

ایمن سازی و افزایش ظرفیت بزرگراهها با استفاده از تکنولوژی هوشمند حمل و نقل^۱

حسن خاکسار^۲، هادی اعتصام^۳

۳ و ۲ - دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران

Email :Khaksar@civileng.iust.ac.ir

خلاصه

رشد نرخ مالکیت خودروی شخصی سبب افزایش تقاضای سفر درون شهری و افزایش استفاده از معابر شریانی گردیده است. لازمه پاسخگویی به این تقاضای روزافزون، فراهم آوردن عرضه مناسب و هدفمند تسهیلات حمل و نقلی است. یکی از مهمترین پارامترهای مورد نیاز شبکه حمل و نقل، ایمنی معابر است. تصادفات، هزینه‌ای سرسام‌آور و گاهاً غیر قابل جبران به جامعه تحمیل می‌کند. از دست دادن جان عزیزان، قطع اعضا و موارد اینگونه قابل کمی شدن و سنجش هزینه‌ای نیستند و تعیین نرخ دقیق هزینه تصادفات غیرممکن است. پیشرفت تکنولوژی و فناوری نقش چشمگیری در بهبود شیوه‌های کنترل معابر و افزایش ایمنی راهها داشته است. امروزه استفاده از تکنولوژیهای هوشمند حمل و نقل در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه افزایش معناداری یافته است. مزیت این سیستمها، کاهش احتمال بروز خطاهای انسانی و مکانیزه شدن کنترل معابر است که علاوه بر اینکه سبب افزایش ظرفیت شبکه معابر و کاهش هزینه‌های مستقیم سیستم عامل حمل و نقل می‌گردد، بهبود ایمنی شبکه معابر را هم به دنبال خواهد داشت [۱]. در این مقاله ضمن معرفی مهم‌ترین پیشرفتهای صورت گرفته در به کارگیری سیستمهای هوشمند حمل و نقل در افزایش ایمنی شبکه معابر به ارائه میزان تاثیر هر کدام از این سیستمها و مثالهای عملی در استفاده از آنها در سطوح بزرگراهی دنیا پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی : تکنولوژی هوشمند حمل و نقل، ایمنی، بزرگراه، ظرفیت

مقدمه

پیشرفت فناوری و تکنولوژی، صنعت حمل و نقل را هم، مانند سایر بخشهای جامعه دچار تغییر و تحولات فراوانی کرده است. استفاده از ابداعات و نوآوریها در دنیای حمل و نقلی کشورهای پیشرفته، لحظه به لحظه بیشتر، مفیدتر و پرننگتر می‌شود، به گونه‌ایکه پیشرفت در صنعت حمل و نقل و استفاده از تکنولوژیهای روز دنیا یکی از شاخصهای توسعه‌یافتگی هر کشور محسوب می‌گردد. استفاده از تکنولوژیهای هوشمند علاوه بر بهبود کیفیت و کارایی شبکه حمل و نقل، مزایای فراوان دیگری برای جامعه به همراه خواهد داشت. برای مثال افزایش ظرفیت شبکه، کاهش تاخیر / تراکم، افزایش سرعت سفر / کاهش زمان سفر، بهبود محیط زیست، صرفه‌جویی در مصرف سوخت، افزایش سطح ایمنی شبکه معابر، کاهش هزینه‌های بالاسری سیستم، کاهش خطاهای انسانی و مکانیزه شدن شبکه، از دیگر منافع استفاده از تکنولوژیهای هوشمند حمل و نقل است. بنابراین کشورهای مختلف دنیا بسته به شرایط خود، تکنولوژیها و فناوریهای مختلفی در صنعت حمل و نقل را به خدمت گرفته‌اند. بدیهی است، شناخت کامل تکنولوژیهای روز حمل و نقلی و استفاده هدفمند و آگاهانه از این سیستمها، بسته به فراخور وضعیت داخلی کشور می‌تواند نقش انکارناپذیری در بهبود وضعیت فعلی شبکه حمل و نقل و گشودن بخشی از گره و مشکلات موجود داشته باشد. لذا در این مقاله بخشی از جدیدترین و پیشرفته‌ترین تکنولوژیهای هوشمند حمل و نقل به همراه آثار مثبت و منفی آنها ارائه می‌گردد تا قابلیت مقایسه، تطبیق و انتخاب با شرایط داخلی کشور فراهم گردد. لازم به ذکر است صرف به کارگیری راهکاری در سایر کشورها، ضمانت اجرایی برای موثر و مفید بودن در شرایط شهرهای ایران وجود نخواهد داشت و استفاده از هر نوع تکنولوژی در کشور باید با مطالعه و کالیبراسیون مناسب، آگاهانه و هدفمند و ارزیابی مزایا به هزینه‌های آن صورت گیرد.

^۱ - ITS (Intelligent Transportation System)

^۲ - کارشناس ترافیک، مهندسین مشاور پردازاز.

^۳ - کارشناس ترافیک، مهندسین مشاور کومش طرح

سیستم اطلاعات و ارتباطات خودرو^۱

اولین گام در استفاده از تکنولوژیهای هوشمند حمل و نقل، فراهم آوردن ارتباط لحظه به لحظه، دقیق و کارآ، بین کاربر جاده و سیستم کنترل شبکه معابر است. این سیستم از اجزا و پارامترهای مختلف و پیشرفته‌ای تشکیل یافته است و اقسام گوناگونی دارد. شکل ساده و یکطرفه اطلاع‌رسانی به رانندگان همان رادیو پخشهای معمولی است که امکان برقراری ارتباط و خبررسانی لحظه‌ای به رانندگان را فراهم می‌آورد. اما استفاده اولیه از شکل مدرن سیستم اطلاعات و ارتباطات خودرو از اواخر دهه ۹۰ در کشورهای پیشرفته دنیا آغاز گردید و روز بروز بر توانایی، قابلیت و میزان استفاده از این سیستم افزوده می‌شود. هدف نهایی این سیستم، ارائه اطلاعات ترافیکی به رانندگان به صورتهای مختلف مانند متن، صوت و تصویر است. این سیستم یک سیستم کامل و جامع است و علاوه بر رانندگان به سایر کاربران جاده نیز اطلاع‌رسانی می‌کند. لازم به ذکر است این سیستم مخصوص اطلاع‌رسانی در لحظه^۲ به استفاده‌کنندگان از شبکه معابر در داخل جاده‌هاست. در واقع تمام افرادی که به نحوی قصد سفر و جابجایی دارند از این سیستم بهره‌مند می‌شوند مانند: رانندگان در هنگام رانندگی، مسافران قبل از آغاز سفر، مسافرانی که مایل به تغییر مد حمل و نقلی خود هستند، کاربران سیستم حمل و نقل همگانی و ... فرآیند این سیستم در سه مرحله انجام می‌گیرد که عبارتند از:

۱- جمع‌آوری و پردازش اطلاعات^۳

۲- انتقال اطلاعات^۴

۳- به کارگیری و استفاده از اطلاعات^۵

جمع‌آوری اطلاعات توسط سیستم عامل و کنترلی حمل و نقل برای مثال وزارت راه و پلیس راهنمایی، انجام می‌گیرد. اطلاعات جمع‌آوری شده به یک مرکز پردازش اطلاعات ترافیک مانند سازمان کنترل ابران آغاز می‌شود. در این مرحله آنها قدرت تصمیم‌گیری خواهند داشت تا ادامه مسیر، طریقه‌سفر مناسب، سرعت مطمئنه و سایر موارد را انتخاب کنند و به سفر خود ادامه دهند. در واقع سیستم اطلاعات و ارتباطات خودرو، در فرآیند تفکیک و تخصیص کاربران جاده تاثیرگذار است و بر روی انتخاب مد سفر و مسیرهای حرکتی مسافران عمل می‌کند. شکل (۱) نمونه‌هایی از شیوه‌های مدرن انتقال اطلاعات به کاربران از طرق متن و نقشه در ترافیک منتقل شده و پردازش نهایی اطلاعات در این سازمان بر روی داده‌های خام صورت می‌گیرد. در این قسمت سایر اطلاعات مرتبط به شبکه مانند اطلاعات مربوط به عرضه تسهیلات حمل و نقل، اطلاعات آب و هوا، اطلاعات شرایط خاص اجتماعی، فرهنگی و نظایر آنها در مرکز کنترل ترافیک گردآوری و تجزیه و تحلیل می‌گردد و در نهایت اطلاعات پردازش یافته آماده انتقال به کاربران جاده می‌گردد. در مرحله بعد اطلاعات پردازش یافته و مهیا شده برای کاربران مختلف شبکه حمل و نقل باید در دسترس آنان قرار گیرد. این مرحله نیازمند آماده‌سازی و فراهم‌آوردن اطلاعات به شکلی است که قابلیت استفاده توسط کاربران مختلف راه را داشته باشد. برای این منظور از شیوه‌های مختلفی مانند رادیو بزرگراه، برجهای تصویری، رادیو موج کوتاه، ارسال پیامک به تلفن همراه و ... استفاده می‌گردد. پس از پردازش و انتقال اطلاعات، مرحله انتخاب و عمل ک داخل بزرگراه است که با استفاده از تابلوی پیام متغیر^۶ صورت گرفته است.



شکل ۱- انتقال اطلاعات به رانندگان در محیط جاده با استفاده از تابلوی پیام متغیر

۱ - VICS (Vehicle Information & Communication System)

۲ - Online

۳ - Gather Information / Process and Edit Information

۴ - Provide Information

۵ - Use Information

۶ - VMS (Variable Message Sign)

شکل (۲) نمونه‌ای از ارسال اطلاعات به گیرنده‌های داخل خودرو است که می‌تواند به صورت گیرنده‌های متنی، صوتی و یا تصویری عمل کند و استفاده از آن مستلزم وجود امکانات در خودروهای تولیدی است. شکل ساده این سیستم، استفاده از رادیوی بزرگراه است که در حال حاضر تاحدودی توسط شبکه پیام در داخل کشور صورت گرفته است.



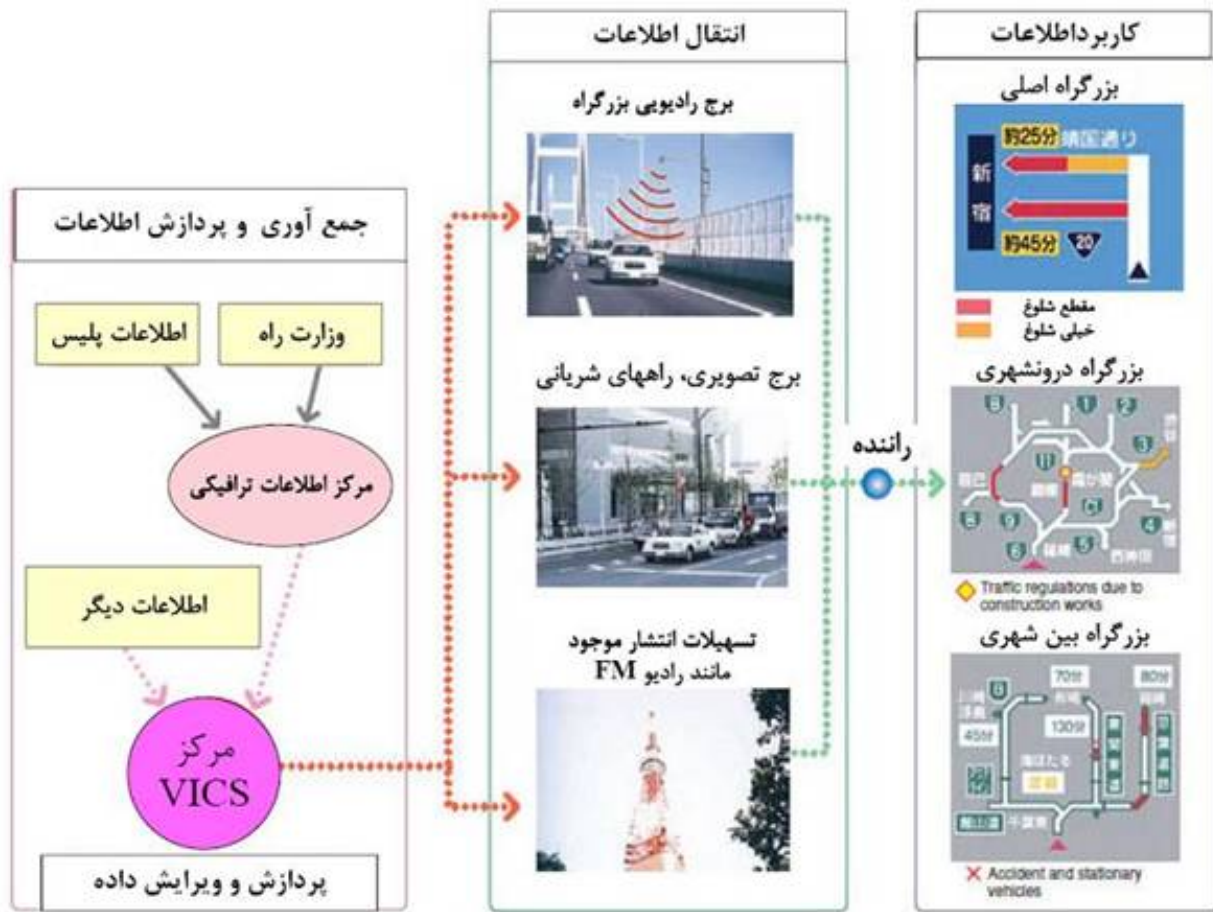
شکل ۲- استفاده از گیرنده‌های درون خودرو برای دریافت اطلاعات

در شکل (۳) مراحل اصلی در فرآیند سیستم اطلاعات و ارتباطات خودرو نمایش داده شده است. بدیهی است، استفاده موثر و کارآ از این سیستم، علاوه بر افزایش رضایتمندی کاربران سبب کاهش تاخیر / تراکم معابر و افزایش ظرفیت آنها خواهد گردید.

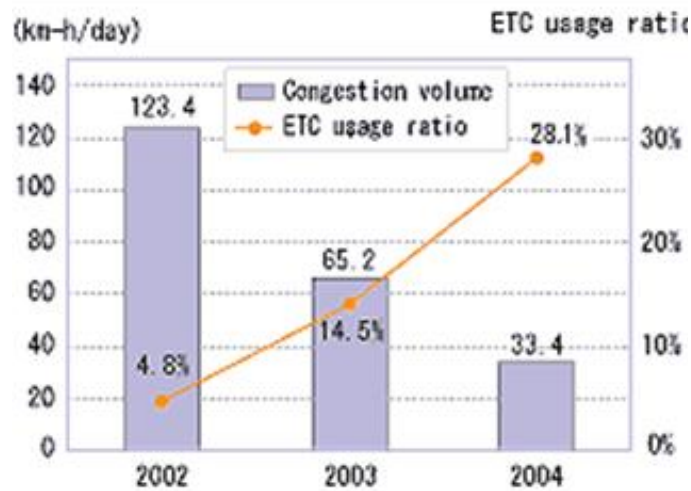
سیستم جمع‌آوری الکترونیکی عوارض^۱

یکی دیگر از ابزارهای پیشرفته‌ای که نقش فراوانی در کاهش زمان سفر بزرگراهها دارد استفاده از سیستمهای الکترونیکی و خودکار جمع‌آوری عوارض است که سبب افزایش سرعت متوسط سفر ، کاهش تاخیر و کاهش آلودگیهای زیست محیطی می‌گردد. مطالعه‌ای در کشو ژاپن نشان داده است که استفاده از سیستمهای پرداخت الکترونیکی عوارض سبب کاهش ۷۰٪ تراکم در محل اخذ عوارض گردیده است که رقم قابل توجهی است. لذا این سیستم با اقبال مناسبی در کشور ژاپن روبرو شده است به گونه‌ایکه در سال ۲۰۰۷ کاربران آن به روزی بیش از دو میلیون نفر (سی درصد) رسیده است. در شکل (۴) تاثیر استفاده از سیستم جمع‌آوری الکترونیکی عوارض در جذب کاربران و کاهش میزان تاخیر و تراکم دیده می‌شود سیستم با استفاده از یک گیرنده در مسیر عوارضی نصب می‌گردد و کارت الکترونیکی که به همراه راننده است عمل می‌کند. در شکل (۵) عملکرد شمانیک سیستم آورده شده است.

^۱ -ETC (Electronic Toll Collection)



شکل ۳- سه مرحله اصلی فرآیند سیستم اطلاعات و ارتباطات خودرو



شکل ۴- تاثیر استفاده از سیستم جمع آوری الکترونیکی عوارض بر تاخیر و تراکم محل عوارضی [۲]



شکل ۵- نمایش شماتیک عملکرد ETC

سیستمهای اتوماتیک بزرگراهها^۱

چهار عامل اصلی وقوع تصادفات عبارتند از: انسان، خودرو، راه و عوامل محیطی [۳]. انسان بیشترین نقش در بروز یک تصادف را بعهده دارد که این امر به صورت مستقیم و غیرمستقیم رخ می‌دهد. سیستمهای اتوماتیک بزرگراهها سعی دارد با کاهش نقش انسان در رانندگی از میزان خطای ناشی از عامل انسانی بکاهد. در عمل با مکانیزه کردن رانندگی و کاهش نقش انسان در آن سبب افزایش ایمنی رانندگی گردد. مهم‌ترین موارد استفاده سیستم اتوماتیک بزرگراهها عبارتند از: در قوسها، در تقاطعها و در موارد خاص.

لازمه استفاده موثر و کارآ از سیستم اتوماتیک بزرگراهها، تجهیز یک سیستم جامع و کامل اطلاعات و ارتباطات خودروهاست. عملکرد کلی سیستم اتوماتیک بزرگراهها بدین صورتست که اطلاعات از طرق مختلف و گیرنده‌های گوناگون جمع‌آوری می‌گردد و در اختیار رانندگان قرار می‌گیرد. در شکل (۶) نمونه‌ای از استفاده از این سیستم در قوسها، تقاطع و شرایط خاص دیده می‌شود که در این موارد، اطلاعات توسط مرکز کنترل در اختیار کاربران راه قرار می‌گیرد تا علاوه بر افزایش ایمنی معبر، ظرفیت عملکردی آن هم ارتقا یابد. روند کار به این صورت است که در هر یک از موارد ارائه شده در شکل فوق، اطلاعات جمع‌آوری شده از معبر در اختیار سایر کاربران مسیر قرار می‌گیرد تا از حوادث و پیشامدهای احتمالی جلوگیری گردد. در شکل اول، پس از قوس افقی جاده، اتفاقی برای یکی از خودروها افتاده است که آن خودرو مجبور به توقف شده است. با توجه به دید کم و سرعت بالای خودروهای خط سرعت قبل از قوس، زمان دید و عکس‌العمل کافی برای آنها تامین نشده است و رانندگان بدون پیش‌آگاهی و کاهش سرعت موفق به توقف کامل و ایمن خودروی خود نخواهند شد. لذا توقف خودرو بلافاصله بعد از قوس، بوسیله حسگرهای الکتریکی واقع در کنار معبر به مرکز کنترل ترافیک شهری اطلاع داده می‌شود. پس از پردازش سریع اطلاعات در مرکز کنترل ترافیک، توقف ناخواسته خودرو و محل دقیق آن از طریق گیرنده‌های خودرو (سیستم اطلاعات و ارتباطات خودرو) در اختیار رانندگان در مسیر قرار می‌گیرد و رانندگان با آگاهی از احتمال وجود خطر، اقدام به کاهش سرعت و احتمالاً تغییر خط و یا توقف کامل خواهند نمود.

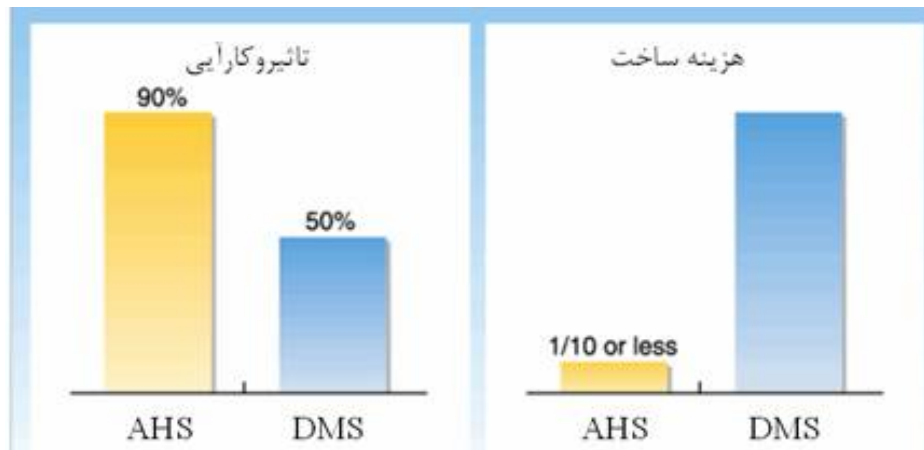
در شکل دوم، نزدیک شدن به تقاطع با حجم بالای تردد عابرین پیاده خردسال به اطلاع رانندگان می‌رسد. در زمان تعطیلی مدارس، حسگرهای نصب شده در تقاطعاتی که از قبل به عنوان نقاط حادثه‌خیز تردد عابرین پیاده شناسایی شده‌اند، حضور عابرین پیاده در عرض تقاطع را به اطلاع مرکز کنترل ترافیک و از آن طریق به اطلاع رانندگان در مسیر حرکت می‌رساند تا از ترمزها و توقفهای ناگهانی و احتمال تصادف خودروها با عابرین پیاده و یا سایر خودروها کاسته شود. از این شیوه می‌توان برای نقاطی که احتمال تردد عابرین ناتوان (نابینایان و ناشنوایان) هم استفاده کرد.

در شکل سوم نمونه‌ای از نحوه افزایش ایمنی در زمان وقوع شرایط و حوادث خاص ارائه شده است که طی آن وقوع شرایط یخبندان و لغزندگی جاده که توسط سنسورهای سطح روسازی یا یکی از خودروهای واقع در مسیر گزارش شده است از طریق مرکز کنترل ترافیک به اطلاع خودروهای واقع در معبر خواهد رسید.

همانگونه که ملاحظه می‌شود با پیش‌بینی و اطلاع‌رسانی به موقع هر یک از شرایط احتمالی، منجر به حادثه در بزرگراهها و مکانیزه کردن روند پیش‌آگاهی رانندگان می‌توان سطح ایمنی بزرگراهها را افزایش داد. در ادامه میزان افزایش ایمنی رانندگی و کاهش تصادفات در بزرگراهها به صورت کمی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

^۱ -AHS (Automated Highway System)

یکی از پیشگامان اصلی استفاده از این سیستم هم کشور ژاپن بوده است که گزارش داده است استفاده از این سیستم تاثیر فوق العادی ای داشته است. در شکل (۷) مقایسه این سیستم با سیستم پیام متغیر^۱ دیده می شود که این اطلاعات از راههای کشور ژاپن برداشت شده است. مطابق این نمودار، کارایی این سیستم علیرغم هزینه کمتر آن، بسیار موثرتر از سیستم پیام متغیر است.



شکل ۷- مقایسه عملکردی AHS با DMS [۴]

از طرفی استفاده از AHS سبب کاهش چشمگیر نرخ تصادفات و افزایش ایمنی رانندگی خواهد گردید. در نمودار شکل (۸) اثرات به کارگیری AHS و مطالعات قبل و بعد از استفاده از آن در بزرگراه ملی بیست و پنج ژاپن دیده می شود که مطابق آن با اعمال مناسب کاهش سرعت خودروها ۴۵٪ از میزان تصادفات کاسته شده است.



شکل ۸- نقش AHS در تعداد تصادفات بزرگراه بیست و پنج ژاپن

^۱ - DMS (Dynamic Message Sign)

نتیجه‌گیری

همانگونه که در این مقاله به آن پرداخته شد با توجه به رشد قابل توجه حمل و نقل و سفرهای شهری و برون‌شهری، توجه ویژه به تکنولوژی هوشمند حمل و نقل و استفاده و به کارگیری موثر آن، اهمیت به سزایی در بهبود شبکه حمل و نقل و افزایش ایمنی معابر خواهد داشت. در این مقاله تعدادی از کاربردهای عملی تکنولوژی هوشمند حمل و نقل و اثرات آن مرور شد. آنچه در نهایت مدنظر تکنولوژی هوشمند حمل و نقل است، فراهم آوردن محیط رانندگی امن، سریع و ارزان با کمترین دخالت مستقیم انسان است. این حالت ایده‌آل شبکه حمل و نقل، مطلوب هر جامعه‌ایست و کشورهای توسعه یافته دنیا با استفاده از راه‌حلهای اینچنینی تراکم و ترافیک شبکه معابر شهرهای بزرگ دنیا را بهبود بخشیده‌اند. بدیهی است تنها راه بازگشایی مشکل و گره ترافیکی کلانشهرهای کشور، از جمله تهران استفاده موثر، کارآ و به روز از تکنولوژیهای هوشمند حمل و نقل است.

مراجع

1- Robert P. Maccubbin et al, Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, and Lessons Learned: 2005 Update, May 2005, FHWA-OP-05-002, Federal Highway Administration United States Department of Transportation Washington, D. C .

۲- سایت وزارت راه کشور ژاپن: www.milt.go.jp

۳- مهندسی ترافیک، جلیل شاهی، مرکز نشر دانشگاهی تهران، چاپ هشتم، ۱۳۸۵

۴- سایت بزرگراههای اتوماتیک کشور ژاپن و <http://www.ahsra.or.jp>