



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Υλοποίηση εφαρμογής Android για μέτρηση ιπποδύναμης
πάνω στον στρόφαλο του κινητήρα**

Φωκίων Χ. Ζηκίδης

Επιβλέπων: Αλωνισιώτη Αθανασία Αναπληρωτής Καθηγητής.

ΑΘΗΝΑ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2022

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Υλοποίηση εφαρμογής Android για μέτρηση ιπποδύναμης πάνω στον στρόφαλο του κινητήρα

Φωκίων Χ. Ζηκίδης
ΑΜ : M1609

Επιβλέπων : Αλωνιστιώτη Αθανασία , Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η υλοποίηση πατενταρισμένης φόρμουλας υπολογισμού της ιπποδύναμης. Πάνω σε συμβατικά τροχοφόρα οχήματα μέσω εφαρμογής σχεδιασμένης για συσκευές με αξελερόμετρο και λειτουργικό Android. Αρχικά γίνεται μια σύντομη παρουσίαση της φόρμουλας καθώς και οι συνθήκες στις οποίες αυτή λειτουργεί. Θα παρουσιασθή μια ανάλυση των τεχνολογιών και της αρχιτεκτονικής σχεδίασης της εφαρμογής που εφαρμόστηκαν. Επιπλέον θα παρουσιαστούν φυσική παράγοντες οι οποίοι κατέστησαν την υλοποίηση της φόρμουλας σε υπολογιστικά συστήματα Android ιδιαίτερα δύσκολη. Σε συνέχεια θα παρουσιαστεί πειραματική μελέτη της εφαρμογής και της φόρμουλας σε συνθήκες πραγματικού κόσμου έτσι ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Τέλος παραθέτω εν δυνάμει βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν και επεκτάσεις της εφαρμογής.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Android Development, Car Application

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Android, Java, Accelerometer, GPS, Ιπποδύναμη, Φουριέ, Φιλτράρισμα θορύβου

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is the implementation of a patented formula for calculating horsepower. On to conventional wheeled vehicles through an application designed for devices with accelerometer and Android operating system. First there is a brief presentation of the formula as well as the conditions in which it works. I will present an analysis of the technologies and the architectural design of the application that were applied. In addition, physical factors will be presented which made the implementation of the formula in Android systems particularly difficult. Then an experimental study of the application and the formula in real world conditions will be presented in order to evaluate their effectiveness. Finally, I list in force improvements that can be made and extensions of the application.

SUBJECT AREA: Android Development

KEYWORDS: Android, Java, Accelerometer, GPS, horsepower, Fourier, Noise Filtering

Dedicated to Maria Zikidis my inspiration my wife.

AKNOWLEDGMENTS

I would like to thank my supervisor, Dr. Alonistioti Nancy , for guiding me through this project. I would also like to thank Dionisis Mylonas for our long cooperation, for the mathematical formula and the countless trials runs.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
2	ΓΕΝΙΚΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗΣ ΣΤΟΝ ΣΤΡΟΦΑΛΟ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ.....	13
3	ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	14
3.1	Προϋποθέσεις περιβάλλοντος στο οποίο γίνεται η μέτρηση.....	14
3.2	Προϋποθέσεις οχήματος	14
3.3	Τοποθέτηση – Ρύθμιση συσκευής μέτρησης	14
3.4	Διάγραμμα ροής	15
4	ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ Η ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΦΟΡΜΟΥΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ....	16
4.1	Εισαγωγή	16
4.2	Ανάλυση ασκούμενων δυνάμεων (Επιταχυνόμενη φάση).....	16
4.3	Ανάλυση ασκούμενων δυνάμεων (Επιβραδυνόμενη φάση).....	17
4.4	Διαχωρισμός απωλειών αντλήσεις και RGB από απώλειες μεταδόσεις.....	17
4.5	Τελική μορφή φόρμουλας	18
5	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ	19
5.1	GPS Only Υλοποίηση.....	19
5.1.1	Λίγα λόγια για το GPS	19
5.1.2	Είναι δυνατή η λειτουργία του GPS χωρίς δεδομένα	19
5.1.3	Ακρίβεια GPS σήματος	20
5.1.4	Λογική της εφαρμογής.....	20
5.1.5	Πειραματικά Αποτελέσματα.....	21
5.1.6	Προβλήματα.....	23
5.1.7	Συμπεράσματα	24
5.2	Υλοποίηση GPS + Accelerometer.	24
5.2.1	Λίγα λόγια για το Accelerometer	24
5.2.2	Λογική της Εφαρμογής	25
5.2.3	Πειραματικά αποτελέσματα χωρίς φίλτρο.....	27
5.2.4	Moving Average	29
5.2.5	Fourier Filtering	32
5.2.6	Σύγκριση Moving Average vs Fourier Filtering.....	34
6	CURVE FITTING	36
6.1	Πειραματικά Αποτελέσματα.	36

7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	38
8	FUTURE WORK.....	39
8.1	Ακρίβεια GPS	39
	REFERENCES	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4-1	16
Πίνακας 5-1	23
Πίνακας 5-2 Χαρακτηριστικά οχημάτων.....	27
Πίνακας 5-3 Απόδοση κινητήρα Maserati Grand Turismo 2007. Δεν έχει γίνει καμία επεξεργασία των δεδομένων επιταχυντή . Η περίοδος λήψης στιγμάτων είναι κάθε 10 millisecond.....	27
Πίνακας 5-4 Απόδοση κινητήρα Maserati Grand Turismo 2007. Δεν έχει γίνει καμία επεξεργασία των δεδομένων επιταχυντή . Η περίοδος λήψης στιγμάτων είναι κάθε 10 millisecond.....	29
Πίνακας 5-5 Παράδειγμα συμπεριφοράς Moving Average φίλτρο.....	30
Πίνακας 5-6 Μετρήσεις Audi S3 μετά από φιλτράρισμα με Moving Average Window#20	31
Πίνακας 5-7 Μετρήσεις Maserati μετά από φιλτράρισμα με Moving Average Window#20	31

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 5-1 Αποτελεί μια από τις καλύτερες μετρήσεις που έγιναν. Δεν είναι αντιπροσωπευτική του μέσου όρου	21
Σχήμα 5-2 Η μετρήσεις έγιναν στο ίδιο μέρος με μερικά λεπτά διαφορά η μια από την επόμενη	22
Σχήμα 5-3 Οι υπόλοιπες μετρήσεις του Alcatel	22
Σχήμα 5-4 Μέτρηση 1	28
Σχήμα 5-5 Μέτρηση 2	28
Σχήμα 5-6 Μέτρηση 1	29
Σχήμα 5-7 Μέτρηση 2	29
Σχήμα 5-8 Μέτρηση 1	31
Σχήμα 5-9 Μετρηση 2	31
Σχήμα 5-10 Μέτρηση 1	31
Σχήμα 5-11 Μέτρηση 2	31
Σχήμα 8-1 Επιστημονική μελέτη Nottingham — Single-band Samsung S8 vs Dual-Band Xiaomi M8, και Dual-Band Septentrio Reference Receiver.	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3-1 Διάγραμμα ροής της εφαρμογής.....	15
Εικόνα 5-1 Για να υπολογίσει τη θέση της, μια συσκευή GPS μετρά την απόστασή της (εύρος) από πολλαπλούς δορυφόρους GPS. Το URE είναι ένα μέτρο της ακρίβειας. Η ακρίβεια του χρήστη αναφέρεται στο πόσο κοντά είναι η υπολογισμένη θέση της συσκευής από την αλήθεια, εκφραζόμενη ως ακτίνα.....	19
Εικόνα 5-2Η εικόνα b) είναι η τομή της φιγούρας (α), δείχνει μια αλλαγή στην χωρητικότητα των πλακών ως αποτέλεσμα της αλλαγής θέσης της σεισμικής μάζας όταν μια έξυπνη συσκευή γέρνει ή αλλάζει προσανατολισμό. Η αναγνώριση αλλαγής της βαρυτικής έλξης θα γίνει προσαρμόζοντας το φορτίο I στην αλλαγή χωρητικότητας των πλακών. Αυτή είναι η αρχή λειτουργίας του επιταχυντή smartphone (10)	25
<i>Εικόνα 5-3 Σύστημα συντεταγμένων (σε σχέση με κινητή συσκευή) που χρησιμοποιείται από το Sensor API.....</i>	<i>26</i>
Εικόνα 5-4 Όπως βλέπουμε στην εικόνα ένα περιοδικό σήμα στο πεδίο του χρόνου διαχωρίζεται στα επιμέρους αρμονικά συσχετιζόμενα ημιτονοειδή σήματα με ακεραία πολλαπλάσιες συχνότητες της βασικής συχνότητας. (15)	32
Εικόνα 5-5 Όπως παρατηρούμε από τις παραπάνω εικόνες ,ξεκινάμε από το σήμα πάνω αριστερά και καταλήγουμε κάτω δεξιά αφού έχουμε εφαρμόσει χαμηλοπερατό φίλτρο στις συχνότητες. Στο τέλος παίρνουμε το καθαρό σήμα.	33
Εικόνα 6-1 Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε τα αποτελέσματα για την μέτρηση 1 της Maserati που έγινε με την χρήση του MOTOROLA GS5.....	36
Εικόνα 6-2 Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε τα αποτελέσματα για την μέτρηση 5 του Audi που έγινε με την χρήση του MOTOROLA GS5.....	37

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μέτρηση της ιπποδύναμης των οχημάτων είναι κάτι που απασχολεί ένα μεγάλη μερίδα από τους λάτρεις των αυτοκινήτων και των μηχανών. Μια μικρή αλλαγή στο όχημα αλλάζει και την καμπύλη ταχύτητας ή RPM (Rotations per minute). (αλλαγή εξατμίσεις, γέμισμα με βενζίνη 100 οκτανίων, διαφορετικό πρόγραμμα στον εγκέφαλο του οχήματος). Θα ήταν ιδανικό αν μπορούσε ένα άτομο φτηνά και αξιόπιστα με την χρήση απλά του κινητού του να μέτρηση την ιπποδύναμη στον στρόφαλο του κινητήρα.

Η μέτρηση σε δυναμόμετρο κοστίζει πολύ και ουσιαστικά μετράει την ισχύει του κινητήρα στους τροχούς και στην συνέχεια υπολογίζει συμφωνά με τις σχέσεις των ταχυτήτων την δύναμη στον στρόφαλο. Η μέθοδος αυτή έχει και ένα άλλο ελάττωμα καθώς η μέτρηση γίνεται πάνω σε εξέδρα όπου οι τροχοί του αυτοκινήτου κινούν ένα κύλινδρο η συνθήκες αυτές απέχουν πολύ από πραγματικές συνθήκες δρόμου.

Υπάρχουν και άλλες εφαρμογές που μετρούν την ιπποδύναμη στον κινητήρα. Αυτές όμως όπως και στο δυναμόμετρο μετρούν την δύναμη στους τροχούς. Ζητούν από τους χρήστες τους να εισάγουν πολύ εξεζητημένα χαρακτηριστικά του οχήματος όπως είναι ο συντελεστής αεροδυναμικής αντίστασης και η εμπρόσθια επιφάνεια του αυτοκινήτου.

Η εφαρμογή αυτή καταφέρνει να διορθώσει όλα αυτά τα προβλήματα. Η μέτρηση γίνεται σε πραγματικές συνθήκες ,δεν παρεμβάλλεται η μέτρηση ιπποδύναμής στους τροχούς και στην συνέχεια στον στρόφαλο και δεν απαιτείται η εισαγωγή εξεζητημένων μεταβλητών.

2 ΓΕΝΙΚΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗΣ ΣΤΟΝ ΣΤΡΟΦΑΛΟ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ.

Η παρακάτω φόρμουλα μετράει την ιπποδύναμη σε τροχοφόρα οχήματα, ειδικά με μηχανές εσωτερικής καύσης, ηλεκτρικά και υβριδικά εάν τα παραπάνω δεν ενσωματώνουν αναγεννητικό φρενάρισμα (regenerative braking). Εάν αυτά το ενσωματώνουν πρέπει να τους δίνεται η δυνατότητα να το απομονώνουν. Η μέτρηση γίνεται πάνω:

- στροφαλοφόρο άξονα του εάν πρόκειται για κινητήρα εσωτερικής καύσης
- πάνω στον άξονα του ρότορα εάν πρόκειται για ηλεκτρικό
- και των δύο εάν πρόκειται για υβριδικό.

κάνοντας χρήση του αξελερόμετρο.

Σε κινητήρες εσωτερικής καύσης η συνηθισμένη μέθοδος μέτρησής της ιπποδύναμης στον στρόφαλο είναι δια μέσου δυναμόμετρου. Στο δυναμόμετρο οι ρόδες του τροχοφόρου οχήματος τοποθετούνται πάνω σε δυο μεγάλου μεταλλικούς κυλίνδρους. Στην συνέχεια σε πρώτη φάση (φάση επιτάχυνσης) ο οδηγός συμπλέκει το κιβώτιο ταχυτήτων του οχήματος και επιταχύνει έως ότου ενεργοποιηθεί ο κόφτης του αυτοκινήτου ή το όχημα ανεβάσει το μέγιστο αριθμό στρόφων (rpm). Σε δεύτερη φάση ο οδηγός αποσυμπλέκει το κιβώτιο ταχυτήτων και αφήνει το όχημα να επιβραδύνει πάνω στους κυλίνδρους. Από αυτό φαίνεται ότι η μέτρηση της ροπής που γίνεται είναι πάνω στους τροχούς και όχι πάνω στον στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής. Στην συνέχεια μέσα από αλγόριθμους υπολογίζεται η ιπποδύναμη στον άξονα.

Αυτή η μέθοδος μειονεκτεί :

- Στο γεγονός ότι προκαλεί ιδιαίτερη φθορά και κόπωση στον κινητήρα του οχήματος με αποτέλεσμα η απώλεια λόγω εσωτερικών τριβών (pumping losses) να είναι μεγαλύτερες.
- Ορισμένες φορές να ενεργοποιείται το (ECU Engine Control Unit). Η μονάδα αυτή ρίχνει την απόδοση του κινητήρα για να τον προστατεύσει με αποτέλεσμα να αποτυγχάνει η μέτρηση.
- Η μηχανή δεν έχει την σωστή παροχή αέρα όπως αυτή θα είχε σε συνθήκες ανοιχτού δρόμου.

3 ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν αναλυτικά οι οδηγίες και η προϋποθέσεις έτσι ώστε να αποφευχθούν όταν είναι δυνατό και να ελαχιστοποιούν τα περιθώρια λαθών .

3.1 Προϋποθέσεις περιβάλλοντος στο οποίο γίνεται η μέτρηση.

- Ομοιογενές οδόστρωμα χωρίς λακκούβες και ομοιόμορφη επιφάνεια.
- Η κλίση του οδοστρώματος πρέπει να είναι μηδενική η αν αυτό δεν είναι δυνατό κοντά στο μηδέν. Στην δεύτερη περίπτωση συνιστάται να γίνει η μέτρηση του οχήματος και προς τις δύο κατευθύνσεις και να πάρουμε τον μέσο όρο των μετρήσεων.
- Κατά την διάρκεια της μέτρησης δεν πρέπει να έχουμε δυνατούς ανέμους που αλλάζουν κατεύθυνση
- Αποφυγή βρεγμένου οδοστρώματος θέλουμε να αποφύγουμε τυχόν ολίσθηση του οχήματος για λόγους ασφάλειας αλλά και για την σωστή εφαρμογή των προϋποθέσεων της φόρμουλας.
- Ο τμήμα του δρόμου που θα γίνει η μέτρηση πρέπει να είναι ευθεία δεν πρέπει να περιέχει στροφές και φυσικά να είναι επαρκές για να μπορεί το αυτοκίνητο να τερματίσει τις στροφές του κινητήρα για την σχέση που έχει κουμπωμένη και να επιβραδύνει μέχρι τις ελάχιστες χωρίς να φρενάρει ο οδηγός.

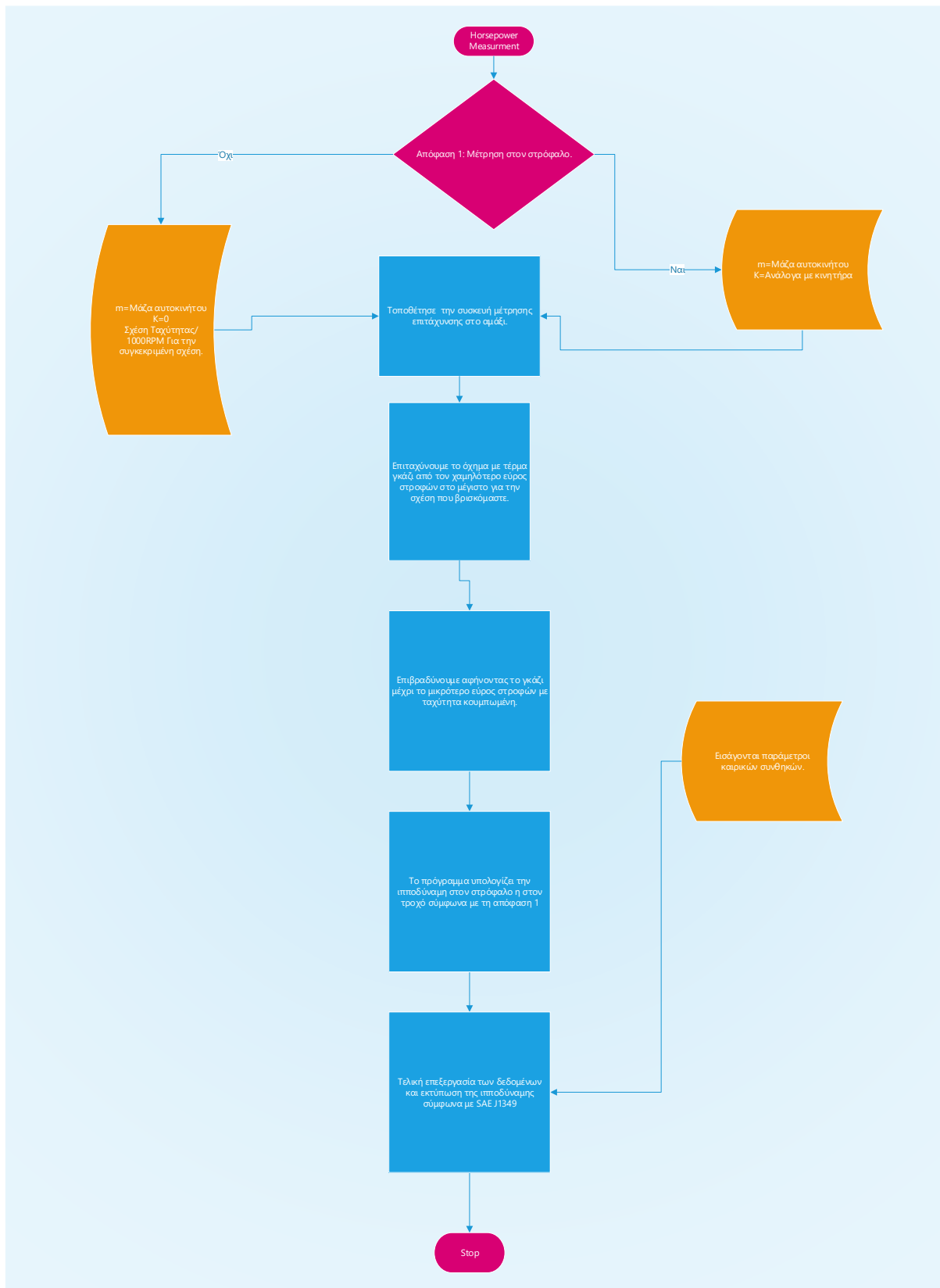
3.2 Προϋποθέσεις οχήματος

- Κατά την διάρκεια της μέτρησης τα παράθυρα του οχήματος πρέπει να είναι κλειστά.
- Σε περίπτωση οχήματος υψηλών επιδόσεων συνιστάτε η βενζίνη να είναι 100 οκτανίων.
- Η μέτρηση πρέπει να γίνει έχοντας σταθερά μια σχέση καθ' όλη την διάρκεια χωρίς να απομονώνουμε την κίνηση του κινητήρα.
- Αν το όχημα είναι ηλεκτρικό η υβριδικό και διαθέτει RGB (Regenerative Braking) θα πρέπει να είναι απενεργοποιημένο.
- Κλιματιστικό θα πρέπει να μην τεθεί σε λειτουργία.

3.3 Τοποθέτηση – Ρύθμιση συσκευής μέτρησης

- Η συσκευή μέτρησης της επιτάχυνσης θα πρέπει να είναι στερεωμένη σταθερά μέσα στο όχημα.
- Θα πρέπει η συσκευή να είναι προσανατολισμένη έτσι ώστε η δύναμη που ασκείται από την βαρύτητα να είναι κάθετη στην δύναμη που ασκείται πάνω στην συσκευή από την επιτάχυνση του αυτοκινήτου.
- Η επιλογή του συντελεστή μηχανικής απόδοσης K πρέπει να συμφωνεί με το όχημα .
- Ο συντελεστής ταχύτητα στροφών πρέπει να εισάγεται σύμφωνα με τον κατασκευαστή του αυτοκινήτου.
- Εισάγεται ταχύτητα για την οποία θα ξεκινήσει και θα τελειώσει η μέτρηση.
- Η ταχύτητα για την οποία θα ξεκινήσει και θα τελειώσει η μέτρηση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του αυτοκινήτου την στιγμή της εισαγωγής.

3.4 Διάγραμμα ροής



Εικόνα 3-1 Διάγραμμα ροής της εφαρμογής

4 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ Η ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΦΟΡΜΟΥΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

4.1 Εισαγωγή

Η ολοκληρωμένη μορφή της φόρμουλας υπολογισμού της ιπποδύναμης είναι.

$$P_e = mv \left[\frac{dv}{dt} (acc) + (1 - K) \frac{dv}{dt} (dec) \right] + K[\eta mgv + \frac{1}{2} dC_x S_f v^3] \quad \text{Εξίσωση 4.1.1}$$

Ας δούμε αναλυτικά την φόρμουλα.

Πίνακας 4-1

P_e	είναι η στιγμιαία ιπποδύναμη που μετράμε πάνω στον στρόφαλο του κινητήρα.
m	αποτελεί την μάζα του αυτοκινήτου και όλου του επιπλέον φορτίου που περιέχει το αμάξι (επιβάτες, βαλίτσες, κτλ).
v	είναι η στιγμιαία ταχύτητα του οχήματος
dv/dt	μία στιγμιαία επιτάχυνση όπως αυτή μετριέται από το αξελερόμετρο στην επιταχυνόμενη φάση του οχήματος.
K	Είναι μια εμπειρική σταθερά μεταξύ του 0 και 1 η οποία αναπαριστά τις απώλειες συμπίεσης ως κλάσμα των απωλειών μετάδοσης.
η	Είναι ο συντελεστής τριβής κύλισης
g	Είναι η βαρυτική σταθερά
d	Είναι η πυκνότητα του αέρα του περιβάλλοντος του οποίου γίνεται η μέτρηση.
C_x	Είναι η σταθερά αεροδυναμικής αντίστασης
S_f	Η εμπρόσθια επιφάνεια του οχήματος

4.2 Ανάλυση ασκούμενων δυνάμεων (Επιταχυνόμενη φάση).

Θα ξεκινήσουμε την ανάλυση αναλύοντας τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στο όχημα μας κατά την διάρκεια της μέτρησης. Έχουμε ως F_w την δύναμη που ασκεί η μηχανή εσωτερικής καύσης στις ρόδες του οχήματος αφού αφαιρεθούν οι απώλειες μετάδοσης, F_f την δύναμη που ασκείται από την τριβή κύλισης και F_a την δύναμη που ασκεί την αεροδυναμική αντίσταση του οχήματος. Η τελική δύναμη $\Sigma F_{(acc)}$ ισούται.

$$\Sigma F_{(acc)} = F_w - F_f - F_a \equiv F_w = \Sigma F_{(acc)} + F_f + F_a \quad \text{Εξίσωση 4.2.1}$$

Εφαρμόζοντας Νευτώνεια φυσική έχουμε.

$$\Sigma F_{(acc)} = ma = m \left[\frac{dv}{dt} (acc) \right] \quad \text{Εξίσωση 4.2.2}$$

Όπου m είναι η μάζα του οχήματος με επιβάτες και φορτίο v ταχύτητα και t ο χρόνος

$$F_f = \eta mg \quad \text{Εξίσωση 4.2.3}$$

Όπου η είναι η σταθερά τριβής κύλισης και g η βαρυτική σταθερά. Καθ' όλη την διάρκεια της μέτρησης το η θεωρείτε σταθερό.

$$F_a = \frac{1}{2} dC_x S_f v^2 \quad \text{Εξίσωση 4.2.4}$$

Όπου d είναι η πυκνότητα του αέρα του περιβάλλοντος κατά την διάρκεια μέτρησης, C_x είναι σταθερά αεροδυναμικής αντίστασης και S_f είναι το εμβαδό της εμπρόσθια όψη του οχήματος.

Η ισχύει στους τροχούς μετά την αφαίρεση των απωλειών μετάδοσης είναι

$$P_w = F_w v \quad \text{Εξίσωση 4.2.5}$$

Από 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4 και 4.1.5 έχουμε.

$$P_w = mv \left[\frac{dv}{dt_{(acc)}} \right] + \eta mgv + \frac{1}{2} dC_x S_f v^3 \quad \text{Εξίσωση 4.2.6}$$

Τελικός έχουμε την ισχύει στους τροχούς του οχήματος ως συνάρτηση της ταχύτητας και της επιτάχυνσης όλες οι άλλες μεταβλητές είναι σταθερές.

4.3 Ανάλυση ασκούμενων δυνάμεων (Επιβραδυνόμενη φάση).

Όλες οι ασκούμενες δυνάμεις δρουν αντίθετα στην κίνηση του αυτοκινήτου στην φάση αυτή καθώς δεν πατάμε καθόλου το γκάζι. Αυτές είναι απώλεια του συστήματος μετάδοσης κίνησης από τον στρόφαλο στους τροχούς συν τις απώλειες άντλησης συν το RGB F_l . Επιπλέον έχουμε την αντίσταση τριβής κύλισης F_f και την αεροδυναμική αντίσταση F_a .

$$\Sigma F_{(dec)} = F_l + F_f + F_a = m \left[\frac{dv}{dt_{(dec)}} \right] \quad \text{Εξίσωση 4.3.1}$$

Αντικαθιστώντας στην από πάνω εξίσωση και λύνοντας ως προς F_l έχουμε:

$$F_l = m \left[\frac{dv}{dt_{(dec)}} \right] - \eta mg - \frac{1}{2} dC_x S_f v^2 \quad \text{Εξίσωση 4.3.2}$$

Τελικός η ισχύει που χάνεται από την μετάδοση στους τροχούς δίνεται εξ' ορισμού από τον τύπο.

$$P_l = mv \left[\frac{dv}{dt_{(dec)}} \right] - \eta mgv - \frac{1}{2} dC_x S_f v^3 \quad \text{Εξίσωση 4.3.3}$$

4.4 Διαχωρισμός απωλειών άντλησης και RGB από απώλειες μετάδοσης.

Στο σημείο αυτό έχουμε καταλήξει σε δύο φόρμουλες μια για την επιταχυνόμενη φάση του οχήματος P_w και μια για την επιβραδυνόμενη φάση του οχήματος P_l . Η πρώτη μετράει την ισχύει όπως αυτή δίνεται στους τροχούς του οχήματος. Η δεύτερη μετράει τις απώλειες μετάδοσης, άντλησης και RGB. Είναι προφανές ότι σε αυτό το σημείο για να μπορέσουμε να μετρήσουμε την ισχύει του κινητήρα πάνω στο στροφαλοφόρο άξονα θα πρέπει να διαχωρίσουμε τις απώλειες άντλησης και RGB από τις απώλειες μετάδοσης (ονομάζουμε την ισχύει αυτή P_b). Έτσι ώστε να προσθέσουμε τις δεύτερες στην ισχύει του οχήματος πάνω στους τροχούς ώστε να βρούμε την καθαρή απόδοση του κινητήρα P_e . Το τέχνασμα που χρησιμοποιείται για την απομόνωση των απωλειών άντλησης είναι η εισαγωγή μίας μονοδιάστατης εμπειρικής σταθερά $K: \exists [0,1]$ η οποία αντιπροσωπεύει τις απώλειες άντλησης ως κλάσμα των συνολικών απωλειών άντλησης και μετάδοσης. Υποθέτουμε ότι το όχημα έχει την δυνατότητα απομόνωσης του RGB. Επομένως:

$$P_d = (1 - K) \left[mv \left[\frac{dv}{dt_{(dec)}} \right] - \eta mgv - \frac{1}{2} dC_x S_f v^3 \right] \quad \text{Εξίσωση 4.4.1}$$

$$P_e = P_w + P_d \quad \text{Εξίσωση 4.4.2}$$

Αντικαθιστώντας στην 3.3.2 την 3.1.5 και 3.3.1 έχουμε:

$$P_e = mv \left[\frac{dv}{dt}_{(acc)} + (1 - K) \frac{dv}{dt}_{(dec)} \right] + K \left[\eta mgv - \frac{1}{2} dC_x S_f v^3 \right] \quad \text{Εξίσωση 4.4.3}$$

Πρέπει να επισημανθεί ότι για να ισχύει η παραπάνω εξίσωση θα πρέπει η απώλειες μετάδοσης κατά την επιτάχυνση και την επιβράδυνση να είναι ίσες. Αυτό ισχύει σε μεγάλο βαθμό αν και η απώλειες είναι λίγο μεγαλύτερες κατά την επιτάχυνση στα πλαίσια της ευρεσιτεχνίας όμως μπορούν να θεωρηθούν ίσες. Σε περίπτωση που το $K=0$ η εξίσωση μετατρέπεται σε

$$P_e = mv \left[\frac{dv}{dt}_{(acc)} + \frac{dv}{dt}_{(dec)} \right] \quad \text{Εξίσωση 4.4.4}$$

4.5 Τελική μορφή φόρμουλας

Συμφωνά με την SAE τα οχήματα που δεν έχουν δεδομένα τριβής κινητήρα όπως στην περίπτωση αυτή της ευρεσιτεχνίας η μηχανική απόδοση για κινητήρες τετράχρονους ατμοσφαιρικούς να θεωρείται 85%. Κάνοντας αυτήν την υπόθεση προκύπτει η παρακάτω σχέση.

$$P_p = \frac{15}{100} P_e \quad \text{Εξίσωση 4.5.1}$$

Όπου P_p αντιπροσωπεύει απώλειες αντλήσεις. Η εξίσωση 4.3.4 η οποία ισχύει για μη-δαμινές απώλειες RGB και απώλειες άντλησης μπορεί να γενικευτεί .

$$P_e = mv \left[\frac{dv}{dt}_{(acc)} + \frac{dv}{dt}_{(dec)} \right] - P_p \quad \text{Εξίσωση 4.5.2}$$

Αντικαθιστώντας στην από πάνω εξίσωση έχουμε

$$P_e = 0.85 mv \left[\frac{dv}{dt}_{(acc)} + \frac{dv}{dt}_{(dec)} \right] \quad \text{Εξίσωση 4.5.3}$$

Τέλος η τελική μορφή της εξίσωσης που χρησιμοποιείτε και στην εφαρμογή τροποποιώντας το K για τα διάφορα είδη κινητήρων .

$$P_e = K mv \left[\frac{dv}{dt}_{(acc)} + \frac{dv}{dt}_{(dec)} \right] \quad \text{Εξίσωση 4.5.4}$$

5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ

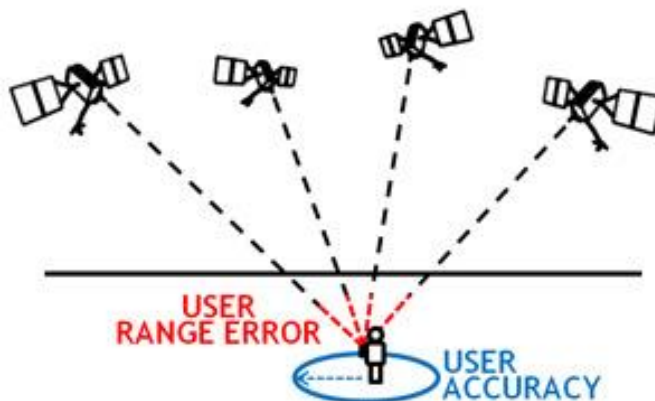
5.1 GPS Only Υλοποίηση

Η πρώτη δοκιμή για την υλοποίηση της φόρμουλας σε συσκευές Android έγινε με την χρήση της συνάρτησης της Google Fused Location Provider Client (1) οι οποία επιστρέφει την τοποθεσία του κινητού ανά τακτά χρονικά διαστήματα χρησιμοποιώντας την υπηρεσία GPS Global Positioning System.

5.1.1 Λίγα λόγια για το GPS

Το σύστημα GPS είναι ένα σύστημα εντοπισμού τις τοποθεσίας που αποτελείται από τρία μέρη. Τους δορυφόρους τους επίγειους σταθμούς τους δέκτες (τελικούς χρήστες) και αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται για τον χρονισμό των δεδομένων ταχύτητας χρόνου και τοποθεσίας. Η συστάδα των δορυφόρων του συστήματος (24 στον αριθμό) κινούνται σε 6 διαφορετικές προδιαγεγραμμένες τροχιές γύρω από την γη 4 δορυφόροι για κάθε τροχιά. Για την ακριβή μέτρηση και εύρεση της τοποθεσίας του δέκτη χρειάζονται μετρήσεις μόνο από 3 δορυφόρους ο τέταρτος χρησιμοποιείται για τον έλεγχο τυχών λαθών και δίνει την δυνατότητα υπολογισμού του υψομέτρου του δέκτη. Η λειτουργίες των μερών συνοψίζονται στα εξής.

- Οι δορυφόροι μεταδίδουν σήμα με την τοποθεσία τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
- Οι επίγειοι σταθμοί είναι εκεί για να παρακολουθούν την τροχιά των δορυφόρων και να ελέγχουν αν προκύψουν προβλήματα.
- Τέλος οι δέκτες (Android συσκευές μας και όχι μόνο) λειτουργούμε καταναλώνοντας το δεδομένα που μας παρέχονται από την συχνότητα που εκπέμπουν οι δορυφόροι. Χρησιμοποιώντας αλγορίθμους γίνεται η εύρεση της τοποθεσίας του δέκτη. (2) (3) (4)



Εικόνα 5-1 Για να υπολογίσει τη θέση της, μια συσκευή GPS μετρά την απόστασή της (εύρος) από πολλαπλούς δορυφόρους GPS. Το URE είναι ένα μέτρο της ακρίβειας. Η ακρίβεια του χρήστη αναφέρεται στο πόσο κοντά είναι η υπολογισμένη θέση της συσκευής από την αλήθεια, εκφραζόμενη ως ακτίνα.

5.1.2 Είναι δυνατή η λειτουργία του GPS χωρίς δεδομένα

Ναι είναι δυνατή η χρήση του GPS χωρίς δεδομένα. Οι συσκευές με GPS δέκτες είναι ραδιοφωνα που ακούν στην συχνότητα που εκπέμπουν οι δορυφόροι. Η χρήση του Assisted GPS (A-GPS) χρειάζεται καθώς χρησιμοποιεί Wi-Fi σύστημα εύρεσης τοποθεσίας και Τριγωνισμού κυψελών κινητής τηλεφωνίας σε περιπτώσεις που το σήμα από το δορυφόρο δεν είναι επαρκές να μας δώσει καλή ακρίβεια. (3)

5.1.3 Ακρίβεια GPS σήματος

Η ακρίβεια του GPS εξαρτάται από παράγοντες όπως η απόφραξη σήματος, η δορυφορική γεωμετρία, τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του δέκτη και η ποιότητα. Το σφάλμα ποσοστού εύρους χρηστών του σήματος GPS στο διάστημα είναι $<0.006m/s$ για διαστήματα πάνω από 3 δευτερόλεπτα για κοινούς χρήστες. Σύμφωνα με το GPS.gov η ακρίβεια σε κινητά τηλέφωνα με GPS δέκτη είναι ακριβή μέσα σε μια ακτίνα 4.9 μετρά με ανοιχτό ουρανό. Η ακρίβεια στην τοποθεσία και την ταχύτητα βελτιώνεται δραματικά εάν γίνει χρήση GPS διπλής συχνότητας. Ενώ η ακρίβεια GPS των χρηστών smartphone "επιδεινώνεται κοντά σε γέφυρες, σήραγγες και δέντρα", οι δέκτες διπλής συχνότητας δεν επιδεινώνονται. Στην πραγματικότητα το GPS.gov δηλώνει ότι οι δέκτες διπλής συχνότητας είναι σε θέση να επιτρέπουν μακροπρόθεσμα μέτρα εντός χιλιοστών και σε πραγματικό χρόνο στο επίπεδο εκατοστών. (4)

5.1.4 Λογική της εφαρμογής

Έχοντας της παραπάνω πληροφορίες γίνεται κατανοητό ότι μόνο η χρήση GPS δεν θα ήταν επαρκείς για την εφαρμογή του τύπου Αφού δεν έχουμε την ακρίβεια που θέλουμε. Έτσι επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η υπηρεσία της Google Fused Location Provider Client. Η υπηρεσία αυτή παρέχει ένα API που διαχειρίζεται της τεχνολογίες εντοπισμού της συσκευής με τρόπο ο οποίος είναι μεγιστοποιεί την απόδοση μεταξύ της καταναλώσεως ισχύος και την ακρίβεια των δεδομένων. (1) Δηλαδή δίνει την δυνατότητα χρήσεις A-GPS που μπορεί να βελτίωση την ακρίβεια των δεδομένων. Επιπλέον αν δεν αυξάνει τη ακρίβεια των δεδομένων τοποθεσίας, παρέχει την δυνατότητα να αυξήσουμε την συχνότητα δειγματοληψίας και να υλοποιήσουμε κάποια φίλτρο για να ελαχιστοποιήσουμε το σφάλμα (περισσότερα στο κεφάλαιο [5.1.4](#)).

5.1.4.1 Συλλογή των δεδομένων

Η σκέψη είναι η εξής. Πριν την έναρξη της μέτρησης, ο χρήστης θα εισάγει τα δεδομένα στην εφαρμογή

- Μάζα οχήματος
- Συντελεστή μηχανικής απόδοσης κινητήρα
- Ταχύτητα έναρξης την μέτρηση.
- Σταθερά $\frac{km/h_{Car}}{RPM_{engine}}$

και θα πατάει το πλήκτρο Start. Υποθέτουμε ότι τηρούνται η προϋποθέσεις όπως αυτές περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3 (Οδηγός Χρήσης Της Εφαρμογής). Στην συνέχεια η εφαρμογή ανά τακτά χρονικά διαστήματα θα παίρνει την τοποθεσία του κινητού (**Location Class**) (5) από την google και θα υπολογίζει την ταχύτητα του οχήματος¹. Όταν η ταχύτητα του οχήματος ξεπεράσει την αρχική ταχύτητα τότε η εφαρμογή αρχίζει και αποθηκεύει τα αντικείμενα **Location** όπως αυτά επιστρέφονται από την υπηρεσία της google. Παράλληλα η εφαρμογή ελέγχει αν το όχημα βρίσκεται σε φάση επιταχυνόμενη η επιβραδυνόμενη για να χωρίσει τα Locations σε επιταχυνόμενα και επιβραδυνόμενα. Επιπλέον ελέγχει πότε η ταχύτητα του οχήματος θα πέσει κάτω από την ταχύτητα που έχει επιλέξει ο χρήστης.

¹ Την ταχύτητα του οχήματος είτε την πάρουμε από την συνάρτηση LocationObj.getSpeed() είτε για την υπολογίσουμε απGό τα lon και lat δεν έχει διαφορά. Επιλέγεται το πρώτο.

5.1.4.2 Επεξεργασία δεδομένων

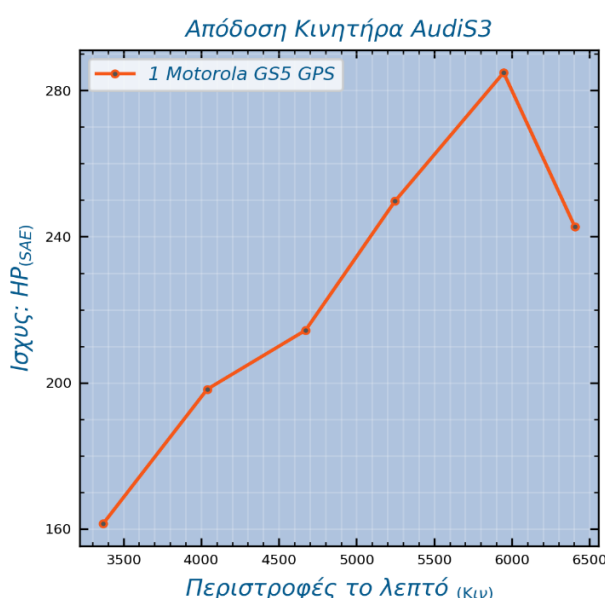
Όταν η ταχύτητα του οχήματος πέσει κάτω από την ταχύτητα που εισήγαγε ο χρήστης έχουμε δημιουργήσει δύο λίστες μια με τις ταχύτητες στην επιτάχυνση και μία στην επιβράδυνση. Στην συνέχεια παραγωγίζουμε της λίστες προς το χρόνο για να μεταβούμε σε επιταχύνσεις. Γίνεται ταίριασμα των επιταχύνσεων (Επιβράδυνση ,Επιτάχυνση) με κριτήριο την ελαχιστοποίηση της διανυσματικής απόστασης τους που αποτελείται από τις στιγμιαίες ταχύτητες που παραγωγήσε η εφαρμογή. Στο τέλος εφαρμόζουμε των μαθηματικό τύπο στην κβαντισμένη μέτρηση (πλέον) του οχήματος και βλέπουμε την μέγιστη ιπποδύναμη.

5.1.5 Πειραματικά Αποτελέσματα

Audi S3 2009 (6)

- Ισχύεις² : 305HP @ 6200rpm
- Βάρος : 1495 kg (άδειο)
- Σχέση 3^{ης} ταχύτητας (:1) 1.469
- Σχέση διαφορικού (:1) 4.235
- Μπροστινά λάστιχα 225/40 P 18 Υ
- Πίσω λάστιχα 225/40 P 18 Υ
- $\frac{CarSpeed (m/s)}{EngineRpm_{3rd gear}} = 0.0053601$

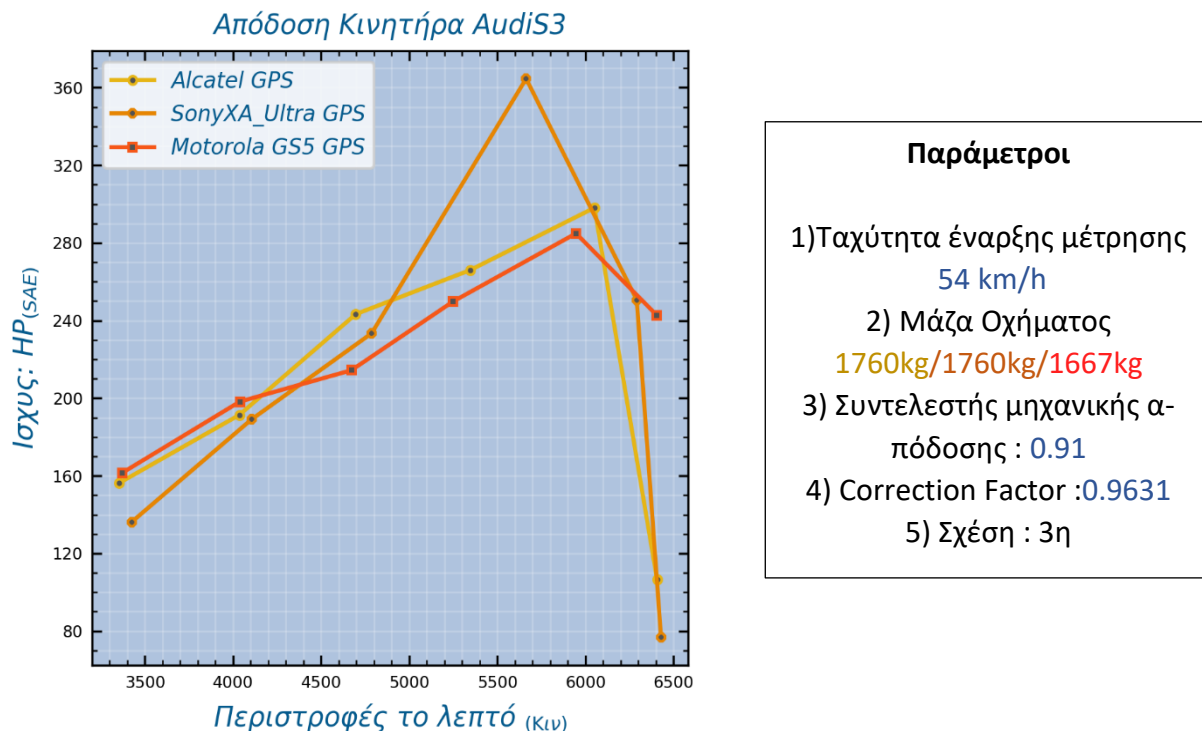
Μπορούμε να παρατηρήσουμε στα παρακάτω διαγράμματα ότι έχουμε μεγάλες αποκλείσεις από την αναμενόμενη τιμή. Στο **Error! Reference source not found.** στην περίπτωση του Alcatel είναι η μόνη από τις πέντε μετρήσεις που έχουμε σχετικά ακριβής (<5% απόκλιση) μέτρηση της ιπποδύναμης. Αυτό όμως δεν είναι ενθαρρυντικό. Καθώς από της πέντε μετρήσεις που έγιναν, αυτή ήταν η μόνη που η γραφική παράσταση της ιπποδύναμης προς τις στροφές του κινητήρα, που πλησιάζει την πραγματικότητα ως προς την μορφή και τις απόλυτες τιμές.



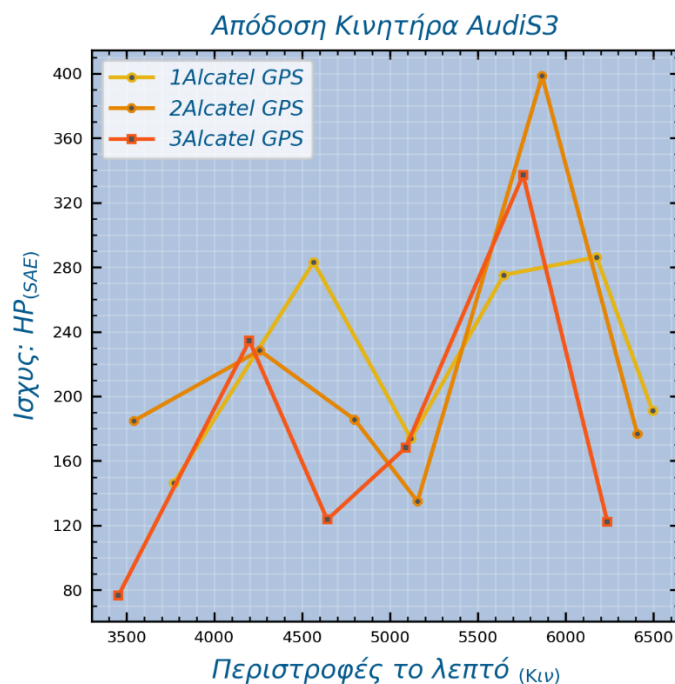
Παράμετροι	
1) Ταχύτητα έναρξης μέτρησης	54 km/h
2) Μάζα Οχήματος	1667kg
3) Συντελεστής μηχανικής απόδοσης	0.91
4) Correction Factor	0.9631

Σχήμα 5-1 Αποτελεί μια από τις καλύτερες μετρήσεις που έγιναν. Δεν είναι αντιπροσωπευτική του μέσου όρου

² Η ισχύεις διαμορφώνεται στα 305HP κατά SAE. Στο όχημα έχει τροποποιηθεί το πρόγραμμα της τουρμπίνας για μεγαλύτερη απόδοση ισχύεις.



Σχήμα 5-2Η μετρήσεις έγιναν στο ίδιο μέρος με μερικά λεπτά διαφορά η μια από την επόμενη



Σχήμα 5-3 Οι υπόλοιπες μετρήσεις του Alcatel

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε. Η υπόλοιπες μετρήσεις από το κινητό Alcatel μας εκτός του ότι δεν πλησιάζουν την πραγματική ιπποδύναμη του οχήματος δεν διατηρούν ούτε προσεγγίζουν την γραφική παράσταση που θα έπρεπε να έχει το όχημα.

Αν πάρουμε και εφαρμόσουμε την μαθηματική φόρμουλα στο χέρι για την μέτρηση 2 στο παραπάνω γράφημα θα δούμε καθαρά ότι το θέμα προέρχεται από την ακρίβεια του GPS.

Π.Χ

Παράμετροι μέτρηση 2:

- Συντελεστής μηχανικής απόδοσης = 0.91
 - Μάζα = 1760
- $$P_{hp(SAE)} = 0.0013401 P_w \quad (7)$$

$$P_{hp(SAE)} = 0.0013401K mv \left[\frac{dv}{dt_{(acc)}} + \frac{dv}{dt_{(dec)}} \right]$$

Άρα έχουμε :

$$P_{hp(SAE)} = 2.146144v \left[\frac{dv}{dt_{(acc)}} + \frac{dv}{dt_{(dec)}} \right]$$

Τώρα για να υπολογίσουμε τα $\frac{dv}{dt_{(acc)}}$ και $\frac{dv}{dt_{(dec)}}$ χρειαζόμαστε 4 στίγματα από το GPS 2 διατεταγμένα στίγματα για την επιτάχυνση και δύο για την επιβράδυνση αυτά είναι.

Πίνακας 5-1

Επιτάχυνση(m/s ²)		Επιβράδυνση (m/s ²)	
Time (sec)	Speed (m/s)	Time (sec)	Speed (m/s)
4	28.34	7	32.85
5	33.10	8	31.49

Τα στίγματα αυτά μας δίνουν μέση ταχύτητα $\frac{\sum Speeds}{\#Speeds} = 31.445=v$

Από τα παραπάνω. $P_{hp(SAE)} = 67.48(4.7639+1.363) = 413.44$ πριν την διόρθωση για καιρικές συνθήκες. Μπορούμε να δούμε ότι το λάθος γίνεται κατά την διάρκεια της επιτάχυνσης δεν είναι δυνατόν να έχουμε 4.763 (m/s²) ή 17.15 (Km/h * s) τέτοιου είδους επιταχύνσεις δεν πετυχαίνει το όχημα ούτε όταν είναι στο εύρος της ροπής (2500-5000) RPM δεν είναι δυνατό 5800 RPM ή 31.445 m/s εκτός εύρος ροπής να το πέτυχει. Μια φυσιολογική επιτάχυνση για το συγκεκριμένο όχημα στην ταχύτητα αυτή είναι 3.379 (m/s²) που θα έδινε $P_{hp(SAE)} = 320$.

5.1.6 Προβλήματα

Στην θεωρία όλα φαίνονται απλά. Η πράξη μας παρουσιάζει άλλα.

Δεν υπάρχουν αρκετά locations.

Όπως παρατηρήθηκε όταν δοκιμάστηκε η εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες τα αποτελέσματα δεν ήταν αυτά που περιμέναμε. Το πρώτο βασικό πρόβλημα παρουσιάστηκε στην σχεδίαση των γραφικών παραστάσεων ο αριθμός των στιγμάτων ήταν πάρα πολύ χαμηλός, και δεν συμβαδίζει με την συχνότητα που είχε οριστεί στην εφαρμογή. Παρά το γεγονός ότι η υπηρεσία **Google Fused Location Provider Client** (8) έδινε τη δυνατότητα να οριστεί η συχνότητα υψηλά 100Hz-10Hz δεν κατάφερε ποτέ να ξεπεράσει το 1Hz. Με αποτέλεσμα τα στίγματα από το GPS να είναι ελάχιστα έτσι ώστε να έχουμε την δυνατότητα να σχεδιασθή οποιαδήποτε γραφική παράσταση της ιπποδύναμης. Μετά από δοκιμές που έγιναν με τον εξής τρόπο

1. Απενεργοποιήθηκαν όλες οι εφαρμογές εκτός από της παρούσας
2. Μετρήσεις έγιναν σε μέρος με πλήρη ισχύει σήματος δικτύου 4G.
3. Δοκιμάστηκε σε τρεις διαφορετικές συσκευές android σε Motorola GS5 , Alcatel και Sony Xperia XA ULTRA. και δεν υπήρχε βελτίωση του αποτελέσματος. Μια πιθανή αιτία για αυτή την λειτουργία της συσκευής μπορεί να ωφελείται στο ότι. Ενώ το GPS είναι δυνατόν να ανανεώνεται ποιο γρήγορα από 1Hz, οι περισσότεροι GPS δέκτες δηλώνουν την ανανεωμένη τοποθεσία τους κάθε 1Hz. (9)

Η ακρίβεια των στιγμάτων ήταν χαμηλή.

Εκτός από το γεγονός της χαμηλής συχνότητας των στιγμάτων GPS παρατηρήθηκε ότι και η ακρίβεια των Locations και κατ' επέκταση της ταχύτητας δεν βελτιώθηκε αρκετά πάρα την χρήση A-GPS που μας παρέχει η google μέσα από το API της. Η οριζόντια ακρίβεια³ του στίγματος⁴ διαμορφώθηκε περίπου στο 3.9 μέτρα με τυπική αποκλίσει (1σ). Δηλαδή 68% από της δειγματοληψίες η τοποθεσία που περνούμε θα βρίσκεται μέσα σε κύκλο με ακτίνα 3.9 μέτρα με κέντρο την πραγματική τοποθεσία. Όπως είδαμε και από τα αποτελέσματα μια μικρή διαφορά στην ταχύτητα της τάξεως του 1m/s μπορεί να αποφέρει μεγάλες αλλαγές στην μέγιστη ιπποδύναμη.

5.1.7 Συμπεράσματα

Μπορούμε με ασφάλεια να αποφανθούμε ότι η υλοποίηση της μαθηματικής φόρμουλας μόνο με GPS μιας συχνότητας είναι ανέφικτη για λογούς ακριβείας και πλήθος στιγμάτων. Το μόνο ενθαρρυντικό στοιχείο που παρατηρήθηκε είναι ότι η «μέγιστη ιπποδύναμη» δίνονταν στις σωστές στροφές. Ίσως με την χρήση κινητών διπλής συχνότητας των οποίων η ακρίβεια τους φτάνει στο εκατοστό να μπορέσουμε να έχουμε μια υλοποίηση αυτό όμως θα δοκιμαστεί σε επόμενο χρόνο.

5.2 Υλοποίηση GPS + Accelerometer.

Εφόσον έγινε η πρώτη δοκιμή υλοποίησης της μαθηματικής φόρμουλας ήταν ανεπιτυχής. Έγινε επανασχεδίαση της λογικής της εφαρμογής.

5.2.1 Λίγα λόγια για το Accelerometer

Ο επιταχυντής είναι μία συσκευή μέτρησης της επιτάχυνσης. Ο βασικός λόγος που χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα κινητά android και I phone ήταν. Για να μπορεί η συσκευή να αναγνωρίζει πότε ο χρήστης αλλάζει την κατεύθυνση του κινητού και να προσαρμόζει το UI στο χρήστη από κάθετο σε πανοραμικό. Από τότε έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα εφαρμογών και αποτελεί αναπόσπαστο κόμματα κάθε android συσκευής.

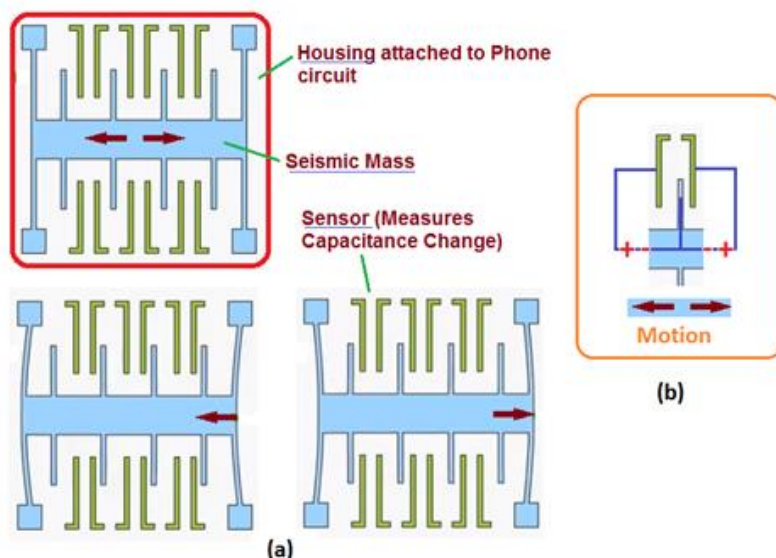
Ποιο αναλυτικά

Ο επιταχυντής στις περισσότερες έξυπνες συσκευές android αποτελεί ένα μικροchip. Το οποίο είναι συγκολλημένο πάνω στην μητρική πλακέτα της συσκευής. Η θέση συγκόλλησης διαφέρει από συσκευή σε συσκευή , πράγμα που μπορεί να είναι σημαντικό για συγκεκριμένες εφαρμογές. Η αρχή λειτουργίας του αξελερόμετρο είναι απλή αποτελείται από μια σεισμική μάζα πυριτίου η οποία είναι περικλειστη σε ένα κέλυφος το οποίο είναι προσκολλημένο πάνω στην μητρική πλάκα. Δεν αποτελεί τίποτα παρά ένα κύκλωμα MEMS(Micro Electro Mechanical System) που μετράει τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω στην σεισμική μάζα από την βαρύτητα την αλλαγή χωρικών συντεταγμένων της συσκευής

³ Κανονική κατανομή λάθους

⁴ Η ακρίβεια του στίγματος μετρήθηκε μέσο της συνάρτησης LocationObj.getAccuracy() (5)

. Κατά συνέπεια είναι μια συσκευή μέτρησης του σασιού στο οποίο είναι προσκολλημένο. (10) (11)



Εικόνα 5-2Η εικόνα b) είναι η τομή της φιγούρας (α), δείχνει μια αλλαγή στην χωρητικότητα των πλακών ως αποτέλεσμα της αλλαγής θέσης της σεισμικής μάζας όταν μια έξυπνη συσκευή γέρνει ή αλλάζει προσανατολισμό. Η αναγνώριση αλλαγής της βαρυτικής έλξης θα γίνει προσαρμόζοντας το φορτίο I στην αλλαγή χωρητικότητας των πλακών. Αυτή είναι η αρχή λειτουργίας του επιταχυντή smartphone (10)

Ακρίβεια του επιταχυντή.

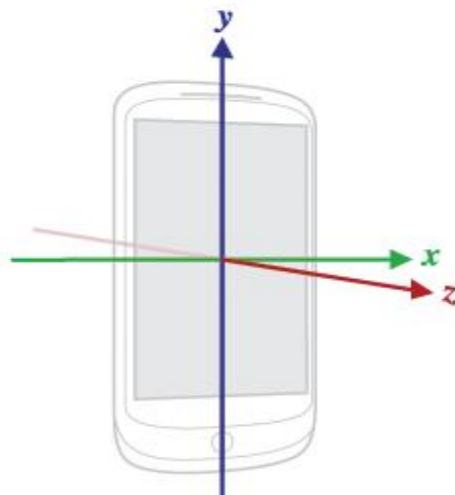
Το βασικό πρόβλημα του επιταχυντή είναι ο θόρυβος. Αυτός μπορεί να είναι λευκός θόρυβος ή θόρυβος από την μη ακριβή αφαίρεση της βαρύτητας. Για να έχουμε μια εικόνα της κλίμακας του θορύβου αν προσπαθήσουμε να ολοκληρώσουμε την επιτάχυνση που περνούμε από το κινητό για ένα δευτερόλεπτο έτσι ώστε να καταλάβουμε κίνηση η απόκλιση θα είναι 20cm. Στο ίδιο πνεύμα για την αφαίρεση της βαρύτητας αν κάνουμε λάθος κατά μια μοίρα τότε μέσα σε ένα δευτερόλεπτο μετρήσεων θα έχουμε απόκλιση 8.5 μέτρα. (12) Μπορεί εύκολα κάποιος να κάνει μια μέτρηση κατεβάζοντας μια εφαρμογή για τον επιταχυντή και τοποθετώντας το κινητό οριζόντιο πάνω σε ένα τραπέζι να δει πόση θα είναι η απόκλιση. Πρέπει να είναι μέσα στα πλαίσια $0.01-0.03 \text{ m/s}^2$

5.2.2 Λογική της Εφαρμογής

Μετά από την πρώτη δοκιμή με την χρήση μόνο του GPS δοκιμάστηκε μια σχεδίαση με την χρήση επιταχυντή σε συνδυασμός με GPS. Βλέποντας ότι ο επιταχυντής παρουσιάζει αρκετά προβλήματα όσο αφορά την ακρίβεια. Έγιναν οι εξής προβλέψεις θα χρειαστεί κάποιο είδος φίλτρου θορύβου, θα χρησιμοποιηθεί γραμμική επιτάχυνση (linear acceleration)⁵ ή απλή επιτάχυνση όπως δίνεται από τον αισθητήρα. Τέλος θα χρειαστεί το GPS για έναρξη και περάτωση της μέτρησης. Επιπλέον στα πλαίσια της εφαρμογής αυτής για τον λόγο ότι μετράμε γραμμική επιτάχυνση σε ένα μόνο άξονα, η διάρκεια της μέτρησης δεν είναι μεγάλη, και ολοκληρώνουμε μόνο μια φορά τα δεδομένα ίσως να μην χρειαστεί κάποιο ιδιαίτερο φίλτρο για τα δεδομένα του επιταχυντή.

⁵ Θα δούμε παρακάτω γιατί δεν ήταν δυνατή η χρήση του Linear Acceleration παρότι θα διευκόλυνε πολύ την διαδικασία

5.2.2.1 Linear acceleration



Εικόνα 5-3 Σύστημα συντεταγμένων (σε σχέση με κινητή συσκευή) που χρησιμοποιείται από το Sensor API.

Το Linear Acceleration είναι μια επιλογή που δίνεται από την google έτσι ώστε να αφαιρούμε την βαρύτητα από τους άξονες μιας έξυπνης συσκευής Android. Η αφαίρεση αυτή γίνεται με την χρήση αισθητήρα του γυροσκοπίου αν αυτός υπάρχει σε αντίθετη περίπτωση παίρνουμε τα δεδομένα χωρίς επεξεργασία από των επιταχυντή.

Συλλογή των δεδομένων

Η σκέψη είναι η εξής. Πριν την έναρξη της μέτρησης, ο χρήστης θα εισάγει τα δεδομένα στην εφαρμογή

- Μάζα οχήματος
- Συντελεστή μηχανικής απόδοσης κινητήρα
- Ταχύτητα έναρξης της μέτρησης.
- Σταθερά $\frac{km/h_{Car}}{RPM_{engine}}$

και θα πατάει το πλήκτρο Start. Υποθέτουμε ότι τηρούνται η προϋποθέσεις όπως αυτές περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3 (Οδηγός Χρήσης Της Εφαρμογής). Στην συνέχεια η εφαρμογή ανά τακτά χρονικά διαστήματα θα παίρνει την τοποθεσία του κινητού (**Location Class**) (5) από την google και θα υπολογίζει την ταχύτητα του οχήματος. Όταν η ταχύτητα του οχήματος ξεπεράσει την αρχική ταχύτητα τότε η εφαρμογή αρχίζει και αποθηκεύει τα αντικείμενα **Location** όπως αυτά επιστρέφονται από την υπηρεσία της google. Στο σημείο ενεργοποιείται και ο αισθητήρας του επιταχυντή και αρχίζει η συλλογή των επιταχύνσεων ανά 10 millisecond. Παράλληλα η εφαρμογή ελέγχει αν το όχημα βρίσκεται σε φάση επιταχυνόμενη η επιβραδυνόμενη για να χωρίσει τα Locations σε επιταχυνόμενα και επιβραδυνόμενα. Επιπλέον ελέγχει τότε η ταχύτητα του οχήματος θα πέσει κάτω από την ταχύτητα που έχει επιλέξει ο χρήστης.

5.2.2.2 Επεξεργασία των δεδομένων .

Όταν η ταχύτητα του οχήματος πέσει κάτω από την ταχύτητα που εισήγαγε ο χρήστης έχουμε δημιουργήσει δύο λίστες μια με τις ταχύτητες στην επιτάχυνση και μία στην επιβράδυνση από τις μετρήσεις που μας έδωσε το GPS. Επιπλέον έχουμε δημιουργήσει και μια λίστα με τις επιταχύνσεις από τον αισθητήρα του επιταχυντή.

Χρησιμοποιώντας τον τύπο

$$V_i = V_0 + a_i * t$$

Όπου, V_0 είναι η πρώτη αρχική ταχύτητα που είναι μεγαλύτερη της Ταχύτητα έναρξης της μέτρησης, όπως αυτή καταγράφεται από το GPS. Δημιουργούνται η ταχύτητες κατά την φάση της επιτάχυνσης και επιβραδύνσεις. Ο διαχωρισμός των ταχυτήτων σε φάση επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις γίνεται σύμφωνα με το πρόσημο του a_i εάν $a_i > 0$ τότε είμαστε σε φάση επιτάχυνσης ένα $a_i < 0$ τότε είμαστε σε φάση επιβράδυνσης. Γίνεται ταίριασμα των επιταχύνσεων (Επιβράδυνση, Επιτάχυνση) με κριτήριο την ελαχιστοποίηση της διανυσματικής απόστασης τους που αποτελείται από τις στιγμιαίες ταχύτητες. Στο τέλος εφαρμόζουμε των μαθηματικό τύπο στην κβαντισμένη μέτρηση (πλέον) του οχήματος και βλέπουμε την μέγιστη ιπποδύναμη.

5.2.3 Πειραματικά αποτελέσματα χωρίς φίλτρο

Πίνακας 5-2 Χαρακτηριστικά οχημάτων

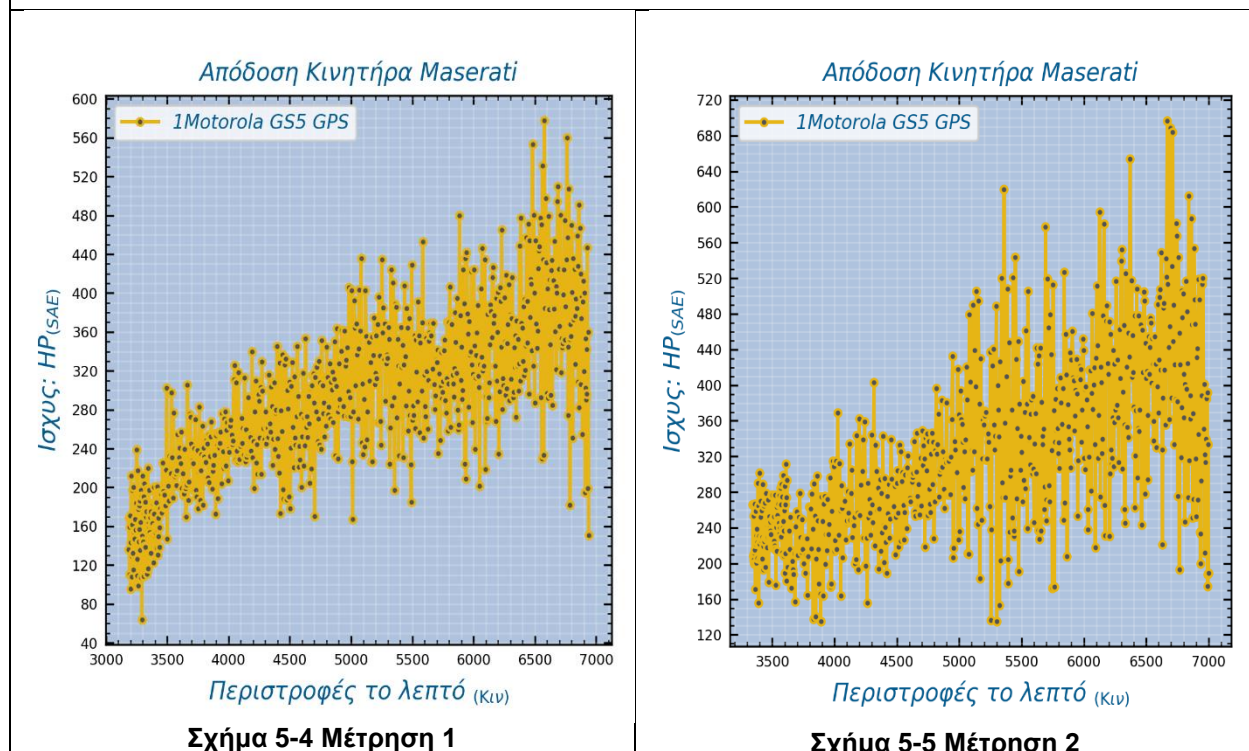
<p>Audi S3 2009 (6) Ισχύεις⁶ : 305HP @ 6200rpm Βάρος : 1495 kg (άδειο) Σχέση 3^{ης} ταχύτητας (:1) 1.469 Σχέση διαφορικού (:1) 4.235 Μπροστινά λάστιχα 225/40 P18Y Πίσω λάστιχα 225/40 P18Y $\frac{CarSpeed (m/s)}{EngineRpm_{3rd\ gear}} = 0.0053601$</p>	<p>Mazda MX5 2009 (6) Ισχύεις : 167HP @ 7000rpm Βάρος : 1110 kg (άδειο) Σχέση 3^{ης} ταχύτητας (:1) 1.33 Σχέση διαφορικού (:1) 4.10 Μπροστινά λάστιχα 205/50 R16 Πίσω λάστιχα 205/50 R 16 $\frac{CarSpeed (m/s)}{EngineRpm_{3rd\ gear}} = 0.0058677$</p>
<p>Maserati GrandTurismo 2007 (6) Ισχύεις : 406HP @ 7100rpm Βάρος : 1780 kg (άδειο) Σχέση 3^{ης} ταχύτητας (:1) 1.52 Σχέση διαφορικού (:1) 3.727 Μπροστινά λάστιχα 245/40 ZR19 Πίσω λάστιχα 285/40 ZR19 $\frac{CarSpeed (m/s)}{EngineRpm_{3rd\ gear}} = 0.006268$</p>	<p>Mazda 6 2004 (6) Ισχύεις : 141HP @ 6000rpm Βάρος : 1275 kg (άδειο) Σχέση 3^{ης} ταχύτητας (:1) 1.392 Σχέση διαφορικού (:1) 4.388 Μπροστινά λάστιχα 205/55 R16 Πίσω λάστιχα 205/55 R16 $\frac{CarSpeed (m/s)}{EngineRpm_{3rd\ gear}} = 0.0054140$</p>

Πίνακας 5-3 Απόδοση κινητήρα Maserati Grand Turismo 2007. Δεν έχει γίνει καμία επεξεργασία των δεδομένων επιταχυντή. Η περίοδος λήψης στιγμάτων είναι κάθε 10 millisecond.

⁶ Η ισχύεις διαμορφώνεται στα 305HP κατά SAE. Στο όχημα έχει τροποποιηθεί το πρόγραμμα της τουρμπίνας για μεγαλύτερη απόδοση ισχύεις.

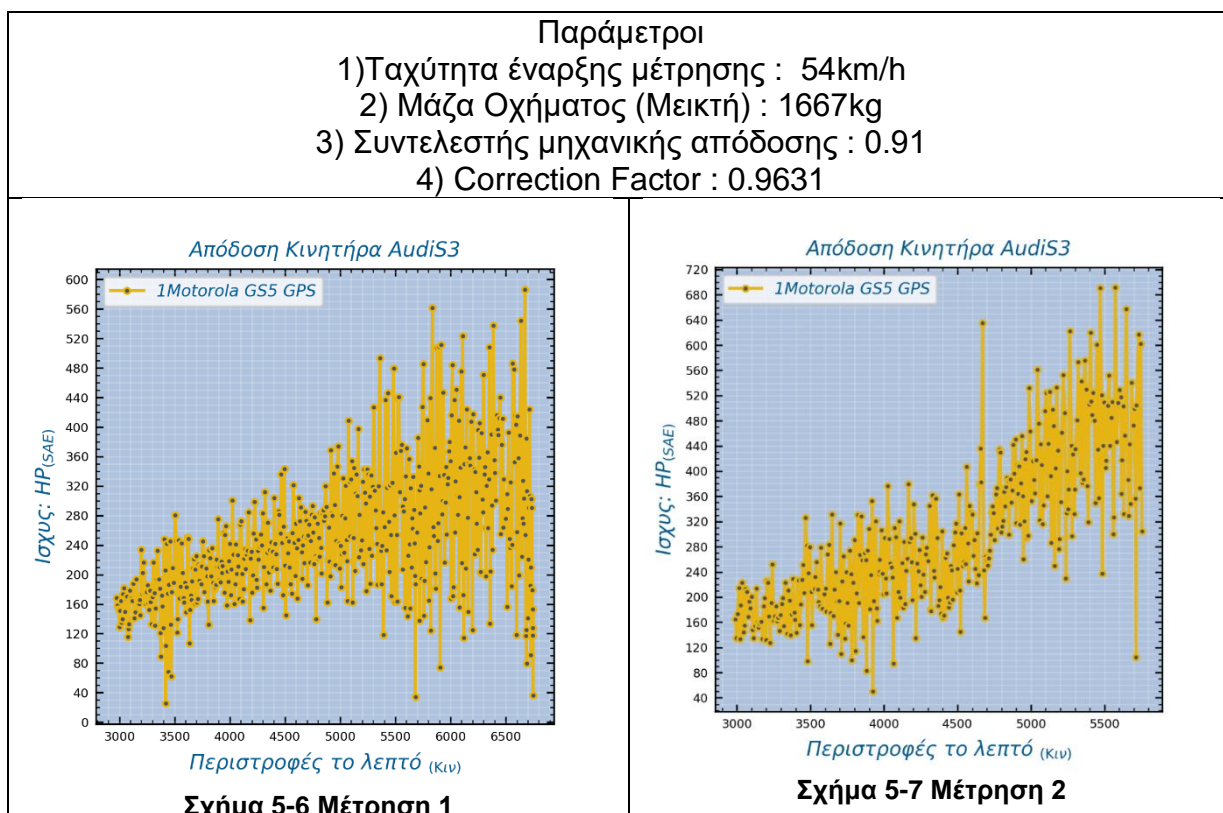
Παράμετροι

- 1) Ταχύτητα έναρξης μέτρησης : 64 km/h
- 2) Μάζα Οχήματος (Μεικτή) : 1894kg
- 3) Συντελεστής μηχανικής απόδοσης : 0.83
- 4) Correction Factor : 0.9965



Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τις μετρήσεις της Maserati Figure 5 και τις μετρήσεις του Audi Figure 6. Έχουμε δυο ερμηνείες , η πρώτη είναι ότι έχουμε να κάνουμε με ένα ρηξικέλευθο καύσιμο που μας παρέχει σε τιμή 100αρας βενζίνης το πρατήριο της γειτονίας. Η δεύτερη ότι μάλλον έχουν θόρυβο τα δεδομένα μας. Είναι προφανές ότι πρόκειται για το πρώτο αλλά είμαστε υποχρεωμένοι να εξερευνήσουμε κάθε πιθανότητα. :-P

Πίνακας 5-4 Απόδοση κινητήρα Maserati Grand Turismo 2007. Δεν έχει γίνει καμία επεξεργασία των δεδομένων επιταχυντή . Η περίοδος λήψης στιγμάτων είναι κάθε 10 millisecond.



5.2.4 Moving Average

Το πρόβλημα που συναντούμε έγκειται στο γεγονός στο γεγονός ότι έχουμε θόρυβο. Δυο πιθανές πηγές θορύβου είναι το ίδιο το MEME αξελερόμετρο και η άλλη από κραδασμούς στο αυτοκίνητο κατά την διάρκεια της μέτρησης.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τα δεδομένα ποιο πάνω έχουμε πολύ υψηλές εναλλαγές στην ισχύ που προέρχονται από απότομες εναλλαγές στην επιτάχυνση. Το Moving Average φίλτρο είναι ένα φίλτρο το οποίο έχει πολύ βέλτιστη συμπεριφορά στην εξομάλιση του σήματος στο πεδίου του χρόνου και κάκιστη στο πεδίο της συχνότητας.

5.2.4.1 Λίγα λόγια για το Moving Average

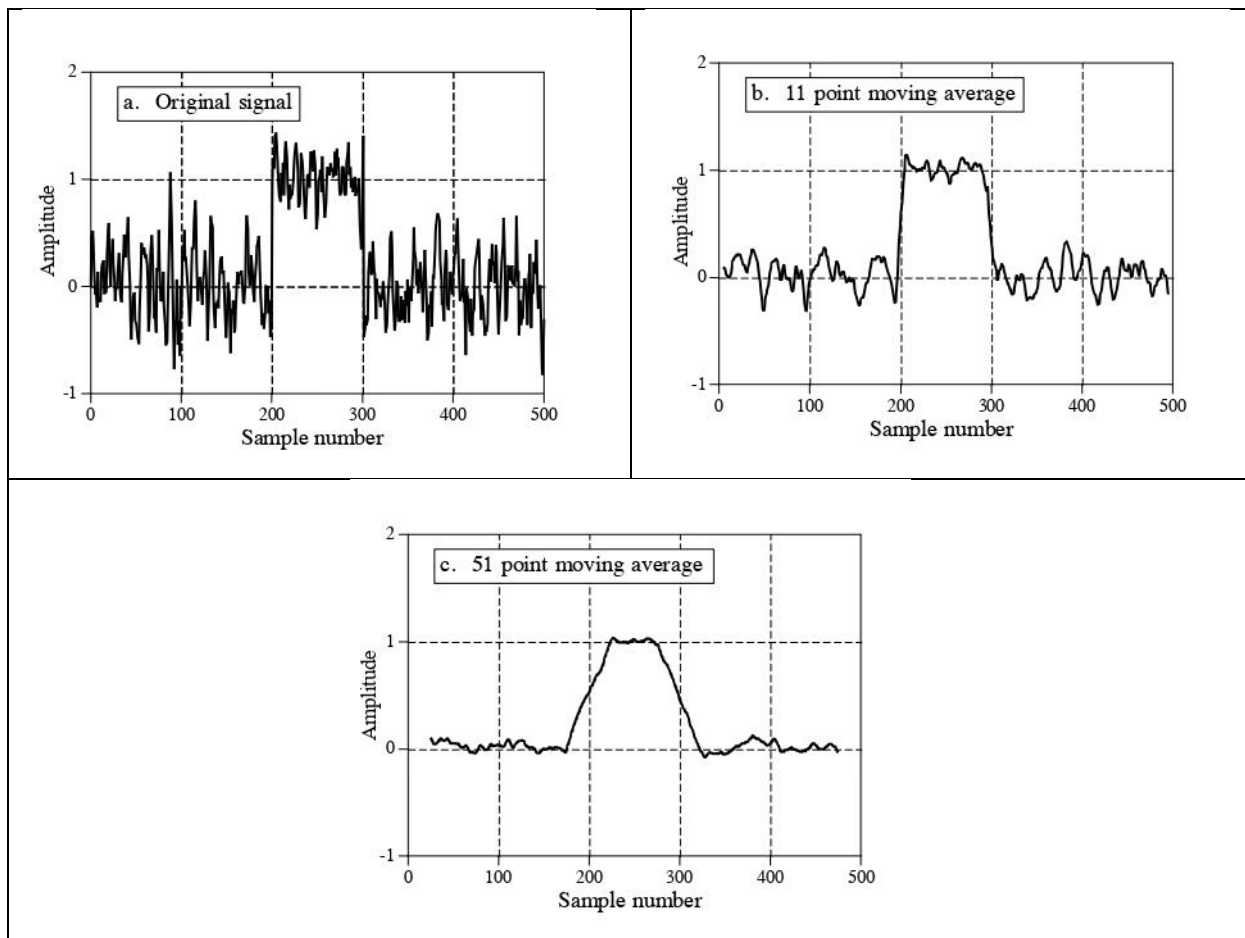
Όπως υποδηλώνει το όνομα ,το φίλτρο Moving Average λειτουργεί με τον μέσο όρο ενός αριθμού σημείων από το σήμα εισόδου για την παραγωγή κάθε σημείου στο σήμα εξόδου . Η εξίσωση είναι:

$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i + j]$$

Όπου το $x[]$ είναι το σήμα εισόδου το $y[]$ είναι το σήμα εξόδου και το M είναι ο αριθμός των σημείων που αθροίζουμε για να βρούμε την μέση τιμή.

Το φίλτρο αυτό είναι απλό και μάλιστα είναι κατάλληλο για πολλαπλές εφαρμογές αλλά είναι και βέλτιστο για την μείωση του τυχαίου λευκού θορύβου διατηρώντας παράλληλα τις έντονες αποκρίσεις. Παρακάτω μπορούμε να δούμε ένα παράδειγμα.

Πίνακας 5-5 Παράδειγμα συμπεριφοράς Moving Average φίλτρο.

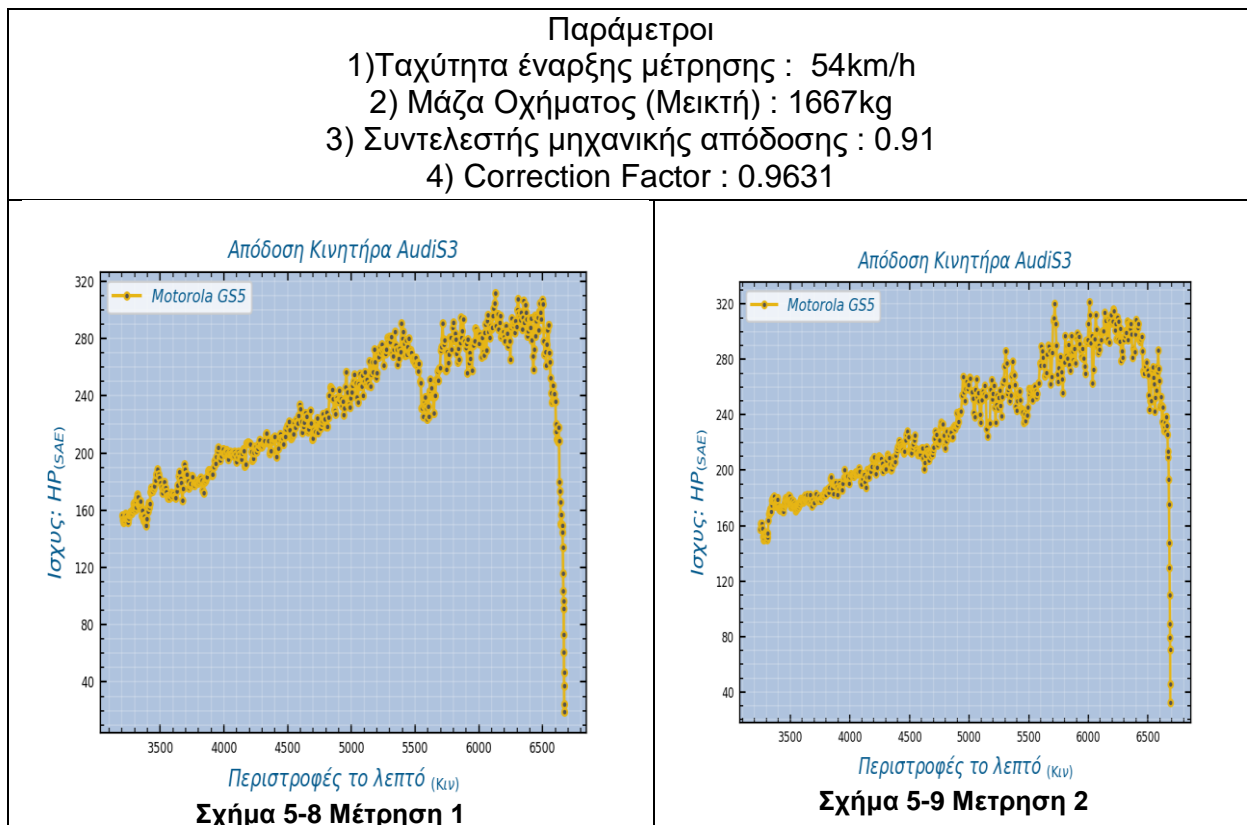


Τα παραπάνω σχήματα δείχνουν ένα παράδειγμα λειτουργίας του Moving Average . Το σήμα (α) είναι ένας παλμός μέσα σε τυχαίο θόρυβο στα (b) και (c) η δράση του φίλτρου εξομαλύνει και μειώνει το πλάτος του τυχαίου θορύβου αλλά και μειώνει την ευκρίνεια των άκρων . Από όλα τα πιθανά γραμμικά φίλτρα ο Moving Average παράγει τον χαμηλότερο θόρυβο για μια δεδομένη άκρη. Το ποσό της μείωσης του θορύβου είναι ίσο με την τετραγωνική ριζά του αριθμού σημείων (M) στο μέσο όρο. Για παράδειγμα ένας κινητός μέσος όρος 100 σημείων μειώνει των θόρυβο κατά δέκα φορές. (13)

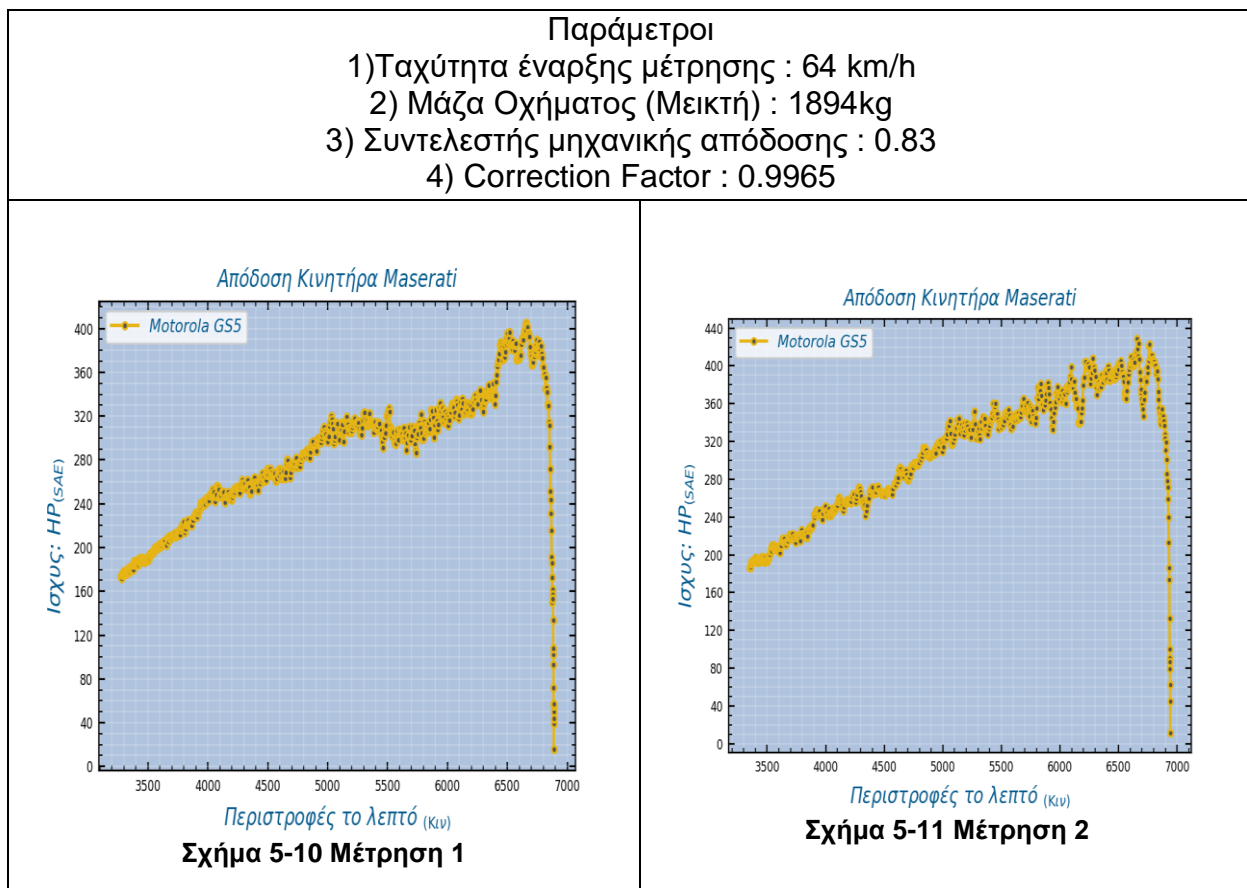
5.2.4.2 Εφαρμογή Moving Average

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τις γραφικές παραστάσεις παρακάτω, τα αποτελέσματα σε ότι αφορά την αφαίρεση του θορύβου πάνω στα αρχεία των επιταχύνσεων από το κεφάλαιο [5.2.3](#) είναι παραπάνω από ικανοποιητικά. Έχουμε μέγιστη απόδοση κινητήρα 301 @6200 RPM μετά από διόρθωση για καιρικές συνθήκες. Τα στοιχεία που δίνονται από τον κατασκευαστή είναι 305@6200 RPM.

Πίνακας 5-6 Μετρήσεις Audi S3 μετά από φιλτράρισμα με Moving Average Window#20



Πίνακας 5-7 Μετρήσεις Maserati μετά από φιλτράρισμα με Moving Average Window#20



5.2.5 Fourier Filtering

Εκτός από Moving Average φίλτρο θα μπορούσαμε να μεταφέρουμε την μέτρηση από το πεδίο του χρόνου στο πεδίο της συχνότητας με μετασχηματισμό Fourier. Στην συνέχεια αναλύοντας το πεδίο των συχνοτήτων μπορούμε να αφαιρέσουμε τις συχνότητες που θεωρούμε ότι προκαλούν των θόρυβο και να εφαρμόσουμε αντίστροφο Fourier για δημιουργήσουμε το σήμα στο πεδίο του χρόνου.

5.2.5.1 Υλοποίηση του Fourier Filtering

Η υλοποίηση του φίλτρου αυτού έγινε με σε γλώσσα Python χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε το σήμα που παίρνουμε στο πεδίο των συχνοτήτων θα πρέπει να κάνουμε μερικές εικασίες . Μια είναι ότι το σήμα μας είναι περιοδικό και μία περίοδος είναι όλη η διάρκεια της μετρήσεις. Επιπλέον πρέπει να ισχύουν η συνθήκες του Dirichlet , για να μπορέσουμε να πούμε ότι υπάρχει μετασχηματισμός Fourier για το σήμα .

- I. Ικανή Συνθήκη: Η συνάρτηση (σήμα) $x(t)$ να είναι απόλυτα ολοκληρώσιμη στο διάστημα εύρους T δηλαδή:

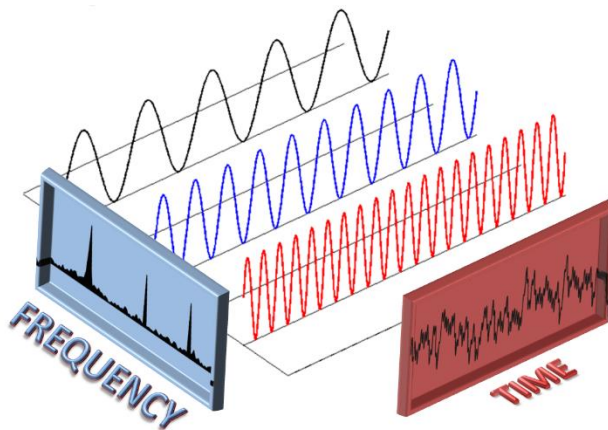
$$\int_{t_0}^{t_0+T} |x(t)| dt < +\infty$$

- II. Ικανή Συνθήκη: Η συνάρτηση (σήμα), $x(t)$, σε κάθε πεπερασμένο χρονικό διάστημα πρέπει να είναι συνεχής ή να περιέχει πεπερασμένου αριθμού ασυνεχειών, καθεμία από τις οποίες να είναι πεπερασμένου ύψους
- III. Ικανή Συνθήκη: Η συνάρτηση είναι φραγμένης κύμανσης δηλαδή , υπάρχει πεπερασμένος αριθμός μεγίστων και ελαχίστων στο διάστημα. (14)

Μπορούμε άμεσα να αποφανθούμε ότι η συνάρτηση που παράγεται από την επιτάχυνση του οχήματος σε ένα σταθερό διάστημα είναι ολοκληρώσιμη αφού είναι και συνεχής. Εφόσον είναι συνεχής δεν έχει σημεία ασυνέχειας και τέλος έχουμε φραγμένη κύμανση αφού μιλάμε για επιταχυνόμενη κίνηση αντικειμένου στο μακρόκοσμο σε χαμηλές ταχύτητες. Άρα το αναλογικό σήμα που παράγεται από την επιταχυνόμενη κίνηση του οχήματος και το διακριτό που παράγεται από το accelerometer έχει μετασχηματισμό Fourier.

5.2.5.2 Λίγα λόγια για της σειρές Fourier.

Η ιδέα πίσω από τις σειρές Fourier είναι καινοτόμα αντίληψη του Fourier ότι οποιοδήποτε περιοδικό σήμα μπορεί να αναπαρασταθεί από πολλαπλά αρμονικά συσχετιζόμενα εκθετικά σήματα όπου η θεμελιώδεις κυκλικές συχνότητες να είναι πολλαπλάσια της βασικής κυκλικής συχνότητας.

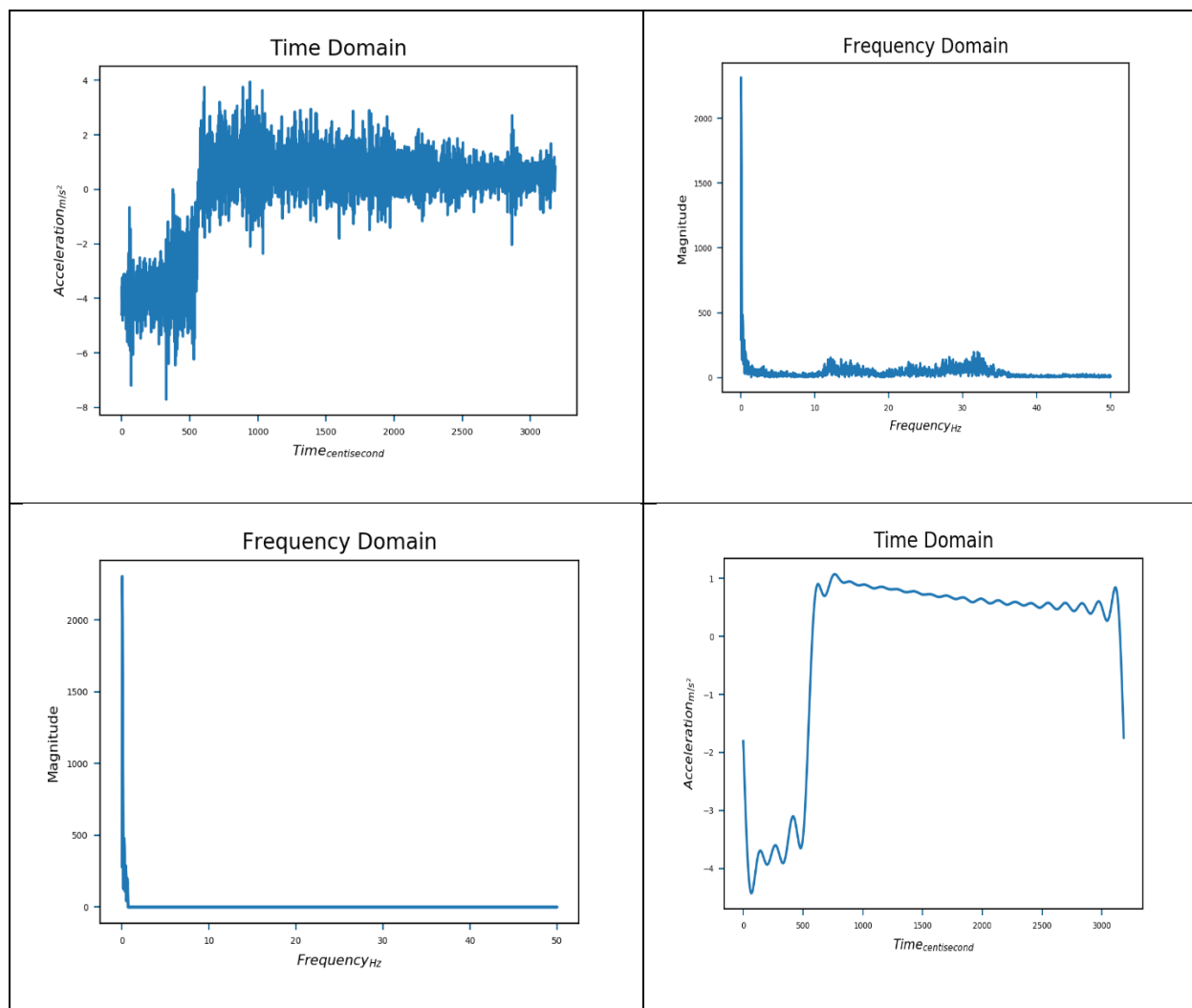


Εικόνα 5-4 Όπως βλέπουμε στην εικόνα ένα περιοδικό σήμα στο πεδίο του χρόνου διαχωρίζεται στα επιμέρους αρμονικά συσχετιζόμενα ημιτονοειδή σήματα με ακεραία πολλαπλάσιες συχνότητες της βασικής συχνότητας. (15)

Στο πεδίο των συχνοτήτων βλέπουμε όλες της αρμονικές συχνοτήτες που συνεισφέρουν καθώς και το μέγεθός της συνεισφοράς τους.

5.2.5.3 Υλοποίηση Fourier Filtering (συνέχεια)

Η βασική σκέψη είναι έχοντας τα αρχεία των επιταχύνσεων στον χρόνο να τα μεταφέρουμε στο πεδίο της συχνότητα χρησιμοποιώντας Fast Fourier Transform (fft) και στην συνέχεια να εφαρμόσουμε διάφορα φίλτρα ώστε να μπορέσουμε να καθαρίσουμε το σήμα μας από της συχνοτήτες που μας δημιουργούν θόρυβο. Παρακάτω φαίνεται ένα σήμα στην αρχική του μορφή στην συνέχεια στο πεδίο των συχνοτήτων και μετά στην τελική μορφή του στο πεδίο του χρόνου αφού έχουμε κάνει το φιλτράρισμα.



Εικόνα 5-5 Όπως παρατηρούμε από τις παραπάνω εικόνες ,ξεκινάμε από το σήμα πάνω αριστερά και καταλήγουμε κάτω δεξιά αφού έχουμε εφαρμόσει χαμηλοπερατό φίλτρο στις συχνοτήτες. Στο τέλος παίρνουμε το καθαρό σήμα.

Όπως μπορούμε να δούμε και αυτή η μέθοδος φέρνει εξαιρετικά αποτελέσματα στο επόμενο θα συγκρίνουμε τις δυο μεθόδους για να αποφασίσουμε ποιο θα εφαρμοστή.

5.2.6 Σύγκριση Moving Average vs Fourier Filtering

Παρακάτω θα δούμε την απόκλιση που έχουμε στις μετρήσεις εφαρμόζοντας διάφορους τρόπους φιλτραρίσματος θορύβου στα αρχεία επιταχύνσεων.

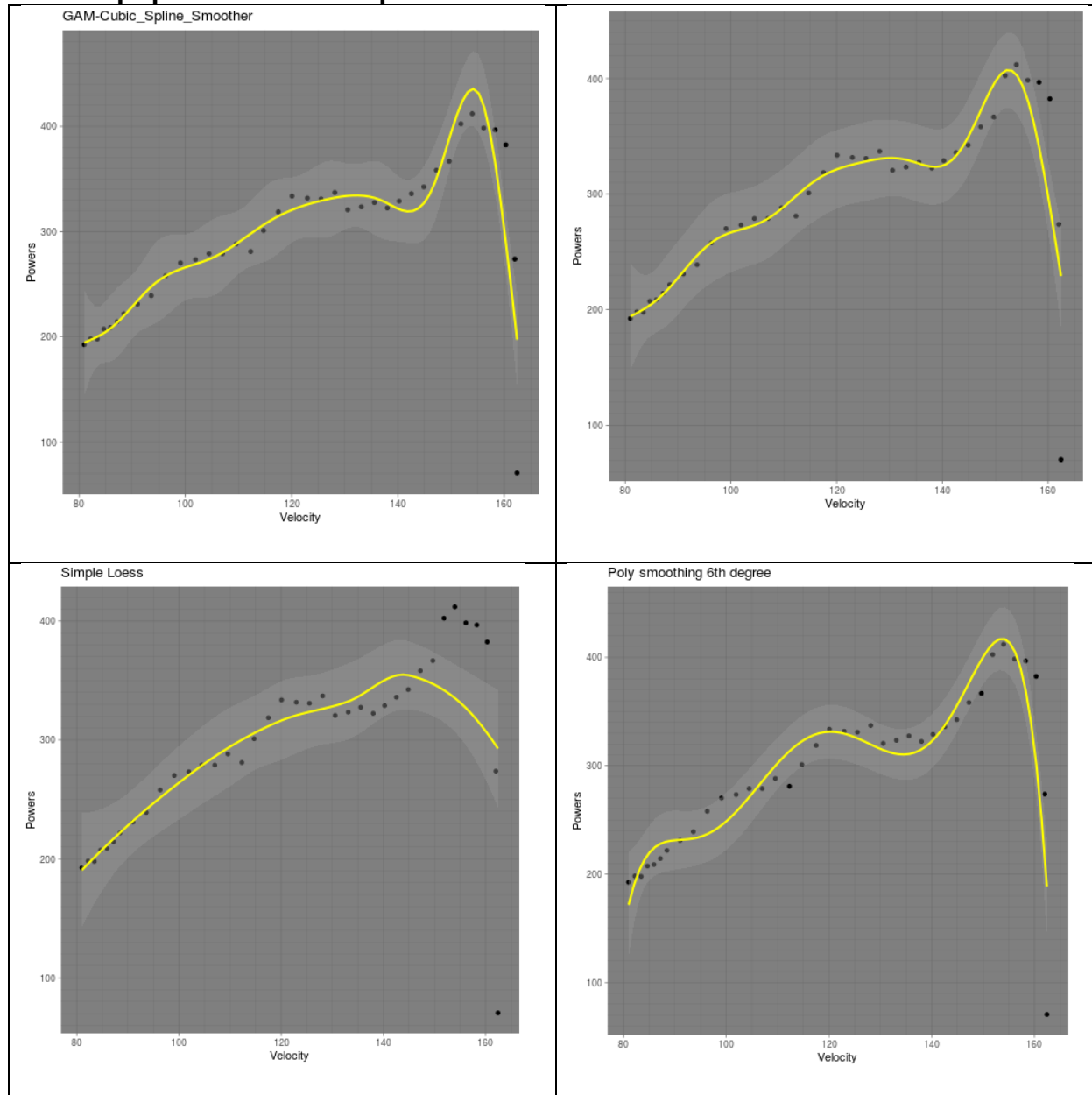
Mi d	Ex- pecte d Val- ues	G20	FT max#2 0	G20-FT max#2 0	FT max#1 5	G20-FT max#1 5	FT LPF#3 1	FT LPF#2 2	MA W#20	MA W#30	MA W#15
1	305	297.66	285.01	284.35	287.21	286.46	294.8	308.94	288.73	291.62	301.49
2	305	305.33	302.73	302.51	301.38	298.77	301.81	312.96	297.09	298.68	330.06
3	305	295.44	315.23	298.56	305.96	304.88	297.74	306.61	293.73	289.41	306.88
4	305	309.66	308.8	304.81	305.49	305.83	309.32	317.28	309.45	308.39	331.7
5	305	286.93	296.77	293.24	287.89	288.05	304.5	311.83	291.84	295.57	304.75
6	305	308.67	303.43	302.63	302.76	303.36	311.04	320.61	312.27	301.72	324.49
7	305	298.32	292.77	271.28	275.06	273.24	269.28	292.76	275.28	278.69	299.31
8	305	256.44	263.86	256.71	251.12	250.62	263.02	248.29	257.59	257.07	275.7
9	305	300.2	285.27	274.88	274.84	273.82	295.76	299.24	291.41	287.22	310.47
10	305	268.97	284.5	278	265.55	265.97	278.53	291.32	275.9	276.29	287.24
11	305	286.22	277.22	277.52	268.64	268.04	272.62	278.25	278.68	274.18	308.23
12	305	305.69	328.97	294.85	297.95	296.21	297.39	297.95	297.65	305.97	330.12
13	305	281.09	311.85	292.38	285.57	286.13	287.78	296.36	310.17	290.36	338.43
14	305	287.36	290.5	273.05	266.73	265.61	291.46	282.85	292.28	289.52	308.67
15	406	394	392.75	392.04	355.38	354.82	404.79	402.05	398.36	394.62	408.52
16	406	397.51	416.25	415.51	409.22	414.32	410.92	409.56	416.35	408.92	438.6
17	406	394.13	402.74	401.61	372.56	371.5	397.53	409.24	396.63	388.87	404.15
18	406	415.54	419.88	421.65	412.5	412.61	404.35	401.35	407.94	405.84	442.45
19	406	395.89	399.13	406.35	374.94	374.51	405.82	411.37	392.66	391.77	405.56
20	406	388.23	404.13	403.82	400.51	399.57	390.17	385.01	384.25	382.94	391.28
21	406	387.8	391.82	397.42	370.52	370.45	407.81	406.36	398.24	393.67	411.84
22	406	416.5	408.96	410.3	417.5	416.66	425.31	415.61	414.99	412.98	440.94
23	141	139.82	126.34	114.06	129.31	116.41	125.17	122.89	139.45	130.26	156.77
24	141	114.58	134.48	116.4	127.55	116.33	120.79	119.39	129.54	126.31	142.26
25	141	117.71	137.34	118.26	139.97	119.59	123.85	122.89	132.76	127.38	149.13
26	141	118.75	121.07	119.98	112.52	112.53	124.76	123.86	145.41	132.82	155.76
	$\sum \sigma^2$	8511	6261	10698	17357	19301	7576	7478	7068	8058	9152
	$\sum \sigma$	372	324	419	529	588	338	327	338	369	370

Όπως μπορούμε να δούμε από τον παραπάνω πίνακα. Την καλύτερη συμπεριφορά την έχουμε από το φίλτρο στο πεδίο των συχνοτήτων που κρατάει τις 20 πρώτες σε ισχύεις συχνότητες (FT- Max#20), και εφαρμόζεται αντίστροφος Fourier για να μεταβούμε ξανά στο πεδίο του χρόνου. Μπορούμε επίσης να δούμε όμως ότι για FT-Max#15 η διακύμανση και η απόκλιση ανεβαίνουν σε μεγάλα επίπεδα. Αυτό μας οδηγεί στο να συμπεράνουμε ότι το φίλτρο FT-Max#... είναι ασταθές σε σχέση με το MA, FT-LPF επιπλέον δεν έχουμε και μεγάλο όγκο μετρήσεων για να μπορέσουμε να αποφανθούμε ότι δεν πρόκειται για overfitting. Τελικά τα δυο κατάλληλα φίλτρα για την εφαρμογή είναι FT-LPF#22 και MA W#20 για λόγους απλότητας η εφαρμογή εφαρμόζει το MA W#20 καθώς δεν έχουμε κάποια μεγάλη διαφορά.

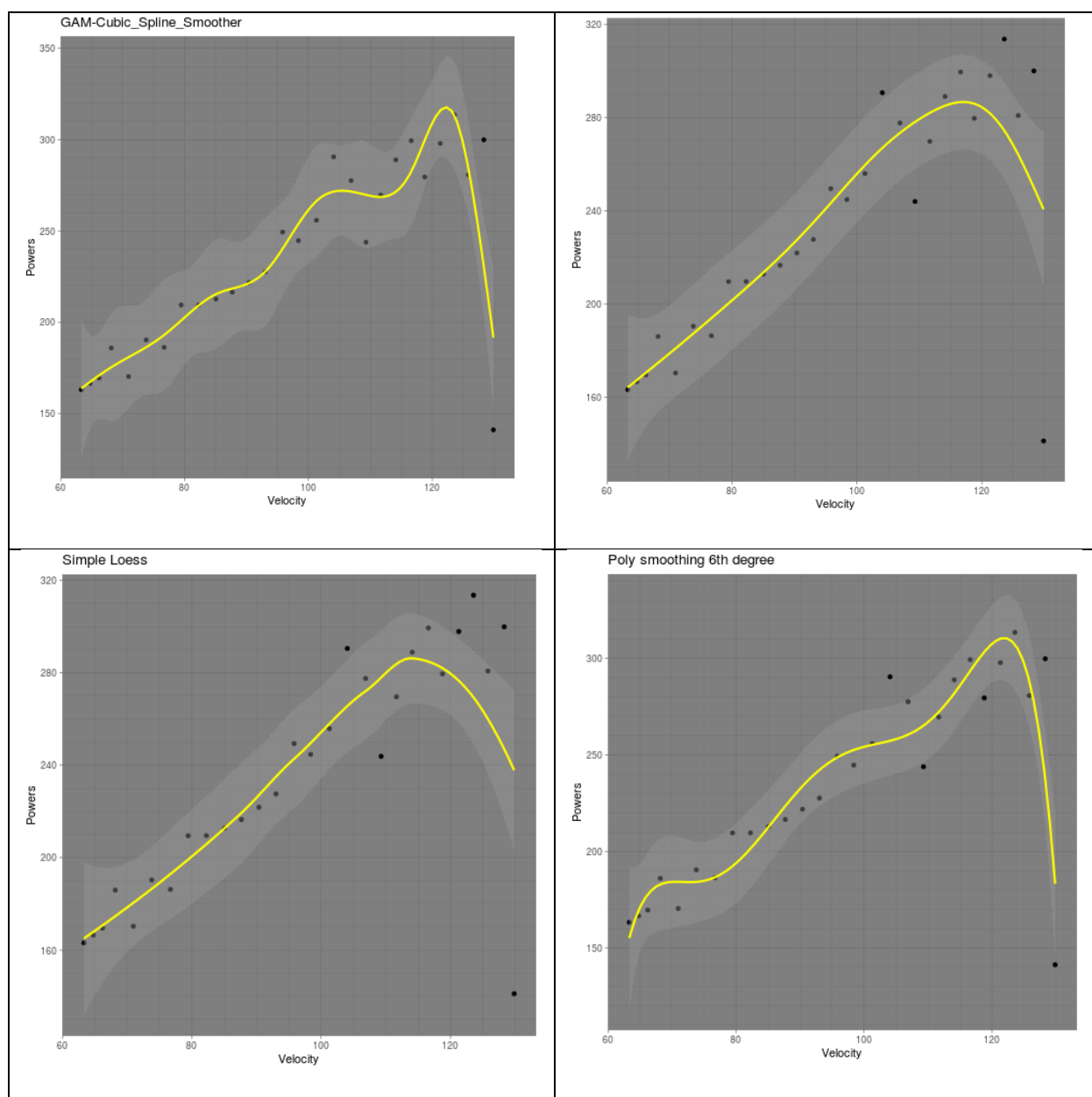
6 CURVE FITTING

Παρατηρώντας τα σχήματα 5-10 και 5-11 καταλαβαίνουμε ότι μπορούμε να βελτιώσουμε περαιτέρω την γραφική μας παράσταση. Η λύση προέρχεται από την εφαρμογή μιας machine learning τεχνικής το curve fitting. Πειραματικά δοκιμάστηκαν διάφοροι curve fitters πάνω στα φιλτραρισμένα αποτελέσματα. Παρακάτω παρουσιάζω. Μερικά από αυτά.

6.1 Πειραματικά Αποτελέσματα.



Εικόνα 6-1 Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε τα αποτελέσματα για την μέτρηση 1 της Maserati που έγινε με την χρήση του MOTOROLA GS5.



Εικόνα 6-2 Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε τα αποτελέσματα για την μέτρηση 5 του Audi που έγινε με την χρήση του MOTOROLA GS5

Από τα παραπάνω γραφήματα μπορούμε να δούμε ότι το GAM (general additive model) thin plate spline και το μοντέλο LOESS (LOcally WEighted Scatter-plot Smoother). Ενώ μας δίνουν πολύ καλύτερη εξομάλυνση σε επίπεδο γραφικής παράστασης χάνουμε την τιμή της μέγιστης ιπποδύναμης. Θα μπορούσαμε να μεταφέρουμε την γραφική παράσταση κατά μια σταθερά c προς τα πάνω όμως αυτό θα οδηγούσε σε overfitting και να μην ανταποκρίνεται η γραφική παράσταση στα υπόλοιπα στίγματα της ιπποδύναμης. Το μόνο μοντέλο που παραμένει σχετικά σταθερό και αποδίδει ικανοποιητικά αποτελέσματα είναι το Poly Smothing 6th degree που είναι και αυτό που επιλέχθηκε στην υλοποίηση. Βέβαια χρειαζόμαστε και πολλαπλές μετρήσεις για να μπορέσουμε να καταλήξουμε με ακρίβεια στο κατάλληλο μοντέλο την οποίες προβλέπουμε για το μέλλον.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

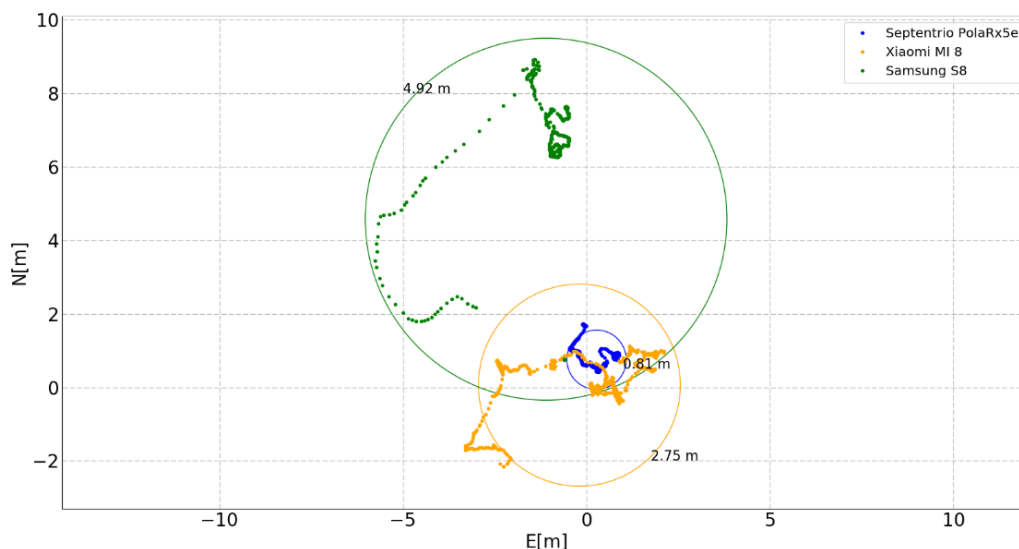
Η ανάπτυξη της εφαρμογής αυτής αποτελεί μια μικρή προσωπική Οδύσσεια με πολλές δυσκολίες και εμπειρίες. Τελικά ο στόχος ο προορισμός που κατάφερα να πετύχω είναι μια εφαρμογή του μαθηματικού τύπου που φτάνει έως ακρίβεια με απόκλιση 8% από της πραγματικές τιμές της μέγιστης ισχύεις του εκάστοτε οχήματος που μετράμε. Αφήνω σε επόμενο στάδιο την υλοποίηση τις εφαρμογής με Dual Frequency GPS σε νέα κινητά καθώς αυτή η τεχνολογία είναι πολλά υποσχόμενη στα πλαίσια της εφαρμογής.

8 FUTURE WORK

Σαν μελλοντική δουλεία για την εφαρμογής θα ήταν χρήσιμο να χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία του Dual Frequency Gps. Η υλοποίηση αυτή της εφαρμογής θα ίσως να μπορούσε να γίνει με την χρήση μόνο με Gps χωρίς την χρήση αξελερομέτρου . Αυτό είναι δυνατό επειδή η ακρίβεια που υπόσχεται το Dual Frequency GPS είναι πολύ μεγαλύτερη. Ποιο αναλυτικά .

8.1 Ακρίβεια GPS

Σε ονομαστικές συνθήκες καθαρού ουρανού με κατάλληλες κεραίες διπλής ζώνης, η τεχνολογία Dual frequency παρέχει περίπου 2 φορές μείωση του μέσου σφάλματος θέσης (γνωστός και ως πιθανοτικό κυκλικό σφάλμα — CEP). Σύμφωνα με μελέτη της Nottingham Scientific συγκρίνοντας δύο κινητά τηλέφωνα — ένα με δέκτη μονής ζώνης και ένα με δέκτη διπλής ζώνης και, τέλος, ως αναφορά έναν εξωτερικό δέκτη διπλής ζώνης Septentrio. Βρέθηκαν τα έξης αποτελέσματά που παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφιμα.



Σχήμα 8-1 Επιστημονική μελέτη Nottingham — Single-band Samsung S8 vs Dual-Band Xiaomi M8, και Dual-Band Septentrio Reference Receiver.

Από τα παραπάνω μπορούμε παρατηρήσει το μειωμένο σφάλμα του XiaoMi M8 και τη στενή επικάλυψη του με τη θέση του δέκτη αναφοράς. Αλλά τα μέτρα στατιστικού σφάλματος όπως το CEP κάτω αντιπροσωπεύουν το πραγματικό πλεονέκτημα που παρέχει η διπλή ζώνη, επειδή στον πραγματικό κόσμο το μέσο σφάλμα είναι συχνά λιγότερο σημαντικό από το μέγιστο σφάλμα και τη συνολική αξιοπιστία. Το γεγονός ότι έχουμε μεγάλο μέγιστο σφάλμα είναι προβληματικό και αυτό επειδή η εφαρμογή στηρίζεται στην εύρεση της μέγιστης ιπποδύναμης. Μένει να δοκιμαστή και στην πράξη. (15)

REFERENCES

- [1] Fused Location Provider Api. *Google Play services*. [Online]
<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/FusedLocationProviderClient>.
- [2] Global Positioning System. *wikipedia*. [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System.
- [3] Does Gps Work Without Data. *MapScaping*. [Online] <https://mapscaping.com/does-gps-work-without-data/>.
- [4] GPS Accuracy. *GPS.gov*. [Online] <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/>.
- [5] Location. *Developers*. [Online] <https://developer.android.com/reference/android/location/Location.html>.
- [6] audi_s3_sportback. *automobile catalog*. [Online] https://www.automobile-catalog.com/car/2009/1187120/audi_s3_sportback.html.
- [7] kilowatt-to-pferdestarke-ps. *UnitConverters.net*. [Online] <https://www.unitconverters.net/power/kilowatt-to-pferdestarke-ps.htm>.
- [8] FusedLocationProviderClient. *Google Play services*. [Online]
<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/FusedLocationProviderClient>.
- [9] GPS positioning faster than 1Hz. *Stack Overflow*. [Online]
<https://electronics.stackexchange.com/questions/193676/gps-positioning-faster-than-1hz>.
- [10] How does smart phone accelerometer work. *Techulator*. [Online]
<https://www.techulator.com/resources/8930-How-does-smart-phone-accelerometer-work.aspx>.
- [11] What exactly is the use of accelerometer in smartphones. [Online] <https://www.quora.com/What-exactly-is-the-use-of-accelerometer-in-smartphones>.
- [12] Sensor Fusion on Android Devices: A Revolution in Motion Processing. *youtube*. [Online]
<https://www.youtube.com/watch?v=C7JQ7Rpwn2k&t=1401s>.
- [13] <https://www.analog.com/>. https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/dsp-book/dsp_book_ch15.pdf. [Online]
- [14] Καραμπογιάς, Σεραφείμ. *Σηματα και Συστήματα*. Αθήνα : s.n., 2009. 978-960-931517-3.
- [15] @mikehorton/is-dual-band-a-gps-superpower. <https://medium.com/>. [Online] [Cited: 07 23, 2022.]
<https://medium.com/@mikehorton/is-dual-band-a-gps-superpower>.
- [16] Visualizing Math and Physics. [Online]
<http://visualizingmathsandphysics.blogspot.com/2015/06/fourier-transforms-intuitively.html>.