

СРАВНИТЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА НАДЛЪЖНИТЕ УСКОРЕНИЯ НА АВТОМОБИЛ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА GPS И ИНЕРЦИОНЕН СЕНЗОРИ

A COMPARATIVE STUDY OF THE LONGITUDINAL CAR ACCELERATION BY GPS AND INERTIAL SENSORS

Eng. Kostadinov S., Eng. Lyubenov D. PhD, Eng. Marinov M. PhD
Faculty of Transport. Department of Transport – University of Rousse, Bulgaria

Abstract: In this report a comparative research of the longitudinal car acceleration was made. Studies were made with inertial sensor IMU02 coupled to the GPS recording system VBOX 3i. The obtained results are presented graphically. As results from the comparative study some main conclusion are given.

Keywords: VBOX 3i, IMU02, ERRORS, LONGITUDINAL ACCELERATION

1. Увод

През последните години особено актуално е използването на регистриращите GPS системи за изследване на някои от параметрите на движение на автомобила при изпълнение на различни маневри, като изпреварване, заобикаляне на препятствие и др. Тези системи предоставят възможност за изследване на параметрите безконтактно в реално време и след това с подходящи програмни продукти могат да се обработват удобно и лесно според целите на изследванията. От резултатите на такива изследвания могат да се набележат мерки се подобрява ефективността и безопасността на автомобилното движение, както и проверка и усъвършенстване на теоретични модели.

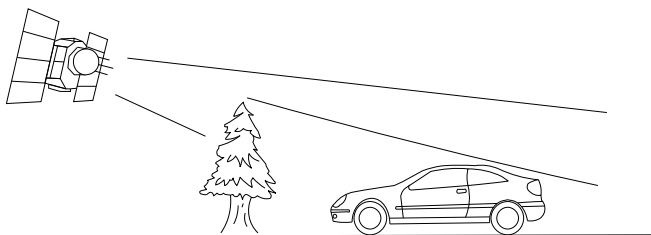
Тъй като измерваните данни са с някакви грешки по различни причини за отделните системи (от GPS и инерционната система), то възниква необходимостта от сравнително им изследване при измерване на ускорения в реални условия.

Целта на тази работа е да се направи сравнително изследване на надлъжните ускорения на автомобил, регистрирани от сензор на базата на 100Hz GPS приемник VBOX 3i и от инерционен сензор IMU 02 на системата VBOX на фирмата Racelogic Ltd [site].

2. Предпоставки и начини за разрешаване на проблема.

При изследване на параметрите на движение със регистриращата система VBOX различни външни фактори водят до грешки на измерването с GPS приемник.

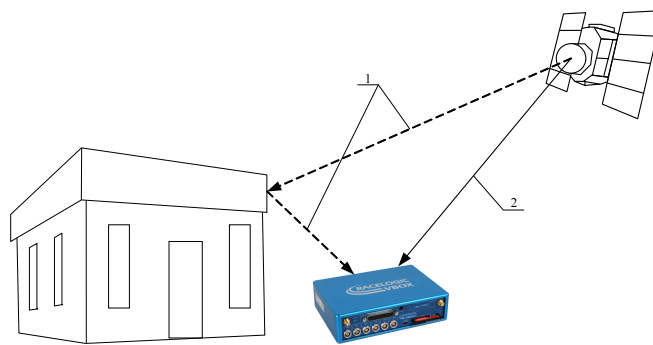
Основна причина, която води до грешки при измерването с GPS приемник на системата VBOX 3i са грешки, предизвикани от прекъсване на сигнала поради наличието на прегради, каквито са тунелите, подлезите, сградите, високите дърветата и други(фиг.1) [5].



Фиг.1. Грешки предизвикани от загуба на сигнала поради наличието на прегради.

Друга причина за грешки при измерването с GPS приемник е работата на приемника с отразени сигнали от различни наземни обекти (фиг.2). Изминатото разстояние от отразения

сигнал от сгради е по-голямо от това с пряка видимост (фиг.2), което води до влошаване на точността на измерваните координати. Макар, че във системата на VBOX 3i има предприети мерки за намаляване на този ефект, то използването на алтернативни сателити (не с най-добро разположение от гледна точка на GDOP) води определено влошаване на точността на местоопределянето.



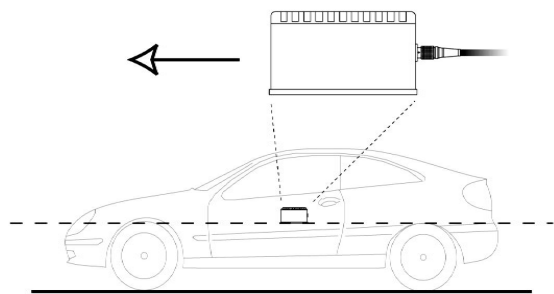
Фиг.2. Отразяване на сигнала от сателита в сграда, където 1 – отразен сигнал в сграда; 2 – действителен път на сигнала.

Проблеми с точността при тази съвременна GPS система е изискването за минималния брой на „видимите“ навигационни сателити. За коректни измервания е наложително техния брой да бъде не по-малко от 5 [1]. Колкото е по-голям броя на „видимите“ сателити, толкова по-точно ще бъдат измерванията на местоположението и останалите параметри – скорост и ускорения на автомобила.

Другият сензор – Инерционният IMU02 също не е лишен от грешки при измерването, които са свързани с принципа на работа на подобни устройства и влиянието на външни фактори.

За да се осигури правилна и безпогрешна работа на инерционния сензор IMU02 (фиг.3) е необходимо преди работа, той да се включи за да достигне необходимата работна температура. Важно изискване за правилната му работа е периодично обновяване на програмните продукти, които фирмата Racelogic непрекъснато усъвършенства и позволява настройка и корекции с цел подобряване на неговите параметри [2].

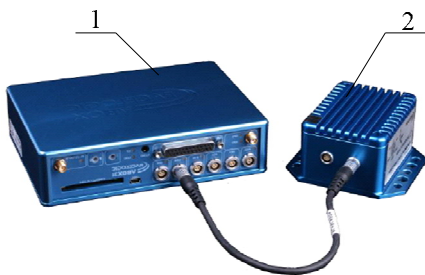
Експерименталните изследвания са проведени с лабораторен автомобил „Фолксваген Пасат“ в градски условия. При провеждане на изследването инерционния сензор IMU02 е монтиран в центъра на тежестта на автомобила, каквото е изискването за по-натаяшната обработка на данните от фирмения програмен продукт на Racelogic Ltd – VBOX tolls (фиг. 7) [2].



Фиг.7. Разположение на инерционния сензор IMU02 в автомобила.

Беше спазено изискването и за правилното му положение спрямо посоката на движение на автомобила (фиг7).

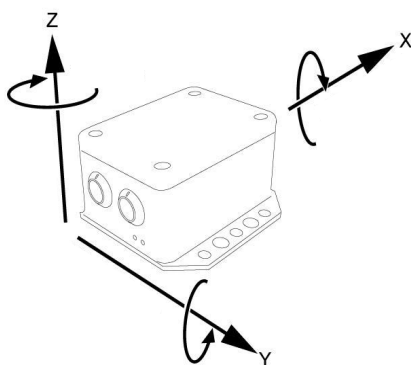
При провеждане на изследването регистриращата GPS система VBOX 3i с честота на обновяване на записаните данни 100Hz [1] е монтирана в лабораторния автомобил. Към не е свързан инерционния сензор IMU02 (фиг.3).



Фиг.3. Регистрираща GPS система VBOX 3i (1) и инерционния сензор IMU02 (2).

Това позволява данните от сензорите VBOX 3i и от IMU02 да се записват, обработват и анализират едновременно със специализирания софтуер VBOX Tools. Това подобрява значително точността и производителността на изследването.

На фиг. 8 са представени възможностите за регистрация на завъртанията и ускоренията на автомобила, действащи по трите оси на IMU02: надлъжна ос X; напречна ос Y и по вертикалната ос на автомобила - ос Z [2].



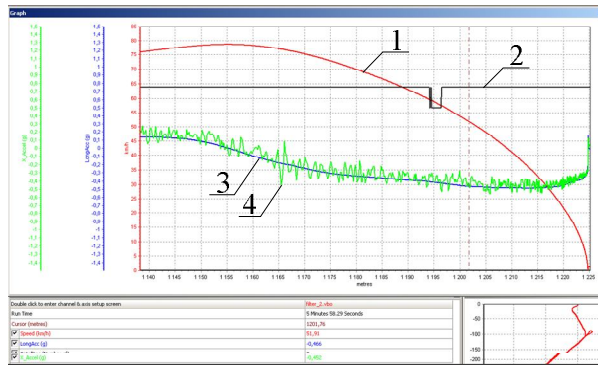
Фиг.8. Възможности за измерване на ускорения с инерционния сензор IMU02.

Методиката при която са проведени експерименталните изследвания, включва последователно ускоряване до различни скорости и спиране на лабораторния автомобил, при което се записват надлъжните ускорения от инерционния сензор IMU02 и от GPS приемника на система VBOX 3i.

Записаните върху SD карта данни от проведеното изследване се обработва с помощта на специализирания фирмен програмен продукт "VBOX Tools" [3].

3. Резултати от проведеното изследване.

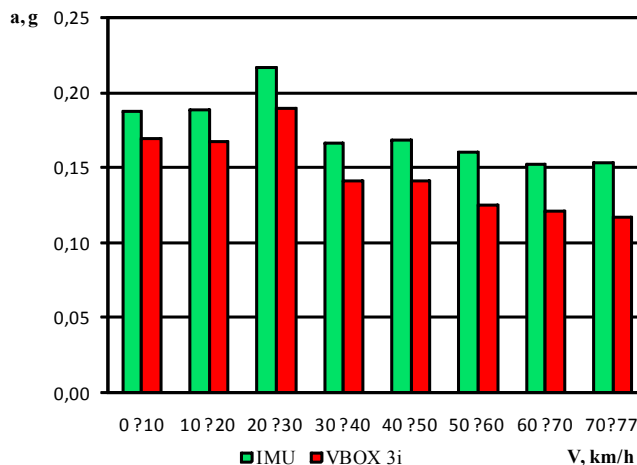
С помощта на програмния продукт на фиг. 9 е представен изглед на реална зависимост на получените данни от експеримента в графичен и табличен вид.



Фиг. 9. Графично и таблично представяне на данните с VBOX Tools, където: 1 - изменението на скоростта; 2 - брой на сателитите; 3 - ускорението записано от VBOX 3i; 4 - ускорението записано от IMU02.

На фиг.9 е видно, че надлъжните ускорения, записани от инерционния сензор IMU02 (поз. 4), добре копират ускоренията получени от системата VBOX 3i (поз. 3). За да бъде направено точно сравнение на ускоренията са сравнени средните ускорения през равни интервали при различни скорости. Сравнението на средните ускорения е по-важно в реални условия при оценяване на динамичните и спирачни качества на автомобила при провеждане на следствен експеримент в автоекспертната практика [4].

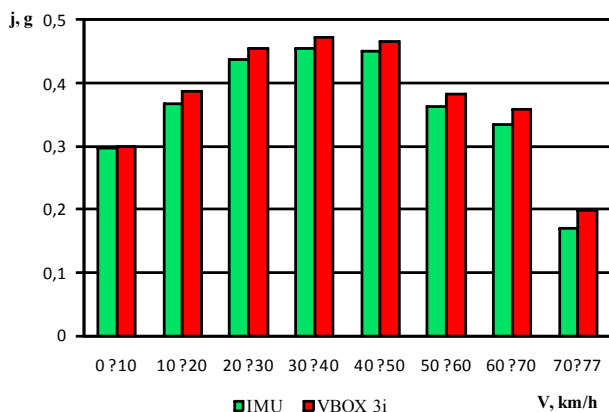
На фиг. 10 са представени средните ускорения записани от двете системи в зависимост от скоростта на движение при потегляне и ускоряване на автомобила от място.



Фиг.10 Ускорения регистрирани от IMU02 и VBOX 3i.

При потегляне и ускоряване на автомобила (фиг.10) се вижда, че инерционния сензор IMU02 е регистрирал по-високи стойности на ускорението, сравнено с VBOX 3i. Тази относителна разлика се увеличава с увеличаване на скоростта и варира от 0,018 до 0,035g.

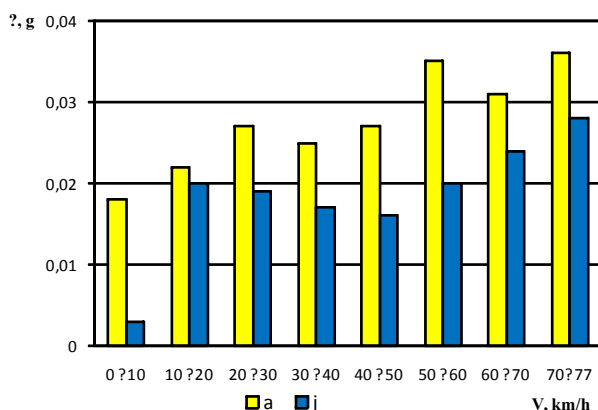
На фиг. 11 са показани средните спиращи закъснения при спиране на автомобила, регистрирани от инерционния сензор IMU02 и от VBOX 3i.



Фиг.11. Спиращи закъснения в зависимост от скоростния режим регистрирани от IMU02 и VBOX 3i.

При този случай се вижда, че VBOX 3i е регистрирал по-високи стойности в сравнение с инерционния сензор IMU02. Относителната разлика в този случай между записаните спиращи закъснения не надвишава 0,025g.

За по-точно анализиране на надлъжните ускорения, на фиг. 12 са представени относителните разлики при регистриране на ускорението с двата сензора.



Фиг.12. Относителни разлики в ускоренията в зависимост от скоростния режим регистрирани от IMU02 и VBOX 3i.

На фиг. 12 се наблюдава тенденцията с увеличаване на скоростта на движение на автомобила се увеличават и относителните разлики в ускоренията и спиращите закъснения.

Сравнявайки двата типа ускорения, при потегляне и при спиране се вижда, че относителната разлика между двете системи при спиране (фиг.12) са по-малки. При ускорение относителната разлика варира в стойности от 0,018 до 0,0350g. Докато при спиране разликата варира от 0,003 до 0,025g.

4. Заключение

В резултат на проведените изследвания може да се направят следните заключения:

- При ускоряване на автомобила се наблюдават по-високи стойности записани от инерционния сензор IMU02 в сравнение с VBOX 3i, докато при спиране се наблюдава обратна тенденция.

- с увеличаване на скоростта се увеличава относителната разликата в регистрираните от двете системи ускорения.

- при ускоряване на автомобила, относителната разлика между двете регистриращи системи е по-голяма, като достигат до 0,035g за изследвания интервал. При спиране разликата е по-малка - до 0,025g.

Резултатите показват сравнително малки разлики при регистрирането на ускорения и спиращи закъснения от двата сензора (VBOX 3i и IMU02). Това показва, че системата VBOX 3i е напълно подходяща за анализиране на различни параметри на движение на автомобила, в случаите когато не са налице посочените по-горе източници на грешки. В случаите на такива източници на грешки, комбинирането на данните от VBOX 3i с тези на IMU02 подобрява точността и на надеждността на регистрираните параметри.

4. Литература

1. VBOX 3i 100Hz GPS Data Logger – User Guide
2. IMU02 & YAW03 Inertial Sensors – User Guide
3. VBOX Tools – Software User Manual
4. Карапетков С. – Автотехническа експертиза, ТУ-София, 2005г.
5. www.velocitybox.co.uk/index.php/support/faqs.htm#noisy%20data

Изследванията са подкрепени по договор № BG051PO001-3.3.04/28, „Подкрепа за развитие на научните кадри в областта на инженерните научни изследвания и иновациите”. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси” 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.