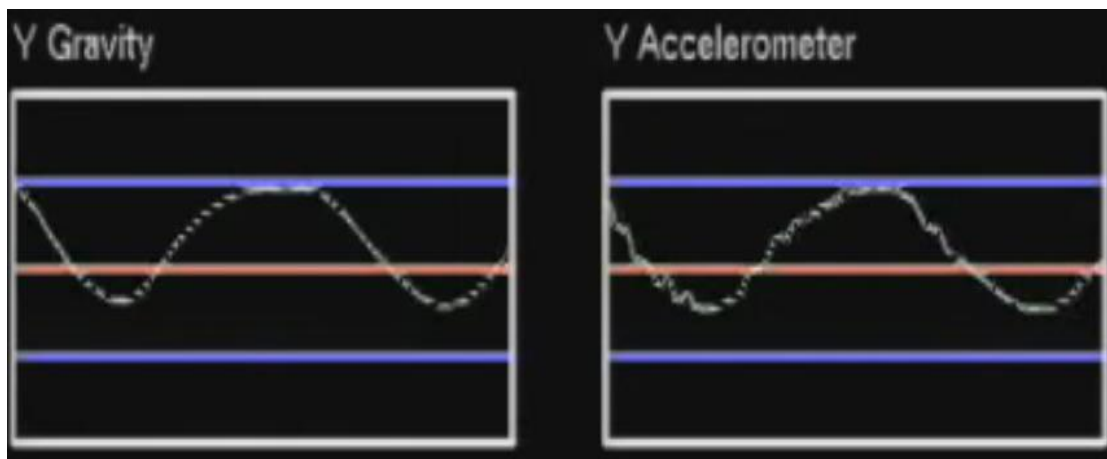
Η γωνία περιστροφής γύρω από τον άξονα z μετριέται και από βαθμούς yaw.



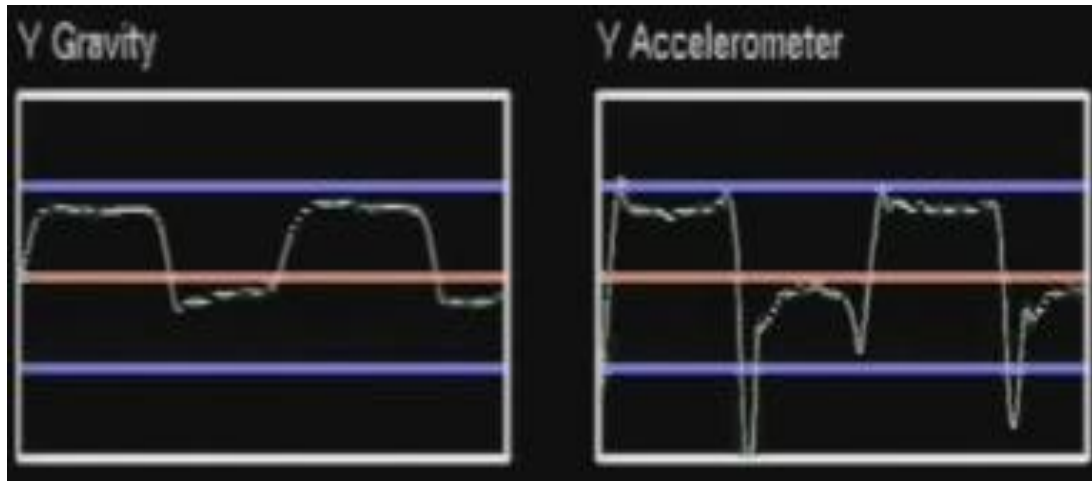
Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε τη χρήση ενός γυροσκοπίου και ενός επιταχυνσιομέτρου καθώς εμείς περιστρέφουμε τη συσκευή μας. Όπως παρατηρούμε οι μετρήσεις τους διαφέρουν και αυτό είναι λογικό για το λόγο ότι το γυροσκόπιο δεν χρησιμοποιεί τη βαρύτητα.



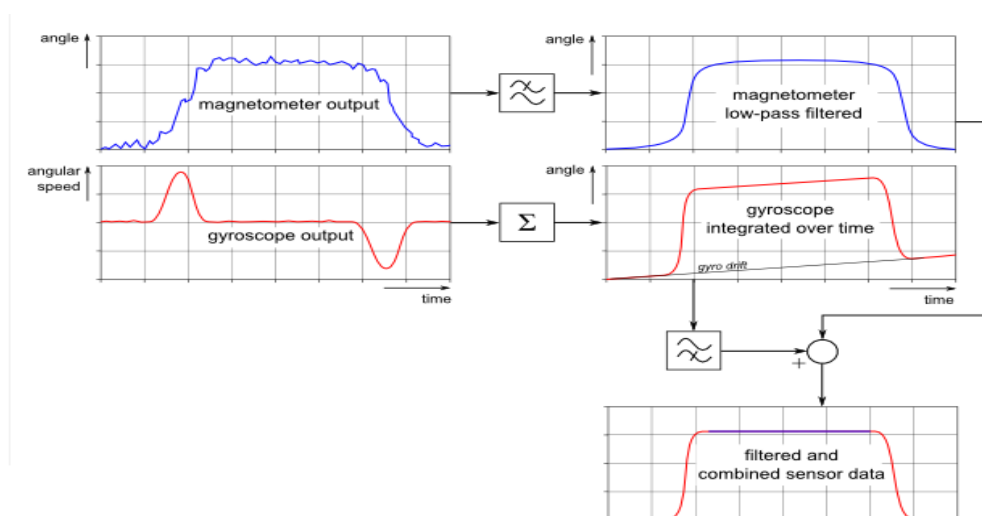
Επιλέγοντας λοιπόν να προσθέσουμε έναν αισθητήρα βαρύτητας στο γυροσκόπιο



Βλέπουμε ότι κάνοντας τις ίδιες ακριβώς κινήσεις με τη συσκευή μας όπως κάναμε παραπάνω οι μετρήσεις του γυροσκοπίου και του επιταχυνσιόμετρου είναι ίδιες με τη μίξη που έγινε.



Εδώ βλέπουμε τι συμβαίνει όταν περιστρέφουμε τη συσκευή μας πολύ γρήγορα. Τα δεδομένα των δύο αυτών αισθητήρων διαφέρουν. Αυτό μας δείχνει ότι ο αισθητήρας της βαρύτητας βοηθά στο να μην ξεφεύγει ο αισθητήρας του επιταχυνσιόμετρου κάνοντας τον τρόπο παιχνιδιού στο παιχνίδι που δημιουργήσαμε πιο σταθερό. Κάνοντας λοιπόν μία μίξη των αισθητήρων γυροσκοπίου, βαρύτητας και επιταχυνσιόμετρου μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα παιχνίδι ή μία εφαρμογή χωρίς λειτουργικά προβλήματα, όπως ακριβώς το θέσαμε στην αρχή.



Εδώ βλέπουμε τα διάγραμμα δεδομένων ενός μαγνητόμετρου και ενός γυροσκοπίου πριν και μετά τη χρήση φίλτρων, παρατηρώντας ότι διορθώνονται οι θόρυβοι που προκαλούνταν πριν τη χρήση των φίλτρων και στη συνέχεια βλέπουμε το διάγραμμα μίξης των δύο αυτών αισθητήρων που κάνει τα δεδομένα τους σταθερά.

Σύμφωνα λοιπόν με την ανάλυση της λειτουργίας όλων αυτών των αισθητήρων, σύνθετων και μη και από την περιγραφή του Sensor Fusion καταλήγουμε στο εξής συμπέρασμα. Για να δημιουργήσουμε μία εφαρμογή για παράδειγμα ένα παιχνίδι που για να γίνει πλήρως λειτουργικό, όπως ακριβώς θέλουμε εμείς, δεν μπορούμε με τη χρήση ενός μόνο αισθητήρα, χρειαζόμαστε και την χρήση και άλλων. Μιας και αναλύσαμε το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο σε μεγάλο βαθμό παραπάνω, ως υποθέσουμε ότι θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα παιχνίδι που ένα διαστημόπλοιο περνάει ένα τούνελ και πρέπει να αποφεύγει τα εμπόδια που βρίσκει μπροστά του κάνοντας περιστροφές. κινήσεις πάνω και κάτω, αριστερά δεξιά. Αν χρησιμοποιούσαμε μόνο το επιταχυνσιόμετρο το διαστημόπλοιο θα μπορούσε να πάει μόνο πάνω και κάτω, με τη χρήση όμως και του γυροσκοπίου μπορεί να περιστρέφεται και με τη χρήση και άλλων αισθητήρων μπορεί να κάνει και άλλες κινήσεις. Όλα αυτά τα δεδομένα των αισθητήρων λοιπόν αποθηκεύονται και χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή σαν να χρησιμοποιούσε έναν αισθητήρα. Φυσικά οι συχνότητες που θα παίρνουμε από τη χρήση ενός αισθητήρα για παράδειγμα του επιταχυνσιόμετρου δεν θα είναι ακριβείς μέσα σε αυτή τη μίξη. Αλλά αυτή η απόκλιση καλύπτεται από τη χρήση των άλλων αισθητήρων και δεν επηρεάζει καθόλου αρνητικά στο αποτέλεσμά μας. Ακολουθεί μία σειρά διαγραμμάτων που θα βοηθήσει στην κατανόηση της μίξης των αισθητήρων. Επίσης συμπεραίνουμε ότι από τη μίξη δύο η περισσότερων αισθητήρων όπως το γυροσκόπιο και το επιταχυνσιόμετρο που υπάρχουν σε μία συσκευή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κι άλλοι σύνθετοι αισθητήρες όπως το κλινόμετρο ή τα GPS που δεν υπάρχουν.

Μέρος III

Λειτουργίες εφαρμογών Emotion Sense

Κεφάλαιο 6

Emotion Sense

Το Emotion Sense είναι μία εφαρμογή Android που κρατά δεδομένα σε φακέλους σχετικά με τις αλλαγές της διάθεσης των χρηστών και επεξεργάζεται τις αιτίες που τις προκαλούν. Τέτοιου είδους εφαρμογές άρχιζαν να αναπτύσσονται από τους ερευνητές, για την βοήθεια στο να βγάζουν συμπεράσματα για την ψυχολογική θεραπεία και βελτίωση της. Παρακολουθούν τα συναισθήματα των ανθρώπων και επεξεργάζονται τις αιτίες που μπορούν να προκαλούν αιχμές στη διάθεση τους. Η δωρεάν εφαρμογή, που ονομάζεται Emotion Sense μόλις ξεκίνησε και είναι διαθέσιμη για το Android. Εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι τα smartphones είναι όλο και περισσότερο ικανά για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το πού βρισκόμαστε, πόσο θορυβώδες είναι το περιβάλλον, το πόσο κινούμαστε, και με ποιους επικοινωνούμε.

Σε αντίθεση με άλλα, παρόμοια, ερευνητικά projects, το Emotion Sense συνδυάζει συστηματικά, συγκεντρωμένα στοιχεία από ένα ευρύ φάσμα αισθητήρων με την προσωπική αναφορά του χρήστη σχετικά με τη διάθεσή του, η οποία εγγράφεται μέσα από ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί από ψυχολόγους. Αρχικά, ο χρήστης καλείται να σηματοδοτήσει το πώς αισθάνεται χρησιμοποιώντας ένα πλέγμα στην οθόνη που ονομάζεται Emotion Grid. Με βάση την απάντησή τους, η συσκευή, στη συνέχεια διεξάγει μια σύντομη έρευνα για να βγάλει ένα συμπέρασμα για τη συναισθηματική τους κατάσταση.

Με την πολλαπλή αναφορά και τα δύο συνόλων δεδομένων, οι σχεδιαστές της εφαρμογής ελπίζουν ότι θα συσσωρεύσουν μια πολύ ακριβή καταγραφή για το τι οδηγεί τις συναισθηματικές κορυφές των ανθρώπων, που δείχνουν, για παράδειγμα, τότε είναι στο υψηλότερο επίπεδο άγχους ή το επίπεδο χαλαρότητας τους. Αυτό θα

μπορούσε να αποδειχθεί ιδιαίτερα πολύτιμο για να βοηθήσει τους ανθρώπους που χρειάζονται εξειδικευμένη ψυχολογική υποστήριξη.

Το Emotion Sense είναι επίσης ένα ζωντανό ερευνητικό πρόγραμμα. Μία ομάδα από το πανεπιστήμιο του Cambridge, πραγματοποίησε έρευνες βασισμένες στο εργαστήριο στις οποίες οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να καταγράψουν τα συναισθήματά τους σε ένα ημερολόγιο. Το νέο σύστημα επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων και για τις διαθέσεις των ανθρώπων αλλά και για το πόσο μακριά μπορούν τα smartphones να το καταγράψουν αυτό, σε ένα περιβάλλον "πραγματικού κόσμου".

Ο Δρ Neal Lathia, επιστημονικός συνεργάτης στο Εργαστήριο Πληροφορικής του Πανεπιστημίου, εξήγησε: "Πίσω από τα παρασκήνια, τα smartphones συλλέγουν συνεχόμενα δεδομένα που μπορούν να τα μετατρέψουν σε βασικά ιατρικά και ψυχολογικά εργαλεία". Κάθε smartphone δημιουργείται πλέον με τους πολυάριθμους αισθητήρες που μπορούν να μας πουν για τις πτυχές της ζωής μας, όπως το πόσο δραστήριοι είμαστε, ή πόσο κοινωνικοί είμαστε τις τελευταίες 24 ώρες. Μακροπρόθεσμα, ελπίζουμε να είναι σε θέση να εξάγει τα δεδομένα, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θεραπευτικούς σκοπούς.

Η εφαρμογή δημιουργήθηκε ως μέρος ενός ευρύτερου έργου, που χρηματοδοτείται από το Συμβούλιο Έρευνας Μηχανικών και Φυσικών Επιστημών, το οποίο ονομάζεται "Ubiquitous and Social Computing for Positive Behaviour Change" ή "UBhave". Ο γενικός στόχος της είναι να δούμε πόσο μακριά μπορούν τα κινητά τηλέφωνα να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς των ανθρώπων και, ενδεχομένως, να την αλλάξουν προς το καλύτερο για να βελτιώσουν την υγεία και την ευημερία τους.

Οι περισσότεροι άνθρωποι που βλέπουν έναν θεραπευτή, μπορεί να έχουν μόνο ένα ραντεβού κάθε δεκαπενθήμερο. Ο Dr. Cecilia Mascolo, ένας παρατηρητής των κινητών συστημάτων στο Εργαστήριο Υπολογιστών του Cambridge είπε. "Πολλοί, ωστόσο παίρνουν χρόνο με τα κινητά τους με τους τις περισσότερες ώρες της ημέρας. Έτσι ένα κινητό τηλέφωνο μπορεί να παρέχει έναν συνεχή δεσμό με έναν άνθρωπο."

Οι ερευνητές ενδιαφέρονται πολύ καιρό για τις δυνατότητες των κινητών τηλεφώνων να παρακολουθούν τη συμπεριφορά των ανθρώπων. Συνδυάζοντας τα δεδομένα από

το GPS, επιταχυνσιόμετρο, και το μικρόφωνο με ένα αρχείο καταγραφής κλήσεων, γραπτών μηνυμάτων και συνηθειών, μια μελέτη του smartphone ενός ατόμου μπορεί να προσφέρει μια πολύ χρήσιμη καταγραφή των συνηθειών, των δραστηριοτήτων και γενικότερα της ρουτίνας του. Μία προηγούμενη έρευνα από την ομάδα του Emotion Sense επικεντρώθηκε στις δυνατότητες του μικροφώνου, παρακολούθησης συνομιλιών των χρηστών για να επεξεργαστεί και να εξηγήσει το πώς αισθάνονταν. Η έρευνα αυτή τώρα προσπαθεί να εκμεταλλευτεί ένα ευρύτερο φάσμα των αισθητήρων, σε συνδυασμό με την αυτο-αναφορά των ίδιων των χρηστών, οι οποίοι μπορούν από μόνοι τους να εισάγουν τα δεδομένα για το πώς αισθάνονται.

Όταν το Emotion Sense ενεργοποιείται για πρώτη φορά, μόνο ένας αισθητήρας δουλεύει. Η εφαρμογή ξοδεύει περίπου μια εβδομάδα συλλέγοντας δεδομένα με αυτόν τον αισθητήρα και δοκιμάζοντας τον κατά τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη. Στο τέλος αυτών, ο χρήστης καλείται να ολοκληρώσει μια σύντομη έρευνα για το πώς ικανοποιείται στη ζωή του, η οποία ξεκλειδώνει ένα νέο αισθητήρα. Μετά από περίπου οκτώ εβδομάδες, ένα πλήρες φάσμα των αισθητήρων έχει δοκιμαστεί. Αυτή η συστηματική προσέγγιση παρέχει στους ερευνητές πολύτιμα στοιχεία για τη μελέτη, αλλά έχει επίσης σχεδιαστεί ως ένα «ταξίδι ανακάλυψης» για το χρήστη, δίνοντάς τους διορατικότητα βήμα προς βήμα σε αυτό που μπορεί να επηρεάζει τις εναλλαγές της διάθεσης τους.

Η ίδια η διάθεση του χρήστη είναι εγγεγραμμένο μέσα σε ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί από τους ψυχολόγους εντός της ερευνητικής ομάδας. Σε διαφορετικές ώρες της ημέρας, η εφαρμογή στέλνει μία ειδοποίηση στο χρήστη, περίπου όπως τη λήψη ενός μηνύματος κειμένου, ρωτώντας τον σχετικά με τη διάθεσή του. Αυτό μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να εμφανίζεται στη συσκευή μόλις δύο φορές την ημέρα, και να αξιολογεί τη διάθεση του χρήστη, χρησιμοποιώντας ένα ειδικά σχεδιασμένο “πλέγμα συναισθημάτων” (Emotion Grid) που ακολουθείται από μια έρευνα. Το πλέγμα αυτό έχει δύο άξονες, ο ένας εκτείνεται από τα “αρνητικά” στα “θετικά” συναισθήματα, και ο άλλος από το “ενεργά” στα “ανενεργά”.

Χρησιμοποιώντας την οθόνη αφής του, ο χρήστης επιλέγει απλά το σημείο στο πλέγμα που του δείχνει το πόσο θετικός και δραστήριος αισθάνεται. Για παράδειγμα, αν επιλέξει ένα σημείο κοντά στην οθόνη πάνω δεξιά δείχνει υψηλή θετικότητα και

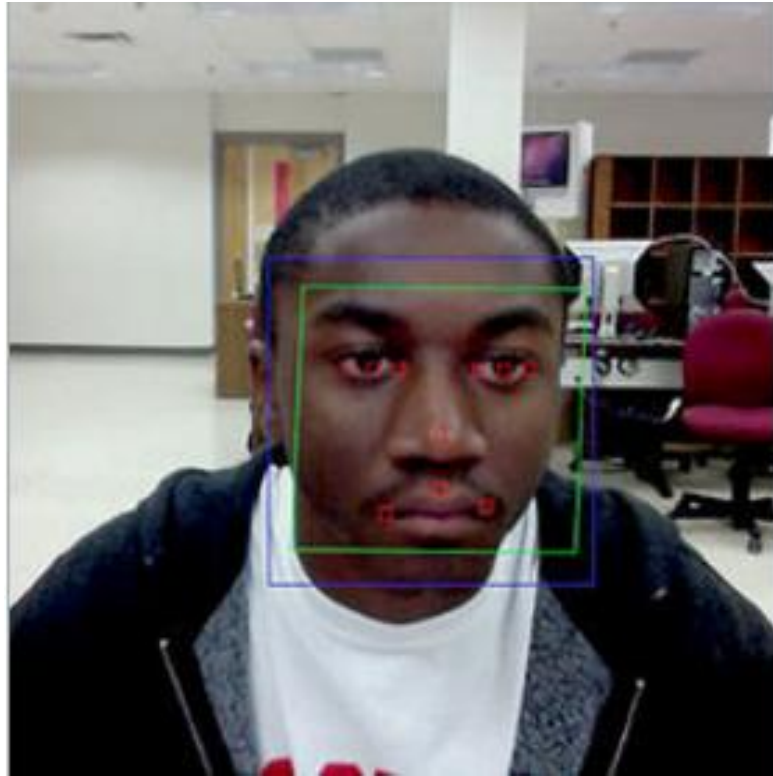
τη δραστηριότητα, γεγονός που υποδηλώνει ότι αισθάνεται γεμάτος ενέργεια ή ενθουσιασμό.

Με ένα μοναδικό τρόπο, αυτή η γενική επισκόπηση στη συνέχεια εξευγενίζεται από μια σύντομη έρευνα, η οποία ζητά από το χρήστη να διευκρινίσει το πώς ακριβώς αισθάνεται. Η όλη διαδικασία διαρκεί περίπου δύο λεπτά για να ολοκληρωθεί.

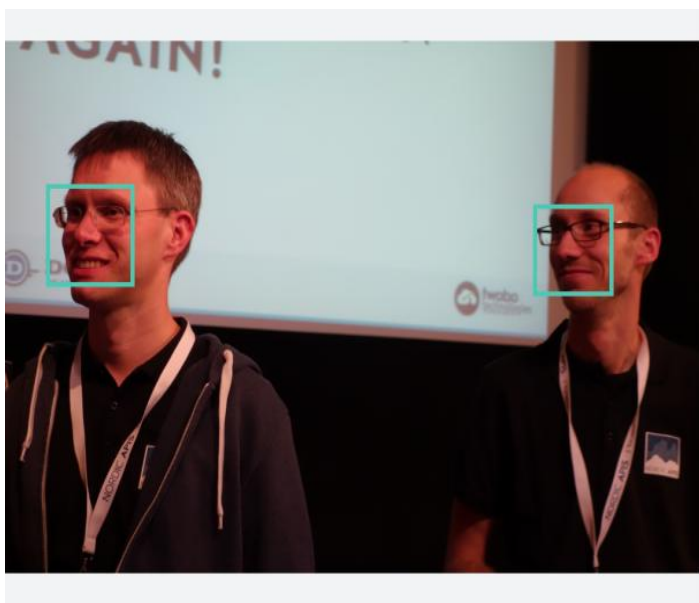
Ο Δρ Jason Rentfrow, Ανώτερος Λέκτορας στο Τμήμα Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου του Cambridge, είπε “Οι περισσότερες προσπάθειες δημιουργίας λογισμικού όπως αυτό είναι χοντροκομμένες από την άποψη όψης του τι είναι ένα συναίσθημα. Πολλοί απλά κοιτάνε το συναίσθημα όσον αφορά την αίσθηση χαράς, λύπης, θυμού ή ουδέτερου. Ο στόχος εδώ είναι να χρησιμοποιήσουμε μια πιο ευέλικτη προσέγγιση, για τη συλλογή δεδομένων που δείχνει πώς οι διαθέσεις των ανθρώπων ποικίλλουν μεταξύ τους. Αυτό νομίζουμε ότι είναι κάτι αρκετά μοναδικό για το σύστημα που έχουμε σχεδιάσει”.

Ο κώδικας που χρησιμοποιείται στο Emotion Sense για τη συλλογή δεδομένων από τους αισθητήρες των τηλεφώνων των ανθρώπων είναι επίσης διαθέσιμος σε βάση ανοιχτού κώδικα ώστε να μπορούν και άλλοι ερευνητές να διεξάγουν τα δικά τους πειράματα.

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή μίας εφαρμογής emotion sense με τη μορφή εικόνων για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας των εφαρμογών αυτών.



Εδώ βλέπουμε την ανάλυση του προσώπου του χρήστη που γίνεται με τη χρήση της κάμερας της συσκευής του από μία εφαρμογή. Όπως βλέπουμε η κάμερα παίρνει δεδομένα από τα χείλη, τα μάτια και σύμφωνα με αυτά δείχνει αν είναι στεναχωρημένος ή χαρούμενος. Κάπως έτσι γίνονται και οι μετρήσεις με τη βοήθεια του μικροφώνου. Σύμφωνα με τη φωνή του χρήστη η εφαρμογή μας δείχνει τη συναισθηματική του κατάσταση.

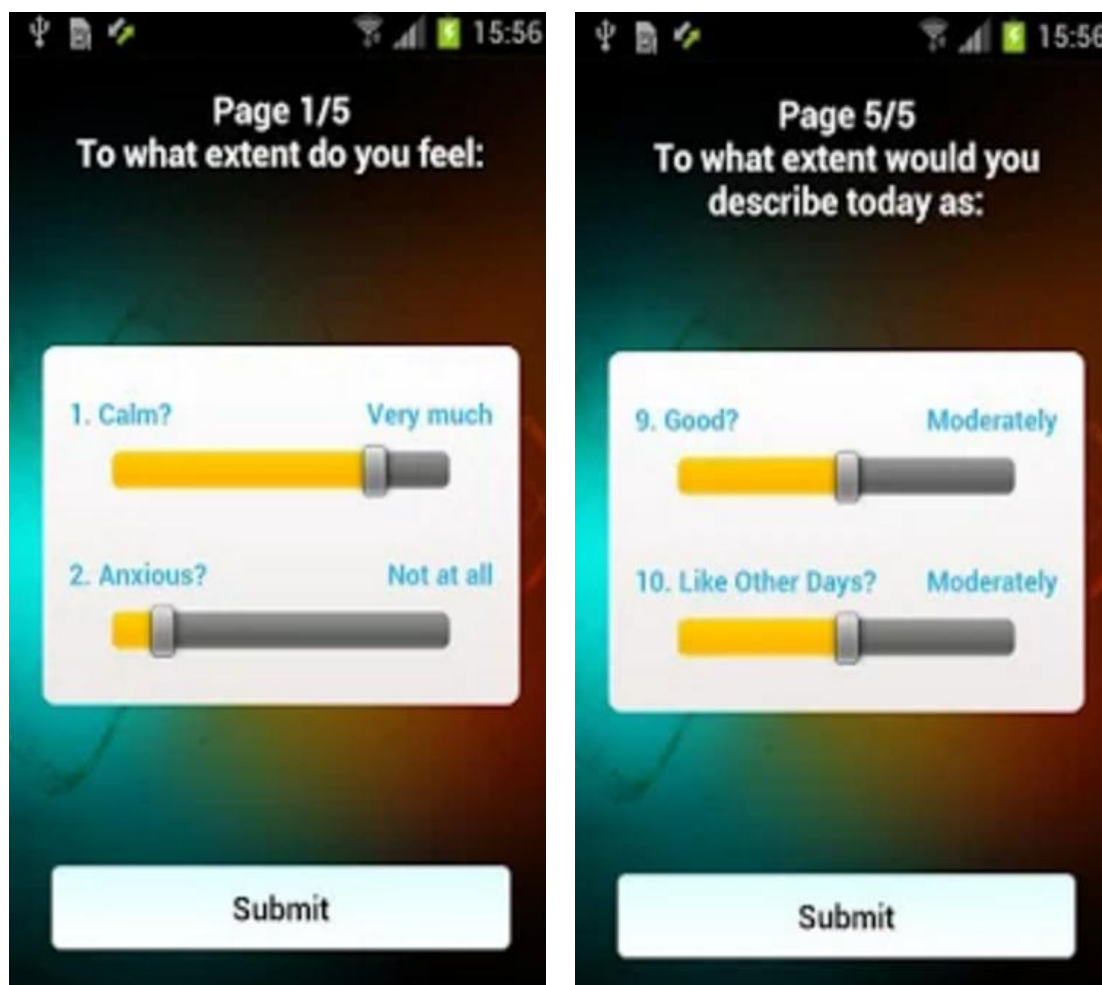


Detection Result:
2 faces detected

JSON:

```
[
  {
    "faceRectangle": {
      "left": 120,
      "top": 362,
      "width": 255,
      "height": 255
    },
    "scores": {
      "anger": 6.506412e-7,
      "contempt": 0.00000107357334,
      "disgust": 0.0000137053685,
      "fear": 2.51182275e-9,
      "happiness": 0.9994379,
      "neutral": 0.000546224066,
      "sadness": 1.46409562e-7,
      "surprise": 2.88747827e-7
    }
  }
]
```

Εδώ βλέπουμε πως λειτουργεί ο κώδικας μίας εφαρμογής που συλλέγει δεδομένα από την κάμερα της συσκευής για να περιγράψει τη συναισθηματική κατάσταση των δύο αυτών προσώπων.



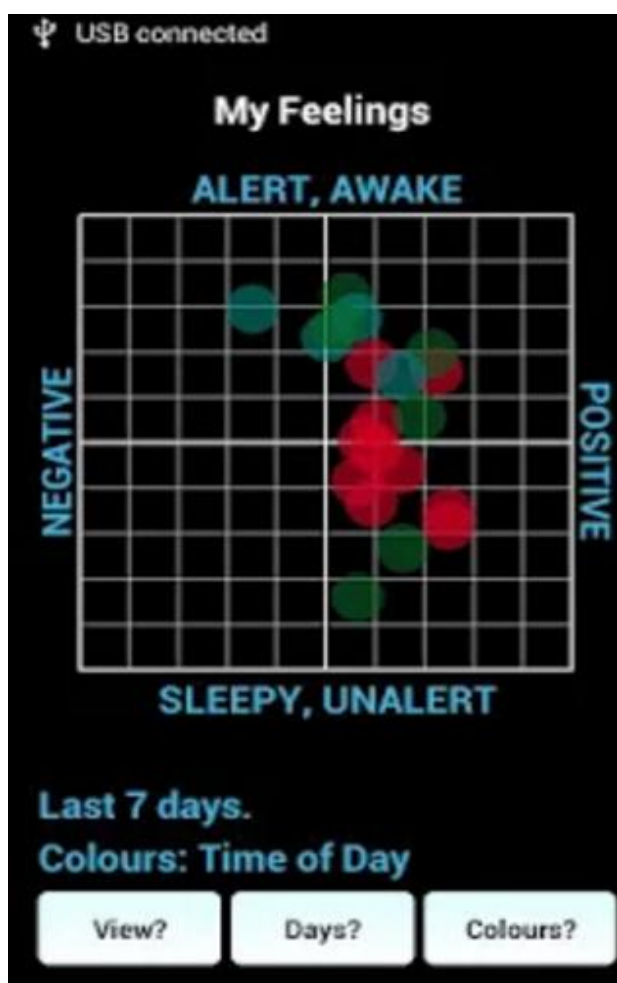
Εικόνα 5.1: Ερωτήσεις στο χρήστη από την εφαρμογή Emotion Sense για το πώς νιώθει
<http://emotionsense.org>

Όπως βλέπουμε ένας τρόπος που δουλεύουν αυτές οι εφαρμογές, είναι ο εξής. Κάνουν στο χρήστη κάποιες ερωτήσεις για το πώς νιώθει αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της ημέρας όπως φαίνεται σε αυτό το παράδειγμα και αποθηκεύουν τα δεδομένα. Δηλαδή παίρνουν μετρήσεις από τις απαντήσεις μας.

Αυτές λοιπόν οι μετρήσεις που παίρνουμε από τις ερωτήσεις αυτές, σε συνδυασμό με τις μετρήσεις που παίρνουμε από τους αισθητήρες μίας συσκευής όπως αναλύσαμε παραπάνω, το επιταχυνσιόμετρο, το GPS το μικρόφωνο κλπ που περιγράφουν την δραστηριότητα του χρήστη όπως τις κινήσεις του (αν έκανε γυμναστική, αν βγήκε με

φίλους, το πόσες ώρες κοιμήθηκε τον τόνο της φωνής του στα τηλέφωνα που έκανε κλπ) καταλήγουμε σε μία τελική μέτρηση που μας δείχνει συνολικά την συναισθηματική κατάσταση καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας, η ακόμα και τη συγκεκριμένη ημέρα ή στιγμή.

Ακολουθεί μία εικόνα που περιγράφει το αποτέλεσμα μίας εφαρμογής Emotion Sense.



Εικόνα 5.2: Εβδομαδιαίο αποτέλεσμα μετρήσεων μίας εφαρμογής Emotion Sense
<http://emotionsense.org/>

Σε αυτή την εικόνα βλέπουμε το αποτέλεσμα των μετρήσεων από όλη την εβδομάδα και μας δείχνει το πόσο καλόκεφος ήταν ο χρήστης κατά της ημέρας αλλά και κατά τη διάρκεια που κοιμόταν. Το πράσινο και το κόκκινο μας δείχνουν το βαθμό της συναισθηματικής κατάστασης του χρήστη, δηλαδή το πόσο κακόκεφος ή καλόκεφος ήταν.

Μέρος III

Διαφορετικές χρήσεις των αισθητήρων

Χρήση αισθητήρων και από άλλα λογισμικά

Εδώ θα δούμε και τη χρήση αισθητήρων από διαφορετικά λογισμικά όπως Microsoft, Blackberry στις μικροσυσκευές τους (smart watch, tablets και blackberry συσκευές) αλλά και από μικροελεγκτές Arduino. Έτσι θα καταφέρουμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη χρήση των αισθητήρων android μέσα από τις ομοιότητες και τις διαφορές τους. Έχουν επιλεγεί κάποιες συσκευές ως ενδεικτικά παραδείγματα για την κατανόηση της χρήσης των αισθητήρων και την αξιοποίησή τους από τις εκάστοτε λογισμικές πλατφόρμες.

7.1 Αισθητήρες Microsoft OS

Το Microsoft OS είναι ένα λειτουργικό σύστημα όπως και το android. Αυτό το λειτουργικό σύστημα επίσης υποστηρίζει αισθητήρες που εφαρμόζονται στις συσκευές που υποστηρίζει. Μερικές τέτοιες συσκευές είναι τα smartwatch, smartphones .

Microsoft αισθητήρες: Οι Microsoft συσκευές χρησιμοποιούν επίσης δεδομένα από τους αισθητήρες τους, σε συνδυασμό με πληροφορίες του προφίλ που έχουμε δημιουργήσει σε διάφορες εφαρμογές και έτσι παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τα επίπεδα των δραστηριοτήτων μας. Οι αισθητήρες microsoft συνεργάζονται για τη συλλογή δεδομένων και τον υπολογισμό των μετρήσεων , όπως τις θερμίδες που καίγονται ή την απόσταση που κάνουμε τρέξιμο. Με αυτούς τους

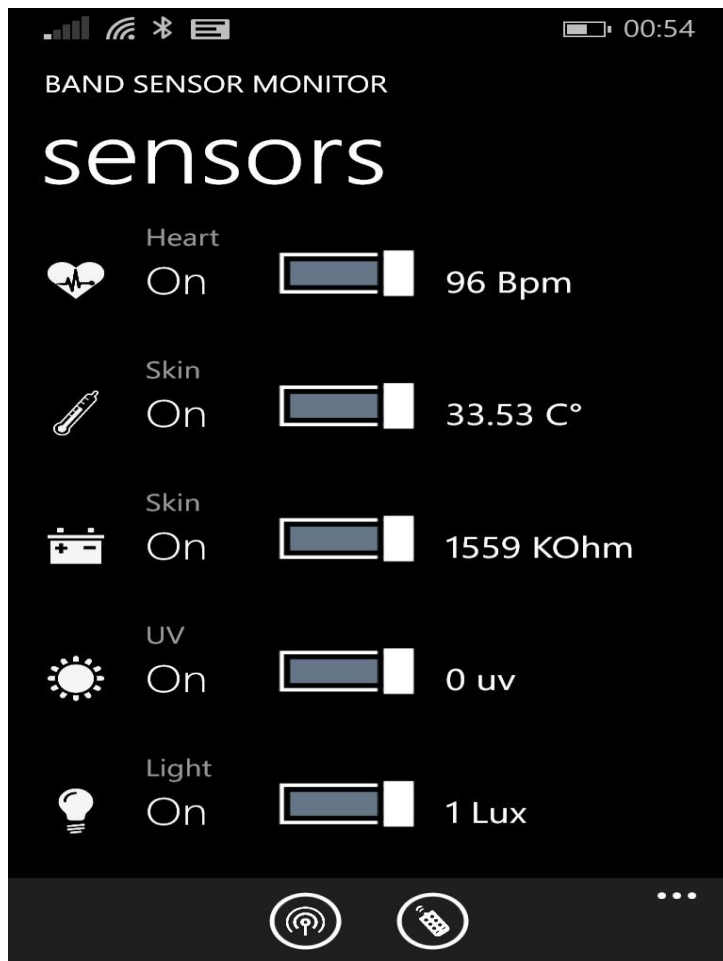
υπολογισμούς γίνεται και ενεργοποίηση προαιρετικών αισθητήρων που μας δίνουν χρήσιμες πληροφορίες , ακόμη και όταν αυτοί απενεργοποιηθούν . Οι αισθητήρες των λογισμικών Microsoft χρησιμοποιούνται περισσότερο από smart watch.



Εικόνα 6.1: Τοποθεσία αισθητήρων σε smartwatch

<https://support.microsoft.com/en-us/help/4000319/band-hardware-features-and-functions>

Σε αυτή την εικόνα μπορούμε να δούμε σε ποια σημεία βρίσκονται τα chips κάποιων αισθητήρων όπως ο αισθητήρας καρδιακού παλμού, που παίρνουν τις μετρήσεις σε αυτές τις συσκευές. Ο τρόπος ενσωμάτωσης των chips μέσα στις συσκευές αλλά και η λειτουργία των αισθητήρων στη συνέχεια για να δώσουν τις μετρήσεις είναι ακριβώς ο ίδιος με τις συσκευές android. Αυτές οι μικροσυσκευές μπορούν φυσικά να χρησιμοποιήσουν όλους τους αισθητήρες που αναφέρθηκαν παραπάνω από τα λογισμικά android, όπως μικρόφωνα, γυροσκόπια, GPS κλπ.



Εικόνα 6.2: Microsoft band sensor monitor

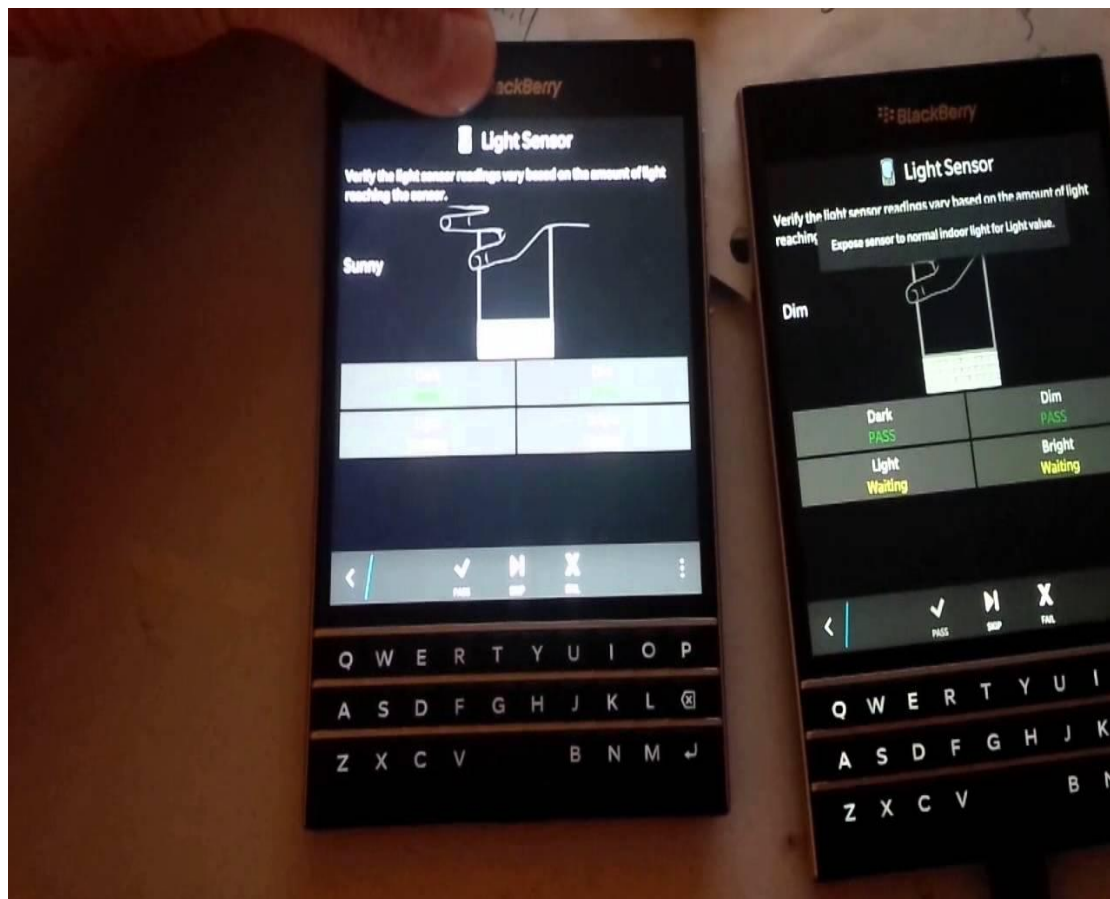
<http://www.windowcentral.com/band-sensor-monitor-lets-you-remotely-stream-your-microsoft-band-anywhere>

Εδώ βλέπουμε έναν ρυθμιστή αισθητήρων Microsoft που υπάρχουν σε μία συσκευή η οποία μας δείχνει ποιοι αισθητήρες είναι ενεργοί και τις μετρήσεις που έχουν για το χρήστη όπως για παράδειγμα τους καρδιακούς παλμούς του

7.2 Αισθητήρες Blackberry OS

Το Blackberry OS είναι και αυτό ένα λογισμικό που υποστηρίζει τους αισθητήρες android στις συσκευές του. Το blackberry εφαρμόζεται σε συσκευές blackberry(είναι τα κινητά τηλέφωνα όπως τα smartphones που χρησιμοποιούν android ή Microsoft λογισμικό αλλά έχουν μερικές διαφορές από αυτά.) Ο τρόπος που ενσωματώνονται οι

αισθητήρες στις συσκευές αυτές και ο τρόπος λειτουργίας τους είναι ακριβώς ο ίδιος με των android και Microsoft.



Εικόνα 7.1: Ρύθμιση αισθητήρα φωτός σε blackberry συσκευή

<https://www.youtube.com/watch?v=Cb2FKEecDns>

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε τη χρήση του αισθητήρα φωτός από μία συσκευή blackberry.

7.3 Αισθητήρες Arduino UNO

Το arduino uno είναι ένας μικροελεγκτής. Ο μικροελεγκτής αυτός είναι σχεδιασμένος πάνω σε μία πλακέτα που έχει πάνω του ένα chip το οποίο μπορεί να προγραμματιστεί για να κάνει διάφορα πράγματα, όπως να διαβάζει πληροφορίες από αισθητήρες.



Εικόνα 8.1: Μικροελεγκτής Arduino

<https://www.youtube.com/watch?v=FxaTDvs34mM>

Εδώ βλέπουμε πως είναι ένας μικροελεγκτής Arduino. Το arduino μπορεί να παίρνει πληροφορίες από τους αισθητήρες για το εξωτερικό περιβάλλον όπως για παράδειγμα το πόσο φωτεινά είναι γύρω του από έναν αισθητήρα φωτός και κάνει διάφορες ενέργειες όπως να ανοίγει το φως μίας λάμπας που είναι συνδεδεμένο πάνω του αν είναι σκοτεινά γύρω του.

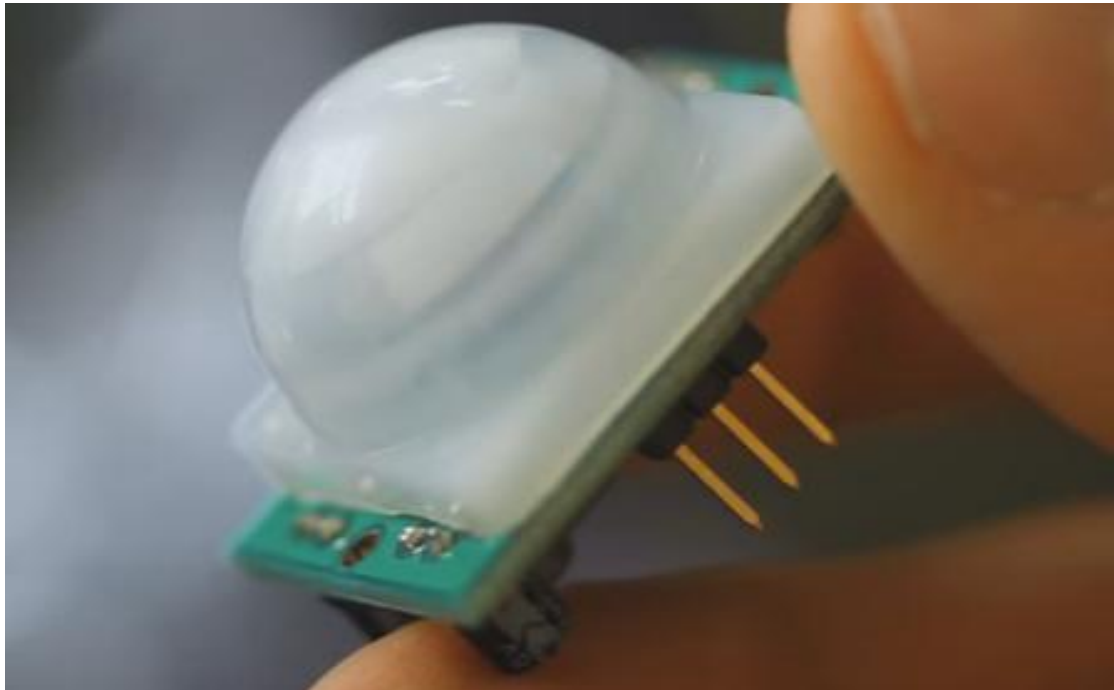


Εικόνα 8.2: Chip light transistor για Arduino

<https://www.youtube.com/watch?v=FxaTDvs34mM>

Εδώ βλέπουμε πως είναι ένας light transistor που είναι συνδεδεμένος πάνω στον μικροελεγκτή.

Το arduino χρησιμοποιεί επίσης αισθητήρες GPS και αισθητήρες εγγύτητας οι οποίοι είναι και αυτοί συνδεδεμένοι πάνω του με chips.

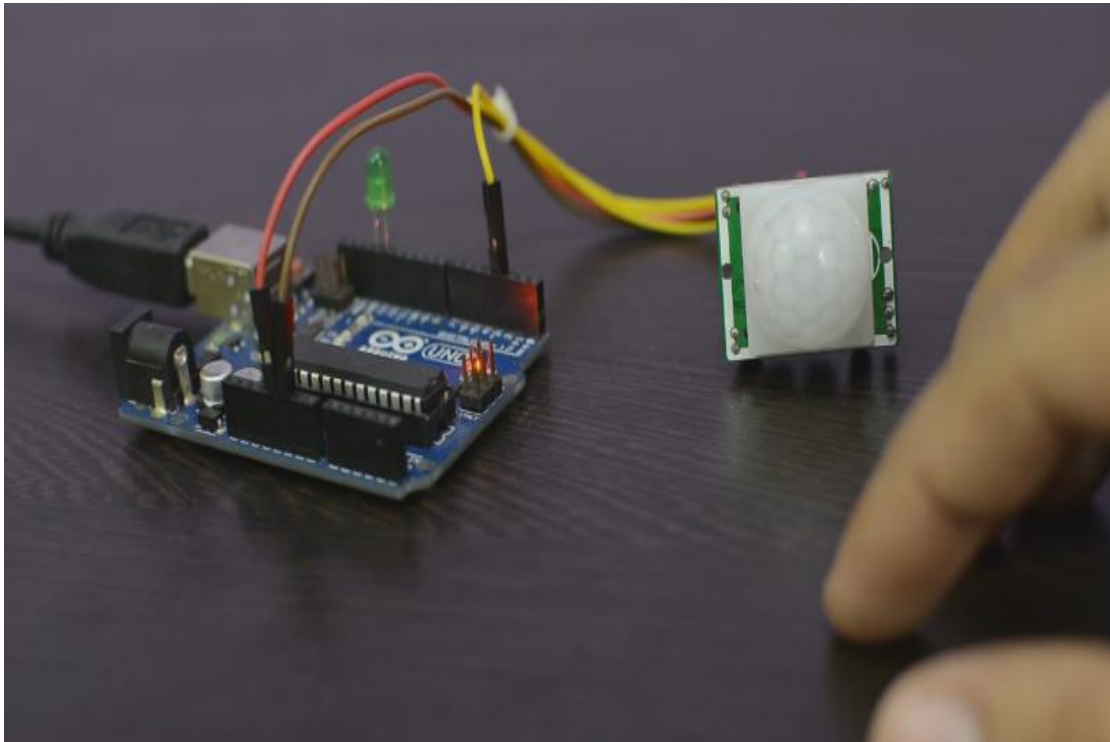


Εικόνα 8.3: Chip αισθητήρα εγγύτητας
<https://www.youtube.com/watch?v=FxaTDvs34mM>



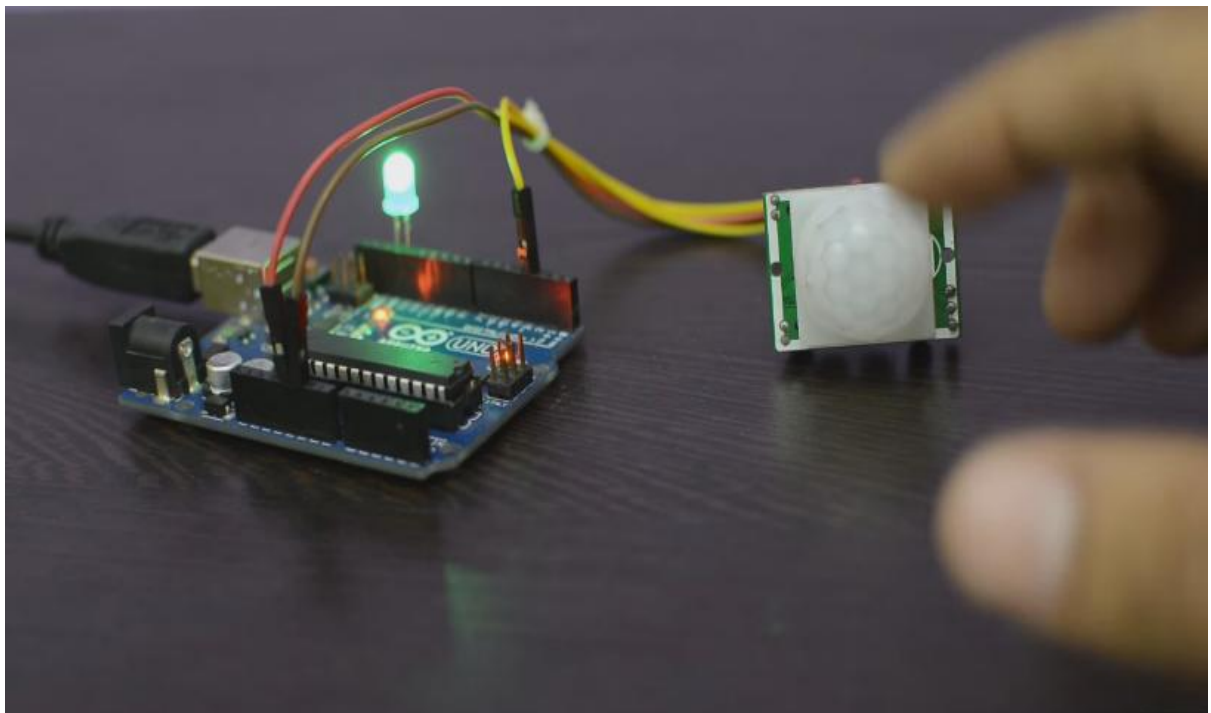
Εικόνα 8.4: Chip GPS
<https://www.youtube.com/watch?v=FxaTDvs34mM>

Στις παραπάνω εικόνες βλέπουμε έναν light transistor και ένα GPS chip.



Εικόνα 8.3: Απενεργοποιημένος light transistor, χωρίς κίνηση

<https://www.youtube.com/watch?v=FxaTDvs34mM>



Εικόνα 8.3: Ενεργοποιημένος light transistor με την κίνηση του χρήστη

<https://www.youtube.com/watch?v=FxaTDvs34mM>

Εδώ βλέπουμε τη χρήση του αισθητήρα εγγύτητας από το Arduino. Όταν ο χρήστης πλησιάζει το χέρι του στον αισθητήρα ο light transistor ανάβει. Όταν απομακρύνεται, σβήνει.

Είδαμε λοιπόν και τη χρήση αισθητήρων από διαφορετικά λογισμικά, όπως Microsoft και Blackberry και τις συσκευές τους αλλά και από μικροελεγκτές Arduino και καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σε όλα τα λογισμικά και στις μικροσκευές τους είναι οι ίδιοι ακριβώς και διαφέρουν μόνο στη προσθήκη τους από συσκευή σε συσκευή, ανάλογα το λογισμικό αλλά η μεθοδολογία είναι ακριβώς η ίδια.

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα

Αναλύσαμε λοιπόν όλα τα αναπάντητα ερωτήματα κάποιου που δεν ήξερε τι είναι οι αισθητήρες, σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται πως δουλεύουν παίρνοντας από το περιβάλλον τα δεδομένα και πως τα μεταφράζουν σε εμάς για να πάρουμε τις μετρήσεις που θέλουμε, τη διαφορά της συχνότητας των δεδομένων σε σχέση με τους πραγματικούς αισθητήρες, πως συνδέονται στα κινητά μας τηλέφωνα, τις συσκευές αυτές που σήμερα είναι 24/7 δίπλα μας και κάνουν όλες αυτές τις ενέργειες για εμάς.

Είδαμε επίσης πως αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται από πολλά λογισμικά όπως τα Android, Microsoft, Blackberry και Arduino διαφέροντας μόνο ως προς την ενσωμάτωσή τους στις συσκευές τους. Δώσαμε μία ιδιαίτερη έμφαση στους αισθητήρες Android. Αυτή η έμφαση δόθηκε γιατί το Android υπερισχύει έναντι στα υπόλοιπα λογισμικά σε πολλά θέματα και είναι το πιο δημοφιλές λογισμικό από όλα. Συνεπώς κάθε έρευνα είτε είναι για τους αισθητήρες είτε για κάποιο άλλο κομμάτι σε λογισμικά, η έρευνα θα γινόταν και πάλι σε συσκευές που χρησιμοποιούν android. Οι πληροφορίες στο διαδίκτυο είναι άπειρες.

Μελετώντας τη λειτουργία των αισθητήρων, καταλήξαμε στο ότι η μίξη δύο η περισσότερων αισθητήρων στη δημιουργία μίας εφαρμογής ή ενός παιχνιδιού έχει καλύτερα αποτελέσματα από τη χρήση ενός μόνο ως προς τη σταθερότητα της εφαρμογής αλλά και ως προς την εξοικονόμηση χώρου, κόστους αλλά και ενέργειας της συσκευής και δίνει επίσης στις εφαρμογές που χρησιμοποιούν αισθητήρες για τις ενέργειες τους, να χρησιμοποιούν αισθητήρες που δεν υπάρχουν στη συσκευή όπως το GPS χρησιμοποιώντας παραπάνω από έναν αισθητήρα που υπάρχουν στη συσκευή όπως για παράδειγμα το συνδυασμό γυροσκοπίου και επιταχυνσιομέτρου.

Οι εφαρμογές που δουλεύουν χρησιμοποιώντας αισθητήρες γίνονται όλο και πιο

πολλές μέρα με τη μέρα και ήταν πολύ σημαντικό για μένα, να ασχοληθώ με αυτόν τον τομέα. Ένας πολύ σημαντικός κλάδος εφαρμογών που χρησιμοποιούν αισθητήρες για να δουλέψουν, είναι οι εφαρμογές Emotion Sense. Αυτές οι εφαρμογές παίρνοντας δεδομένα από το χρήστη δηλαδή τις δραστηριότητες του, τον τόνο της φωνής του, του πρόσωπου του μέσω των αισθητήρων καρδιακού παλμού, μικροφώνου, κάμερας και άλλων αισθητήρων, περιγράφουν τη συναισθηματική κατάσταση του.

Όταν είδα το θέμα αυτής της πτυχιακής χάρηκα ιδιαίτερα γιατί θα ήθελα πολύ να ασχοληθώ με την ψυχολογία παράλληλα με την τεχνολογία που διάλεξα, οπότε αυτός θα ήταν ένας τρόπος να τα συνδυάσω και τα δύο, έστω και για λίγο. Οι Emotion Sense εφαρμογές ήδη έχουν συνεισφέρει στην ανθρώπινη ζωή και έχουν πολλά ακόμα να προσφέρουν, ιδιαίτερα σε ιατρικά θέματα και στο χώρο του αθλητισμού.

Κεφάλαιο 9

Βιβλιογραφία

[1] www.developer.android.com

[2] www.source.android.com

[3] www.techinsider.gr

[4] www.yac.mx

[5] www.play.google.com

[6] www.cam.ac.uk

[7] www.microsoft.com

[8] www.developer.blackberry.com

[9] www.physicsandroid.wordpress.com

[10] www.digikey.com

[11] www.software.intel.com

[12] www.youtube.com/watch?v=C7JQ7Rpwn2k&feature=youtu.be&t=8

[13] www.youtube.com/watch?v=FxaTDvs34mM