

وسایل نقلیه‌ی هوشمند

حمید مهدویان – مر ضیه بهزادی
دانشجویان کارشناسی ارشد طراحی صنعتی پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران

چکیده:

در این پژوهش به مبحث هوشمندی و اتوماتیکی در وسایل نقلیه پرداخته شده است. هدف از آن، آشنایی بیشتر با این مسأله و نیز شناخت فناوری‌هایی است که در صنعت خودرو جهت افزایش هوشمندی و در نهایت دستیابی به ایمنی بیشتر به کار گرفته می‌شود. مطالب بدین گونه تنظیم شده که پس از ارائه مقدمات، تاریخچه‌ی مختصری از خودروهای هوشمند از ابتدای پیدایش ایده‌ی اولیه آن تا تولیدات هوشمند اخیر آورده و مزایای این قبیل خودروها بیان شده است و در پی آن یکسری از فناوری‌های نوین این صنعت، معرفی گردیده است.

کلیدواژه‌ها: خودروهای هوشمند، فناوری‌های نوین، صنعت خودرو، ایمنی حمل و نقل

مقدمه:

و یا کشورهای آسیب‌پذیر صورت می‌گیرد و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ میلادی، تصادفات رانندگی یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ‌ومیر در این‌گونه کشورها خواهد بود (همشهری، ۱۳۸۸، ۵). ایران با بیش از ۲۵۰۰۰ کشته در سال دارای ناامن‌ترین جاده‌های دنیاست (سالک مقدم، ۱۳۸۸). ساماندهی و ایجاد حمل‌ونقل کارآمد و به‌طور عمده ایمن ساختن و ارتقای امنیت عبور و مرور در راه‌ها در هنگام سفرهای درون شهری و برون شهری از مهم‌ترین اهداف برنامه‌ریزان و مسئولین ذیربط می‌باشد. به همین دلیل، امروزه ایمنی سرنشینان، مهم‌ترین هدف سازندگان خودرو است. بر اساس اعلام مجمع سازمان ملل متحد، سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ میلادی به نام «دهه‌ی عمل در خصوص امنیت جاده‌ای» نام‌گذاری شده است (همشهری، ۱۳۸۸، ۵).

تاریخچه‌ی مختصر (هوشمندی در خودرو)

زمینه‌ی مهم کاربرد روبات‌ها در بین ۲۰ تا ۲۵ سال اخیر پدیدار شده است که بر روی اتومبیل‌هایی به نام وسایل نقلیه‌ی هوشمند متمرکز گردیده‌اند. اتومبیل یکی از مهم‌ترین محصولات قرن بیستم بوده که صنعت عظیمی را به‌وجود آورده و به افراد آزادی حرکت داده است که همین مسأله شیوه‌ی زندگی ما را کاملاً عوض کرده است. حقیقتاً اتومبیل یک فاکتور کلیدی در تغییرات وسیعی است برای روشی که جوامع شهری ما پی‌ریزی شده‌اند. امروزه بیش از ۸۰۰ میلیون وسیله‌ی نقلیه روی کره زمین وجود دارد و به نظر می‌رسد این میزان در ده سال بعد دو برابر شود. این چالش منجر به توسعه‌ی قلمروی تحقیقات متعددی با هدف نهایی اتوماتیک نمودن کارهای متداولی شده که انسان‌ها در حین رانندگی انجام می‌دهند. وسیله‌ی نقلیه‌ی هوشمند به عنوان وسیله‌ی نقلیه‌ای تعریف می‌شود که از لحاظ دستگاه‌های ادراک، استدلال و محرک، که کارهای اتوماتیک رانندگی از جمله تعقیب ایمن خط‌کشی‌های جاده، کناره‌گیری از موانع، پیشی گرفتن از ترافیک آرام، تعقیب خودروی مقابل، ارزیابی و اجتناب از شرایط خطرناک و تعیین نمودن مسیر را فراهم می‌سازد، ارتقاء یافته باشد. انگیزه‌ی کلی ساخت وسایل نقلیه‌ی هوشمند این بوده است که اتومبیلرانی را ایمن‌تر و بسیار راحت‌تر و کارآمدتر سازد (S. Bruno, K. Oussama, 2008). پیشینه‌ی وسایل نقلیه‌ی هوشمند در دو دهه‌ی اخیر ایجاد شده

بنابر گزارش سازمان بهداشت جهانی، مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات در ایران دومین علت مرگ‌ومیر بعد از بیماری‌ها و ناراحتی‌های قلبی و عروقی‌ست (سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۸۷، ۱۶ تا ۲۲). با توجه به افزایش روز افزون تصادفات و مرگ‌ومیر ناشی از آن، شرکت‌های تولیدکننده‌ی خودرو در جهان توجه خود را به مقوله‌ی ایمنی خودرو معطوف داشته‌اند و همواره در تلاش برای افزایش ضریب ایمنی وسایل نقلیه هستند. علاوه بر اهمیت کاهش جراحات و آمار مرگ‌ومیر، دلیل دیگر این توجه شرکت‌های سازنده‌ی خودرو، حفظ بازار و رضایت‌مندی مشتریان است (کیهان، ۱۳۸۸، ۱۱). به گفته‌ی حمید بهبهان، وزیر راه و ترابری، صنعت حمل‌ونقل قلب توسعه‌ی کشور است (کیهان، ۱۳۸۸، ۱۱). جایگاه و نقش حمل و نقل در ابعاد مختلف اقتصادی، سیاسی و اجتماعی جوامع امروز بر کسی پوشیده نیست. حمل‌ونقل یکی از پایه‌های اصلی توسعه‌ی پایدار و متوازن در جوامع بشری محسوب شده و در واقع شبکه‌های حمل و نقل با مؤلفه‌های مهمی همچون اقتصاد، امنیت و عدالت اجتماعی ارتباط تنگاتنگ دارند (سالک مقدم، ۱۳۸۸). ورود به قرن بیست‌ویک میلادی که سرآغاز شکوفایی و گسترش مناسبات جوامع بشری در عرصه‌ی ارتباطات انسانی است، مجامع بین‌المللی را بر آن می‌دارد که برای توسعه و گسترش روابط اقتصادی، اجتماعی و بین‌المللی در صدد ارتقای تسهیلات و بهینه‌سازی کاربری‌های امکانات جابه‌جایی، حمل‌ونقل و مسافربری برآیند. رشد جمعیت، گسترش ارتباطات و بهبود شاخص‌های رفاه اجتماعی، توسعه‌ی گردشگری و سفرهای بین شهری و افزایش سفرهای درون شهری، مشارکت تعداد بیشتری از اعضای خانواده در کسب درآمد و مانند آن، موجب گسترش حمل‌ونقل‌های دورن شهری و برون شهری شده است.

به گزارش ایسنا، بر اساس گزارش بانک جهانی و سازمان بهداشت جهانی در خصوص مقابله با تلفات ناشی از سوانح و تصادفات جاده‌ای و مشکلات ترافیکی، سالانه بیش از یک میلیون و دویست هزار نفر ناشی از سوانح جاده‌ای جان باخته و بیش از ۵۰ میلیون نفر مجروح یا قطع عضو می‌شوند که اکثر کشته‌ها را افراد بین ۵ تا ۲۹ ساله تشکیل می‌دهند. بر اساس این گزارش، ۹۰ درصد سوانح جاده‌ای اکثراً در کشورهایی با درآمد سرانه کم یا پایین



(تصویر ۱) تصاویر وسایل نقلیه‌ی خودکار پیشگام، سال ۱۹۹۵: خودروهای (الف) AVLAB، (ب) UBM و (ج) Argo

در دانشگاه پارما در ایتالیا. ابتکارات تحقیقات اخیر به سمت توسعه‌ی خودروهای هوشمند در شرایطی واقعی متمایل شدند. اما اساساً به علت مسائل قانونی، خودکاری کامل هنوز به عنوان هدف نهایی قرار داده نشده است: صنعت خودرو نیاز به تجهیز خودروها با سیستم‌های نظارتی و به طور کلی‌تر سیستم‌های پیشرفته کمک راننده (ADAS)^۱ را به جای راهبری اتوماتیک، به عنوان هدف اولیه و اصلی خود قرار داده است. به بیانی دیگر، راننده هنوز مسئول راندن خودرو است، اما رانندگی توسط سیستم الکترونیکی‌ای نظارت می‌شود که موقعیت‌های پرخطر احتمالی را تشخیص می‌دهد و یا با هشدار به راننده در زمان مقتضی، یا با به دست گرفتن کنترل خودرو جهت کاهش پیامدهای بی‌توجهی راننده، عکس‌العمل نشان می‌دهد. با بیان شدن مسائل قانونی فوق‌الذکر، از آنجایی که اتوماتیکی کامل خودرو عرصه‌ی استراتژیک اصلی در سرمایه‌گذاری صنایع اتومبیل احساس نشد، هدف نهایی به سمت سیستم‌های کمک‌رانندگی تغییر کرد. هم‌زمان، اداره‌ی جهانی حمل‌ونقل عمدتاً به مقاصد اجتماعی، اقتصادی یا محیطی در جهت افزایش بهره‌وری سوخت، کاربرد شبکه‌ی راه و بهبود کیفیت زندگی از نظر جابه‌جایی، علاقمند شده است.

نتایج مفید اخذ شده از ADAS در عرصه‌ی خودرویی در سال‌های اخیر، بخش نظامی را تحریک به اعمال جدید فشار شدیدی بر ایده‌های بدیع در اتوماتیک نمودن خودروهای ناوگان زمینیش

است. گرچه ایده‌های اولیه در دهه‌ی ۱۹۶۰ متولد شدند، سطح پختگی تکنولوژی در آن زمان اجازه‌ی پیگیری هدف اصلی اجرای وسایل نقلیه تمام اتوماتیک در هر زمینه‌ای و در هر آب و هوایی را نمی‌داد. اولین نمونه‌های اولیه‌ی مستند وسایل نقلیه‌ی اتوماتیک توسط گروه‌های معدودی در عرصه‌ی نظامی در میانه‌ی دهه‌ی ۱۹۸۰ به میدان آمد. انگیزه‌ی اولیه‌ای که این ایده‌های مبتکرانه را راه انداخت در بخش نظامی‌ای تهیه شد که مشتاق بودند تا برای ناوگان وسایل نقلیه‌ی زمینیشان اتوماتیک‌سازی کاملی فراهم نمایند.

پیش از دهه‌ی ۱۹۸۰ نبود که این علاقه به بخش غیرنظامی منتقل شد: دولت‌های سرتاسر جهان اولین پروژه‌ها را شروع کردند که از تعداد کثیری از محققین در این موضوع حمایت کردند. میل صنعت خودرو در توسعه‌ی محصولات واقعی تنها پس از اینکه مطالعات تعیین امکان‌پذیری طرح به طور موفقیت‌آمیزی کامل شد و اولین نمونه‌ها نشان داده شد، راه‌اندازی گردید. آزمایش وسایل نقلیه‌ی اتوماتیک بر روی جاده‌های واقعی در محیطی واقعی یکی از مراحل برجسته‌ی تاریخ وسایل نقلیه‌ی هوشمند بود. این قضیه در اواسط تا اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ اتفاق افتاد. تصویر ۱ اولین خودروهای موتوری را که در توسعه‌ی وسایل نقلیه‌ی هوشمند پیش‌تاز بودند نشان می‌دهد. خودروی «الف» مربوط می‌شود به آزمایشگاه «Navlab» کارنگی ملون (دانشگاهی در آمریکا)، «ب» دانشگاه Bundeswehr مونیخ (UBM) و «ج» آزمایشگاه VisLab

کرده است. آژانس پروژه‌های تحقیقی پیشرفته وزارت دفاع^۲، مسابقات بزرگی را طی سال‌های ۲۰۰۳، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ برگزار کرد (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

اتومبیل‌های آینده

صنعت خودرو ممکن است از یک صنعت تولیدات به یک صنعت خدمات پیش رود، جایی که هر کس می‌تواند به جابه‌جایی با بیشترین بهره‌وری هزینه دسترسی داشته باشد. هر دو حمل‌ونقل گروهی و حمل‌ونقل فردی می‌توانند توسط شرکت‌ها با بیشترین بهره‌وری هزینه، با در نظر گرفتن قوانین محلی عرضه شوند. دو گرایش مشخص در آینده‌ی وسایل نقلیه‌ی اتوماتیک وجود دارد. یکی کمک رانندگی پیشرفته، که به طور وسیعی از اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ توسعه یافته است، با تکنیک‌های بی‌شماری که به‌تازگی در وسایل نقلیه‌ی مسافربری و وسایل نقلیه‌ی تجاری (اتوبوس‌ها و کامیون‌ها) با امکانات وسیع پدیدار می‌شوند. گرایش دیگر مربوط می‌شود به ارائه‌ی حامل‌های مردم بر پایه‌ی وسایل نقلیه‌ی اتوماتیک هدایت‌شونده (کوچک یا بزرگ) در مکان‌هایی خاص و بر روی مسیرهای اختصاصی. پیش‌بینی می‌شود که در ده سال آینده، این دو گرایش یکی شوند، در جهت وسایل نقلیه‌ی شخصی که دارای امکانات دو وجهی می‌باشند: رانندگی دستی با (کنترل و مساعدت قوی) بر روی جاده‌های عادی و رانندگی تماماً اتوماتیک بر روی نواحی اختصاص داده شده جایی که هیچ (یا کمی از) وسایل نقلیه‌ی دستی مجاز به استفاده خواهند بود. با توسعه‌ی چنین بخش‌هایی، زیرساخت‌های جدید اختصاصی به ویژه برای این وسایل نقلیه ساخته خواهد شد تا به طور اتوماتیک و در سرعت

بالا از یک منطقه‌ی اتوماتیک به منطقه‌ی دیگر بروند. وسایل نقلیه کاملاً اتوماتیک بدون هیچ‌گونه مداخله یا نظارت انسان اکنون در حیطه‌ی تجاری ظاهر می‌شوند. ترانزیت سریع اتوبوس اتوماتیک (ABRT)^۲ کیفیت سرویس ترانزیت ریلی را با هزینه و انعطاف‌پذیری اتوبوس‌ها ترکیب می‌کند (تصویر ۲) (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

سیستم ترانزیت چند روشی هوشمند (IMTS)^۳، شامل وسایل نقلیه‌ای است که توسط علائم مغناطیسی کار گذاشته شده در وسط جاده‌های اختصاصی‌شان هدایت می‌شوند. کاربرد حرکت دسته‌ای (سه خودروی به صورت الکترونیکی متصل، که به شکل قطاری در سرعت‌های یک شکل حرکت می‌کنند) در IMTS شامل به دقت کنترل نمودن سرعت تمامی خودروها در گروه است تا در تمامی اوقات یکسان باشند. در شهر Eindhoven هلند، اتوبوس‌های چند مفصلی با محورهای متعدد فرمان نیز به روش اتوماتیک بر روی راه اختصاصی با استفاده از علائم مغناطیسی می‌رانند. این ABRT ها معمولاً یک راننده را در خودرو نگه می‌دارند تا اگر لازم باشد (از قبیل موانع غیر منتظره یا در شرایط با مسافری زیاد) امکان برگشت به حالت دستی باشد؛ به‌هرحال، برنامه‌ریزی‌های آینده در راستای اتوماتیک نمودن کامل است (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

تکنولوژی ABRT همچنین می‌تواند در خودروهای کوچک‌تر، که اکنون خودروهای کامپیوتری^۴ خوانده می‌شوند، یافت شود. این وسایل نقلیه برای اولین بار در فرودگاه Schiphol (آمستردام) در دسامبر ۱۹۹۷ به اجرا درآمدند تا مسافران را از محوطه‌های طویل پارکینگ به ترمینال فرودگاه حمل کنند (تصویر ۳).



(تصویر ۲) ABRT تویوتا استفاده شده در IMTS Phileas



(تصویر ۳) خودروهای کامپیوتری در فرودگاه Schiphol، آمستردام

مزایای خودروهای هوشمند

وسایل نقلیه‌ی هوشمندی که به طور کامل خودکار عمل می‌کنند می‌توانند به سه دلیل زیر توجیه شوند:

– فعالیت بی خطر

اولین مشکل ایمنی است. تصادفات اتومبیلی یکی از دلایل اصلی تلفات انسانی می‌باشد. این فاجعه حجم بزرگتری است از تمامی نبردهای مسلح از آغاز بشریت. پیشرفته‌ترین کشورها از جنبه‌ی اقتصادی (OECD)^۶ توانسته‌اند تعداد تلفات را به طور قابل توجهی توسط تکنولوژی‌های پیشرفته در وسایل نقلیه، کاهش دهند. زیرساخت حمل و نقل به طور زیادی بهبود یافته است؛ آزادراه‌های مدرن، ده برابر جاده‌های عادی ایمن‌تر است.

وسایل نقلیه‌ی موتوری به سبب اتکاشان به کنترل انسان ذاتاً خطرناک هستند. خطاهای ناچیز در سرعت‌های زیاد می‌تواند نتایج مصیبت‌باری به همراه داشته باشد. متداول‌ترین علت، حواس‌پرتی راننده است که به زمان‌های عکس‌العمل^۷ یا طرز رانندگی نامناسب منجر می‌شود. خطای انسانی همچنین بارها در حین اداره کردن شرایط اضطراری اتفاق می‌افتد. درصد وسیعی از رانندگان در چنین شرایطی رفتار نامناسبی انجام می‌دهند و حادثه‌ای می‌آفرینند که می‌توانست توسط یک راننده بامهارت و بادقت اجتناب شود. بهترین راه حل برای این مشکلات حذف راننده از چرخه‌ی نظارت است. همان‌گونه که متعاقباً بحث می‌شود، مرحله‌ی موقت یاری راننده، هشدار به وی در مواقع احتمال بروز خطر بالقوه است (مثلاً در مواقع سرعت بیش از حد قبل از یک پیچ خطرناک یا وقتی که ماشینی در نقطه‌ی کور حین تغییر خط وجود دارد) یا در تحویل گرفتن کنترل در شرایط اضطراری (مثلاً ترمز گرفتن اضطراری در

مواقع برخورد قریب الوقوع). به دلیل تعهدات قانونی، تا وقتی نشان داده شود که سیستم‌های خودکار، درستی و قابلیت اطمینان بالایی دارند، انسان‌ها بایستی در چرخه، در مقام نظارتی باقی بمانند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

– ازدحام ترافیک

کامیابی اتومبیل همچنین منجر به اشباع زیرساخت جاده به‌خصوص در شهرها می‌شود. هر ماشین نیاز به مقدار معینی از فضا دارد تا بدون خطر عمل کند. در حالی که پهنای وسایل نقلیه ۲ متر است، پهنای معمول جاده‌ها ۳/۵ متر است تا غیردقیق بودن رانندگی را در خود جای دهد. فاصله‌گذاری بین وسایل نقلیه همچنین بایستی در یک حداقل ایمن حفظ شود تا از برخورد هنگام کاهش سرعت جلوگیری شود (این اساساً وابسته به زمان عکس‌العمل راننده می‌باشد). معمولاً توصیه می‌شود که فاصله‌گذاری بایستی برابر با فاصله‌ی زمانی حداقل ۱/۵ ثانیه باشد. این فاصله‌گذاری منجر به حداکثر قابلیت عبور حدود ۲۲۰۰ ماشین در هر ساعت در هر خط جدا از سرعت ترافیک می‌شود. این میزان زیاد نیست اگر ما در نظر بگیریم که یک قطار حومه شهری می‌تواند حدود ۶۰۰۰ مسافر را در هر ساعت بر روی یک زیرساختی با ابعاد مشابه حمل کند. از این گذشته، تراکم بالای عبور و مرور اتومبیل، بیشتر از ۲۲۰۰ اتومبیل منجر به از کارافتادگی در جریان ترافیک (ترافیک توقف و حرکت) و احتمال افزایش تصادفات، که می‌تواند به طور شدیدی صلاحیت کلی سیستم را کاهش دهد، می‌شود. راه حل این مشکل نیز در حذف راننده از چرخه‌ی کنترل واقع می‌شود جهت بهبود هدایت جانبی (کاهش عرض خطها) و کنترل طولی (با فواصل زمانی ممکن حدود ۰/۳ ثانیه، مستقل از سرعت)، در

عین حفظ امنیت ترافیک. یک چنین تکنولوژی‌های رانندگی خودکار، می‌تواند قابلیت عبور زیرساخت جاده را پنج برابر افزایش دهد. این مسأله به‌خصوص توسط کاری که در پروژه‌ی سیستم‌های بزرگراه پیشرفته^۴ در ایالت متحده اجرا شد ثابت شده است، که منجر شد به نمایش دسته‌ای هفت ماشینی که با سرعت بالای ۱۳۰ کیلومتر بر ساعت در آزادراه اختصاص داده شده در ساندریه گو (در ایالت کالیفرنیا) با فواصل حدود ۰/۵ ثانیه می‌رانند.

مشکل دیگر ازدحام، با پارک کردن در ارتباط است. هر وسیله‌ی نقلیه‌ی شخصی، تنها برای درصد کوچکی از عمر کلی مفیدش استفاده می‌شود. اکثر اوقات، وسایل نقلیه‌ی موتوری فضا را بی‌حاصل اشغال می‌کنند. به‌طور نمونه، یک خودرو حدود ۱۰ متر مربع فضا لازم دارد. معمولاً، پارک کردن در کنار جدول کشتی خیابان اتفاق می‌افتد، فضایی که در شهرهای بزرگ بسیار محدود است و نمی‌تواند تمامی خودروهای مقیم و میهمان را در خود جا دهد. در محوطه‌ی پارکینگ‌ها، هر خودرو چهار برابر این مقدار را لازم خواهد داشت تا به فضای ورودی خود دسترسی داشته باشد. اگر سیستم حمل‌ونقل بر پایه‌ی خودروهای کاملاً خودکار می‌توانست توسعه یابد، مردم نیاز نمی‌داشتند که صاحب خودرو شوند بلکه می‌توانستند به سرویسی متکی باشند، از قبیل آن‌هایی که توسط تاکسی‌ها عرضه می‌شوند. این ایده‌ی اولیه‌ی ماشین کامپیوتری است که در اروپا در حال توسعه می‌باشد (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

-فاکتورهای محیطی

گسترش رو به رشد مسافر و وسایل نقلیه‌ی تجاری منجر به مشکلات بحرانی محیطی سر و صدا و آلودگی در جامعه محلی شده است. به علاوه انتشارات گاز گلخانه‌ای تأثیری بر سطح محیط جهانی دارد.

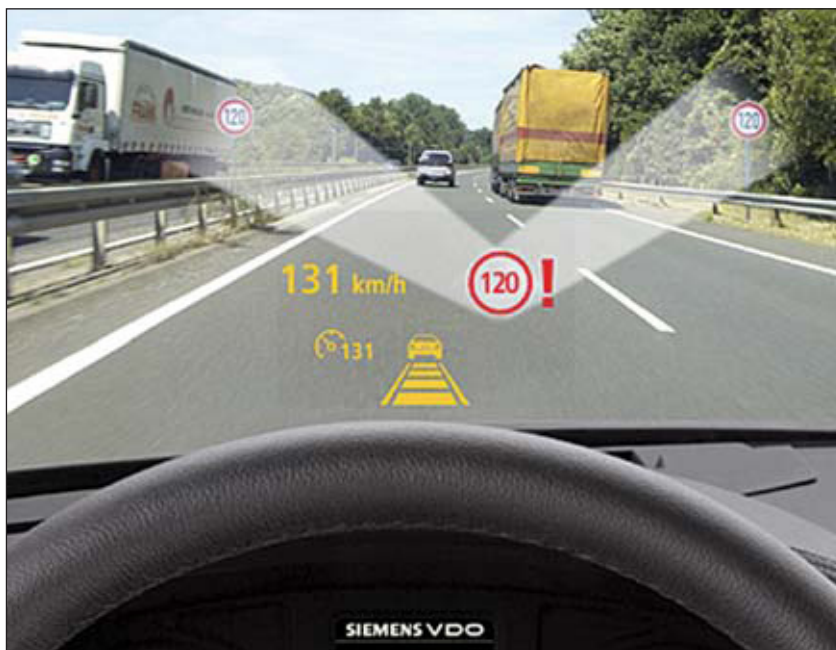
سر و صدا در شهرها اکنون توسط ساکنین به عنوان مشکل عمده مشاهده می‌شود. در سطح جهانی، تولید دی اکسید کربن (CO₂) به واسطه‌ی استفاده از سوخت‌های فسیلی نیز به عنوان مشکل بزرگی که به گام‌های جدی نیاز خواهد داشت، مطرح می‌شود. در کوتاه مدت، این مسأله ممکن است به محدود کردن استفاده از وسایل نقلیه‌ای که بالاتر از حد معینی CO₂ تولید می‌کنند منجر شود و

در مدت زمان طولانی‌تر، صنعت خودرو را به سمت ارائه‌ی وسایل نقلیه‌ای که با اشکال مختلف انرژی رانده می‌شوند و به سمت اشکال جدید سیستم‌های حمل‌ونقل با بهره‌وری بسیار بالاتر، سوق دهد. در کل، داشتن خودروهای هوشمندی که بر روی شبکه‌ی جاده‌ای ما در حرکت باشند می‌تواند فواید اجتماعی، محیطی و اقتصادی بی‌شماری را به همراه آورد. یک خودروی هوشمند قادر به ارزیابی شرایط رانندگی و عکس‌العمل در هنگام خطر، می‌تواند تا ۹۰٪ از تصادفات ترافیکی‌ای را که به علت خطاهای انسانی رخ می‌دهد حذف نموده جان انسان‌ها را نجات دهد.

هم زمان، خودروهای قادر به رانندگی در سرعت‌های بالا و بسیار نزدیک به یکدیگر، مصرف سوخت و انتشارات آلوده را کاهش خواهند داد. از این گذشته آن‌ها ظرفیت شبکه‌ی جاده‌ای را نیز افزایش خواهند داد. خودروهای در ارتباط با ایستگاه زمینی می‌توانند مسیرشان را به اشتراک گذارند و به تغییر مسیر دستور داده شوند تا جریان ترافیک روانی را حفظ نمایند.

خودروهای کاملاً اتوماتیک همچنین کیفیت بالاتری از جابه‌جایی را برای جمعیت وسیع‌تری، از جمله جوانان، سالخوردگان یا معلولین با کاهش نیاز حتی به گواهینامه رانندگی عرضه خواهند کرد. سرانجام، توانایی خودروهایی که می‌توانند خودشان را برانند کیفیت جابه‌جایی را برای همه افزایش خواهند داد و خودروهای شخصی را به تاکسی‌هایی که قادرند مردم را سوار کنند و آن‌ها را در ایمنی و رفاه کامل به مقصد نهایشان برسانند، در عین اینکه زمان رانندگی را به فعالیت‌های ارجح‌ترشان اختصاص خواهند داد، تبدیل خواهند کرد.

اتوماتیک‌سازی خودروهای جاده‌ای بیشترین توجه را از صنعت به خود جلب می‌کند. به‌هرحال، حیطه‌های دیگر از قبیل کشاورزی، معدن، ساخت و ساز، عملیات تجسس و نجات و به‌طور کلی کاربردهای خطرناک دیگر، به خودروهای اتوماتیک به عنوان راه حل ممکن برای مسأله‌ی هزینه همواره رو به رشد افراد می‌نگرند. اگر خودرویی می‌توانست به‌طور اتوماتیک برای بذرافشانی بر روی زمین حرکت کند یا وارد میدان مین‌گذاری شده شود یا حتی مأموریت‌های خطرناک را انجام دهد، شمار افرادی که در معرض خطر قرار می‌گیرند به‌طور شدیدی کاهش خواهند یافت و هم زمان رانندگان خود آن خودرو افزایش خواهد یافت. چالش اصلی



(تصویر ۴) ردیابی علامت جاده برای کاربرد هشدار سرعت

جاده و درک آن‌ها است. علامت‌های جاده عملاً جهت مساعدت به رانندگان انسانی ساخته شده‌اند. آن‌ها از یک سری اشکال، رنگ‌ها و الگوهای به‌خوبی تعریف شده‌ای استفاده می‌کنند. علائم نسبت به جاده در ارتفاعات و وضعیت‌های یکسانی قرار داده شده‌اند. لذا خواندن علائم جاده‌ای یک امر قابل حصول برای دید کامپیوتری است. ردیابی با استفاده از گردآوری اشکال و یا تدابیر ردیابی رنگ انجام می‌شود.

پس از مرحله ردیابی و موضع‌یابی، تشخیص اتفاق می‌افتد. معمولاً از آنجایی که مجموعه‌ای ممکن علائم جاده‌ای، محدود و به خوبی تعریف شده است، این کار توسط تکنیک‌های تطبیق الگویی از قبیل همبستگی وارونه تصویر، شبکه‌های عصبی یا دستگاه‌های کمک راه^{۱۰}، انجام می‌شود. تصویر کانسپت سیستم هشدار سرعت بر پایه ردیابی علامت سرعت را نشان می‌دهد (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

- ردیابی چراغ راهنمایی

تطابق رنگ و طرح نیز تکنیک‌های کلیدی هستند که برای شناسایی چراغ‌های راهنمایی استفاده می‌شوند. گرچه شناسایی چراغ‌های راهنمایی زیاد پیچیده نیست، این کاربرد وجه دیگری را که کاربردهای خودرویی را با مشکل مواجه می‌سازد، نهفته دارد: گذشته از موضع‌یابی و تشخیص صحیح علامت، از آنجایی که پیغام

برای خودروهای هوشمند، ایمنی است، تصادفات ناپیستی به علت خطاهای اتوماتیک‌سازی روی دهند و باید تلورانس صفری برای صدمات و تلفات انسانی وجود داشته باشد (S. Bruno, K. Ou - sama, 2008).

■ سامانه‌های ایمنی

سامانه‌های ایمنی خودرو به دو دسته‌ی فعال و غیرفعال تقسیم‌بندی می‌شوند. سامانه‌های ایمنی غیرفعال، آن دسته از سامانه‌هایی هستند که از شدت صدمات ناشی از تصادف می‌کاهند. از جمله کمربند ایمنی، کیسه‌های هوا، فیوز قفل کن و سایر موارد. بر خلاف ایمنی غیرفعال، سامانه‌های ایمنی فعال نقش بسزایی در آگاهی و راهنمایی راننده داشته و قادرند کنترل وسیله‌ی نقلیه را به طور کامل یا تا اندازه‌ای به عهده گیرند از جمله سامانه‌ی ترمز هوشمند. سامانه‌های ایمنی فعال را می‌توان به عنوان سامانه‌های پیشرفته‌ی دستیار راننده (که پیش از این بدان اشاره شد) معرفی کرد (جبارزاده، ۱۳۸۸).

■ درک صحنه‌ی جاده

- ردیابی علائم جاده

از کاربردهای به‌حق آسان دید کامپیوتری^{۱۱}، ردیابی علائم

ممکن است خودروی جاری را مورد خطاب قرار ندهد، بایستی توجه خاصی در بررسی موقعیت و جهت دهی پیغام بر روی جاده یا خط اتخاذ شود. این مسأله به خصوص در چهارراه‌های قسمت مرکز شهر، جایی که چراغ‌های راهنمایی زیادی در آن واحد هویدا هستند، صحیح است. در این مورد، خودرو بایستی قابلیت انتخاب علامت ترافیکی صحیحی که باید پیروی کند، داشته باشد. برخی تدابیر در مورد علائم ترافیکی فعال انجام می‌شوند که قادرند وضعیت چراغ راهنمایی را با استفاده از فرکانس‌های رادیویی صادر کنند. این مسأله زیرساخت افزوده‌ای را مستلزم می‌باشد؛ در این مرحله، دید بصری به نظر می‌رسد که تنها راه حل ساده‌ی ماندگار باشد (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

- ارزیابی میدان دید

یکی از چالش‌های مهم، شناسایی مه است. فاصله‌ی میدان دید هوشناسی توسط کمیته بین‌المللی روشنایی (CIE)^{۱۱} به عنوان فاصله‌ای فراتر از آن که یک شیء سیاه در اندازه‌ای مناسب با کنتراستی کمتر از ۵٪ مشاهده شود، تعریف شده است. تکنیک‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری این پارامتر و بنابر آن، تشخیص شرایط مه‌آلود، اجرا می‌شده‌اند. گرچه بسیاری از روش‌ها از دید بصری استفاده می‌کنند، راه چاره‌های مؤثری هم وجود دارد، که عموماً در مکان‌های ثابت از قبیل فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های نظارت ترافیک استفاده می‌شوند، بر پایه‌ی استفاده از لیدار^{۱۲}‌هایی با پراکنش چند برابر. چالش اصلی استفاده از دید بصری جهت برآورد میدان دید، آن است که به طور کلی خودروی متحرک نمی‌تواند بر نقطه یا شیء یا علامت مبنای معینی در فاصله مشخصی استناد کند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

- ردیابی عابران پیاده

ردیابی کاربران جاده‌ای در معرض آسیب (پیاده‌ها و دوچرخه‌ها) یکی از وظایف بسیار دشوار خودروهای هوشمند است. ظاهر یک پیاده چالش برانگیز است: ظاهر یک عابر پیاده می‌تواند به شدت ظرف چند ده میلی ثانیه تغییر یابد، ثبات‌های مشخصی در رنگ، بافت، یا اندازه وجود ندارد و هیچ فرضی در مورد حالت ایستادن، سرعت، یا اجزا قابل مشاهده از بدن انسان همانند سر، نمی‌توان ایجاد نمود. روش‌های یادگیری ماشینی به طرز موفقیت‌آمیزی در مورد این مشکل به کار گرفته شده‌اند. قابلیت اطمینان بالاتر و کاهش

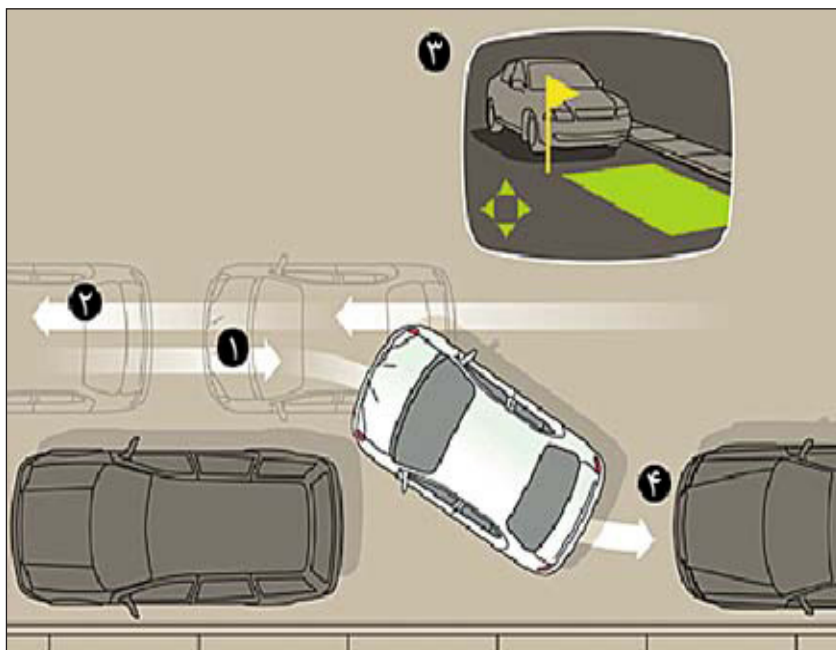
هشدارهای اشتباه، از طریق تلفیق دید سه بعدی^{۱۳} به دست آمده‌اند. به هر حال، ردیابی کاربران آسیب‌پذیر جاده، یکی از مطرح‌ترین مباحث پژوهشی سراسر جهان است، از آنجایی که، وقتی یک ردیاب عابر پیاده‌ی کاملاً عملکردی بر روی اتومبیل‌ها موجود باشد، شمار زیادی منافع، شامل کاهش بیمه می‌تواند حاصل شود. پیشگیری‌هایی نیز ممکن است به کار گرفته شود تا پیامدهای تصادفات خودرو با عابر پیاده را کاهش دهد، همچون التهاب ایربگ‌های خارجی یا باز شدن کاپوت اتومبیل جهت کاهش شدت ضربه در برخورد رو در رو. در حال حاضر، با تمامی تکنولوژی‌های ممکن تحت ارزیابی، هیچ راه‌حلی به نظر نمی‌رسد که تشخیص معتبری در همه شرایط ممکن ارائه دهد: رادارها قادر به شناسایی قابل اطمینان عابران پیاده در شرایط شلوغی نیستند، در حالی که دید بصری نیز بسیاری از اشکالات لیست شده در بالا را دارد. حتی تصویر برداری حرارتی که، هرچند هنوز بسیار گران است، عموماً گمان می‌شود یکی از نویدبخش‌ترین تکنولوژی‌ها باشد، در برخی مواقع شکست می‌خورد، همانند روزهای گرم تابستان و به طور کلی در محیط‌هایی با دمای بالا (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

- کمک پیشرفته‌ی راننده

سامانه‌های دستیار راننده در ابتدای ظهور خود در هوانوردی و نظامی کاربرد داشتند، اما امروزه کاربردهای عمومی نیز برای آن‌ها متصور است. در حال حاضر شرکت‌های خودروسازی و مراکز تحقیقاتی توجه فراوانی را به این سامانه‌ها کرده‌اند. در یک تعریف ساده، سامانه‌های پیشرفته‌ی دستیار راننده سامانه‌هایی هستند که راننده را در فرآیند رانندگی یاری می‌دهند تا از ضریب اشتباهات انسانی در حوادث بکاهند از جمله سامانه‌ی ناوبری درون خودرویی، هشدار انحراف مسیر، دید در شب، هشدار دهنده برخورد، کنترل روشنایی تطبیقی، حفاظت از عابر، پارک خودکار و تشخیص الکل در بدن راننده (جبارزاده، ۱۳۸۸).

- توقف و حرکت

رانندگی توقف و حرکت (همچنین از آن به عنوان کنترل سرعت انطباقی (ACC)^{۱۴} سرعت آهسته نام برده می‌شود) در جهت مخالف طیف سرعت است، یعنی وقتی که خودروها در امتداد ترافیک انبوه، کم کم جلو می‌روند. تعقیب نمودن خودروی جلویی، تکان خوردن وقتی که تکان می‌خورد، رانندگی وقتی که می‌راند و توقف کردن



(تصویر ۵) نمایش از صفحه‌ی نمایش هدایت اتومبیل

تصویر ۵ کمک پارک را شرح داده است. به محض آن‌که سیستم به طور کامل درگیر شد، مراحل هدایت، طرح‌ریزی و اجرای فرمان پارک موازی ایده‌آل را به دست می‌گیرد. در برخی از سیستم‌ها انسان هنوز مسئول ساسات و ترمز است تا از طرف دیگر ضمانت کند که شخص راننده هوشیار بوده مراقب عابران پیاده متخطی یا سایر موانع است. یک چنین سیستمی توسط تویوتا معرفی شده است (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

– حفظ خط^{۱۶} جاده

کمک حفظ خط، توسعه‌ی بدیهی سیستم‌های هشدار انحراف جاده است. با کمک سیستم تعقیب خط جاده، آسان است تا به کنترل فرمان اتومبیل این اضافه شود که خودرو را در مرکز خط خود نگه‌دارد. این سیستم موارد استفاده‌ی متعددی دارد. برخی شهرها مایلند که ترانزیت اتوبوس‌ها را بر روی جاده‌های باریک دایر کنند، مثل شانه بزرگراه‌ها یا از میان خیابان‌های باریک در شهرهای قدیمی. سیستم‌های اتوماتیک حفظ خطی که از شیارهای هدایت‌کننده‌ی مکانیکی استفاده می‌کنند، در مکان‌های متعددی در حال استفاده هستند. اگر چنین سیستم‌هایی بتوانند به جای اینکه برهادهای مکانیکی به طور خاص نصب شده‌ای متکی باشند، الکترونیکی باشند، آسان‌تر و ارزان‌تر خواهند بود. یک زیرشاخه‌ی خاص، دقت توقف بارگیری است: برای یک اتوبوس ترانزیت در

وقتی‌که توقف می‌کند، در سرعت‌های آهسته آسان است. چنانچه ترافیک به سرعت متعادل شتاب گیرد، سیستم توقف و حرکت رها می‌شود و انسان بایستی کنترل ساسات، ترمز و فرمان را در دست گیرد. از آنجایی که سرعت بسیار آهسته است و فواصل کوتاه، سیستم‌های حسگر بسیار متفاوتی عمل خواهند کرد از جمله دید سه بعدی، رادار و لیدار (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

– کمک پارک

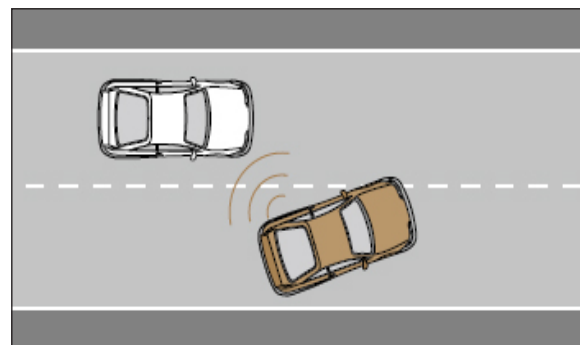
پارک کردن خودرو، یکی از مشکلات روزمره رانندگان در خیابان‌های شلوغ شهرهای بزرگ به حساب می‌آید و به مهارت و سرعت بالایی نیازمند است، زیرا بی‌دقتی در آن سبب برخورد با خودروهای دیگر و تأخیر در انجام عمل و در برخی موارد منجر به بروز ترافیک می‌شود (جبارزاده، ۱۳۸۸). کمک پارک نیز جزء وسایل کمکی سرعت آهسته است و قابلیت را برای خودرو عرضه می‌کند تا بدون اینکه راننده از فرمان استفاده نماید پارک شود.

در شرایط نمونه‌ای، راننده در حین رانندگی پیش از یک فضای پارک خالی، سیستم را با فشردن دکمه‌ای راه می‌اندازد. سیستم طول فضا را با استفاده از مسافت پیمایش^{۱۷} اندازه‌گیری می‌کند، موقعیت ماشین‌های جلویی و عقبی را با استفاده از حسگرهای کوتاه بُرد سنجیده و با فرض اینکه ماشین‌های مجاور در کنار جدول به طور استاندارد پارک نموده‌اند، موقعیت جدول را استنتاج می‌کند.

سوار کردن مسافری با ویلچر، یا اتوبوس باید سطح شیب‌دار مخصوصی را بگسترده (چیزی که یک روند کندی است)، یا باید به سطح سکو برسد و درز بسیار کوچکی را به جای گذارد، تا ویلچر بتواند بدون خطر به داخل و خارج بغلند. سیستم‌های کوتاه‌برد دقت بارگیری، به منظور آن‌که اتوبوس را به محل پارکش هدایت کنند، یا از حسگر رو به پایین‌نگری که خط‌کشی‌های رنگ شده یا علائم مغناطیسی را جستجو می‌کند، یا حسگر جانبی‌ای که جدول یا سکو را، استفاده می‌کنند. نهایتاً، کمک حفظ‌خط جاده، تسهیلاتی برای رانندگی در بزرگراه‌ها است، به خصوص حین بادهای طوفانی. هوندا خودرویی مجهز به هر دوی کمک حفظ‌خط و ACC را بیرون داده است. خطر این چنین سیستم‌هایی آن است که راننده دیگر نقش لحظه به لحظه‌ی فعال را ندارد و ممکن است تمرکزش را از دست بدهد یا حتی بخواب برود. این سیستم‌ها برای اتوماتیکی کامل طراحی نشده‌اند، و هنوز راننده‌ای را جهت اداره نمودن شرایط غیرمعمول لازم دارند. مرحله‌ی بعدی گنجانیدن نظارت وضعیت راننده است. چنانچه راننده بی‌توجه باشد، آنگاه کلیه‌ی سیستم‌های اتوماتیک غیرفعال می‌شوند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

- تعویض خط

کمک تعویض خط، توسعه‌ی دیگری در اتوماتیک‌سازی جزئی است. این سیستم از حفظ خط و ACC با نظارت نقطه‌ی کور ترکیب یافته است. اگر اتومبیل قادر باشد بی‌خطر از خودرو سبقت گیرد، آنگاه تعویض خط انجام گرفته و سرعت تغییری نمی‌کند. در غیر این‌صورت، ACC سرعت خودرو را کم می‌کند. در ساده‌ترین شکل، یک چنین سیستم کمک راننده‌ای می‌تواند به راننده اطلاع دهد که آیا تعویض خط می‌تواند به طور ایمن انجام شود یا نه. در پیشرفته‌ترین شکل آن، تعویض خط به صورت کاملاً اتوماتیک



(تصویر ۶) تعویض خط - ردیابی جانبی

توسط خودرو انجام می‌گیرد. چنین سیستم‌هایی یک حسگر اضافه رویه جانبی، به طور نمونه رادار (در تصویر ۶ نشان داده شده است)، لازم دارند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

- نظارت کردن راننده

تفکر در مورد نقش راننده در خودروهای هوشمند تحولی بوده است. هدف بزرگ، جایگزینی راننده با سیستم کاملاً اتوماتیک است. همان‌طور که پیشتر بحث شد خودکارسازی کامل خودروهای هوشمند به علت قابلیت اطمینان سیستم و به دلایل تعهدات قانونی هنوز چند سالی معوق است. گام بعدی در توسعه‌ی وسایل نقلیه‌ی موتوری، اتوماتیک‌سازی جزئی است، جایی که کارکردهای اتوماتیکی فردی از قبیل ACC، حفظ خط، تعویض خط و مانند آن توسعه یافته‌اند. طراحان وسیله‌ی نقلیه‌ی موتوری دریافته‌اند که راننده نمی‌تواند از خودرو حذف شود، و بایستی در عوض توسط سیستم‌های سوار شده روی وسیله‌ی نقلیه‌ی موتوری حمایت شود. بیش از ۹۲٪ تصادفات وسیله‌ی نقلیه‌ی موتوری به علت خطای راننده رخ می‌دهد. شاید که نسل بعدی خودروهای هوشمند به طرق ذیل کار کنند:

۱. خودرو، صحنه‌ی جاده را با استفاده از تکنولوژی‌های سیستم پیشرفته‌ی کمک راننده که پیشتر بحث شد بازنگری خواهد کرد تا وضعیت محیط اطراف را ارزیابی کرده و شرایط خطرناک را به راننده هشدار دهد، همچون هشدارهای انحراف خط^{۱۷}.
۲. خودرو همچنین راننده را با استفاده از حسگرهای بصری بازنگری خواهد کرد تا وضعیت راننده را ارزیابی کند. اگر راننده خسته، خواب‌آلود، بی‌توجه، حواس‌پرت یا تحت تأثیر دارو باشد، آنگاه تصادفات می‌توانند رخ دهند. خودرو اوضاع خطرناک را به راننده هشدار می‌دهد، مثل هشدار خواب‌آلودگی.
۳. به دلایل تعهدات قانونی وسایل نقلیه‌ی هوشمند کنترل را به دست نخواهند گرفت، بلکه راننده با استفاده از هشدارهای دیداری، شنیداری یا لامسه‌ای هوشیار خواهد بود. خودرو پرهیز از برخورد را اجرا نخواهد کرد، بلکه کاهش برخورد به واسطه‌ی ترمز کردن اضطراری اتفاق خواهد افتاد.
۴. اگر تصادف اجتناب‌ناپذیر باشد، خودرو می‌تواند به طور اتوماتیک ترمز اضطراری را اعمال کند. به جهت به حداکثر رساندن امنیت سرنشینان داخل خودرو، مهار کمربندهای ایمنی محکم

می‌شوند و کیسه‌های هوا بی‌خطر گسترده می‌شوند.

۵. پس از اینکه تصادفی رخ داد، دانستن وضعیت راننده و مسافران مهم است. چنانچه سرنشینی صدمه دیده باشد، تماس با خدمات اورژانس می‌تواند به طور اتوماتیک توسط خودرو انجام شود.

در تمامی مراحل شرح داده شده بالا، نظارت کردن راننده مسأله‌ای حیاتی است. برای اینکه سیستم‌های پیشرفته کمک راننده آینده بدون خطر کار کنند، راننده بایستی در چرخه قرار داده شود، برای مثال، در سیستم‌های هشدار انحراف خط، ممکن نیست تعیین شود که آیا عبور خودرو از خط ناشی از علت اراده راننده بوده یا خطای وی. اگر وضعیت راننده مانیتور شود و سیستم بتواند تشخیص دهد که چشمان راننده بسته اند یا راننده به خارج از جاده نگاه می‌کند، آنگاه می‌توان استنباط شود که انحراف خط غیرارادی بوده و اینکه هشدار انحراف خط بایستی به راننده داده شود. برای اینکه ADAS توسط رانندگان پذیرفته شود، سیستم‌ها نباید اخطارهای غلط دهند. اگر راننده مستقیماً به جاده نگاه کند آنگاه اخطارهای انحراف خط نباید داده شود (یا یک اخطار متفاوت ضعیف باید داده شود). به طور مشابه سیستم‌های بسیار پیچیده‌تر از قبیل حفظ خط بایستی به کار گرفته شود، مگر اینکه راننده کاملاً مواظب باشد و دست‌ان را محکم روی فرمان اتومبیل قرار داده باشد. نکته‌ی کلیدی این است که ضروری است رانندگان کاملاً در کنترول امر رانندگی درگیر شده سهیم باشد، این مهم‌ترین مطلب در طراحی ADAS برای خودروهای هوشمند است (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

– خستگی، بی‌توجهی و اختلال راننده^{۱۸}

کارشناسان معتقدند در بین عوامل اصلی سوانح رانندگی یعنی



(تصویر ۷) تشخیص وضعیت راننده

انسان، خودرو، جاده و محیط، انسان سهم بیشتری در وقوع حوادث رانندگی دارد. خستگی و خواب‌آلودگی رانندگان و عوامل مؤثر در ایجاد آن از مهم‌ترین علل انحراف وسایل نقلیه از مسیر اصلی و تصادف است، به طوریکه علت اصلی حدود ۲۹٪ از تصادفات منجر به فوت در جاده‌های ایران، ناشی از خستگی رانندگان است. از عوامل بروز تصادفات می‌توان به خستگی، خواب‌آلودگی، خیرگی، حواس‌پرتی، مصرف الکل و دارو، خشم و عصبانیت و نظایر آن‌ها اشاره نمود (سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۸۷).

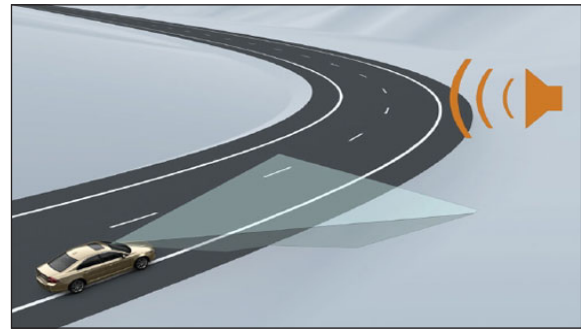
با نظارت مستقیم راننده با استفاده از ادراک بصری، امکان توسعه‌ی نوع جدیدی از کاربردهای ADAS گشوده می‌شود. وضعیت راننده را می‌توان به کمک بازنگری علائمی از قبیل الکتروکاردیوگرام^{۱۹}، درجه‌ی حرارت و مانند آن نظارت کرد. به هر حال، مطالعات بازار توسط سازندگان اتومبیل نشان داده که مردم هیچ سیم یا ابزار وصل شده‌ای را دوست ندارند، نظارت راننده بایستی بدون تماس و غیر مزاحم باشد. تنها راه حل، استفاده از دید بصری به عنوان وسیله تشخیص است. بزرگترین مشکل فنی، ابداع سیستم دید کامپیوتری است که بتواند به طور اتوماتیک راننده را در هر سن، جنس، نژاد، با یا بدون عینک طبی یا آفتابی و با یا بدون موی صورت، تشخیص دهد. اخیراً با سیستم‌های در حال تحولی که می‌توانند تشخیص دهند شخص به کجا می‌نگرد (سمت خیرگی)، پیشرفت‌های چشمگیری صورت گرفته است. از وقتی وضعیت راننده (موقعیت سر، خیرگی چشم و میزان پلک زدن) توانست اندازه‌گیری شود، کاربردهای ADAS توانست توسعه یابد (S. Bruno, K. Oussama, 2008). شکل ۷ خروجی یک سیستم تشخیص وضعیت راننده خودروی تجاری را نشان می‌دهد.

– اختلال راننده

مقامات ایمنی تخمین می‌زنند که به اندازه‌ی ۵۰٪ از تمامی تلفات سوانح جاده‌ای به دلیل اختلال راننده بر اثر مصرف الکل یا دارو رخ می‌دهد. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که اختلال راننده می‌تواند توسط دریافت الگوی پایش غیرعادی از خیرگی چشم تشخیص داده شود. این مسأله نوید می‌دهد که نوع جدیدی از ADAS را بگشاید. در بسیاری از کشورهای سازمان مشارکت و توسعه‌ی اقتصادی (OECD)، آموزش و ابتکارات عمده‌ای وجود داشته



(تصویر ۹) سیستم هشدار تصادف از جلو در خودروی XC60 ولوو



(تصویر ۸) سیستم هشدار از خطوط جاده (LDW)

انجام شود آینه کناری را چک کرد؟ اگر راننده در چک نمودن آینه کناری کوتاهی کرده باشد، بایستی هشدار داده شود (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

– حجم کاری راننده

افزایش سیستم‌های الکترونیکی و اسبابی که در داخل وسایل نقلیه‌ی موتوری امروزی نصب می‌شوند همچنین منشأ دیگری از حواس‌پرتی هستند. سؤالاتی در مورد اینکه بایستی چه موقع و تحت چه شرایطی راننده لوح فشرده^{۲۱} را عوض کند یا به تماس تلفنی پاسخ دهد به وجود می‌آیند. تحقیقات نسبت به توسعه‌ی سیستم‌های حجم‌کاری در جریان می‌باشد. این سیستم‌ها وضعیت خودرو (سرعت، شتاب، ترمز، تعویض دنده، میزان انحرافات از مسیر و امثال آن) را حساب می‌کنند تا تعیین کنند که آیا اعمال مدیریت اطلاعات از قبیل جواب دادن به تماس تلفنی، ارسال پیغام سرویس پیام کوتاه^{۲۲} جایز است یا نه. مرحله‌ی بعدی تحقیقات، به حساب آوردن اطلاعات غنی‌ای در مورد صحنه‌ی جاده و راننده است. اگر ماشین در جاده بیرون شهر براند و راننده مواظب باشد آنگاه امور حواس‌پرت کننده می‌توانند اجازه داده و مدیریت شوند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

– حفاظت راننده و مسافر

صنعت خودرو به سمت استفاده از سیستم‌های ایمنی فعال از قبیل کیسه‌های هوا حرکت می‌کند تا سیستم‌های ایمنی غیرفعال از قبیل کمربندهای ایمنی را تکمیل نماید. ADAS در سیستم‌های ایمنی فعال نقش حیاتی‌ای را بازی خواهد کرد. در ترمزگیری اضطراری یا در وضعیت‌های تصادف قریب الوقوع از پشت، کمربندهای ایمنی می‌توانند پیش کشیده شوند و کیسه‌های هوا تحریک شوند. با توسعه کیسه‌های هوای هوشمند راننده و مسافران می‌توانند

است، که منجر به کاهش قابل توجهی در تلفات جاده‌ای می‌شود. به هر حال شرایط دشوار (خستگی، حواس‌پرتی و بی‌توجهی) بسیار حساس‌تر شده‌اند. تکنولوژی‌های ADAS می‌توانند اثر قابل توجهی بر کاهش بیشتر عوارض راهداری داشته باشند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

– خستگی راننده

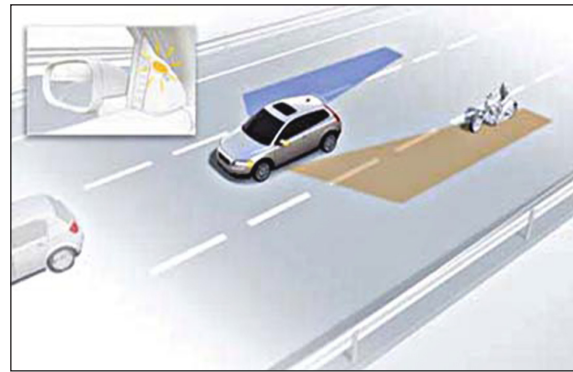
مقامات ایمنی تخمین می‌زنند که ۲۵-۳۰٪ از تمامی تلفات جاده‌ای به علت خستگی راننده بوده است. تحقیقات نشان داده‌اند که چهار فاکتور مشهود وجود دارد که شروع خستگی را نشان می‌دهد: بسته ماندن طولانی مدت چشم، حرکات کنترل نشده سر، افتادن پلک‌ها و پایش خیرگی کاهش یافته چشم^{۲۰}. سیستم‌هایی که تنها بر روی بسته ماندن چشم تمرکز کنند در حال توسعه‌اند. چالش آمیختن تمامی چهار فاکتور با همدیگر در الگوریتمی قوی که برای دامنه وسیعی از رانندگان عملی باشد، به عنوان یک مشکل تحقیقاتی آشکار باقی می‌ماند (S. Bruno, K. Oussama, ۲۰۰۸).

– بی‌توجهی راننده

مقامات ایمنی تخمین می‌زنند که تا ۴۵٪ از تمامی تصادفات ترافیکی، از فرورفتگی‌های کوچک تا حوادث جدی، به سبب بی‌توجهی یا حواس‌پرتی راننده بوده است. تحقیقات نشان داده است که اگر رانندگان به طور ثابت چشمشان را به جاده بدوزند، رانندگی تجربه‌ای بسیار ایمن‌تر خواهد شد. تمامی خودروسازان بزرگ در حال توسعه دادن کاربردهایی از ADAS هستند که اگر راننده از امر رانندگی حواس‌پرت باشد، به آن‌ها هشدار دهند. ADAS‌های بسیار پیچیده‌تر در حال توسعه، از سمت خیرگی راننده برای بررسی اینکه آیا اعمال رانندگی، با احتیاط دنبال می‌شوند یا نه، استفاده می‌کنند، برای مثال آیا راننده پیش از اینکه تعویض خط



(تصویر ۱۱) چراغ های هوشمند جلو (IHC) مرسدس بنز



(تصویر ۱۰) سیستم هشدار نقاط کور راننده (BSD)

براساس اعلام مؤسسه ای ایمنی بزرگراه های آمریکا^{۲۰}، بیشتر خودرو سازان لوکس دنیا حداقل یکی از این سیستم ها را در محصولات خود به کار می گیرند اما تنها شرکتی که به طور کامل تمام آن ها را در محصولات خود استفاده کرده، کارخانه ی ولوو است. این خودروساز سوئدی بر اساس برنامه ای بلند مدت قصد دارد تا سال ۲۰۲۰ مرگومیر سرنشینان خودروهای ولوو را به صفر برساند (پریانی، ۱۳۸۷).

بیشتر محافظت شوند. درحالی که کیسه های هوا بخش ضروری خودروهای مدرن محسوب می شوند، می توانند موجب تلفات شوند، مثلاً اگر سرنشین به کیسه ی هوا خیلی نزدیک باشد یا اگر کودک کمربند ایمنی نبسته باشد. باز شدن کیسه هواهای هوشمند به موقعیت سرنشین خودرو بستگی دارند. تکنولوژی های مانیتورینگ وضعیت راننده که پیشتر بحث شد، جزء ضروری ایربگ های هوشمند هستند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

کمک اضطراری

میزان زنده ماندن قربانیان پس از یک تصادف جدی، به شدت به سرعت درمان آنان بستگی دارد. در حالی که انتظار می رود ADAS منجر به کاهش تصادفات جاده ای خواهد شد، تصادفات را برطرف نخواهد کرد. به همین علت مهم است که سیستم های اتوماتیک برای شرایط اضطراری توسعه یابند. سیستم هایی که از GPS^{۲۱}، اطلاعات وضعیتی خودرو و سیستم های ارتباطی سیار استفاده می کنند، توسعه یافته اند که مختصات جهانی خودرو را پس از تصادف به مقامات اورژانسی بفرستند. این اطلاعات می توانند با استفاده از تکنولوژی نظارت^{۲۲} راننده افزایش یابند تا وضعیت سرنشینان خودرو را ارزیابی کنند. در حال حاضر روی این گونه سیستم ها مطالعه انجام می شود (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

سایر سیستم های پیشگیری از تصادف شامل سیستم هشدار خروج از خطوط جاده (تصویر ۸)، سیستم هشدار تصادف از جلو (تصویر ۹)، سیستم کمک ترمز اضطراری، سیستم هشدار نقاط کور راننده (شکل ۱۰) و چراغ های هوشمند جلو (تصویر ۱۱) می باشد که در این بین، سیستم هشدار خروج از خطوط جاده و سیستم هشدار تصادف از جلو، بیشترین تأثیر را در کاهش میزان تصادفات و سیستم هشدار نقاط کور، کمترین تأثیر را داشته اند.

گرایشات آینده و دورنماها

ماشین ها، کامیون ها و اتوبوس هایمان به ناچار باهوش تر می شوند. مسیر آینده به طور کامل شناخته شده نیست و احتمالاً در مکان های متفاوت، متنوع می باشد. به هر حال، برخی از گرایشات آشکارند. همچنان که وسایل نقلیه ی مجهز به حسگر متداول تر می شوند، مجال بیشتری برای ساخت تکنولوژی های مساعد با حسگر در شاهراه ها و در وسایل نقلیه وجود خواهد داشت. ساده است که مقدار برگشت ناخواسته رادار در کناره های جاده را به وسیله ی جانشینی علائم بزرگ فلزی که انعکاس دهنده های عالی رادار هستند، با علائم غیرانعکاسی ساخته شده از پلاستیک یا کمپوزیت ها کاهش داد. مطلوب است ساخت روگرهایی با بازتاب پذیری کمتر رادار، یا با استفاده از مواد مختلف، یا با پوشاندن ساختارهای فلزی با مواد جذب کننده ی رادار، یا با طراحی هندسی مناسب. در عین حال، مطلوب است که قطع رادار در وسایل نقلیه ی کوچک از قبیل موتورسیکلت ها را افزایش داد تا تشخیص آن ها را برای خودروهای مجهز به رادار، آسان تر ساخت. مثلاً پلاک های اتومبیل منعکس کننده رادار، می توانند وسایل نقلیه ی کوچک تر را به طور واضحی برجسته کنند. مراحل بعدی شاید گسترش دادن

سیستم‌هایی باشند که از مخابره‌ی فعال اطلاعات از زیرساخت به وسیله‌ی نقلیه و از وسیله‌ی نقلیه به وسیله‌ی نقلیه‌ی دیگر، پشتیبانی می‌کنند. هم‌اکنون ارتباطات کم‌بُرد اختصاصی (DSRC)^{۲۶} در محل جمع‌آوری هوشمند عوارض راهداری استفاده وسیعی دارد. تصور اینکه وسایل نقلیه مجهز به DSRC در حال دریافت هشدارهایی از حسگرهای کنار جاده از مه یا یخبندان یا ازدحام غریب الوقوع هستند، امری ساده است. خودروهای هوشمندی که شرایط غیرعادی جاده را تشخیص می‌دهند (به وسیله‌ی رادار یا لیدار، ردیاب‌های لغزش، یا اعمال راننده از قبیل ترمز شدید) می‌توانند آن اطلاعات را به تمامی خودروهای هوشمند آن حوالی پخش کنند. همچنانکه نفوذ وسایل نقلیه‌ی مجهز افزایش می‌یابد، ارزش چنین شبکه‌های ارتباطاتی خاص به طور چشمگیری بالا می‌رود.

ارتباطات خودرو به خودرو لزومی ندارد تنها از طریق امواج رادیویی باشد. دیود ساطع‌کننده نور^{۲۷} چراغ‌های ترمز می‌تواند در فرکانس‌های کیلوهرتز امواج بفرستد، که تماماً بالاتر از پهنای باندی است که چشم‌های انسان بتواند آن‌را تشخیص دهد، اما به آسانی توسط وسایل نقلیه‌ی بعدی، دریافت می‌شود. این برای یک خودرو راه ساده‌ای خواهد بود، که به سایر خودروها در مورد آغاز ترمزگیری شدید یا دیگر شرایط غیرعادی جاده اطلاع

دهد (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

نتیجه:

عموم مردم هر روز بیشتر با سیستم‌های هوشمند، حسگرها و ارتباطات روی وسایل نقلیه، عادت خواهند کرد. در مبحث گسترش تکنولوژی‌های رباتیک در زمینه‌ی اتومبیل، توانایی صنعت در ایجاد تکنولوژی‌هایی با ایمنی کامل، اهمیت بسزایی دارد. حال سؤال این است که آیا وسایل نقلیه‌ی هوشمند، حمل‌ونقل عمومی را کارآمدتر و مطلوب‌تر خواهند ساخت؟ یا از آنجایی که رانندگی کمتر استرس‌زا خواهد بود، آیا آن‌ها استفاده مردم از وسایل نقلیه‌ی شخصیشان را آسان‌تر خواهند نمود؟ ماهیت حمل‌ونقل و تأثیرش بر محیط‌های شهری به آسانی قابل پیش‌بینی نیست. سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل آینده، امکانی را فراهم خواهند ساخت که این مباحث را شکل دهند (S. Bruno, K. Oussama, 2008).

در پایان همان‌طور که اشاره شد، با توجه به آمار بالای تصادفات و سوانح جاده‌ای در ایران، آشنایی با مبحث ایمنی در خودروها، شناخت تکنولوژی‌های روز دنیا و در نهایت به‌کارگیری راهکارهای مختلف و تطبیق آن با فرهنگ کاربران جامعه می‌تواند قدم مؤثری در کاهش میزان این حوادث داشته باشد.

پی‌نوشت:

۱. آقای میبیدی، ابوالفضل-جعفری، جواد، (بهار ۱۳۸۶)، معرفی سیستم لیدار (LIDAR)، فصلنامه‌ی سپهر، دوره‌ی شانزدهم، شماره‌ی ۶۱، ص ۳۲.
۲. پریانی، سمیه، (آذرماه ۱۳۸۷)، سیستم‌های الکترونیکی ایمنی خودرو، ماهنامه‌ی نوآور، ص ۳۰ و ۳۱.
۳. جبارزاده، مسعود، (۱۳۸۸)، سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند، انتشارات دانشگاه علوم انتظامی، چاپ اول، تهران.
۴. روزنامه‌ی کیهان، (۲۵ آبان ۱۳۸۸)، ویژه‌نامه‌ی خودرو، شماره‌ی ۱۸۵، ص ۱۱.
۵. روزنامه‌ی همشهری، (۳۰ آبان ۱۳۸۸)، بخش جامعه، شماره ۹۹۱، سال هفدهم، ص ۵.
۶. سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، (مهر و آبان ۱۳۸۷)، چگونه سهم خستگی و خواب‌آلودگی در بروز تصادفات را کاهش دهیم، ماهنامه‌ی خبری آموزشی راهبران، انتشارات مشق شب، شماره‌ی ۲۱، ص ۲۲ تا ۲۶.
۷. سالک مقدم، سروش، (۳۰ آبان ۱۳۸۸)، ساعت کار مجاز رانندگان حمل و نقل باری، وزارت راه و ترابری، انتشارات پژوهشکده‌ی حمل و نقل، چاپ اول، تهران.
۸. S. Bruno, K. Oussama (۲۰۰۸)، Springer Handbook of Robotics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg-German, ۱۱۷۵-۱۱۹۵ p.
۹. Stereo Vision
۱۰. Adaptive Cruise Control (ACC)
۱۱. کنترل سرعت که از سرعت ثابت رانندگی حمایت می‌کند.
۱۲. Odometry
۱۳. وسیله‌ای در ماشین که میزان مسافت طی شده را اندازه‌گیری می‌کند.
۱۴. line
۱۵. LDW: Lane Departure Warning
۱۶. driver fatigue, inattention, and impairment
۱۷. ECG
۱۸. prolonged eye closure, uncontrolled head movements, drooping eyelids, reduced eye gaze scanning
۱۹. CD
۲۰. SMS
۲۱. global positioning system
۲۲. Monitoring
۲۳. IIHS: Insurance Institute for Highway Safety
۲۴. DSRC: Dedicated Short-Range Communication
۲۵. LED
۱. ADAS: Advanced Driving Assistance System
2. DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency
3. ABRT: Automated Bus Rapid Transit
4. IMTS: Intelligent Multimode Transit System
۵. Cybercar
6. OECD: Organization for Economic Cooperation and Development
۷. فاصله‌ی زمانی بین محرک و واکنش آن
8. AHS: Advanced Highway Systems
۹. استفاده از حسگرها برای دریافت سیگنال‌هایی که تشکیل‌دهنده تصویر یک شی هستند که توسط کامپیوتر و یا سایر وسایل پردازش سیگنال برای تفسیر و تحلیل سیگنال‌های دریافت شده از قطعه، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
10. pattern-matching techniques: image cross-correlation, neural networks, or support vector machines
11. International Commission On Illumination
12. RADAR: Radio Detection And Ranging, LIDAR: Light Detection And Ranging
- ۱۳- لیدار یک تکنولوژی شبیه به رادار است که با ارسال موج لیزر به سمت عارضه و دریافت آن، با ثبت شدت موج رسیده و اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج، تصویر عارضه را ثبت و فاصله محاسبه می‌نماید (آقای میبیدی-جعفری، ۱۳۸۶، ۲۲).

منابع:

(قابل ذکر است که بخش اعظم مطالب ارائه شده، ترجمه‌ای است از کتاب (Springer Handbook of Robotics)