

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДП «АНТОНОВ»



МАТЕРІАЛИ

X Міжнародної
науково-технічної конференції
“АВІА-2011”

19-21 КВІТНЯ

ТОМ III

Київ 2011

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ – СЛІДУВАННЯ ЗА ЛІДЕРОМ НА ОСНОВІ GPS-НАВІГАЦІЇ

Стаття присвячена побудові завадостійких методів аналізу моделі транспортного потоку – слідування за лідером та розрахунку часу реакції водія в різних режимах руху автомобілів апробовані на реальних даних з GPS-приймачів.

При розв'язанні питань, пов'язаних зі зменшенням числа дорожньо-транспортних пригод (особливо викликаних зіткненням автомобілів між собою), необхідно детально вивчити взаємодію автомобілів, що рухаються один за одним.

Для того, щоб в сучасних умовах дослідити модель руху за лідером для реальних об'єктів потрібно обробляти дані про рух зв'язаних об'єктів, наприклад, за допомогою GPS-приймача, які отримані з похибками (похибки викликані неточністю виміральної апаратури – 0,5 м середня похибка).

Аналіз руху двох автомобілів в моделі транспортного потоку – слідування за лідером і обробку траєкторії руху автомобілів отриманих з GPS-приймачів, було проведено із застосуванням розроблених нами нових чисельних методів знаходження похідної від функції, яка спостерігається на фоні шумів [6].

Для цього було проведено експериментальне дослідження мікро-моделі транспортного потоку – слідування за лідером в колоні транспортного потоку міста Києва в сучасних умовах та режимах руху автомобілів із використанням GPS-приймачів (радіоприймальних пристроїв для визначення географічних координат поточного розташування антени приймача, на основі даних про тимчасові затримки приходу радіосигналів, випромінюваних супутниками), які були встановлені на автомобілях на автомобілях Volkswagen Transporter та Volkswagen Passat (рис.1).



а)

б)

в)

Рис. 1. Підготовка проведення експерименту:

- а) – встановлення антени GPS-приймача OEMV-1 на автомобіль Volkswagen Transporter;
- б) – встановлення антени GPS-приймача OEMV-3 на автомобіль Volkswagen Passat.
- в) – встановлення комп'ютерного забезпечення для отримання даних місцезнаходження автомобілів через інтерфейс GPS-приймача.

Експериментальне дослідження моделі транспортного потоку було проведено за наступним маршрутом:

- Національний авіаційний університет;
- Індустріальний шляхопровід;
- Шулявський шляхопровід;
- Індустріальний шляхопровід;
- Проспект космонавта Комарова;
- Площа Гната Юри;
- Національний авіаційний університет.

Було отримано мапу з позначеним маршрутом експерименту, отриманих реальних даних із GPS-приймачів.

GPS-приймач обчислює власне положення, вимірюючи час, коли було послано сигнал із GPS супутників. Приймач використовує час отримання повідомлення для обчислення відстані до супутника, виходячи з якої, шляхом застосування геометричних та тригонометричних рівнянь обчислюється положення GPS-приймача. Отримані координати перетворюються в більш наочну форму, таку як широта та довгота, або положення на карті, та відображається користувачеві. Для обчислення положення необхідно отримувати інформацію із 4-х супутників і більше (3 просторові координати і час передачі координат).

Іншими словами, GPS приймач використовує чотири параметри для обчислення чотирьох невідомих: x, y, z та t.

Записи даних з GPS-приймачів наведені на рис. 2. Перший стовпчик – час (секунди поточного місяця), одержаний за допомогою атомних годинників.

Project: passat	Project: transporter
Program: Graf Nav Version 8.30.0331	Program: GrafNav Version 8.30.0331
Profile: pursuit	Profile: pursuit
Source: GPS Epochs(Combined)	Source: GPS Epochs(Combined)
ProcessInfo: Run (1) by Unknown on 06/04/2010 at 11:02:11	ProcessInfo: Run (1) by Unknown on 06/04/2010 at 11:21:03
Datum: WGS84, (processing datum)	Datum: WGS84, (processing datum)
Master 1: Name kirs1540, Status ENABLED	Master 1: Name kirs1540, Status ENABLED
Antenna height 0.084 m, to L1-PC (NOV702_2.02, MeasDist 0.000 m to	Antenna height 0.084 m, to L1-PC (NOV702_2.02, MeasDist 0.000 m to mark/ARP)
Position 50 26 20.81043, 30 25 48.36595, 216.145 m (WGS84, Ellipsoidal hgt)	Position 50 26 20.81043, 30 25 48.36595, 216.145 m (WGS84, Ellipsoidal hgt)

Рис. 2. Записи даних з GPS-приймачів

Під час експерименту були одержані записи вільного руху транспортних засобів та руху в щільному потоці («тянучка», «пробка») в сучасних умовах та режимах руху автомобілів.

Далі наведемо приклади записів фрагментів руху двох «зв'язаних» транспортних засобів, приклади розрахунку їх швидкостей та часу реакції водія класичним і запропонованими методами, розробленими нами [6].

Розглянемо результати записів даних фрагменту руху двох автомобілів у щільному транспортному потоці («тянучка»).

Згідно з формулою моделі руху за лідером
$$\frac{dv_n}{dt} = \frac{1}{t_p}(v_{n+1} - v_n),$$

час реакції водія: $t_p = \frac{(v_{n+1} - v_n)}{\frac{dv_n}{dt}}$, де $\frac{dv_n}{dt}$ – прискорення заднього автомобіля;

V_n, V_{n+1} – швидкості заднього і переднього автомобілів; t_p – час реакції водія.

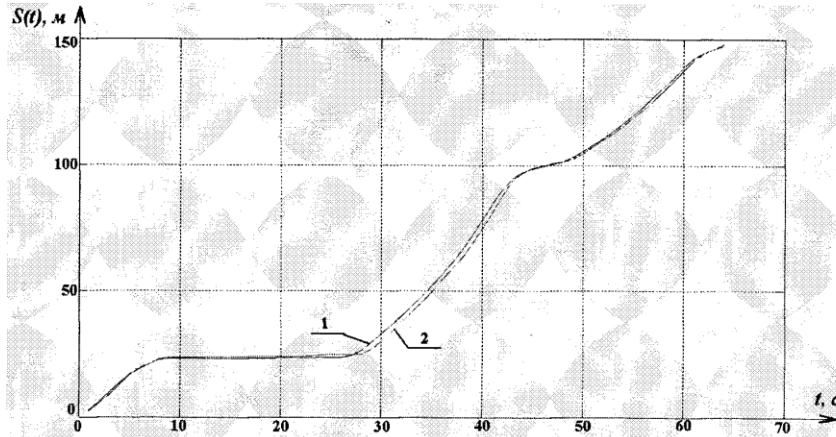


Рис. 3.8.6. Фрагмент руху двох автомобілів у щільному транспортному потоці («тянучка»), де 1 – рух лідируючого автомобіля; 2 – рух автомобіля, який слідує за лідером в транспортному потоці.

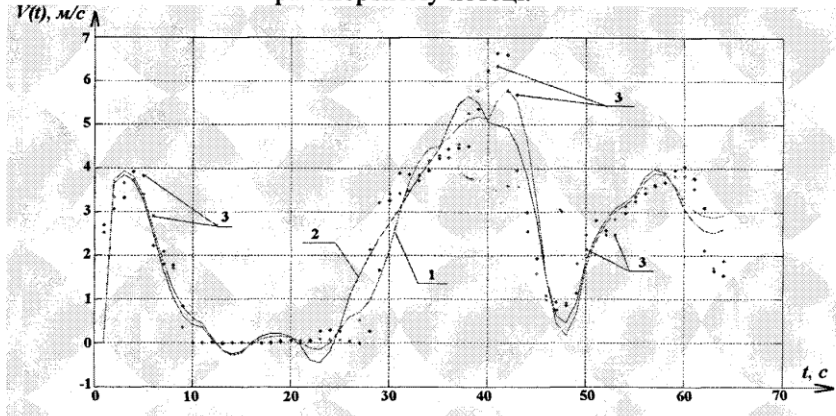


Рис. 3.8.7. Розрахунок швидкостей класичним методом, де 1 – швидкість лідируючого автомобіля; 2 – швидкість автомобіля, який слідує за лідером в транспортному потоці; 3 – швидкості, розраховані як розділена різниця.

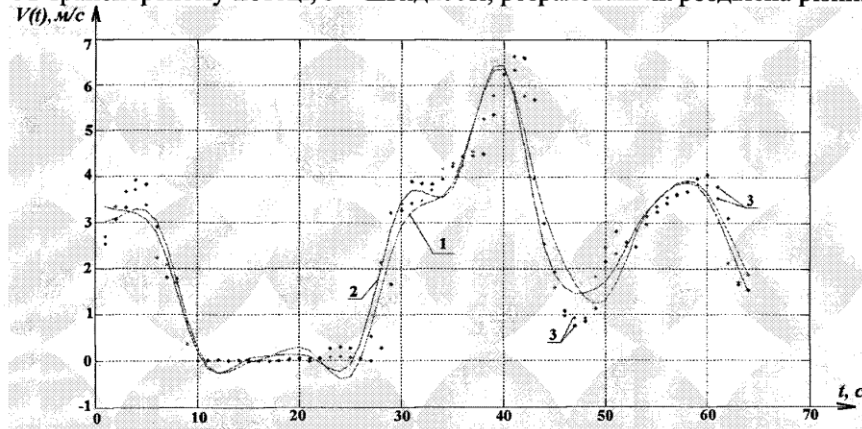


Рис. 3.8.8. Розрахунок швидкостей запропонованим методом, де 1 – швидкість лідируючого автомобіля; 2 – швидкість автомобіля, який слідує за лідером в транспортному потоці; 3 – швидкості, розраховані як розділена різниця.

Навіть візуально видима «плавна» структура обчислених швидкостей, що відповідає реальному стану.

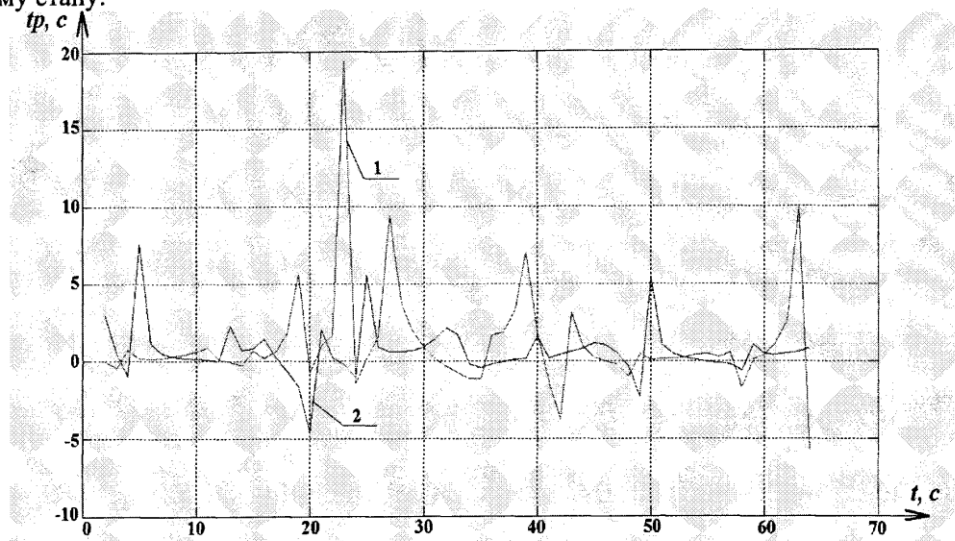


Рис. 3.8.9. Розрахунок часу реакції водія,
де 1 – час реакції водія, розрахований класичним методом;
2 – час реакції водія, розрахований запропонованим методом.

Висновки

1. Побудовано завадостійкі методи аналізу моделі слідування за лідером та розрахунку часу реакції водія в різних режимах руху апробовані на реальних даних з GPS-приймачів OEMV-1 та OEMV-3 та отримано наступні результати:

- При обрахунку параметрів мікро-моделі транспортного потоку – слідування за лідером в щільному потоці встановлено, що середній час реакції водія, обчислений класичним методом – 1,1 сек. Середньоквадратичне відхилення часу реакції водія – 3,35 сек.
- Середній час реакції водія, обчислений запропонованим методом – 0,64 сек. Середньоквадратичне відхилення часу реакції водія – 1,65 сек.

2. Не дивлячись на малі (на рисунках візуально непомітні) відносно пройденого шляху похибки вимірювання координат руху автомобіля, при знаходженні похідних вони значною мірою спотворюють графіки швидкості. Це особливість чисельного диференціювання.

3. Швидкість та час реакції водія запропонованим методом розраховуються точніше ніж класичним. На це вказує менше середньоквадратичне відхилення параметрів, які обчислюються.

Список літератури

1. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков – М: Изд-во «Мир», 1966.- 286 с.
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения – М.: «Транспорт», 1977. – 300 с.
3. Лобанов Е.М., Сильянов В.В. Продолжительность реакции водителей в реальных дорожных условиях. –М.: Изд-во МАДИ, 1974, с.155-160. (Труды Моск. автом-дор. ин-та, вып. 72)
4. Лобанов Е.М. Время реакции водителя – М.: «Труды МАДИ», 1975, вып. 95, с.84-109.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике – М.: «Наука», 1984. – 831 с.
6. Белятинський А.О., Кузьель Н.В. Метод чисельного розрахунку похідної з використанням швидкого сплайн-перетворення // Вісник інженерної Академії України – 2010. – № 2. – С.50 – 53.