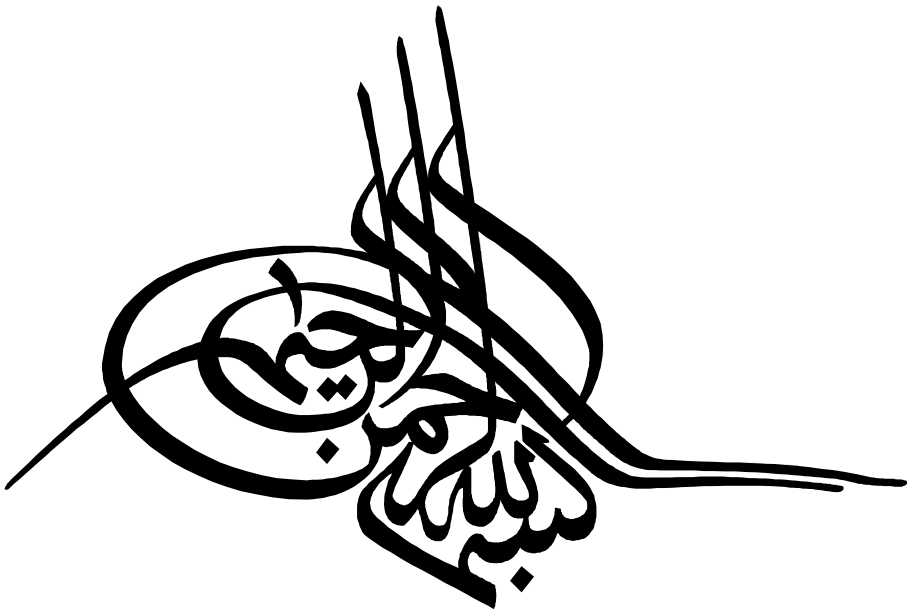

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت راه و ترابری

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

راهنمای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

ویراست دوم

این مجموعه ترجمه‌ای است از گزارشی تحت عنوان:

PIARC-ITS Handbook- 2 nd Edition

توجه: هدف از تهیه این‌گونه مجموعه‌ها، طرح موضوعات تخصصی در قالب انتقال فناوری از طریق نشر منابع تخصصی معتبر می‌باشد. لذا به کلیه بهره‌برداران توصیه می‌گردد جهت کاربرد اعداد و استانداردهای مورد اشاره به اصل منابع مراجعه نمایند. بدیهی است ناشر هیچ گونه مسؤولیتی در خصوص پیامدهای سوء ناشی از عدم توجه به توصیه فوق را متقبل نخواهد شد.

سرشناسه : انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه.
عنوان و پدیدآور : راهنمای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند/ تهیه و تالیف کمیته فنی بهره‌برداری از شبکه‌ها، دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)، برای وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، دفتر مطالعات فناوری و ایمنی گروه مطالعات تطبیقی ، مترجم علی اقبالیان، یاسر رشیدی؛ ویراسته کان چن، جان. سی. مایلز .
مشخصات نشر : تهران: وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، پژوهشکده حمل‌ونقل، ۱۳۸۶.
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۶۲۹۹-۲۴-۶ ISBN: - - 2 -2 -
یادداشت : این کتاب ترجمه‌ای است تحت عنوان: PIARC-ITS Handbook- 2 nd Edition
موضوع : سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل.
موضوع : حمل‌ونقل-- برنامه‌ریزی.
شناسه افزوده : اقبالیان، علی، مترجم.
شناسه افزوده : رشیدی، یاسر، مترجم.
شناسه افزوده : چن، کان، ۱۹۲۸- Chen Kan
شناسه افزوده : مایلز، جان کالینگ، وود، ۱۹۴۵- Miles John Collingwood
شناسه افزوده : ایران. وزارت راه و ترابری. پژوهشکده حمل‌ونقل.
شناسه افزوده : ایران. وزارت راه و ترابری. دفتر مطالعات فناوری و ایمنی. گروه مطالعات تطبیقی.
رده‌بندی کنگره : ۱۳۸۶ ۲ر۸الف/۳/۲۲۸ TE
رده‌بندی دیوی : ۳۸۸/۳۱۲ شماره کتابخانه ملی : ۱۱۷۲۵۰۶

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی- گروه مطالعات تطبیقی

عنوان گزارش : **راهنمای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند- ویراست دوم**
تهیه و تألیف : **دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)**
مترجم : **علی اقبالیان- یاسر رشیدی**
ویرایش فنی : **ناصر رضایی‌مهر- محسن رحیمی**
ناشر : **پژوهشکده حمل‌ونقل**
طرح جلد : **لیلا سلوکی**
نوبت چاپ : **اول**
تاریخ انتشار : **زمستان ۱۳۸۶**
کد انتشار : **۸۶/BRCM/۲۶۱**
شابک : **۹۷۸-۹۶۴-۲۹۹۳-۲۴-۶**
تیراژ : **۱۰۰۰ نسخه**
قیمت : **۶۰۰۰ تومان**
لیتوگرافی : **باران**
چاپ و صحافی : **شامران**
نشانی : **میدان آرژانتین- ابتدای بزرگراه آفریقا- اراضی عباس‌آباد- ساختمان شهید دادمان- وزارت راه و ترابری- طبقه سیزدهم شمالی- واحد اطلاع‌رسانی و نشر پژوهش‌ها**
تلفکس: ۸۲۲۴۴۱۶۴ web:www.rahiran.ir
وب سایت فروش نشریات http://shop.rahiran.ir

*** کلیه حقوق متعلق به وزارت راه و ترابری می‌باشد***

این گزارش با حمایت مالی پژوهشکده حمل‌ونقل منتشر می‌گردد

بسمه تعالی

وزارت راه و ترابری به عنوان متولی اصلی صنعت حمل‌ونقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینهٔ طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزاء سیستم حمل‌ونقل می‌باشد. از این‌رو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز بطور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گرفته تا نیازهای مطالعاتی و تحقیقاتی آنها مرتفع گردد. معاونت آموزش،تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری درصدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخشهای مختلف وزارت متبوع و انجام تحقیقات علمی ـ کاربردی در زمینهٔ مسائل فنی حمل‌ونقل و همچنین استفاده از آخرین دستاوردها و انجام مبادلات علمی با مجامع و سازمانهای علمی و تخصصی ذیربط، به رفع این نیازها بپردازد. در همین راستا این معاونت برآن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارش‌های تخصصی، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخشهای مختلف وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد.

ITS – سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل - اصطلاحی کلی برای کاربرد ترکیبی فناوری‌های ارتباطات، کنترل و پردازش اطلاعات برای سیستم حمل‌ونقل است. استفاده از آن باعث نجات جان انسان‌ها، صرفه‌جویی در زمان، پول، انرژی و منافع زیست‌محیطی می‌گردد. ITS تمام شیوه‌های حمل‌ونقلی را در برمی‌گیرد و تمامی عناصر سیستم حمل‌ونقل مانند: وسیله نقلیه، زیرساخت و راننده یا کاربر را مورد بررسی قرار می‌دهد. وظیفه کلی ITS بهبود تصمیم‌گیری (اغلب به صورت به‌هنگام) برای کنترل‌کننده‌های شبکه حمل‌ونقل و دیگر کاربران و در نتیجه بهبود کاربرد کلی سیستم حمل‌ونقل است.

سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل، هنوز موضوع جوانی است که میزان پذیرش و قابلیت اجرای آن در کشورها و مکان‌های مختلف، متفاوت است. بنابراین متخصصین حمل‌ونقل نیاز به شناخت دقیق قابلیت‌ها و چگونگی استفاده بهینه از آن دارند. در این کتاب به معرفی سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل که اغلب با حروف اختصاری «ITS» نشان داده می‌شود، می‌پردازیم. همچنین انواع و دامنه وسیع ابزارهای ITS و خدماتی که در دسترس متخصصین حمل‌ونقل قرار می‌دهد، همراه با نحوه به‌کارگیری آنها شرح داده می‌شود. در ادامه نیز مثال‌های عملی از تجربیات و اجرای موفق آنها در کشورهای مختلف ارائه خواهد شد.

امید است که با تلاشهای صورت گرفته در دفترمطالعات فناوری و ایمنی و همکاری افرادی که در تهیهٔ این گزارش ما را یاری رساندند، گامی مؤثر در جهت ایجاد تحول، نوآوری و ارتقاء عملکردها برداشته شود. **در پایان از پژوهشکده حمل‌ونقل، به جهت حمایت از انتشار این مجموعه تشکر و قدردانی می‌گردد.**

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

مقدمه مترجمین

بکارگیری روش‌ها و ابزارهای جدید مبتنی بر فناوری‌های به‌روز و پیشرفته در صنعت حمل‌ونقل دنیا روز به روز در حال افزایش است. این روند در کشور ما نیز کمابیش آغاز شده است و استفاده از سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل (ITS) در کشور هر چند به‌صورت ابزارهای مجزا و نه یکپارچه و در قالب طرح‌هایی جامع‌نگر، در حال افزایش است. با توجه به این موضوع، در دست بودن اطلاعات و ابزارهای لازم در زمینه طراحی این سیستم‌ها و همچنین آشنایی با تجربیات سایر کشورها جهت بکارگیری صحیح و بهینه ابزارهای ITS دارای اهمیت قابل توجهی است.

در این راستا ترجمه کتاب ITS Handbook 2004 که توسط انجمن جهانی راه (PIARC) تهیه و منتشر شده است، توسط معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در دستور کار قرار گرفت. این کتاب که در واقع معتبرترین کتاب منتشر شده در زمینه ITS می‌باشد، از جنبه‌های مختلف به مباحث سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل پرداخته است و موضوعاتی چون معرفی سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل، نحوه عملکرد آنها، معماری و استانداردهای ITS، مزایای ITS، چگونگی برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری در ITS، نحوه راه‌اندازی ITS، کشورهای درحال توسعه و ITS، سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در درازمدت و... مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. بنابراین، کتاب حاضر برای کلیه دست‌اندرکاران در زمینه ITS نظیر مدیران و برنامه‌ریزان، سرمایه‌گذاران، کارشناسان و تا حدی مجریان سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل، مفید و قابل استفاده است. در تالیف و تدوین این کتاب ده‌ها متخصص ITS از کشورهای مختلف جهان و از کلیه قاره‌ها مشارکت داشته‌اند و تجربیات کشورهای مناطق مختلف دنیا نیز در بخش ضمیمه در قالب معرفی پروژه‌های عمده کشورهای شاخص هر منطقه و بررسی منافع و مزایا و همچنین چالش‌های فنی و غیر فنی پیاده‌سازی و اجرای هر پروژه ارائه گردیده است.

در ترجمه این کتاب سعی شده حتی‌الامکان مفاهیم مدنظر نویسندگان به بهترین نحو بیان شده و متنی روان و قابل فهم پیش روی خواننده قرار گیرد. در عین حال گروه ترجمه از کلیه اصلاحات فنی، مفهومی و یا ویرایشی توسط کارشناسان و خبرگان فن استقبال می‌نماید.

در پایان لازم است از کلیه عزیزانی که در ترجمه این کتاب ما را یاری نمودند به‌ویژه آقای مهندس محسن رحیمی و همچنین آقای مهندس میعاد صابری تقدیر و تشکر نماییم.

علی اقبالیان- یاسر رشیدی

انجمن جهانی راه (PIARC)

انجمن جهانی راه (PIARC ـ یعنی انجمن دائمی و بین‌المللی کنگره‌های راه) یک مؤسسه غیر انتفاعی است که در سال ۱۹۰۹ برای ارتقاء همکاری بین‌المللی در مقوله‌های مرتبط با راهها و حمل‌ونقل جاده‌ای تأسیس گردید. با فعالیت‌های انجام شده، PIARC سهم به‌سزایی در دستیابی بر اهداف بزرگتر در زمینه راه و در نتیجه ارتقاء رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی داشته است. PIARC پیشرو در تبادل دانش و اطلاعات و تدابیر در زمینه راه و حمل‌ونقل جاده‌ای و انجام فعالیت‌هایی در زمینه حمل‌ونقل یکپارچه و پایدار در دنیا است.

تا اکتبر سال ۲۰۰۴، PIARC دارای ۱۰۸ عضو ملی دولتی از تمام دنیا بوده است. دوسوم از این اعضا، کشورهای در حال توسعه و کشورهای در حال گذار می‌باشند. بیش از ۲۰۰۰ عضو دیگر نیز وجود دارد که نیمی از این تعداد شخصی می‌باشند. کمیته‌های ملی PIARC در ۳۰ کشور عضو در انتشار محصولات PIARC و سازماندهی فعالیت‌های محلی مانند جلسات، کنفرانس‌ها و سمینارها در کشورهای خود شرکت دارند.

PIARC با انجام موارد زیر خدماتی را برای تمامی اعضای خود فراهم می‌سازد:

- مرجعی بین‌المللی و پیشرو برای تجزیه و تحلیل و مذاکره در مورد طیف کامل مقوله‌های حمل‌ونقل مرتبط با راه و حمل‌ونقل جاده‌ای.
- تشخیص، توسعه و انتشار بهترین تجربیات و ارائه دستیابی بهتر به اطلاعات بین‌المللی.
- شناخت کامل نیازهای کشورهای در حال توسعه و کشورهای در حال گذار.
- پیشرفت و ارتقای ابزارهای مؤثر برای تصمیم‌گیری در موارد مرتبط با راه و حمل‌ونقل جاده‌ای.

امور فنی PIARC از طریق یک طرح استراتژیک برای فاصله بین دو کنگره، یعنی هر چهار سال یکبار مشخص می‌شود. برای دوره ۲۰۰۷-۲۰۰۴، این کار توسط ۱۸ کمیته فنی با در بر گرفتن طیف وسیعی از مقوله‌های راه و حمل‌ونقل جاده‌ای انجام می‌گیرد. کمیته فنی مدیریت بهره‌برداری از شبکه متصدی راهنمای سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل (ITS) است که اکنون دومین شماره آن چاپ شده است. شماره نخست در سال ۱۹۹۹ منتشر شد که به عنوان مرجعی ضروری برای بسیاری از متخصصین است که در زمینه ITS کار می‌کنند. چاپ دوم آن حاوی اصلاحات گسترده و موارد جدیدی است که برای خوانندگان حرفه‌ای بسیار باارزش است. این نسخ به زبان‌های انگلیسی و فرانسه به صورت چاپی و یا فایل الکترونیکی در دسترس است.

اطلاعات مفصل در مورد انجمن جهانی راه، فعالیت‌ها و تولیدات آن را می‌توان روی وب سایت www.piarc.org مشاهده نمود.

کمیته مرور مقالات

اعضاء کمیته فنی انجمن جهانی راه در مدیریت بهره‌برداری از شبکه به عنوان گروه تهیه‌کننده مقالات در طی آماده‌سازی چاپ دوم راهنمای ITS انجام وظیفه کرده‌اند.

خانم ساندرا سولتانا

(متصدی کمیته فنی بهره‌برداری از شبکه PIARC در سال ۲۰۰۳-۲۰۰۲)

مدیر، دفتر همکاری‌های خصوصی عمومی، وزارت حمل‌ونقل کبک ـ کانادا

دکتر جان میلز

(متصدی کمیته فنی بهره‌برداری از شبکه در سال ۲۰۰۷-۲۰۰۴ و ریاست سردبیری برای چاپ دوم)

دکتر کان چن

همکار سردبیر برای چاپ دوم

آقای مارشیال شورول

(مشاور چاپ به زبان فرانسه)

مدیر علمی و فنی مرکز ITS، مدیر، مشاورین ISIS، فرانسه

با همکاری:

آقای مایکل ری

رئیس امور علمی و نوآوری، گروه EGIS، فرانسه.

آقای هیرو یاماگاتا

اداره مشاوره سامانه‌های اجتماعی، انستیتوی تحقیقاتی نومورا، ژاپن

آقای اریک کنیس

مدیر پروژه ITS، هیأت مدیره راهها، دولت فلاندرز، بلژیک

دکتر دارین دومیترسکو

مدیرکل سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند، رومانی

آقای مارتین راول

معاون روابط صنعتی اروپا، NAVTEQ GmbH آلمان

ویرایشگران

دکتر جان سی. مایلز

دکتر جان مایلز دارای تجارب وسیع و منحصر به فردی در امر سیاست‌گذاری راهها و ترافیک همراه با زمینه حرفه‌ای در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و تحقیق است. وی بیش از ۳۰ سال در بخش دولتی به عنوان عضو ارشد با اداره حمل‌ونقل و محیط بریتانیا، و یک دوره به عنوان مأمور در کمیسیون اروپایی انجام وظیفه کرده است. پس از ترک بخش دولتی، وی به کار کردن با بخش دولتی به عنوان مشاور مدیریت ادامه داده و به کار گرفتن سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل (ITS) را در حمل‌ونقل جاده‌ای توصیه کرده است.

دکتر مایلز از سال ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۹ در کمیته حمل‌ونقل هوشمند انجمن جهانی راه (PIARC) به کار مشغول بوده و با کان چن در چاپ نخست جزوه PIARC ITS که در سال ۱۹۹۹ انتشار یافته همکاری داشته است. وی به عنوان مشاور در کمیته‌های جانشین، یعنی کمیته فنی PIARC در مورد مدیریت بهره‌برداری از شبکه به کار ادامه داد و اکنون به عنوان متصدی آن کمیته برای سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۴ منصوب گردیده است.

دکتر کان چن

کان چن استاد افتخاری مهندسی الکتریکی و علوم کامپیوتر در دانشگاه میشیگان، جایی که وی در سال ۱۹۸۸ تحقیق و برنامه آموزشی ITS را پایه‌گذاری کرد، می‌باشد. وی در سال ۱۹۹۰ به عنوان مشاور در امور ITS و متصدی گروه مرور فنی برای برنامه ساخت ITS در آمریکا و مشاور سردبیر راهنمای ITS برای PIARC فعالیت خود را آغاز نمود.

پروفسور چن عضو US Mobility 2000، ائتلاف بخش خصوصی/ دولتی بود که منجر به قانون‌گذاری کنگره آمریکا در ITS و تأسیس ITS آمریکا در اوایل دهه ۱۹۹۰ گردید. دکتر چن فعالیت‌های مشورتی خود را در ITS در سال‌های اخیر از طریق PBSJ و Locomotive Corporation ادامه داده است.

مقدمه‌ای بر چاپ دوم راهنمای PIARC ITS

سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل، یا ITS، طی پانزده سال اخیر به صورت مجموعه‌هایی فنی، اما روش‌هایی سازگار با مردم برای ارائه سامانه‌های بهتر حمل‌ونقل جاده‌ای پدیدار گشته‌اند. ITS دامنه وسیعی از فناوری‌های اطلاعاتی (IT)، اطلاعات ماهواره‌ای و ارتباطی، فناوری‌های کنترلی و دیجیتالی را در بر می‌گیرد. در مجموع اینها امکانات جدیدی را برای برطرف کردن مشکلات سخت ترافیک، تصادفات، لجستیک غیر بهینه، و صدمات محیطی ناشی از حمل‌ونقل روزمینی ارائه می‌دهند.

با شناخت این پیشرفت‌های جدید در ITS، و استفاده از تجارب عملی اخیر در کشورهای متعدد در دنیا، انجمن جهانی راه (PIARC) نسخه اصلاح شده راهنمای سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل را تهیه کرد. این راهنما، متخصصین در امر حمل‌ونقل و افراد دیگری را که علاقه به اجرای ITS در شهرها، راههای برون‌شهری، کریدورهای طولانی و راههای روستایی خود دارند، هدایت می‌کند.

طی سالهای اخیر، یعنی از زمان انتشار اولین چاپ این راهنما در سال ۱۹۹۹، در مورد بکارگیری ITS اطلاعات بسیاری را کسب کرده‌ایم که باعث پیشرفت در آزمایش‌ها و مطالعات قابل اجرا جهت بکارگیری کامل آن در مقیاس وسیع‌تر گشته است. این راهنمای جامع حاوی آموخته‌های جدید ما در مورد بکارگیری بهینه ITS است. همچنین در مورد طراحی و ارزیابی ITS آگاه‌تر شده‌ایم و بخش جدیدی در مورد طراحی برای زمان میان‌مدت تا درازمدت، با ایده‌هایی جهت نوآوری در کاربرد ITS مانند ایده آمریکایی Automated highway یا ایده سوئدی Zero approach برای تصادفات جاده‌ای را در آن گنجانده‌ایم.

تجارب نشان می‌دهند که زمینه بکارگیری سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند دارای برخی چالش‌های مختص خود است. این راهنما بسیاری از این چالش ها را شناسایی کرده و راهکارهایی را برای رسیدگی به آنها و حل مشکلات پیشنهاد می‌کند. کمیته فنی PIARC که تهیه راهنما را بر عهده داشته است، این موارد را به صورت سؤالات فنی مختلفی که برای اکثر مدیران حمل‌ونقل مطرح خواهد شد درآورده است. احتمالاً سؤالات به ترتیب ذیل خواهند بود:

۱- سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل چیست؟

۲- سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل چگونه کار می‌کنند؟

۳- معماری ITS و استانداردهای آن چگونه است؟

۴- مزایای استفاده از ITS چیست؟

۵- چگونه آن را طراحی و تأمین بودجه نمایم؟

۶- چگونه ITS را به کار اندازیم؟

۷- در مورد کشورهای در حال گذار و در حال توسعه چه کار باید کرد؟

۸- کاربرد ITS در درازمدت چگونه خواهد بود؟

این سؤالات عناوین هشت فصل کتاب راهنما را تشکیل می‌دهند. به علت فراوانی و وسعت موارد جمع‌آوری شده، امکان ضمیمه کردن تمامی این موضوعات در متن اصلی وجود نداشت، بنابراین ضمائم چندی برای ارائه جزئیات بیشتر در مورد برخی از مباحث در آن گنجانده شده است. هر فصل با ارائه یک مطلب واحد در نظر گرفته شده است تا خوانندگانی که فقط به موارد معینی در مورد ITS علاقه‌مند می‌باشند بتوانند به فصل مربوطه رجوع کنند.

- فصل اول، مروری بر سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل است. این فصل ITS را تعریف کرده و تنوع و دامنه وسیع ابزارهای ITS و خدمات آن را برای متخصصین در امر حمل‌ونقل و همچنین روش‌هایی را که به وسیله آن می‌توان از آنها استفاده کرد را توضیح می‌دهد ـ امروزه این وسایل را به سرعت و به صورت آماده تجاری می‌توان بهینه کرد.
- فصل دوم، اطلاعات و فناوری‌های کنترلی را که هسته اصلی عملکرد ITS است را نه فقط به‌طور انفرادی بلکه نحوه تعامل آنها با استفاده‌کنندگان (رانندگان، کارگزاران و اپراتورهای بخش تجاری و مشتریان حمل‌ونقل عمومی) و چگونگی ارائه آنها در یک سیستم کلی را توضیح می‌دهد.
- فصل سوم، مفاهیم مهم ساخت سیستم و استانداردهای آن از قبیل اینکه چرا به آنها نیاز داریم و اینکه چگونه توسعه یافته و در سراسر دنیا به کار گرفته شده‌اند را شرح می‌دهد.
- فصل چهارم اینکه ITS برای استفاده‌کنندگان چه کار می‌تواند انجام بدهد را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. این ارزیابی در مورد کارکرد فنی سامانه‌ها نیست و بلکه در مورد تأثیر آن است: سرمایه‌گذاری در ITS چه موضوعاتی را دستخوش تغییر خواهد کرد؟ این فصل به‌طور خلاصه به روش‌های مختلف برای ارزیابی پرداخته و در مورد مزایایی که از اجرای پروژه‌های ITS در سراسر دنیا گزارش شده به بحث می‌پردازد. این گزارش‌ها تماماً حاکی از اثرات و منافع کاربرد ITS و زمینه‌های ایمنی، بهره‌وری، کارآیی، پیشرفت‌های زیست‌محیطی، سهولت در حرکت و واکنش‌های جامعه و کاربران می‌باشد.

- فصل پنجم متخصصین حمل‌ونقل را برای کسب حمایت جهت سرمایه‌گذاری در سامانه‌های تکمیلی ITS راهنمایی می‌کند. این فصل بر روش‌های مختلف جهت غلبه بر موانع سازمانی در بکارگیری ITS اشاره می‌کند. این فصل به طراحی و بکارگیری چارچوب‌ها و چگونگی تشخیص اولویت‌ها برای سرمایه‌گذاری در ITS می‌پردازد. همچنین وظایف ویژه بخش‌های خصوصی و دولتی، جنبه‌های کنترلی و قراردادی، تأمین بودجه و تهیه آن را مورد بحث قرار می‌دهد.
- فصل ششم به‌طور خلاصه به آگاه‌سازی متخصصین حمل‌ونقل در راه‌اندازی ITS در هر دو سطح برنامه و پروژه می‌پردازد. این اطلاعات چکیده‌ای از تجارب جمع‌آوری شده افرادی که در کار راه‌اندازی ITS در تمام زمینه‌های اصلی که هم‌اکنون در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند، است.
- فصل هفتم در مورد کاربرد ITS در کشورهای در حال توسعه و در حال گذار بحث می‌کند. وضعیت در سه منطقه متفاوت دنیا یعنی آسیا، اروپای مرکزی و شرقی، و آمریکای لاتین شرح داده شده و راهکارها و آگاهی‌های عملی برای تصمیم‌گیرندگان و متخصصین حمل‌ونقل در تمام کشورها ارائه شده است.
- نهایتاً، فصل هشتم نگاهی فراتر داشته و بر جهاتی که ITS می‌تواند در ۱۰ تا ۲۰ سال آینده حرکت کند، توجه می‌کند. این فصل راهنمایی در خصوص مزایای پیش‌بینی ارائه می‌کند که می‌تواند برای دوره‌های برنامه‌ریزی معمول ۵ تا ۱۰ ساله مفید باشد. همچنین مثال‌های متعددی در مورد پیش‌بینی‌ها ارائه شده است.

تنوع ITS بدان معناست که در این سیستم بسیاری از روش‌های مختلف حرفه‌ای و افرادی با زمینه‌های متفاوت در یک نقطه به هم می‌رسند. یکی از اهداف PIARC در حمایت از این کتاب راهنما قادر ساختن افراد به آموزش یکدیگر و به کار بردن این دانش و تجربه در برطرف نمودن نیازهای جامع حمل‌ونقلی است. بسیاری از اطلاعات، راهنمایی‌ها و درس‌های ذکر شده در راهنما بر مبنای پروژه‌های نمونه در زمینه ITS در سراسر دنیاست. اینها توسط مجموعه‌ای از شرایط کشورها که وضعیت فعالیت‌های ITS در ۳۳ کشور، شامل برخی کشورهای در حال توسعه و در حال گذار، را مستند نموده است، تکمیل می‌گردند.

راهنمای ITS مکمل کتاب راهنمای عملکرد شبکه جاده‌ای PIARC که در سال ۲۰۰۳ منتشر شده است، می‌باشد. با هزینه‌های بالا و محدودیت‌های ساخت زیرساخت معمول جاده‌ای، اهمیت عملکرد مؤثر شبکه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای در هفت روز هفته و ۲۴ ساعت شبانه‌روز پررنگ‌تر شده است. برای بسیاری از اولیاء امور، بهره‌برداری بهینه از سامانه‌های موجود مانند استفاده از فناوری‌های جدید مانند ITS، مبدل به کانون توجه جدیدی گشته است. در نظر داشتن افزایش جمعیت و نیاز فزاینده برای اجرای سیستم پیشرفته، اولیاء امور را برآن داشت تا نحوه طراحی و اجرای سامانه‌های حمل‌ونقل خود را تغییر داده و بر بهره‌برداری از شبکه جاده‌ای اهمیت بیشتری بدهند. استفاده از ITS، استراتژی‌های جدید برای بهره‌برداری از شبکه و یا بهبود استراتژی‌های موجود را امکان‌پذیر ساخت. همچنین ITS اطلاعات بیشتر و متنوع‌تری را فراهم می‌سازد و بدین ترتیب کاربران می‌توانند بر مبنای عوامل مختلف مانند شرایط ترافیک، قابلیت اطمینان خدمات، نگهداری جاده یا کارگاه‌های جاده‌ای که مستقیماً بر زمان سفر تأثیرگذار است و آگاهی از شرایط جوی که بر شبکه جاده‌ای و ایمنی آن مؤثر است، برای سفرهای خود تصمیم‌های آگاهانه اتخاذ نمایند.

آماده‌سازی این نسخه از راهنمای ITS با حمایت بی‌دریغ و کمک‌هایی از سازمان‌های زیر انجام گرفته است: اداره حمل‌ونقل ایالات متحده؛ آژانس راههای انگلستان؛ ITS استرالیا؛ اداره مدیریت راههای دانمارک؛ اداره ملی راههای سوئد؛ مؤسسه راههای ژاپن؛ ITS کانادا؛ دولت فدرال کانادا (حمل‌ونقل کانادا)؛ انجمن راههای بلژیک؛ دفتر فدرال راههای سوئیس؛ سازمان راههای اسکاتلند؛ ITS بریتانیا. این راهنما تلاشی مشترک با اعضای کمیته فنی بهره‌برداری از شبکه PIARC بوده است. این نسخه از کتاب راهنما مباحث چندگانه‌ای را از سر گذرانده است و بسیاری از اعضا اوقات شخصی خود را برای پیشبرد مطالب، نوشتن، مرور و ویرایش مصرف کرده‌اند. کمیته فنی علاقه‌مند به دریافت نقطه‌نظرات و پیشنهادها در مورد مطالب این کتاب و پوشش و ارائه ITS در آن است، تا در چاپ آینده این راهنما از این مطالب استفاده شود.

از آقای جان مایلز که بعد از من عهده‌دار تصدی کمیته فنی PIARC در مدیریت بهره‌برداری از شبکه خواهند بود تشکر مخصوص دارم و همچنین آقای کان چن، که از نخستین چاپ تاکنون به عنوان سردبیر فعالیت داشته‌اند نیز تشکر می‌کنم. آنها در این امر از کمک‌های آقای دیوید کرافورد، الیزابت گیلیارد، استیگ فرانزن و ژانت واکر بهره برده‌اند که از ایشان سپاسگزار می‌باشیم.

همچنین از بسیاری متخصصین ITS از سراسر دنیا که مشتاقانه در ارائه اطلاعات فنی در این کتاب شرکت داشته‌اند قدردانی می‌کنیم. ما برای تلاش هایی که در راه گسترش جزئیات پیشرفت و گزارش وضعیت کشورها صورت گرفت سپاسگزار می‌باشیم. از تمام افراد ذکر شده در فصل بعدی نیز سپاسگزاری می‌شود.

صمیمانه امیدواریم تا این کتاب برای متخصصین حمل‌ونقل، مدیران ارشد و تصمیم‌گیرندگان از قبیل سیاست‌گذارانی که در حال حاضر و یا در آینده با ITS ارتباط پیدا خواهند کرد مفید باشد.

ساندرا سولتانا

مسؤول کمیته فنی PIARC در مدیریت بهره‌برداری از شبکه (۲۰۰۳–۲۰۰۰)

مونترال، کانادا، اکتبر ۲۰۰۴

Members of the PIARC Committee on Management of Network Operations Front (front left) Alex van Niekirk (South Africa), Santiago Rico (Mexico), Bob Peters (Australia), Ralph Jones (Canada), Hiroo Yamagata (Japan), Sandra Sultana (Chair - Canada), Makoto Nakamura (Japan), Dorin Dumitrescu (Romania), Eric Kenis (Belgium), Jim Wright (USA), Tore Hoven (Norway), Toshiyuki Yokota (Japan), Martial Chevreuil (France). Rear (from left) Kan Chen (USA), Gerhard Petersen (Switzerland), Victor Avontuur (Netherlands), Jeff Lindley (USA), David Clowes (UK), John Gooday (UK), Ilpo Muurinen (Finland), Yvon Loyearts (Belgium), Catherine Soussan (France), John Miles (UK), Heinz Zackor (Germany).

اعضای کمیته مدیریت و عملیات شبکه پیارک

الکس ون نیکریک(آفریقای جنوبی)، سانتیاگو ریکو(مکزیک)، باب پترز(استرالیا)، رالف جونز(کانادا)، هیرو یاماگاتا(ژاپن)، ساندرا سولتانا(رئیس، کانادا)، ماکاو ناکاموتا(ژاپن)، دورین دومیترسکو(رومانی)، اریک کنیس(بلژیک)، جیم رایت(آمریکا)، تور هوون(نروژ)، توشیوکی یوکوتا(ژاپن)، مارسیال شورول(فرانسه)، کان چن(آمریکا)، گرهارد پترسون(سوئیس)، ویکتور آونتاور(هلند)، جف لیندلی(آمریکا)، دیوید کلوز(انگلستان)، جان گودی(انگلستان)، ایپو مورینن(فنلاند)، ییون لویارتز(بلژیک)، کاترین سوسان(فرانسه)، جان مایلز(انگلستان)، هینز زاکور(آلمان).

یادداشت‌ها و مراجع

۱- کمیته فنی بهره‌برداری از شبکه (C16)، برنامه کاری ۲۰۰۳-۲۰۰۰

۲- کتاب راهنمای ۲۰۰۳ PIARC، بهره‌برداری از شبکه جاده‌ای

راهنمای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند- ویراست دوم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل چیست؟ ۱
۱-۱- تعریف ITS ۱
۱-۲- دورنمایی از ITS ۲
۱-۲-۱- خاستگاه ۲
۱-۲-۲- انگیزش برای ITS ۲
۱-۲-۳- گسترش ITS ۴
۱-۳- حیطه‌های بهره‌برداری از ITS و موارد استفاده آن ۵
۱-۳-۱- بهبود ایمنی و امنیت ۶
۱-۳-۲- کمک در کاهش ازدحام ۶
۱-۳-۳- نظارت و محافظت زیست‌محیطی ۷
۱-۳-۴- کارآیی و بهره‌وری عملکردی ۹
۱-۳-۵- عوامل مربوط به راحتی ۹
۱-۴- مفاهیم اصلی ۱۰
۱-۴-۱- فناوری‌ها ۱۰
۱-۴-۲- نقش‌های اصلی ۱۲
۱-۴-۳- رویکرد سیستم ۱۴
۱-۴-۴- هماهنگی ۱۴
۱-۴-۵- معماری ITS ۱۴
۱-۴-۶- خدمات کاربر ۱۵
۱-۵- سامانه‌های پیشرفته مدیریت ترافیک ۱۷
۱-۵-۱- کنترل ترافیک شهری (UTC) ۱۸
۱-۵-۲- کریدور آزادراهی و مدیریت بزرگراه ۲۰
۱-۵-۳- مدیریت تقاضا ۲۱
۱-۵-۴- اعمال قانون ۲۱
۱-۶- سامانه‌های پیشرفته اطلاعات مسافر ۲۲

عنوان **صفحه**

۱-۶-۱- ATIS درون‌خودرویی ۲۳
۱-۶-۲- زیرساخت‌های مبنای ATIS ۲۴
۱-۶-۳- اطلاعات مسافر، مستقل از محل ۲۵
۱-۶-۴- راهنمای مسیر و ناوبری ۲۵
۱-۷- سامانه‌های پیشرفته کنترل وسیله نقلیه ۲۷
۱-۷-۱- سامانه‌های ایمنی ۲۹
۱-۸- سامانه‌های بهره‌برداری وسیله نقلیه تجاری ۳۰
۱-۹- سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل عمومی ۳۱
۱-۹-۱- اطلاعات حمل‌ونقل عمومی ۳۲
۱-۹-۲- تقدم حمل‌ونقل عمومی ۳۳
۱-۹-۳- مدیریت و لجستیک ناوگان حمل‌ونقل عمومی ۳۴
۱-۹-۴- حمل‌ونقل اشتراکی با انعطاف بالا ۳۴
۱-۱۰- سامانه‌های پرداخت الکترونیکی ۳۴
۱-۱۰-۱- سامانه‌های ETC/EFC ۳۵
۱-۱۰-۲- کرایه و فروش بلیت حمل‌ونقل عمومی ۳۷
۱-۱۱- سامانه‌های امنیتی و اضطراری ۳۸
۱-۱۱-۱- طرح امنیت ملی ۳۸
۱-۱۱-۲- سامانه‌های مدیریت موارد اضطراری ۳۹
۱-۱۱-۳- امنیت در عملیات حمل‌ونقل ۳۹
۱-۱۲- نتایج ۴۰
۱-۱۳- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۴۱

۲- عملکرد سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل ۴۲
۲-۱- فناوری‌های ITS ۴۲
۲-۱-۱- عملکرد اجزای ITS ۴۲
۲-۱-۲- فناوری‌های کاربردی ۴۳
۲-۲- بدست آوردن داده‌ها ۴۳
۲-۲-۱- منابع داده راه ۴۳
۲-۲-۲- منابع داده خودرویی ۴۶
۲-۲-۳- منابع داده‌ای شبکه حمل‌ونقل ۴۸

عنوان **صفحه**

۲-۳- کسب هوشمندی: پردازش داده‌ها ۴۹
۲-۳-۱- اطلاعات ترافیکی سفر ۴۹
۲-۳-۲- تشخیص خودکار حادثه ۵۰
۲-۳-۳- مکان‌یابی و ناوبری وسیله نقلیه ۵۱
۲-۳-۴- خدمات مبتنی بر موقعیت ۵۲
۲-۴- ارتباطات و تبادل داده‌ها ۵۳
۲-۴-۱- ارتباطات زیرساختی ۵۳
۲-۴-۲- ارتباطات سیار ۵۵
۲-۴-۳- توزیع داده‌ها ۵۵
۲-۵- بکارگیری اطلاعات ۵۸
۲-۵-۱- پشتیبانی تصمیم‌گیری و کنترل ترافیک ۵۸
۲-۵-۲- کنترل وسیله نقلیه ۶۰
۲-۶- پرداخت الکترونیکی ۶۱
۲-۶-۱- عملکردهای پرداخت الکترونیکی ۶۱
۲-۶-۲- فناوری‌های پرداخت الکترونیکی ۶۲
۲-۶-۳- عوامل مکانی ۶۴
۲-۶-۴- تجربیات کاربر و مسائل سازمانی ۶۵
۲-۷- عوامل انسانی ۶۵
۲-۷-۱- عوامل انسانی در بخش وسیله نقلیه ۶۶
۲-۷-۲- عوامل انسانی در بخش زیرساخت ۶۷
۲-۷-۳- رویکرد همه جانبه ۶۸
۲-۸- نتیجه‌گیری ۶۹
۲-۹- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۷۰

۳- استانداردها و معماری ITS ۷۱
۳-۱- معماری ITS ۷۱
۳-۱-۱- اهمیت معماری ITS ۷۱
۳-۱-۲- سطوح معماری ITS ۷۳
۳-۱-۳- نیازهای کاربر، ملزومات عملکردی و مفهوم عملکردی ۷۵
۳-۱-۴- معماری منطقی یا عملکردی ۷۷

عنوان **صفحه**

۳-۱-۵- معماری فیزیکی ۷۸
۳-۱-۶- توسعه‌های معماری دیگر..... ۷۸
۳-۱-۷- معماری منطقه‌ای و معماری توربو ۸۱
۳-۲- استانداردهای ITS..... ۸۲
۳-۲-۱- انواع استانداردهای ITS ۸۲
۳-۲-۲- انگیزش برای تهیه استانداردها ۸۳
۳-۲-۳- وضعیت موجود ۸۴
۳-۲-۴- برنامه‌ریزی برای کاربرد استانداردهای ITS ۸۵
۳-۳- نتایج ۸۵
۳-۴- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۸۶

۴- منافع ITS..... ۸۸
۴-۱- ذینفعان ITS ۸۸
۴-۱-۱- کاربران راه و سایر مسافران ۸۸
۴-۱-۲- متخصصان حمل‌ونقل ۹۰
۴-۱-۳- ساکنان محلی و تشکیلات اقتصادی ۹۱
۴-۲- منافع ویژه ۹۱
۴-۲-۱- مشکلات اندازه‌گیری منافع ۹۱
۴-۲-۲- منافع ایمنی ۹۲
۴-۲-۳- منافع کارآیی ۹۳
۴-۲-۴- منافع بهره‌وری و کاهش هزینه..... ۹۴
۴-۲-۵- منافع زیست‌محیطی ۹۶
۴-۲-۶- منافع برای افراد دارای مشکلات حرکتی ۹۷
۴-۲-۷- منافع جوامع محلی ۹۸
۴-۳- منافع بهره‌برداری شبکه راه ۹۹
۴-۳-۱- کاربرد ITS در عملیات و بهره‌برداری شبکه ۹۹
۴-۳-۲- منافع حاصل از کنترل ترافیک ۱۰۱
۴-۳-۳- منافع حاصل از اطلاع‌رسانی به مسافر ۱۰۴
۴-۳-۴- یکپارچگی بین شیوه‌ای و درون شیوه‌ای ۱۰۵
۴-۳-۵- منافع همیاری ۱۰۶

عنوان **صفحه**

۴-۴- ارزیابی منافع ITS ۱۰۸
۴-۴-۱- چرا ارزیابی کنیم؟ ۱۰۸
۴-۴-۲- چرخه ارزیابی ۱۰۹
۴-۴-۳- تحلیل پیش از اجرا: ایجاد یک انتخاب آگاهانه ۱۱۰
۴-۴-۴- تحلیل پس از اجرا: کنترل و اصلاح عملکرد ۱۱۲
۴-۴-۵- نقش مشاوره عمومی ۱۱۲
۴-۴-۶- کمّی کردن هزینه‌ها ۱۱۴
۴-۴-۷- خلاصه کردن منافع و هزینه‌ها ۱۱۵
۴-۵- توصیه‌هایی درباره ارزیابی ITS ۱۱۶
۴-۵-۱- نوع رویکرد به ارزیابی ۱۱۶
۴-۵-۲- فرم ارزیابی ۱۱۷
۴-۵-۳- مسائل و مفروضات عملی ۱۱۷
۴-۵-۴- برخی از شاخص‌های مفید ۱۲۲
۴-۵-۵- خلاصه روش‌های ارزیابی ۱۲۳
۴-۶- نتیجه‌گیری ۱۲۴
۴-۷- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۱۲۵

۵- برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری برای ITS ۱۲۸
۵-۱- شرایط اجرای ITS ۱۲۸
۵-۱-۱- شرایط سیاسی ۱۲۸
۵-۱-۲- خط‌مشی دولتی ۱۲۹
۵-۱-۳- زیرساخت اطلاعاتی و زیرساخت ITS منطقه‌ای ۱۳۰
۵-۱-۴- مشخصات خدمات ITS ۱۳۱
۵-۱-۵- شرایط عملیاتی ۱۳۱
۵-۱-۶- اثرات پیش‌بینی شده ۱۳۱
۵-۱-۷- موضوع کاری بخش دولتی ۱۳۲
۵-۱-۸- موضوع کاری تجاری ۱۳۲
۵-۲- برنامه چارچوب ITS ۱۳۳
۵-۲-۱- استراتژی پیاده‌سازی سطح بالا ۱۳۳
۵-۲-۲- مراحل تحلیل چارچوب خط‌مشی ۱۳۴

عنوان **صفحه**

۵-۲-۳- معماری ITS ۱۳۸
۵-۲-۴- برنامه‌ریزی کاری ۱۳۹
۵-۳- پیاده‌سازی راهبردها ۱۴۱
۵-۳-۱- چالش‌های سازمانی ۱۴۱
۵-۳-۲- یک «نقشه راه» برای پیاده‌سازی ITS ۱۴۲
۵-۳-۳- روشهای همکاری مؤثر ۱۴۴
۵-۳-۴- توافقات اجرایی ۱۴۵
۵-۳-۵- برنامه‌ریزی ارتباطات ۱۴۶
۵-۴- تأمین مالی و قراردادها ۱۴۷
۵-۴-۱- برنامه‌ریزی بودجه ۱۴۷
۵-۴-۲- شیوه‌های ابتکاری در قرارداد ۱۴۸
۵-۴-۳- شیوه‌های تدارکات توسط ادارات دولتی ۱۵۱
۵-۴-۴- کنترل ریسک ۱۵۳
۵-۴-۵- عرضه‌کننده منفرد یا رقابت؟ ۱۵۴
۵-۵- مشارکت‌های خصوصی ـ دولتی ۱۵۵
۵-۵-۱- کار با بخش خصوصی ۱۵۵
۵-۵-۲- ایجاد شرایطی برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی ۱۵۷
۵-۵-۳- شیوه‌های گوناگون شراکت ۱۵۸
۵-۶- نتیجه‌گیری ۱۶۰
۵-۷- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۱۶۱

۶- راه‌اندازی ITS ۱۶۲
۶-۱- راه‌اندازی ITS در سطح برنامه ۱۶۲
۶-۱-۱- تشکیل برنامه ملی ITS ۱۶۲
۶-۱-۲- توسعه برنامه ITS ۱۶۴
۶-۲- راه‌اندازی ITS در سطح پروژه ۱۶۵
۶-۲-۱- توصیه‌های عمومی برای کلیه خدمات ITS ۱۶۵
۶-۲-۲- توصیه‌هایی برای سیستم‌های پیشرفته مدیریت ترافیک ۱۶۷
۶-۲-۳- توصیه‌هایی برای سیستم‌های پیشرفته اطلاعات مسافر ۱۶۸
۶-۲-۴- توصیه‌هایی برای سیستم‌های پیشرفته حمل‌ونقل عمومی ۱۷۲

عنوان **صفحه**

۶-۲-۵- توصیه‌هایی درباره سیستم‌های پرداخت الکترونیک (EPS) ۱۷۴
۶-۲-۶- توصیه‌هایی درباره پروژه‌های ایمنی و امنیتی ۱۷۶
۶-۳- پیاده‌سازی منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل ۱۷۹
۶-۳-۱- توصیه‌هایی برای راهبردهای پیاده‌سازی منطقه‌ای ۱۸۰
۶-۳-۲- توصیه‌هایی درباره فناوری و عملیات ۱۸۱
۶-۳-۳- توصیه‌هایی درباره اعمال قوانین ۱۸۲
۶-۳-۴- توصیه‌هایی در خصوص ارتباطات ۱۸۳
۶-۴- نتیجه‌گیری ۱۸۵
۶-۵- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۱۸۶

۷- کشورهای درحال توسعه و ITS ۱۸۸
۷-۱- ملاحظات ویژه برای کشورهای در حال توسعه ۱۸۸
۷-۱-۱- مشکل حمل‌ونقل و پرسش‌های انگیزشی ۱۸۸
۷-۱-۲- نیازهای متنوع ۱۸۹
۷-۲- وضعیت و برنامه‌های ITS در کشورهای در حال گذار و در حال توسعه ۱۹۰
۷-۲-۱- منطقه آسیا ۱۹۱
۷-۲-۲- منطقه اروپای مرکزی و شرقی ۱۹۳
۷-۲-۳- منطقه آمریکای لاتین ۱۹۶
۷-۳- باورهای نادرست و واقعیت‌های ITS در کشورهای در حال توسعه ۱۹۸
۷-۴- پیشنهاد به کشورهای در حال گذار و در حال توسعه ۲۰۰
۷-۴-۱- موضوعات سازمانی و مرتبط با برنامه‌ریزی ۲۰۰
۷-۴-۲- مشکلات مالی و اقتصادی در سرمایه گذاری در زمینه ITS ۲۰۳
۷-۴-۳- مشکلات مرتبط با فناوری ۲۰۵
۷-۵- سؤالاتی برای تصمیم‌سازان ۲۰۹
۷-۵-۱- پرسشهای سیستمی ۲۰۹
۷-۵-۲- سؤالات مرتبط با فناوری ۲۱۱
۷-۵-۳- پرسشهای سازمانی ۲۱۲
۷-۶- پیشنهاد به کشورهای پیشرفته صنعتی ۲۱۳
۷-۷- نتیجه‌گیری ۲۱۴
۷-۸- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۲۱۵

عنوان **صفحه**

۸- ITS در بلند مدت ۲۱۷

۸-۱- برنامه‌های آینده ITS ۲۱۷

۸-۱-۱- راهبردهای آینده حمل‌ونقل ۲۱۷

۸-۱-۲- چشم‌اندازهای ITS و برنامه‌ریزی آنها ۲۱۹

۸-۲- دوراندیشی برنامه‌ها و پروژه‌های ITS ۲۲۰

۸-۲-۱- ابتکار esafety در اتحادیه اروپا ۲۲۰

۸-۲-۳- «راههای منتهی به آینده» در کشور هلند ۲۲۸

۸-۲-۴- سیستم‌های ناوبری خودرو در ژاپن ۲۳۲

۸-۲-۵- سیستم همکاری راه - خودرو در آمریکا ۲۳۴

۸-۲-۶- چشم‌انداز آفریقای جنوبی برای حمل‌ونقل ۲۳۷

۸-۲-۷- چشم‌انداز حمل‌ونقل عمومی در اروپا ۲۳۹

۸-۳- دستیابی به آینده ITS ۲۴۲

۸-۳-۱- چالش‌های غیرفنی ۲۴۲

۸-۴- نتیجه‌گیری ۲۴۳

۸-۵- مراجع و پی‌نوشت‌ها ۲۴۴

ضمیمه ۱- خدمات کاربر ITS ۲۴۵

ضمیمه ۲- مطالعه موردی ITS ۲۶۴

ضمیمه ۳- وضعیت سامانه هوشمند حمل‌ونقل در کشورهای مختلف ۳۷۱

ضمیمه ۴- فاکتورهای انسانی در ITS ۴۵۳

ضمیمه ۵- کاربرد روشهای ارزیابی حمل‌ونقل در ITS ۴۶۳

ضمیمه ۶- هزینه‌های واحد ITS ۴۷۶

ضمیمه ۷- کتاب‌شناسی ۴۹۷

ضمیمه ۸- حروف اختصاری به‌کار رفته در این کتاب راهنما ۵۱۱

ضمیمه ۹- اصطلاحات ITS ۵۲۶

فهرست تصاویر

عنوان **صفحه**

۱-۱: سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند که توسط پلیس ژاپن گسترش داده شده است..... ۸
۱-۲- مرکز مدیریت ترافیک ۱۲
۱-۳- دوربین کنترل سرعت گتسو..... ۲۲
۱-۴- تلفن شبکه‌ای با صفحه لمسی ۲۵
۱-۵- ادواتی برای نمایش اطلاعات ترافیک و سفر..... ۲۶
۱-۶- تشخیص دوچرخه ۲۹
۱-۷- تشخیص عابر پیاده، تکنولوژی دید دیجیتال ۳۰
۱-۸- سرویس ردیابی خودرو – هندوستان ۳۱
۱-۹- تابلو پیام‌متغیر اتوبوس..... ۳۲
۱-۱۰- اطلاع‌رسانی داخل واگن برای مسافرین ۳۲
۱-۱۱- دریافت عوارض بدون نیاز به توقف در شهر ترونديم ۳۶
۱-۱۲- تکنولوژی دریافت عوارض(ژاپن) ۳۷
۲-۱- زنجیره اطلاعات ITS ۴۳
۲-۲- شناسگرهای ترافیک و وسیله‌نقلیه ۴۶
۲-۳- ابزار درون‌خودرویی Trafficmaster ۴۹
۲-۴- سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ۵۱
۲-۵- مرکز مدیریت ترافیک ۵۷
۲-۶- آزادراه تحت کنترل ۶۰
۳-۱- مدل چند سطحی برای تحلیل معماری ITS ۷۴
۳-۲- لحاظ کردن اهداف و سیاستها در انتخاب خدمات ITS..... ۷۴
۳-۳- یک الگوی معماری ۷۶
۳-۴- ارتباطات مفهومی برای ارائه خدماتITS ۷۷
۳-۵- معماری منطقی برای ایالات متحده ۷۸
۳-۶- معماری فیزیکی برای ایالات متحده..... ۷۹
۳-۷- نمودار فرایند چارچوب معماری اروپا (مطابق با KAREN) ۸۰
۳-۸- ارتباطات بین انواع معماری..... ۸۱
۴-۱- چرخه ارزیابی ITS ۱۰۹

عنوان **صفحه**

۴-۲- فلوچارت ارزیابی پیش از اجرای پروژه‌های ITS ۱۱۱
۴-۳- یک الگو برای تحلیل فاکتورهای اساسی ۱۱۸
۵-۱- اجزای اصلی بکارگیری و پیاده‌سازی سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل ۱۲۹
۵-۲- نمونه‌های سازمان‌های درگیر و نقش‌های اصلی در پروژه‌های ITS ۱۳۶
۵-۳- وابستگی‌های بین سازمانی میان بخشهای دولتی، خصوصی و مصرف‌کنندگان ۱۴۰
۵-۴- چک لیست جهت استفاده در جهت تدوین یک نقشه پیاده‌سازی ITS ۱۴۳
۵-۵- گردهمایی اقتصاد و ملی آلمان درباره ارتباطات راه دور در حمل‌ونقل (ITS) ۱۴۷
۵-۶- شرایط یک مشارکت موفق خصوصی/ دولتی ۱۵۷
۵-۷- مدلهای تجاری مختلف برای خدمات ارائه اطلاعات به هنگام سفر و ترافیک ۱۵۹
۷-۱- درشکه دستی(ریکشا) در داکا- بنگلادش، بخشی از ترکیب ترافیکی است ۱۹۲
۷-۲- موتورسیکلت سواران، بخش عمده ترافیک در بسیاری کشورهای در حال توسعه هستند ۱۹۳
۷-۳- طرح شماتیک عملکردهای TCC – اسلواکی ۲۰۴
۷-۴- باجه‌های دریافت عوارض، سیستم e-pass – مانیل ۲۰۹
۸-۱- نمودار فرآیند «بازگشتی» ۲۲۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

۱-۱- روش‌ها و کاربردهای ITS ضمیمه شده به ITS city pioneers Toolbox ۱۳
۱-۲- خدمات کاربر که سامانه‌های ITS ارائه می‌کنند ۱۶
۲-۱- فناوری‌های ممکن ITS ۴۴
۴-۱- خلاصه هزینه‌ها و منافع برخی از کاربردهای اصلی ITS ۱۱۹

۱- سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل

ITS[1] یا سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل، هنوز موضوع جوانی است که میزان پذیرش و قابلیت اجرای آن در کشورها و مکان‌های مختلف، متفاوت است. بنابراین متخصصین حمل‌ونقل نیاز به شناخت دقیق قابلیت‌ها و چگونگی استفاده بهینه از آن دارند. در این فصل به معرفی سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل که اغلب با حروف اختصاری «ITS» نشان داده می‌شود، می‌پردازیم. همچنین انواع و دامنه وسیع ابزارهای ITS و خدماتی که در دسترس متخصصین حمل‌ونقل قرار می‌دهد را همراه با نحوه بکارگیری آنها شرح داده می‌شود؛ بیشتر این خدمات را می‌توان بلافاصله و به صورت بسته آماده تجاری تهیه کرد. در ادامه نیز مثال‌های عملی از تجربیات و اجرای موفق آنها در کشورهای مختلف ارائه خواهد شد.

۱-۱- تعریف ITS

ITS – سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل ـ اصطلاحی کلی برای کاربرد ترکیبی فناوری‌های ارتباطات، کنترل و پردازش اطلاعات برای سیستم حمل‌ونقل است. استفاده از آن باعث نجات جان انسان‌ها، صرفه‌جویی در زمان، پول، انرژی و منافع زیست‌محیطی می‌گردد. اصطلاح «ITS» قابل انعطاف و تفسیر به صورت گسترده و یا محدود است. «مخابرات مرتبط با حمل‌ونقل[2]» اصطلاحی است که در اروپا برای گروهی از فناوری‌های حمایت‌کننده از ITS به‌کار می‌رود.

ITS تمام شیوه‌های حمل‌ونقلی را در برمی‌گیرد و تمامی عناصر سیستم حمل‌ونقل مانند: وسیله نقلیه، زیرساخت و راننده یا کاربر را مورد بررسی قرار می‌دهد. وظیفه کلی ITS بهبود تصمیم‌گیری (اغلب به صورت به‌هنگام) برای کنترل‌کننده‌های شبکه حمل‌ونقل و دیگر کاربران و در نتیجه بهبود کاربرد کلی سیستم حمل‌ونقل است. این تعریف دامنه وسیعی از فنون و تدابیری را در بر می‌گیرد که می‌تواند با کاربرد یک فناوری به‌دست آید و یا با بهبود مجموعه‌ای از فناوری‌های حمل‌ونقلی صورت پذیرد.

اطلاعات نقطه مرکزی ITS است که می‌تواند به صورت اطلاعات ثابت[3]، داده‌های ترافیکی به‌هنگام و یا نقشه دیجیتالی باشد. بسیاری از ابزارهای ITS بر مبنای جمع‌آوری، پردازش، ترکیب و تهیه اطلاعات استوارند. داده‌های جمع‌آوری شده توسط ITS می‌تواند اطلاعات به‌هنگام شرایط جاری شبکه راه، یا اطلاعات به‌هنگام برای طراحی یک مسافرت را فراهم سازد و تصمیم‌گیرندگان امور راهها و شرکت‌های مرتبط، متولیان جاده‌ها، تأمین‌کنندگان خدمات حمل‌ونقل عمومی و تجاری و مسافران شخصی را قادر به دریافت اطلاعات بهتر، سالم‌تر و هماهنگ‌تر کند تا از شبکه جاده‌ای استفاده هوشمندانه‌تری شود.

1- Intelligent Transport Systems
2- Transport Telematic
3- Static

۱-۲- دورنمایی از ITS

۱-۲-۱- خاستگاه

بیشتر فناوری‌های جدید ITS، در اصل برای استفاده در راهها، به همراه سامانه‌های کنترل چراغ‌های راهنمایی مانند سیستم SCOOT[1] و SCATS [2] توسعه یافته‌اند. اما اکنون ITS تمامی سامانه‌های حمل‌ونقل از جمله سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی را در بر می‌گیرد. راهکارهایی مانند پرداخت هزینه در نواحی پر ازدحام (قیمت‌گذاری ارزشی) می‌تواند رانندگان را به عدم استفاده از خودروهایشان ترغیب نماید، اما لازم است تا به صورت همزمان حمل‌ونقل عمومی نیز جذاب‌تر و راحت‌تر گردد که ITS در این رابطه پیشنهادات و کاربرد بسیاری دارد.

محدوده هر یک از کاربردهای ITS به علت تداخل حوزه فعالیت‌ها تا حدودی نامشخص است. بسیاری از کاربردهای ITS نیز در حین اجرا راه‌اندازی می‌شوند. داده‌های جمع‌آوری شده از طریق سامانه‌های نظارتی و زیرساخت‌ها یا زیرساخت اطلاعاتی[3] می‌تواند برای اطلاع‌رسانی به مسافران مورد استفاده قرار گیرد، مانند نمایش زمان‌های سفر برای طرح‌های مدیریت ترافیک و یا سامانه‌های مدیریت سرعت.

در فصل دوم، فناوری‌های ITS و خدمات آن (هم به صورت انفرادی و هم به صورت ترکیبی) به‌طور مفصل مورد بررسی قرار می‌گیرد و فصل سوم به معرفی دو مفهوم که برای ITS بسیار حائز اهمیت است یعنی معماری سیستم و استانداردها می‌پردازد.

۱-۲-۲- انگیزش برای ITS

مهم‌ترین دلیل برای سرمایه‌گذاری در ITS، بهبود بهره‌برداری از سیستم حمل‌ونقل توسط افزایش کارآیی و سودمندی، نجات جان انسان‌ها و جلوگیری از اتلاف وقت، هزینه و انرژی است. بیش از سی سال است که شاهد بکارگیری و پیشرفت فناوری‌های ITS به طرق مختلف در سراسر دنیا هستیم. پس از گذشت سه دهه؛ عامه مردم، صنعت حمل‌ونقل و اقتصاد جهانی (حتی بدون شناخت کافی از آن) اعتماد بیشتری نسبت به ITS پیدا کرده است. ITS مزایای فراوانی دارد و تمامی بخش‌های حمل‌ونقل را در بر می‌گیرد. بررسی در مورد آنکه کدام یک از کاربردهای فناوری ITS موفق‌تر و کدام یک کمتر موفق بوده و عوامل مؤثر در شکست یا موفقیت هر یک، کاملاً امکان‌پذیر است. در فصل چهارم به‌طور مفصل به ارزیابی آنچه که ITS می‌تواند برای کسب منافع، امنیت، کارآیی و بهره‌وری، بهبودهای زیست‌محیطی و غیره انجام دهد می‌پردازیم و همچنین هزینه‌های نمونه انواع مختلف طرح‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

کاربردهای رایج ITS در حال حاضر به شرح زیر است:

کمک به کاهش ازدحام

- ابزارهای مدیریت ترافیک برای تأمین حداکثر کارآیی شبکه جاده‌ای عبارتند از:

1- Split, Cycle, and Offset Oplimisation
2- Sydney Coordinated Adaptive Traffic System

۳- برای عبارت «infostructure» معادل زیرساخت اطلاعاتی را می‌توان بکار برد.

- نظارت بر وضعیت جاری ترافیک و پیش‌بینی آنچه که احتمال وقوع دارد؛
- هماهنگ‌سازی چراغ های ترافیکی برای به حداقل رساندن تأخیر و تشکیل صف در یک مسیر حساس ترافیکی؛
- ارائه «سامانه موج سبز[1]» از طریق تابلوهای ترافیکی برای دادن حق تقدم به قطارشهری، اتوبوس و وسایل نقلیه اضطراری و در نتیجه بهبود اعتماد عمومی؛
- تشخیص به موقع و سامان دادن به حوادث شبکه جاده‌ای؛
- نظارت تصویری ازدحام ترافیکی در نقاط مشکل‌دار.

❖ پرداخت الکترونیکی، کنترل دسترسی و سامانه‌های اجرا و پیاده‌سازی قانون که عبارتند از:
- دریافت عوارض جاده، مانند عوارض خودکار و پرداخت هزینه برای عبور از مناطق طرح ترافیک؛
- شناسایی وسایل نقلیه و اعمال محدودیت؛
- سامانه‌های دوربینی در محل چراغ‌های راهنمایی و اجرای محدودیت‌های سرعت.

منافع زیست‌محیطی و ایمنی

❖ مدیریت و کنترل کیفیت هوا مانند:
- تشخیص و پیش‌بینی آلودگی هوا؛
- اجرای استراتژی‌هایی برای کاستن از مشکلات کیفیت هوا.

❖ سامانه‌های ایمنی که عبارتند از:
- کنترل سرعت قابل انطباق؛
- تشخیص و پیشگیری از تصادف؛
- تقویت سامانه‌های ایمنی وسیله نقلیه؛
- سامانه‌های تعاملی وسیله نقلیه و راه[2].

جذاب‌تر ساختن حمل‌ونقل عمومی

❖ اولویت دادن به وسایل نقلیه عمومی برای کاستن از زمان سفر، بالا بردن ضریب اطمینان و به موقع رسیدن آن؛
❖ فراهم آوردن اطلاعات به‌هنگام در ایستگاه‌ها و محل‌های توقف؛
❖ سامانه‌های پرداخت الکترونیکی که باعث صرفه‌جویی در زمان برای مسافرین می‌شود مانند:
- «کارت‌های هوشمند» و ارائه بلیت با قابلیت انعطاف و تنوع زیاد؛
- سفر بدون پرداخت هزینه نقدی.

1- Green Waves
2- CVHS

آمریکا، اتحادیه اروپا (EU) و اعضای ایالتی[1] آن و ژاپن، سرمایه‌گذاری هنگفتی برای تحقیق و توسعه فناوری به عنوان مبنایی برای اجرای ITS شهری و بین‌شهری انجام داده‌اند. امروزه نسل جدیدی از فناوری‌های ITS پدیدار شده‌اند و مناطق و کشورهایی در سراسر دنیا سازمان‌های ITS مخصوص خود را برای ارائه این صنعت به وجود آورده‌اند که در ارتباط با دولت بوده و در تجارب کسب شده با یکدیگر سهیم هستند؛ به نحوی که کشورهای در حال توسعه هم می‌توانند از آن بهره‌مند گردند. نمونه‌هایی از توسعه ITS در ۳۳ کشور پیشرو در این راهنما (پیوست ۳) آمده است.

دستیابی به اجرای گسترده ITS، بدون مشکل نیست. بیشتر فناوری‌های مرتبط با آن به اثبات رسیده است اما مشکلات اجتماعی، سازمانی و سیاسی، حصول به آن را دشوار می‌سازد. ITS مشکلات و چالش‌های عمده‌ای پیش رو دارد. برای مثال می‌توان به موضوع مالکیت داده‌های اشتراکی، وابستگی و حساسیت زیاد در صورت وقوع نقص در سیستم کنترل اشاره کرد. به علاوه، این صنعت انتظارات بیش از حد خوش‌بینانه‌ای را مطرح کرده و بیش از آنچه که انتظار می‌رفت فروش داشته است. همچنین مشکلاتی در زمان‌بندی وجود دارد. برای مثال استفاده مؤثر از آن بیش از حد انتظار به طول انجامیده است. هر یک از سازندگان وسایل الکترونیکی و دستگاه‌های مرتبط با وسایل نقلیه موتوری، مدت زمان خاصی را برای استفاده مؤثر سامانه‌های درون وسیله نقلیه در نظر می‌گیرند. همچنین بهبود حمل‌ونقل عمومی و قیمت‌گذاری بر روی جاده‌ها باید به صورت همزمان باشد که این امر اهمیت ارتباط‌ها را آشکار می‌سازد. مردم برای سفرهای خود به اطلاعات دقیق و مناسب نیاز دارند. عامه مردم درک اشتباهی از ابزار فراهم‌آورنده این اطلاعات دارند؛ برای مثال مردم جریمه پارکینگ و پرداخت هزینه عبور از نقاط پر ازدحام را نوعی مالیات دوباره محسوب می‌کنند؛ یا تصور اشتباه از وجود مافیای نظارتی متشکل از دوربین‌های ویدئویی و از دست دادن خلوت انسان‌ها (در نتیجه قرار دادن فناوری درون وسایل نقلیه) و ترس از آنکه سامانه‌های نصب شده درون وسیله نقلیه، کنترل را از دست رانندگان برباید!

فصل پنجم به روند برنامه‌ریزی، از پیاده‌سازی پروژه تا بهره‌برداری از آن می‌پردازد و راههای غلبه بر موانع سازمانی را مطرح می‌سازد. فصل ششم اطلاعاتی را که متخصصین حمل‌ونقل برای راه‌اندازی ITS به آن احتیاج دارند را ارائه می‌دهد.

۱-۲-۳- گسترش[2] ITS

ITS منافع بسیاری دارد که به تمام گروه‌های اصلی ذینفع آن ارائه می‌شود:

- دولت‌های ملی، منطقه‌ای و شهرداری‌ها و سازمان‌های دولتی؛
- مالکان و گردانندگان شبکه‌های حمل‌ونقل (دولتی و خصوصی)؛
- خودروسازان و صنایع مرتبط؛
- دست‌اندرکاران ناوگان (حمل‌ونقل تجاری و عمومی)؛
- صنعت و تجارت؛
- مسافران شخصی.

1- Member States
2- Deployment

دولت‌ها دارای اولویت سیاسی در ارائه حمل‌ونقل مؤثر پایدار هستند. آنها باید منافع ملی و بین‌المللی ITS را بر مبنای سرمایه‌گذاری بلندمدت مورد ارزیابی قرار دهند. البته روش‌های ITS تحت تأثیر خط‌مشی سیاسی نیستند و می‌توانند برای رفع نیازهای مختلف سازگار شوند. در سطح ملی، دولت می‌تواند زمینه را برای وضع قوانین آماده کند؛ برای مثال، مقرراتی برای پرداخت هزینه استفاده از راه و ایجاد چارچوب‌هایی از طریق شرکتهای خصوصی- دولتی برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی فراهم سازد. مناطق و شهرداری‌ها، می‌توانند به تکمیل نیازهای مدیریت تقاضا پرداخته و به یکپارچه‌سازی اطلاعات کمک کنند و سامانه‌های پرداخت را برای تشویق سفرهای ترکیبی چند شیوه‌ای ارائه دهند.

گردانندگان شبکه‌های جاده‌ای، خط‌آهن، تراموا و راههای آبی و حمل‌ونقل‌های ترکیبی (از جاده به راه‌آهن و ترانزیت، و فرودگاه‌ها، بنادر و پایانه‌های کشتی‌های مسافربری) می‌توانند با اطلاعات بهتر، فرآیندهای کاری خود را انجام دهند و شرایط مطمئن‌تر و ایمن‌تری را برای مسافران خود فراهم سازند. سازندگان خودرو نیز می‌توانند با بهبود تولید وسایل ارتباط از راه دور مناسب درون وسایل نقلیه، رضایت مشتریان خود را جلب کنند. صاحبان ناوگان وسایل نقلیه، می‌توانند بیشترین خدمات را فراهم آورده و در هزینه‌ها و سوخت صرفه‌جویی کنند. صاحبان مشاغل نیز می‌توانند کالاها و خدمات را به نحو مؤثرتری انتقال دهند. افراد می‌توانند سفرهای بهتر و ایمن‌تری را بدون تأخیر برنامه‌ریزی کرده و با شناخت و آگاهی از انواع مختلف سفر، روشی را که مناسب‌تر است انتخاب کنند. تمام تأمین‌کنندگان خدمات حمل‌ونقل و کاربران می‌توانند از امنیت بیشتر لذت ببرند.

مراجع دولتی، مشتریان اصلی بهره‌برداری از مدیریت ترافیک و کنترل و هزینه پرداختی استفاده از جاده‌ها هستند. آنها همچنین داده‌های ترافیکی زیادی را جمع‌آوری می‌کنند که می‌تواند به‌طور مستقیم مورد استفاده کاربران یا سرویس‌دهندگان بخش خصوصی برای ترکیب در خدمات تجاری همراه با ارزش افزوده، برای سفرهای عموم گردد. علاوه بر این، بازار به‌طور طبیعی تمایل بیشتری به سمت توسعه محصولات و خدمات برای گروه‌های کلیدی، مانند متولیان حمل‌ونقل عمومی و جاده‌ای، سازندگان اتومبیل به عنوان خریداران تجهیزات اصلی[1] کارخانجات، گردانندگان ناوگان و وسایل نقلیه شخصی به عنوان منبع تقاضا جهت قطعه اصلی کارخانجات، خواهد داشت.

باید به این نکته توجه داشت که بسیاری از منافع ITS برای مصرف‌کننده نهایی نامعلوم و غیرمحسوس است. ITS سلامتی، ایمنی، کفایت و راحتی سیستم حمل‌ونقل و محیط را بدون آگاهی جامعه از عملکرد خود به ارمغان می‌آورد. بنابراین برنامه‌های آگاه‌سازی عمومی برای ارائه به کاربران حمل‌ونقل حائز اهمیت فراوانی است؛برنامه‌هایی مانند اینکه افراد چگونه می‌توانند از ایمنی، سلامت، اطلاعات بهتر، راحتی بیشتر و کوتاه‌تر شدن زمان سفر لذت ببرند و یا اینکه کل جامعه چگونه می‌تواند از محیطی سالم‌تر بهره‌مند گردد.

۱-۳- حیطه‌های بهره‌برداری از ITS و موارد استفاده آن

در بخش‌های بعدی، نمونه‌هایی از مزایایی که از اجرای ITS به‌دست می‌آید ارائه می‌شود. فصل چهارم به جزئیات بیشتری در مورد منافع و هزینه‌های ITS و روش‌های ارزیابی آنها می‌پردازد.

1- Original Equipment Manufacturer (OEM)

۱-۳-۱- بهبود ایمنی و امنیت

خدمات ITS حمل‌ونقل را سالم‌تر و ایمن‌تر می‌سازد و می‌توان با بالا بردن توانایی آن از اثرات حوادث و بلایای طبیعی و انسانی کاست؛ برای مثال، با طراحی پیشین (از قبل) می‌توان زمان واکنش خدمات اضطراری را با تخلیه سریع مسیرهایی که به سمت منطقه حادثه‌دیده منتهی می‌شوند، کاهش داد. این خدمات می‌تواند با هشدار به مسافران در مورد شرایط و مناطق خطرناک و در صورت لزوم، مداخله در امر رانندگی از تعداد تصادفات و شدت جراحات ناشی از آن بکاهد. این سیستم‌ها می‌توانند مقررات ایمنی را به اجرا گذارند، رانندگی‌های خطرناک را متوقف سازند، بارهای مخاطره‌آمیز را کنترل نموده و در مورد وسایل نقلیه و کانتینرهای مشکوک نظارت به عمل آورند. سامانه‌های ITS می‌توانند برای عبور دوچرخه‌سواران و عابران و دیگر کاربران آسیب‌پذیر راهها با افزایش دید رانندگان نسبت به آنها یا با کاهش خودکار سرعت وسیله نقلیه‌ای که در حال نزدیک شدن به تقاطع است و یا با کمک به رانندگان به وسیله هشدارها و وسایل بصری، جاده‌ها را برای کاربران آسیب‌پذیر آن نمایان‌تر و ایمن‌تر سازند.

خدمات مربوط به ITS عبارتند از:

- انطباق هوشمند سرعت؛
- کمک به کاربران آسیب‌پذیر راهها؛
- کنترل اوضاع جوی و شرایط جاده‌ای و اطلاعات؛
- کشف حادثه و سامانه‌های هشداردهنده؛
- سامانه‌های هشداردهنده تصادف؛
- حق تقدم وسایل نقلیه اضطراری؛
- سامانه‌های نظارت بر راننده؛
- اجرای قوانین ترافیکی سرعت و چراغ راهنمایی؛
- نظارت بر بارهای خطرناک؛
- ردیابی محموله‌های بار؛
- سامانه‌های افزایش دید راننده؛
- علامت‌گذاری مسیر و اولویت برای تخلیه مسیر؛
- طرح ایمنی کشوری؛
- بهره‌مندی افراد ناتوان از دید بهتر و ارائه اطلاعات به صورت دیداری.

۱-۳-۲- کمک در کاهش ازدحام

تراکم، مشکل عمده‌ای برای تمام شبکه‌های حمل‌ونقل محسوب می‌شود و افزایش کارآیی سامانه‌های موجود حمل‌ونقل، هدف اصلی برنامه‌های ITS در سراسر دنیاست. تراکم را می‌توان به کمک موارد زیر کاهش داد: تجهیز شبکه‌ها برای بهبود بهره‌برداری به‌هنگام؛ معرفی سامانه‌های کنترلی؛ مدیریت تقاضا؛ تشویق به سفر در مناطق بدون ازدحام و یا استفاده از شیوه‌های حمل‌ونقلی جایگزین. خدمات مربوط به ITS عبارتند از:

کارآیی شبکه:

- کنترل ترافیک در سطح منطقه‌ای؛
- مدیریت ترافیک مسافت‌های طولانی؛
- راهنمای مسیر جایگزین؛
- کنترل متغیر سرعت؛
- کنترل ورودی بزرگراهها؛
- تشخیص حادثه و مدیریت آن؛
- اطلاعات راننده.

مدیریت تقاضا:

- کنترل دسترسی؛
- هزینه استفاده از راه؛
- هزینه برای عبور از نقاط پر ازدحام.

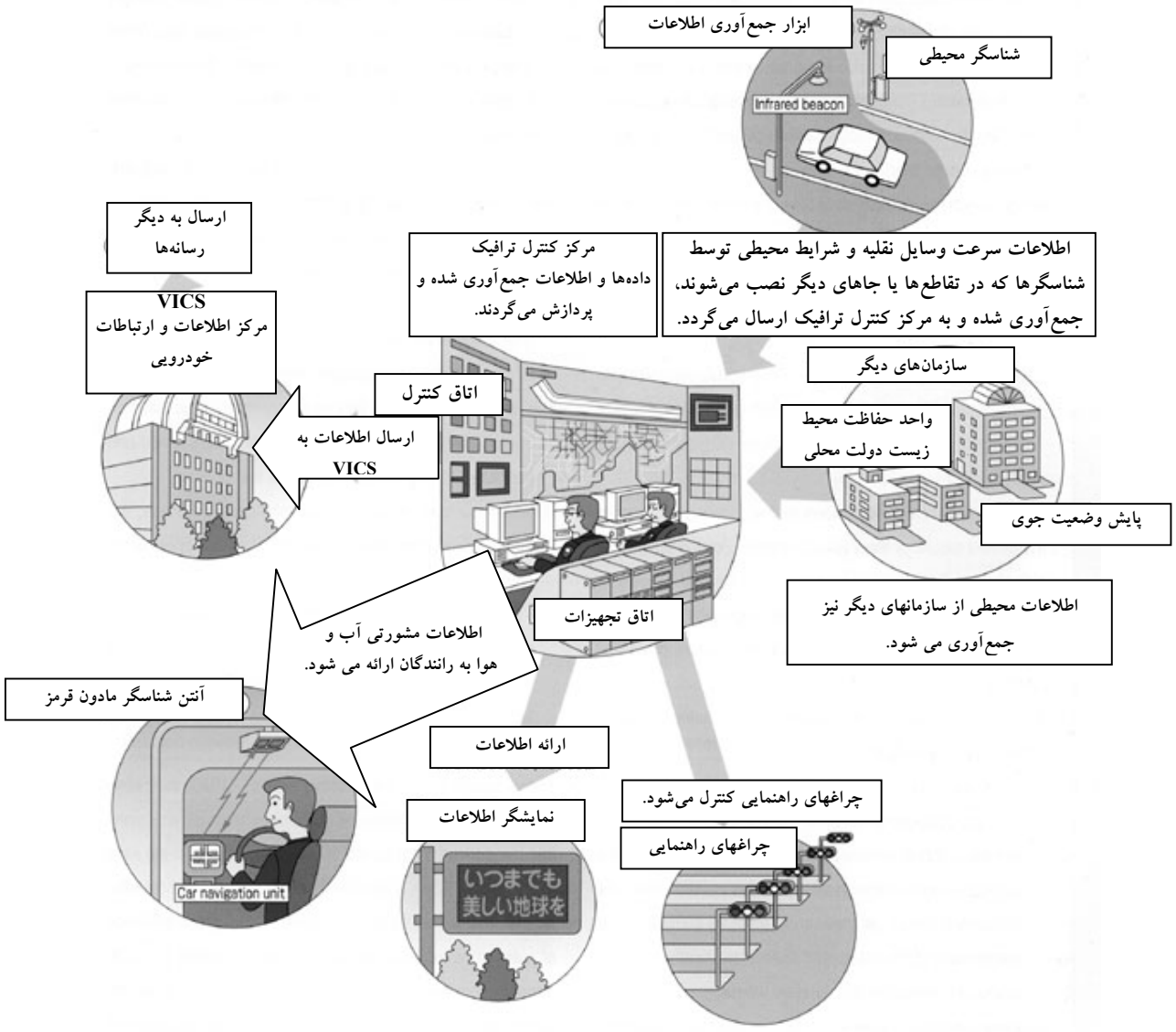
تشویق به تغییر شیوه سفر:

- برنامه‌ریزی سفر؛
- سامانه‌های اطلاعات به‌هنگام مسافر؛
- حق تقدم اتوبوس/ تراموا.

۱-۳-۳- نظارت و محافظت زیست‌محیطی

در سال‌های اخیر نگرانی عمومی در مورد اثرات زیست‌محیطی ناشی از سامانه‌های حمل‌ونقل شدت یافته است. استفاده از وسایل نقلیه موتوری در سراسر دنیا کاهشی را نشان نمی‌دهد و ترافیک جاده‌ای بیشتر و بیشتر می‌شود. در نتیجه، اثرات زیست‌محیطی ناشی از دود و سروصدا به شدت در حال افزایش است. لازم است تا اقدامات اضطراری و مشخصی از سوی بخش حمل‌ونقل برای بهبود محیط زیست، به خصوص کاهش مونوکسید کربن (CO) و اکسیدهای نیتروژن (NOX) و مدیریت ترافیک شهری و بین‌شهری صورت گیرد.

توانمندتر کردن سامانه‌های حمل‌ونقل نیز می‌تواند منافع مشابهی برای محیط زیست به ارمغان آورد. در این مبحث، ITS پیشنهادات بسیاری دارد. برای مثال، کاهش ازدحام ترافیکی و یا تشویق مردم به استفاده از وسایل نقلیه عمومی به‌طور مستقیم می‌تواند از دود ناشی از وسیله نقلیه و در نتیجه از آلودگی هوا بکاهد. اهمیت نظارت بر محیط زیست و ارزیابی پارامترهای مختلف زیست‌محیطی برای مشخص کردن تأثیر استراتژی‌ها و برنامه‌ها در حال افزایش است. شکل (۱-۱)، نمونه ژاپنی از سیستم مدیریت حفاظت زیست‌محیطی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند ایجاد شده توسط پلیس ژاپن

اکثر خدمات اشاره شده در بخش پیشین، مربوط به حل مشکلات زیست‌محیطی است. در میان کاربردهای ویژه، کنترل دسترسی می‌تواند مناطق حساس و آسیب‌پذیر را محافظت کند. در حالی‌که پرداخت الکترونیکی هزینه به صورت قابل انعطاف[1]، رانندگانی را که قصد تردد در زمان بالا بودن خطر آلودگی هوا را دارند، به صورت خودکار جریمه می‌کند. کامیون‌داران بر مبنای مسافتی که طی می‌کنند باید هزینه استفاده از جاده را بپردازند و این امکان فراهم می‌آید که وسایل نقلیه‌ای که بیشترین زیان را به‌طور مستقیم بر زیرساخت وارد می‌سازند؛ هزینه‌اش را هم بپردازند.

1- Electronic Fee Collection (EFC)

۱-۳-۴- کارآیی و بهره‌وری عملکردی

ITS می‌تواند بهره‌برداری از حمل‌ونقل را مؤثرتر سازد. سامانه‌های مدیریت ناوگان می‌توانند از هزینه‌های اداری و اجرایی کاسته و خدمات سودمندتری ارائه دهند. برای مثال، انجام محاسبات مطمئن‌تر برای زمان سفر و ارائه همزمان این اطلاعات به مسافرین جاده؛ فناوری‌های موقعیت‌یابی و ارتباطی برای استفاده بهینه وسایل نقلیه و رانندگان، واریز از قبل به صورت الکترونیک - که شامل عملیات بین مرزی نیز می‌شود- کنترل سازگاری و توزین در حال حرکت، از هدر رفتن زمان، پیشگیری می‌کند. مزایای گسترده‌تر آن عبارتند از؛ استفاده هوشمندانه‌تر از زیرساخت جاده‌ای، کاهش ازدحام و آلودگی، حوادث کمتر به علت کنترل شرایط وسیله نقلیه و راننده.

خدمات مربوط به موضوع ITS عبارتند از:

- مدیریت ناوگان؛
- توزیع امکانات به صورت کامپیوتری[1]؛
- تشخیص موقعیت خودکار وسیله نقلیه[2]؛
- ردیابی خودکار محموله‌های باری؛
- واریز از قبل به صورت الکترونیکی؛
- کنترل وسیله نقلیه از نظر سازگاری؛
- کنترل و نظارت بر راننده.

۱-۳-۵- عوامل مربوط به راحتی

کاربران هر نوع سیستم حمل‌ونقل باید احساس راحتی، اطمینان و ایمنی داشته باشند. تأیید مسیر، تخمین زمان سفر و ارائه اطلاعات مناسب در تقاطع‌ها و در نزدیکی ورودی‌ها و خروجی‌های بزرگراهها، همگی نقش خود را ایفا می‌کنند. کنترل سرعت، کنترل دسترسی ورود به بزرگراه، هشدار پیش‌آگاهی در مورد تصادف و ازدحام ترافیکی و راهنمای مسیرهای جایگزین می‌توانند سفرهای زمینی را ساده‌تر و مطمئن‌تر سازند. تسهیلاتی مانند سامانه‌های چند رسانه‌ای که هم ناوبری و هم سرگرمی به وجود می‌آورند می‌توانند چنین کاری را انجام دهند. کاربران حمل‌ونقل عمومی نیز به استانداردهای بالایی از راحتی، آسایش و خدمات نیاز دارند.

ITS می‌تواند اطلاعات به‌هنگام مسافر را ارائه کند. برای این منظور به زمان‌بندی خودکار و سامانه‌های اولویت‌دهی برای بهبود حمل‌ونقل عمومی نیاز است. خدمات ITS مرتبط با این موضوع عبارت است از:

- اطلاعات به‌هنگام ترافیک و حمل‌ونقل عمومی؛
- راهنمای پویای مسیر؛
- موقعیت‌یاب خودکار خودرو؛
- سامانه‌های پرداخت توسط کارت هوشمند برای راههای عوارضی و استفاده در حمل‌ونقل عمومی.

1- Computer Aided Dispatch (CAD)
2- Advanced Vehicle Location (AVL)

سیستم‌های صوتی Jaguar Alpine Premium

در سال ۲۰۰۳، [کارخانه خودروسازی] جگوار، یک سیستم اختیاری چند منظوره ارائه نمود که دستیابی انحصاری رانندگان و مسافران را به اطلاعات ناوبری یا اطلاعات ماهواره‌ای و سرگرمی از طریق رادیو و CD/DVD Player و تلویزیون امکان‌پذیر ساخت. برای این منظور، سرنشینان جلوی خودرو، دارای صفحه نمایش لمسی هستند که مانند ابزار کنترل برای سرگرمی چند رسانه‌ای و همچنین برای کاربردهای درون‌خودرویی مانند کنترل دما نیز عمل می‌کند. سرنشینان عقبی خودرو دارای صفحات ویدئویی هستند که بر روی پشت سری صندلی جلویی نصب شده و محل کنترل آن بر روی دستگیره‌ها می‌باشد. انتقال اطلاعات داخل وسیله نقلیه از طریق کابل‌های فیبر نوری انجام می‌شود.

۱-۴- مفاهیم اصلی

ITS پتانسیل بالایی برای یکپارچگی و عملکرد متقابل کاربردهای خود ارائه می‌دهد. برخی معتقدند که تنها با یکپارچه‌سازی اجزای ITS می‌توان به نتیجه مطلوب و بیشترین توان سامانه‌ها دست یافت. اجزای اصلی کار عبارت است از: برنامه‌ریزی، ارتباطات مناسب و هماهنگی مؤثر شرکا و سرمایه‌گذاران. یک الگوی خوب از اجرای ITS که جمع‌آوری شده است، سیستم «5T» در تورین ایتالیاست.

در حال حاضر، بسیاری از کاربردهای ITS به تنهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ زیرا اغلب استفاده از یک کاربرد در کوتاه‌مدت ارزان‌تر بوده و نگرانی در مورد تقابل داده‌های مبادله شده، واسط‌های تبادل اطلاعاتی، ارتباطات و نیازهای سخت‌افزاری مختلف که برای یکپارچه‌سازی یک سیستم جامع ITS موردنیاز است، وجود نخواهد داشت. با این وجود، برای آنکه ITS بتواند قدم‌های بعدی را بردارد و تأثیر و کارآیی آن بیشتر شود، باید یکپارچه‌سازی و ترکیب سیستم‌ها را مورد توجه قرار دهیم. در حالی که این یکپارچه‌سازی قطعاً بر پیچیدگی آن می‌افزاید، ولی انتظار می‌رود صرفه‌جویی قابل توجهی در اجرای بهینه سیستم و کارآیی کل سیستم به وجود آورد. برای مثال، ترکیب و یکپارچه‌سازی سامانه‌های مدیریت پیشرفته حمل‌ونقل (ATMS) با سامانه‌های اطلاعات پیشرفته مسافر (ATIS) – که در بیشتر موارد این دو گروه خدمات که از نظر مفهومی با یکدیگر مرتبط هستند – به‌طور مجزا توسعه یافته‌اند.

جنبه دیگر یکپارچه‌سازی سیستم، قابلیت عملکرد متقابل سامانه‌ها می‌باشد؛ یعنی اطمینان از این که اجزای ITS می‌توانند با یکدیگر کار کنند. احتمالاً بهترین نمونه این کار قابلیت کارآیی برچسب‌های عوارضی با وسایل نقلیه در یک منطقه است که می‌تواند در منطقه دیگر به‌طور پیوسته عمل کند. رابطه الکترونیکی وسایل نقلیه و زیرساخت باید با استفاده از اصول معماری سیستم و استانداردهای باز، طراحی شود تا قابلیت عملکرد متقابل فراهم آید.

۱-۴-۱- فناوری‌ها

سامانه‌های ITS بر حیطه وسیعی از فناوری‌ها و عملکردهای پیش‌نیاز متکی است. این فناوری‌ها در فصل دوم به صورت مفصل‌تری شرح داده شده است.

ارتباطات:

- مایکروویو: رادیو با برد کوتاه و ارتباطات موج کوتاه اختصاصی بر مبنای مادون قرمز (DSRC) که برای دریافت الکترونیکی عوارض و عملکرد وسیله نقلیه تجاری[1]، استفاده می‌شود.
- ارتباطات موبایل (از راه دور): برای اطلاعات به‌هنگام سفر؛ مدیریت ناوگان و واکنش اضطراری مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- اینترنت: برای اطلاعات به‌هنگام سفر؛ برنامه‌ریزی سفر؛ تصاویر ترافیکی و پرداخت استفاده می‌شود.

موقعیت جغرافیایی:

- فناوری ناوبری جهانی (GNSS-CN): برای موقعیت‌یابی ماهواره‌ای برای موقعیتیابی خودکار وسیله نقلیه (AVL)، ردیابی و تعقیب، دریافت عوارض به صورت خودکار بر مبنای فاصله طی شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سامانه‌های اطلاعاتی ـ جغرافیایی (GIS):

- برای پایگاه اطلاعاتی مبتنی بر موقعیت شبکه‌های حمل‌ونقل، خدمات مبتنی بر موقعیت و امور دیگر استفاده می‌شود.

جمع‌آوری داده‌ها و مبادله اطلاعات:

- برای اطلاعات و مدیریت به‌هنگام ترافیک استفاده می‌شود.

سامانه‌های دوربینی و دید مصنوعی[2]:

- برای اجرای قانون و امنیت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تشخیص و طبقه‌بندی:

- برای مدیریت ترافیک، مدیریت حادثه، سازگاری، ایمنی و امنیت به کار برده می‌شود.

سامانه‌های درون وسیله نقلیه:

- برای اطلاعات سفر، سامانه‌های کنترلی وسیله نقلیه و اجتناب از حادثه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1- Commercial Vehicle Operation (CVO)
2- Artificial Vision

نقشه دیجیتال:

این نقشه‌ها، پایگاه اطلاعاتی راه و شبکه‌های حمل‌ونقل هستند که در رسانه‌های دیجیتال (مانند لوح‌های فشرده) با استفاده از واژه‌های مورد توافق داده‌ها و معرفی موقعیت استاندارد شده، ذخیره می‌شود. نقشه‌های دیجیتالی برای ITS به منزله یک واحد اصلی ارائه خدمات است.

- ❖ برای مدیریت ترافیک، اطلاعات ترافیک، راهنمای مسیر، مدیریت پارکینگ و مسیریابی، کنترل مسیر کامیون و مسیر تسهیلات تفریحی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شکل ۱-۲- مرکز مدیریت ترافیک

۱-۴-۲- نقش‌های اصلی

برای یک شهر یا یک منطقه، ITS بخشی از برنامه کلی حمل‌ونقل و یا به صورت یک بسته اجرایی مشخص است. هیچ یک از خدمات ITS به تنهایی نمی‌تواند راه‌حل کاملی باشد. جدول (۱-۱) روش‌های متعدد ITS (که در دسترس است) را نشان می‌دهد. در این صورت به چارچوبی اجرایی حاوی نحوه رسیدن به نتیجه مطلوب و مراحل اصلی و همچنین موانع سد راه (همان‌گونه که در فصلهای پنجم و ششم به‌طور مفصل شرح داده شده است) نیاز است. این چارچوب باید طرح‌ها و عملکردهای موجود حمل‌ونقل را در نظر گیرد و مروری کلی بر اوضاع جاری حمل‌ونقل داشته باشد و شالوده را براساس اجماع بین تمام طرف‌های علاقمند به اجرای ITS و بهره‌برداری آتی طرح‌ریزی کند.

عاملین اصلی در توسعه ITS مشابه افرادی هستند که درگیر یک پروژه ساخت هستند؛ یعنی مشتری، مشاور حرفه‌ای، تأمین‌کنندگان محصولات و خدمات، پیمانکاران و پیمانکاران جزء (در زمینه‌های تخصصی).

مشتری می‌تواند یک مرجع دولتی یا یک گرداننده خصوصی، یا یک گروه متشکل از چند کارگزار که تحت سرپرستی یک کارگزار رهبر عمل می‌نمایند، باشد. متخصصین ITS که در کار مشاوره، مدیریت پروژه و اجرا هستند، اغلب مهندس عمران، برق یا مدیریت حمل‌ونقل و یا زیرشاخه‌های برنامه‌ریزی حمل‌ونقل می‌باشند. آنها نیازها و پیش‌بینی هزینه‌های پروژه را تعریف نموده و توسعه‌دهندگان و تأمین‌کنندگان لوازمی مانند نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای کامپیوتری، آشکارسازها و سنسورها، شبکه‌های ارتباطی، دوربین‌ها و دستگاه‌های مربوط به زیرساخت و وسایل ثابت و قابل حمل را راهنمایی می‌کنند. پروژه‌های پیچیده ITS ممکن است به خدمات یکپارچه سازی سیستم و متخصصین مشابهی نیاز داشته باشد؛ به‌ویژه هنگامی که سامانه‌های یکپارچه شونده می‌بایست با یکدیگر به‌طور مؤثر و قابل اطمینان عمل کنند.

جدول ۱-۱- روش‌ها و کاربردهای ITS منظور شده در ITS city pioneers Toolbox

موضوع	روش‌ها و کاربردهای ITS	
مدیریت ترافیک	کنترل ترافیک شهری کنترل تقاطع مدیریت راه کنترل ورودی به اتوبان‌ها تنظیم سرعت به صورت پویا کنترل دسترسی	مدیریت پارکینگ مدیریت حادثه تسهیلات برای کاربران آسیب‌پذیر راه مدیریت نظارتی اعمال مقررات ترافیک مدیریت زیست‌محیطی ترافیک
سامانه‌های پرداخت یکپارچه	پرداخت هزینه حمل‌ونقل عمومی پرداخت هزینه پارکینگ	عوارض شهری قیمت‌گذاری راههای شهری
مدیریت حمل‌ونقل همگانی	مدیریت منابع و ناوگان اولویت دادن به حمل‌ونقل عمومی	هم‌پیمایی / مدیریت اشتراکی مدیریت تاکسی / تقاضا حمل‌ونقل واکنشی[1]
اطلاعات سفر و ترافیک	اطلاعات حمل‌ونقل عمومی اطلاعات ترافیکی	برنامه‌ریزی سفر از قبل راهنمای مسیر و ناوبری
مدیریت حمل‌ونقل باری	مدیریت بارهای خطرناک (HAZMAT) مدیریت ناوگان	مدیریت محموله‌های باری لجستیک هماهنگ شهری
مدیریت شرایط اضطراری و امنیتی	مدیریت خدمات امدادی و حادثه خدمات اضطراری و متوقف شدن خودروها در اثر خرابی	امنیت حمل‌ونقل عمومی

1- Responsive Transport

۱-۴-۳- رویکرد سیستم

یک رویکرد جامع سیستم[1] به پیاده‌سازی ITS؛ یعنی توجه به مفاهیم فنی و معیارهای سازمانی که برای یکپارچه‌سازی فناوری‌های اصلی جهت ارائه خدمات مؤثر برای مصرف‌کننده ضروری است. برخی توصیه‌ها برای متخصصین حمل‌ونقل – که مسئول راه‌اندازی ITS در سطح برنامه‌ای و پروژه‌ای هستند و شاید با جنبه‌های فنی یا سازمانی آن آشنا نباشند – در فصل ششم ارائه شده است.

کاربرد اطلاعات و فناوری‌های کنترل برای سامانه‌های حمل‌ونقل در هسته اصلی ITS قرار دارد. ترکیب فناوری‌ها برای اجرای کارهای ITS بر مبنای اصول مهندسی سیستم‌ها می‌باشد. بسیاری از مشکلات حمل‌ونقل ناشی از عدم دسترسی به اطلاعات به‌موقع، دقیق و قابل استفاده آسان و یا فقدان هماهنگی مناسب میان تصمیم‌گیرندگان است. برای مثال، اقدام واکنشی در یک حادثه مرگبار در یک بزرگراه، به هماهنگی نزدیک مدیریت ترافیک، اطلاع‌رسانی به رانندگان و سامانه‌های مدیریت اضطراری نیاز دارد. فصل دوم نشان می‌دهد که چگونه برخی از فناوری‌های موجود را می‌توان برای اجرای ITS به کار برد. با روند رو به رشد پیشرفت فناوری‌هایی با توانایی‌های فنی بالا و کاهش هزینه‌های آنها، توانایی‌ها و هزینه‌های ITS نیز از آن پیروی می‌کند. در عین حال این فناوری‌ها بر مبنای یکدیگر ساخته شده و منجر به هم‌افزایی بیشتری می‌شوند. برای مثال، اطلاعات به‌دست آمده از سامانه جمع‌آوری خودکار عوارض (EFC) می‌تواند داده‌های وسیله نقلیه شناور را نیز برای مدیریت ترافیک ارائه نماید. به هرحال، برای شروع کاربرد ITS در حل مشکلات موجود، اداره راه ملزم به سرمایه‌گذاری در تمامی فناوری‌های الکترونیکی جدید و پیشرفته نیست.

۱-۴-۴- هماهنگی

بکارگیری ITS به‌طور عمومی با هماهنگی تعدادی از کارگزارها و سازمان‌ها با علایق مشترک در زمینه‌های زیر مرتبط است: بهبود حرکت و ایمنی؛ تأمین‌کنندگان خدمات حمل‌ونقل و متولیان شبکه حمل‌ونقل در شیوه‌های مختلف حمل بار یا مسافر؛ پلیس ترافیک و خدمات امدادی در یک طرح مدیریت اضطراری؛ مراکز کنترل و اطلاعات ترافیکی برای اطلاعات به‌هنگام ترافیک. بنابراین تقدم ITS در کسب آگاهی از گستره علایق مشترک و جلب شرکای محلی برای اقدام یکپارچه و حل مشکلات مشترک است. امکان دارد این موارد شامل سازمان‌های «جدید»؛ مانند سازمان‌های مالی، خرده‌فروشان، بنگاه‌های نشر اخبار، متولیان ارتباطات راه دور و تأمین‌کنندگان خدمات تجاری، گردد. اغلب نقشی برای یک پیش‌رو در زمینه ITS [2] در اتخاذ نوآوری‌ها، مشاوره برای ادامه کار و مطلع نگه داشتن تمام شرکا و مجریان وجود دارد. در فصل پنجم جزئیات بیشتری در این زمینه مطرح می‌شود.

۱-۴-۵- معماری ITS

اصطلاح «معماری» چارچوبی ساختاری را شرح می‌دهد که در آن اجزای سامانه‌های ITS مانند محصولات و خدمات به کار گرفته شده در ساخت یک بنا، طوری کنار هم گردآوری شده‌اند که همگی بتوانند به نحو مؤثری کار کنند.

1- Total System Approach
2- ITS Champion

معماری ITS، الزامات عملکردی و وظایف اجزای سیستم به صورت انفرادی را تعیین کرده و جایی را که واسط‌های استاندارد، منافع زیادی به بار می‌آورد، نشان می‌دهد. تحلیل معماری سیستم، نحوه تأثیر متقابل سیستم‌ها را تعیین نموده و وظایف تک‌تک اجزا در روند اجرایی را نیز مشخص می‌سازد. معماری سیستم باید به‌طور قطع بر مبنای تجزیه و تحلیل عملکردهای سامانه و توانایی‌های آن در مورد خدمات کاربر باشد.

معماری ITS استفاده از کاربردها، فناوری‌ها و یا اجزای ویژه ITS را به عنوان پیش‌فرض در نظر نمی‌گیرد. معماری ITS بایستی کلی باشد تا به توسعه‌دهندگان سامانه‌ها، آزادی کافی برای طراحی آنچه را که بهینه‌ترین راه‌حل می‌دانند داده شود؛ در عین حال دستیابی به استانداردهای مناسب و تطبیق واسط ها برای قابلیت اجرای متقابل و نیز توسعه آن در آینده ضروری است. اگر طرح قابلیت تغییر سازنده اجزا را داشته باشد، باعث ایجاد رقابت شده و زمینه را برای بهبود هزینه، طرح، عملکرد و ایمنی در آینده فراهم می‌سازد. فصل سوم به جزئیات بیشتری در مورد معماری سیستم می‌پردازد.

۱-۴-۶- خدمات کاربر

ITS زمینه‌های پیشرفت فراوانی را تحت پوشش قرار می‌دهد و در طرح‌ها و پروژه‌های مختلف، اجرا شده و یا اجرا خواهد شد. زمینه مورد استفاده ITS به‌وسیله خدمات کاربر که نشان می‌دهد چه سامانه‌هایی از دید مصرف‌کننده مؤثر خواهند بود، تشخیص داده می‌شود. مفهوم خدمات کاربر این امکان را به وجود می‌آورد که در شروع تعریف پروژه خدمات سطح بالایی برای مشکلات طرح، تعیین گردد و نیازهای اصلی کاربران نیز برطرف شود.

کشورهایی که سامانه‌های ITS را اجرا کرده‌اند، در باره دامنه وسیع خدمات کاربر به اجماع رسیده‌اند. برای مثال، برخی از کشورهای اروپایی مجموعه مشترکی از خدمات کاربر ITS را توسعه داده‌اند. در جدول (۱-۲) طبقه‌بندی مرکبی از خدمات کاربر پیشنهاد شده توسط سازمان استانداردهای بین‌المللی (ISO) به عنوان مجموعه‌ای از «سامانه‌های اطلاعاتی حمل‌ونقل و کنترل» (TICS مترادف با ITS) ارائه شده است.

جدول ۱-۲- خدمات کاربر که توسط سامانه‌های ITS ارائه می‌شود (رجوع شود به پیوست ۱)

اطلاعات مسافر	۱-۱	اطلاعات قبل از سفر
	۱-۲	اطلاعات حین سفر
	۱-۳	اطلاعات خدمات سفر
	۱-۴	راهنمای مسیر و ناوبری ـ قبل از سفر
	۱-۵	راهنمای مسیر و ناوبری ـ حین سفر
	۱-۶	طرح برنامه‌ریزی سفر
مدیریت ترافیک و بهره‌برداری	۲-۱	مدیریت ترافیک و کنترل
	۲-۲	مدیریت حوادث مرتبط با حمل‌ونقل
	۲-۳	مدیریت تقاضا
	۲-۴	مدیریت نگهداری زیرساخت حمل‌ونقل
	۲-۵	کنترل توسط پلیس و اعمال قانون
خدمات وسیله نقلیه ـ کمک به راننده و کنترل وسیله نقلیه	۳-۱	بهبود دید
	۳-۲	بهره‌برداری از وسیله نقلیه به صورت خودکار
	۳-۳	پیشگیری از تصادف
	۳-۴	پیشگیری قبل از تصادف
حمل‌ونقل بار و عملکرد وسیله نقلیه تجاری	۴-۱	پرداخت از قبل وسیله نقلیه تجاری
	۴-۲	مدیریت مراحل اداری وسیله نقلیه تجاری
	۴-۳	بازرسی ایمنی خودکار کنار جاده
	۴-۴	کنترل ایمنی درون وسیله نقلیه تجاری
	۴-۵	مدیریت ناوگان حمل‌ونقل باری
	۴-۶	مدیریت اطلاعات بین شیوه‌های حمل‌ونقلی
	۴-۷	مدیریت و کنترل پایانه‌های ترکیبی
	۴-۸	مدیریت محموله‌های خطرناک
بهره‌برداری حمل‌ونقل عمومی	۵-۱	مدیریت حمل‌ونقل عمومی
	۵-۲	حمل‌ونقل وابسته به تقاضا و اشتراکی
خدمات اضطراری و امداد	۶-۱	اعلان اضطراری مربوط به حمل‌ونقل و امنیت فردی
	۶-۲	بازیابی و استرداد وسیله نقلیه سرقت‌شده
	۶-۳	مدیریت وسیله نقلیه امدادی
	۶-۴	مواد خطرناک و اعلان در مورد حادثه
پرداخت الکترونیکی	۷-۱	معاملات الکترونیکی و مالی مربوط به حمل‌ونقل
	۷-۲	سیستم پرداخت یکپارچه
ایمنی فردی	۸-۱	امنیت سفر در حمل‌ونقل عمومی
	۸-۲	افزایش ایمنی برای کاربران آسیب‌پذیر راه
	۸-۳	افزایش ایمنی برای کاربران معلول راه
	۸-۴	فراهم‌سازی ایمنی برای عابران با استفاده از تقاطع هوشمند
پایش شرایط جوی و محیطی	۹-۱	پایش وضعیت هوا
	۹-۲	پایش شرایط زیست‌محیطی
مدیریت واکنش نسبت به سانحه و هماهنگی	۱۰-۱	مدیریت داده‌های سانحه
	۱۰-۲	مدیریت واکنش به سانحه
	۱۰-۳	هماهنگی با ادارات متولی امور اضطراری و امداد
امنیت ملی	۱۱-۱	کنترل و نظارت بر وسایل نقلیه مشکوک
	۱۱-۲	نظارت بر خدمات رفاهی، ساختمان و خطوط لوله

پیوست ۱، شرح مفصل‌تری از خدمات کاربران را ارائه می‌دهد. هر یک از این خدمات مستقل از یک فناوری خاص می‌باشد به‌گونه‌ای که می‌توان آن را با بیش از یک فناوری فراهم کرد و البته این خدمات کاملاً از یکدیگر مستقل نیستند؛ برای مثال، سامانه‌های پرداخت یکپارچه، به عنوان خدمتی برای کاربر، به مدیریت تقاضای خدمت کاربر مربوط است. مثلاً مفاهیم امنیت و ایمنی در مدیریت حادثه و خدمات پرداخت از قبل برای وسایل نقلیه تجاری نیز مطرح است.

در این بخش برای سهولت بحث در مورد خدمات کاربر آنها را به هفت گروه اصلی بر حسب ترتیب حروف الفبا، آن‌گونه که در روزهای اولیه ITS انجام می‌شد، تقسیم کرده‌اند:

- سامانه‌های پیشرفته مدیریت ترافیک ـ ATMS
- سامانه‌های پیشرفته اطلاعات مسافر ـ ATIS
- سامانه‌های کنترل پیشرفته وسیله نقلیه ـ AVCS
- عملکرد وسایل نقلیه تجاری ـ CVO
- سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل عمومی ـ APTS
- سامانه‌های پرداخت الکترونیکی ـ EPS که شامل جمع‌آوری عوارض الکترونیکی در شمال آمریکا (ETC)، جمع‌آوری الکترونیکی ورودیه (EFC) در اروپا و جمع‌آوری خودکار ورودیه (AFG) می‌باشد.
- سامانه‌های ایمنی و امنیتی ـ SSS

با چنین مجموعه عظیمی از خدمات در دسترس کاربران ITS، تصمیم‌گیرندگان امور حمل‌ونقل، آزادی بیشتری برای توسعه استراتژی‌های مناسب و انتخاب راهکارهایی برای حل مشکلات دارند؛ اما لازمه اجرای مؤثر ITS، تعهد و اتخاذ تدابیر روشن و شناسایی و ارائه اطلاعات لازم به متخصصین صلاحیت‌دار در زمینه ITS است.

طی ده تا پانزده سال گذشته، صدها آزمایش عملی ITS در اروپا، آمریکا و در منطقه پاسیفیک/ آسیا اجرا شده است. بسیاری از این نمونه‌ها به عنوان پروژه‌های نمونه در پیوست ۲ نشان داده شده است؛ همچنین تنوع جغرافیایی طرح‌ها در پیوست ۳ برای ۳۳ کشور همراه با شرح فعالیت هر یک ذکر شده است.

۱-۵- سامانه‌های پیشرفته مدیریت ترافیک[1]

ATMS برای تأمین حداکثر ایمنی و استفاده مؤثر از ظرفیت شبکه راههای شهری و بین‌شهری طراحی شده است. کاربردهای مربوطه عبارتند از:

- کنترل ترافیک شهری؛
- هماهنگی چراغ‌های ترافیکی برای به حداقل رساندن تأخیرها و کنترل صفوف ترافیکی؛
- مدیریت ترافیک برای حوادث ویژه؛
- مدیریت ترافیک در کریدورهای طولانی (شامل کریدورهای بین مرزی)؛
- مدیریت تقاضا و جریان وسایل نقلیه؛
- راهنمای مسیر جایگزین؛

1- Advanced Traffic Management Systems (ATMS)

- ❖ تشخیص حادثه و واکنش (یعنی واکنش نسبت به تصادفات و از کار افتادگی وسایل نقلیه)؛
- ❖ اعمال قانون؛
- ❖ سامانه‌های هشداردهنده جوی.

برای ارائه این سیستم‌ها، مراجع ملی، منطقه ای و شهری در مراکز مدیریت ترافیک مدرن و مجهز به کامپیوتر (TMCS) و مراکز کنترل ترافیک (TCCS) سرمایه‌گذاری می‌کنند. این مراکز منابع مهمی از داده‌ها را تولید می‌کنند و آنها را برای آگاه‌سازی و توصیه به رانندگان از طریق مراکز اطلاعاتی ترافیک (TICS) و خدمات با ارزش افزوده – آن‌گونه که در مورد مرکز مدیریت حمل‌ونقل برلین شرح داده شده است (پروژه نمونه ۱۳)– مورد پردازش قرار می‌دهند.

۱-۵-۱- کنترل ترافیک شهری[1] (UTC)

سامانه‌های UTC برای کاستن از ازدحام و تصادف معرفی گردیده‌اند؛ برای مثال SCOOT و SCATS که جزو اولین کاربردهای ITS هستند. کنترل کامپیوتری ترافیک شهری در سراسر دنیا به شکل یک امر معمول درآمده و دامنه آن از کنترل‌کننده‌های انفرادی برای تقاطع‌ها تا سامانه‌های یکپارچه پوشش‌دهنده کل شبکه‌های شهری گسترش یافته است و همگی آنها بر کنترل ترافیک و تشخیص وسیله نقلیه برای تنظیم مدت زمان فاز چراغ سبز و فواصل زمانی بین دوره‌های چراغ‌ها در تقاطع‌های مجاور جهت واکنش به‌هنگام نسبت به تغییرات در جریان ترافیک، تکیه دارند.

سامانه‌های کنترل ترافیک شهری(UTC) دارای چهار مشخصه است:

- ❖ جمع‌آوری خودکار داده ها در مورد سرعت و حجم ترافیک، با استفاده از وسایلی مانند حسگرهای جاده‌ای، دوربین‌های نظارتی CCTV، تشخیص خودکار پلاک (ANPR) و داده‌های وسایل نقلیه شناور (FVD)؛
- ❖ کنترل چراغ‌های ترافیکی بر مبنای این داده‌ها؛
- ❖ تهیه داده‌ها برای خدمات اطلاعاتی سفر، یعنی VMS و بنگاه‌های نشر اخبار محلی؛
- ❖ هشدار خودکار حادثه برای سازمان‌های ذیربط مانند پلیس، ادارات مربوطه.

1- Urban Traffic Control (UTC)

المپیک ۲۰۰۰ سیدنی

متولیان راهها و ترافیک (RTA) ایالت نیوساوت ولز در استرالیا، نمونه پیشرفته‌ای از SCATS را به کار گرفته‌اند. سامانه SCATS6 بر مبنای یک معماری گسترده کامپیوترها، تحلیل داده‌های به‌هنگام ترافیکی - به‌دست‌آمده از شناسگرهای وسیله نقلیه - زمان‌بندی مناسب چراغ راهنمایی برای اوضاع جاری ترافیک به‌دست می‌دهد. پرسنل اداره ترافیک برای کنترل ترافیک با استفاده از مجموعه‌ای از علائم گرافیکی رنگی در کامپیوتر- که با چهار سطح از سیستم ترافیک مطابقت داشت- به کنترل ترافیک می‌پردازند. چهار سطح سیستم ترافیک به شرح زیر است:

- کل منطقه، نشان‌دهنده محدوده‌های منطقه‌ای و شرایط در شش زیرسیستم پر ازدحام.
- مناطق منتخب محلی، با نشان دادن جریان‌های ترافیک دسته‌بندی شده از تراکم سبک تا بسیار سنگین
- زیر سیستم‌های منتخب، نشان‌دهنده جریان‌های ترافیک و تراکم که توسط شناسگرهای ترافیکی نصب شده در محل‌های استراتژیک کنترل می‌شود.
- نمایش تقاطع‌ها با نشان دادن خیابان‌بندی‌ها و زمان‌بندی هر یک.

■ اطلاعات بیشتر: www.rta.nsw.gov.au . همچنین رجوع شود به نمونه موردی المپیک سیدنی

امروزه سامانه‌های UTC سهم بیشتری در کاهش آلودگی، صرفه‌جویی در انرژی و حفاظت محیط زیست دارند. این سامانه‌ها همچنین می‌توانند تقدم به‌هنگام چراغ‌های راهنمایی را برای حمل‌ونقل عمومی فراهم سازند (بخش ۲-۹-۱ را مشاهده کنید).

در پیچیده‌ترین سطح، سامانه‌های ATMS می‌توانند مشکلات بغرنج ترافیکی - مشابه آنچه در دوران بازی‌های المپیک و وقایع مشابه دیگر به وقوع می‌پیوندد - را برطرف سازند. مثال‌هایی در این مورد؛ شامل سیستم مدیریت ترافیک جامع (UTMS) می‌شود که در بازی‌های المپیک زمستانی سال ۱۹۹۸ در ناگانو (ژاپن) و سیستم SCATS6 که برای بازی‌های المپیک ۲۰۰۰ سیدنی (استرالیا) معرفی شدند.

مسیر جایگزین در CENTRICO

کمیسیون اروپایی، برنامه CENTRICO را برای بهبود مدیریت ترافیک و اطلاعات بر روی ۷۵۰۰۰ کیلومتر شبکه جاده‌های عبوری اروپایی (TERN) تأسیس نموده است. منطقه CENTRICO (بلژیک، شمال فرانسه، غرب آلمان، لوکزامبورگ، هلند و جنوب شرقی انگلستان) دارای حجم ترافیکی بالایی است. برای کمک به کاربران جهت اجتناب از تراکم و حوادث، کریدورهای انحرافی برون‌مرزی بین کلن (آلمان) و آیندهوون (هلند) و بین آنتورپ (فلاندرز) و رتردام (هلند) فعال هستند. تابلوهای پیام متغیر (VMS) در نقاط تصمیم‌گیری (برای انتخاب مسیر) یک فلش مسیرنمای چرخان را نشان می‌دهند.

■ اطلاعات بیشتر: www.Centrico.Ten-T.com . رجوع شود به مطالعه موردی شماره ۱۷.

اثرات استفاده از UTC ژاپنی

کاهش ازدحام: سیستم ژاپنی UTC بطور اساسی، وظیفه کاهش ازدحام ترافیکی را به وسیله مرتبط ساختن کنترل‌کننده‌های چراغ‌های راهنمایی بر اساس شرایط لحظه‌ای ترافیک و دادن اطلاعات ترافیکی به رانندگان از طریق پیام‌های ترافیکی و نمایشگرهای زمان سفر، انجام می‌دهد.

کاهش آلودگی: چون از تعداد اتومبیل‌های متوقف شده در ازدحام می‌کاهد در نتیجه از دود و سروصدا و آلودگی محیط زیست نیز کاسته می‌شود.

کاهش تصادفات: تصادفات ناشی از خستگی رانندگان، به دلیل رانندگی در ترافیک پر ازدحام کاسته می‌شود و اطلاعات معتبری را در مورد اوضاع ترافیک و زمان سفر به مقاصد مشخص از طریق تابلوهای پیام متغیر ارائه می‌دهد.

صرفه‌جویی در سوخت: با روان ساختن جریان ترافیک و کاهش زمان سفر به مقصدهای مختلف، مصرف سوخت نیز کاهش می‌یابد.

■ اطلاعات بیشتر: www.mlit.gol.jp

۱-۵-۲- کریدور آزادراهی و مدیریت بزرگراه

سامانه‌های پیشرفته مدیریت می‌توانند به نحو پویایی شرایط جاده و اوضاع جوی، جریان‌های ترافیکی، سرعت و تأثیرات حوادث را تحت کنترل داشته باشند. آنها از اطلاعات به‌دست آمده (که ممکن است متشکل از پیش‌بینی‌هایی مبنی بر سوابق داده‌ها باشد) برای موارد زیر استفاده می‌کنند:

- ❖ قادر ساختن متولیان راه در بکارگیری ابزارهایی مانند پیام‌های توصیه‌ای و هشداردهنده (اغلب به صورت خودکار مثلاً از طریق VMS)، محدودیت سرعت متغیر، کنترل دسترسی ورود به اتوبان، کنترل خط عبور و کنترل مسیرهای تخلیه اضطراری؛
- ❖ آگاه‌سازی مسافران به صورت خودکار از شرایط خطرناک، فاصله (و زمان سفر) تا تقاطع‌های مهم، مسیرهای جایگزین و محدودیت‌های سرعت متغیر.

مسیرهای جایگزین به صورت بین مرزی در منطقه طرح CENTRICO فعال است. کنترل دسترسی ورودی اتوبان سبب می‌شود تا چراغ‌های راهنمایی بزرگراهها بتوانند به‌طور خودکار با عکس‌العمل در برابر ترافیک سنگین – که در پیش روست – مقدار ترافیک عبوری را کنترل نمایند و در نتیجه چگالی ترافیک را کمتر از حد اشباع نگاه دارند.

محدودیت‌های سرعت متغیر به‌طور موفقیت‌آمیزی در ملبورن (استرالیا) و لندن (خط کمربندی M25 بریتانیا) معرفی شده‌اند. تشخیص ترافیک سنگین به‌طور خودکار، محدودیت‌های موقتی سرعت را تولید می‌کند که بر روی تابلوهای بالاسری در اتوبان‌ها به نمایش در می‌آید و موجب کاهش سرعت وسیله نقلیه به نحو کنترل‌شده‌ای گشته و به شکل مؤثری بر ظرفیت راه می‌افزاید.

کنترل دسترسی در بارسلونا، اسپانیا

در بارسلونا روش‌های متعدد مدیریت تقاضا به منظور کاهش حجم ترافیک در مناطق حساس زیست‌محیطی در مرکز شهر اجرا شده است. مناطق محدودیت دسترسی توسط شبکه‌ای از دروازه‌های کنترلی که به وسیله راه‌بندهای جمع‌شدنی اجرا می‌شوند، کنترل می‌گردند؛ روشهایی که عبور از آن تنها با استفاده از وسایل نقلیه مجاز که مجهز به کارت هوشمند و یا دستگاه خودکار مخابراتی (transponder) نصب‌شده درون وسیله نقلیه می‌باشد، امکان‌پذیر است. در عین حال این سیستم برای کاربران مهم جاده؛ یعنی ساکنین، عابران و وسایل نقلیه که باید کالایی را تحویل دهند، حق تقدم قائل می‌شود. طرح اولیه La Ribera Zone در سال ۱۹۹۵ معرفی شد و امروزه در چهار منطقه دیگر نیز گسترش یافته است. بررسی‌های به عمل آمده در منطقه La Ribera نشان می‌دهد که ترافیک ورودی به منطقه، تا ۷۸ درصد کاهش و زمان سفر در آن منطقه تا ۱۸ درصد نیز کاسته شده است. میزان پذیرش ساکنین از این طرح بسیار بالا بوده (بیش از ۷۰ درصد) و تأثیر آن بر اقتصاد محلی بطور قطع مثبت می‌باشد. به هرحال، شواهد، حاکی از تغییر کاربری مشاغل حاضر در منطقه برای افرادی که وابستگی کمتری به استفاده از خودرو دارند، است.

۱-۵-۳- مدیریت تقاضا

یک روش برای کاستن از ازدحام، مدیریت تقاضای ترافیک است. به نظر می‌رسد که این روش به فناوری‌های ساده کنترل دسترسی یا طبقه‌بندی وسایل نقلیه (به‌طور مثال از طریق پلاک آنها) برای محدودیت ورود به مناطق مشخص مانند مراکز سنتی شهرها، مربوط می‌گردد.

اقدامات شدیدتر شامل پرداخت هزینه برای استفاده از جاده طی ساعات پر ازدحام، یا ابداع خطوط ویژه وسایل نقلیه پر سرنشین (HOV) است. مهم‌ترین طرح‌های دریافت هزینه جهت ازدحام ترافیک در سنگاپور (با استفاده از EFC) و لندن (بریتانیا، پرداخت معمولی و اجرای قانون به وسیله دوربین «هوشمند») معرفی شده است. استفاده از EFC در پرداخت هزینه تراکم و هزینه عبور از جاده در بخش (۱-۱۰-۱) در ادامه آمده است.

خطوط HOV در بسیاری از مناطق آمریکا، در اواخر دهه ۹۰ برای وسایل نقلیه‌ای که حداقل دو نفر سرنشین دارند معرفی گردید تا مردم تشویق به استفاده مشترک از خودرو شده و در نتیجه، تراکم کاهش یابد. به هرحال، تردید در خصوص تأثیر آن، منجر به تدابیری جهت استفاده از خطوط HOT [1] (وسایل نقلیه پرسرنشین یا عوارض) شد که وسایل نقلیه تک‌سرنشین می‌توانند از آن خطوط با پرداخت عوارض استفاده کنند.

۱-۵-۴- اعمال قانون

اعمال و کنترل مقررات ترافیک به گروه وسیع‌تری از خدمات اطلاع‌رسانی پیشرفته مسافر (ATMS) مربوط می‌شود؛ اما اجرای مؤثر قانون برای بسیاری از خدمات ITS موضوع مشترکی است؛ برای مثال اجرای آن برای کاستن از تصادفات، تشویق مردم برای پذیرش پرداخت هزینه عبور از جاده‌ها و افزایش پیروی مردم از قوانین ترافیکی بسیار اهمیت دارد. این عوامل برای استفاده از فناوری‌های جدید جهت مقابله موفقیت‌آمیز با مشکلات و چالش‌ها اهمیت بسیاری قائل می‌شود.

1- High Occupancy or Toll

عوارض ورودی به مناطق پر ازدحام لندن، بریتانیا

طرح پرداخت عوارض در مناطق پر ازدحام لندن، در نوع خود بزرگترین طرح در دنیاست. این طرح به صورت پرداخت از قبل (یا روزانه) در مراکز مخصوص فروش، از طریق تلفن و یا اینترنت به صورت خودکار انجام می‌گیرد. هنگامی که وسیله نقلیه‌ای به منطقه موردنظر وارد می‌شود، با استفاده از یک دوربین تک‌رنگ با قدرت عکسبرداری بالا – از محدوده‌ای باریک که بر پلاک خودرو متمرکز است – عکسبرداری می‌شود، در حالی که یک دوربین رنگی نیز میدان وسیع‌تری را تحت پوشش قرار داده و موقعیت خودرو بر روی جاده را مشخص می‌کند و در صورت لزوم از آن هم استفاده می‌شود. دوربین‌های ثابت و سیار به صورت پشتیبانی در سراسر منطقه فعال هستند.

تصاویر گرفته شده از طریق فیبرنوری به مرکز کنترل ارسال می‌شود، در آنجا پلاک ثبتی با لیست پلاک‌هایی که هزینه عبور را پرداخت کرده‌اند، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. اگر شماره پلاک جزء پلاک‌های پرداخت‌کننده نباشد، برگ جریمه ارسال می‌گردد. وسایل نقلیه ردیاب در طول منطقه در حرکت بوده و زمان سفر را برای سیستم تخمین زمان سفر، به‌دست می‌آورند. این طرح را می‌توان با استفاده از سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای مبتنی بر EFC نیز اجرا نمود (بخش ۱۰–۱ زیر را مشاهده کنید).

■ اطلاعات بیشتر: (مطالعه موردی شماره ۳۱) www.cclondon.com

بیش از بیست سال است که اجرای خودکار قانون، برای تخلفاتی نظیر عبور از چراغ قرمز و عدم رعایت محدودیت سرعت به کار گرفته شده است. در ایالات متحده آمریکا، تقاطع‌های دارای سیستم اجرای قانون تخلف چراغ قرمز، شاهد کاهش بیش از ۵۰ درصد این نوع از تخلفات و کاهش ۷۰ درصد در تصادفات بوده‌اند.

شکل ۱–۳– دوربین کنترل سرعت گتسو

به هرحال، افزایش استفاده از تصاویر ویدئویی دیجیتال و فناوری پردازش تصویر و همچنین شناسایی الکترونیکی وسایل نقلیه، زمینه را برای گسترش کاربرد ITS در طیف وسیع‌تری از تخلفات و مؤثرتر نمودن روند اجرای قوانین، مهیا کرده است. فناوری‌های اجرای خودکار قوانین برای نمونه‌های جدیدی از تخلفات به کار می‌رود؛ مانند فاصله بین دو وسیله، راندن در یک خط عبور، هزینه ورود به مناطق پر ازدحام و پرداخت عوارض. فصل دوم به شرح مفصل‌تری از این فناوری‌ها می‌پردازد.

۱–۶– سامانه‌های پیشرفته اطلاعات مسافر

در این راهنما، ATIS به عنوان پوشش دهنده اطلاعاتی سفرهای زمینی تجاری و خصوصی توسط شیوه‌های مختلف حمل‌ونقلی معرفی شده است. اطلاعات حمل‌ونقل عمومی، در بخش(۱–۹–۱) مورد توجه قرار خواهد گرفت. مشخص نبودن زمان سفر و زمان ورود، مشکل بزرگی برای مسافران راهها و شرکت‌های تحویل‌دهنده کالاست. مسافرین «هوشمند» و مدیران ناوگان، برای اتخاذ تصمیم‌های آگاهانه به اطلاعات بسیار معتبر نیاز دارند. سال‌هاست که متولیان حمل‌ونقل ملی، منطقه‌ای و متولیان شهرداری، این جریانات را کنترل کرده و داده‌هایی را در مدیریت ترافیک به روش خود جمع‌آوری کرده‌اند، اما همین اواخر متوجه ارزش به اشتراک‌گذاری این اطلاعات با متولیان حمل‌ونقل عمومی شده‌اند.

سامانه‌های اطلاعات مسافر (TIS)، به منظور ارائه اطلاعات دقیق از اوضاع ترافیکی طراحی شده است تا مسافران و مدیران ناوگان بتوانند زمان، مسیر و شیوه سفر و کالارسانی را بر اساس آن تنظیم نمایند. رانندگان می‌توانند پس از آگاهی از اوضاع ترافیک، جهت دوری از تصادف، ازدحام یا شرایط جوی نامطلوب، بر مبنای سابقه پیشین و یا داده‌های به‌هنگام جاری، مسیر خود را تغییر دهند. TIS نیز می‌تواند با ارائه اطلاعات درست همچون بخش نیازمندی‌های دفتر تلفن (Yellow Pages) عمل نماید.

ATIS می‌تواند سفر از طریق شیوه‌های دیگر و حمل‌ونقل ترکیبی را ارتقا دهد، برای مثال تشویق رانندگان به پارک کردن ماشین و ادامه مسیر توسط وسایل نقلیه عمومی (به‌طور نمونه به علت در پیش رو بودن ازدحام یا آلودگی زیاد هوا). سامانه‌های اطلاعات پارکینگ نیز با آگاه‌سازی رانندگان از فضاهای پارکینگ در دسترس، سهم به‌سزایی در کاهش ازدحام و آلودگی هوا دارند.

کاربردهای ATIS دو پیش‌نیاز کلی دارند:

- ❖ جزئیات اطلاعات بهره‌برداری، که اغلب توسط ATMS تولید می‌شود؛
- ❖ ابزارهای انتقال این اطلاعات به مسافران.

در عین حال که ATMS به‌طور کلی مسئولیتی مربوط به بخش دولتی است، ATIS اغلب به صورت شراکت بین بخش‌های خصوصی و دولتی گسترش می‌یابد. در حقیقت داده‌های ATIS به منزله دریچه‌ای به روی نسل جدیدی از خدمات مسافر با ارزش افزوده و خدمات ارزشمند تجاری است که از طریق خدمات بخش خصوصی، فراهم گشته‌اند.

۱-۶-۱- ATIS درون‌خودرویی

ساده‌ترین انواع ATIS در ارتباط با گزارش‌های ترافیکی است که از طریق رادیوی ترافیک و اطلاع‌رسانی شبکه‌های عمومی رادیو در مورد ازدحام و حوادث و شبکه‌های رادیویی پیام‌های ترافیکی (HAR) و رادیوهای محلی در مورد محل‌های شناخته شده ازدحام ترافیکی، مخابره می‌شوند.

پیشرفت‌های اخیر عبارت است از سیستم RDS/TMC در اروپا، که ترکیبی از کانال پیام ترافیک (TMC) در یک سیستم رادیویی داده‌ها (RDS) است که روی موج FM رادیو قابل دسترسی است؛ برای بهبود بیشتر در این سیستم، شرکت‌های اروپایی مانند iTIS و Traffic master (بریتانیا) و Media mobile (فرانسه)[1]، خدمات اطلاعاتی زمان سفر و نظارت بر ازدحام ترافیکی را که به‌دستگاههای درون وسیله نقلیه ارسال می‌شود، توسعه داده‌اند.

یکی از پیشرفته‌ترین سیستم‌ها، سیستم مخابراتی و اطلاعاتی وسیله نقلیه ژاپن است. امروزه بسیاری از کشورها در مراکز کنترل ترافیک و اطلاعات ترافیک - که مرکز و قلب ITS است - سرمایه‌گذاری می‌کنند.

۱- برای اطلاعات بیشتر، به مطالعه موردی شماره ۳۰ و ۲۷ و ۹ مراجعه شود.

VICS [1](سیستم اطلاعاتی و مخابراتی وسیله نقلیه)

سیستم VICS ژاپن مربوط به اطلاعات ترافیکی درون وسیله نقلیه است که از سال ۱۹۹۶ فعال است. داده‌ها از اداره مرکزی پلیس و متولیان راه وارد مرکز اطلاعات ترافیک جاده‌ای ژاپن می‌شود و به وسیله خطوط دیجیتالی با سرعت بالا به مرکز VICS ارسال می‌گردد. از این مرکز، اطلاعات پردازش شده و به مراکز رسانه‌ای و ایستگاه‌های خبری باند FM انتقال می‌یابند که آنها را به نوبت به‌دستگاه‌های درون وسیله نقلیه (IVU) از طریق رادیو موج کوتاه برای بزرگراهها و فرستنده‌های مادون قرمز برای راههای اصلی و انتشار موج FM از ایستگاه‌های محلی، برای پوشش گسترده یک منطقه وسیع، ارسال می‌دارند. رانندگان می‌توانند این اطلاعات را به‌طور رایگان به صورت متن نمایشی، نمایش گرافیکی، یا نمایش آن بر روی نقشه دریافت دارند.

■ اطلاعات بیشتر: مطالعه موردی ۱۴، www.vics.or.jp.

۱-۶-۲- زیرساخت‌های مبنای ATIS

تابلوهای پیام متغیر (VMS)، می‌توانند به صورت خودکار هشدارهایی در مورد وضعیت ترافیک، راهها و وقوع حوادث در نزدیکی خود را نمایش دهند و موجب افزایش امنیت شبکه جاده‌ای گشته و به رانندگان فرصت اجتناب از مواجهه با مشکلات و یا حداقل، کم کردن سرعت را بدهند. یافتن خودکار حوادث و صفوف ترافیکی به همراه تنظیم خودکار VMS، موجب کاهش زیاد تصادفات ثانویه در بزرگراههای مجهز به این سامانه گشته است. همچنین VMS می‌تواند اطلاعاتی را که از مدل‌های پیش‌بینی در مراکز کنترل ترافیک (TCCS) دریافت کرده، نمایش دهد.

باجه‌های اطلاعاتی الکترونیکی که در محل ارائه خدمات عمومی یا تقاطع‌ها قرار گرفته‌اند، از دیگر رسانه‌های زیرساختی به حساب می‌آیند.

مرکز کنترل ترافیک ملی بریتانیا

پروژه TCC، مشارکت خصوصی ـ دولتی بین اداره راه که اداره‌کننده آزادراه‌ها و شبکه راههای اصلی در انگلستان می‌باشد و گروه خصوصی Serco، در حال توسعه می‌باشد. این طرح که قرار است برای اولین بار در بریتانیا پیاده‌سازی شده است، در سال ۲۰۰۴ به بهره‌برداری رسید و آخرین اطلاعات جاده‌های استراتژیک را ارائه خواهد داد. این اطلاعات توسط کانال جامع اطلاعات ترافیک (TIH)[2] و از طریق اینترنت ارائه خواهد شد که مبادله باز اطلاعات را فراهم نموده و بازاری برای داده‌های حمل‌ونقل ایجاد می‌کند. تأمین‌کنندگان خدمات با ارزش افزوده (VASPs)[3] این اطلاعات را پردازش می‌کنند تا برای کاربران قابل دسترس‌تر باشد و همچنین خدمات بیشتری مانند برنامه‌ریزی مسیر از طریق کانال‌هایی مانند اینترنت، تلفن همراه و پخش صوتی دیجیتال (DAB) به آن اضافه شود.

■ اطلاعات بیشتر: www.highways.gov.uk

1- Vehicle Information and Communication System
2- Travel Information Highway
3- Value-added service providers

۵۱۱- «نمای ITS در ایالات متحده آمریکا»

شماره تلفن آسان و به یاد ماندنی ۵۱۱ ـ مانند ۹۱۱ برای فوریت‌های پلیسی و ۴۱۱ برای راهنمایی اطلاعات طبقه‌بندی شده ـ به عنوان تنها شماره در سطح ملی برای رانندگان است که از طریق آن می‌توانند به گزارش‌های جاری راهها، ترافیک و اوضاع جوی و مسیرها و یا شیوه‌های جایگزین سفر دست یابند. توسط کمیسیون مخابرات فدرال، قوانین محلی و شرکت‌های مخابراتی، شماره ۵۱۱ برای تمام ایالات آمریکا در دسترس است تا آنها بتوانند سیستم‌های جدید را اجرا کرده و یا هر سیصد سیستم موجود محلی را به یک نمونه مشترک تجاری تبدیل نمایند. تا اواسط سال ۲۰۰۳، شماره ۵۱۱ در هفده ایالت با تحت پوشش قرار دادن ۴۵ میلیون نفر فعال گردید. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۰۵ بیشتر ایالت‌ها و مناطق بزرگ شهری از این خدمات بهره‌مند گردند.

■ اطلاعات بیشتر: نمونه موردی شماره ۳۷

۱-۶-۳- اطلاعات مسافر، مستقل از محل

اطلاعات ترافیکی مشابه با آنچه که به وسایل نقلیه داده می‌شود را می‌توان به وسایل ارتباطی متحرک، مانند تلفن‌های همراه و کامپیوترهای جیبی (PDA) نیز مخابره کرد (تصویر ۱-۵). به نقشه‌های ازدحام ترافیک و فیلم‌های ویدئویی مربوط به ترافیک، از طریق اینترنت در خانه یا محل کار می‌توان دسترسی یافت. از متداول‌ترین وسایل ارتباطی یعنی تلفن، بهترین بهره‌برداری انجام گرفته است؛ مانند Traffic Wales در بریتانیا و شماره ۵۱۱ در آمریکا (مطالعه موردی ۳۷ و ۲۹).

۱-۶-۴- راهنمای مسیر و ناوبری

ازدحام ترافیک به‌طور فزاینده‌ای یافتن مسیر در مناطق ناشناس را برای کاربرانی که از نقشه‌های سنتی در راه استفاده می‌کنند، دشوار می‌سازد. سامانه ناوبری «SatNav» و سامانه‌های راهنمای مسیر با استفاده از ماهواره و نقشه‌های دیجیتالی بر روی لوح فشرده (یا DVD) ذخیره شده‌اند تا راه‌حل هوشمندانه‌ای را فراهم سازند. در عین حال اطلاعات مشروح‌تر توسط تأمین‌کنندگان نقشه‌های اصلی دیجیتالی به وجود آمده‌است، مانند تحت پوشش قرار دادن جاده‌های خاکی و آسفالته، تحرکات حمل‌ونقلی عمومی در ارتباط با برقراری خطوط اتوبوسرانی، راهنمای مسیر اتوبوس‌ها و شبکه‌های تراموا. جزئیات بیشتر شامل پلاک منازل، کدهای پستی، پل‌های کوتاه، مکان‌های جالب و همین اواخر محدودیت‌های سرعت نیز می‌شود.

شکل ۱-۴- تلفن شبکه‌ای با صفحه لمسی

راهنمای سفر بلاپونت

کامپیوتر جیبی، راهنمای مسیر آندرومدا

راهنمای مسیر توسط کامپیوتر جیبی، کامپک

راهنمای مسیر سای/نو

واحد موبایل GPS برای راهنمایی مسیر، دلفی

نقشه ترافیکی بهنگام اینترنتی

شکل ۱-۵- ادواتی برای نمایش اطلاعات ترافیک و سفر

سامانه‌های پیشرفته برای اجتناب از ازدحام، از طریق محاسبه شرایط به‌هنگام ترافیک و استفاده از پخش دیجیتال رادیویی ترکیب کدهای اطلاعات ترافیک RDS/TMC (در اروپا)، راهنمای پویای مسیر را فراهم می‌سازند. ارتباطات دوطرفه توسط یک کامپیوتر مرکزی انجام می‌شود و استفاده از تلفن همراه نیز امکان‌پذیر است. سیستم‌ها اجازه می‌دهند تا

رانندگان مقصد خود را وارد کنند، سپس بهترین مسیر را محاسبه کرده و راهنمایی لازم را از طریق صفحات نمایشی یا یک ابزار صوتی به اطلاع راننده می‌رسانند. روش دیگر آن است که صفحه نمایشگر شرایط جاری ترافیک را نشان می‌دهد و انتخاب مسیر را بر عهده راننده می‌گذارد.

۱-۷- سامانه‌های پیشرفته کنترل وسیله نقلیه[1]

AVCS، سامانه‌های هوشمند وسیله نقلیه (IV) و سامانه‌های هوشمند موسوم به وسیله نقلیه ـ راه (IVHS)[2] یا سامانه‌های تعاملی راه ـ وسیله نقلیه (CVHS)[3] را تحت پوشش قرار می‌دهد. تمامی این سامانه‌ها برای کمک یا اصلاح رانندگی یا محیط رانندگی و نیز تحت تأثیر قرار دادن اقدامات رانندگان طراحی شده است. AVCS می‌تواند به‌طور فعالانه در رانندگی به رانندگان کمک کند و آنها را از موقعیت‌های مخاطره‌آمیز ناگهانی و یا مانورهای عمدی یا غیرعمدی، آگاه سازد و یا به‌طور فیزیکی مانع از ادامه رانندگی خطرناک شود. توسعه فناوری‌های AVCS توسط مراجع زیر انجام می‌گیرد:

- ❖ دولت در سطح ملی، که مایل به افزایش امنیت راهها، ظرفیت آنها و اجرای سیستم است؛
- ❖ تأمین‌کنندگان تجهیزات و وسایل نقلیه موتوری که برای محصولات و سامانه‌های جدید در پی بازار بوده و به ابزارهایی متوسل می‌شوند که رانندگی راحت‌تر و ایمن‌تری را فراهم می‌سازد.

این دو متولی در میزان مداخله فناوری در کنترل فعال کار رانندگی با یکدیگر اختلاف دارند.

در اروپا، طرح "eSafety" ابتکار مشترک صنعت ـ دولت با هدف کاستن از تعداد تصادفات با استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی (ICT) است.

فناوری‌هایی که هم‌اکنون در دسترس است عبارتند از: کنترل اصطکاک؛ سامانه‌های ترمز ضد قفل (ABS) که راه را برای برنامه‌های پایداری الکترونیکی (ESP)[4] جهت بهبود اصطکاک سطحی هموار ساخته است و سیستم تطابق با سرعت حرکت در راه (ACC)[5] که اخیراً در وسایل نقلیه جدید و پیشرفته دیده می‌شود. سیستم ACC (بهین‌رو) از حسگرهای راداری برای کنترل رعایت فاصله طولی بین وسایل نقلیه استفاده کرده و چشم‌انداز آتی سامانه AVCS، قرار گرفتن بدون خطر و ایمن وسایل نقلیه بر روی جاده‌هاست. این سامانه در مورد تغییرات ناگهانی خط عبوری و خطر تصادفات جانبی و طولی با موانعی مانند سایر وسایل نقلیه و یا عابران هشدار می‌دهد و یا در اجتناب از آنها به راننده کمک می‌کند و به‌طور خودکار از تجهیزاتی مانند کیسه هوا جهت پیشگیری از صدمات ناشی از تصادف استفاده نموده و در نتیجه از شدت هر برخوردی می‌کاهد و در همان حال، اعلان خطرهای اضطراری خودکار را به کار می‌اندازد.

سرعت نامناسب، دلیل عمده تصادفات است. سامانه انطباق هوشمند سرعت (ISA) – که در مطالعه موردی شماره ۳ به آن اشاره شده است – در آزمایش‌های به عمل آمده در فرانسه، هلند، سوئد و بریتانیا هم در زمینه سامانه‌های مداخله‌کننده و هم سامانه‌های توصیه‌ای توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. اکنون تمرکز کمیسیون اروپایی (EC) بر

1- Advanced Vehicle Control Systems (AVCS)
2- Inteligent Vehicle-Highway System
3- Cooperative Vehicle-Highway System
4- Electronic Stability Program
5- Adaptive Cruise Control

روی مسایل سیاست‌گذاری است تا راه را برای مقررات احتمالی هموار سازد. دیگر فناوری‌های AVCS که در حال توسعه‌اند عبارتند از:

- سامانه‌های هشدار و پیشگیری از تصادف؛
- سامانه‌های هشدار و پیشگیری از واژگون شدن کامیون؛
- سامانه‌های پیشگیری از تصادف اتوبوس؛
- شناسایی وسیله نقلیه از دور؛
- شناسگرهای خواب‌آلودگی راننده، برای کاهش تصادفات ناشی از خستگی با دادن هشدارهای صوتی و لمسی؛
- سامانه‌های دید در شب و شرایط بد جوی، که تصاویر جاده مقابل را با کیفیت بهتر و با اندازه طبیعی روی شیشه جلوی اتومبیل قرار می‌دهد؛
- اجتناب از تصادف در تقاطع، که در حال حاضر در آمریکا در حال آزمایش است و رانندگان را از نزدیک شدن به وسایل نقلیه‌ای که هنوز قابل رویت نمی‌باشند، آگاه می‌سازد؛
- اعزام وسایل نقلیه تجاری به صورت ناوگان جمعی.

یکی از ویژگی‌های مهم سامانه‌های کنترل پیشرفته خودرو، قابلیت بهره‌برداری دو مرحله‌ای آن است؛ یعنی ابتدا به راننده هشدار می‌دهد و سپس اگر راننده واکنشی نشان ندهد، مداخله می‌کند. مداخله با ظهور کنترل الکترونیک (drive-by-wire) به جای کنترل‌های هیدرولیک وسیله نقلیه، عملی است؛ برای مثال، اگر راننده هشدار در مورد تغییر خط ناگهانی را جدی نگیرد و یا سرعت غیرمجاز داشته باشد، سامانه الکترونیکی AVCS به‌طور مستقیم دخالت کرده و فرمان را به سمت مسیر درست هدایت کرده و یا به وسیله کم کردن گاز از سرعت می‌کاهد.

حرکت گروهی ناوگان با CHAUFFEUR

انتظار می‌رود حجم جابجایی کالا در جاده‌های اروپا بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰، دو برابر شود. اگر اقدامی صورت نگیرد، شاهد طولانی‌تر شدن زمان سفر (هم برای وسایل نقلیه شخصی و هم تجاری)، هزینه‌های بالاتر و آلودگی بیشتر محیط زیست خواهیم بود. پروژه CHAUFFUR، توسط شرکت آلمانی Daimler Chrysler با توسعه اعزام ناوگان دسته‌جمعی (Platooning) که می‌تواند حجم ترافیک باری را بدون لطمه زدن بر امنیت آن افزایش دهد در جهت رفع این مشکلات توسعه یافته است. در این طرح تعداد دو کامیون یا بیشتر توسط «یدک‌کش الکترونیک» به هم متصل شده و این امکان را به وجود می‌آورد که آنها در یک ردیف نزدیک به هم حرکت کرده، در نتیجه فضای کمتری از جاده را تنها با یک راننده اشغال می‌کنند. این روش به صورت آزمایشی در مسیر Brenner در اتریش مورد آزمایش قرار گرفتند..

■ اطلاعات بیشتر: www.cordis./u/Telematics/Tap-Transport/

البته موانع عمده اجتماعی، فرهنگی و قانونی برای به واقعیت درآمدن این امکانات وجود دارد. برخی از این راهکارها در فصل هشتم شرح داده شده‌اند که نگاهی بر پیشنهادات آینده ITS است. رانندگان باید خود را برای چه مقدار کنترل آماده سازند؟ چه مقدار از ناوگان ملی باید به سامانه AVCS مجهز شود تا بهترین نتیجه حاصل شود؟ در چه مرحله‌ای این کار برای آنها اجباری می‌شود؟ اگر این سیستم موفق نشود، چه کسی مسئول خواهد بود؟ فرض بر آنکه این موانع برطرف شدند، این امکان وجود دارد تا در حال حاضر شاهد بهره‌برداری از سامانه AVCS باشیم و یا روند تکامل آن را - که دستیابی به خودکار شدن کامل جریان رانندگی است - ملاحظه کنیم؟ با استفاده از IVHS و CVHS وسیله نقلیه به بخشی از راه تبدیل خواهد شد.

۱-۷-۱- سامانه‌های ایمنی

فناوری‌های پیشرفته اطلاعاتی و ارتباطی (ICT) سهم به‌سزایی در ایمنی راهها داشته و سامانه‌های پیشرفته و مقتدر ایمنی می‌توانند شانس بیشتری را برای کاربران راه جهت اجتناب از حوادث و یا جان بدر بردن از آن فراهم می‌کنند. پیشرفت‌هایی در کنترل وسیله نقلیه با هدف ایمن‌تر کردن رانندگی و تأثیرگذاری بر رفتار راننده، در بالا شرح داده شد. تصادفات همچنین می‌توانند ناشی از وضع هوا و یا وضعیت سطح راهها باشد. هشدارهای پیشرفته در مورد وضعیت جوی قادر به انجام کارهای زیر هستند:

- ❖ اجتناب رانندگان از ورود به مناطق خطرناک؛
- ❖ واکنش متولیان راهها نسبت به بلایای طبیعی مانند یخبندان در زمستان و یا سیل، تجهیزاتی مانند برف‌روب جهت مناطقی که برف زیادی در آن باریده است، و در اولویت قرار دادن تخلیه مسیر، جهت دسترسی وسایل نقلیه اضطراری.

شکل ۱-۶- تشخیص دوچرخه

دوچرخه‌سواران و عابران نیز می‌توانند از مزایای ITS بهره‌مند گردند. عابران؛ به‌ویژه در عبور از جاده آسیب‌پذیر هستند و ITS می‌تواند زندگی را برای افراد سالمند و کودکان و افرادی که مشکل حرکتی و یا ناتوانی‌های دیگری دارند، ایمن‌تر سازد. آنها می‌توانند با استفاده از یک وسیله کوچک ارتباطی قابل حمل که علامت رمزی را به کنترل‌کننده چراغ راهنمایی ارسال می‌دارد، زمان اختصاص یافته برای عبور را طولانی‌تر کنند. این علائم توسط وسایل نقلیه‌ای که در آن منطقه می‌باشند نیز دریافت شده و راننده را از وجود عابر آسیب‌پذیر در پیش روی وسیله نقلیه آگاه کرده و حتی به‌طور خودکار می‌تواند ترمز را به کار اندازد.

۱-۸- سامانه‌های بهره‌برداری وسیله نقلیه تجاری

نیاز به مقررات از طریق دریافت جواز عبور، کنترل وزن و پرداخت عوارض برای استفاده از جاده موجب تأخیر در کار کامیون‌ها گشته و در نتیجه هزینه‌های آن را افزایش می‌دهد. پرداخت از قبل به صورت الکترونیکی، وسایل نقلیه واجد شرایط را قادر می‌سازد تا به‌طور خودکار با بازرسی‌ها و کنترل‌های ایمنی متداول مطابق شود. سامانه‌های توزین در حال حرکت (WIM) به‌طور خودکار وسایل نقلیه را جهت کنترل بار قانونی بازرسی می‌نماید. چسباندن برچسب‌های ردیابی الکترونیکی، نظارت بر بارهای مخاطره‌آمیز و غیرمعمول را امکان‌پذیر می‌سازد. افراد ذینفع تنها متولیان راه نیستند: مسئولین انتظامی نیز می‌توانند وسایل نقلیه مشکوک را مورد بررسی قرار دهند.

در اینجا بیشتر وسایل نقلیه با بار بیش از حد مجاز مد نظر هستند؛ زیرا بر سطح راه خسارت وارد کرده و خطر بروز تصادفات را نیز افزایش می‌دهند. ITS همچنین کنترل وضعیت بار از راه دور را امکان‌پذیر می‌سازد. اگر وسیله نقلیه یا بار در معرض خطر باشند، هم راننده و هم مرکز کنترل را برای اقدام مناسب می‌توان باخبر ساخت. نظارت مؤثر؛ به‌ویژه برای کانتینرها از نظر ایمنی بسیار اهمیت دارد.

شکل ۱-۷- تشخیص عابر پیاده، تکنولوژی دید دیجیتال

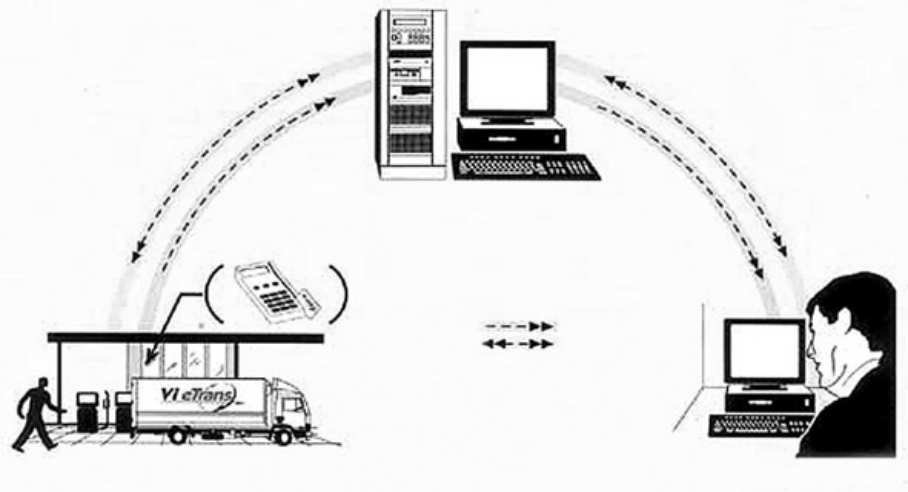
تعیین مکان خودکار وسیله نقلیه (AVL) هسته مرکزی مدیریت مدرن ناوگان است. این سامانه به گردانندگان کمک می‌کند تا ناوگان و بارها را به شکل مؤثرتری اداره کرده و در نتیجه به منافع لجستیکی و اقتصادی برسند. تمرکز و حساسیت زمانی در مورد توزیع بار رو به افزایش است، مشتریان خواستار تحویل سریع کالا جهت رفع نیاز انبارهای خود می‌باشند. با نزدیک شدن به انبارها و یا محل تحویل کالا، برای صرفه‌جویی در وقت باید جای پارک را به کامیون‌ها اختصاص داد. این روشها اهمیت سامانه‌های کنترل هوشمند و اعزام و تعیین مسیر با پردازش الکترونیکی اسناد و نیز دستیابی آسان به اطلاعات موجود در آن و کنترل مسیرهای مجاز یا درخواست شده را افزایش می‌دهد. وسیله نقلیه بر پایه ITS و ردیابی محموله باری با استفاده از فناوری‌های ITS ، می‌تواند باعث حرکت به سمت جابجایی بار کانتینری با وسایل مختلف شود که اگر از ترکیبی از شیوه‌های حمل‌ونقلی مانند جاده، راه‌آهن و راههای آبی داخلی استفاده شود، حمل بار آسان‌تر و مفیدتر صورت خواهد گرفت.

ایستگاه مجازی توزین در حال حرکت (WIM)

وسایل نقلیه‌ای که بار بیش از حد مجاز دارند و به قصد اجتناب از ایستگاه ثابت مشخص تعیین وزن که بر روی راه بین‌ایالتی I-75 در ایالت کنتاکی نصب شده است از جاده‌های فرعی استفاده می‌کنند، توسط ایستگاه مجازی تعیین وزن مورد شناسایی قرار می‌گیرند. این ایستگاه شامل سیستم توزین در حال حرکت piezo، کنترل‌کننده خط عبور و دوربین دیجیتالی با کیفیت بالاست. هنگامی که کامیون از آنجا عبور می‌کند، سیستم تصویربرداری، وزن و سرعت (با محاسبه زمان بین دو محور) و طول و طبقه‌بندی کامیون را ثبت می‌کند. پرونده به وجود آمده با قید تاریخ و ساعت، مهر می‌شود و سپس در صورت لزوم اقدام، به ایستگاه واقعی تعیین وزن ارسال می‌گردد.

۱-۹- سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل عمومی

کاربردهای APTS به منظور بهبود کیفیت و سهولت استفاده از حمل‌ونقل عمومی ایجاد شده است که شامل سامانه‌های اطلاعاتی به‌هنگام، تعیین کرایه، رزرو از قبل و برنامه‌ریزی سفر، نیاز به حمل‌ونقل پاسخگو و هم‌پیمایی (سفر اشتراکی)، زمان‌بندی خودکار برای مدیریت بهتر ناوگان و افزایش امنیت است. تمامی این خدمات کمک می‌کند تا حمل‌ونقل عمومی درون سامانه‌های ترکیبی و چند شیوه‌ای بتوانند مردم را به استفاده از آن تشویق کرده و در نتیجه از ازدحام ترافیک و آلودگی هوا کاسته شود.



شکل ۱-۸- سرویس ردیابی خودرو – هندوستان

۱-۹-۱- اطلاعات حمل‌ونقل عمومی

یکی از روش‌های بهبود استفاده از حمل‌ونقل عمومی، فراهم آوردن اطلاعات مسافر به صورت معتبر و به‌هنگام است که به آسانی نیز قابل دسترسی باشد. سیستم تعیین موقعیت خودکار وسیله نقلیه (AVL) می‌تواند سامانه‌های اطلاعات به‌هنگام را در مورد زمان حرکت و نیز زمان رسیدن و پیشنهاد مسیر درون وسیله نقلیه در محل ایستگاه، خانه یا محل کار، در خیابان و یا با استفاده از شیوه‌های دیگر حمل‌ونقل ارائه دهد. این اطلاعات را می‌توان توسط رسانه‌های متعدد مانند اینترنت، باجه‌های اطلاعاتی، متن‌های خبری، گوشی‌های تلفن همراه، خدمات تلفنی صوتی و کامپیوترهای جیبی(PDA) فراهم نمود. خدمات مهم‌تر شامل برنامه‌ریزی سفر، انتخاب‌های مختلف برای کرایه، خدمات رزرو محل و اطلاعات جهانگردی است.

شکل ۱-۹- تابلو پیام‌متغیر اتوبوس

فراهم آوردن اطلاعات صحیح و با کیفیت، به سرمایه‌گذاری هنگفت در زیر ساختار ITS نیاز دارد، اما این موضوع تنها در شهرهایی مانند لندن، پاریس (مطالعه موردی شماره ۹)، سنگاپور و هنگ‌کنگ پذیرفته شده است. هدف نهایی، ارائه خدمات اطلاعاتی حمل‌ونقل چند شیوه‌ای است از نوعی که دولت بریتانیا آن را شکل پیشرفته‌ای از طرح نوآوری حمل‌ونقل مستقیم (مطالعه موردی ۳۲) خود می‌داند، که استفاده از حمل‌ونقل عمومی یا خصوصی را بر مبنای نیاز، در هر زمان از شبانه‌روز امکان‌پذیر می‌سازد. دست‌یابی به این نیاز به سطوح بالایی از همکاری بین مقامات دولتی و خصوصی و گردانندگان را می‌طلبد.

شکل ۱-۱۰- اطلاع‌رسانی داخل واگن برای مسافرین

پلاک الکترونیکی وسیله نقلیه سنگین (HELP)

برنامه prepass یک طرح آمریکایی پرداخت عوارض از قبل به صورت الکترونیکی می‌باشد. این طرح توسط شرکت‌های غیر انتفاعی پلاک الکترونیکی وسیله نقلیه سنگین متفقاً توسط متولیان بار در آمریکا و کارگزاران دولتی اجرا می‌شود. کامیون‌هایی که از قبل مجهز به برچسب فرستنده شده‌اند می‌توانند سرعت خود در راه را سازگار نمایند. برنامه HELP با استفاده از همان برچسب‌های پرداخت از قبل و پرداخت عوارض که در ساحل شرقی آمریکا و در طرح E-Zpass استفاده شده، قابلیت سازگاری خود را به یک طرح بین مرزی افزایش داده است.

■ اطلاعات بیشتر: www.prepass.com

۱-۹-۲- تقدم حمل‌ونقل عمومی

با یکپارچه‌سازی سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی با سامانه‌های مرکز کنترل ترافیک شهری (UTC) می‌توان به این ناوگان نسبت به دیگر اجزای ترافیکی اولویت بخشید. سامانه‌های موقعیت‌یاب AVL این امکان را فراهم می‌سازد تا اتوبوس‌ها و تراموا‌هایی که به تقاطع‌های چراغ‌دار نزدیک می‌شوند شناسایی شده و در صورت درخواست آنان، کنترل‌کننده چراغ سبز راهنما طولانی‌تر شده و امکان ادامه مسیر بدون توقف برای آنان نیز میسر شود. این تشخیص می‌تواند از طریق حلقه‌های القایی در زیر سطح جاده، آنتن‌های کنار جاده و یا سامانه‌های ماهواره‌ای انجام شود.

سیستم دیگر برای تقدم بخشیدن به وسایل حمل‌ونقل عمومی، «مسیر اتوبوس هدایت شده» است که در آلمان، استرالیا و بریتانیا انجام شده و مسیرهای قراردادی اتوبوس را به وسیله طراحی، به‌ویژه قسمتی از مسیر که اغلب ازدحام ترافیکی دارد از دیگر خطوط جدا کرده است، بنابراین اتوبوس‌ها می‌توانند در مناطق پر ازدحام نیز به سرعت مسیر خود را طی کنند. در سامانه‌های مکانیکی، چرخ‌هایی که بر روی چرخ‌های جلویی وسیله نقلیه سوار شده است، اتوبوس را در امتداد جدول‌بندی برجسته هدایت می‌کند و نیازی به هدایت فرمان توسط راننده نیست. سیستم الکترونیکی بر پایه کابل الکتریکی بنا شده که در مرکز مسیر اتوبوس در راه دفن شده و سیستم ردیاب القایی درون وسیله نقلیه به‌طور مستمر چرخ‌ها را برای نگهداشتن اتوبوس بر روی کابل به صورت خودکار هدایت می‌کند. در پایان خط ویژه اتوبوس، چراغ راهنمایی ترافیکی دسترسی اتوبوس به خطوط عادی را فراهم می‌سازد.

ترانزیت منطقه‌ای در Lane(اورگون، آمریکا)

رشد جمعیت در این منطقه نیاز به سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل عمومی را ایجاب نموده است و این ایالت در حال بررسی بکارگیری سیستم اتوبوس سریع (BRT) با اولویت چراغ راهنمایی، موقعیت‌یاب (AVL) ماهواره‌ای و اعلام توقف اتوماتیک و (در نهایت) اطلاعات به‌هنگام مسافر می‌باشد. چراغ‌های راهنمایی هماهنگ بخش‌های دوطرفه‌ای که تنها دارای یک خط عبوری هستند را کنترل می‌کنند که برای صرفه‌جویی در هزینه و مسافت ساخته شده‌اند. مسئولان منطقه‌ای در حال بررسی پیاده‌سازی حق تقدم عبور برای اتوبوس سریع BRT به عنوان تأمین کننده امکان دست‌یابی به خط آهن سبک با فناوری بالا در آینده هستند.

■ اطلاعات بیشتر: www.ltd.org

۱-۹-۳- مدیریت و لجستیک ناوگان حمل‌ونقل عمومی

ITS از بهره‌برداری مؤثر و مدیریت ناوگان وسایل نقلیه حمل‌ونقل عمومی حمایت می‌کند. موقعیت‌یاب‌های AVL درون وسیله نقلیه، به‌طور مستمر داده‌هایی را که متولی مرکز کنترل را نسبت به نظارت برنامه زمانی وسیله نقلیه عمومی و تنظیم زمانی برای دیر یا زود نرسیدن قادر می‌سازد، انتقال می‌دهد. نظارت خودکار ناوگان نیز می‌تواند هشدارهای زودهنگام در مورد نیازهای نگهداری و تعمیر و پیشگیری از احتمال از کار افتادن وسیله نقلیه ارائه دهد.

سامانه‌های تشخیص باز و بسته شدن در و جمع‌آوری خودکار کرایه (AFC)، داده‌های با ارزشی مانند بارگیری، طول سفر و زمان سفر را برای متولیان حمل‌ونقل عمومی فراهم می‌سازد که آنها می‌توانند برای ارزیابی استفاده از مسیر و خدمات برای تأمین نیازهای مسافران و جدول‌بندی نوبت کاری رانندگان و بهبود مدیریت مالی از این داده‌ها استفاده کنند.

۱-۹-۴- حمل‌ونقل اشتراکی با انعطاف بالا

سامانه‌های حمل‌ونقل اشتراکی و حساس به تقاضا[1] که مبتنی بر ITS هستند، پلی را بین حمل‌ونقل عمومی و خصوصی ایجاد می‌کنند. کاربران واقعی، برای مشخص کردن مقصد خود و نیز آگاهی از زمان مناسب برای سفر و هر نیاز خاص دیگر، با مرکز کنترل تماس می‌گیرند. این مرکز برای تشخیص و اعزام نزدیکترین وسیله نقلیه – که مسافران دیگری را هم حمل می‌کند– از مسیرهایی که توسط سامانه موقعیت‌یاب AVL مناسب تشخیص داده می‌شود، استفاده می‌کند. هزینه‌ها می‌تواند به‌طور خودکار از حساب، کم شود. ناوگان می‌تواند از وسایل نقلیه عمومی یا تاکسی‌ها تشکیل شده باشد. هم‌پیمایی که در تعدادی از شهرهای اروپایی و آمریکای شمالی معرفی شده است، مفهومی مشابه دارد و کاربران برای تأمین نیاز سفر شخصی خود باید از قبل اتومبیلی را رزرو کنند. این موضوع همچنین دارای مزایایی در برنامه‌ریزی شهری است، بدین صورت که از مقاطعه‌کاران ساختمانی فضای کمتری جهت پارکینگ خواسته می‌شود و بدین ترتیب در هزینه و فضا صرفه‌جویی به عمل می‌آید.

۱-۱۰- سامانه‌های پرداخت الکترونیکی

سامانه‌های مدرن پرداخت الکترونیکی، مزایای عمده‌ای نسبت به پرداخت نقدی برای متولیان راه و حمل‌ونقل و مسافران آنها ارائه می‌دهند. اکنون سامانه ETC/EFC در راهها، پل‌ها و تونل‌های سراسر دنیا پیشرفت‌های بیشتری نموده است. کارت‌های هوشمند در سامانه‌های پیشرفته دریافت کرایه (AFC) برای متولیان حمل‌ونقل عمومی فروش انعطاف‌پذیرتر بلیت، هزینه‌های کمتر اداری و مدیریتی و بازاریابی بهتر اطلاعات را فراهم می‌سازد؛ در حالی‌که در وقت مسافران نیز صرفه‌جویی می‌شود و آنها از یک سفر راحت و امن، بدون پرداخت وجه نقد نیز احساس رضایت می‌کنند. سامانه‌های پرداخت الکترونیکی (EPS) همچنین در پی قابلیت کارآیی متقابل و سازگاری بین روش‌ها و سامانه‌های حمل‌ونقل با استفاده از یک وسیله پرداخت هوشمند و منحصر به فرد هستند.

1- Demand Responsive

۱-۱۰-۱- سامانه‌های ETC/EFC

سامانه ETC/EFC رانندگان را قادر می‌سازد تا بدون توقف در باجه‌های مخصوص، عوارض و دیگر هزینه‌های مربوط به جاده (برای مثال طرح عبور از مناطق پر ازدحام) را به‌طور خودکار بپردازند. در این سامانه‌ها به جای پول نقد از برچسب الکترونیکی که درون وسایل نقلیه نصب می‌شود و با رسیدن وسیله نقلیه به محل دریافت عوارض با استفاده از اشعه مادون قرمز یا مایکروویو بر مبنای فناوری اختصاصی با دامنه کوتاه (DSRC) خوانده می‌شود، استفاده می‌شود. این فناوری‌ها، هم‌اکنون در کشورهایی در سراسر دنیا حتی کشورهای در حال توسعه کاملاً پذیرفته شده است. پرداخت می‌تواند از حساب صاحب برچسب کسر گردد؛ و یا به حساب بدهی کارت هوشمندی که داخل واحد الکترونیکی درون وسیله نقلیه (IVU) قرار گرفته، گذاشته شود. سامانه‌های پیشرفته‌ای که در آن وسایل نقلیه با همان سرعتی که در بزرگراه حرکت می‌کنند، می‌توانند عوارض خود را نیز بپردازند، در مسیر تمام خودکار 407 در تورنتو (کانادا) و راه ارتباطی شهر ملبورن (استرالیا) در حال اجرا می‌باشد (مطالعه موردی ۱۹۵).

سامانه‌های EFC بر مبنای ارتباطات برد کوتاه اختصاصی (DSRC) به سرمایه‌گذاری اساسی زیربنایی در تهیه دروازه‌های فلزی برای نصب آنتن جهت قرائت در خطوط مشمول عوارض نیاز دارد. با ظهور سامانه‌های موقعیت‌یاب، قرار دادن دروازه‌های «مجازی» مکان‌یابی مدنظر قرار گرفته است. سامانه‌های مکان‌یابی مجازی (VPS) از فناوری ماهواره‌ای جهت تعیین موقعیت وسایل نقلیه‌ای که مجهز به‌دستگاه‌های نصب شده درون اتومبیل (IVUS) هستند، استفاده می‌کند. این سیستم‌ها که از نظر واژگان فنی GNSS-CN نامیده می‌شود، برای سیستم ناوبری ماهواره‌ای جهانی و شبکه‌های موبایل، به صورت گسترده‌ای در هنگ‌کنگ مورد آزمایش قرار گرفته است. در محدوده شبکه راههای دارای عوارضی یا مناطقی که برای عبور از آن باید هزینه پرداخته شود، سامانه VPS مسافتی پیموده شده را اندازه‌گیری می‌کند. سپس این سامانه می‌تواند داده‌های مربوط به پرداخت حق عبور را با استفاده از ارتباطات بی‌سیم توسط لینک‌های CN به مرکز کنترل مخابره کند و یا هزینه عبور را از مبلغ ذخیره شده کارت هوشمند که در دستگاه IVU قرار گرفته است، کسر نماید. به غیر از عدم نیاز به نصب دروازه‌های فلزی، سامانه VPS برای متولیان راه انعطاف‌پذیری بالایی را جهت تعیین محل دقیق اخذ عوارض و یا حق عبور متناسب ارائه می‌دهد، مثلاً تنظیم هزینه عوارض براساس جریان ترافیک موجود یا روز هفته. مثلاً در شیوه دریافت هزینه به ازای مسافت طی شده، کاربران قادر خواهند بود هزینه‌ها را با هزینه شیوه‌های دیگر حمل‌ونقلی مقایسه کنند، در نتیجه مردم تشویق می‌شوند تا روش‌های دیگر حمل‌ونقل را نیز مورد توجه قرار دهند.

راه ارتباطی شهر ملبورن

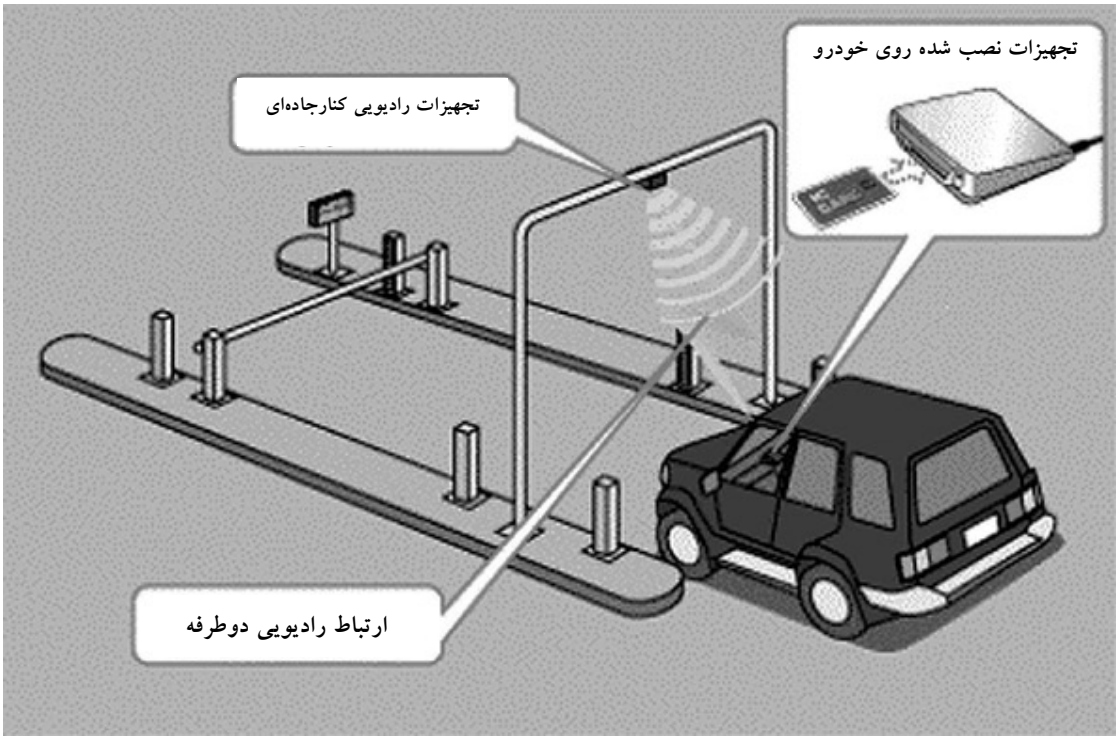
این خط شامل ۲۲ کیلومتر آزادراه کاملاً الکترونیک و خصوصی است که ملبورن، دومین شهر بزرگ استرالیا را با فرودگاه، بندر و مناطق صنعتی اطراف آن مرتبط می‌سازد. این مسیر از فناوری DSRC استفاده می‌کند و کاربران از قبل می‌توانند حساب اعتبار عوارضی باز کنند و یا برگه عبور روزانه خریداری کنند (از طریق اینترنت). دارندگان حساب یک برچسب الکترونیکی (e-TAG) دریافت می‌کنند. دستگاه‌های نصب شده بر روی دروازه‌های بالاسری فلزی بر روی جاده‌ها بطور خودکار حساب‌های بدهی را برای هشت منطقه عوارضی که وسیله نقلیه از آن عبور می‌کند، قرائت می‌نمایند. برخورد با متخلفین از طریق دوربین‌های نصب شده بر بالای دروازه‌های بالاسری است که از پلاک اتومبیل تصویربرداری می‌کند.

■ اطلاعات بیشتر: www.citylink.vic.gov.au . مطالعه موردی شماره ۱

شکل ۱-۱۱- دریافت عوارض بدون نیاز به توقف در شهر ترونديم (نروژ)

سامانه VPS، مبنای طرح دریافت حق عبور کامیون‌های سنگین (LRUC) در آلمان است. احتمالاً از VPS در طرح مشابه بریتانیا که قرار است در سال ۷-۲۰۰۶ اجرا شود، نیز استفاده خواهد شد. اتحادیه اروپا (EU) آن را به عنوان مبنای چارچوب طرح LRUC در سطح اروپا - که جهت تأمین قابلیت سازگاری متقابل طراحی شده است - در نظر گرفته و این موضوع، راه را برای قابلیت سازگاری متقابل بین تمام طرح‌های دریافت هزینه عبور از جاده نیز هموار خواهد ساخت.

جدا از کاهش تأخیر برای کاربران راه، دریافت کرایه الکترونیکی (EFC) از هزینه بهره‌برداری برای تمام متولیان راههای عوارضی کاسته و با کاهش فرار از پرداخت عوارض، امنیت را نیز بهبود بخشیده است که بخش اعمال قانون آن از طریق شناسایی خودکار پلاک خودرو میسر است. همچنین، کانال‌های ارتباطی دوطرفه این سیستم را می‌توان برای ارتباطات و خدمات دیگر (مانند دریافت حق پارکینگ، و ارسال اطلاعات ترافیک) نیز به کار برد. سامانه ETC/EFC دارای این مزیت است که صفوف تشکیل شده در محل اخذ عوارض را - که دلیل اصلی ازدحام است - کاهش می‌دهد.



شکل ۱-۱۲- تکنولوژی دریافت عوارض(ژاپن)

۱-۱۰-۲- کرایه و فروش بلیت حمل‌ونقل عمومی

متولیان حمل‌ونقل عمومی شهری، به تدریج آگاهی بیشتری در مورد قابلیت‌های ITS پیدا می‌کنند. فروش بلیت به صورت کارت هوشمند و جمع‌آوری خودکار کرایه، مبنایی را برای پرداخت الکترونیکی فراهم می‌سازد که مسافران به لحاظ راحتی آن را ترجیح داده و در ضمن از جابجایی پول نقد و احتمال دزدی و فریب نیز می‌کاهد. فروش بلیت غیرتماسی[1]، ترکیبی از دو سیستم کارت هوشمند (برای انجام معامله ایمن) و انتقال فرکانس رادیویی موج کوتاه (برای اعتبارسنجی سریع) است. این فناوری هم‌اکنون در شهرهایی مانند هنگ‌کنگ، لندن، پاریس و سئول در حال بهره‌برداری است.

قابلیت‌های حافظه‌ای و پردازش موجود در میکروچیپ کارت هوشمند، پیشرفت و توسعه روش‌های انعطاف‌پذیر و خلاقانه‌ای را در امر پرداخت کرایه و دیگر هزینه‌های مربوط به حمل‌ونقل (مانند دریافت عوارض و هزینه عبور از مناطق پر ازدحام و هزینه پارکینگ و کرایه‌های امتیازی برای افرادی که از پارک- سوار استفاده می‌کنند) را امکان‌پذیر می‌سازد. این فناوری همچنین می‌تواند به صورت «کیف پول الکترونیکی» برای پرداخت نقدی کوچک در باجه‌های روزنامه‌فروشی و فروشگاه‌های شبانه‌روزی گسترش یابد. حجم بالای تبادلات نقدی در حمل‌ونقل عمومی آن را به‌طور خاص مناسب بکارگیری این مفهوم می‌سازد. برای متولیان حمل‌ونقل، تحلیل این تبادلات، تحلیلی مناسبی برای برنامه‌ریزی خدمات و اصلاح آنها ارائه می‌دهد.

1- Contactless Ticketing

طرح Go Transit (تورنتو، کانادا)

سیستم کارت هوشمند دریافت خودکار کرایه به نام Go Transit حمل‌ونقل تورنتو (کانادا) به تدریج در هفت کریدور ریلی و شبکه گسترده اتوبوسرانی در حال اجرا است که خدمت‌رسانی به پنج میلیون نفر در کلان‌شهر تورنتو را بر عهده دارد. این سیستم از کارت‌های هوشمند قابل استفاده به دو صورت تماسی و غیرتماسی که بعد از یک برنامه آموزشی عمومی فشرده معرفی گردید، استفاده می‌کند. مسافران می‌توانند کارت‌ها را از دفاتر فروش بلیت و فروشگاه‌ها تهیه کرده و همچنین شارژ نمایند و موجودی آن را از طریق ترمینال‌های مخصوص قرائت اعتبار که برای راحتی مسافران تهیه شده است، مشاهده کنند.

۱-۱۱- سامانه‌های امنیتی و اضطراری

حملات تروریستی ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ در آمریکا چهره حمل‌ونقل را از نظر مدیریت موارد اضطراری و امنیتی و همچنین کاربردهای ایمنی تغییر داد. این موضوع بر آسیب‌پذیری تمام شیوه‌های حمل‌ونقل مسافر و بار و زیرساخت‌ها در حملات تروریستی؛ به‌ویژه هنگامی که از وسایل حمل‌ونقلی به عنوان اسلحه و ابزار این حملات استفاده می‌شود، تأکید کرد. مدیریت اضطراری به عنوان ابزاری جهت نجات جان انسان‌ها در سوانح طبیعی یا ساخته دست بشر دارای وظیفه سنگینی است. متولیان حمل‌ونقل، کنترل‌های امنیتی با فناوری بالا را معرفی کرده‌اند که در آنها از سامانه‌های ردیابی و اعمال قانون جهت دستگیری تروریست‌ها و دیگر جنایتکاران استفاده می‌شود. امروزه مقوله کلی امنیت مسافر آن گونه که در طرح نوآورانه esafety در سطح اروپا آمده، بسیار مهم است.

اصل «ابتدا امنیت»، باید برای همه افراد اعم از تأمین‌کننده خدمات حمل‌ونقلی، اداره‌کننده و یا کاربر حمل‌ونقل؛ ادارات راه و حمل‌ونقل عمومی و متولیان آنها؛ مدیران ناوگان و رانندگان شخصی و مسافران در هر روشی (مانند عابران و دیگر کاربران آسیب‌پذیر راه) به عنوان یک قاعده باشد.

۱-۱۱-۱- طرح امنیت ملی

آمریکا دفتر امنیت کشوری و کمیته ویژه امنیت زیرساخت‌های ملی و اداره امنیتی حمل‌ونقل را در کاخ سفید تأسیس کرده است. همچنین هدف دیگری بر معیارهای طرح تأمین بودجه فدرال در مورد ITS اضافه شده است، با این عنوان که ITS سیستم امنی را به وجود می‌آورد که بر جمع‌آوری و به اشتراک‌گذاری اطلاعات به‌هنگام جهت بهبود تشخیص و واکنش نسبت به موارد اضطراری در سطح ملی یا حوادث خطرناک طبیعی تکیه خواهد داشت. اکنون کشورهای دیگر تحت رهبری آمریکا از آن پیروی می‌کنند.

اولویت‌های اولیه عبارت بودند از:

- شناسایی سرمایه‌های باارزش و مهم حمل‌ونقل و استراتژی‌های حمایتی و توسعه استانداردهای مربوط؛
- ارزیابی خطرات احتمالی راهها، پل‌ها و تونل‌ها؛
- افزودن بر تعداد مناطق کلان‌شهری مجهز به سامانه‌های اطلاعات به‌هنگام حمل‌ونقل؛
- افزایش استفاده از فناوری مراقبتی؛

- ارتباطات اضطراری قویتر؛
- برنامه‌ریزی از قبل جهت استراتژی‌های تخلیه کلی منطقه؛
- ردیابی بار و وسیله نقلیه به صورت الکترونیکی.

۱-۱۱-۲- سامانه‌های مدیریت موارد اضطراری

سامانه‌های مدیریت موارد اضطراری (EMS) باید نسبت به حوادث، از حمله تروریستی گرفته تا بلایای طبیعی در شرایط سخت جوی یا وضعیت استثنایی جاده‌ای، حتی تصادف یک وسیله نقلیه منفرد واکنش نشان بدهد. عناصر مشترک عبارتند از: تشخیص خودکار، راهنمای مسیر و ارائه اولویت به وسایل نقلیه اضطراری و تخلیه مردم، اطلاعات برای مسافران و عملیات نجات.

کاربردهای مدیریت پیشرفته ترافیک (ATMS) در سراسر دنیا به نحوی پیشرفت داشته است تا بتوان واکنش‌های مؤثری نسبت به خطرات احتمالی در موارد اضطراری و خطرناک داشته و هماهنگی نزدیکتری با دولت و عملیات امنیتی و پلیس ارائه داد.

موقعیت‌یابی وسایل نقلیه (AVL)، راهنمای مسیر، اولویت ترافیکی، فناوری‌های مدیریت ناوگان و مجموعه تابلوهای VMS، همگی در کوتاه‌تر کردن زمان واکنش و اجرای بهتر کار سهیم هستند. خدمات اطلاع‌رسانی پیشرفته مسافران (ATIS) جهت توانایی انتشار هشدارها و توصیه‌های فوری، آزمایش شده‌اند.

در شبکه‌های حمل‌ونقل، تشخیص خودکار فوریت‌ها توسط خدمات e-call می‌تواند برای نجات جان انسان‌ها، به خصوص در مناطق روستایی و دورافتاده بسیار مهم باشد. این تشخیص می‌تواند به صورت دستی (مثلاً با فشار دادن دکمه خاص) یا خودکار (مانند تشخیص به کار افتادن کیسه هوا) باشد، و از فناوری موقعیت‌یابی AVL و ارتباطات بی‌سیم جهت امدادرسانی سریع استفاده می‌کند. در مناطق دورافتاده، پزشکان می‌توانند وضعیت بیمار را کنترل کرده و تا رساندن بیمار به بیمارستان از کمک‌های اولیه استفاده کنند. سرعتی که در آن به مداوای افراد با آسیب شدید، پرداخته می‌شود، تأثیر عمده‌ای در شانس زنده ماندن آنان دارد. در اروپا، هیئت منطقه‌ای ITS به نام ERTICO برنامه‌هایی را برای سیستم e-call در سراسر این قاره طراحی کرده است.

۱-۱۱-۳- امنیت در عملیات حمل‌ونقل

نگرانی های رو به افزایش ایمنی و امنیتی موجب شده تا بارهای خطرناک و وسایل نقلیه یا کانتینرهایی که می‌توانند سلاح حمل کنند، بیشتر مورد توجه کنترل و بررسی قرار گیرند. ردیابی بارهای خطرناک بسیار مهم است، نه تنها به این دلیل که تصادف آنها می‌تواند شدیدتر و خطرناک‌تر باشد؛ بلکه بدان علت که تروریست‌ها می‌توانند از آنها به عنوان هدف و یا اسلحه استفاده کنند. محتویات کانتینر را می‌توان به وسیله حسگرهای جدید در بنادر و فرودگاه‌ها به‌طور خودکار کنترل نمود. آنچه در اینجا اهمیت دارد آن است که چگونه کنترل های مؤثر امنیتی بدون ایجاد تأخیر در جریان تجاری و بازرگانی – که می‌تواند خسارات اقتصادی جدی در پی داشته باشد– انجام گیرد. پرداخت از قبل جهت عوارض بار و سامانه‌های کنترلی مرزی که در بخش (۱-۸) بالا بدان اشاره شد، می‌توانند در این زمینه مؤثر باشد.

۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ ـ نیویورک

مرکز مدیریت ITS کمیته هماهنگ‌کننده عملیات حمل‌ونقل (TRANSCOM) حدود صد راه اصلی، حمل‌ونقل عمومی، پلیس و نمایندگی‌های امنیتی در نیویورک، نیوجرسی و کانکتیکات را گرد هم آورده است. این سازمان‌ها بعد از حمله تروریستی به برج‌های دوقلو، جهت دور نگه داشتن ترافیک از منطقه آسیب دیده منهتن با یکدیگر کار کردند. تابلوهای VMS در مناطق نزدیک به محل حادثه با عبارت «از منهتن دوری کنید» روشن می‌شد. تابلوها VMS و رادیو HAR در سراسر شمال شرقی آمریکا جهت انحراف مسافران از کل منطقه نیویورک بسیج شدند. در شهر واشنگتن، یک سیستم جدید ترافیک و مدیریت حادثه برای هماهنگ‌سازی کار، بیش از صد دوربین در نواحی جنوبی و غربی از روزهای اولیه شروع به کار کرده و اطلاعات را از طریق بنگاه‌های انتشارات اخبار محلی و وب‌سایت به اطلاع مردم می‌رساند. در همان زمان، اداره حمل‌ونقل ایالت مجاور یعنی ویرجینیا، خطوط HOV را برای عموم آزاد اعلام نمود تا تخلیه گروهی آسان‌تر انجام شود.

■ اطلاعات بیشتر: www.xcm.org:www.Trafficland.com:www.vdot.state.va.us و مطالعه موردی ۳۹.

امنیت شخصی برای کاربران و کارمندان حمل‌ونقل عمومی بیشترین اهمیت را دارد. یکی از دلایلی که چرا مردم از اتومبیل شخصی استفاده می‌کنند آن است که در آن احساس امنیت می‌کنند. لازم است تا حمل‌ونقل عمومی برای جلب اعتماد مردم، امنیت کافی و مشهودی را ارائه دهد. در هر تصادفی، عده بسیاری از مردم به مخاطره می‌افتند، و باید بدانند که در صورت لزوم، کمک فوری وجود دارد. ترکیبی از سیستم موقعیت‌یاب وسیله نقلیه (AVL)، نظارت و مراقبت در ایستگاه یا درون وسیله نقلیه، مراحل کمک/ رسیدگی اضطراری و ارتباطات موبایل می‌تواند امنیت و اعتماد شخصی را افزایش داده و از اقدامات جنایی/ مجرمانه بکاهد. دوربین‌های نظارتی CCTV می‌توانند با پشتیبانی سامانه‌هایی که به مظنونین اخطار می‌دهد: «ما می‌توانیم شما را ببینیم»، کار کنند.

۱-۱۲- نتایج

این بخش نشان داد که ITS می‌تواند تأثیر واقعی بر امور مربوط به حمل‌ونقل امروز داشته باشد؛ همچنین مذاکرات جالب توجهی در مورد بکارگیری وسیع‌تر ITS در حال انجام است. باید توجه منصفانه‌ای به زیرساخت‌ها معطوف گردد، مسافران و کاربران حمل‌ونقل به جابجایی، اطلاعات و خدمات بهتر در کمترین زمان، نیاز دارند.

بکارگیری ITS در آینده با دریافت کمک مالی از ناحیه منافع بسیار آن و روش ارزیابی هزینه که در فصل چهارم شرح داده شده است، صورت خواهد گرفت. اما نیاز زیادی برای مشاوره و برنامه‌های آگاه‌سازی جهت عموم مردم که «ITS» برایشان بی‌معنی است وجود دارد.

متخصصین حمل‌ونقل دارای مهارت‌های لازم جهت اجرا و توسعه سامانه‌های ITS خواهند بود. آنها همچنین به موارد زیر نیاز دارند:

- ❖ درک نیاز سرمایه‌داران مانند ادارات دولتی، متولیان حمل‌ونقل، شرکای تجاری و مالی، و کاربران راه؛
- ❖ تشخیص اثرات و محدودیت‌های فناوری جدید، بهره‌برداری از آن و منافع ذاتی آن؛
- ❖ توانایی انجام امور مربوط به عملکرد مشترک و کار با گروه‌های وسیع سرمایه‌گذاران و ذینفعان؛

- ❖ پذیرش اهمیت عملکرد سیستماتیک سامانه‌ها، در چارچوب‌های بین سازمانی؛
- ❖ کار کردن با سازمان‌های مالی که برای اجرای ITS سرمایه‌گذاری می‌کنند؛
- ❖ بررسی سیستم‌ها و خدمات در دسترس برای کاربردهای ویژه، فرهنگ‌ها و توسعه اقتصادی متفاوت؛
- ❖ نگاه واقع‌بینانه در تهیه جداول زمانی و برنامه‌ریزی اجرا و انجام گام به گام مراحل؛
- ❖ برقراری ارتباط مؤثر با مصرف‌کنندگان و کاربران نهایی.

در ادامه این راهنما، به مطالب بالا پرداخته می‌شود.

۱-۱۳- مراجع و پی‌نوشت‌ها

1. Robertson D I and PB Hunt. "A Method of Estimating the Benefit of Coordinating Signals by TRANSYT and SCOOT". Traffic Engineering and Contol 23 1982;
2. Robertson D I and R D Bretherton. "Optimising networks of Traffic Signals in Real-Time – the SCOOT Method". IEEE Transactions on Vehicular Technology 40. 1991.
3. Sims A G et al. "SCATS – Application and Field Comparison with a TRANSYT Optimised Fixed Time System".
4. Lowrie P R. "The Sydney Coordinate Adaptive Traffic System – Principles, Methodology, Algorithms". Proceedings of the IEE International Conference on Road Traffic Signalling, London, 1982;
5. Chen K and J E Pedersen. "ITS Functions and Technical Concepts". Proceedings of the 4th World Congress on ITS, Brussels, 1997.
6. "Infostructure" relates to the information structure required to manage and operate the entire transport system. Data is needed on the structure, status, use, and behaviour of the transport system. Thus the "infostructure" serves the needs of the people and organisations that operate and use the system.
7. For a summary of the Turin 5T project, please visit: http://www.rec.org/REC/Programs/ Telematics/CAPE/goodpractice/trnsprt/pdf/torinoen.pdf.
8. ITS Toolbox, ITS City Pioneers Consortium, ERTICO (ITS Europe), Brussels, Belgium, 1998.
9. "E-safety" is considered further in Chapter 8. It forms part of the European Commission's Road Safety Action Programme which aims to reach the ambitious target of halving road fatalities by 2010.
10. http://europa.eu.int/information_society/activities/esafety/doc/madrid_2003/esafety_forum_summary_report_2003_final_v3.pdf .
11. European Commission: COM(2003) 542 final. Information and Communications Technologies for Safe and Intelligent Vehicles (SEC(2003) 963) , Brussels 2003.

۲- عملکرد سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل

سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل با استفاده از فناوری‌های کنترل و اطلاعاتی کار می‌کنند که قسمت اصلی عملکردهای ITS را تشکیل می‌دهد. بعضی از این فناوری‌ها، مانند شناسگرهای حلقه‌ای برای متخصصین حمل‌ونقل شناخته شده است. با این‌همه، مفاهیمی از سیستم و فناوری وجود دارد که برای عملکردهای ITS مهم و اساسی بوده و کمتر شناخته شده‌اند. قسمت اصلی و تکنیکی ITS فناوری‌های اطلاعات و کنترل هستند، اما عوامل انسانی نیز اساساً مهم و به‌طور بالقوه، بسیار پیچیده هستند. این فصل فناوری‌های پایه‌ای و اصلی ITS را معرفی می‌کند و توضیح می‌دهد چرا متخصصین حمل‌ونقل باید کارشناسان فاکتورهای انسانی را در مراحل اولیه طرح تجهیزات و تسهیلات ITS به‌کار گیرند.

۲-۱- فناوری‌های ITS

۲-۱-۱- عملکرد اجزای ITS

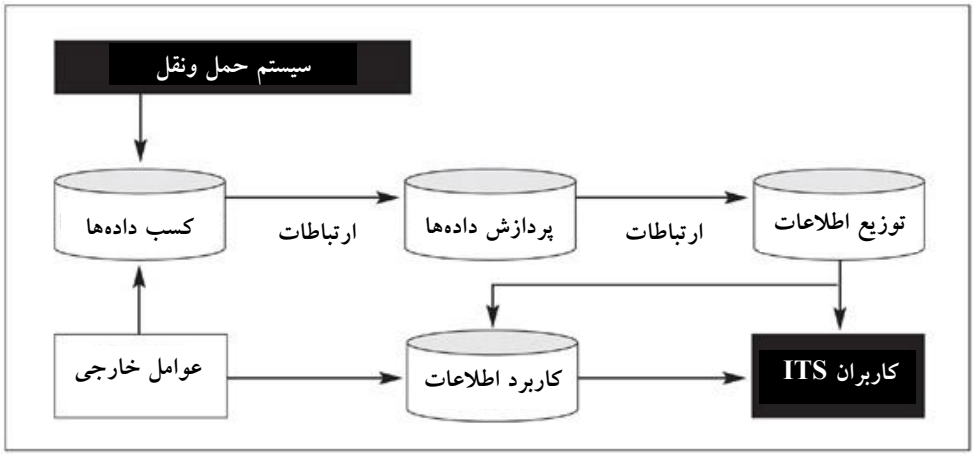
سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل، محصول تحول در فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات و نشانه عصر دیجیتال هستند. امروزه ITS از عملیات شبکه‌های یکپارچه حمل ونقل، کنترل عملیات وسایل نقلیه در شبکه‌ها و برنامه‌ریزی کارآمد برای بهره‌برداری از آن وسایل نقلیه – از جمله برنامه‌ریزی سفرهای شخصی و پشتیبانی ناوگان- حمایت می‌کنند. این فعالیت‌ها، دامنه وسیعی از عملکردهای حمایت از کاربر؛ از اخطارها و هشدارهای اطلاعاتی ساده تا سیستم‌های کنترل بسیار پیشرفته را در بر می‌گیرد.

به‌طور کلی، این دسته خدمات ITS می توانند بخشی از یک زنجیره اطلاعات باشند (شکل ۲-۱). زنجیره اطلاعات شامل به‌دست آوردن داده‌ها (از سیستم حمل‌ونقل)، ارتباطات، پردازش داده‌ها، توزیع اطلاعات و بهره‌برداری از آنها- برای تصمیم‌گیری و کنترل حمایت از کاربران ITS – هستند. این نکته قابل‌توجه است که عوامل خارجی مشخصی مانند پیش‌بینی آب‌وهوا نیز وارد زنجیره اطلاعات می‌شود.

مفهوم زنجیره اطلاعات برای آنهایی که سیستم‌های جامع ترافیکی را کنترل کرده‌اند، جدید نیست. با این‌همه چیزی که در ITS نسبتاً جدید است، مفاهیم سیستم و فناوری‌ها برای موارد زیر است:

- تبادل اطلاعات و هماهنگی در تصمیم‌گیری میان چند مرکز (مثلاً مابین مراکز مدیریت ترانزیت و ترافیک برای خدمات حمل‌ونقل ترکیبی[1])؛
- کسب اطلاعات و هماهنگی و یکپارچگی میان خودرو و زیرساخت جاده (برای بعضی عملکردها از جمله راهنمای پویای مسیر)؛
- تبادل اطلاعات با سازمان‌های جدید بخش خصوصی (مثلاً برای ارائه‌دهندگان خدمات اطلاعاتی جهت توزیع اطلاعات ترافیکی از طریق تلفن‌های همراه یا اینترنت)؛
- تبادل اطلاعات با سازمان‌های غیر حمل‌ونقلی (برای مثال در سیستم های پرداخت الکترونیکی با مؤسسات مالی و در سیستم‌های عبور از مرز با آژانس‌های مهاجرتی و گمرکی)؛

1- Inter-modal



شکل ۲-۱- زنجیره اطلاعات ITS [۱]

۲-۱-۲- فناوری‌های کاربردی

جدول (۲-۱)، نمونه‌هایی از فناوری‌های کاربردی برای ITS و روش طبقه‌بندی آنها را نشان می‌دهد. در این جدول، ردیف‌ها عملکردهای فرعی زنجیره اطلاعاتی را - که در بالا توصیف شده است- نشان می‌دهند. دو ستون سمت راست، فناوری‌ها را به دو بخش زیرساخت‌ها و وسیله نقلیه تفکیک می‌کنند. این جدایی و تعیین حدود برای تسهیل بحث و بررسی است و نباید صددرصد واقعی محسوب شود؛ چرا که بعضی از فناوری‌ها به تعامل دقیق میان دو طرف برای دستیابی به عملکرد مؤثر (مانند جمع‌آوری الکترونیکی عوارض) نیاز دارند. علاوه بر آن، فناوری‌های به‌کار رفته توسط مسافر (مانند نمایش اطلاعات ترافیکی از طریق تلفن همراه) می‌تواند در هر یک از دو بخش، بسته به اینکه آیا مسافر از آن در خانه یا در وسیله نقلیه استفاده می‌کند، به‌کار برده شود. به بیان دقیق‌تر، باید یک ستون دیگر برای «بخش انسانی» وجود داشته باشد که ما برای توصیف آن، یک بخش ویژه به عنوان «عوامل انسانی در زمینه ITS» اختصاص داده‌ایم که با «پیوست ۴» در مورد عوامل انسانی در حمل‌ونقل و پشتیبانی، تکمیل می‌شود. باید توجه داشت که بعضی از این فناوری‌ها مانند رادیوی پیام‌های ترافیکی و UTC از قبل برای بسیاری از متخصصین حمل‌ونقل آشنا بوده است. موارد دیگر ممکن است نسبتاً جدید باشند؛ مانند مواردی که از صنعت دفاعی در دهه قبل (مانند GNSS و اینترنت) منتقل شده‌اند. با این‌همه، تمام این فناوری‌ها به‌طور استاندارند در بازار آزاد موجودند. بخش‌های بعدی این فصل، توصیفی خلاصه در سطحی عملکردی از این فناوری‌های کاربردی و سایر فناوری‌های مرتبط، ارائه می‌دهد.

۲-۲- بدست آوردن[1] داده‌ها

۲-۲-۱- منابع داده‌های راه

یک شرط لازم برای بسیاری از خدمات ITS، جمع‌آوری به موقع اطلاعات و صحت و اطمینان از آنها درباره جریان ترافیکی و شرایط راه است. داده‌های ترافیکی در سه طبقه قرار می‌گیرند: داده‌های نقطه‌ای جریان ترافیکی (مثلاً سرعت میانگین) داده‌های خودروی شخصی (برای مثال نوع خودرو) و داده‌های مسیرهای ترافیکی؛ مانند میانگین زمان سفر.

1- Acquisition

برای سالهای متمادی، نظارت ترافیکی از طریق شناسگرهای حلقه القایی که می‌تواند وجود وسیله نقلیه را حس کند، حاصل شده است. یک حلقه ساده که در زیر روسازی دفن می‌شود، می‌تواند خودروها را شمارش کند. حلقه‌های دوتایی که در یک خط با یک فاصله ثابت از یکدیگر قرار داده می‌شوند، می‌توانند سرعت خودرو را اندازه‌گیری کنند و در صورتی که سرعت خودروها زیر یک آستانه مشخص قرار گیرد، شناسگرهای حلقه‌ای می‌توانند ازدحام ترافیک را نشان دهند.

جدول ۲-۱- فناوری‌های ممکن ITS

فناوری‌های ممکن ITS	بخش زیرساخت	بخش وسیله نقلیه
تعیین موقعیت	▪ نقشه‌های دیجیتال ▪ سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ▪ پایگاه‌های داده شبکه حمل‌ونقلی	▪ تعیین مکان تلفن همراه ▪ سیستم‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی ▪ تعیین مکان خودکار وسیله نقلیه
به‌دست آوردن داده‌ها	▪ شناسگرهای ترافیکی ▪ پایش و کنترل آب‌وهوا ▪ تشخیص خودکار حادثه	▪ شناسایی خودکار وسیله نقلیه ▪ جستجوگر وسیله نقلیه
پردازش داده‌ها	▪ فهرست مرجع داده‌ها ▪ ترکیب داده‌ها ▪ تبادل داده‌ها	▪ کامپیوترهای داخل خودرو ▪ انطباق نقشه دیجیتالی
ارتباطات	▪ خطوط ثابت مایکروویو ▪ شبکه‌های فیبر نوری ▪ ایستگاه‌های رادیویی (DSRC) ▪ شبکه‌های تلفن همراه	▪ گیرنده DAB ▪ گیرنده تلفن همراه ▪ رادیو توصیه‌های ترافیکی، گیرنده‌های RDS-TMC ▪ فرستنده‌های خودکار
توزیع اطلاعات	▪ تابلوهای پیام متغیر ▪ اینترنت ▪ باجه‌های اطلاع‌رسانی	▪ هندست‌ها و دستیارهای دیجیتال فردی ▪ واحدهای درون‌خودرویی
بکارگیری اطلاعات	▪ تشخیص حادثه ▪ مدیریت تقاضا ▪ کنترل تراکم ترافیک	▪ راهنمای مسیر ▪ سیستم‌های پیشرفته دستیار راننده

DMS = تابلوی پیام متغیر	ADAS = سیستم‌های پیشرفته دستیار راننده
DSRC = ارتباطات اختصاصی برد کوتاه	AID = تشخیص خودکار حادثه
GIS = سیستم اطلاعات جغرافیایی	AVI = شناسایی خودکار وسیله نقلیه
GNSS = سیستم جهانی ناوبری ماهواره‌ای	AVL= تعیین موقعیت خودکار وسیله‌نقلیه
HAR = رادیو مشاور اتوبانی	DAB = پخش صوتی دیجیتال
UTC = کنترل ترافیک شهری	DATEX = پروتکل‌های تبادل داده

نصب و نگهداری انواع دیگر حسگرهای ترافیکی مانند فراصوتی، رادار و مادون قرمز که بر روی پل‌های دروازه‌ای بر روی جاده نصب می‌شوند نسبت به شناسگرهای حلقه‌ای، اختلال کمتری در جریان ترافیک ایجاد می‌کند (موارد ۲،۱ و۳ در شکل ۲-۲). با این‌همه، این حسگرها ممکن است در شرایط بد آب‌وهوایی، قابلیت اطمینان شناسگرهای حلقه‌ای را نداشته باشند. به‌علاوه، این شناسگرها نیز مانند شناسگرهای حلقه‌ای، تنها می‌توانند به عنوان شناسگرهای ترافیکی تک‌منطقه‌ای[1] عمل کنند.

شناسگرهای تصویری (VID) مجهز به پردازش تصویر، یکی از جدیدترین فناوری‌هایی است که برای شناسایی ترافیک به‌کار می‌رود (مورد ۴ شکل ۲-۲). تصاویر به‌دست آمده توسط دوربین‌های ویدئویی در UID برای تشخیص حضور خودرو، سرعت اشغال خط، نرخ جریان خط و غیره پردازش می‌شوند. چندین منطقه شناسایی می‌تواند در محدوده میدان دید دوربین ویدئویی تعریف شود، بنابراین توسط یک دوربین چندین خط تحت پوشش قرار می‌گیرد. چندین دوربین می تواند به یک واحد پردازشگر وصل شود تا منطقه وسیعی را تحت پوشش قرار دهد و با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری می‌توان مشکلات ناشی از سایه‌ها، موانع و نور مستقیم خورشید را در دوربین‌ها کاهش داد.

در حالی‌که حسگرهای ترافیکی می‌توانند بسیاری از خصوصیات جریان ترافیک را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم ارائه دهند، هیچ چیز بهتر از تصاویر زنده ویدئویی نیست که به اپراتور مرکز ترافیک کمک کند تا موقعیت‌های پیچیده ترافیکی را مشاهده و نظارت نموده و تصمیمات مناسبی را اتخاذ نماید. بنابراین تصاویر حاصل از دوربین‌های مدار بسته، توسط مرکز کنترل ترافیک برای تکمیل کار شناسگرهای ترافیکی تهیه می‌شود (مورد ۷ شکل ۲-۲). حتی با ترکیب شناسگرهای ترافیکی و نظارت تصویری ترافیک، داده‌های ورودی دیگری از خودروهای گشت پلیس، بالگردها، ادارات تعمیر و نگهداری راه، اداره هواشناسی، ناوگان تاکسیرانی و تماس های فزاینده تلفن همراه از سوی رانندگان در جاده، برای مدیریت اطلاعات ترافیکی به‌کار می‌روند؛ برای مثال، داده‌های ورودی حاصل از حسگرهایی که نقطه صفر سطح جاده را اندازه می‌گیرند، مدیران شبکه را قادر به محاسبه میزان مواد شیمیایی ضد یخ مورد نیاز می‌سازد و بدین وسیله ایمنی جاده‌ای بهبود یافته و همچنین هزینه‌ها به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.

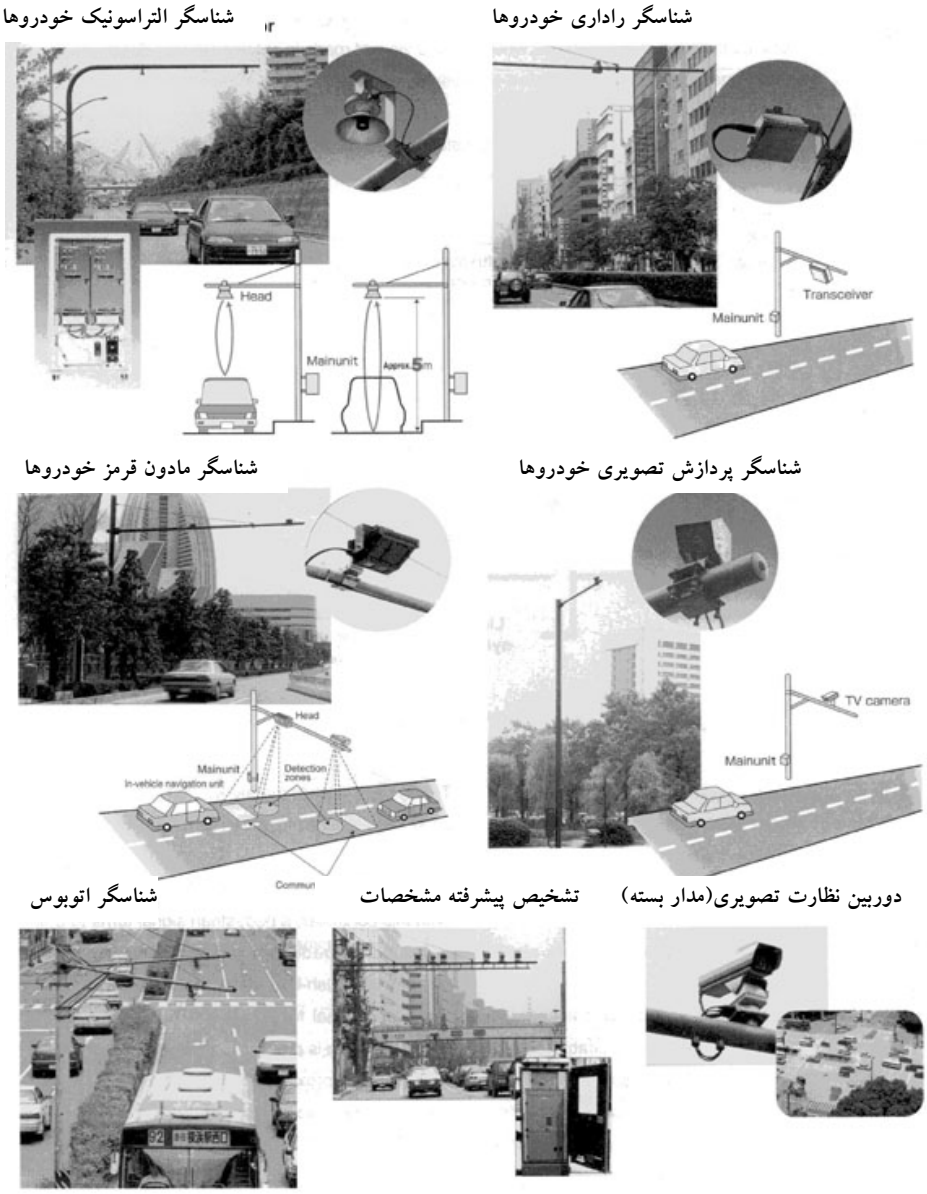
در ستون خودرو، داده‌های مربوط به شرایط خودرو؛ مانند سرعت، میزان سوخت موجود، فشار روغن، درجه حرارت موتور و غیره برای همه رانندگان آشناست. کسب این داده‌ها از طریق حسگرهای داخل خودرو برای عملیات و نگهداری وسیله نقلیه مهم است. از بعد نگهداری راه، نظارت بر وزن خودرو نیز حائز اهمیت است. چنین برآورد می‌شود که یک محور کامیون با وزن اضافی بیشتر از نیم میلیون خودرو شخصی به جاده خسارت وارد می‌کند. در سالهای اخیر، نظارت بر وزن خودروهای تجاری از طریق توزین در حال حرکت (WIM) - که یک فناوری ITS بر پایه سلول بار[2]، صفحه خمشی، پیزوالکتریک یا اصول مشابه که برای تشخیص کامیون‌های دارای اضافه بار بدون نیاز به توقف آنها طراحی شده است- باعث کاهش عمده اتلاف وقت برای رانندگان کامیون و ادارات راه در بسیاری از کشورها شده است.

همچنین سنجش ابعاد خودرو با فناوری‌های ITS برای بعضی عملکردها در مدیریت ترافیک موردنیاز است. برای مثال؛ شناسگرهای تشخیص اضافه ارتفاع - مبتنی بر اصل cutting beam- به رانندگان در هنگام ورود به تونل هشدار

1- single-zone
2- load cell

می‌دهند. همچنین شکل (۲-۲) یک فرستنده خودکار اتوبوس را نشان می‌دهد. شناسایی اتوبوس همچنین می‌تواند با استفاده از شناسگرهای طول وسیله نقلیه یا تکنیک‌های طبقه‌بندی خودکار وسایل نقلیه (AVC) حاصل شود.

ترکیب شناسایی و طبقه‌بندی خودکار وسیله نقلیه برای جمع‌آوری الکترونیکی عوارض موردنیاز است.



شکل ۲-۲- شناسگرهای ترافیک و وسیله‌نقلیه

۲-۲-۲- منابع داده خودرویی

در ITS، اطلاعات درباره مکان خودرو؛ هم برای رانندگانی که می‌خواهند از امکانات ناوبری استفاده کنند و یا اطلاعاتی در ارتباط با مکان و موقعیت‌شان بدانند و هم برای اپراتور ناوگانی که می‌خواهد وسایل نقلیه را برای اهداف مدیریت ناوگان ردیابی کند، مهم است. مکان‌یابی خودرو برای ادارات دولتی جهت تعیین موقعیت یک خودرو در شرایط

خطر با اهداف امنیتی یا برای پیدا کردن خودروهای مسروقه یا خودروهای حامل مواد خطرناک، ارزشمند است. از این گذشته، زمانی که مکان یک خودروی در حال حرکت در یک کمان در دو زمان مختلف معلوم شود، زمان سفر در کمان (یا زمان کمان) می‌تواند به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شود. خودروی به‌کار رفته بدین منظور با عنوان «خودروی جستجو» یا «خودروی شناور» شناخته می‌شود؛ فناوری مربوط به آن یعنی «جستجوی وسیله نقلیه» در زیر توضیح داده می‌شود. به‌علاوه، سر خوردن چرخ در یک جاده یخ‌زده و رطوبت در شیشه جلو نیز می‌تواند توسط خودرو شناسایی شده و به همراه اطلاعات مکان خودرو به مرکز ترافیک گزارش شود. در این مورد، خودرو به عنوان یک «جستجوگر» برای شرایط آب‌وهوایی راه و ترافیک آن عمل می‌کند. در کره جنوبی، سیستم ملی خودکار شناسایی شماره پلاک خودرو توسط پلیس برای اعمال قانون ترافیکی و جلوگیری از تخلف وسایل نقلیه به‌کار می‌رود (به مطالعه موردی ۲۰ مراجعه کنید).

شناسایی خودکار وسایل نقلیه مستلزم تجهیزاتی است که در زیرساخت‌ها نصب می‌شوند، جستجوی وسایل نقلیه براساس AVI به نصب تجهیزات مناسب در زیرساخت‌ها؛ یعنی ایستگاه رادیویی کنار جاده‌ای در محلی که وسایل نقلیه مجهز به برچسب الکترونیکی[1] یا فرستنده‌های خودکار عبور می‌کنند و یا قرائتگرهای دوربینی پلاک وسیله نقلیه که بر پایه روش‌های پردازش تصویر کار می‌کنند، نیاز دارد. چنین عملکردی می‌تواند با همکاری وسایل نقلیه جستجوگر - که از طریق ارتباطات بی‌سیم، زمان سفر را به‌طور مستقیم به مرکز ترافیک ارسال می‌کنند- انجام شود. مفهوم فناوری جستجوی وسیله نقلیه همچنین می‌تواند بدون تجهیزات کنار جاده‌ای به‌کار رود و با استفاده از مکان‌یابی خودکار وسایل نقلیه (AVL) براساس سیستم جهانی ناوبری ماهواره‌ای (GNSS) انجام شود که در این حالت در سراسر جهان قابل استفاده است. به‌طور اساسی، استفاده از وسایل نقلیه جستجو برای سنجش زمان سفر سه مشکل دارد:

۱- *نهفتگی:* وسایل نقلیه می‌بایست به نقطه B برسند تا بتوان زمان سفر نقطه A به نقطه B را اندازه‌گیری نمود.

۲- *نشت:* بعضی وسایل نقلیه هرگز به نقطه B نمی‌رسند.

۳- *اندازه نمونه:* تعداد بسیار کمی از سفرهای وسیله نقلیه در یک کمان هستند.

بنابراین اندازه‌گیری مطمئن زمان سفر با وسایل نقلیه جستجوگر به اندازه نمونه و انطباق مناسب بستگی دارد. هرچه ناوگان‌های وسایل نقلیه بیشتری به AVI و AVL مجهز می‌شوند، این مشکلات بیشتر حل می‌شوند.

شناسایی خودکار وسیله نقلیه (AVI)

یک فناوری آزمایش‌شده برای ردیابی خودرو، شناسایی خودکار وسایل نقلیه (AVI) است که در شکل (۲-۲ مورد۶) نشان داده شده است. انتقال یک سیگنال رادیویی کددار از وسیله نقلیه عبوری از زیر پایانه AVI (یا ایستگاه رادیویی) که بر روی یک تیر دروازه‌ای در یک مکان مشخص نصب شده، می‌تواند مکان خودرو را در یک زمان معین، مشخص نماید. شناسایی همان وسیله نقلیه پس از مدتی در پایانه دیگر AVI، اطلاعات زمان سفر واقعی آن را در یک شبکه جاده‌ای، برای مرکز ترافیک فراهم می‌کند. یک روش جایگزین، استفاده از قرائتگرهای پلاک خودرو برای شناسایی خودرو است که در آن تکنولوژی تشخیص کاراکتر برای قرائت نمره پلاک از روی تصویر ثبت‌شده توسط دوربین‌های نصب شده بر روی جاده، به کار می‌رود. همچنین AVI برای اعمال قوانین ترافیکی با فراهم نمودن امکان نظارت مطمئن بر وسایل نقلیه شخصی در هنگام عبور از چراغ قرمز، نقض کنترل امنیتی یا عدم پرداخت عوارض، به کار می‌رود.

1- Tag

داده‌های خودروی شناور (FVD)

استفاده از وسایل نقلیه جستجوگر، روزبه‌روز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود؛ زیرا ادارات دولتی بـه هزینـه‌هـای نـسبتاً بالاتر شناسگرهای ترافیکی – که در زیرساخت جاده نصب می‌شود ـ برای کاربردهـای گـسترده ITS پـی مـی‌برنـد. مثـالی مناسب برای این موضوع، سیستم داده‌های خودروی شناور (FVD) است که توسط شرکت iTIS برای جمـع‌آوری داده‌هـای ترافیکی به‌هنگام در انگلستان و در شبکه راه‌های ترانزیتی اروپا به کار گرفته شده است. در ایـن سیـستم از ناوگـان بـاری و اتوبوس‌های طی‌کننده مسافت‌های طولانی که به AVI مجهز شده‌اند، استفاده می‌شود (مطالعه موردی ۳۰). شـرکت iTIS بـا دارا بودن بیش از ۳۰۰۰۰ وسیله نقلیه جستجوگر، مجری بزرگترین شبکه FVD در جهان است.

۲-۲-۳- منابع داده‌ای شبکه حمل‌ونقل

علاوه بر داده‌های حاصل از ترافیک و وسایل نقلیه، تحقیقات قابل‌توجهی در مورد داده‌های مربوط به خود شبکه‌های حمل‌ونقل موردنیاز است. مبنا برای ITS در بسیاری موارد، پایگاه‌های داده مطمـئن و دارای جزئیـات از کمـان‌هـای شـبکه، اتصالات داخلی و مشخصات دیگر است که با یک سیستم ارجاع مکانی قابل اعتماد، پشتیبانی می‌شود.

جمع‌آوری داده‌های شبکه‌های حمل‌ونقل، به شدت نیازمند نیروی انسانی بوده و مستلزم ارجـاع دقیـق بـه نقـشه‌هـا، طرح‌ها، تصاویر هوایی و برداشت‌های محلی است. فیلم‌برداری از شبکه توسط یک وسیله نقلیه در حال حرکت اغلب بـرای کاهش میزان زمان صرف‌شده بر روی زمین به‌کار می‌رود. مشاهده این تصاویر ویدئویی، شکل مؤثری از جمع‌آوری دفتری[1] داده‌هاست. در صورت نیاز به جزئیات، این تصاویر می‌توانند به صورت تصویر به تصویر بررسی شوند؛ در ضمن می‌توان با حرکت سریع به سمت جلو از بخش‌های غیرمهم عبور کرد. در زمان برداشت داده‌ها باید توجه دقیقـی بـه روش اسـتفاده از پایگاه داده شود؛ چرا که در آینده افراد باید بتوانند این داده‌ها را تفسیر کنند. کدهای عـددی، ارجاعـات شـبکه شـطرنجی و مختصات طول و عرض جغرافیایی به خودی خود معنی خاصی را نمی‌رسانند. مشخصات شـبکه ماننـد اسـامی مکـان‌هـای محلی، نشانه‌ها و علائم و توصیف‌های دیگر، نیاز به توصیف با اصطلاحاتی دارند که کاربر به آسانی متوجه شود.

با ظهور گیرنده‌های دستی GNSS و وسایل نقلیه مجهز به AVL، مکان‌یابی دقیـق مشخـصات شـبکه ماننـد محـل تقاطع‌ها، محل اتصال آزادراه و نقاط انحراف از مسیر، پل‌ها، تونل‌ها، نقـاط دسترسـی بـه مکـان‌هـای خـاص، توقفگاههـای ترانزیت و غیره آسان‌تر شده است. برای مثال بدون داشتن فهرستی از مکان‌های توقف اتوبوس‌ها، ارائـه برنامـه‌ریـزی سـفر نقطه به نقطه برای حمل‌ونقل عمومی ممکن نیست. به همین صورت، برای اطلاعات جاده‌ای، کدبندی مطمئن شـبکه بـرای واکنش به موارد اضطراری، گزارش حادثه و سایر خدمات وابسته به محـل، موردنیـاز اسـت. درجـه و میـزان دقـت تعیـین مختصات محل‌ها، خیلی مهم است. هیچ چیز بدتر از داشتن اطلاعات مکانی اشتباه در زمان وقوع رویداد اضطراری نیست.

تسهیلات و امکاناتی برای برداشت خودکار داده‌ها و حذف خطای انسانی وجود دارد. با این‌همه ایـن فرآینـد بـسیار زمان‌بر است. پایگاه داده‌های شبکه حمل‌ونقل مانند خود شبکه‌های حمل‌ونقل، نیازمنـد نگهـداری مـستمر اسـت تـا داده‌هـا به‌روز نگه داشته شوند. کنترل دقیق برای جلوگیری از خطاهایی که می‌تواند منجر به مکان‌یابی اشتباه شود، ضـروری اسـت.

1- Desk-based

مثل قدیمی «RIRO»[1] (ورودی بی‌ارزش، خروجی بی‌ارزش) برای ITS نیز همانند شاخه‌های دیگر فناوری اطلاعات به‌کار می‌رود.

۲-۳- کسب هوشمندی: پردازش داده‌ها

۲-۳-۱- اطلاعات ترافیکی سفر

اطلاعات ترافیکی می‌تواند از چند راه و از چندین منبع در یک زمان حاصل شود. بنابراین در مرکز مدیریت حمل‌ونقل یا ترافیک نیاز به پردازش داده‌ها وجود دارد تا صحت آنها را تأیید کند، اطلاعات متناقض را بررسی و جمع کند، آنها را در اشکال و قالب‌های هماهنگ و سازگار قرار دهد و با داده‌های دریافتی از آژانس‌های دیگر؛ مانند مرکز مدیریت ترانزیت، تعمیر و نگهداری راه، اداره پلیس و غیره ترکیب کند. این مرحله به «ترکیب داده‌ها» مشهور است.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای پردازش داده‌ها، ارائه خدمات اطلاعات ترافیکی جاری و زمان‌های سفر قابل پیش‌بینی (PTT) به‌کاربر است. این فعالیت شامل ترکیب اطلاعات سفر حاصل از منابع مربوط به بخش‌های خصوصی و دولتی است که نمونه‌ای از آن سیستم Traffic master است (به مطالعه موردی ۲۷ مراجعه کنید). برای تهیه اطلاعات قابل پیش‌بینی، ترکیب داده‌ها شامل متغیرهای زمانی وابسته به زمان وقوع سفر، عملیات تعمیر جاده، آب‌وهوا، رویدادها، گزارش‌های حوادث و غیره است. عوامل دیگری که می‌توان در PTT در نظر گرفت عبارتند از: انواع وسایل نقلیه (خودروی شخصی، اتوبوس و کامیون)، انواع راننده (عادی، منفعل، تهاجمی) و همچنین زمان‌های ویژه (فعلی یا هر زمانی تا ۴۸ ساعت بعد) انواع مختلفی از روش‌های PTT را می‌توان در منابع موجود یافت که از استفاده از الگوریتم‌های تحلیلی، شبکه عصبی مصنوعی تا شبیه‌سازی ترافیک یا ترکیب انتخابی این روش را شامل می‌شود[۴]. زمان سفر پیش‌بینی شده نه تنها ممکن است در تابلوهای پیام متغیر (DMS) نمایش داده شود (شکل۳-۲)، بلکه از طریق رسانه‌ها، واحدهای درون‌خودرویی (IVU) یا دستگاه‌های دستی نیز می‌توان آنها را ارائه کرد. دسترسی به PTT از طریق موارد بیان شده، به مسافران کمک می‌کند تا درباره زمان انجام سفر و یا انتخاب شیوه سفر (بین رانندگی و حمل‌ونقل عمومی) در برنامه‌ریزی پیش از سفر، راحت‌تر تصمیم‌گیری کنند.

شکل ۲-۳- ابزار درون‌خودرویی Trafficmaster

1- Rubbish in- Rubbish out

۲-۳-۲- تشخیص خودکار حادثه

تشخیص خودکار حادثه (AID)، دیگر فناوری با اهمیت پردازش داده‌ها در بخش زیرساخت است. این فناوری، از طریق پردازش کامپیوتری براساس الگوریتم‌های پیشرفته که بر روی داده‌های ترافیکی حاصل از انواع مختلف شناسگرهای (CCTV، شناسگرهای زیر سطح و بالای سطح زمین) نشان داده شده در شکل (۲-۲) اعمال می‌شود، عمل می‌کند. برای تشخیص این که آیا حادثه‌ای روی داده است یا خیر، داده‌های ورودی حاصل از سیستم شناسایی از طریق یک الگوریتم آزمایش می‌شوند. الگوریتم‌هایی که بدین منظور توسعه یافته‌اند، شامل روش‌های مختلف مقایسه‌ای، پیش‌بینی آماری رفتار ترافیکی و روش‌های دیگر هستند که در حالتی که حلقه برای بیش از یک بازه تعیین شده اشغال شود، وسایل نقلیه را ثابت یا در حال حرکت آهسته نشان می‌دهد. به‌طور کلی، فناوری AID برای جایگزینی اپراتور مرکز کنترل ترافیک طراحی نمی‌شود، بلکه به او وقوع الگوهای ترافیکی شبیه به آنچه در یک حادثه رخ می‌دهد را هشدار می‌دهد. تأیید انسانی از طریق CCTV یا مشاهده محل هنوز موردنیاز است. استفاده از تجهیزات قابل حمل AID و CCTV در اطراف کارگاه‌های راهسازی یا تعمیر و نگهداری راه و دیگر مکان‌های پرخطر موقتی، بسیار ارزشمند است.

آگاهی از پایان یک حادثه، دارای اهمیتی برابر با شناسایی سریع وقوع آن است. تشخیص مطمئن شروع و پایان یک حادثه مهم است تا به رانندگان اطلاعات و توصیه‌های نادرست ارائه نشده و اعتماد به سیستم‌های ITS از بین نرود. هشدار از طریق DMS باید به سرعت به نمایش گذاشته شود و در زمانی که به آن نیازی نیست، سریع پاک شود. محدودیت‌های موقتی سرعت باید به سرعت در هنگام وقوع حوادث خطرناک، اعمال شود و پس از پاک‌سازی جاده باید هرچه سریع‌تر برداشته شود. شناسایی و برداشت اطلاعات سرعت نقطه‌ای و اندازه‌گیری نقطه به نقطه زمان سفر با استفاده از وسایل نقلیه جستجوگر، همانند مشاهده از راه دور شرایط ترافیکی با استفاده از CCTV، روش‌های مفیدی برای تشخیص اینکه همه چیز به حال عادی برگشته است، می‌باشد.

تشخیص خودکار حادثه (AID)

سیستم تشخیص خودکار حادثه (AID) در کاهش زمان شناسایی حادثه، تسریع در عملیات امداد و نجات و تغییر مسیر ترافیک پیرامون مکان‌های وقوع حادثه، مفید و مؤثر است. کاربردهای دیگری نیز برای AID وجود دارد. برای مثال، AID برای برآورد شرایط ترافیکی یا درجه تراکم (حرکت آهسته خودروها، توقف خودروها، جریان آزاد) به کار رفته است. دوربین‌های AID برای تخمین زمان سفر نیز استفاده شده‌اند که بر این ایده استوار است که AID می‌تواند سرعت متوسط هر قطعه مسیر در ناحیه تحت پوشش را تعیین کند. همچنین این روش برای نمایش خودکار هشدار به راننده توسط DMS و اعمال محدودیت سرعت اجباری در بالادست محل حادثه، به‌کار می‌رود.

۲-۳-۳- مکان‌یابی و ناوبری وسیله نقلیه

شکل ۲-۴- سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS)

در بخش وسیله نقلیه، پردازش داده‌ها برای جهت‌یابی و ناوبری، موردنیاز است. اساس فناوری تعیین موقعیت وسیله نقلیه، شبیه به تعیین موقعیت کشتی و هواپیماست. در طول پانزده سال گذشته، مهم‌ترین پیشرفت در فناوری ناوبری در بخش توسعه غیرنظامی و بهبود دقت سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) بوده است. این سیستم توسط وزارت دفاع ایالات متحده تهیه و نگهداری می‌شود. سیستم ناوبری رادیویی ماهواره‌ای، از اوایل دهه ۱۹۹۰ آماده بهره‌برداری شد و شامل مجموعه‌ای از ۲۴ ماهواره است که در ارتفاع ۱۲/۶ مایل بالای زمین[1] به دور آن می‌چرخند. پردازش داده‌های درون‌خودرویی برای تعیین مختصات سه‌بعدی گیرنده (طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی) مبنی بر اصل زمان ورود (TOA) هنگامی که چهار ماهواره یا بیشتر در خط دید گیرنده هستند، انجام می‌شود. اطلاعات مکانی وسیله نقلیه در صورت نیاز، به مرکز ترافیک، مرکز اعزام یا ایستگاه اتوبوس فرستاده می‌شود (شکل ۴-۲).

انحصار خدمات سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای در اختیار ایالات متحده نیست. در دهه گذشته، GLONASS همتای روسی GPS فعالیت می‌کرد و سیستم ماهواره‌ای گالیله نیز در اروپا طراحی شده است. انتظار می‌رود این سیستم با بهبود پوشش [مناطق زمین] و در مورد سیستم گالیله با ارائه سطوح خدماتی تضمینی، یکدیگر را تکمیل کرده و ارتقاء بخشند. بنابراین اصطلاح سیستم‌های جهانی ناوبری ماهواره‌ای (GNSS) شامل هر سه سیستم و انواع مشابه آنها، در آینده می‌باشد. حتی با بکارگیری GNSS دیفرانسیلی (تفاضلی) و استفاده از سیگنال‌های ناشی از مکان‌های دقیقاً شناخته شده زمینی در مجاورت وسیله نقلیه؛ مانند دوربین‌های AVI (مورد ۶ در شکل ۲-۲)، می‌توان دقت بیشتری به‌دست آورد. GNSS دیفرانسیلی توانایی تعیین محل با دقت ۱/۵ متر را دارد.

از آنجا که کلیه سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای برای کار کردن به مشاهده حداقل چهار ماهواره نیاز دارند، مکان‌یابی وسایل نقلیه نیازمند سیستم‌های تکمیلی است تا بتواند حتی در حالی‌که وسیله نقلیه در یک تونل، زیر درختان یا در «نقاط کور شهری» حاصل از محاصره ساختمان‌های بلند قرار دارد، کار کند. این نقاط را می‌توان با انطباق نقشه- که بخش اصلی سیستم‌های ناوبری درون‌خودرویی مرسوم است- پوشش داد. این موضوع، براساس این حقیقت است که مکان وسیله نقلیه اغلب به شبکه جاده‌ای محدود می‌شود؛ به جز در هنگام انحراف موقت؛ یعنی زمانی که خودرو در پارکینگ یا به‌طور مثال در قایق (در حال گذر از یک معبر آبی) است. همان‌طور که از اسم آن بر می‌آید، عملیات انطباق نقشه، از نقشه دیجیتالی با دقت بالا در وسیله نقلیه و الگوریتم‌های اکتشافی استفاده می‌کند تا موقعیت وسیله نقلیه را بر روی نقشه تعیین نماید. روش دیگر برای ناوبری، روش ناوبری کور است که از ژیروسکوپ یا اصول مربوط به دستگاه راهنمای خودکار برای استنتاج و تعیین موقعیت وسیله نقلیه نسبت به نقطه شروع معلوم استفاده می‌کند. در هرحال، روش ناوبری کور نمی‌تواند به تنهایی عمل کند؛ زیرا خطاهای تجمعی از زمانی به زمان دیگر، نیاز به تصحیح (ترجیحاً به صورت خودکار) دارد.

۱- در حدود ۲۰/۲۷ کیلومتری سطح زمین

نقشه‌های دیجیتالی برای تعدادی از سیستم‌های پیشرفته اطلاعات مسافر و سیستم‌های راهنمای مسیر، شرط لازم است. برای ایجاد نقشه‌های دیجیتال، داده‌های خام شبکه راه از نقشه‌های رقومی و کاغذی، عکس‌های هوایی و سایر منابع اطلاعاتی جمع‌آوری می‌شود. این اطلاعات با مشخصه‌های مورد نیاز ناوبری ترکیب شده و سپس با کمک نرم‌افزار کامپیوتری ویژه‌ای، رقومی می‌شوند.

این داده‌ها توسط عرضه‌کنندگان سخت‌افزار ناوبری گردآوری می‌شوند و همواره تلاش زیادی در جهت حفظ اطلاعات به صورت به روز، با هرگونه تغییر در شبکه جاده‌ای، صورت می‌پذیرد. شبکه‌های حمل‌ونقلی همواره در حال تغییر و تحول هستند. بعضی تغییرات مانند گشایش بخش جدیدی در طول راه همیشگی است. موارد دیگر مانند بستن یک مسیر ارتباطی استراتژیک برای تعمیرات پل، موقتی است. کاربران می‌توانند برای دستیابی منظم به تغییرات به‌روز نقشه بر روی CD-ROM، آن را بخرند یا مشترک شوند. روش دیگر، پخش و ارسال آخرین تغییرات و به‌روزرسانی‌های نقشه بر روی یک کانال داده دیجیتالی است که براساس آن، حتی بسته شدن موقتی جاده نیز می‌تواند ثبت و ذخیره شود.

با استفاده از فناوری‌های پیشرفته فشرده‌سازی و ذخیره داده‌ها، یک نقشه دیجیتالی که نشانگر کلیه جاده‌های اصلی در ایالات متحده است، می‌تواند در یک لوح فشرده ساده (DVD) ذخیره شود. برای اطلاعات موردنیاز جهت راهنمایی مسیر محلی، نقشه دیجیتالی یک محدوده شهری می‌تواند در یک کارت PCMCIA (که به نام کارت PC نیز شناخته می‌شود) قرار داده شود. همچنین نقشه‌های دیجیتال، تسهیلاتی کلیدی برای خدمات آگاهی از محل و خدمات مبتنی بر مکان‌یابی هستند که در سیستم های اطلاعات ترافیکی و مدیریت حادثه بر مبنای موقعیت مشخص وسیله نقلیه و محل وقوع تراکم ترافیک عمل می‌کند، به‌کار می‌رود. همان‌طور که در بالا ذکر شد، نیاز و هزینه به‌روزرسانی نقشه‌های دیجیتالی نباید دست‌کم گرفته شوند. تهیه و توسعه پایگاه داده‌های راه "Terra-s" در اسلواکی نشان داد که چگونه بخش‌های خصوصی و دولتی برای تهیه یک پایگاه داده‌های جامع فضایی- جغرافیایی (Geospatial) جاده‌ای موردنیاز برای توسعه ITS همکاری کرده‌اند.

روش‌های دیگری برای تعیین موقعیت وسیله نقلیه، به‌ویژه با استفاده از تلفن‌های همراه وجود دارد. چنین روش‌هایی می‌توانند برای تماس‌های اضطراری از تلفن‌های همراه (سرویس توسعه یافته ۹۱۱ یا E۹۱۱ در ایالات متحده) با نمایشگر خودکار برای تیم نجات در جایی که موقعیت تماس‌گیرنده تعیین می‌شود باارزش باشند تا به وسیله آن جزیی از خدمات مختص مکان‌یابی ITS میسر شود.

۲-۳-۴- خدمات مبتنی بر موقعیت

در میان تعداد زیادی خدمات وابسته به محل (موجود و بالقوه)، بسیاری از مشتریان (کاربران نهایی) بالاترین اولویت‌های خود را مبتنی بر ایمنی و امنیت قرار می‌دهند که منجر به ارائه خدمات امداد و نجات به عنوان یکی از قدیمی‌ترین پیشنهادات و محصولات ITS در بازار شده است. سیگنال‌های هشدار خطر می‌توانند به صورت خودکار یا دستی به مرکز امداد و نجات فرستاده شود، مثلاً کیسه هوا باز شده و سپس مکان خودروی دارای شرایط اضطراری، به‌طور خودکار و دقیق توسط GNSS ارسال می‌شود. این خدمات امداد و نجات، اغلب در ترکیب با خدمات دیگر ITS مانند ردیابی خودرو مسروقه و راهنمایی مسیرهای رانندگی ارائه می‌شوند.

انتخاب (سیستم) ارتباطات برای ITS

معیارهای بررسی ارتباطات برای کاربردهای ITS شامل پهنای باند (باند فرکانس یا بیت بر ثانیه)، برد (حداکثر مسافت ارسال مطمئن)، پوشش (ناحیه ارسال مطمئن)، نهفتگی (زمان ارسال یک پیام شامل زمان تنظیم ارتباط پروتکل)، جهات (یک‌طرفه در مقابل دوطرفه) و همچنین ملزومات جابجایی است. کلیه زیرساخت‌های ارتباطی موجود و آتی؛ به صورت ثابت و یا سیار، می‌تواند و باید تا حد امکان برای عملکردها و کاربردهای ITS در راستای به حداقل رساندن هزینه و سرمایه‌گذاری بر روی پیشرفت‌های مداوم فناوری در صنعت ارتباطات، بکار رود. برای مثال، نسل‌های آتی ارتباطات بی‌سیم (3G و 4G) را باید در ذهن داشت؛ حتی اگر هزینه فعلی و مسائل اجرایی، تنها، کاربرد نسل‌های 2G یا 2.5G را توجیه کنند.

۲-۴- ارتباطات و تبادل داده‌ها

۲-۴-۱- ارتباطات زیرساختی

معمولاً هزینه ارتباطات ITS، بخش مهمی از کل هزینه‌های سیستم‌های ITS است (۱۵ تا ۵۰ درصد). هنگامی که گزینه‌های مختلف روش‌های ارتباطی با هم مقایسه می‌شوند، باید هم هزینه‌های نصب و هم بهره‌برداری را در نظر گرفت. به‌طور کلی، ارتباطات ایستگاهی و خطوط کابلی به خاطر حجم زیاد کار دارای هزینه‌های نصب نسبتاً بالایی است، در حالی‌که ارتباطات بی‌سیم یا موبایل در یک محدوده وسیع، به خاطر طیف محدود فرکانس، هزینه‌های بهره‌برداری (پخش) نسبتاً بالایی دارد. ارتباطات اختصاصی کوتاه‌برد هزینه پخش ندارند؛ اما هزینه نصب تجهیزات آنها نسبتاً بالا است (ایستگاه‌های رادیویی کنار جاده‌ای). سیستم ارتباطات به‌کاربردهای ویژه ITS بستگی خواهد داشت. تعدادی از فناوری‌های پیشرفته ارتباطی، توسط صنعت مخابرات راه دور توسعه یافته‌اند و متخصصین ITS به سرعت از مزایای آن برای توسعه شبکه‌های پرسرعت، با نهفتگی پایین (low-latency)، مالتی پلکسینگ و سوئیچینگ، استفاده نموده‌اند.

فیبر نوری

فیبرهای نوری وسیله‌ای برای پیام‌رسانی از طریق ارسال امواج نوری یا پالس‌هاست و اطلاعات را از یک نقطه به نقطه دیگر، توسط فیبرهای نوری بسیار باریک منتقل می‌کنند. ویژگی‌های جالب آنها شامل رهایی از تداخل میرایی نسبتاً کم و پهنای باند یا ظرفیت (نرخ بیت) بسیار وسیع است، به طوری که حجم بسیار زیادی از اطلاعات را می‌توان به طور همزمان منتقل نمود. با این همه، هزینه خود فیبرهای نوری به حدی پایین است که هزینه نصب آنها (هزینه مالکیت زمین و کارگر) نسبت به هزینه کابل‌های فیبر نوری، بسیار بیشتر می‌باشد.

سیستم ارتباطات داده‌ها، هم برای جمع‌آوری داده‌ها و هم توزیع اطلاعات موردنیاز است. در بخش زیرساخت ارتباطات خطوط ثابت مانند کابل‌های مسی یا فیبرنوری بیشتر به‌کار می‌روند. داده‌های حاصل از منابع ثابت مانند شناسگرهای حلقه‌ای و دوربین‌های مداربسته از طریق ترکیب ارتباطات ثابت یا بی‌سیم (بسته به شرایط محل) به مراکز عملیات منتقل می‌شود و سپس از آنجا توزیع می‌شود. در بخش وسیله نقلیه ارتباطات بی‌سیم موردنیاز است. بنابراین اطلاعات حاصل از منابع سیار مانند گشت‌های بالگرد و اطلاعات خروجی حاصل از پردازشگرهای داده‌های درون‌خودرویی مانند مختصات GNSS، باید از طریق ارتباطات بی‌سیم به مراکز عملیات ارسال شوند.

هزینه‌های ارتباطات داده‌های ITS، اغلب با افزایش میزان پهنای باند – که حجم داده‌هایی را که می‌تواند در یک زمان منتقل شود را مشخص می‌کند– افزایش می‌یابد. داده های پراکنده و کم حجم مانند پارامترهای ترافیکی حاصل از حسگرهای ترافیکی، به پهنای باند نسبتاً کم (مانند خط تلفن) و یا ارتباطات بی‌سیم با پهنای باند کم (مانند رادیو جیبی) نیاز دارند؛ زیرا آنها حاوی تعداد بایت کم در واحد زمان هستند. در مقابل، تصاویر زنده ویدئویی حاوی بایت اطلاعاتی زیادی در واحد زمان می‌باشند و به وسایل ارتباطی با پهنای باند گسترده برای انتقال اطلاعات نیاز دارند (مانند کابل‌های کواکسیال و فیبرهای نوری). بسیاری از مسئولین حوزه‌های مختلف ترافیکی به این نتیجه رسیده‌اند که بهتر است حق امتیاز و بهره‌برداری از صنعت ارتباطات راه دور را میان خود به اشتراک گذاشته و کابل های فیبر نوری را در امتداد راهها و در هنگام ساخت آنها نصب نمایند. این کار بهتر از کندن مسیر و نصب آنها پس از احداث جاده است. برای تبادل داده‌ها، مسئولین ترافیک از بخشی از سیستم ارتباطات با هزینه کم‌تر یا بدون هزینه یا از برخی روش‌های پرداخت پایاپای دیگر استفاده می‌کنند؛ گرچه چنین روش‌های معامله و قرارداد، چندان رایج نشده است. [۱۴]

پیشرفت‌های [ارتباطات] بی‌سیم

فناوری‌های بی‌سیم نسل سوم (3G) که هم‌اکنون موجود است، میزان انتقال داده بالاتری (بیش از ۲Mbps) را برای دستگاههای بی‌سیم ممکن می‌سازد و به خدمات مفیدتر و تجربیات بهتر کاربر منجر می‌شود. در ضمن با این تکنولوژی، گوشی‌های بی‌سیم مجهز به صفحات نمایشی و مشخصه‌های دیگر؛ شامل کامپیوترهای به اندازه کف دست (Palm size) و حتی دوربین‌های ویدئویی می‌شود. با این‌همه پیشنهادهای بالای غیرمنتظره برای طیف فرکانس بکار رفته برای نسل ۳G و مشکلات رو به رشد گوشی‌های پیشرفته، گسترش کاربردهای نسل ۳G را با تأخیر مواجه ساخته است. بنابراین بسیاری از کاربردهای فعلی تکنولوژی‌های بی‌سیم در سطح ۲/۵G شامل بسته عمومی سرویس رادیویی (GPRS) و تکامل داده‌های پرسرعت GSM است. برای کاربردهای ITS، انتظار می‌رود در آینده نزدیک نسل ۳G از ۲G و ۲/۵G جهت ارسال داده‌های به‌روزرسانی نقشه‌های دیجیتال، قادر ساختن شرکت‌های خودرویی برای کاربرد مدیریت مشتری/ وسیله نقلیه و خدمات ارتباطی دیگر مانند رزرو سفر on-line پیشی بگیرد.

شبکه‌های ناحیه‌ای (LAN) بی‌سیم

یکی از تکنولوژی‌های ارتباطی بی‌سیم برد کوتاه – که به سرعت در سال‌های اخیر گسترش یافته است– شبکه ناحیه‌ای محلی (LAN) بی‌سیم با سرعت بالا (۲/۴GHZ) مبتنی بر استاندارد IEEE 802.11b است که معمولاً به Wi-Fi (مخفف wireless fidelity) شناخته شده و برای پروتکل شبکه بی‌سیم بکار می‌رود. علاوه بر این، پروتکل‌های بی‌سیم پرسرعت‌تر LAN نیز به بازار معرفی می‌شوند. این موارد شامل 802.11g با همان ۲/۴GHZ و 802.11a هستند که این مورد در دامنه ۵/۸GHZ–۵/۲ کار می‌کند. حتی برای کاربردهای با برد کوتاه‌تر، از «بلوتوس» که پروتکل بی‌سیم «شبکه ناحیه‌ای شخصی» (PAN) با برد ۱۰ متر است می‌توان استفاده کرد که ارتباطات میان کامپیوترها، تلفن‌های همراه و بسیاری از دستگاههای دیگر مانند دستگاه‌های ITS را برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات و کاربردها بدون نیاز به سیم‌کشی زیاد و با هزینه نسبتاً پایین ممکن می‌سازد. پروتکل دیگر، «پروتکل کاربردهای بی‌سیم» (WAP) است که کاربر در حال حرکت را به استفاده از شبکه‌های حامل بی‌سیم موجود برای مشاهده و ارتباط با خدمات داده‌ای مانند صفحات وب اینترنتی با WAP، قادر می‌سازد. این پیشرفت‌ها، نه‌تنها دارای تأثیری عمیق بر روی بازار کامپیوترهای خانگی و شغلی هستند، بلکه بر روی سیستم‌های ارتباطی درون‌خودرویی نیز تأثیر به‌سزایی دارند و اطلاعات و برنامه‌های تفریحی و سرگرمی برای رانندگان و مسافرین فراهم می‌کنند که تا چند سال پیش قابل تصور هم نبود!

۲-۴-۲- ارتباطات سیار

در بخش وسیله نقلیه، ارتباطات بی‌سیم، نقشی اساسی در عملکردهای مختلف ITS دارند. برای مثال، رانندگان حوادث ترافیکی را به‌طور مستقیم از طریق تلفن همراه گزارش می‌دهند. تا پیش از این، تلفن‌های خودرو، همگی دستگاه‌های آنالوگ بودند (مشخصه نسل اول، 1G، ارتباطات بی‌سیم) که برای ارتباطات داده‌ای مناسب نبودند. پایانه‌های دیجیتال سیار (MPT) چند سال است که در ماشین‌های پلیس، کامیون‌ها و وسایل نقلیه ویژه دیگری برای ارتباطات داده‌ای به‌کار می‌رود. امروزه تلفن‌های همراه و سایر سیستم‌های ارتباطی شخصی (PCS ـ مانند پیجرها) نیز دیجیتالی هستند (مشخصات نسل دوم، 2G، ارتباطات بی‌سیم) که دری را به سوی امکانات جدید برای انتقال داده‌ها می‌گشایند. خدمات دیجیتالی تلفن همراه مبتنی بر TDMA (دسترسی چندگانه با تقسیم زمانی)، CDMA (دسترسی چندگانه با تقسیم کد) همچنین استانداردهای اروپایی GSM (سیستم جهانی برای ارتباطات سیار) که به‌طور گسترده‌ای به‌کار می‌رود، اکنون در سراسر جهان در حال استفاده است.

هر سه نسل ارتباطات بی‌سیم که در بالا ذکر شد، برای ارتباطات در محدوده‌ای وسیع هستند که در آن گیرنده و فرستنده دور از هم (در فواصل کیلومتری) قرار دارند. در ارتباطات در سطح گسترده، داده‌ها یا اطلاعات ITS اغلب با پیام‌های دیگر (صوتی یا داده) فرستاده می‌شوند و از ارتباطات کنترل‌شده مشترک در صنعت مخابرات استفاده می‌شود. ارتباطات اختصاصی کوتاه‌برد (DSRC) برای ITS برعکس است؛ زیرا این برد (معمولاً زیر ۱۰۰ متر) به حدی کوتاه است که تنها برای برخی اهداف اختصاصی مفید است. سرمایه‌گذار در زیرساخت فرستنده DSRC (beacon) معمولاً صنعت ارتباطات نیست، بلکه سازمان های خصوصی و دولتی علاقمند در زمینه استفاده از کاربردهای ویژه ITS با استفاده از DSRC، در این زمینه سرمایه‌گذاری می‌کنند. یک گواه مهم برای این مطلب، آن است که صنعت مخابرات برای DSRC استاندارد تهیه نمی‌کند.

خدمات ITS که اساساً بر پایه DSRC هستند، شامل اخذ الکترونیکی عوارض (ETC)، بهره‌برداری از وسایل نقلیه تجاری (CVO)، مدیریت پارکینگ، اولویت‌بندی چراغ‌های راهنمایی، علامت‌دهی درون‌خودرویی، اطلاع‌رسانی به مسافر از طریق تجهیزات درون‌خودرویی و AUI با استفاده از ایستگاه رادیویی، AVL و سیستم‌های راهنمای مسیر است. از آنجا که ایستگاه‌های رادیویی (beacons) برای اخذ الکترونیکی عوارض می‌توانند در امتداد زیرساخت‌های جاده‌ای، مانند محل‌های اخذ عوارض نصب شوند، زمان سفر وسایل نقلیه شخصی (یا وسایل نقلیه جستجو) به خوبی می‌تواند در جهت اهداف مدیریت ترافیک، محاسبه شود.

۲-۴-۳- توزیع داده‌ها

اطلاعات ترافیک و سایر اطلاعات مربوطه (شرایط جاده، وجود فضای پارکینگ، پارک‌سوار و غیره) می‌تواند هم از سوی بخش دولتی در جهت اصلاح و بهبود کارآیی حمل‌ونقل، ایمنی و کیفیت محیط زیست ارائه شود و هم از سوی ارائه دهندگان خدمات بخش خصوصی که از طریق تبلیغات و یا دریافت کرایه از کاربران نهایی کسب درآمد می‌کنند؛ در مورد دوم ممکن است خدماتی باارزش افزوده از طریق تهیه اطلاعات ترافیکی به نحوی که نیازهای ویژه کاربر را تأمین

نماید و یا با ارائه آن به همراه خدمات اطلاعاتی دیگر در مورد مسائل عمومی مانند خبر، ورزش، سهام و آب‌وهوا، به دلایل بازاریابی، عرضه شود.

دو روش اصلی توزیع اطلاعات ترافیکی و موارد مربوط به آن، تجهیزات ثابت و پایانه‌های سیار است. تجهیزات ثابت، مورد استفاده در بخش زیرساخت، شامل تلفن‌های معمولی، گیرنده‌های رادیویی معمول، تلویزیون‌ها، کامپیوترهای رومیزی، ماشین‌های فکس، باجه‌های اطلاعات و تابلوهای پیام متغیر (DMS) است. پایانه های سیار شامل رادیوهای وسایل نقلیه، رادیوهای متحرک، تلفن‌های موبایل، کامپیوترهای لپ تاپ و دستی، پیجر و سایر ابزارهای چند رسانه‌ای «قابل جابجایی» است. روش‌های دیگر برای طبقه‌بندی توزیع داده‌ها، ارتباطات یک‌طرفه در مقابل دوطرفه و سیستم‌های پخش‌کننده در برابر سیستم‌های تعاملی است.

تابلوی پیام‌متغیر

تابلوهای پیام متغیر (DMS)؛ همان‌طور که از نام آن برمی‌آید، علائم جاده‌ای با پیام‌هایی است که می‌تواند به صورت به‌هنگام تغییر کند. پیام‌ها می‌توانند به‌طور خودکار توسط شناسگرهای ترافیکی و جاده‌ای در مجاورت تابلو برای هشدار شرایط خطرناک به راننده و یا از گاراژهای پارکینگ برای نشان دادن تعداد فضای موجود پارکینگ، فعال شود. بیشتر اوقات، پیام‌ها از مرکز کنترل ترافیک به صورت از پیش طراحی شده و از راه دور کنترل می‌شوند و نمایش آنها به‌طور مداوم برای اطمینان از درستی آن، معمولاً از طریق CCTV نظارت می‌شود. ذکر این نکته مهم است که اطلاعات DMS آزادانه برای تمام رانندگان در بزرگراه موجود و قابل مشاهده است.

رسانه معمول دیگر اینترنت است که نام خود را از «بین شبکه» گرفته است که اصطلاحی فنی است برای گروهی از شبکه‌های کامپیوتری که توسط مسیریاب با یکدیگر مرتبط می‌شوند. پس از شروع به‌کار یک شبکه آکادمیک ـ علمی با پشتیبانی US-DOT در دهه ۱۹۶۰، این شبکه در دهه ۱۹۹۰ به شدت رشد نموده و به چارچوبی جهانی برای ارتباط دادن شبکه کامپیوترها تبدیل شد که نام شبکه جهانی (www) به خود گرفت. شبکه ارتباطی کامپیوتری بر اساس شبکه جهانی رشد می‌یابد. بسیاری از مناطق و شهرها، نقشه‌های به هنگام جریان ترافیک، تصاویر دوربین‌ها و اطلاعات شرایط جاده‌ای و آب‌وهوایی را همانند اطلاعات ثابت مانند قوانین ترافیکی و خبرهای مربوطه دیگر بر روی وب‌سایت خود، ارائه کرده‌اند.

تابلوی ۵۱۱ (Artemis)

در داخل وسایل نقلیه، رانندگان سالهاست به رادیوی ماشین خود (موج AM و FM) برای گرفتن پیام‌های مربوط به ترافیک متکی هستند. با این‌همه، اطلاعات ترافیک معمولاً در فواصل زمانی مشخص در طول روز پخش می‌شود؛ زیرا این اطلاعات با برنامه‌های دیگر برای زمان پخش همراه هستند. به علاوه، این اطلاعات منطقه وسیعی را تحت پوشش قرار می‌دهد و اغلب

ارتباط کمی با مسیر انتخاب شده توسط راننده دارد. برای غلبه بر این اشکالات، رادیو پیام‌های ترافیکی (HAR) با توان کم می‌تواند در امتداد بخش‌هایی از جاده برای ارسال بی‌سیم اطلاعات فقط در محدوده محلی (یعنی پخش محلی)، نصب شود. برای مثال در نزدیکی یک فرودگاه شلوغ، برای توصیه به رانندگان در مورد مکان‌های پارک خودرو، می‌توان از آن استفاده کرد. در روش دیگر، فناوری تشخیص صدا با کیفیت بالا برای کنترل و پاسخگویی به پرسشهای تلفنی در خصوص سفر، برای ارائه اطلاعات ترافیک با توجه به مسیر و مکان کاربر، تنظیم می‌شود. این سرویس همان‌طور که توسط سرویس ۵۱۱ در ایالات متحده توصیف شد، می‌تواند کاملاً خودکار بوده و به‌طور رایگان در اختیار عموم قرار گیرد (به مطالعه موردی ۳۷ مراجعه کنید).

یک روش پخش اطلاعات ترافیکی برای ارسال مداوم و همیشگی، استفاده از زیرحامل‌های رادیویی FM برای سهیم کردن[1] داده‌های ترافیکی با میزان بایت نسبتاً پایین، جهت نمایش نقشه مرتبط با یک واحد ناوبری و نیز نمایش متن یا برای فعال کردن پیام‌های صوتی از پیش ضبط شده است. این روش شبیه به گزارش‌های ترافیکی موجود مانند تله‌تکست در تلویزیون می‌باشد. در اروپا سیستم داده رادیویی ـ کانال پیام ترافیکی (RDS-TMC) برای چنین منظوری ایجاد شده است. داده‌ها با نرخ حدوداً یک کیلو بایت در ثانیه ارسال می شوند و به یک پیام صوتی، نمایش نقشه یا پیام متنی به زبان راننده با استفاده از نرم‌افزار ساخته شده در گیرنده، تبدیل می‌شوند. امتیازات RDS-TMC برای اروپا شامل کار کردن در حاشیه‌های مرزی، مستقل بودن از زبان راننده و سطح پوشش بالاست؛ زیرا این سیستم می‌تواند از ایستگاه‌های رادیویی FM خصوصی و ملی موجود استفاده کند. TMC Forum در بروکسل به عنوان محل ملاقاتی برای کلیه فعالان در زمینه خدمات TMC فعالیت می‌کند. سیستم‌های مشابهی در ژاپن با نرخ ارسال بیت خیلی بالاتر ایجاد شده است که از مزیت داشتن فاصله وسیع‌تری، میان کانال‌های FM در آن کشور برخوردار بوده و از تکنیک‌های تلفیق پیشرفته‌تری استفاده می‌کنند.

شکل ۲-۵- مرکز مدیریت ترافیک

1- Multiplex

ظهور پخش صوتی دیجیتال (DAB) جایگزین جذاب دیگری را برای توزیع داده‌ها در بخش خودرو پیشنهاد می‌کند. با DAB هر فردی می‌تواند برنامه‌های رادیویی با کیفیت شبیه CD را در خودرو بدون تداخل و تغییر شکل سیگنال با توانایی آن برای انتخاب خودکار قوی‌ترین فرستنده ناحیه‌ای، دریافت کند. از این گذشته، DAB امکانات توزیع چند رسانه‌ای، نه تنها صوتی بلکه متن، عکس، داده‌ها و حتی تصاویر ویدئویی را در رادیو فراهم می‌کند. بنابراین برنامه‌هایی برای انتقال مناسب خدمات RDS-TMS به انتشار صوتی دیجیتال (DAB) تهیه شده‌اند. در آینده DAB اطلاعات جزئی در مورد موضوعاتی مانند ترافیک جاده، پارکینگ و هتل/ متل برای وسایل نقلیه در حال حرکت ارائه می‌کند.

۲-۵- بکارگیری اطلاعات

استفاده از اطلاعات در ITS ، تعدادی فعالیت اصلی را در بر دارد که قابل جمع شدن هستند: اولین فعالیت عبارتست از توصیه به کاربران برای تصمیم‌گیری هوشمندانه هماهنگ؛ دوم پشتیبانی کنترل ترافیک در بخش زیرساخت و سوم کمک به راننده در بخش وسیله نقلیه و سرانجام عملکرد هماهنگ میان این دو بخش است.

۲-۵-۱- پشتیبانی تصمیم‌گیری و کنترل ترافیک

در بخش زیرساخت، سیستم کنترل رمپ جریان وسایل نقلیه ورودی به بزرگراه را به وسیله یک چراغ راهنمایی- که در محل ورودی رمپ نصب شده و برای دوره زمانی کوتاهی سبز می‌شود و اجازه عبور تعداد محدودی از وسایل نقلیه در یک زمان را فراهم می‌کند- کنترل می‌کند. هدف این سیستم حفظ چگالی وسایل نقلیه زیر حد اشباع و ایجاد فاصله بین وسایل نقلیه برای روانی ترکیب خودروها (در محل رمپ) و جریان ترافیک است. از طریق الگوریتم‌های کامپیوتری، فاز سبز چراغ می‌تواند به عنوان تابعی از یک یا چند شاخص تعیین شود که شامل جریان ترافیک در بالادست و پایین‌دست، فاصله خالی ترافیکی (Traffic Gap) در باند کندرو و طول صف بر روی رمپ و خیابان‌های فرعی است [۷].

کنترل هماهنگ ترافیک، درون یک محدوده شهری یا منطقه‌ای بزرگ توسط مرکز کنترل ترافیک انجام می‌شود که در آن اطلاعات ترافیکی معمولاً در یک تابلوی نمایشی بزرگ نشان داده می‌شود و با چندین نمایشگر CCTV تکمیل می‌شود که می‌تواند به هر دوربینی که در محل نصب شده، سوئیچ شود.

کد رنگی می تواند در تابلوی نمایشی ترافیک برای نشان دادن درجه ازدحام یا وقوع حوادث به‌کار رود. اپراتورها کلیه این اطلاعات را مشاهده نموده و می‌توانند تابلوهای پیام متغیر (DMS)، چراغ‌های راهنمایی و غیره را از طریق رابط‌های کاربری گرافیکی فعال کنند. در این رابط های کاربری، شبکه جاده‌ای، عناصر کنترلی (مانند DMS)، شناسگرها و غیره در نقشه‌های دوبعدی با چندین سطح زوم نمایش داده می‌شوند. همچنین اپراتورها، با خودروهای گشت ترافیکی و اپراتورهای سایر مراکز، ارتباط صوتی برقرار می‌کنند که به‌ویژه در طول موقعیت‌های اضطراری - که کسب اطلاعات به موقع، دقیق و تعاملی برای عملیات هماهنگ امداد و نجات موردنیاز است - اهمیت زیادی دارد.

برای یکپارچه‌سازی اطلاعات و هماهنگ‌سازی کنترل در میان مراکز حمل‌ونقل (هر دو بخش خصوصی و دولتی) به ایجاد یک ارتباط شبکه داده‌ای از مرکز مدیریت ترافیک به مراکز دیگر نیاز دارد؛ این مراکز اغلب توسط آژانس‌ها و سازمان‌های دیگر اداره می‌شود؛ برای مثال، مراکز کنترل برای مناطق همجوار، انواع مختلف مراکز مانند خدمات پلیس و

اورژانس، ارائه دهندگان اطلاعات، عملیات ناوگان تاکسی و اشتراک خودرو (هم‌پیمایی)[1]، مراکز بهره‌برداری حمل‌ونقل عمومی و وسایل نقلیه تجاری. اعزام‌کنندگان ناوگان، با رانندگان وسایل نقلیه شخصی ارتباط صوتی و یا داده‌ای برقرار می‌کنند و برای انتخاب مسیرهای معینی جهت افزایش سوار و پیاده کردن مسافر، جهات حرکتی و توصیه‌های دیگری ارائه می‌دهند. تمامی این فعالیت‌ها با کمک نرم‌افزار مخصوص پشتیبانی حمل‌ونقل برای بهینه‌سازی کارآیی و به حداقل رساندن هزینه، انجام می‌شود. مرکز مدیریت ترافیک برلین (UMZ) مثال خوبی برای مرکز مدیریت حمل‌ونقل خصوصی ـ عمومی و کاملاً عملیاتی، می‌باشد (به مطالعه موردی ۱۳ مراجعه کنید).

در بخش وسیله نقلیه، پایانه‌های اطلاعات ترافیک می‌تواند اطلاعات راهنمای مسیر یا اطلاعات تکمیلی برای اهداف مختلف مانند کنترل وسیله نقلیه یا اطلاعات پیشنهاد سرعت مناسب را ارائه دهد.

راهنمای پویای مسیر (Dynamic Route Guidance)

راهنمای پویای مسیر شرایط ترافیکی را به صورت به‌هنگام مدنظر قرار می‌دهد. با در نظر گرفتن موقعیت فعلی وسیله نقلیه به عنوان مبدأ، سیستم ناوبری، مسیر بهینه به هر مقصد داده شده را به‌طور تکراری (بازگشتی) محاسبه می‌کند. محاسبات می‌تواند به صورت on-board در یک سیستم نصب شده بر روی وسیله نقلیه یا در یک مرکز ترافیک (یا در یک مرکز ارائه خدمات اطلاعاتی) انجام شود. یکی از مزایای سیستم‌های off-board از لحاظ بخش زیرساخت نسبت به سیستم‌های on-board این است که جدیدترین داده‌های نقشه و شرایط ترافیکی را می‌توان به کار گرفت.

کنترل گشت تطبیق‌پذیر

کاهش سرعت در سیستم ACC (کنترل گشت تطبیق‌پذیر) می‌تواند از طریق بستن خودکار سوپاپ، کاهش دنده و یا ترمز گرفتن انجام شود. البته هنوز هم تحت شرایط غیرعادی مانند جلوگیری از تصادفات، دخالت راننده لازم است. بر این مطلب تأکید شده است که در کلیه سیستم‌های کمکی موجود و پیشنهاد شده، وسیله نقلیه باید در کنترل راننده باشد. با این‌همه، استفاده گسترده‌تر از ACC و فعالیت ACC در سرعت‌های پایین‌تر «توقف و حرکت» به تفکیک رضایت‌بخش قوانین و مسائل مشخص در بعضی مناطق بازار محصول بستگی دارد.

جدیدترین پایانه‌های راهنمای مسیر و ناوبری، نه تنها موقعیت وسایل نقلیه را نشان می‌دهند؛ بلکه داده‌هایی را درباره شرایط ترافیکی فعلی (به‌دست آمده از مرکز کنترل) نمایان می‌سازند که این داده‌ها به صورت نمادها و علامت‌هایی بر روی نقشه دیجیتالی نمایش داده می‌شود. پایگاه داده‌های نقشه دیجیتالی شامل مشخصاتی برای هر کمان یا بخش جاده؛ مانند مسافت، محدودیت‌های دور زدن، طبقه‌بندی جاده، زمان سفر مطابق با محدودیت‌های سرعت و زمان روز و غیره است. با تعیین هر مبدأ و مقصدی، نرم‌افزار بر مبنای اصول برنامه‌ریزی پویا، مسیر بهینه را محاسبه می‌کند. گزینه‌های مختلف می‌تواند برای بهینه‌سازی مسیر به‌کار رود؛ مثلاً کوتاه‌ترین فاصله، نپرداختن عوارض، خوش‌منظره‌ترین مسیر برای توریست‌ها و غیره.

1- Car pooling

۲-۵-۲- کنترل وسیله نقلیه

در حالی‌که امروزه فناوری‌های اطلاعات در ITS به راننده کمک می‌کنند تا تصمیمات استراتژیک را از طریق اطلاعات ترافیکی ناوبری و راهنمای مسیر بر مبنای داده‌های لحظه به لحظه اتخاذ کند، فناوری‌های کنترل و ترکیب شناسگر در آینده می‌تواند تا حدی در کنترل طولی و جانبی خودرو به راننده کمک کند. معمول‌ترین شناسگری که امروزه برای کنترل طولی خودروها به‌کار گرفته می‌شود، ابزارهای راداری و لیزری است که فاصله نسبی خودرو را با اندازه‌گیری فاصله از خودروی جلویی، نرخ فاصله نزدیک[1] میان وسایل نقلیه و شناسایی موانع موجود در جاده، معین می‌کند. همچنین شناسگرهای صوتی و فراصوتی برای نقاط کور و هشدار مکمل، به‌کار می‌روند.

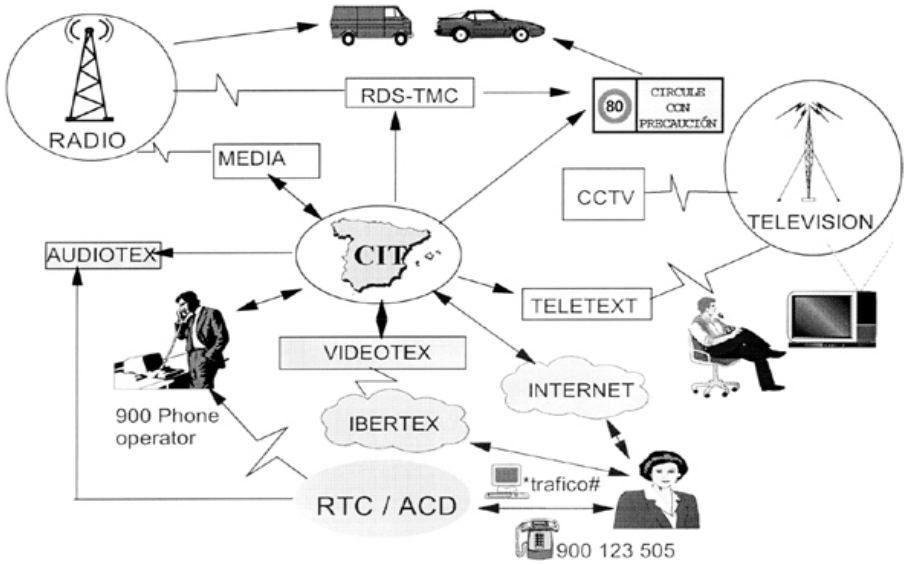
اخیراً، پیشرفت‌هایی در بخش نرم‌افزار و سخت‌افزار در زمینه بکارگیری کنترل گشت تطبیق‌پذیر (ACC)، حاصل شده است [۸]. این سیستم‌ها به‌طور خودکار سرعت وسیله نقلیه – که توسط راننده از طریق کنترل گشت معین شده است – را کاهش می‌دهد تا سرفاصله ایمن را از خودروی جلویی حفظ کند و همچنین هنگامی که فاصله تا خودروی جلویی به میزان کافی افزایش می‌یابد، دوباره سرعت را تنظیم کند.

اصلی‌ترین نیاز برای کنترل جانبی خودرو، حفظ مسیر است؛ یعنی حفظ خودرو در بین خطوط. معمول‌ترین روش برای تشخیص خط و حفظ مسیر از طریق پردازش تصویر خط‌کشی‌های خطوط یا لبه‌های جاده است. دوربین‌های ویدئویی کم‌هزینه و معمولی، به منظور تشخیص خطوط به‌کار می‌روند. استفاده از GNSS و نقشه‌های دیجیتالی با دقت بالا برای حفظ مسیر در حال آزمایش است. نه روش‌های تصویری و نه GNSS برای حفظ مسیر به ایجاد تغییر و اصلاح در زیرساخت‌های موجود جاده‌ای، نیاز ندارند اما نیازمند محافظت و نگهداری عالی از خط‌کشی‌های جاده می‌باشند.

شکل ۲-۶- آزادراه تحت کنترل

کنترل‌های تمام خودکار جانبی و طولی وسیله نقلیه، در نهایت ممکن است تا حدی منجر به سیستم‌های راه خودکار (AHS) گردد که با عنوان رانندگی بدون دخالت دست و پا، تعریف می‌شود. یک روش تکاملی برای AHS، بر کاربردهای کوتاه‌مدت جلوگیری از سانحه فناوری‌های AHS بدون خودکارسازی کامل تأکید می‌کند. با در نظر گرفتن AHS به عنوان یک نگاه بلندمدت، پیشرفت‌های اخیر برای کمک به راننده بر سیستم‌های همکاری وسیله نقلیه‌ـــ راه (GUHS) تأکید دارد که فعالیت‌های مشترک میان بخش‌های وسیله نقلیه و زیرساخت را پشتیبانی می‌کند [۹]. نمونه اولیه و قدیمی آن، آزادراههای کمربندی کنترل‌شده در لندن است که در شکل (۶-۲) نشان داده شده است. محدودیت سرعت متغیر برای هر مسیر توسط مرکز کنترل ترافیک؛ با توجه به سطح ازدحام ترافیک، نمایش داده می‌شود و اعمال قانون توسط دوربین‌هایی که می‌تواند شماره پلاک متخلفین را ثبت کند، صورت می‌گیرد. نتیجه بدست آمده نشان می‌دهد که این طرح در آرام‌سازی ترافیک، کاهش ازدحام، کاهش تصادفات، کاهش آلودگی هوا و کاهش اضطراب راننده، بسیار موفقیت‌آمیز بوده است.

1- Gap-closing



نمایی از سیستم اطلاعات ترافیکی اسپانیا

بسیاری از ایده‌های دیگر سیستم‌های مشترک راه ـ خودرو (CVHS) در تعدادی از کشورها توسعه یافته و آزمایش شده‌اند. یک نمونه آن، تقاطع هوشمند است که می‌تواند هشدارهایی هم درون خودرو و هم بر روی جاده (در زمانی که جریان ترافیک در مسیرهای ورودی به تقاطع خارج از دید راننده است) بدهد، این جریان توسط تجهیزات نصب شده در تقاطع حس می‌شود [۱۰]. اروپایی‌ها، سیستم‌های تطبیق هوشمند سرعت (ISA) را آزمایش کرده‌اند. این سیستم دارای تجهیزات اشتراکی است که در دو بخش خودرو و زیرساخت نصب می‌شوند و برای هشدار به راننده در هنگام تجاوز از سرعت مجاز یا آهسته راندن خطرناک طراحی شده است، همچنین برخی از این سیستم‌ها، توانایی تصحیح پویا را نیز ارائه می‌دهند. در ایالات متحده، بخش مهمی از برنامه ملی فعلی برای یک شبکه یکپارچه اطلاعات حمل‌ونقل (INTI) است تا پیشرفت‌های ایجاد شده در سیستم‌های خودرو و زیرساخت هوشمند را یکپارچه نماید.

۲-۶- پرداخت الکترونیکی[۱۱]

پرداخت الکترونیکی ارزش توصیف و تشریح کامل، در این بخش را دارد؛ زیرا از فناوری‌های بکارگیری هر دو بخش خودرو و زیرساخت که در جدول (۲-۱) نشان داده شد، استفاده می‌کند. تنها تأثیر عواملی که به‌طور مرسوم در محدوده قلمرو حمل‌ونقل در نظر گرفته می‌شود، سبب اجرایی شدن این سامانه نمی‌شود؛ بلکه اجرای موفقیت‌آمیز آن به بررسی و مدنظر قرار دادن وسیع عوامل انسانی (که در بخش ۲-۷ شرح داده می‌شود) نیاز دارد.

۲-۶-۱- عملکردهای پرداخت الکترونیکی

سیستم‌های پرداخت الکترونیکی (EPS) امکان پرداخت هزینه خدمات حمل‌ونقل را به صورت الکترونیکی برای مسافران فراهم می‌کند، بنابراین خدمات اصلی اخذ الکترونیکی کرایه، اخذ الکترونیکی عوارض (ETC) و پرداخت

الکترونیکی هزینه پارکینگ را ارائه می‌دهد. اهداف اصلی EPS عبارتند از: هزینه‌های پایین‌تر و افزایش درآمد برای آژانس‌های حمل‌ونقل و افزایش رضایت مشتری با ارائه خدمات حمل‌ونقلی.

کاهش هزینه و کسب درآمد حاصل، نه‌تنها از کاهش هزینه‌های کارگر در جمع‌آوری پول نقد و کنترل بدست می‌آید؛ بلکه از کاهش دزدی و تخلف، کاهش هزینه‌های واسط (کاغذ بلیت، برگه عبور و غیره) افزایش کارآیی عملیاتی؛ به علت کاهش زمان صرف‌شده در جمع‌آوری و محاسبه درآمد، افزایش توان عملیاتی (خروجی سیستم) و جمع‌آوری بهتر داده‌ها برای برنامه‌ریزی عملیاتی نیز به‌دست می‌آید. بسته به تمهیدات سازمانی ویژه افزایش درآمد ممکن است از طریق تولید سود حاصل از پیش پرداخت (شناور) کاربران و یا از درج نام تجاری بر روی کارت هوشمند برای پرداخت الکترونیکی نیز بدست آید.

منافع کاربر، تنها منحصر به کاهش زمان انتظار در هنگام پرداخت نمی‌شود؛ بلکه راحتی بیشتر در مقایسه با روش‌های دیگر پرداخت (پول نقد، ارائه بلیت و غیره) کاهش هزینه‌های سوخت وسیله نقلیه و آلودگی در محل عوارضی، مطلوبیت و محبوبیت بیشتر، تنظیم دقیق‌تر، ساختار مناسب پرداخت عوارض برای مسافران روزانه یا محروم، اجرای آسان‌تر ارائه یارانه پارکینگ یا عوارض و... نیز از منافع دیگر سیستم پرداخت الکترونیکی برای کاربر است.

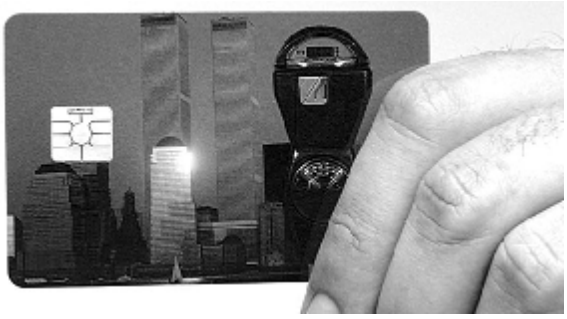
از دید مشتریان، پس از ایجاد یک روش پرداخت الکترونیکی گسترده مانند کارت هوشمند، بهتر است از آن برای سایر خدمات مربوط به حمل‌ونقل، مانند پرداخت هزینه سوخت در ایستگاه‌های خدماتی و حتی خدمات غیر حمل‌ونقلی، مانند خرید غذای آماده، تلفن و غیره نیز استفاده کنند. از این گذشته، چنین کارت هوشمندی نه‌تنها می‌تواند برای پرداخت به‌کار رود بلکه برای کارهای دیگری مانند ثبت اطلاعات پزشکی، امانت کتاب در کتابخانه‌ها، کارت شناسایی برای مجوز عبور و مزایای اجتماعی نیز می‌تواند استفاده شود.

۲-۶-۲- فناوری‌های پرداخت الکترونیکی

سیستم‌های پرداخت الکترونیکی، فناوری‌های ارتباطات الکترونیکی، پردازش داده‌ها، ذخیره داده‌ها و فناوری‌های میکروکامپیوتر را در فرآیند جمع‌آوری درآمد، نگهداری اطلاعات مربوط به آن و انتقال سرمایه‌ها، یکپارچه می‌کند. کلیت این فرآیند را معمولاً می‌توان به دو بخش زیر تقسیم کرد: فعالیت‌های مقدماتی[1] که توسط کاربر نهایی مشاهده می‌شود و فعالیت‌های «اداره پشتیبانی»[2] (که با عنوان اداره مرکزی – clearing house – نیز شناخته می‌شود) که معمولاً شامل مدیریت ابزارهای پرداخت، حفظ و نگهداری حساب‌ها، پردازش معاملات، کنترل و تسویه درآمد، خدمات مشتری، گزارش‌دهی و حسابرسی می‌شود. با توجه به سرمایه شناور فراهم شده از پیش پرداخت‌های کاربران، کسانی که فعالیت‌های پشتیبانی سیستم را اجرا می‌کنند، اغلب فرصت و امکان استفاده و سود بردن از این سرمایه شناور را دارند.

معمول‌ترین گزینه‌های سخت‌افزاری برای EPS، در بخش ارتباط با کاربران؛ شامل کارت‌های هوشمند، فرستنده‌های خودکار و تلفن‌های همراه می‌باشند که در ادامه توصیف می‌شوند:

1- Front end
2- Back office



کارت هوشمند

کارت‌های هوشمند، برای پرداخت در معاملاتی ایده‌آل است که اغلب به صورت نقدی انجام می‌شود و برخی از آنها عبارتند از: تماس‌های تلفنی، کرایه‌های پارکینگ، کرایه تزانزیت، خریدهای کوچک و عوارض جاده‌ای. این نوع از خریدها معمولاً برای شرکت‌های ارائه‌کننده خدمات کارت اعتباری یا کارت موجودی حساب[1] به علت معاملات فراوان و با ارزش کم، جالب توجه و جذاب نیست. با ذخیره کردن میزان اعتبار بر روی کارت، می‌توان بر این مشکل و مشکلات دیگر؛ مانند تأخیر در اثبات مالکیت کارت و داشتن اعتبار یا بودجه کافی در کارت‌های اعتباری یا موجودی حساب کاربر، فائق آمد. یک کارت هوشمند، تقریباً در اندازه و شکلی شبیه کارت‌های اعتباری مرسوم است و یک تراشه مدار یکپارچه درون آن نصب شده است. این کارت صدها بار بیشتر نسبت به‌کارت‌های مغناطیسی مرسوم توانایی انتقال داده را دارد. این تراشه ریزپردازنده، طوری طراحی می‌شود که هر کس برای انجام معامله و سایر فعالیت‌های شخصی، بتواند به‌صورت دیجیتال با دیگران ارتباط برقرار کند. دو نوع مجزا و متفاوت از کارت‌های هوشمند وجود دارد؛ کارت هوشمند «تماسی» که به تماس فیزیکی با قرائتگر نیاز دارد تا یک تراکنش را بررسی کند و از انتقال مطمئن داده‌ها میان کارت قرائتگر مطمئن شود؛ و کارت‌های هوشمند غیرتماسی، که تنها نیاز دارند در محدوده‌ای معین نزدیک به قرائتگر قرار گیرند تا فرآیند تراکنش صورت پذیرد. کارت‌های غیرتماسی به علت افزایش ظرفیت پذیرش، موردتوجه متولیان و کاربران حمل‌ونقل عمومی قرار گرفته است.

فرستنده خودکار (که به نام برچسب الکترونیکی – tag – نیز شناخته می‌شود) به عنوان بخشی از سیستم EPS یکی از سه بخش اصلی این سیستم را تشکیل می‌دهد: فرستنده خودکار، قرائتگر و سیستم کامپیوتری برای پردازش و ذخیره داده‌ها. فرستنده خودکار که کمی بزرگتر از اندازه سطح کارت‌هاست، معمولاً در بیشتر کاربردهای اخذ عوارض به‌طور امن، به وسیله نقلیه متصل می‌شود و برای اجرا بر فناوری RFID (شناسایی فرکانس رادیویی) مبتنی است. هنگامی که فرستنده خودکار از منطقه قرائت می‌گذرد (منطقه‌ای که حاوی سیگنال قرائتگر است)، سیگنال را شناسایی کرده و اطلاعات شناسایی (خودرو) را به قرائتگر ارسال می‌کند. قرائتگر اطلاعات را برای پردازش به سیستم کامپیوتری می‌فرستد. فرستنده‌های خودکار فعال دارای باتری جهت تأمین نیروی مدار داخلی و ارسال اطلاعات هستند. فرستنده‌های خودکار منفعل طول عمر نامحدود دارند و ارزان‌تر هستند اما تنها در برد کوتاه عمل کرده و اطلاعات کمتری منتقل می‌کنند. بیشتر فرستنده‌های خودکار، برای ارسال داده به اداره پشتیبانی و برای تسویه حساب به قرائتگرها متکی هستند. البته بعضی از فرستنده‌های جدید در درون خود شیارهایی برای کارت‌های هوشمند دارند که پرداخت الکترونیکی فوری را از طریق کارت هوشمند ممکن می‌سازد.

تلفن‌های همراه: پتانسیل تبدیل شدن به بخش اصلی EPS از سیستم تجارت الکترونیکی قرن ۲۱ را دارند که تاکنون به‌طور گسترده‌ای در محیط اینترنت برای کاربران در کامپیوترهای شخصی‌شان اجرا شده است. این مطلب بدین علت است که تلفن‌های همراه نیز حاوی یک تراشه مدار یکپارچه مانند کارت‌های هوشمند هستند و بر این اساس می‌توانند عملکرد

1- Debit card

یکسانی را داشته باشد. بعضی از تلفن‌های همراه از کارت هوشمند به عنوان یک ابزار ذاتی و اصلی برای خود استفاده می‌کنند. این تراشه (chip) یا کارت هوشمند که درون تلفن قرار می‌گیرد حاوی اطلاعات مربوط به کاربر مانند اطلاعات شناسایی، دفترچه تلفن، اطلاعات درباره صورت حساب و غیره خواهد بود. بنابراین تلفن‌های همراه می‌توانند به عنوان یک وسیله پرداخت الکترونیکی به‌کار روند. همچنین آنها می‌توانند به عنوان ابزاری واسط برای دسترسی به اینترنت جهت خرید کالا و خدمات – همانند روشی که این فرآیند در یک کامپیوتر شخصی انجام می‌دهد– به‌کار روند[۱۲].

بخش دیگر EPS زیرسیستم ارتباطات است. عملکردهای اداره پشتیبانی با کمک یک کامپیوتر میزبان یا شبکه‌ای از کامپیوترها (برای افزایش توان[1] و قابلیت اعتماد) برای پشتیبانی کلیه پایگاه‌های داده‌های EPS، تجزیه و تحلیل و اجازه انجام انواع مختلف تراکنش‌ها برای سیستم‌های در حال کار (on-line)، کنترل وضعیت اجزا EPS، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های بایگانی و ذخیره شده، تطبیق و تسویه حساب‌ها و تسهیلات سایر عملکردها مانند خدمات مشتری اجرا می‌شود.

با توجه به‌کاربرد خاص و واسط سخت‌افزاری انتخاب شده، تعدادی از فناوری‌های جانبی برای EPS ضروری است؛ برای مثال بکارگیری ماشین‌هایی با قابلیت توزیع واسط‌های الکترونیکی یا پر کردن مجدد بودجه‌ها و اعتبارات ذخیره شده در کارت‌های هوشمند، ممکن است در تسهیلات پارکینگ یا ترانزیت ضروری باشد. همچنین ممکن است استفاده از دوربین‌های عکسبرداری از شماره پلاک متخلفین، در ایستگاه‌های اخذ عوارض ETC، برای اعمال قانون موردنیاز باشد. این مطلب به‌ویژه برای اخذ عوارض بدون توقف خودروها؛ مانند مواردی که در جاده‌های عوارضی تورنتو و ملبورن کانادا دیده می‌شود، صحیح است (به مطالعه موردی ۱ و ۵ رجوع کنید).

موانع استفاده از EPS

موانع صنعتی، اغلب مهم‌تر از موانع تکنیکی برای اجرای EPS است. به علت اینکه هیچ استانداردی برای کارت‌های هوشمند غیرتماسی وجود ندارد و همچنین به علت وجود اولویت‌ها و فرهنگ‌های مختلف میان جوامع و شرکت‌های مالی و حمل‌ونقلی، یکپارچگی EPS در دامنه حمل‌ونقل؛ همچون محدوده کاربردهای حمل‌ونقلی مختلف و کاربردهای غیر حمل‌ونقلی، در عمل با اشکالاتی مواجه شده است. از سوی دیگر، در جاهایی که علاقه عمومی به طور گسترده و همچنین حمایت‌های دولتی وجود داشته است، EPS به یکپارچگی پرداخت‌های حمل‌ونقل عمومی، عوارض، پارکینگ و ایجاد سیستم‌های جمع‌آوری درآمد زیر نظر یک اداره پایاپای مرکزی کمک نموده است (مانند پروژه ORANGE در اورلاندو و فلوریدا ـ به مطالعه موردی ۳۸ مراجعه کنید).

۲-۶-۳- عوامل مکانی

با کاهش هزینه‌ها و افزایش قدرت فناوری، گزینه‌های جدید برای EPS براساس زمان و مکان، ظهور یافته است. همان‌طور که قبلاً در بخش (۲-۱-۲) درباره وسایل نقلیه جستجو ذکر شد، مکان دقیق یک وسیله نقلیه می‌تواند به‌طور خودکار توسط GNSS (سیستم موقعیت‌یاب جهانی)، تلفن‌های همراه یا دستگاههای قرائتگر شماره پلاک اتومبیل، تعیین می‌شود. امکان تعیین کرایه‌هایی که باید از یک وسیله نقلیه (و به‌طور تئوریک از افراد) اخذ شود در صورتی ممکن است که

1- Redundancy

زمان و مکان وسیله نقلیه یا شخص بتواند به درستی تعیین و کنترل شود. در ترکیب با فناوری توزین در حال حرکت (WIM) جمع‌آوری عوارض از وسایل نقلیه سنگین متناسب با مسافت طی شده یا مسافت ـ وزن، می‌تواند به‌طور خودکار صورت گیرد. سیستم‌های ETC متعددی به‌طور جدی استفاده از فناوری مکان‌یابی بر مبنای GNSS را مدنظر قرار داده‌اند. کمیسیون اروپایی در اواخر سال ۲۰۰۳، ایجاد یک سیستم سازگار ETC در سراسر اروپا با استفاده از ارتباط تلفنی GSM و GNSS (Galileo) را پیشنهاد کرد. در طرح پرداخت هزینه ازدحام و ترافیک لندن (مطالعه موردی ۳۱) که با موفقیت اجرا شد از روش خواندن شماره پلاک وسیله نقلیه استفاده شده است. بیشتر بحث و بررسی‌ها درباره p-commerce (p مخفف position) و همچنین m-commerce (m مخفف mobile) انجام شده است که فرصت‌های بازاریابی جدیدی را برای آگهی بازرگانی و فروش به سرنشینان در حال سفر وسیله نقلیه، در نزدیکی آنها ارائه می‌دهد. نمونه‌های ارائه خدمات به مشتری، مبتنی بر مکان، شامل ردیابی خودکار، امداد جاده‌ای، خدمات راهنمایی مانند ارائه اطلاعات درباره رستوران‌ها و ایستگاه‌های خدماتی مجاور؛ اطلاعات ترافیک و آب‌وهوایی، پیام‌های شخصی، راهنمای شهری، اطلاع‌رسانی درباره تصادف و غیره است.

۲-۶-۴- تجربیات کاربر و مسائل سازمانی

پذیرش کاربر اهمیت زیادی در اجرای موفق EPS دارد. در جاهایی که EPS برای جایگزینی با ابزارهای رایج پرداخت به‌کار گرفته شده است، پذیرش کاربر در نقاط مختلف جهان بسیار مثبت بوده است؛ برای مثال، برای «برنامه پایلوت مشتری با کارت هوشمند» که توسط حوزه ترانزیت شیکاگو (CTA) در سال ۲۰۰۰ عرضه شد، مطالعات ارزیابی در پایان پروژه پایلوت نشان داد که مشتریان قاطعانه از این برنامه استقبال کردند. حتی برای مشتریان معلول نیز این سیستم جالب توجه بوده است.

از سویی دیگر در جایی که EPS به عنوان بخشی از یک سیستم پرداخت هزینه جاده‌ای یا در ارتباط با عوارض جدید و افزاینده خدمات حمل‌ونقل عرضه شد، این پاسخ کمتر مثبت بود. لازم به ذکر است که در مورد استفاده از ETC به عنوان جایگزین برای جمع‌آوری عوارض به صورت نقدی، حتی کاربران غیر دائمی نیز نظر مثبتی داشتند؛ زیرا به دلیل عبور سریع کاربران ETC از ایستگاه‌های اخذ عوارض، آنها با صف‌های کوتاه‌تری مواجه می‌شدند.

۲-۷- عوامل انسانی

بسیاری از فناوری‌های پایه‌ای و مهم ITS مربوط به واسط ارتباطی انسان ـ ماشین[1] (HMI) (روشی که در آن کاربران با فناوری ارتباط برقرار می‌کنند) است. «موس» استفاده از کامپیوترها را برای عملیات ترافیکی ممکن ساخته است؛ جستجوگر استفاده از اینترنت را برای اطلاع رسانی به مسافرین میسر ساخته و نمایش نقشه دیجیتالی استفاده از GNSS را برای ناوبری وسیله نقلیه و مدیریت ناوگان ممکن ساخته است. برای اینکه ITS خوب کار کند، ما باید بخش انسانی (که با بخش وسیله نقلیه و بخش زیرساخت ITS در جدول ۱-۲ تعامل دارد) را در نظر بگیریم. در ITS کلمه انسان نه‌تنها رانندگان را شامل می‌شود بلکه برنامه‌ریزان سفر، مسافران چند شیوه‌ای، اپراتورهای مراکز ترافیکی، اعزام‌کنندگان ناوگان،

1- Human – Machine Interface

مسئولین اورژانس و غیره را نیز دربر می‌گیرد. مسائل و مفروضات عملی عوامل انسانی در این بخش بحث و بررسی می‌شود و اصول کلی عوامل انسانی در حمل‌ونقل و پشتیبانی در «پیوست ۴» شرح داده می‌شود.

۲-۷-۱- عوامل انسانی در بخش وسیله نقلیه

تعامل انسان با وسیله نقلیه در قلمرو خدمات حمل‌ونقل، بسیار مهم و حیاتی است به‌طوری‌که اشتباهات یا قضاوت‌های نادرست در فعالیت‌های اصلی رانندگی، پیامدهای ایمنی آشکاری دارد. کاربرد تلفن همراه به عنوان یک دلیل حقوقی در وقوع تصادفات، در بعضی مناطق باعث ممنوع شدن استفاده از تلفن همراه در حین رانندگی گردیده است. بعضی واحدهای ناوبری راننده باید وسیله نقلیه را قبل از وارد نمودن مقصد سفر در دستگاه ناوبری متوقف کند. هرچند بعضی این مسئله را غیرمعقول می‌دانند؛ چرا که حواس رانندگان می‌تواند به همین شکل با موزیک، حرف زدن با مسافران و غیره پرت شود. بنابراین باید به جنبه‌های HMI تجهیزات درون‌خودرویی و ابزارها و دستگاه‌ها توجه کافی مبذول شود تا رانندگان بتوانند از آنها به درستی استفاده کنند و یا کاربرد آنها را در وسایل نقلیه جدید یا کرایه‌ای به سرعت یاد بگیرند تا در محیط‌های کم نور بتوانند آنها را به‌کار گرفته و مجبور به خواندن کتاب راهنماهای پیچیده نباشند.

اثرات بکارگیری آتی فناوری‌های جدید اطلاعات و ارتباطات، در تحقیقات اروپایی‌ها ارزیابی شده است. تغییر نقش‌های عملگرها در سیستم‌های حمل‌ونقل و پشتیبانی، شناسایی شده و موشکافانه بازنگری شده است. یکی از نتایج این بوده که هرچه فعالیت‌های پشتیبانی بیشتری توسط ITS ارائه شود، ریسک از دست دادن مهارت و یا اعتماد کورکورانه به فعالیت‌های ITS بیشتر خواهد بود.

تعامل ماشین و انسان و واسط های ارتباطی ماشین و انسان (HMI) ناشی از آن، نقش مهمی در دستیابی به‌کارآیی و پذیرش کاربر در کاربردهای مختلف ITS ایفا می‌کند. بسیاری از انواع مختلف سیستم‌های پشتیبانی و رابط‌های کاربری حاصل از آنها وجود دارد که باید با دقت زیاد براساس توصیه‌ها و راهنمایی‌های موجود برای عوامل انسانی «سنتی» و کارهای انجام گرفته در زمینه ارگونومی و یا قوانین سرانگشتی در زمینه طراحی HMI، طراحی شود [۱۴و۱۳]. رانندگان وسایل نقلیه به توجه و دقت بسیار زیاد در تصمیم‌گیری و فعالیت‌هایی که به‌طور مستقیم بر ایمنی ترافیک جاده‌ای تأثیرگذار است، نیاز دارند. توانایی‌ها و محدودیت‌های انسان‌ها در رانندگی در سال ۱۹۹۴ در برنامه پرومته (PROMETHEUS) اروپا بررسی و عنوان شده است. در این برنامه اشاره شده که رانندگان، غیر قابل اعتمادند؛ زیرا بعضی اوقات اشتباه می‌کنند، و اینکه دسترسی به اطلاعات برای پشتیبانی از فعالیت‌های رانندگی محدود بوده و همیشه در دسترس نیست، همچنین راننده قابلیت‌های فراگیری و پردازش محدودی دارد و ممکن است دچار حواس‌پرتی شود یا تحت فشار کاری بیش از اندازه قرار گیرد. از این گذشته، رانندگان، آگاه و مطلع نیستند که قدرت رانندگی و مانورهایشان خوب یا بد است؛ زیرا ترافیک جاده به‌خودی خود آموزنده نیست؛ در نتیجه، سرعت یادگیری رانندگان بسیار آهسته است. همچنین مسائل ایمنی متعددی در ارتباط با رانندگان در راه وجود دارد که مواردی از آن اختلاط رانندگان پیر با جوان، رانندگان آشنا و غریبه که به دنبال مکان‌های ناآشنا و تابلوهای جهت‌نما هستند، می‌باشد. آمیخته شدن «دارا و ندار» نیز مشکلات مشابهی را با ظهور ITS به وجود می‌آورد. برای مسافران غیر راننده و برای رانندگانی که چندان هم برای رانندگی مناسب نیستند باید به

عواملی مانند عدم قابلیت؛ همچون دید ضعیف، شنوایی ضعیف، تحرک کم، سن بالا و غیره توجه کنیم. این مطلب در طراحی وب‌سایت و همچنین طراحی فضای داخلی وسیله نقلیه نیز اعمال می‌شود.

بدین منظور، معیارهای اساسی طراحی ارگونومیک برای سیستم‌های نمایش، اطلاعات، کنترل و کمک به راننده، تعیین شده [۱۵]، و تعدادی کتب راهنمای پایه‌ای مناسب برای مفاهیم سیستم HMI مشخص شده است که عبارتند از:

- ❖ کاربرگرایی: برای مثال سیستم‌ها باید از گذاشتن مسئولیت کم یا بیش از اندازه بر عهده راننده جلوگیری کنند تا وی نه خیلی فعال شود و نه خیلی خسته و کسل؛
- ❖ وظیفه‌گرایی: برای مثال، تخصیص وظایف و منابع، باید به‌طور مؤثر توسط شناسایی کارهایی که به بهترین نحو توسط راننده انجام می‌شود و کارهایی که برای ماشین‌ها مناسب‌تر هستند، صورت پذیرد؛
- ❖ فناوری‌گرایی: برای مثال هدف باید توسعه سیستم‌هایی باشد که برای راننده ساده به نظر می‌رسد؛
- ❖ روش‌گرایی: برای مثال متخصصین ارگونومی و روانشناسان باید از مرحله آغازین فرآیند طراحی شرکت داشته باشند.

ترافیک جاده فرآیندی چند نفره و چند وسیله‌ای است که توسط قوانین ضمنی و صریح، سازماندهی می‌شود که در آن اجزای اصلی سیستم، انسان (رانندگان) و ماشین (وسایل نقلیه) در ارتباط با یکدیگر هستند. تعاملات میان این عناصر از طریق واسط‌های کاربری راننده ـ وسیله نقلیه و راننده ـ زیرساخت صورت می‌پذیرد. بنابراین طراحی تعامل وسیله نقلیه ـ راننده تنها یک پرسش از مشخصات نمایشگرها و کنترل‌ها نیست. این طرح باید در ارتباط با هدف کل سیستم انسان ـ ماشین باشد؛ یعنی در بستری که آن سیستم اجرا می‌شود و جریان اطلاعات میان کاربر و سیستم فنی برقرار می‌گردد. «پیوست ۴» توضیحات بیشتری را درباره این موضوعات، ارائه می‌دهد.

۲-۷-۲- عوامل انسانی در بخش زیرساخت

عوامل انسانی باید نه‌تنها برای رانندگان؛ بلکه برای تمام کاربران وسایل نقلیه در نظر گرفته شود. برای مثال، بعضی از مراکز کنترل ترافیک مدرن، بیش از صد مانیتور CCTV بر روی یک دیوار دارند که این وضعیت، تشخیص و تمرکز بر روی مناطق بحرانی را برای اپراتورها دشوار می‌سازد؛ موقعیتی شبیه به‌کارخانه‌های هسته‌ای با تعداد زیادی نمایشگر که تشخیص موقعیت‌های بحرانی در یک سانحه تصادف را برای اپراتورها مشکل می‌کند. استفاده از ویدئو و دید مصنوعی در مراکز ترافیکی در حال گسترش است؛ اما اطلاعات بسیار زیاد و پیغام‌های خطای فراوان به اپراتورها (که کاربران نهایی نیستند)، ممکن است فشار کاری بیش از حد به آنان وارد کند. سیستم‌های هشداردهنده خودکار سانحه، حتی ممکن است در صورتی که پیغام‌های خطای بسیار زیادی اعلام کنند، خاموش شوند.

تونل مون‌بلان، تابلوهای دیداری مسیرهای خروج اضطراری

اصول اساسی عوامل انسانی که در بخش وسیله نقلیه مورد انتظار است، در بخش زیرساخت نیز باارزش و معتبر می‌باشد. در حالی‌که بخش زیرساخت به علت اندازه و ابعاد بزرگ سیستم آن و دربرگرفتن سازمان‌های متعدد، پیچیده‌تر می‌باشد. همچنین متخصصین حمل‌ونقل به منظور افزایش ایمنی و پذیرش ITS

توسط کاربر، مسئولیت مستقیم بیشتری برای بکارگیری بهترین روش ها و عملکردها در بخش زیرساخت نسبت به بخش وسیله نقلیه دارند.

تمرکز اصلی ITS بر کاربر نهایی است و عوامل انسانی باید برای افزایش پذیرش کاربر، در نظر گرفته شود. همان‌طور که در مطالعه موردی برای سرویس اطلاع‌رسانی به مسافر (تلفن «۵۱۱» در ایالات متحده، مطالعه موردی ۳۷) نشان داده شد، عوامل انسانی، نقش بزرگی در تصمیم‌گیری برای استفاده از سیستم تشخیص صدا و طراحی یک ساختار قوی و کارا برای سلسله مراتب تقاضاها ایفا می‌کند تا فرد تماس‌گیرنده بتواند اطلاعات موردنیاز خود را هرچه سریع‌تر از سیستم بدست آورد. پس از وقوع آتش‌سوزی در تونل "مون‌بلان" در سال ۱۹۹۹ که افراد بسیاری در آن کشته شدند، سیستم جدید مدیریت تونل طراحی و ساخته شد که شامل علامت‌دهی و اطلاع‌رسانی بهتری به منظور افزایش ایمنی برای کاربران در زمان وقوع رویدادهای مشابه است؛ به‌ویژه علامت‌گذاری‌ها و تابلوهای قابل رؤیت کاربران را به نزدیک‌ترین محل خروج راهنمایی می‌کند و اطلاع‌رسانی بهتری با استفاده از تابلوهای پیام متغیر (VMS) ارائه شده است (به مطالعه موردی ۲۴ مراجعه کنید).

VMS گرافیکی انتخاب مسیر (آمستردام)

۲-۷-۳- رویکرد همه‌جانبه[1]

تمرکز بر پذیرش کاربر می‌تواند به برجسته شدن کلیه عناصر مختلفی که می‌تواند و باید بر فرآیند طراحی تأثیرگذار باشد، کمک کند. اگر به مشخصه‌های مطلوب، بیشتر از هزینه‌ها نمره داده شود (با استفاده از معیارهای وزنی/ تابع هزینه)، راه‌حل پذیرفته شده، خریداری شده و امیدوارانه به‌کار گرفته می‌شود. واقعیت‌های اقتصادی و صنعتی مؤسسات و شرکت‌ها و جامعه و قضاوت آنها درباره موفقیت طرح، باید کاملاً در فرآیند طراحی، اعمال شود. نقش‌آفرینان بازار، مانند کاربران نهایی، مشتریان و مصرف‌کنندگان نیز باید در نظر گرفته شوند. محصولات و یا راه‌حل‌های جدید به‌ندرت برای حل و برآورده کردن کامل نیازها و مسائل جدید طراحی و تهیه شده‌اند. بیشتر اوقات، بهبود عملکرد راه‌حل‌های فعلی و موجود، هدف می‌باشد. همچنین واضح است که راه‌حل‌ها و محصولات قدیمی باید بتواند دقیقاً در کنار و همراه با راه‌حل‌های جدید معادل آن، عمل کند.

نسبت قابل‌توجهی از کاربران حمل‌ونقلی امروز نیز از لحاظ فناوری، دچار چالش هستند. افراد سالمند با مشکلات یادگیری و آنهایی که اغلب با فناوری‌های مربوط به کامپیوتر ناآشنا هستند، مشکلات ویژه‌ای با HMI طرح شده برای سیستم‌های ITS دارند. به همین شکل، نیازهای اطلاعاتی کاربران حمل‌ونقلی دارای ناتوانی‌های جسمی، گسترده و وابسته به نوع ناتوانی جسمی آنهاست. پروژه‌های کمیسیون اروپا، مانند TELAID بسیاری از مسائل و موضوعات مربوط به HMI را مورد بررسی قرار داده است[۱۶].

1- The Holistic Approach

به‌طور خلاصه، عوامل انسانی در ITS نه تنها حائز اهمیت ، بلکه به‌طور بالقوه پیچیده نیز هستند. هدف این بخش ایجاد آگاهی و افزایش حساسیت نسبت به موضوعات عوامل انسانی و اشاره به بعضی از مراجع مربوطه است. با اعمال حساسیت مناسب، متخصصین ITS باید نیازمندی‌ها و ملزومات کاربران موردنظر (و نه کاربران نهایی) را در آزمایش تسهیلات ITS جدید مانند پایانه‌های کامپیوتری، عملیات اورژانس، تسهیلات یادگیری و آموزشی و غیره، مدنظر قرار دهند. متناسب بودن ITS با ویژگی‌های کاربر می تواند با توجه به قابلیت استفاده، مطلوبیت و دلچسب بودن، قضاوت شود. در هنگام نیاز، متخصصین حمل‌ونقل باید کارشناسان عوامل انسانی را در مراحل اولیه طراحی تجهیزات و تسهیلات ITS درگیر کنند. انجام خوب این کار، چندان گران و هزینه‌بر نیست؛ به شرط اینکه نیازهای عوامل انسانی در مرحله شروع کار، مدنظر قرار گیرد.

۲-۸- نتیجه‌گیری

ITS بخش مهمی از تحول دیجیتالی است. تغییر شکل دیجیتالی فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، محرکی برای پیشرفت‌های بزرگ در برخی زمینه‌ها مانند ناوبری ماهواره‌ای، پخش صوتی دیجیتال (DAB)، شبکه‌های تلفن همراه نسل سوم و چهارم، پرداخت الکترونیکی و کارت‌های هوشمند بوده است. در اروپا ترکیب کلیه این فناوری‌های دیجیتال به‌کار رفته برای حمل‌ونقل؛ اصطلاح کلی «تله‌ماتیک حمل‌ونقل» را به خود جلب کرده است. بدون این پیشرفت‌های تکنولوژیک، به هیچ عنوان فرصتی برای ITS وجود ندارد.

زیرساخت برای این فناوری‌های جدید و محصولات عمومی که یک تولید جانبی است؛ مانند گوشی‌های بی‌سیم تلفن همراه و کامپیوترهای جیبی (PDA)[1]، بازار وسیع‌تری نسبت به خدمات حمل‌ونقلی صرف، به خود اختصاص می‌دهد. با این‌همه، ملزومات منحصر به فرد سیستم‌ها و خدماتی که یک سیستم حمل‌ونقل هوشمند را تشکیل می‌دهند، بسیارند. ITS باید از جابجایی مردم و کالا با رعایت ایمنی، کارآیی و با توجه به شرایط محیط، پشتیبانی نماید. بنابراین پذیرش فناوری‌ها برای ارائه خدمات به کاربر به صورت مقرون به صرفه و قابل اطمینان، هم فرصتی بزرگ و هم چالشی بزرگ است. برای دستیابی به موفقیت، مهارت‌های متخصصین حمل‌ونقل نیاز به ترکیب با مهارت‌های تحلیلگران سیستم، مدل‌سازان داده‌ها، مهندسین ارتباطات، متخصصین عوامل انسانی و فناوری اطلاعات و همچنین برنامه‌ریزان کامپیوتری و مهندسین تعمیر و نگهداری دارد تا با همکاری یکدیگر در راستای تولید یک محصول کارآمد ITS تلاش کنند.

توقعات و انتظارات کاربران حمل‌ونقل بسیار بالاست و عملکرد ضعیف خدمات حمل‌ونقلی، به شدت مورد انتقاد قرار می‌گیرد. شبکه‌های حمل‌ونقل اغلب نیاز دارند تا در سراسر شبانه‌روز و به‌طور مستمر هفت روز هفته کار کنند و این امر نشان می‌دهد که ITS نیز به جز مواقعی خاص و مقطعی، باید این‌چنین عمل کند. بنابراین خوانندگان این کتاب راهنما به اجرا و بکارگیری سیستم‌ها و خدماتی ترغیب می شوند که مورد اطمینان و قابل اعتماد برای کاربران و مجریان حمل‌ونقل باشد. وقوع یک خرابی در سیستم یا عملکرد ضعیف در هر مرحله، موجبات وقوع عملیات در سطح زیر استاندارد و ارائه خدمات غیرقابل اطمینان را فراهم می‌کند.

1- Personal Digital Assistants

۲-۹- مراجع و پی‌نوشت‌ها

1. For further discussion on ITS information chain, see Rupprecht S. et al ATLANTIC Practioners Handbook for TTI Service Implementation in European Cites and Regions. European Commission, Atlantic project, DG INFSO 2003.
2. Source: Japanese National Police Agency.
3. Also known under other names such as Video Image Processor.
4. Bin Ran, "Using Traffic Prediction Models for Providing Predictive Traveller Information," International Journal of Technology Management, (special issue on The Impact of Information Systems Technology on Operations Management), 2000.
5. ITS America. "Shared Resource Projects: An Action Guide for Telecommunications Infrastructure in Transportation Right-of-Way". Washington DC, 1997.
6. DMS are also called changeable message signs (CMS) and variable message signs (VMS).
7. Huddart K W. "Traffic Control" in J Walker (ed.).Advances in Mobile Information Systems. Boston: Artech House, 1999.
8. ACC is also known as intelligent cruise control (ICC).
9. Note that the term of ITS was originally IVHS (Intelligent Vehicle Highway Systems) until 1994 when a multi-modal coverage of the field was emphasised. CVHS was an early vision of the IVHS movement.
10. Demonstrated by the Japanese Public Work Research Institute in the late 1990s.
11. Much of the material in this subsection was taken from the primer, "Introduction to Electronic Payment and Transportation" prepared by the ITS America Task Force on Electronic Payment Systems chaired by Bob McQueen in April 2001.
12. The use of cellular-based services offers an additional major advantage: the back office functions described in the next paragraph already exist in this domain. This could speed up further developments.
13. Salvendy G. (ed.) "Handbook in human Factors and Ergonomics (2nd edition)", John Wiley & Sons, New York. 1997.
14. Norman, D. "The Design of Everyday Things", Basic, New York 2002.
15. Kramer, U., Preston, N. (eds.) "Man-Machine Interface – Black Book", Report to the PROMETHEUS Steering Committee, PRO-CAR 1, PROMETHEUS Office, Stuttgart. 1987.
16. The "TELAID Design Guidelines Handbook: for usability of in-vehicle systems by drivers with special needs" http://hermes.civil.auth.gr/telscan/telsc.html (Aristotle University of Thessaloniki).

۳- استانداردها و معماری ITS

کسانی که در زمینه توسعه ITS فعالیت می‌کنند، به شناختی از نحوه کار فناوری‌های پایه‌ای ITS به صورت یک سامانه نیاز دارند. نه تنها این مسئله برای اطمینان از عملکرد قطعی سامانه‌های فرعی به تنهایی مهم است؛ بلکه برای اطمینان از این مسئله که آنها با یکدیگر به‌طور کارا و مؤثر ارتباط برقرار می‌کنند و همه با هم در یک سامانه کلی یکپارچه می‌شوند نیز اهمیت دارد. این فصل توضیحاتی در این مورد ارائه می‌دهد و به معرفی مفاهیم مهم استانداردها و معماری سامانه و این که چرا آنها مورد نیازند و چطور در سراسر جهان گسترش یافته و به کار گرفته شده‌اند، می‌پردازد.

۳-۱- معماری ITS

۳-۱-۱- اهمیت معماری ITS

در گذشته، سامانه‌های کنترل ترافیک راه اغلب برای ارائه تنها یک یا دو سرویس به‌طور مستقل و به صورت زیرسامانه‌های مجزا نصب می‌شد. در مقابل، مدیریت پیچیده، کنترل و خدمات جمع‌آوری داده همزمان توسط ITS ارائه گردید. درحالی‌که احتمال فعالیت تعدادی از زیرسامانه‌ها در تضاد با یکدیگر وجود دارد، فرصت‌های مهمی برای ادغام و ترکیب این زیرسامانه‌ها جهت فعالیت مشترک و پرقدرت‌تر نیز وجود دارد. معماری سامانه، چهارچوب و ساختار منطقی را بر مبنای نیازمندیهای کاربر، برای برنامه‌ریزی تعریف کرده و یکپارچه‌سازی سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند را ارائه می‌دهد.

یک معماری سامانه ملی و یا منطقه‌ای بیانی رسمی از رویکرد ملی یا منطقه‌ای به ITS است و اولین مرحله در روند ایجاد طرح‌های جزئی و دقیق است. علاوه بر این، تهیه و استفاده از معماری ITS ارزش قابل ملاحظه‌ای را به کلیت فرآیند توسعه ITS در روش‌های مختلف، می‌افزاید.

معماری ITS موارد زیر راتعیین می‌کند:

- عملکرد مورد نیاز ITS، همچون جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی و یا تقاضا برای یک مسیر؛
- عناصر فیزیکی یا زیرسیستم‌هایی که این فعالیت‌ها در آن مستقر می‌شوند (مانند حاشیه جاده یا درون وسیله‌نقلیه)؛
- جریانهای اطلاعاتی و جریانهای داده‌ای که این فعالیت‌ها و زیرسیستم‌های فیزیکی را با یکدیگر در یک سیستم یکپارچه مرتبط می‌سازد. [۱]

تحلیل معماری ITS کمک‌های دیگری را برای برنامه‌ریزی و اجرای توسعه ITS ارائه می‌دهد که شامل برنامه توسعه، دیدگاه سازمانی، مطالعات تحلیل ریسک و تحلیل سود به هزینه است.

- **دیدگاه مشترک**

تهیه و توسعه یک معماری ITS معمولاً با یک فرآیند ساختاری توافقی شروع می‌شود که بخش‌ها و سازمان‌های مختلف را دربر می‌گیرد. بنابراین معماری بدست آمده، توافقی میان کاربران، تأمین‌کنندگان خدمات و ادارات حمل‌ونقل است که به صورت اصطلاحات مشترک، تعاریف، حد و مرزها، اولویت‌ها و توقعات و انتظارات، در بین بخش‌هایی که در

حال حاضر به‌طور سازگار و دو طرفه پشتیبان آن هستند، ولی در آینده به طورمستقل تصمیم‌گیری خواهند کرد، بیان می‌شود.

- **هدایت ذینفعان**

معماری ITS را مجموعه‌ای از ملزومات عملکردی مبتنی بر نیازها و خدمات کاربر ایجاد می‌کند که با مشورت با کاربران و دست‌اندرکاران تعریف می‌شود. بنابراین، این معماری ITS اجرا شده، پاسخگوی نیازهای کلیه بخش‌ها می‌باشد و فناوری به‌کار گرفته شده تنها برای خود فناوری، اجرا نشده است.

- **ترویج توسعه استانداردهای ITS**

معماری ITS فرآیندهای اصلی – که نیازمند رابط‌های کاربری استاندارد، به‌ویژه در زمینه ارتباطات و تبادل داده‌ها هستند – را نیز به‌طور آشکار و صریح، نشان می‌دهد. معماری ITS، با تعریف زیرسیستم‌های مختلف و داده‌هایی که باید بین آنها جریان داشته باشد، بستر تهیه و توسعه استانداردها را فراهم می‌کند. بر مبنای رابط‌های کاربری مناسب و یک تجزیه و تحلیل از نیازهای عملیاتی، ملزومات کاربر و مشخصات نرم‌افزاری/ سخت‌افزاری، معماری ITS می‌تواند به تشخیص این موضوع که آیا استانداردهای مختلف باید ملی، منطقه‌ای، محلی و یا بین‌المللی باشد، کمک نماید.

- **تأمین منافع تجاری**

طراحی و اجرای زیرسامانه‌ها و اجزای استاندارد ITS مطابق با معماری ITS مشوقی برای ایجاد بازاری همگانی در عرصه تولید تجهیزات و نرم‌افزار است؛ همچنین «صرفه‌جویی مقیاس[1]» را امکان‌پذیر می‌سازد، سازگاری داده‌ها و اطلاعات را تضمین می‌نماید، سرمایه‌گذاری را ترغیب کرده و به اطمینان از سازگاری داخلی اجزا کمک می‌کند [۲].

- **مدیریت ریسک**

یک معماری ITS مناسب، حالت‌های وقوع خرابی در سامانه را در نظر می‌گیرد و از مراحلی منطقی برای عملکرد مطلوب سامانه تحت شرایط غیرعادی پشتیبانی می‌کند. برای توسعه یک معماری ITS همچنین نیاز است تا خط‌مشی‌ها و فرضیات حمل‌ونقلی درباره اینکه هر کس چه نقشی را ایفا می‌کند، به وضوح مشخص باشد. این کار، تصمیم‌گیری مشترک و توافقی میان بخش‌های مختلف را ممکن می‌سازد و احتمال حدس و گمان‌های غلط یک سازمان در مورد اینکه سایر سازمان‌ها قصد انجام چه کارهایی را دارند، کاهش می‌دهد. با تسهیل توسعه استانداردها، معماری ITS ریسک استفاده از استانداردهای بالفعل موجود یا اختصاصی که توسط تولیدکنندگان عمده بازار رواج یافته است را نیز کاهش می‌دهد.

- **مرتبط ساختن ITS با فرآیند برنامه‌ریزی حمل‌ونقل**

ITS نیاز دارد تا با برنامه حمل‌ونقل محلی و منطقه‌ای هماهنگ و یکپارچه شود. یک معماری ITS از این یکپارچگی از طریق مجبور کردن تمامی بخش‌های درگیر جهت شناسایی رابطه موردنظر میان ITS و برنامه‌ها و راه‌حل‌های

1- Economy of scale

سنتی حمل‌ونقل، پشتیبانی می‌کند. همچنین معماری می‌تواند از طریق تعریف آنچه که برای ارائه خدمات موردنیاز است و اولویت بکارگیری آنها، بر استحکام این برنامه‌ها بیفزاید.

- **ارائه مبنایی برای توسعه سامانه**

معماری فیزیکی (در صورتی که ایجاد شده باشد) و سندی که تئوری عملیات را توصیف می‌کند، مبنای بسیار دقیقی برای تعریف عملکرد واحدهای[1] ویژه پردازش داده‌ها، شناسایی جاهایی که پردازش باید انجام شود و اینکه چه داده‌هایی باید جمع‌آوری شود و چگونه میان واحدهای پردازنده داده تقسیم شود، ارائه می‌نماید. بنابراین معماری ITS، ساختاری اولیه که بر پایه آن می‌توان توسعه سامانه (و نرم‌افزار) را آغاز کرد، فراهم می‌نماید.

- **ارائه چهارچوبی برای گسترش در آینده**

معماری ITS چهارچوبی را برای گسترش سامانه، به‌روزرسانی و ارتقای فناوری ارائه می‌دهد. با شروع کار با یک معماری گسترده، هر کس مبنایی را برای تکامل و توسعه در دست خواهد داشت. خدمات جدید، سامانه‌ها یا پوشش جغرافیایی را می‌توان بدون نیاز به مهندسی مجدد و پرهزینه یا ایجاد تغییر پرهزینه در سامانه‌های موجود به گونه‌ای اضافه کرد که این گسترش با پارامترهای عملکردی - که زیربنای این معماری را تشکیل می‌دهد- تناسب داشته باشد. ملزومات عملکردی کاملاً جدید احتمالاً به یک ارزیابی مجدد و اصلاحاتی در معماری نیاز خواهد داشت.

۳-۱-۲- سطوح معماری ITS

شباهت‌هایی میان معماری ITS و معماری خانه وجود دارد. معماری یک منزل می‌تواند در اشکال مختلف، متناسب با مخاطبین ارائه شود. معمار، طرح کلی از نقشه و پلان‌های طبقات را به مالک نشان می‌دهد. وی همچنین طرح تیرها و ستون‌ها و ابعاد دقیق آنها را به‌کارگران ساختمانی نشان می‌دهد. به همین شکل، معماری سامانه ITS ویژه می‌تواند در اشکال مختلفی ارائه شود که با یکدیگر سازگار هستند. انتخاب شکل و قالب ویژه به نیازها و پذیرش مخاطبین بستگی دارد. نظریه اشکال معماری چندگانه مطابق با استاندارد IEEE 1471-2000، به نام «روش‌های توصیه شده برای توصیف معماری سامانه‌های نرم‌افزاری» می‌باشد [۳].

معماری ITS اصولاً درباره تبادل اطلاعات و کنترل سامانه‌ها در سطوح مختلف عمل می‌کند که در مدل چندسطحی در شکل (۳-۱) نشان داده شده است[۴]. پروژه CONVERGE، این سطوح را به عنوان روش توضیح مزایایی که باید از مدل‌ها و دیدگاههای مختلف - که ممکن است یک معماری را دربر گیرد- ایجاد شود، تعریف کرده است. مدیران ترافیک و حمل‌ونقل از مالکین یا سیاستگذاران سطح بالا بوده و در سطوح ۳ و ۲ قرار می‌گیرند. سپس ساختار معماری در سطح ۱ طوری طرح می‌شود که منطبق با خصوصیات سطوح بالا باشد. سطح صفر بخش کاملی از معماری نیست؛ هرچند اغلب به این نام شناخته می‌شود و مرحله‌ای را نشان می‌دهد که در آن یک تولیدکننده، سامانه یا اجزای آن را مطابق با معماری طراحی می‌کند.

1- Modules

معماری سطح ۳ (مالکیت‌های متقابل چندین سازمان و اداره[1])، نیاز دارد تا محدودیت‌های دنیای واقعی که در ادارات حمل‌ونقل وجود دارد و همچنین نیازهای مربوط به ویژگی‌های چنین سامانه‌هایی؛ مانند قابلیت سازگاری داخلی میان ادارات درگیر و نگهداری اطلاعات توسط ادارات مربوطه را منعکس کند. این کار می‌تواند نقاطی که باید ساختار و سازمان به شکل اساسی و به منظور ارائه خدمات ITS اصلاح شده و تغییر یابد (شاید به صورت ریشه‌ای و اساسی) را نشان دهد. برای مثال یک مرکز کنترل ترافیک (TCC) ممکن است به تبادل داده با TCC دیگر و یا یک مرکز اطلاع‌رسانی به مسافر (ITC)؛ مثلاً در طول مرزهای ملی یا زبانی، نیاز داشته باشد. تعریف طبیعت و حداقل مشخصات عملکردی برای این تعامل، توان زیادی را می‌طلبد. در بعضی موارد یک خط تلفن ساده حامل پیام‌های صوتی، کافی است. موارد دیگر ممکن است به خطوط داده اختصاصی پرسرعت و امن برای انتقال تصاویر تلویزیونی مدار بسته نیاز داشته باشد. سطح موردنیاز ارتباطات داخلی و نیز قابلیت سازگاری داخلی باید به حد کافی برای اهداف تحلیل معماری مشخص شود، هرچند انتخاب فناوری‌های مخصوص باید به طراحان سامانه واگذار شود.

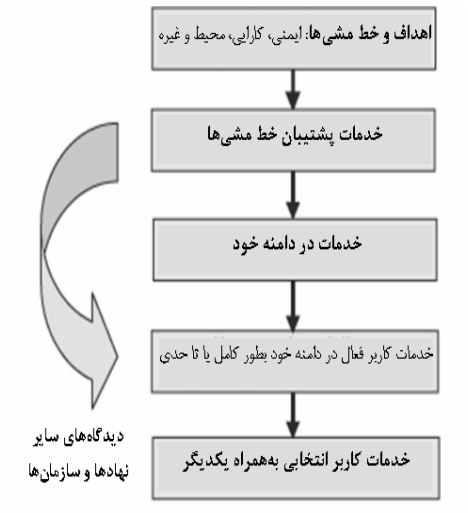
معماری سطح ۳ چارچوبی را تعیین می‌کند که در آن بتوان معماری سطح ۲ را تعریف کرد. معماری سطح ۲ خواص سامانه‌هایی را تعریف می‌کند که تحت نظر تنها یک آژانس هستند و می‌توانند هم مشخصات سامانه‌های «موروثی» موجود و هم سامانه‌های برنامه‌ریزی شده برای آینده را در نظر بگیرد. موضوعات مربوط به سطوح ۱ و ۲ مشابه یکدیگرند. رویکرد CONVERGE آنها را از هم جدا می‌کند، به این دلیل که با آنها در زمان‌های مختلف برخورد داشته و ممکن است گروههای متفاوتی با آن سروکار داشته باشند.

سطح ۳	مالکیت‌های متقابل چندین سازمان و اداره
سطح ۲	مالکیت‌های سیستم یک اداره منفرد
سطح ۱	ساختار سیستم
سطح صفر	زیر سیستم/ طراحی اجزا

شکل ۳-۱- مدل چند سطحی برای تحلیل معماری ITS

معماری سطح ۱ اصولاً مربوط به مهندسین سامانه است. در این سطح، ساختار سامانه تعریف می‌شود؛ به‌طوری‌که عملکردهای ITS می‌تواند برای بکارگیری کم‌هزینه‌تر،با یکدیگر گروه‌بندی شوند و سامانه‌های اطلاعاتی بتوانند به‌طور منطقی به زیرسامانه‌هایی برای طراحی در سطح صفر تقسیم شوند. توجه کنید که فناوری‌های ویژه تنها در سطح صفر انتخاب می‌شوند. بنابراین معماری سامانه در سطوح ۱ تا ۳ مستقل از فناوری است و در موضوع خدمات و عملکردهای ITS باقی می‌ماند و از تغییرات مبتنی بر فناوری مستقل است.

دیدگاه واحدی در خصوص یک سامانه پیچیده که بتواند کلیه اطلاعات درباره سامانه را با یک شیوه قابل درک انتقال دهد، وجود ندارد. این مطلب درباره معماری ITS نیز صادق است. در عوض،



شکل ۳-۲- لحاظ کردن اهداف و سیاستها در انتخاب خدمات ITS

1- Multi-Agency Interoperability Properties

چندین دیدگاه که سطوح مختلف انواع متفاوت و جزئی اطلاعات را نشان می‌دهد، موردنیاز است. این دیدگاهها می‌تواند شامل یک معماری منطقی توصیف‌کننده چگونگی جریان داده های مختلف و نحوه پردازش آنها، یک معماری فیزیکی که عملکردها را به زیرسیستم‌های فیزیکی اختصاص می‌دهد؛ و نیز یک معماری سازمانی برای تخصیص عملکردها و مسئولیت‌ها به ارائه‌دهندگان و گیرندگان خدمات انتخاب شده ITS باشد.

بخش‌های بعدی ادامه مراحل توسعه یک معماری ITS و همچنین دیدگاههای توسعه یافته در هر مرحله را در عباراتی کلی و عمومی توصیف می‌کند. این مراحل، در توسعه معماری ITS در نقاط مختلف جهان همان‌طور که نشان داده خواهد شد، تقریباً ثابت است. البته تفاوت‌های خاصی میان برخی مناطق وجود دارد [۵].

۳-۱-۳- نیازهای کاربر، ملزومات عملکردی و مفهوم عملکردی

اولین گام در ایجاد یک معماری ITS انتخاب و تعیین اولویت خدمات کاربر است. تمام بخش‌ها و سازمان‌های اصلی و نقش‌آفرینان باید در این فرآیند درگیر شوند و توسعه معماری را به فرصتی برای ایجاد ساختاری توافقی مهم برای توسعه و عملکرد ITS، تبدیل کنند. این دیدگاه عمومی و توافقی به تعیین ملزومات و مفهوم عملکردی منجر می‌شود که دریافت‌کنندگان و ارائه‌دهندگان هر یک از خدمات ITS و ارتباطاتی که ارائه‌کنندگان باید به منظور پشتیبانی از تحویل خدمات داشته باشند، توصیف می‌کنند.

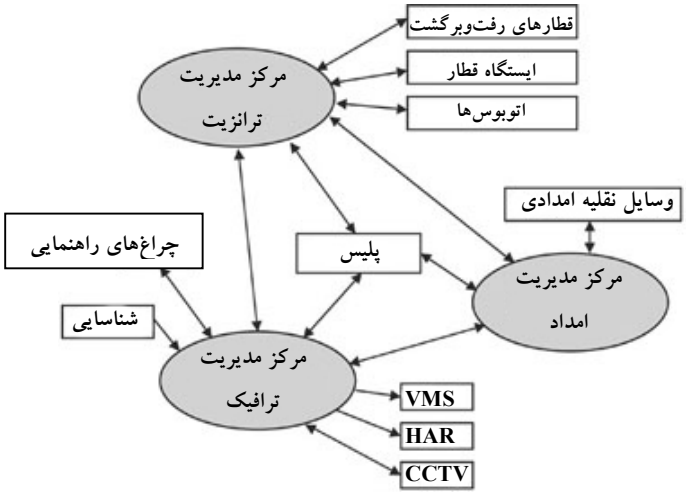
در محدوده هر کشور یا ناحیه واحد، معمولاً تفاوت های زیادی میان مجموعه خدمات ITS مفید برای شهرهای بزرگ و مناطق روستایی و کوچک وجود دارد. گروههای نقش‌آفرین اصلی و گروه‌های ذینفع در اطراف این حوزه‌ها؛ اعم از شبکه‌های جاده‌ای، کنترل ترافیک برای شهرهای کوچک و متوسط و حوزه توانایی‌ها و مسئولیت‌ها (مانند ایمنی جاده‌ای، حمل‌ونقل عمومی، پشتیبانی ناوگان و غیره) سازمان‌دهی شده‌اند. هر یک از این گروهها، علاوه بر اهداف کلی‌تر؛ به منظور بهبود ایمنی، کارآیی، کیفیت محیط و غیره، از مقاصد و خط‌مشی خاص خود نیز برخوردارند. براساس موارد نشان داده شده در شکل(۳-۲)، هر یک از گروههای ذینفع، با اهداف و خط‌مشی‌های محدود خود و تفکر درباره اینکه کدام‌یک از خدمات ITS از اهداف وی پشتیبانی می‌کند، شکل خواهد گرفت.

پس از اینکه خدمات و سرویس‌ها انتخاب شدند، ملزومات عملکردی برای ارائه این خدمات باید تعیین شود. در این مقطع، وجوه اشتراک میان حوزه‌ها می‌توانند شناسایی شوند. برای مثال، متولیان شبکه جاده‌ای می‌توانند برای پیاده‌سازی ITS جهت اخذ الکترونیکی عوارض و شناسایی خودکار حادثه، برنامه‌ریزی نمایند. این فعالیت می‌تواند برای ارائه اطلاعات مسافر و ترافیک با کیفیت بالا، همراه با زمان‌های سفر نقطه به نقطه، تعدیل و مطابقت داده شود. بنابراین پیوندی میان متولیان شبکه و ارائه‌دهندگان خدمات اطلاع‌رسانی در زمینه استفاده برنامه‌ریزی شده مشترک از زیرساخت‌های ITS، پروتکل‌ها برای تبادل اطلاعات و یک معماری یکپارچه ITS موردنیاز است تا بتوان نیازهای هر دو گروه را برآورده نمود.

در یک مثال دیگر، متولیان شبکه جاده‌ای می‌توانند درباره استفاده از سامانه کنترل رمپ برای ایجاد جریان آرام و پیوسته ترافیکی در شبکه برنامه‌ریزی کنند. اثر جانبی این طرح این است که می‌تواند صفوف طولانی وسایل نقلیه در جاده‌های اطراف ایجاد کند. بنابراین نیاز به شاخص ها و ابزارهایی برای اطمینان از این مسئله که شبکه اطراف جاده قفل نمی‌شود، وجود دارد، همچنین به‌وسیله آن می‌توان به عبور خودروهای ترانزیت و وسایل نقلیه پرسرنشین از رمپ کمک

کرد. بعد از انجام مباحثی درباره تطبیق متقابل، گروههای ذینفع اصلی ممکن است بر مدیریت تقاضا با بهسازی خدمات حمل‌ونقل از طریق فناوری‌های ITS برای تشویق مردم به تغییر شیوه حمل‌ونقل انتخابی، به توافق برسند. بنابراین هرچند ممکن است یک گروه ذینفع در ابتدا درباره خدمات ترانزیت تنها در محدوده خود فکر کند؛ اما احتمالاً با همکاری گروههای دیگر در طرح نهایی، خدمات را انتخاب می‌کند. باید توجه کرد که در این مرحله از توسعه ITS، تغییرات سامانه می‌تواند با هزینه‌های نسبتاً پایین انجام شود؛ چرا که هنوز هیچ چیز ساخته یا خریداری نشده است.

مثال‌های بالا نشان می‌دهد که چگونه از طریق مذاکرات و ساختارهای توافقی و جمعی، مجموعه‌ای از خدمات ITS و ملزومات عملکردی مربوط به آن به‌طور مشترک توسط فرآیندی گروهی، تهیه و توسعه می‌یابد. از آنجا که مجریان و نمایندگان گروههای درگیر، با اهداف و خطی‌مشی‌های خود در انتخاب خدمات کاربر ITS هدایت می‌شوند؛ معماری حاصل، یک بیان فنی از خط‌مشی‌ها و سیاست‌های حمل‌ونقلی را ارائه می‌دهد.

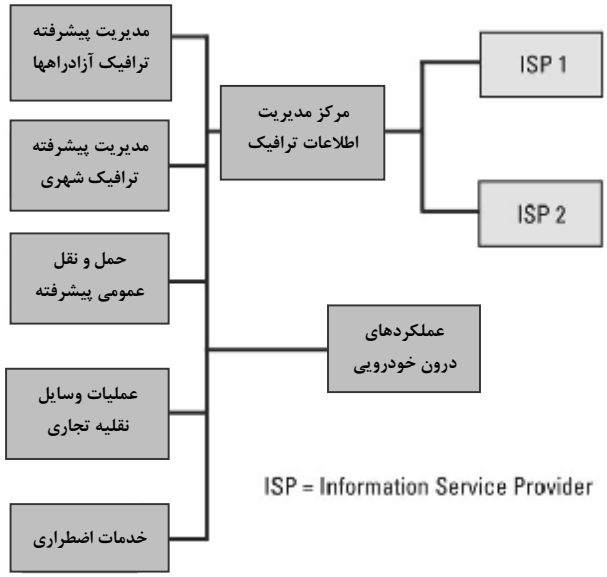


شکل ۳-۳- یک الگوی معماری

مجریان ادارات مختلف و سایر بخش‌های ذینفع در ITS، نیازمندند بدانند چه فعالیت‌هایی در سامانه انجام می‌شود و همچنین انجام چه نقش‌هایی از آنها مورد انتظار است و چه تعاملاتی باید از طریق آنها برای تحویل و ارائه خدمات ITS صورت پذیرد. یک نمودار مفهوم عملکردی می‌تواند این روابط را توصیف کند؛ همان‌طور که توسط طرح کلی معماری در شکل (۳-۳) به‌طور نمونه نشان داده شده است. در این نمودار، به صورت گرافیکی ارتباطات میان سه مرکز مدیریت و پلیس در سطحی بالا برای ارائه خدمات مدیریت حمل‌ونقل بین شیوه‌ای و خدمات اضطراری نشان داده شده است. این شکل نیاز به در نظر گرفتن سامانه‌های یک اداره واحد (سطح ۲) و عملکرد متقابل میان چندین اداره (سطح ۳) را نشان می‌دهد.

در مرحله بعد، مفهوم عملکردی می‌تواند برای تعیین جزئیات بیشتر در مورد اینکه چه کسانی مسئول ارائه این خدمات به چه افرادی هستند، تهیه شود. نمونه‌ای از این جزئیات در شکل (۳-۴) ارائه شده است که رابطه میان تعدادی از بخش‌های مرتبط با یکدیگر را نشان می‌دهد. دو گروه از سامانه‌های پیشرفته مدیریت ترافیک (ATMS) در این شکل نشان داده شده است که یکی برای آزادراهها و اتوبان‌ها و دیگری مربوط به مناطق شهری است.

سایر مراکز و نهادها در بخش زیرساخت عبارتند از: سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل عمومی (APTS)، عملیات وسایل نقلیه تجاری (CVO) و خدمات اضطراری. این نمودار ویژه همچنین پیشنهاد می‌دهد که یک مرکز اطلاع‌رسانی حمل‌ونقل (ITC) وجود دارد که می‌تواند اطلاعات حمل‌ونقل چند شیوه‌ای را برای کاربران نهایی از طریق دو ارائه‌دهنده خدمات اطلاع‌رسانی (ISP2 و ISP1) تهیه کند که احتمالاً در بخش خصوصی قرار می‌گیرد و اطلاعات آب‌وهوایی و مسافر، عملیات رزرو و خدمات دیگر را به کاربران نهایی عرضه می‌کند. در نهایت گروهی از عملکردهای درون‌خودرویی نیز وجود دارد که سیستم خاص خود را داشته و ارتباطاتی نیز با سیستم‌های غیر از ITS دارد.



شکل ۳-۴- ارتباطات مفهومی برای ارائه خدمات ITS

۳-۱-۴- معماری منطقی یا عملکردی

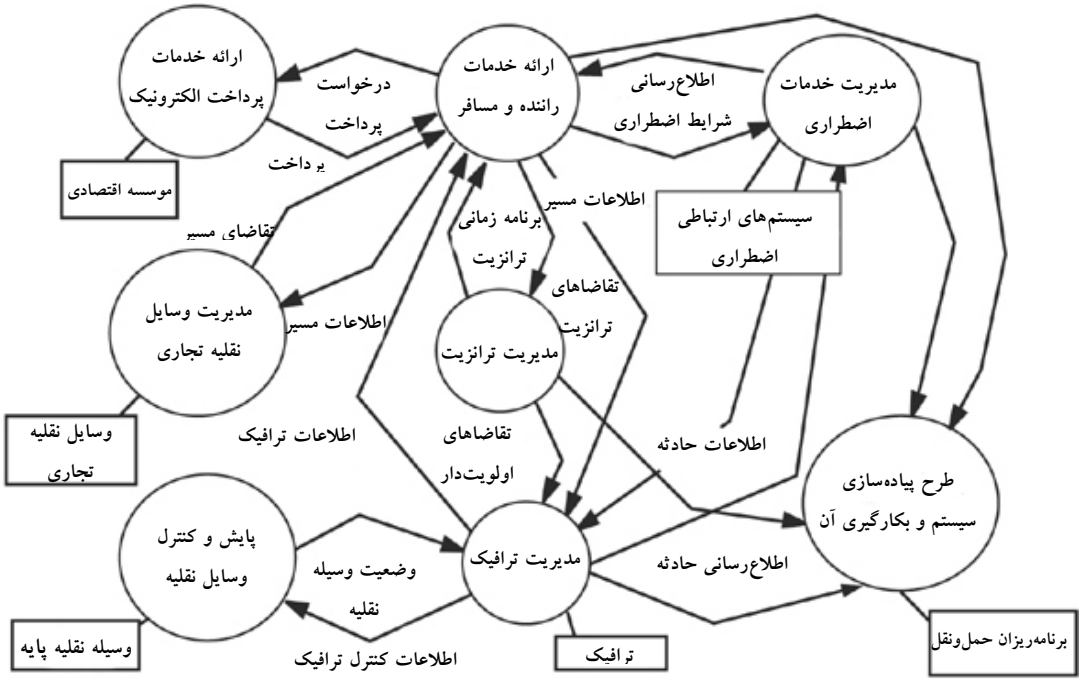
معماری منطقی یا عملکردی در دامنه سطح ۱ در شکل (۳-۱) قرار دارد. معماری، فرآیندها و جریان داده‌ها میان فرآیندهایی را نشان می‌دهد که برای برآوردن ملزومات عملکردی از پیش تعیین‌شده، موردنیاز است. در توسعه معماری منطقی، زمینه مشترک میان نیازهای مختلف کاربرد خدمات ITS آزموده می‌شود؛ به‌طوری‌که بتوان عملکردها و نیازمندی‌های مشترک را درون مجموعه یکسانی از فرآیندها، گروه‌بندی نمود.

در شکل (۳-۵)، معماری منطقی سطح بالای ساده- تهیه‌شده برای ایالات متحده در یک نمودار جریان داده‌ها- ارائه شده است. پیکان‌ها جهت‌های جریان داده‌های موردنیاز برای اجرای کلیه خدمات انتخاب شده توسط انجمن ملی ITS را نشان می‌دهد. هر یک از دایره‌ها، مجموعه‌ای از فرآیندها را نشان می‌دهد که به‌طور جزئی‌تر به سطوح پایین معماری منطقی، تقسیم می‌شوند. در پایین‌ترین سطوح، دایره‌ها پردازش داده‌های موردنیاز را مشخص می‌کند؛ برای مثال یک الگوریتم برای تشخیص خودکار حادثه. چنین نمودارهایی برای معماری‌های ITS که در بخش‌های دیگر جهان ارائه شده‌اند، وجود دارد. (به مراجع ارائه شده در انتهای این فصل و همچنین مطالعه موردی ۷ مراجعه کنید.)

دایره‌ها در معماری منطقی، به تقسیم مسئولیت‌های سازمانی دلالت نمی‌کند. برای مثال، دایره با نام «مدیریت ترافیک» نمایانگر یک مرکز مدیریت ترافیک نیست؛ اما نشان می‌دهد که لازم است عملکرد مدیریت ترافیک اجرا شود.

به‌علاوه، این عملکرد مدیریت ترافیک به تعامل با مدیریت ترانزیت، کنترل و نظارت بر وسیله نقلیه، خدمات اضطراری و خدمات‌رسانی به مسافر و راننده نیاز دارد. از این گذشته، بعضی از ارتباطات داده‌ای تنها نیاز دارد که یکطرفه باشد. برای مثال، درحالی‌که «مدیریت ترافیک» می‌تواند داده‌های مفیدی برای «برنامه‌ریزی» فراهم کند، اما قادر نیست اطلاعات عملیاتی برای مدیریت ترافیک تهیه نماید.

یک بخش مهم معماری منطقی، توصیف و نحوه برخورد سامانه با شرایط غیرعادی است. کلیه وضعیت‌های خرابی برای خطرات ایمنی احتمالی نیز باید در نظر گرفته شود و گام‌های منطقی برای دستیابی به عملکرد خرابی ـ ایمنی تحت شرایط غیرعادی نیاز به توصیف دارد که هماهنگ با مفاهیم سطح بالاتر توسعه یافته و به عنوان بخشی از مفهوم عملکردی باشد.



شکل ۳-۵- معماری منطقی برای ایالات متحده[۶]

۳-۱-۵- معماری فیزیکی

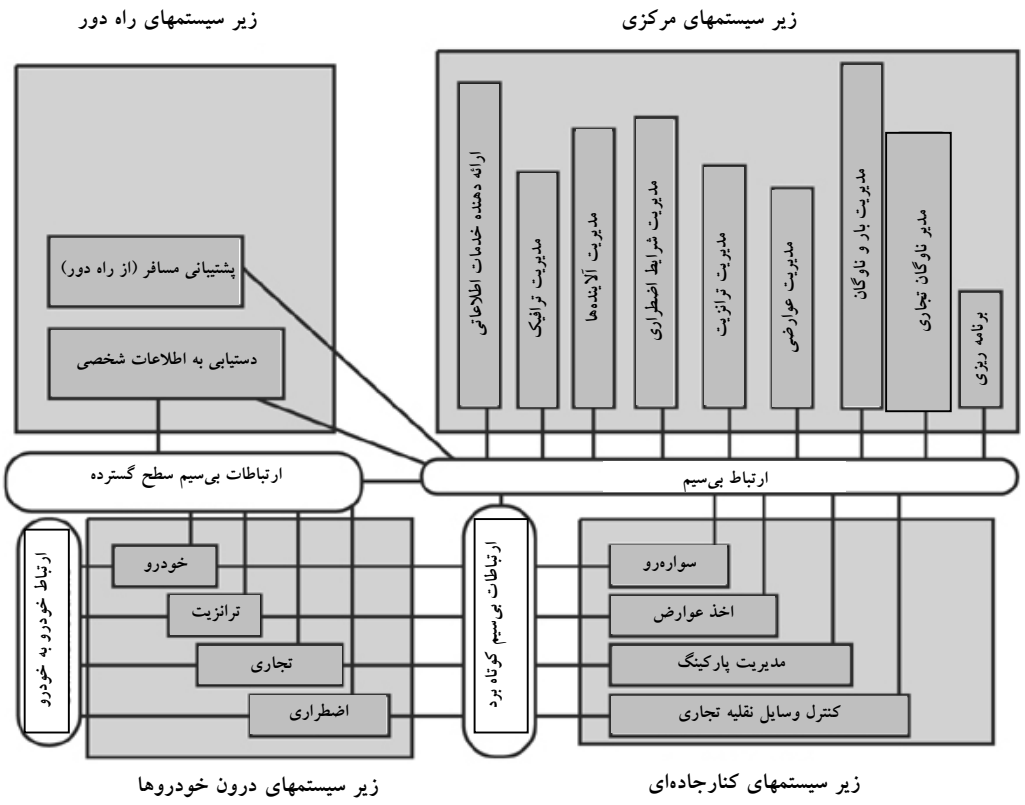
معماری فیزیکی، فرآیندهای تعریف شده توسط معماری منطقی را، با توجه به مهندسی سامانه‌ها، به زیرسامانه‌های فیزیکی اختصاص می‌دهد که سخت‌افزار و نرم‌افزار آنها را به انجام خواهد رساند. طراحی زیرسامانه‌های فیزیکی براساس ملزومات عملکردی، مشخصات فرآیند، ارتباطات و وابستگی‌های درونی خواهد بود و تحت تأثیر این موضوع نیز قرار خواهد گرفت که آیا عملکردها در یک یا چند محل اجرا می‌شوند. بنابراین معماری فیزیکی، فرآیندهای مشخصی را به زیرسامانه‌های فیزیکی اختصاص داده و مسئولیت‌های سازمانی را مدنظر قرار می‌دهد. یک نمودار سطح بالای معماری فیزیکی ملی برای ایالات متحده در شکل (۳-۶) نشان داده شده است.

در مثال مربوط به ایالات متحده، رابط‌های کاربری میان چهار زیرسامانه اصلی (مسافران، مراکز، وسایل نقلیه، کنارجاده) در شکل (۳-۶) به روشنی نشان داده شده است. جریان داده‌ها میان زیرسامانه‌ها از طریق چهار نوع واسط عمومی ارتباطات است. همان‌طور که در فصل دوم و در بخش (۲-۴-۱) بحث شد، استفاده از زیرساخت‌های موجود ارتباطی در هرجا که امکان آن وجود دارد، ارجح است تا بتوان از مزایای تغییرات سریع در صنعت مخابرات بهره برد که تا حدی به علت پیشرفت فناوری و تا حدی نیز به علت خصوصی‌سازی می‌باشد.

۳-۱-۶- توسعه‌های معماری دیگر[۶]

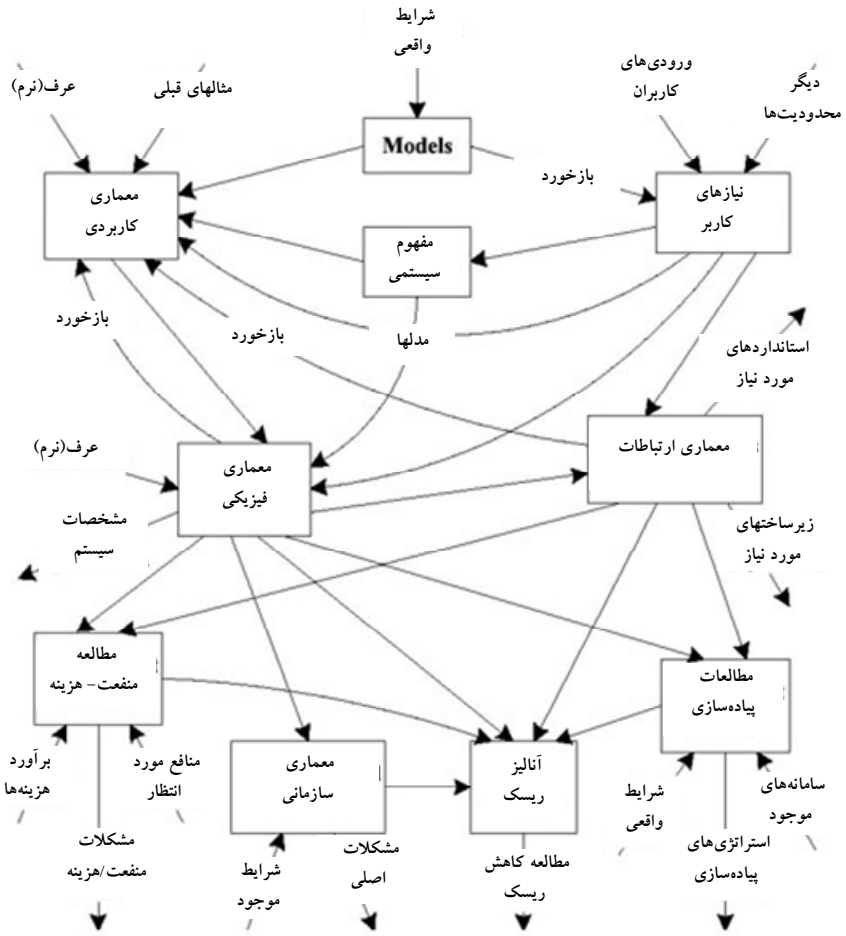
معماری‌های فیزیکی و منطقی که در دو بخش قبل به‌طور خلاصه بیان شد، محصول سرمایه‌گذاری انجام شده توسط وزارت حمل‌ونقل ایالات متحده (USDOT) بین سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۶ برای تهیه و توسعه یک معماری ملی ITS بوده است. این پروژه پیشگام که نتایج آن کتابخانه‌ای از اسناد مربوطه را حاصل نموده است، از یک چشم‌انداز ITS، تئوری عملیات، ارتباطات، هزینه به منفعت، تحلیل ریسک و ملزومات استاندارد تا اجرای استراتژی‌ها و معماری منطقی و فیزیکی را دربر می‌گیرد. از سال ۱۹۹۶ تاکنون معماری ملی ITS ایالات متحده چندین بار به روز شده که نسخه پنجم آن در پایان سال ۲۰۰۳ موجود است.

معماری ایالات متحده، محرکی برای توسعه های معماری مشابه و جایگزینی در اروپا، ژاپن و تعدادی از کشورهای دیگر جهان بوده است. هر کشور و منطقه باید مجموعه‌ای از نیازهای کاربر و ملزومات خود را به عنوان نقطه شروع برای معماری ملی یا منطقه‌ای ITS معین کند. بعضی از ملزومات محلی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی با آنچه که معماری ملی ITS ایالات متحده بر مبنای آن است، متفاوت باشد؛ برای مثال ممکن است نیازهایی برای شامل شدن خدمات ITS برای عابران پیاده و دوچرخه‌سواران وجود داشته باشد که در معماری ایالات متحده در نظر گرفته نشده است. در هرحال، روش کلی در نظر گرفته شده برای توسعه‌های معماری جایگزین کاملاً مشابه است هرچند تفاوت‌هایی در خدمات کاربر ویژه و مجموعه اصطلاحات وجود دارد.



شکل ۳-۶- معماری فیزیکی برای ایالات متحده [۷]

یک نمونه در این زمینه، توسعه معماری ITS کانادا است (به مطالعه موردی ۷ مراجعه کنید). معماری ITS کانادا شامل کلیه عملکردهای معماری ملی ITS ایالات متحده بوده و برای ارائه خدمات جدید و مناطق تحت پوشش و همچنین انعکاس تفاوت‌های میان ملیت‌های مختلف و وجود سازمان‌های درگیر متفاوت و جدید، گسترش و اصلاح یافته است. کمیسیون اروپایی، پروژه KAREN (معماری مرکزی مورد نیاز برای شبکه‌های اروپا) را در سال ۱۹۹۷ جهت توسعه راهنماهای معماری ITS برای توسعه ITS عملیاتی و قابل اجرا در کشورهای اتحادیه اروپا تا سال ۲۰۱۰ و بعد از آن، بنا نهاد. نتیجه نهایی این پروژه معماری چهارچوب ITS اروپا بود که بعدها توسط پروژه FRAME اصلاح و به روز شد[۷]. معماری چهارچوب ITS اروپا با استفاده از فرآیند نشان داده شده در شکل (۳-۷) تهیه شد. این روش به‌طور قابل‌توجهی مشابه، اما متعاقب روش ایالات متحده با تصریح معماری سازمانی است. به‌علاوه معماری ایالات متحده از دیدگاه فیزیکی تعریف می‌شود درحالی‌که معماری اروپایی تنها توسط نیازهای کاربر و دیدگاه عملکردی تعریف می‌شود[۸].



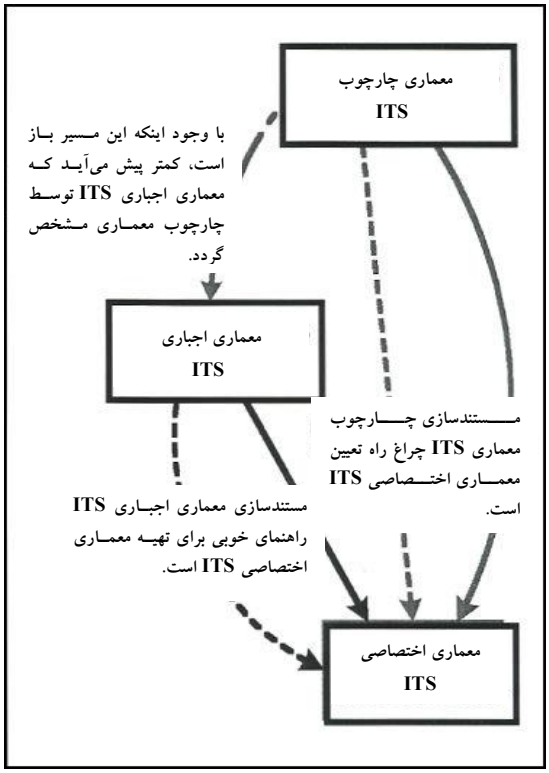
شکل ۳-۷- نمودار فرایند چارچوب معماری اروپا (مطابق با KAREN)

معماری ملی ITS ژاپن در سال ۱۹۹۹ تکمیل شد که توسط پنج آژانس دولتی درگیر در زمینه ITS تهیه شد [۹]. رویکرد کلی آن نیز شبیه به همان چیزی است که توسط ایالات متحده و اروپا استفاده شد، اما با یک استثنای مهم؛ یعنی به جای استفاده از روش تحلیل ساختاری که در توسعه معماری ITS ایالات متحده به‌کار گرفته شد، ITS ژاپن از روش هدف‌گرا استفاده می‌کند که می‌تواند دارای این مزیت باشد که تغییرات و توسعه‌های آتی معماری را آسان‌تر سازد. به علت این تفاوت، هیچ تناظر یک به یکی میان معماری ITS ایالات متحده و معماری ITS ژاپن وجود ندارد [۱۰].

۳-۱-۷- معماری منطقه‌ای و معماری توربو[1]

معماری‌های سطح بالای ITS که در سه بخش قبلی مورد بحث قرار گرفت، به منظور ارائه یک چهارچوب استوار و برای سامانه‌های سطح پایین‌تر ITS است که باید دارای سازگاری متقابل، هماهنگی و قابلیت اجرا باشند. بنابراین «معماری چهارچوب اروپایی» نقطه مرجعی را برای تعدادی از معماری‌های ملی در اروپا شامل اتریش، فرانسه، ایتالیا، هلند، انگلستان و همچنین کریدور آلمان شمالی تا فنلاند که پروژه VIKING آن را پوشش می‌دهد، فراهم نموده است.

به همین صورت، معماری ITS ملی ایالات متحده یک مرجع یا یک چهارچوب را برای توسعه سامانه‌های ITS در تعدادی از مناطق ایالات متحده ارائه کرده است. در ژانویه ۲۰۰۱، اداره حمل‌ونقل ایالات متحده سیاست و قانونی را برای ترویج و ارتقای یکپارچگی منطقه‌ای به تصویب رساند که طبق آن بایستی کلیه پروژه‌های ITS که از سوی Highway Trust Fund سرمایه‌گذاری می‌شود، هماهنگ و منطبق با معماری ملی ITS و استانداردهای مناسب، باشد. «مطابقت با معماری ملی ITS» به صورت استفاده از معماری ملی ITS برای تهیه و توسعه یک «معماری منطقه‌ای ITS» تعریف می‌شود که این معماری برای برآورده ساختن شرایط محلی و نیازهای سرمایه‌گذاری ITS تهیه می‌شود و پروژه‌های ITS باید در آینده نیز با معماری منطقه‌ای ITS سازگار باشند. توصیه‌های ارائه شده توسط اداره حمل‌ونقل ایالات متحده در زمینه پشتیبانی از توسعه معماری منطقه‌ای، شامل موارد زیر است: مراحلی که برای شروع کار بایستی طی شود؛ جمع‌آوری داده‌ها؛ تعریف رابط‌های کاربری؛ اجرا و نحوه استفاده و نگهداری از معماری منطقه‌ای؛ به‌ویژه در مورد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل در سطح ایالتی.



شکل ۳-۸- ارتباطات بین انواع معماری

به‌طور خلاصه، سازمان‌ها در هنگام تهیه و توسعه معماری ITS خود، بایستی درباره شکل و قالب معماری، تصمیم‌گیری

1- Turbo Architecture

کنند. این شکل معماری، می‌تواند یکی از سه نوع زیر باشد:

- «معماری ساختاری»؛ یعنی معماری شامل نیازهای کاربر و یک دیدگاه عملکردی. این قالب می‌تواند برای ایجاد دو نوع دیگر معماری به‌کار رود و در واقع تنها برای معماری‌های در سطح ملی مناسب است.
- «معماری اجباری»؛ که دیدگاهی فیزیکی، ارتباطی و سایر دیدگاه‌ها علاوه بر خروجی‌های دیگر دارد که می‌تواند در سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی برای مشخص کردن آنچه برای توسعه‌های ITS موردنیاز است به‌کار رود. مفاد دیدگاه فیزیکی ممکن است ثابت و یا دامنه محدودی از گزینه‌ها موجود باشد.
- «معماری خدماتی»؛ که شبیه به معماری اجباری است اما تنها از یک سرویس ویژه پشتیبانی می‌کند، مانند: اطلاع‌رسانی، مسافر، مدیریت حمل‌ونقل عمومی و غیره. ارتباط میان این سه نوع معماری در شکل (۳-۸) نشان داده شده است.

برخی از معماری‌های ITS که قبلاً ذکر شد، ابزارهایی را برای کمک به توسعه معماری‌های ویژه از خود، ارائه کرده‌اند. برای مثال، «ابزار معماری توربو»[1] برای استفاده با معماری ملی ITS ایالات متحده توسعه یافته است و «ابزار انتخاب»[2] برای استفاده با معماری چهارچوب ITS اروپا، ارائه شده است. دستیابی به این دو ابزار می‌تواند از طریق وب‌سایت‌های مربوط به معماری (FRAME و US) حاصل شود که پیشتر در این فصل، معرفی گردید. معماری ITS ملی فرانسه (ACTIF) نیز ابزار خود را (OSCAR) برای استفاده در معماری خود، تهیه کرده است [۱۱]. سایر معماری‌های ملی پیشرفته نیز به یقین در حال توسعه ابزارهایی مشابه برای خود می‌باشند.

۳-۲- استانداردهای ITS

یک معماری سامانه، چهارچوبی تحلیلی است که به‌طور مفهومی و گاه به همراه جزئیات، نشان می‌دهد که اجزای مختلف سامانه‌هایی که یک ITS را تشکیل می‌دهند، چگونه باید با یکدیگر تناسب داشته باشند. از سوی دیگر، استانداردها مشخصه‌های ثابت و معین برای بخش‌ها و اجزای مهم سخت‌افزاری و نرم‌افزاری هستند که اطمینان می‌دهند این اجزا با یکدیگر متناسب هستند، حتی زمانی که آنها از سوی فروشندگان رقیب، عرضه می‌شوند. درکی مناسب از انواع مختلف استانداردهای ITS و علت اهمیت آنها و همچنین آگاهی از شرایط فعلی توسعه استانداردهای ITS، برای توسعه استراتژی‌های سنجیده در زمینه توسعه و گسترش ITS موردنیاز است.

۳-۲-۱- انواع استانداردهای ITS

طبقه‌بندی‌های مختلفی برای استانداردهای ITS وجود دارد. نخست، استانداردها در پروتکل‌ها و مجموعه‌های پیام برای ایجاد جریان پیوسته داده‌ها و تبادل اطلاعات میان زیرسامانه‌ها موردنیاز است. پروتکل‌هایی مانند TCP/IP برای اینترنت، فرمول‌هایی را برای عبور پیام‌ها ارائه کرده و جزئیات قالب‌های پیام را مشخص می‌کند. همچنین در مورد چگونگی و کنترل شرایط وقوع خطا، توضیحاتی ارائه می‌دهد. مجموعه پیام‌های استاندارد که اغلب در لغتنامه‌های داده‌ها تعریف

1- Turbo Architecture Tool
2- Selection Tool

می‌شوند، همچنین برای ایجاد تبادل معنی‌دار اطلاعات میان زیرسامانه‌ها، موردنیاز هستند. برای مثال، برای تبادل اطلاعات مربوط به حوادث، نیاز به استانداردهایی برای کدگذاری تعداد مشخصی از عناصر پیام جهت توصیف غیرمبهم محل (مثلاً شماره قطعه جاده) و نوع حادثه (برای مثال: آتش‌سوزی، صدمه بدنی و غیره) وجود دارد. در مواردی که ارتباطات بی‌سیم موردنیاز است، استانداردسازی فرکانس و تکنیک مدولاسیون نیز لازم است. ITS ممکن است استانداردهای موجود در لایه‌های پایینی یکپارچه‌سازی سامانه‌های باز (OSI)[1] را به‌کار گیرد و بر استانداردسازی مختص مفاد داده‌های ITS در لایه کاربردی(بالاترین لایه OSI)، متمرکز شود [۱۲].

دوم اینکه استانداردهای ITS می‌توانند در سطوح ناحیه‌ای، منطقه‌ای، ملی، بین‌المللی و جهانی ایجاد شوند. بعضی استانداردها ممکن است تا سطح مشخصی مورد نیاز باشند. مثلاً برای اکثر عملیات وسایل نقلیه تجاری، استانداردهای بین‌المللی ممکن است برای یک قاره (مثلا اروپا یا آمریکای شمالی) مورد نیاز باشد؛ اما استانداردهای جهانی مورد نیاز نیست؛ زیرا کامیون‌ها از قاره‌های مختلف عبور نمی‌کنند. در مقابل، استانداردهای مربوط به مشخصات و شناسایی بار، باید به منظور تسهیل شناسایی محموله‌های باری، کنترل‌های امنیتی و جابجایی بین قاره‌ای، جهانی باشد.

سوم اینکه مانند هر نوع دیگری از استانداردها، استانداردهای ITS نیز ممکن است استانداردهای بالفعل و موجود باشد؛ یعنی زمانی که همگی از مجموعه استانداردهای ارائه شده توسط تولیدکننده غالب پیروی کنند، یا اینکه استانداردها توافقی باشد و از طریق روش‌هایی که توسط سازمانهای تهیه‌کننده استانداردها (جامعه متخصصین و انجمن‌های تجاری) ایجاد می‌شود، به‌دست می‌آید. همچنین استانداردها ممکن است توسط دولت (در قالب قانون) تهیه شود که به‌عنوان آخرین راه تهیه استاندارد به شمار می‌آید.

۳-۲-۲- انگیزش برای تهیه استانداردها

انگیزه تهیه استاندارد شامل ایمنی، کاهش هزینه و بهبود و تقویت بازار است. برای مثال، براساس مفروضات فاکتورهای انسانی، عملکردهای پیچیده راهنمایی مسیر درون‌خودرویی، نباید در هنگام حرکت وسیله نقلیه در اختیار راننده باشد. از بعد عرضه‌کننده، وجود استانداردهای مشترک منجر به صرفه‌جویی در مقیاس، در تولید و فروش تجهیزات یکسان در بازاری گسترده‌تر می‌شود. از بعد کاربران، چه در بخش دولتی و چه خصوصی؛ دو مشوق اصلی در تهیه، توسعه و پذیرش استانداردهای اختیاری وجود دارد؛ اول اینکه، با استانداردهای ایجاد شده برای محصولات و خدمات ITS، کاربران می‌توانند گزینه‌های خرید خود را از میان تعدادی از عرضه‌کنندگان که با یکدیگر رقابت می‌کنند، انتخاب نمایند و تنها مجبور به یک انتخاب نباشند؛ دوم استانداردهای ITS از قابلیت سازگاری داخلی مانند یکپارچگی سامانه پشتیبانی می‌کند. قابلیت سازگاری داخلی را می‌توان برای مثال با توانایی وسیله نقلیه در استفاده از یک دستگاه گیرنده ساده برای دریافت تعداد زیادی از خدمات کاربر ITS (مانند پرداخت عوارض و علامت‌دهی درون‌خودرویی، عبور از مرزهای بین‌المللی و غیره)، مستقل از اینکه خودرو در کجا در حال فعالیت است، نشان داد.

با توجه به موقعیت ویژه بازار، شرکت های خصوصی ممکن است برای شرکت در تهیه استانداردهای توافقی، انگیزه نداشته باشند جز در وضعیت حضور در یک بازار بسیار بزرگتر که از ایجاد استانداردهای توافقی جدید حاصل می‌شود.

1- Open Systems Integration

اغلب شرکت‌های خصوصی، به‌ویژه آنها که در مقیاس جهانی فعالیت می‌کنند، نه تنها به استانداردهای توافقی گرایش دارند بلکه به هماهنگ‌سازی جهانی استانداردهای پشتیبانی، مزایای صرفه‌جویی در مقیاس در زمینه بازاریابی و تولید محصول نیز علاقه‌مند هستند. با چنین استانداردهایی، شرکت‌ها می‌توانند ریسک سرمایه‌گذاری در محصولات و خدمات جدیدی که پتانسیل محدود در بازار دارند یا حتی بدتر از آن، آنهایی که احتمالاً به سرعت قدیمی و منسوخ می‌شوند را کاهش دهند.

۳-۲-۳- وضعیت موجود

استانداردهای ITS یکی از موضوعات بحث و همکاری فعال بین‌المللی میان سازمان‌هایی مانند سازمان استانداردهای بین‌المللی(ISO) و کمیته استانداردسازی اروپا (CEN) بوده است. در دهه گذشته، برنامه‌های مربوط به استانداردهای ITS در نقاط مختلف جهان، از فعالیت‌های توسعه‌ای اولیه تا فعالیت‌های پشتیبانی آماده‌سازی شامل آزمایش و مطالعه موردی، ارائه اطلاعات منابع استانداردها، کمک‌های فنی به‌کاربران و ارزیابی آمادگی استانداردها برای توسعه، رشد و تکامل یافته است. همچنین بسیاری از کشورهای صنعتی، به هماهنگ‌سازی استانداردهای خود با فعالیت‌های استانداردسازی بین‌المللی، پرداخته‌اند.

یکی از استانداردهای مورد علاقه مسئولین ترافیک در ایالات متحده، استاندارد (NTCIP) است که پس از ارائه اولیه آن در سال ۱۹۹۷ به‌طور مرتب به روز شده است و همچنین استاندارد DAPTEX-NET که در اروپا برای تبادل داده‌های مربوط به اطلاعات ترافیکی، جدول موقعیت، موافقتنامه تغییر جهت[1] و غیره تهیه و توسعه یافته است [۱۴و۱۳]. هدف این مجموعه استانداردها، تسهیل انتقال داده‌ها میان مراکز و تجهیزات کنار جاده‌ای (مثلاً کنترل‌کننده‌های ترافیک و تابلوهای پیام متغیر) و همچنین میان مراکز کنترل می‌باشد. صنعت خودرو نیز در توسعه استانداردهای ITS در بخش وسیله نقلیه، اغلب از طریق «انجمن استانداردهای ITS مهندسین خودرو» به فعالیت پرداخته است که کمیته‌های تهیه استاندارد در زمینه اطلاع‌رسانی به مسافر، داده‌های ITS در وسیله نقلیه و جنبه‌های مختلف مرتبط به عوامل ایمنی و انسانی راه‌اندازی نموده‌اند[۱۵].

تهیه و ارائه استاندارد، اغلب مشکلاتی را برای عرضه‌کنندگان دارای استانداردهای اختصاصی و یا دارای موقعیت با ثبات در بازار که به تغییر در محصولات خود راغب نیستند، ایجاد می‌کند. کاربرانی که قبلاً در سامانه‌های ویژه‌ای سرمایه‌گذاری کرده‌اند نیز گرایش به استفاده از استانداردهای جدید قبل از این که سود معقولی را در سرمایه‌گذاری خود بدست آورند، نخواهند داشت. همچنین تهیه شتابزده و ناپخته استانداردها ممکن است نوآوری را سرکوب نماید. برای پیشرفت سریع در زمینه ITS، زمان‌بندی تهیه استاندارد مهم است. حتی بعد از این که استانداردها ایجاد شدند، باید مفروضات عملی برای روش‌های قابل قبول انتقال سامانه‌های موجود، جهت حرکت به سمت استانداردهای جدید در یک دوره زمانی معقول، ارائه و مشخص شوند. بنابراین سازمان‌های خصوصی و دولتی باید در ارتباط با یکدیگر برای بهبود و ارتقای استانداردها، به منظور داشتن محصولات و خدمات بیشتر ITS برای کاربران، قیمت‌های پایین‌تر و یک سامانه حمل‌ونقل یکپارچه برای مسافران فعالیت کنند.

1- Diversion Agreement

۳-۲-۴- برنامه‌ریزی برای کاربرد استانداردهای ITS

وضعیت کلی توسعه استانداردهای ITS، همان‌طور که در بخش قبل به‌طور خلاصه بیان شد، نشان می‌دهد که تعدادی از استانداردهای مهم ITS دارای اهدافی نامعین و متحرک هستند و احتمالاً در آینده نیز به همین صورت خواهند بود. این وضعیت، برنامه‌ریزی برای پذیرش و کاربرد استانداردهای ITS را نسبتاً دشوار می‌سازد. پرسش‌هایی که مطرح می‌شود چنین است: چگونه توسعه ITS را شروع کنیم درحالی‌که فروشندگان مختلف محصولاتی با استانداردهای مختلف را ارائه می‌کنند که هیچ یک از آنها به‌طور گسترده‌ای پذیرفته نشده است؟ آیا باید توسعه ITS را به‌طور نامحدود تا زمانی که استانداردهای توافقی به شکل کامل ایجاد شوند به تعویق اندازیم؟ اگر چنین باشد، آیا مزایای کاربرد زودتر ITS که به شدت موردنیاز است را از دست نخواهیم داد؟ پاسخ‌های صریح و معینی برای این پرسشها وجود ندارد؛ بلکه توصیه‌هایی برای کسانی که به این مسائل فکر می‌کنند پیشنهاد شده است:[۱۶]

- ایجاد برنامه‌ای که بدون نقص انجام شود، داشتن برنامه‌ای جسورانه که بتواند فعالیت‌های شما را پیش برده و امکان تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد استانداردهای جدید را فراهم کند؛
- بررسی وضعیت موجود توسعه استانداردهای ITS، یعنی بررسی فعالیت‌های توسعه استاندارد در تمام سطوح و یادگیری در مورد سوابق و زمینه‌های استانداردهای مغایر، چنانچه ناچار به انتخاب از میان آنها باشیم؛
- استفاده از معماری ITS برای شناسایی نیاز به استانداردها ـ شناسایی واسط‌های ارتباطی بحرانی در معماری برای اولویت‌بندی اهمیت استانداردها؛
- در نظر گرفتن ملزومات استفاده از استانداردهای موجود: برآورد هزینه‌ها و موجودی محصولات و خدمات با توجه به اهداف؛
- تعریف یک برنامه عملیاتی برای تهیه، توسعه یا حرکت به سمت استانداردهایی که برای شما اهمیت دارند: خود را درگیر در فرآیند توسعه استاندارد فرض کنید؛
- اگر هیچ استانداردی وجود ندارد، توافقنامه‌های فنی منطقه‌ای خود را تهیه کنید: با همکاری با آژانس‌های مرتبط توافق‌نامه‌های فنی منطقه‌ای ایجاد تا خدمات موردنظر، راه‌اندازی گردد.
- تعیین فرآیندی برای تکامل استانداردهای خاص و فاقد عمومیت به استانداردهای منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی در صورت نیاز ـ ایجاد یک مکانیزم برای همکاری با مجریان دیگر، برای توسعه و دستیابی به توافق بر روی یک استاندارد پذیرفته شده گسترده‌تر.
- تعریف و ایجاد رویه‌های اخذ گواهی و آزمایش ـ گنجاندن فرآیند آزمایش‌های رسمی اخذ گواهینامه در اسناد خرید برای اطمینان از اینکه ارائه‌دهندگان از چگونگی آزمایش محصولات قابل تحویل خود برای انطباق با استانداردها، آگاهی دارند.

۳-۳- نتایج

مهندسی سامانه را می‌توان به صورت «روش‌شناسی مرحله‌گرا» در ارتباط با چرخه حل مشکل (یا وظیفه) و مراحل دوره عمر سامانه مربوط به آن، توصیف کرد[۱۷]. در هرحال، با بکارگیری هرگونه روش‌شناسی، هیچکس نمی‌تواند تنها با

استفاده از ایده‌های مهندسی سامانه مشکلات را حل کند. عوامل دیگری از جمله مهارت، خلاقیت، اطلاع از وضعیت موجود و غیره نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند. مهندسی سامانه تنها می‌تواند کمکی برای ارتقای کارایی این عوامل بوده و به بهینه‌سازی عملکرد سامانه کمک کند. رویکرد مهندسی سامانه باید استفاده از مهارت‌های عوامل انسانی و درگیر نمودن آن با فرآیند حل مسئله (وظیفه) را مدنظر قراردهد (به پیوست ۴ مراجعه کنید). تجزیه و تحلیل نیازهای کاربر ITS، ملزومات عملکردی و توسعه یک مفهوم عملیاتی کاربرگرا، همگی در تعیین این نیازمندی‌ها، حضور دارند.

معماری‌های سامانه ITS به گونه‌ای در حال توسعه هستند تا کلیه اجزای ITS را در یک چهارچوب سیستماتیک متناسب نموده تا آنها بتوانند برای تحویل خدمات موردنیاز کاربر، در ارتباط با یکدیگر عمل کنند.

یک معماری ویژه ممکن است به چند شکل بیان شود. مهم این است که تصمیم‌گیرندگان بایستی مفاهیم و عملکردهایی را که توسعه عملیات ITS و معماری‌های سازمانی را اطلاع می‌دهند، درک و تصدیق کنند. مهندسی سامانه در بخش خود، نیاز به‌کار با معماری‌های منطقی، فیزیکی و ارتباطی دارد که ملزومات عملکردی و اجرایی را بیان می‌کنند.

براساس معماری سامانه، استانداردهای ITS برای اطمینان از اینکه کلیه نرم‌افزارها و سخت‌افزارها با یکدیگر متناسب بوده و می‌توانند در راستای تحویل خدمات ITS به‌کاربر فعالیت کنند، توسعه یافته‌اند.

همان‌طور که با پیشرفت تکنولوژی، استانداردهای جدید ITS دائماً تکامل می‌یابند، متخصصین حمل‌ونقل می‌توانند ITS را تا زمانی که یک استراتژی فعال برای برخورد با استانداردهای جدید داشته باشند، به‌طور مؤثر گسترش دهند.

۳-۴- مراجع و پی‌نوشت‌ها

1. http://www.its.dot.gov/arch/arch.htm
2. http://www.frame-online.net/Brochures/Arch Short Guide - July03.pdf
3. http://www.enterprise-architecture.info/
4. CONVERGE. “Guidelines for the Development and Assessment of Intelligent Transport System Architectures”. TR1101 (P H Jesty, J F Gaillet, J Giezen, G Franco, I Leighton, and H J Schultz). European Commission DGXIII, Brussels, 1998.
5. For US architecture, see http://itsarch.iteris.com/itsarch/; for Japanese architecture, see http://www.its-jp.org/english/arch_e/doc/main.pdf
6. The co-editors are indebted to Professor Mohammed Hadi of Florida International University for providing reports on comparison of US, European, and Japanese ITS architectures.
7. Copies of the European Framework Architecture and its documentation can be obtained at http://www.frame-online.net/ home.htm
8. Jesty P H and R A P Bossom. “Involving Stakeholders in ITS Architecture Creation”. ITS World Congress, Madrid, November 2003. See also Bossom R. “Two Architectures. One Goal”. TTI International Apr/May 2004.
9. For more detailed comparison, see the report by Xuemei Liu, “Comparison between US National ITS Architecture and Japanese ITS Architecture, “ Florida International University, 2003. The report may be viewed at www.eng.fiu.edu/lctr/ITS_Class_Project_Reports/
10. http://www.its-actif.org/defaultgb.asp htm

11. OSI is Open Systems Integration, a 7-layer model developed for digital communications in the early 1980s by several standards organisations, including the International Standards Organisation (ISO).
12. http://www.standards.its.dot.gov/Documents/dms_advisory.htm
13. http://www.omg.org/docs/transprt/00-05-03.pdf
14. http://www.sae.org/technicalcommittees/gits.htm
15. McQueen B and J McQueen. “Intelligent Transport System s Architectures”. Artech House, Boston 1999.
16. Sage, A.P., Systems Engineering, John Wiley & Sons, New York, USA, 1992