

Анализ на приложението на системите за вътрешни комуникации в автомобилите

М. Маринов, Ж. Гелков, Д. Любенов, А. Иванова, П. Иванова

An analysis of applications of inter-vehicle communication systems. Inter-vehicle communication systems (IVC) are type of mobile ad hoc networks with distributed, self-organizing structure. This paper presented an analysis of there type, structure and applications to traffic safety and efficiency of transportation. As one of the main results of this paper, that identified several problems of applications in real conditions.

Key words: *Inter-vehicle communication systems, applications to traffic safety and efficiency.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Системите за вътрешни комуникации между автомобилите IVC (Inter-Vehicle Communications) са едни от най-обнаждаващите приложения на мобилните "ad hoc" мрежи, известни като MANETs (mobile "ad hoc" networks) [1,3]. Тези "ad hoc" мрежи са популярни като автомобилни "ad hoc" мрежи наричани VANETs (vehicular ad hoc networks) [2]. Много от приложенията на такива мрежи за осигуряване на безопасност и ефективност на движението са разгледани в различни работи [2,5,7,8], но най-обещаващи са приложенията за локални предупреждения между автомобилите или автомобилите и инфраструктурата, свързани с пътното движение. От тях най-перспективни и развити за сега са комуникациите между автомобилите известни като C2C (car-to-car communications или V2V (Vehicle-to-Vehicle communications), докато останалите от тази група комуникации "автомобил – дом" C2H (ca-to-home) и "автомобил – инфраструктура" C2I (car-to-infrastructure) са в процес на разработване и са твърде разнообразни и разнопосочни по идея и алгоритми на осъществяване.

В тази работа се разглеждат основните тенденции в развитието на системите IVC и основните приложения за подобряване на безопасността и ефективността на движението, които са обект на настоящи и бъдещи изследвания и усъвършенствания по отношение на тяхната ефективност и надеждност в реални условия на работа.

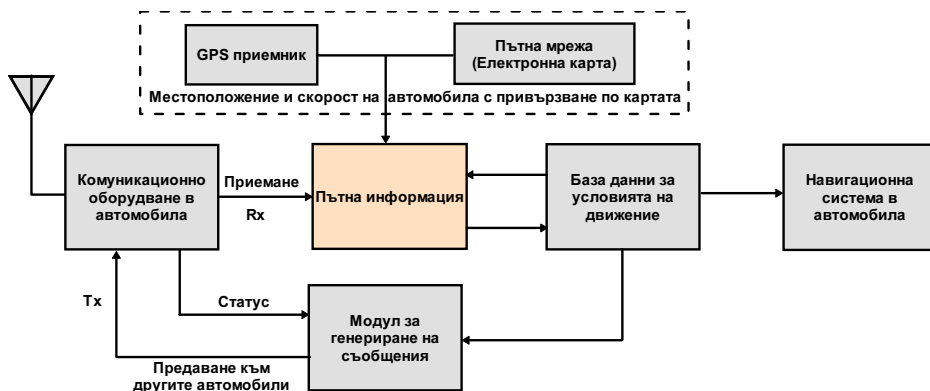
Кратко описание на системата IVC.

Като децентрализирана информационна система, тя е в известна степен независима от някакъв център за управление и може да бъде въведена във всяко транспортно средство. Всеки автомобил трябва:

- да има възможност да измерва параметрите на своето състояние (например местоположение, скорост, времена за пътуване по участъка и т.н.);
- да може да оценява условията за движение;
- да има система за вътрешни комуникации.

Блоквата схема на такава структура на системата е показана на фиг.1. На сегашния етап на развитие на технологиите за производство на такива системи се използват унифицирани интерфейси, което се предполага, че системите са съвместими помежду си. Следователно, това предполага, че всеки автомобил ще бъде оборудван с GPS приемник, цифрова карта база данни за отделните сегменти от пътя, безжична комуникационна система за близко разстояние DSRC и изчислителен модул с алгоритми за оценка на условията за движение. Така работата на такава система може опростено да се представи като двуменционна база данни за всеки сегмент от пътя с известни пътни условия по едната ос и времето по другата ос. Пътната мрежа е разделена на звена между две изходни точки за определено зададено време (например от 1 до 10 минути). Пътните условия се оценяват за този интервал от време. Така например при 10 минутен интервал за

един час ще има 6 различни периода и информацията ще се актуализира 6 пъти по-често. Този интервал може да бъде променлив и да е функция на динамиката в базата данни за локалните условия за движение.



Фиг. 1. Блокова схема на система за организация на системата за предаване на информационни съобщения.

В такава система, информацията за движението по различните участъци от пътя се разпространява между всички участници, използвайки технологията за ad hoc мрежа с единични съобщения по избрана схема. Така времето за пътуване по даден участък от пътя е входна величина и ключов елемент на системата за динамична навигация, при която се генерират най-късия или най-бързия маршрут в модула за оптимизация и маршрутизация.

Следователно всеки автомобил при движението ще получава обновена информация за конкретния участък от пътя, получена от движението на другите автомобили вече преминали този участък. Всеки автомобил съобщава собственото време за пътуване по участъка от пътя и попълва базата данни за различните условия на движение, включително с отчитане на метео и климатичните условия. Интервалът на предаване на данните зависи от скоростта на движение и събитията, които настъпват по дадения участък. Когато автомобилът получи данни от други автомобили, той ги комбинира със своята база данни. По такъв начин цялата пътна информация може да бъде разпространена бързо между автомобилите, намиращи се в даден участък от пътя.

Такава IVС система има и определени положителни страни като:

- Не е енергийно зависима, тъй като автомобила генерира достатъчно енергия за оборудването на такава система;
- От гледна точка на сигурността е известно времето и местоположението на автомобила, което подпомага спасителните операции на бърза помощ и пожарна и други служби;
- Известен е достъпа до системата – от собственика на автомобила или оторизирано лице;
- Периодично обслужване, където се обновяват данните и се правят тестове за работоспособност на системата;
- Надеждна и сигурна компютърна платформа, съобразена с условията на работа в автомобила, снабдена с подходящи разширения.

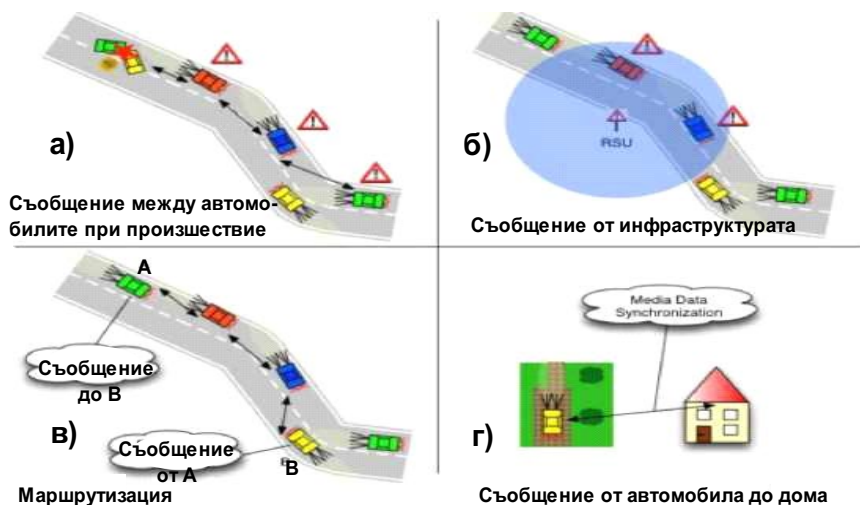
Отрицателни страни на системата се считат все още високата цена на оборудването, дължаща се на малките серии и не високата надеждност на

алгоритмите използвани при изработване на съвети към водачите. Много често по тази причина фирмите се застраховат като записват в упътването "не се позовавайте напълно на съветите на системата". Тези недостатъци постепенно ще бъдат отстранявани с времето и тези системи ще стават все по надеждни.

Основни приложения на системата IVС.

Приложенията на подобна система за многобройни, но могат да бъдат обобщени в четири групи, които покриват цялата гама от възможни приложения, а именно (фиг.2.):

- C2C приложение за обмен на съобщения за движението както за отделните автомобили, така и за целия транспортен поток;
- C2I приложение за информация на водачите за състоянието, особеностите и проблемите на инфраструктурни обекти (знаци, кръстовища, участъци със стеснения и т.н.);
- C2H приложение за връзка с мултимедийна мрежа (състояние на обекти от личен интерес и т.н.).



Фиг. 2. Примери на четири основни приложения на системата за предаване на информационни съобщения.

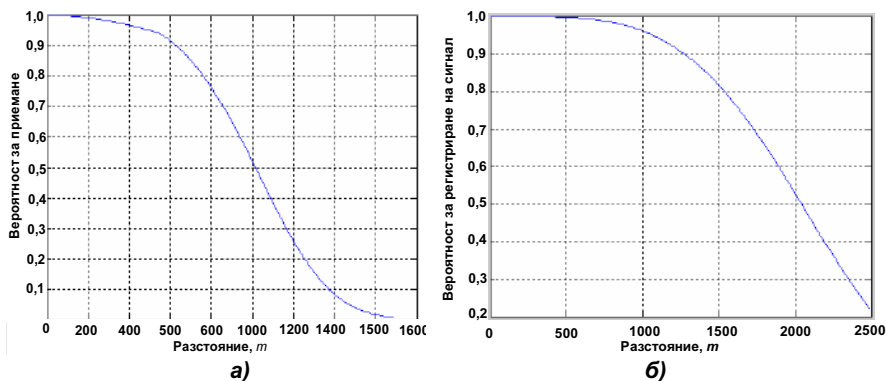
Сигурност и надеждност на информацията в IVС система.

В такива системи се поставят следните цели за защита на информацията:

- Проверка за достоверност на информацията, съдържаща се в съобщенията;
- Цялостност на съобщението и автентификация на източника на съобщение, който е генериран за конкретния участък от пътя и посока и от валиден източник на информация;
- Секретност на съобщенията, които не могат да бъдат проследявани и манипулирани по тракта за комуникации;

- Шумоустойчивост, която се изразява в устойчивост към грешки от смущения.

Надеждното приемане на съобщенията при ниво около 95 % се постига в такива системи на около 500 m (фиг.3.а), а успешното регистриране на наличието на такъв сигнал при ниво около 95% е на около 1000 m (фиг.3.б)[4].



Фиг. 3. Вероятност за надеждно приемане (а) и регистриране на сигнал (б) от разстояние, ако няма смущения [9].

Ако се предположи, че информацията за всеки участък (сегмент) от пътя, записвана в базата данни се представя с 3 bit, то размерът на базата данни за час на всеки 10 минути ще бъде $6 \times 3 = 18$ bit, умножена по броя на участъците на пътната мрежа в конкретния район. Дори и при по-голяма пътна мрежа, например с 1000 пътни сегмента, максималният размер на базата данни е приемлив. Така за типичната необходима скорост за трансфер на данни за един автомобил от около 150 kb/s, то максималният брой пакети за пътна магистрала с типична скорост от 120 -130 km/h, максимална плътност на движението от около 80 E/km и четири ленти за движение за всяка посока е около 61 pack/s. Дори, ако се приеме коефициент на претоварване до 1,5 за тези 1000 сегмента, то необходимата скорост ще бъде около 9,15 Mb/s, докато DSRC имат типична скорост от 27 Mb/s, т.е. максимално възможното натоварване на мрежата не превишава каналната и пропускателна способност.

Реалното натоварване на мрежата фактически е по-малко, тъй като може да се управлява обмяната на информация в базата данни от отделните автомобили. Това е така защото най-често в системите IVC, интервалът на предаване от автомобилите е променлив в зависимост от скоростта им на движение и други фактори, свързани с пътя [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направения анализ на приложението и тенденциите за развитие на системите IVC, следва че такива системи представляват изключително перспективно и потенциално средство за подобряване на безопасността и ефективността на движението. В перспектива тяхното приложение ще се разширява и ще бъде обект на конкуренция между производителите на автомобили.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ASTM E 22123-02. Telecommunications and information exchange between roadside and vehicle systems. In ASTM International, 2001. <http://www.astm.org>.
- [2] Goel S., T. Imielinski and K. Ozbay. Ascertaining viability of WiFi based vehicle-to-vehicle network for traffic information dissemination. *Proc. IEEE ITS*, 2004. pages 1086-1091.
- [3] Rappaport T., *Wireless Communications: Principles and Practice*, Prentice Hall, 2002.
- [4] Schroth Ch., Florian Dötzer, Timo Kosch, Benedikt Ostermaier and Markus Strassberger: Simulating the traffic effects of vehicle-to-vehicle messaging systems, *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on ITS Telecommunications*, June 2005, Brest, France
- [5] Taliwal V., D. Jiang, H. Mangold, C. Chen and R. Sengupta, "Empirical Determination of Channel Characteristics for DSRC Vehicle-to-vehicle Communication", *Proc. of the First ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks*, October 1, 2004, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- [6] Wischhof L. et al., "Adaptive Broadcast for Travel and Traffic Information Distribution Based on Inter-Vehicle Communication", *Proc. of IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2003*, Columbus, Ohio, USA, June 9-11, 2003.
- [7] Xu H., M. Barth, "Travel Time Estimation Techniques for Traffic Information Systems Based on Inter-Vehicle Communications", to appear, *Transportation Research Record*, TRB 2006.
- [8] Xu Q., T Mark, J. Ko and R. Sengupta. "Vehicle-to-Vehicle Safety Messaging in DSRC", *The First ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks*, October 1, 2004, Philadelphia, Pennsylvania, USA
- [9] Zhou L., Zygmunt J. Haas, "Securing ad hoc networks," *IEEE Network Magazine*, vol. 13, no. 6, pp. 24-30, 1999.

За контакти:

Доц. д-р инж. Митко Маринов, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 609, Е-mail: mdmarinov@ru.acad.bg

Гл. ас. инж. Живко Гелков, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 609, Е-mail: jgelkov@ru.acad.bg

Инж. Даниел Любенов, катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", Тел.: 082 888 605, Е-mail: dliubenov@ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.