

افزایش ایمنی حمل و نقل با استفاده از ارتباطات مستقیم بین خودرویی

وحید سادات پور^۱، امیر مسعود رحمانی^۲، محمود فتحی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کامپیوتر، vsadatpour@srbiau.ac.ir

^۲ دکتر رحمانی هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده کامپیوتر، rahmani@srbiau.ac.ir

^۳ دکترفتحی هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت تهران، دانشکده کامپیوتر، mahfathy@iust.ac.ir

چکیده

در مقابل، سیستم‌های ایمنی فعال به منظور پیشگیری فعالانه تصادفات ارائه شده‌اند و بر کاهش نرخ و شدت تصادفات تمرکز دارند. تا کنون نمونه‌هایی از این گونه سیستم‌ها در دنیا ارائه و هم اکنون در بسیاری از ماشینها تعبیه شده‌اند، به عنوان مثال سیستم ترمز ضدقفل^۳ یا سیستم الکترونیکی پایداری^۴ توانسته‌اند به راننده‌ها کمک نمایند تا از تصادفهای زیادی جلوگیری گردد. این امر همانگونه که در شکل (۱) دیده می‌شود از توفیق نسبی برخوردار بوده و توانسته است جلوی رشد فزاینده تعداد تصادفها را بگیرد. همچنین با کاستن از شدت تصادفها، به نحو چشم‌گیری آمار تلفات و مرگ و میر کاهش یافته است. به رغم این تلاشها، مطالعات آماری که نتایج آن در شکل (۲) آورده شده است، نشان می‌دهد با وجود اینکه سیستم‌های فعال و غیرفعال ایمنی توانسته‌اند جلوی سیر افزایشی تعداد تصادفات را بگیرند، حدود ۱۵ سال است که تعداد تصادفات تقریباً بدون تغییر باقیمانده است [۱]. این امر به خوبی این نکته را آشکار می‌نماید که سیستم‌های ایمنی کنونی قادر نیستند، بیش از این، نرخ تصادفات را کاهش دهند. در نتیجه این نیاز وجود دارد که فکری جدید در مورد راهکارهای کاهش میزان تصادفات اندیشیده شود.

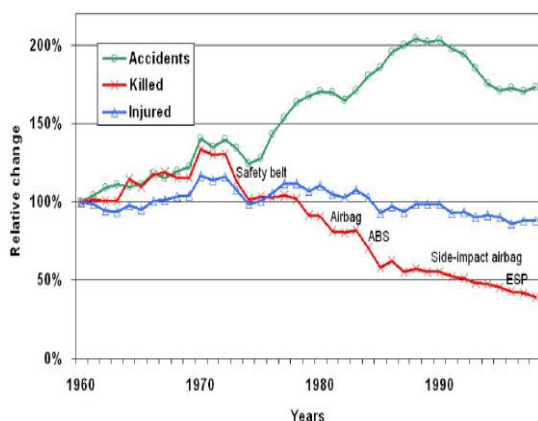
به دلیل افزایش تعداد خودروها و تبع آن، ترافیک جاده‌ای، میزان تصادفها افزایش پیدا کرده است. علت عمده‌ی تصادفات، خطای اطلاعاتی است. به بیان دیگر راننده به علت اینکه اطلاعات ضروری را دریافت نکرده و یا دیر دریافت می‌کند، نمی‌تواند عکس العمل مناسب را برای جلوگیری از تصادف اتخاذ نماید. در نتیجه به نظر می‌رسد اگر بتوان سطح اطلاعات راننده از محیط اطراف و همچنین محدوده اطلاعاتی او را گسترش داد، تحول شگرفی در ایمنی حمل و نقل به وجود می‌آید. این مهم از طریق مبادله اطلاعات با استفاده از تجهیزات رادیویی میسر می‌گردد. سرعت انتشار امواج رادیویی باعث می‌شود که شرایط غیرمترقبه، بسیار سریعتر از حالت عادی به اطلاع راننده برسد و در نتیجه او قادر خواهد بود عکس العمل مناسب را در زمان مناسب بروز دهد. بنابراین ارتباطات بین خودرویی روشی مناسب برای بهینه سازی سیستم حمل و نقل هوشمند^۱ (ITS) است. ارتباط مستقیم بین خودرویی^۲ (VANET) بهترین روش برای پیاده سازی ارتباطات بین خودرویی است.

کلمات کلیدی: سیستم حمل و نقل هوشمند، ارتباطات بین

خودرویی، ارتباط مستقیم بین خودرویی

۱ مقدمه

به دنبال معرفی کمربند ایمنی در دهه ۷۰، به عنوان یکی از وسایل افزایش ایمنی خودروها، تا کنون سیستم‌های ایمنی غیرفعال، مانند کیسه هوا توانسته‌اند به طرز چشم‌گیری آمار کشته‌ها و زخمی‌های ناشی از سوانح رانندگی را کاهش دهند. با این وجود به دلیل افزایش تعداد خودروها و تبع آن، ترافیک جاده‌ای، میزان تصادفها افزایش پیدا کرده است. شکل (۱) آمار سوانح رانندگی کشور آلمان در طی سی سال گذشته را نشان می‌دهد [۱]. از این شکل می‌توان استنباط کرد که به رغم اینکه سیستم‌های ایمنی غیرفعال در کاهش تلفات و مرگ و میر ناشی از تصادفات موفق بوده‌اند، نتوانسته‌اند تعداد این تصادفها را کاهش دهند.

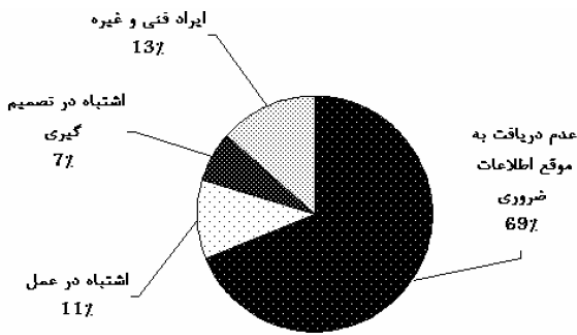


شکل ۱: تأثیر سیستم‌های ایمنی خودروها در بهبود وضعیت ایمنی ترافیک

به منظور ریشه یابی عوامل موثر در تصادفات، تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف انجام شده است. نتایج همگی بر یک عامل به

^۳ Antilock brake system
^۴ Electronic stability program

^۱ Intelligent Transport System
^۲ Vehicular Ad Hoc Network



شکل ۳. عوامل موثر در تصادفات با ذکر درجه اهمیت

۲ ارتباطات بین خودرویی

تمایل به استفاده از پیشرفت‌های عرضه تکنولوژی اطلاعات (مخابرات بی‌سیم) در بکارگیری و بهینه‌سازی‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) در سالهای اخیر به طور چشمگیری گسترش یافته است. این در حالی است که اخیراً شرکتهای بزرگ خودروسازی دنیا در حال اضافه کردن سیستم مخابراتی به محصولات خود می‌باشند.

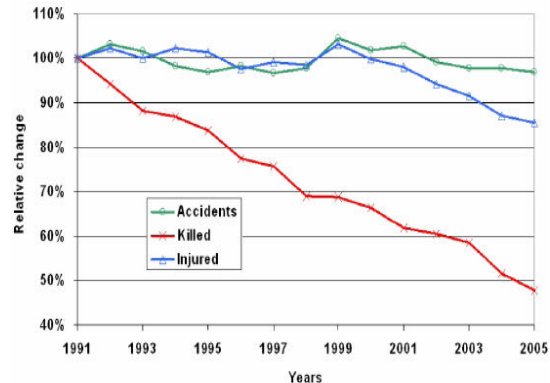
در سال ۱۹۹۹ کمیسیون ارتباطات فدرال ایالت متحده (FCC)، پهنای باند لازم برای ارتباطات بی‌سیم خودرویی و ارتباط خودروها با ایستگاههای ثابت کنار جاده‌ایی را اختصاص داد. این امر متعاقباً منجر به تعریف سرویسیها و استانداردهای لازم برای ارتباطات بین خودرویی تحت عنوان سرویس DSRC در سال ۲۰۰۳ شد [2]. بر اساس تخصیص انجام شده در آخرین گزارش FCC، پهنای باند 5.850-5.926 GHz (باند 5.9GHz) به ۷ کانال ۱۰ مگاهرتز تقسیم می‌شود که از این تعداد، ۱ کانال عمدتاً به منظور افزایش ضریب ایمنی جاده‌ها، و ۶ کانال باقیمانده برای کاربردهای خدماتی اختصاص داده شده‌اند [3]. به عنوان یک طبقه‌بندی کلی، سه دسته ارتباطات بین خودرویی مدنظر می‌باشند:

- ارتباطات بین خودرویی با استفاده از زیرساختارهای اختصاصی
- ارتباطات بین خودرویی با استفاده از شبکه‌های سلولی
- ارتباط مستقیم بین خودرویی

۲-۱ ارتباطات بین خودرویی با استفاده از زیرساختارهای اختصاصی

این راهکار بر اساس طراحی و پیاده‌سازی ایستگاه‌های خاص کنار جاده‌ای استوار است. نمونه‌ای از این گونه سیستم‌ها در شکل (۴) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، تعدادی گره تعبیه شده در کنار جاده، وظیفه انتقال اطلاعات بین خودروها را بر عهده دارند. این شاخه از ارتباطات بین خودرویی در دهه اخیر مورد بحث و مطالعه فراوان قرار گرفته است. سیستم VICS [4] در ژاپن نمونه‌ای از این دسته می‌باشد که اطلاعات ترافیکی از ماشینهای مختلف را جمع‌آوری کرده و سپس در یک سیستم مرکزی تجزیه و تحلیل می‌نماید. این اطلاعات پس از استخراج عوامل مهم، مجدداً به

عنوان عاملی اصلی تصادفات اتفاق نظر دارند. این عامل همانگونه که در شکل (۳) نشان داده شده است [1]، خطای اطلاعاتی می‌باشد. به بیان دیگر راننده به علت اینکه اطلاعات ضروری را دریافت کرده و یا دیر دریافت می‌کند، نمی‌تواند عکس العمل مناسب را برای جلوگیری از تصادف اتخاذ نماید. در نتیجه به نظر می‌رسد اگر بتوان سطح اطلاعات راننده از محیط اطراف و همچنین محدوده اطلاعاتی او را گسترش داد، تحول شگرفی در ایمنی حمل و نقل به وجود می‌آید.

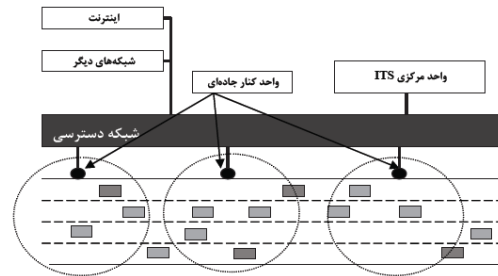


شکل ۲: تغییرات در نرخ تصادفات و خسارات آنها در بازه بین سالهای ۱۹۹۰-۲۰۰۵

امروزه خودروهای مدرن، مجهز به تجهیزات الکترونیکی مانند حسگرهای داخل ماشین بوده و همچنین با استفاده از وسایلی مانند رادار، مقدار فاصله خود تا خودروهای مجاور را محاسبه می‌نمایند. این تجهیزات معمولاً داخل خودرو نصب شده و می‌توانند تا حد زیادی سطح اطلاعات راننده از خودرو و همچنین از خودروهای مجاورش را افزایش دهند. با این وجود، در سرعت‌های بالا و مخصوصاً در مواردی که محدودیت دید وجود دارد (به علت عوامل طبیعی مانند مه، خودروی دیگر و غیره)، این اطلاعات به تنهایی ممکن است برای جلوگیری از تصادفات کافی نباشند. دلیل عمده این امر زمان عکس العمل بالای انسان (راننده) است. نمونه‌ای از این موارد، تصادفات زنجیره‌ای در بزرگراهها است. در اینگونه تصادفات، توقف ناگهانی یک خودرو بر اثر یک حادثه غیرمترقبه، منجر به تصادف خودروهای پشت سر می‌گردد. اگر راننده اطلاعات وضعیتی خودروها را تا فاصله خاصی از خود در اختیار داشته باشد، از بسیاری از حوادث غیرمترقبه جلوگیری می‌شود. این مهم از طریق مبادله اطلاعات با استفاده از تجهیزات رادیویی میسر می‌گردد. سرعت انتشار امواج رادیویی باعث می‌شود که شرایط غیرمترقبه، بسیار سریعتر از حالت عادی به اطلاع راننده برسد و در نتیجه او قادر خواهد بود عکس العمل مناسب را در زمان مناسب بروز دهد. خودروها دارای تجهیزات لازم برای ارتباطات دورن خودرویی^۵ و هم ارتباطات بین خودرویی^۶ می‌باشند. این مقاله روی مبحث ارتباطات بین خودرویی تمرکز می‌نماید.

⁵ In-Vehicle Communications
⁶ Inter-Vehicle Communications

جاده ها ارسال می گردند تا برای کاربردهای ITS مورد استفاده قرار گیرند.

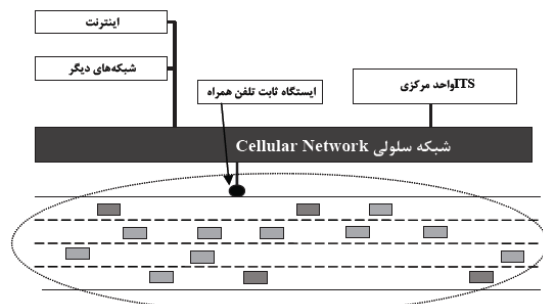


شکل ۴: نمونه ای از ارتباطات بین خودرویی با استفاده از زیرساخت های اختصاصی

با این وجود، محدودیتهای زیادی وجود دارند که توسعه این سیستمها را با مشکل مواجه می سازند. یکی از مهمترین موانع در این راه، هزینه بالای برقراری و نگهداری این سیستمها است که مانع توسعه همه جانبه آنها می گردد. مشکل دیگر این سیستمها بالا بودن تأخیر، ناشی از جمعیت اطلاعات و محاسبات در مرکز کنترل است که باعث می گردد نتوان برای کاربردهایی مانند هشدار تصادف (که به تأخیر خیلی کم نیاز دارند)، مورد استفاده قرار گیرند.

۲-۲ ارتباطات بین خودرویی با استفاده از شبکه های سلولی

این راهکار بر مبنای استفاده از قابلیت شبکه های سلولی (مانند GSM) می باشد. همانطور که در شکل (۵) دیده می شود تعدادی از ایستگاه مرکزی (BS) در امتداد جاده موجود هستند که ماشینها از طریق این ایستگاهها اطلاعات ترافیکی و سایر اطلاعات را مبادله می نمایند [5].



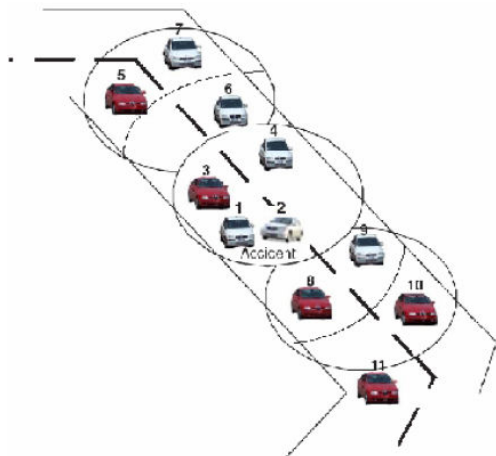
شکل ۵: نمونه ای از ارتباطات بین خودرویی با استفاده از شبکه های سلولی

یکی از مزیت های این نوع سیستمها، امکان بهره گیری از زیرساختار شبکه های بی سیم سلولی است که امروزه در سراسر دنیا بطور گسترده، توسعه یافته اند و نیازی به برقراری زیرساختارهای خاص منظوره نمی باشد. البته در مواردی چون تجمع بالای خودروها در بزرگراه های ورودی شهرهای بزرگ و همچنین در جاده های دور افتاده، شبکه های سلولی ممکن است پوشش مناسب و کامل نداشته باشند. هر چند ممکن است پیشرفتهای آینده در مورد شبکه های

سیار نسل سوم و چهارم، در نهایت به موفقیت این سیستمها برای کاربردهای داده معمولی منجر شود، به دلیل تأخیر ذاتی و خاصیت مرکزگرا بودن آنها، استفاده از شبکه های سلولی، حداقل برای کاربردهای ایمنی ترافیک (که نیاز به سرعت خیلی بالا دارند) منتفی است.

۳-۲ ارتباطات مستقیم بین خودرویی

این دسته از ارتباطات را می توان به عنوان نسل جدید شبکه های موردی بررسی نمود [6,7]. در این حالت، خودروها مجهز به پایانه های بی سیم با استانداردهایی مانند DSRC می باشند که محدوده ارسال آنها تا 1000m قابل گسترش است. لذا با در اختیار داشتن این امکانات، ماشینهای نسل جدید می توانند در ارتباط با همسایه های خود یک شبکه موردی را بنیان نهند که اصطلاحاً VANET نامیده می شود. این شبکه را همچنین می توان به عنوان مکمل برای موارد ذکر شده در بخشهای ۱-۲ و ۲-۲ در نظر گرفت. ارتباطات مستقیم بین خودرویی مزایای زیادی به دنبال دارد. تکنولوژی این شبکه ها، با به روز شدن تکنولوژی خودروها به روز می گردد. به علاوه، هزینه برقراری در مورد این شبکه ها وجود ندارد زیرا هیچگونه زیرساختاری برای آنها مدنظر نیست. علاوه بر این، با وجود نرخهای بالای اطلاعات و تأخیر بسیار کم ناشی از ارتباط مستقیم بین خودرویی، این شبکه ها نامزد بسیاری مناسبی برای کاربردهای ایمنی ترافیک می باشند. شکل (۶) نمونه ای از این نوع ارتباطات را نشان می دهد. که در آن تصادف بین خودروهای ۱ و ۲ از طریق ارتباط مستقیم بین خودرویی، به اطلاع سایر خودروها می رسد.



شکل ۶: نمونه ای از ارتباطات مستقیم بین خودرویی جهت اخطار تصادف

۳ کاربردهای ارتباطات بین خودرویی

با توجه به تقسیم بندی فرانکس انجام شده توسط FCC و نیازهایی که وجود دارند، دو دسته عمده از کاربردها برای شبکه های بین خودرویی مدنظر می باشند.

۱-۳ کاربردهای ایمنی ترافیک

بگیرند. علت عمده‌ای از تصادفات خطای اطلاعاتی است. به عبارتی با اطلاعات در مورد حوادث به راننده نمی‌رسد و با دیر می‌رسد. سیستم‌های رادیویی می‌توانند این مشکل را بر طرف کنند از این رو سیستم حمل و نقل هوشمند نیازمند ارتباطات بین خودرویی است تا اینکه بهینه‌سازی و ضریب ایمنی حمل و نقل و سطح راحتی مسافران افزایش یابد. ارتباطات بین خودرویی به سه روش قابل پیاده سازی است که بهترین آنها ارتباطات مستقیم بین خودرویی است.

۵ مراجع

[1] C.J. Adler, "Information dissemination in vehicular ad hoc networks", Diploma Thesis, University of Munich, Germany, 2006.

[2] ASTM E2213-03, "Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems — 5 GHz Band Dedicated Short Range Communications (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", ASTM International., July 2003.

[3] Federal Communications Commission, "FCC 03-324. FCC Report and Order", February 2004.

[4] H. Morimoto, M. Koizumi, H. Inoue, K. Nitadori, "AHS road-to-vehicle communication system", Proceedings of IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, pp. 327 - 334, Tokyo, 1999.

[5] L.B. Michael, M. Nakagawa, "Multi-hopping data considerations for inter-vehicle communication over multiple lanes", Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference, Phoenix, USA, pp. 121-125, 1997.

[6] W. D. Jones, "Keeping cars from crashing", IEEE Spectrum, volume: 38, pp. 40-45, September 2001.

[7] S. Kato, S. Tsugawa, K. Tokuda, T. Matsui, H. Fujii, "Vehicle control algorithms for cooperative driving with automated vehicles and intervehicle communications", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, number: 3, pp. 155-16, September 2002.

[8] National Center for Statistics and Analysis, "Traffic Safety Facts 2003", Report DOT HS 809 767, Nat'l. Highway Traffic Safety Admin., U.S. DOT, Washington DC, 2004.

[9] Internet ITS Consortium: Available on the web at <<http://www.internetits.org>>.

[10] Car2Car Communication Consortium: Available on the web at <<http://www.car-to-car.org/>>.

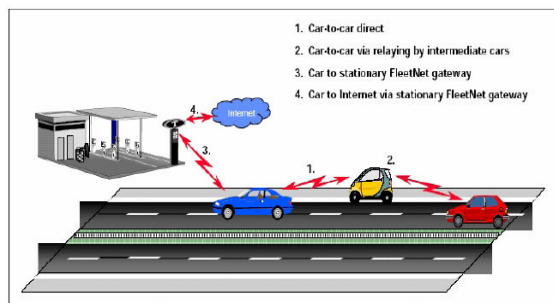
[11] The PReVENT Project: Available on the web at <<http://www.prevent-ip.org>>.

هدف از این دسته از کاربردها بالا بردن ضریب امنیت مسافران در جاده‌ها می‌باشد. این مطلب وقتی اهمیت خود را نشان می‌دهد که نگاهی به آمار و ارقام ناشی از تلفات جاده‌ای در کشور مختلف بیندازیم. طبق گزارش سال ۲۰۰۴ اداره آمار ایالت متحده، تصادف جاده‌ای، منجر به ۲۳۰/۶ میلیارد دلار خسارت مالی، ۳۳۴۷۱ کشته و ۲۶۹۷۰۰۰ مجروح شده‌است. نکته جالب در آمار ارائه شده این است که خسارات مالی به بار آمده به تنهایی ۲/۳ درصد از کل تولید ناخالصی ملی آمریکا می‌باشد [8].

همین امر باعث شده است که شرکتهای بزرگ خودروسازی جهان با همکاری دولتها تحقیقات وسیعی را برای بالا بردن درجه ایمنی ترافیک آغاز نمایند. در ایالات متحده، کنسرسیوم امنیت حمل و نقل جاده‌ای VSCC، منجر به استاندارد DSRC [2] شده است. کنسرسیوم Internet ITS [9] در ژاپن، C2C-CC [10] در اتحادیه اروپا و ReVENT [11]، OW [12] در آلمان، نمونه‌های دیگری از این پروژه‌ها هستند. بعضی از کاربردهایی که در مقوله امنیت ترافیک جاده‌ای می‌گنجد عبارتند از: سیستم اخطار حوادث غیرمترقبه، دستیار تغییر لاین، اخطار شرایط جاده، اخطار تخلف راهنمایی و رانندگی، رانندگی تعاونی و غیره [13]. نمونه‌ای از کاربرد ارتباطات بین خودرویی در اخطار تصادف شکل (۶) دیده می‌شود.

۳-۲ کاربردهای رفاهی

این دسته از کاربردها به منظور بالا بردن میزان راحتی راننده و مسافران و بهبود کیفیت سفرها، مدنظر می‌باشند. نمونه‌هایی از این کاربردها که از لحاظ تجاری قابل توجه بوده و در آینده امکان گسترش زیاد دارند عبارتند از: پیدا کردن کوتاهترین مسیر به مقصد، گزارش هوا، اعلان وضعیت قیمت در فروشگاهها، قیمت سوخت در ایستگاههای بین‌راهی، برقراری ارتباط اینترنت برای سرنشینان خودروها و بارکردن فایلها چندرسانه‌ای و غیره. شکل (۷) نمایی از پروژه FleetNet [14] را می‌دهد که هدف آن برقراری ارتباط بین-خودروها و درگاههای اینترنت کنار جاده ای است.



شکل ۸: نمونه‌ای از کاربردهای رفاهی (در پروژه FleetNet)

۴ نتیجه‌گیری و جمع بندی

همانطور که در شکل های ۱، ۲ و ۳ نشان داده شد، سیستم های ایمنی غیرفعال و فعال تا اندازه‌ای قادر هستند جلوی تصادفات را

[12] The NOW: Network on Wheels Project. Available on the web at <<http://www.network-on-wheels.de>>.

[13] W. Chen, S. Cai, "Ad Hoc Peer-to-Peer Network Architecture for Vehicle Safety Communications", IEEE Communications Magazine, Volume: 43, Issue: 4, pp. 100- 107, April 2005.

[14] W. Enkelmann, "FleetNet-applications for inter-vehicle communication", Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 162-167, 2003.