

Определяне скоростта на движение на автомобил по видеозапис

Даниел Любенов, Свилен Костадинов

Vehicle Speed Measurement Using Video Tape: Often road accidents are recorded by security surveillance systems or traffic monitor systems. This article presents a method to determine the vehicle speed using video tape in vehicle accident reconstruction. Experimental studies have been conducted to determine the accuracy of the present method. Records of security surveillance systems, vehicle recorders, etc. are used. This method can be very useful when there is no other suitable method of determining the vehicle speed.

Key words: Vehicle Accident Reconstruction; Vehicle Speed; Video Tape.

ВЪВЕДЕНИЕ

През 2013 година по пътищата на България са настъпили 47488 пътнотранспортни произшествия (ПТП) в резултат на което са загинали 601 граждани и са били наранени 8770 души. Броят на убитите на 1 милион жители през 2013 година е 82,7 при среден показател за Европейския съюз през 2012 година - 55 убити на 1 милион жители [4].

Еспертизата е един от основните източници на доказателства при разследването на ПТП. Определянето на скоростта на движение на автомобилите е един от най-важните етапи при изготвянето на автотехническите експертизи. Използват се различни методики за определяне на скоростта на автомобилите. Всяка от методиките има предимства и недостатъци в сравнение с останалите при изследване на конкретно ПТП. Експертите трябва да познават специфичните им особености и да прилагат най-подходящата за всеки конкретен случай.

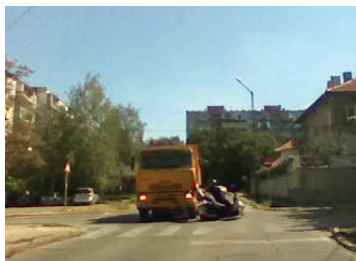
Целта на тази работа е да бъде представена методика за определяне скоростта на движение на автомобил по видеозапис. Да бъде определена приложимостта и точността на представената методика в реални условия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Непрекъснатото развитие на системите за видеонаблюдение и сигурност доведе до тяхното широко използване. Често пътнотранспортни произшествия биват записвани от охранителни системи за видеонаблюдение, системи за наблюдение на пътният трафик [1], автомобилни видеорегистратори и др. (фиг. 1). Такива записи могат да бъдат използвани за изясняване механизма на протичане на произшествието и за определяне скоростта на движение на автомобилите при изготвяне на автотехнически експертизи [2, 3].



а)



б)

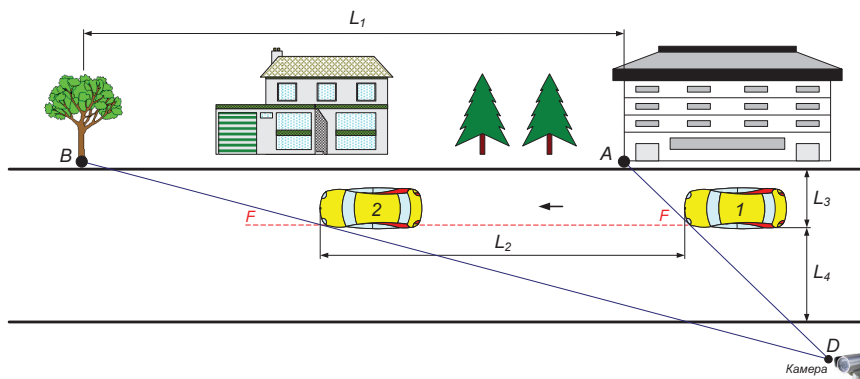
Фиг. 1. Пътнотранспортни произшествия в гр. Русе:
а) кръстовището между ул. „Плиска“ и ул. „М. Григорий“; б) кръстовището между ул. „Петрохан“ и ул. „Тича“

При определянето на скоростта по този начин възниква въпросът каква е точността на получените резултати. Тя зависи от точното определяне на разстоянието, изминато от автомобила и времето, за което е изминато това разстояние.

Методиката за определяне скоростта на движение на автомобила по видеозапис включва следните основни етапи:

1. *Определяне на базови ориентири.* От видеозаписа се избират два ясно различими трайно стоящи ориентира в близост до местопроизшествието. За такива ориентири могат да бъдат избирани дървета, стълбове, пътни знаци, елементи от сгради и постройки, маркировка или конструктивни елементи по пътното платно и др. Тези ориентири трябва да се изберат на възможно най-голямо разстояние един от друг спрямо траекторията на движение на автомобила.

На примерната схема (фиг. 2) за такива ориентири са избрани ъгълът на сградата (т. А) и стъблото на дърво (т. В).



Фиг. 2. Примерна схема за определяне положенията на автомобила и изминатото разстояние

2. *Определяне на разположението на автомобила по широчина на платното за движение.* От видеозаписа по видими конструктивни елементи или маркировка се определя разположението на автомобила по широчина на платното за движение. В зависимост от посоката му на движение се определя разположението на линия FF , по която се движи тази част от автомобила, която първа пресича линии DA и DB (в конкретния пример – предната лява част) т.е. разстоянието L_3 или L_4 (фиг. 1). Възможно е да бъде избрана и друга част от автомобила.

3. *Определяне на разстоянието L_2 , изминато от автомобила между положение 1 и положение 2.* Това разстояние се определя чрез измерване, след като е уточнено разположението на линия FF . Когато е невъзможно разстоянието L_2 да бъде измерено на мястото на ПТП се начертава мащабна скица и то се определя от нея. Понякога видеозаписът (в зависимост от разположението на камерите спрямо ориентирите А и В) може да създаде илюзия, че разстоянието L_2 съвпада с L_1 т.е. с разстоянието между базовите ориентири А и В. Използването на разстоянието L_1 за определяне скоростта на автомобила е неправилно и води до грешка.

4. *Определяне на времето, за което автомобилът изминава разстоянието L_2 .* Това време се определя от видеозаписа. Един от основните проблеми за автотехническите експертите е, че видеозаписите са с голямо разнообразие от видео формати, които използват различни кодеци, за да кодират и компресират различните типове видео. Това затруднява, а понякога прави невъзможно

намирането на програма за възпроизвеждане на видео файла - видео плейър или друг софтуер. За да бъде решен този проблем трябва да се потърси съдействие от собственика на видеозаписа (охранителна фирма, полиция и др.), което е свързано с трудности или видеозаписът да бъде преобразуван от един кодек към друг – конвертиран. Конвертирането може да доведе до загуба на данни и намаляване на качеството на видеозаписа.

Ако не се налага конвертиране, времето може да бъде определено непосредствено от видеозаписа, когато последният има часовник, отчитащ и стотните от секундата. В случаите на определяне с видео плейър е възможно да бъде допусната грешка при точното определяне на положенията 1 и 2 на автомобила (фиг. 1). Това е така, защото експертът трудно може да спре видеозаписа в точните моменти.

В повечето случаи записите нямат подходящ часовник и се налага да бъдат възпроизведени със софтуер, който предоставя възможност за отчитане на времето. Подходящ, широко разпространен и лесен за работа е *Windows Movie Maker*. Той позволява точно определяне на положенията 1 и 2 на автомобила, защото записът може да се гледа кадър по кадър. Точността на определяне на времето зависи и от честотата на кадрите на видеозаписа. Колкото честотата е по-голяма, толкова по-точно може да бъде определено времето.

5. *Определяне на скоростта на автомобила.* Средната скорост на автомобила се определя по зависимостта

$$V = \frac{L_2}{t}, m / s \quad (1)$$

където t е времето, за което автомобилът изминава разстоянието L_2 , s.

За определяне приложимостта и точността на представената методика са проведени експериментални изследвания. Те включват серии от опити на различни пътни участъци и записи с различни видео формати. Автомобилите са снабдени със записваща система *VBOX 3i SL 100Hz GPS Data Logger* на фирма *racelogic.co.uk* [5]. Тя предоставя възможност за точно ($\pm 0,028$ m/s) определяне скоростта на движение на автомобилите в конкретния интервал от време.

На фиг. 3 са представени снимки от експерименталното изследване, проведено с автомобил *Пежо 307* по бул. „Родина”, гр. Русе. Видеозаписът е направен със записваща система *Video VBOX*, монтажана в автомобила. Видео файлът е с разширение *avi*. Честота на кадрите е 25 кадъра в секунда (25 fps).



Фиг. 3. Снимки от изследването по бул. „Родина”, гр. Русе

Скоростта на автомобила при тези опити варира в границите от 45 до 55 km/h. За определяне на времето от видеозаписа е използван софтуер *Windows Movie Maker*. Разликите между скоростите, определени със системата *VBOX 3i SL* и тези, определените по видеозаписа са в границите от 0,11 до 0,37 m/s (0,41 ÷ 1,32 km/h.).

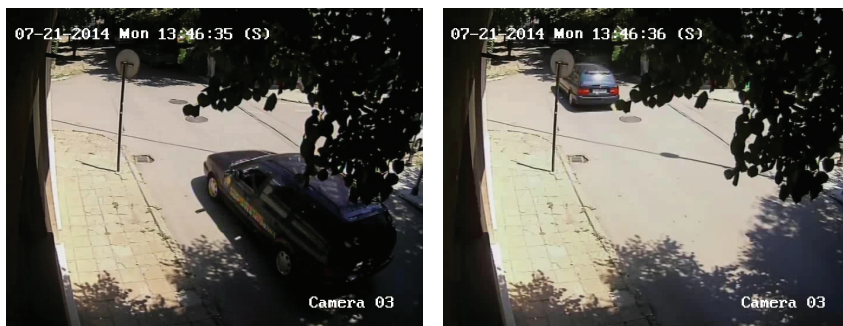
Ако се отчете грешката на системата *VBOX 3i SL* и грешката при определяне на скоростта по видеозаписа, то относителната грешка се определя по зависимостта

$$\delta V = \sqrt{\delta V_1^2 + \delta V_2^2} \% , \quad (2)$$

където δV_1 и δV_2 са съответно относителните грешки на записващата система *VBOX 3i SL* и на скоростта, определена по видеозаписа.

С отчитане на това следва, че грешката при определяне скоростта на автомобила е 1,66 %.

На фиг. 4 са представени снимки от експерименталното изследване, проведено с автомобил Фолксваген Пасат по ул. „Духовно Възраждане“. Видеозаписът е от охранителна камера, разположена на 3 метра над земята.



Фиг. 4. Снимки от изследването по ул. „Духовно Възраждане“, гр. Русе

Видео файлът е с разширение *MPEG-4*, но е конвертиран във файл с разширение *avi*. Честота на кадрите е 12 fps. При тези опити скоростта на автомобила варира в границите от 30 до 40 km/h. Използван е софтуер *Windows Movie Maker*. Разликите между скоростите, определени със системата *VBOX 3i SL* и тези, определените по видеозаписа са в границите от 0,29 до 0,36 m/s (1,05 ÷ 1,28 km/h). С отчитане на относителните грешки на записващата система *VBOX 3i SL* и на скоростта, определена по видеозаписа, грешката при определяне скоростта на автомобила съгласно израза (2) е 3,48 %.

На фиг. 5 са представени снимки от експерименталното изследване, проведено с автомобил Фолксваген Пасат по ул. „Мадарски Конник“. Видеозаписът е от видеорегистратор за автомобил *Novatek gs1000*. Видео файлът е с разширение *MOV*, но е конвертиран във файл с разширение *avi*. Честота на кадрите е 25 fps.



Фиг. 5. Снимки от изследването по ул. „Мадарски Конник“, гр. Русе

При тези опити скоростта на автомобила варира в границите от 40 до 50 km/h. Използван е софтуер *Windows Movie Maker*. Разликите между скоростите,

определени със системата *VBOX 3i SL* и тези, определените по видеозаписа са в границите от 0,16 до 0,43 m/s (0,59 ÷ 1,53 km/h). Средната грешка, изразена в проценти е 2,30 %.

С отчитане на относителните грешки на записващата система *VBOX 3i SL* и на скоростта, определена по видеозаписа, грешката при определяне скоростта на автомобила съгласно израза (2) е 2,31 %.

Проведените изследванията показват, че точността на представената методика съответства на изискванията на *Наредба № 12 от 5 януари 2007 г. за задължителна употреба на контролните уреди за регистриране на данните за движението на автомобилите и работата на екипажите, както и функционалните и техническите изисквания към тях*, издадена от Министерството на транспорта и Държавната агенция за метрологичен и технически надзор. При използване на тахографа в автомобила максимално допустимите грешки са ± 6 km/h от действителната скорост. Определянето на скоростта по тахографски лист е често ползван и признат метод в съдебната практика на България.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат от тази работа могат да бъдат направени следните изводи:

- представена е методика за определяне скоростта на движение на автомобил по видеозапис.

- средните относителни грешка при определяне скоростта на автомобила са: от неконвертиран видео файл с разширение *avi* и честота 25 кадъра в секунда - 1,66 %; от видео файл с разширение *MPEG-4*, конвертиран във файл с разширение *avi* и честота 12 кадъра в секунда - 3,48 %; от видео файл с разширение *MOV*, конвертиран във файл с разширение *avi* и честота 25 кадъра в секунда - 2,31 %.

- методът е приложим в реални условия и осигурява необходимата за съдебната практика точност.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Doğan. S. *Real Time Speed Estimation of Moving Vehicles from Side View Images from an Uncalibrated Video Camera*. Sensors 2010, 10, 4805-4824.

[2] Niksaz P. *Automatic Traffic Estimation Using Image Processing*. Int. Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition. Vol. 5, No. 4, 2012.

[3] Rad A.G., A. Deghani, R. Karim. *Vehicle speed detection in video image sequences using CVS method*. International Journal of the Physical Sciences Vol. 5(17), pp. 2555-2563, 2010

[4] <http://dokkpbdp.mvr.bg/default.htm>

[5] <http://www.racelogic.co.uk/>

За контакти:

Гл. ас. д-р инж. Даниел Любенов, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 605, E-mail: dliubenov@uni-ruse.bg

Ас. инж. Свилен Костадинов, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 515, E-mail: skostadinov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.