

مطالعه تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی بر پایه بردار استخراج ویژگی و با استفاده از طبقه بندی کننده های ماشین بردار پشتیبان و شبکه های عصبی

بهزاد سلطانی

کارشناسی ارشد، رشته مهندسی مکترونیک، دانشگاه آزاد، واحد تهران جنوب، تهران، ایران.

چکیده

در این پژوهش به تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی بر پایه بردار استخراج ویژگی و با استفاده از طبقه بندی کننده های بردار ماشین پشتیبان و شبکه های عصبی پرداخته شده است. در این پروژه قصد داریم از روشهایی برای شناسایی و بازنشانی علائم راهنمایی رانندگی استفاده کنیم. در این مطالعه همچنین یک روش سریع و مقاوم برای تشخیص علائم با استفاده از الگوریتم های موجود در بینایی ماشین ارائه می گردد. طبقه بندی و تشخیص علائم نیز با استفاده از طبقه بندی کننده های هوشمند مانند شبکه عصبی و بردار ماشین پشتیبان صورت می پذیرد. برای بدست آوردن نتیجه مناسب علائم راهنمایی و رانندگی را به دسته های مختلفی از قبیل علائم اجباری و یا علائم اختیاری دسته بندی می کنیم. مدل پیشنهادی برای تشخیص علائم راهنمایی رانندگی از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول وظیفه تشخیص نوع علامت را با توجه به دسته بندی های انجام شده دارد. و بخش دوم وظیفه تشخیص نوع علامت در هر کدام از دسته های بدست آمده از بخش اول را بر عهده دارد.

کلمات کلیدی: شبکه عصبی، علائم راهنمایی رانندگی، بردار ماشین پشتیبان، بردار استخراج

۱- مقدمه

سیستم حمل و نقل هوشمند یا به اختصار ITS به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای بهبود عملکرد سیستم حمل و نقل است. «کلمه ITS به مجموعه ای از ابزارها، امکانات و تخصص ها از قبیل مفاهیم مهندسی ترافیک، تکنولوژی های نرم افزاری، سخت افزاری و مخابراتی اطلاق میشود که به صورت هماهنگ و یکپارچه به منظور بهبود کارایی و ایمنی در سیستم حمل و نقل به کار گرفته میشود». در سالهای اخیر مهندسين حمل و نقل همراه با همکاری متخصصین رشته های مخابرات و ارتباطات، الکترونیک، رایانه و ... با بکارگیری فناوری اطلاعات سیستم های هوشمند حمل و نقل یا ITS را بوجود آورده اند. (Bahlmann C, 2005)

در دنیای مدرن امروز، مدیریت ترافیک و ایمنی جاده ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از جوانب کلیدی این مدیریت، تشخیص و شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی است. این علائم به عنوان ابزارهای حیاتی برای هدایت و کنترل ترافیک عمل می کنند و نقش مهمی در کاهش حوادث و افزایش ایمنی جاده ای دارند. با توجه به رشد روزافزون خودروها و نیاز به سیستم های هوشمند حمل و نقل، استفاده از تکنولوژی های پیشرفته برای تشخیص اتوماتیک این علائم به یک ضرورت تبدیل شده است. (GUO H-r, 2011)

تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی می تواند به عنوان یک چالش بزرگ در پردازش تصویر و بینایی ماشین مطرح شود، به ویژه در شرایط نوری و جوی مختلف. در این زمینه، استخراج ویژگی ها از تصاویر علائم نقش حیاتی در عملکرد سیستم های تشخیص دارد. از جمله روش های متداول برای استخراج ویژگی ها می توان به استفاده از تکنیک های بردار استخراج ویژگی اشاره کرد که می توانند به شناسایی منحصر به فرد علائم مختلف کمک کنند (Mogelmoose, 2012).

پس از ویژگی ها، مرحله بعدی استفاده از طبقه بندی کننده های پیشرفته مانند ماشین های برداربان (SVM) و شبکه های عصبی است. این دسته از الگوریتم ها به خوبی قادر به شناسایی الگوهای پیچیده در داده ها و تفکیک بین علائم مختلف هستند. ماشین های بردار پشتیبان به عنوان یکی از قدرتمندترین روش ها در طبقه بندی، به دلیل توانایی بالای خود در کار با داده های با ابعاد بالا و عدم حساسیت به نویز، بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. (Jang, 2000) از سوی دیگر، شبکه های عصبی به خصوص شبکه های عصبی عمیق (DNN)، با قابلیت یادگیری عمیق و تحلیل دقیق ویژگی ها، نشان دهنده پیشرفت های شگرفی در زمینه بینایی ماشین و تشخیص تصویر هستند. در این مقاله، به دنبال بررسی کارآمدترین روش های تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی با تمرکز بر روی تکنیک های استخراج ویژگی و به کارگیری طبقه بندی کننده های SVM و شبکه های عصبی خواهیم بود. با توجه به کاربردها و مزایای هر یک از این روش ها، همچنین به تحلیل عملکرد و نتایج آن ها در یک محیط واقعی خواهیم پرداخت. امید است که این پژوهش بتواند به بهبود ایمنی جاده ها و کاهش حوادث ترافیکی در آینده کمک کند. (Stallkamp, 2012)

امروزه با توجه به رشد جمعیت، گسترش شبکه راه ها، توسعه حمل و نقل درون شهری، جاده ای و همچنین افزایش پارامتر سرعت در وسایل نقلیه؛ محیط ترافیک برای کاربران راه اعم از رانندگان خودروهای سواری، وسایل نقلیه سنگین، وسایل نقلیه عمومی، راکبین موتور و دوچرخه باید به گونه ای تعریف و مشخص گردد که رانندگان در هنگام رانندگی بتوانند مسیر را از قبل تجسم نموده و با اطمینان و آگاهی کافی به راهنشان ادامه دهد. این امر موجب آسایش خاطر سرنشینان خودرو و همچنین عابرین پیاده میشود. ولی با وجود سامانه های راهبری هوشمند، اطلاعات ترافیکی، نقشه های مسیرها، علائم راهنمایی و رانندگی باز هم شاهد بروز تخلف های حادثه ساز از طرف رانندگان هستیم، که این امر اکثراً بخاطر عدم دقت کافی به علائم راهنمایی و رانندگی حال بصورت عمد و یا غیر عمد میباشد. مساله مهم این است که تا چه اندازه می توان به

رانندگان در جهت جلوگیری از بروز حوادث و خطرات احتمالی کمک کرد. تا چه حد عناصر بصری موجود در محیط، بر میزان تخلفات و سوانح ترافیکی تاثیرگذار هستند؟ آیا می توان با استفاده از تشخیص سریعتر و درست تر عناصر گرافیکی گام موثری در زمینه کاهش حوادث برداریم؟

۱-۱- بیان مسئله

در عصر دیجیتال و با گسترش روزافزون اینترنت، رفتار مصرف کننده به یکی از عوامل تعیین کننده در موفقیت استراتژی های بازاریابی تبدیل شده است. شرکت ها و برندها برای بقا و رشد در بازارهای رقابتی نیاز دارند تا به دقت به تحلیل رفتار و نیازهای مشتریان خود بپردازند. در این راستا، یکی از چالش های اساسی که بسیاری از سازمان ها با آن مواجه اند، عدم شناخت کافی از رفتار مصرف کنندگان در فضای آنلاین و نحوه تأثیر آن بر تصمیم گیری های خرید است (Mogelmosse, 2012).

گرایش روزافزون به خرید آنلاین، به ویژه پس از گسترش شیوع کرونا، موجب شده است که مصرف کنندگان به راحتی و در سریع ترین زمان ممکن به محصولات و خدمات دسترسی پیدا کنند. این تغییر در رفتار خرید نه تنها متغیرهای سنتی را تحت تأثیر قرار داده، بلکه منجر به ظهور الگوهای جدید و پیچیده تری از رفتار مصرف کننده شده است. در نتیجه، شناخت صحیح این الگوها و نحوه تعامل آن ها با استراتژی های بازاریابی، به چالشی اساسی برای بازاریابان تبدیل گشته است (Theodoridis, 2003).

مسئله اصلی این تحقیق را می توان این گونه تعریف کرد: "چگونه رفتار مصرف کننده در بازاریابی آنلاین بر استراتژی های بازاریابی تأثیر می گذارد و شرکت ها چگونه می توانند با تحلیل و درک این رفتارها، به بهینه سازی استراتژی های خود بپردازند؟" به عبارتی، لازم است که سازمان ها نه تنها به ویژگی ها و نیازهای مصرف کنندگان خود در فضای آنلاین توجه کنند، بلکه باید از ظرفیت های موجود در این بستر برای طراحی و بهینه سازی استراتژی های بازاریابی استفاده نمایند (Barnes N, 2008).

با تغییر رفتار مصرف کنندگان و هنجارهای جدید خرید، سازمان ها باید بتوانند به سرعت به این تغییرات پاسخ دهند. در این راستا، شناسایی نیازها و ترجیحات جدید مشتریان در بستر آنلاین بسیار حائز اهمیت است. داده های عظیم و گوناگونی که از طریق رفتار آنلاین مصرف کنندگان جمع آوری می شود، نیاز به تجزیه و تحلیل دقیق دارد تا بتوان از آن ها در طراحی راهبردهای بازاریابی استفاده کرد. فقدان ابزارها و مدل های تحلیلی مناسب می تواند از اثرگذاری مطلوب استراتژی های بازاریابی جلوگیری کند (Bishop, 1996).

بهینه سازی استراتژی های بازاریابی متناسب با رفتار مصرف کننده نیازمند شناخت عمیق از فرآیندهای خرید، نقطه درد مشتریان و موانع موجود است. عدم توجه به این مسائل می تواند به کاهش کارایی کمپین های بازاریابی منجر شود. در بازار پررقابت آنلاین، شناخت رفتار مصرف کننده می تواند به عنوان یک مزیت رقابتی برای برندها مطرح شود. لذا، تحقیق در این زمینه نیز می تواند به شناسایی نقاط قوت و ضعف رقبا کمک کند. در نتیجه، شناخت تأثیر رفتار مصرف کننده بر استراتژی های بازاریابی آنلاین یک ضرورت برای مدیران بازاریابی است و می تواند به بهبود عملکرد تجاری و ایجاد تجربه ای بهتر برای مشتریان منجر شود. این مقاله به بررسی دقیق این مسئله می پردازد و سعی دارد با ارائه داده های مشهود و مطالعه موردی، راهکارهای عملی را برای بهینه سازی استراتژی های بازاریابی در عرصه آنلاین ارائه دهد. (Chen Z, 2011)

تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی به عنوان یکی از مهم ترین چالش ها در حوزه بینایی ماشین و پردازش تصویر مطرح است. این علائم، که به چرخه های معمول و قابل شناسایی مرتبط هستند، نقش کلیدی در مدیریت ترافیک و تأمین ایمنی جاده ای ایفا می کنند. با افزایش روزافزون تعداد خودروها و پیچیدگی های موجود در شبکه های حمل و نقل، نیاز به سیستم های خودکار برای شناسایی و تفسیر سریع این علائم به یک ضرورت اجتناب ناپذیر تبدیل شده است (Zaklouta, 2012).

۱-۱-۱- چالش‌ها و مشکلات موجود

تنوع و پیچیدگی علائم: علائم راهنمایی و رانندگی دارای اشکال، رنگ‌ها و اندازه‌های متنوعی هستند. این تنوع ممکن است باعث شود که سیستم‌های تشخیصی دچار اشتباه شوند، به‌ویژه در شرایط محیطی متفاوت مثل تغییرات نوری و آب و هوایی. پیش‌زمینه پیچیده: تصاویر علائم ممکن است با پیش‌زمینه‌هایی شامل سایر مواد و اشیاء تداخل کنند. این تداخل‌ها می‌توانند به شناسایی نادرست یا از دست رفتن علائم منتهی شوند.

شرایط نوری و جوی: عواملی مانند نور خورشید، باران، برف و مه می‌توانند تأثیرات فراوانی بر روی کیفیت تصاویر و قابلیت شناسایی علائم داشته باشند. این مشکلات می‌توانند به شکل قابل توجهی دقت و کارایی سیستم‌های تشخیص را تحت تأثیر قرار دهند.

نیاز به یادگیری سریع و انطباقی: با توجه به تغییرات مداوم در طراحی علائم و طراحی‌های جدید، سیستم‌های تشخیص باید قادر باشند به سرعت نسبت به اطلاعات جدید انطباق پیدا کنند. این نیازمند الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیشرفته است که توانایی یادگیری از داده‌های جدید و تغییر شرایط را داشته باشند.

تحلیل قابلیت اطمینان و دقت: از آنجا که علائم راهنمایی و رانندگی برای حفظ ایمنی جاده‌ها حیاتی هستند، دقت بالای تشخیص و قابلیت اطمینان سیستم به شدت از اهمیت بالایی برخوردار است. یک سیستم تشخیص نادرست می‌تواند به حوادث شدید و خطرناک منجر شود (MAZINAN, 2014).

به منظور حل این چالش‌ها، مقاله حاضر به بررسی و توسعه یک رویکرد مبتنی بر تکنیک‌های پیشرفته پرداخته است که در آن از بردار استخراج ویژگی برای شناسایی ویژگی‌های کلیدی تصاویر علائم راهنمایی و رانندگی و از طبقه‌بندی‌کننده‌های ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) و شبکه‌های عصبی استفاده می‌شود.

استخراج ویژگی: این بخش شامل شناسایی و استخراج ویژگی‌های مهم از تصاویر علائم، نظیر اشکال، رنگ‌ها و بافت‌ها است که می‌تواند به شناسایی بهتر علائم کمک کند.

طبقه‌بندی با استفاده از SVM و شبکه‌های عصبی: استفاده از روش‌های طبقه‌بندی مبتنی بر SVM و شبکه‌های عصبی می‌تواند به طور مؤثری انواع مختلف علائم را شناسایی کرده و در شرایط دشوار نیز دقت را افزایش دهد (M. Lalonde and Ying Li, 1995).

با توجه به چالش‌های مطرح شده و نیاز به سیستم‌های تشخیص دقیق و قابل اطمینان، این پژوهش به بررسی و ارزیابی عملکرد ترکیبی تکنیک‌های بردار استخراج ویژگی و الگوریتم‌های SVM و شبکه‌های عصبی در تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی می‌پردازد. هدف این تحقیق، افزایش دقت و کارایی سیستم‌های تشخیص و نهایتاً بهبود ایمنی جاده‌ها در محیط‌های واقعی است. امید است که نتایج این پژوهش به صورت عملی قابل استفاده باشند و به توسعه سیستم‌های هوشمند حمل و نقل کمک کنند.

۱-۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

تشخیص خودکار علائم راهنمایی و رانندگی به عنوان یک حوزه تحقیقاتی کلیدی در علم داده و بینایی ماشین، در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این ضرورت را می‌توان از جنبه‌های مختلفی بررسی کرد: (منهاج، ۱۳۷۷)

الف-افزایش تصادفات جاده‌ای

با افزایش روزافزون تعداد خودروها و تنوع شرایط جاده‌ای، تصادفات و حوادث ترافیکی به یکی از معضلات جدی جوامع مدرن تبدیل شده است. طبق آمارهای جهانی، عدم توجه به علائم راهنمایی و رانندگی از جمله دلایل اصلی بروز تصادفات محسوب می‌شود. با توسعه فناوری‌های هوشمند و سیستم‌های اتوماسیون، امکان کاهش این حوادث از طریق تشخیص سریع و دقیق علائم وجود دارد.

ب-مدیریت ترافیک بهینه

علائم راهنمایی و رانندگی به ویژه در مناطق پرجمعیت و ترافیک بالا، نقش حیاتی در مدیریت ترافیک دارند. با استفاده از سیستم‌های هوشمند که قابلیت تشخیص و تفسیر این علائم را دارند، می‌توان بهبود چشمگیری در جریان ترافیک و کاهش زمان سفرها ایجاد کرد. این قابلیت به نوبه خود منجر به کاهش آلودگی‌های ناشی از ترافیک و بهبود کیفیت زندگی شهری خواهد شد (Ruta A, 2010).

ج-پیشرفت‌های تکنولوژیکی

توسعه تکنولوژی‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به ما این امکان را می‌دهد که از الگوریتم‌های پیچیده‌تری برای تحلیل و پردازش داده‌ها استفاده کنیم. استفاده از مدل‌های ماشین بردار پشتیبان (SVM) و شبکه‌های عصبی به عنوان روش‌های پیشرفته یادگیری ماشین، می‌تواند دقت و قابلیت اطمینان تشخیص علائم را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد. این پژوهش به مطالعه و ارزیابی اثر بخش ترکیب این دو رویکرد در تشخیص علائم می‌پردازد (Wang, 2012).

د-تنوع و تغییرات در طراحی علائم

علائم راهنمایی و رانندگی به صورت مستمر در حال تغییر و به‌روز شدن هستند. به همین دلیل، سیستم‌های تشخیص نیاز به ایمنی و یادگیری سریع دارند. فناوری‌های نوین باید قادر باشند به راحتی با تغییرات در طراحی علائم خود را انطباق دهند تا از تحلیل و تشخیص نادرست جلوگیری شود. تحقیق حاضر به دنبال توسعه الگوریتم‌های انطباق‌پذیر و بهینه است.

ه-افزایش نیاز به اتوماسیون و سیستم‌های هوشمند

با توجه به روند رو به رشد سیستم‌های اتوماسیون، مثل خودروهای خودران، نیاز به تشخیص سریع و دقیق علائم راهنمایی و رانندگی بیش از پیش احساس می‌شود. فرآیندهای اتوماسیون نیازمند سیستم‌های هوشمند هستند که به‌طور مستقل بتوانند تصمیم‌گیری کنند. این تحقیق می‌تواند به بهبود فرآیند تصمیم‌گیری در این سیستم‌ها کمک کند (Stallkamp 2012).

و-افزایش رضایت و ایمنی کاربران جاده

تشخیص صحیح و دقیق علائم راهنمایی و رانندگی می‌تواند به‌طور مستقیم به افزایش ایمنی جاده‌ها و رضایت رانندگان، عابران پیاده و سایر کاربران جاده منجر شود. با بهبود هوشمندی و دقت سیستم‌های تشخیص، خطر حوادث کاهش یافته و اطمینان از رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی بیشتر می‌شود.

با توجه به چالش‌ها و ضرورت‌های ذکرشده، انجام این تحقیق با هدف توسعه و بهبود تکنیک‌های تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی ضروری به نظر می‌رسد. این تحقیق می‌تواند به عنوان یک گام مؤثر در جهت ارتقای ایمنی تأسیسات جاده‌ای و بهبود مدیریت ترافیک در مجتمع‌های شهری و برون‌شهری مطرح شود. امید است که نتایج به‌دست‌آمده بتواند در توسعه سیستم‌های هوشمند و ایمن‌تر برای آینده‌ای بهتر و امن‌تر مؤثر باشد. (Stallkamp, 2011)

۲- مبانی و پیشینه پژوهش

مبانی پژوهش برای "تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی بر پایه بردار استخراج ویژگی و با استفاده از طبقه بندی کننده های ماشین بردار پشتیبان و شبکه های عصبی" می تواند شامل چند بخش اصلی باشد. در زیر، به تشریح این مبانی پرداخته می شود:

تمامی سیستم های حمل و نقل نیاز به نشانه ها و علائم مناسب برای هدایت و کنترل ترافیک دارند. تشخیص خودکار علائم راهنمایی و رانندگی یکی از چالش های مهم در پردازش تصویر و بینایی ماشین است. این پژوهش به بررسی فنون مختلف استخراج ویژگی و الگوریتم های طبقه بندی نظیر ماشین های بردار پشتیبان (SVM) و شبکه های عصبی می پردازد. استخراج ویژگی اولین مرحله ای اساسی در یک سیستم شناسایی تصویر است که در آن ویژگی های مهم و نمایان هر تصویر استخراج می شود. این مراحل شامل شناسایی و استخراج اطلاعات کلیدی از تصاویر علائم راهنمایی و رانندگی است (Ciresan, 2012).

روش های استخراج ویژگی

روش های مبتنی بر حاشیه: شامل روش های مبتنی بر لبه ها که با استفاده از فیلترهای لبه ای مانند Canny عمل می کند. روش های مبتنی بر بافت: استفاده از تکنیک هایی مانند Histogram of Oriented Gradients (HOG) برای توصیف بافت.

روش های مبتنی بر رنگ: مانند استخراج ویژگی های رنگی از فضای رنگی HSV یا LAB.

۲-۱- فناوری های سیستم های هوشمند حمل و نقل

سیستم حمل و نقل هوشمند تنها یک ابزار یا تکنولوژی جدید نیست. در واقع، ITS امکان یکپارچه سازی سیستم حمل و نقل را فراهم می آورد. یک سیستم حمل و نقل به طور کلی، شامل شبکه ها، وسایل نقلیه، افراد و کالاهاست. هر کدام از اجزای سیستم حمل و نقل مشخصات، ارگان ها، و گاهی آژانس های جداگانه دولتی دارند. ولی فناوری اطلاعات قادر است تمامی این اجزا را به صورت یک سیستم یکپارچه درآورد. یک سیستم حمل و نقل با محوریت اطلاعات، میتواند به حل مشکلات قدیمی و کاذب موجود بین حمل و نقل و ارتباطات کمک کند. افراد، کالا و اطلاعات میتوانند از یک نقطه به نقطه ای دیگر منتقل شوند و در موارد زیادی، برای دستیابی مؤثرتر به این هدف، یکی میتواند جایگزین دیگری شود. برای مثال، فرستادن یک نامه به صورت الکترونیکی سریعتر، ارزانتر و قابل اطمینان تر از پست کردن آن است و یا شرکت در یک ویدئو کنفرانس به جای مسافرت کردن و حضور در کنفرانس در مکانی دیگر به مراتب ساده تر و اقتصادی تر است. پیشرفت های بوجود آمده در فناوری اطلاعات میتوانند به ایجاد یک سیستم کاملاً یکپارچه برای سالهای آینده کمک کنند. (Cai Zi, Xing, 2013)

در صد کاهش تصادفات از طریق اطلاعات بدست آمده از ورودی و خروجی بزرگراه (ramp)، دوربین های کنترل سرعت، سیستم های هشدار دهنده تصادفات و برنامه کمک به ایمنی وسایل نقلیه موتوری بدین قرار است: نتایج حاصل از اطلاعات ورودی و خروجی بزرگراه حدود ۲۴٪ الی ۵۱٪ کاهش در تصادفات را بر اساس ۲ محدوده ارزیابی شده نشان میدهند. درصد کاهش تصادفات به علت وجود دوربین های کنترل سرعت از ۲۱٪ به ۱۱٪ رسیده است. سیستم های هشدار دهنده تصادفات از ۳۳٪ تا ۴۱٪ کاهش در تصادفات را نشان میدهند. با وجود تمام این امکانات و اطلاعات و هوشمند سازی حمل و نقل، باز

هم شاهد تصادفات در مسیرها و جاده ها هستیم، که معمولاً ناشی از خطای و یا تخلفات انسانی میباشد. برای کاهش اتفاقات جاده ای باید به دنبال راه حلی برای کاهش خطای انسانی و محدود کردن رانندگان برای انجام تخلف به جهت حداقل کردن تصادفات، و به طبع کاهش هزینه های مالی و جانی باشیم. یک راه حل ساده برای اینکار قرار دادن یک سیستم هوشمند در کنار رانندگان برای تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی در مسیرها و یا ایجاد رانندگی خودکار در اتومبیل ها میباشد. (Wang W, 2012)

۱-۱-۲- تاریخچه علائم راهنمایی و رانندگی

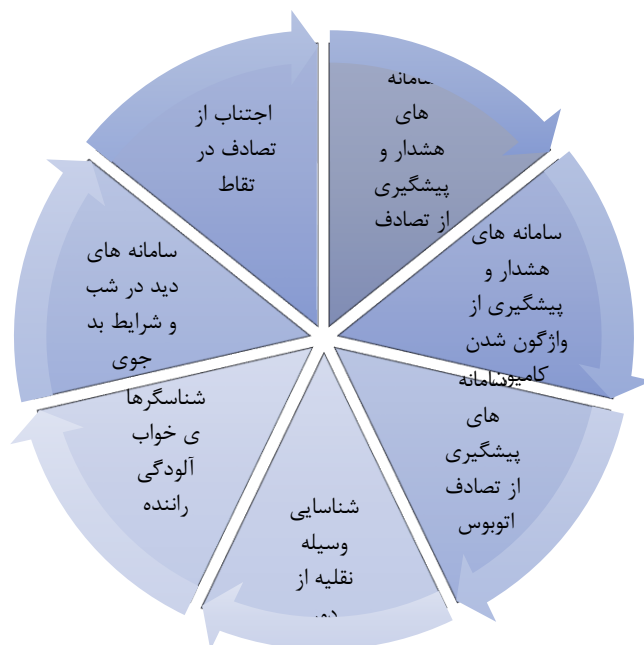
اولین چراغ راهنمایی به شکل امروزی در سال ۱۹۲۱ در دیترویت و میشیگان مورد استفاده قرار گرفت. از این شروع ساده، سیستم های کنترل آمد و شد که در برگیرنده گسترده وسیعی از تجهیزات، از قبیل :چراغ های هوشمند کنترل تقاطع ها، تابلوهای متغیر، سیستم های کنترل سرعت و ... است، به وجود آمد. به مرور زمان چراغ های کنترل ترافیک از شکل ابتدایی یا زمان بندی ثابت به شکل امروزی خود یعنی کنترل تقاطع بر اساس شمارش ترافیک موجود ارتقاء یافت و در سال ۱۹۲۱ در ۵ نقطه ایالات متحده سیستم های نصب شد که با استفاده از رایانه های آن زمان IBM1800 برنامه ریزی شده بود. انجام کارهای فوق در آن زمان در واقع آغازی برای استفاده از سیستم های هوشمند کنترل ترافیک بود، زیرا این روشها، نحوه پیشرفت و سیستماتیک شدن را برای کنترل ترافیک دنبال میکردند. (Loy, 2004)

برنامه ITS که در دهه ۹۱ میلادی مورد توجه قرار گرفت، ریشههای مشخصی دارد که فعالیت های تحقیقاتی و توسعه ای که در دهه ۶۱ میلادی توسط دولت فدرال آمریکا و همکاری صنعت و دانشگاه آغاز، باز میگردد. در آن زمان پروژه ای توسط راه های عمومی BPR که در حال حاضر اداره بزرگراه های دولت فدرال FHWA نامیده میشود، برای بهبود ایمنی و افزایش کارایی سفرهای بین شهری تعریف شد. این برنامه از نظر حجم، دیدگاه و مفاهیم با فعالیتهای تحقیقاتی گذشته تفاوت برجسته ای داشت. (Zurada, 1992)

۲-۲- سامانه های پیشرفته کنترل وسیله نقلیه (Advanced Vehicle Control Systems)

AVCS میتواند به طور فعالانه در رانندگی به رانندگان کمک کند و آنها را از موقعیت های مخاطره آمیز ناگهانی و یا مانورهای عمدی یا غیر عمدی آگاه سازد و یا به طور فیزیکی مانع از ادامه رانندگی خطرناک شود توسعه فناوریهای AVCS توسط مراجع زیر انجام میگردد (Vartak, 2005) :

- ۱- دولت در طرح ملی، که مایل به افزایش امنیت راهها، ظرفیت آنها و اجرای سیستم است .
 - ۲- تامین کنندگان تجهیزات و وسایل نقلیه موتوری که برای محصولات و سامانه های جدید در پی بازار بوده و به ابزارهایی متوسل می شوند که رانندگی راحت تر و ایمن تری 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 و دولت با هدف کاستن از تعداد تصادفات با استفاده از فناوری های اطلاعاتی و ارتباطی ICT است. (Bayer, 1975) دیگر فناوری های AVCS که در حال توسعه اند عبارتند از:



نمودار شماره ۱: دیگر فناوری های AVCS در حال توسعه، (Haykin, 1999)

۲-۳- پیشینه پژوهش

پیشرفته ترین سیستمی که تاکنون ایجاد شده است TSR -Traffic Sign Recognition نام دارد که در آزمایشگاه شناسایی تصویر دانشگاه Koblenz-Landau برلین ایجاد شده است. این سیستم برای پیدا کردن علائم راهنمایی و رانندگی در تصویر، از روش های پیشرفته ناحیه بندی بر مبنای رنگ استفاده میکند. (Chandaka, 2008) در مرحله رده بندی نیز، TSR از شبکه های عصبی و روش های نزدیکترین همسایگی استفاده میکند. بیش از ۶۰۰۰ تصویر از صحنه های ترافیک برای آموزش این سیستم به کار گرفته شده است. دقت شناسایی TSR در حدود ۹۱ درصد و زمان کمتر از ۲۰۰ میلی ثانیه میباشد گروه تحقیق دانشگاه جنوا در ایتالیا نیز، تحقیقاتی در زمینه شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی در تصاویر سیاه و سفید با استفاده از روش محاسبه ضریب همبستگی انجام داده است. دقت سیستم طراحی شده بین ۹۲ تا ۹۶ درصد و زمان کل پردازش در حدود ۵۰۰ میلی ثانیه میباشد (Schalkoff, 2002).

Stallkamp و همکارانش در سال ۲۰۱۲ شبکه های عصبی چندگانه ای را برای طبقه بندی علائم مختلف رانندگی به کار بردند. به منظور انتخاب شبکه ی مناسب، از اطلاعات شکل و رنگ موجود در مرحله تشخیص استفاده میشود. نویسنده تنها نتایج طبقه بندی کیفی را ارائه کرده است. (Usama Fayyad, 1998)

۲-۴- روش تحقیق

طراحی سیستم شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی با مشکلات زیادی همراه است. تصاویر گرفته شده به دلایل مختلف دارای نویز می باشند. شدت و ضعف نور محیط بر روی رنگ تصویر تأثیر می گذارد. علائم در مکان های مختلفی در صفحه تصویر ظاهر می شوند، همچنین اشیاء بسیاری در صحنه حضور دارند که وجود آنها کار کشف علائم را با مشکل مواجه می کند. علائم ممکن است کاملاً مشابه استاندارد تعریف شده نباشند. مقیاس علائم در تصویر متغیر است (بسته به فاصله اتومبیل

از تابلو همچنین یک زاویه غیر صفر بین محور اپتیکال دوربین با بردار عمود بر سطح تابلو علامت وجود دارد. مجموع عوامل بالا شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی را پیچیده می سازد.

۱-۴-۲- پیش پردازش

قبل از آنکه تصاویر به سیستم تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی داده شود یک مرحله پیش پردازش بر روی داده ها انجام می پذیرد. بلوک دیاگرام مرحله پیش پردازش همانند شکل زیر می باشد:



نمودار شماره ۲: بلوک دیاگرام مرحله پیش پردازش، (Avidan, 2004)

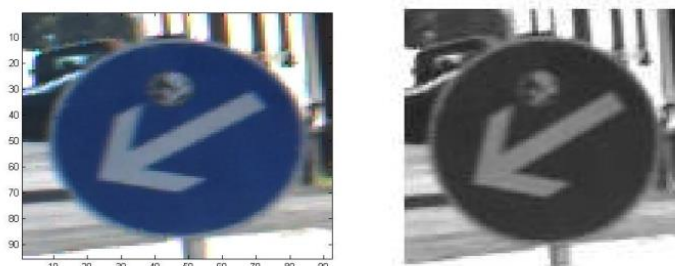
۲-۴-۲- تبدیل تصویر به تصویر خاکستری و اعمال آستانه دوگانه

در ابتدا تصاویر رنگی به تصاویر خاکستری تبدیل میگردد. برای تبدیل تصاویر به تصاویر خاکستری از رابطه جبری زیر استفاده می شود.

که در آن R مقدار رنگ قرمز، B مقدار رنگ آبی و G مقدار رنگ سبز میباشد. رابطه فوق مربوط به استاندارد NTFS می باشد این استاندارد دارای سه پارامتر شاخص مولفه های رنگی I و Q و همچنین شدت روشنایی Y است. رابطه فوق مربوط به مولفه Y یا همان سیگنال خاکستری می باشد. مقدار صفر برای این مولفه مشخص کننده پیکسل سیاه بوده و هر چقدر مقدار آن بیشتر گردد به رنگ سفید نزدیک می گردد. در شکل زیر یک نمونه تصویر رنگی و معادل خاکستری آن نمایش داده شده است.

$$0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B$$

رابطه شماره ۱: از رابطه جبری تبدیل تصاویر به تصاویر خاکستری ،



شکل شماره ۱: نمونه ای از تصویر خاکستری ،

بعد از آنکه تصاویر رنگی به تصاویر خاکستری با مقادیر عددی بین صفر تا ۲۵۵ تبدیل شد با استفاده از روش Otsu مرجع Error! Reference source not found. تصاویر را به تصاویر باینری تبدیل میکنیم.

۳-۴-۲-آنالیز مولفه اصلی

آنالیز مولفه اصلی PCA از جمله روش های خطی بدون ناظر برای کاهش بعد و استخراج ویژگی میباشد PCA. یک مجموعه از بردارهای متعامد را ارائه می دهد که بردارهای بار نامیده می شوند و بر حسب اندازه واریانس در جهت آن بردار بار مرتب شده اند، فرض کنید n نمونه از m متغیر در ماتریس آموزش X مانند رابطه Error! No text of specified style document-2 in قرار گرفته باشند.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{na} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

$$\max_{v \neq 0} \frac{v^T X^T X V}{v^T v}$$

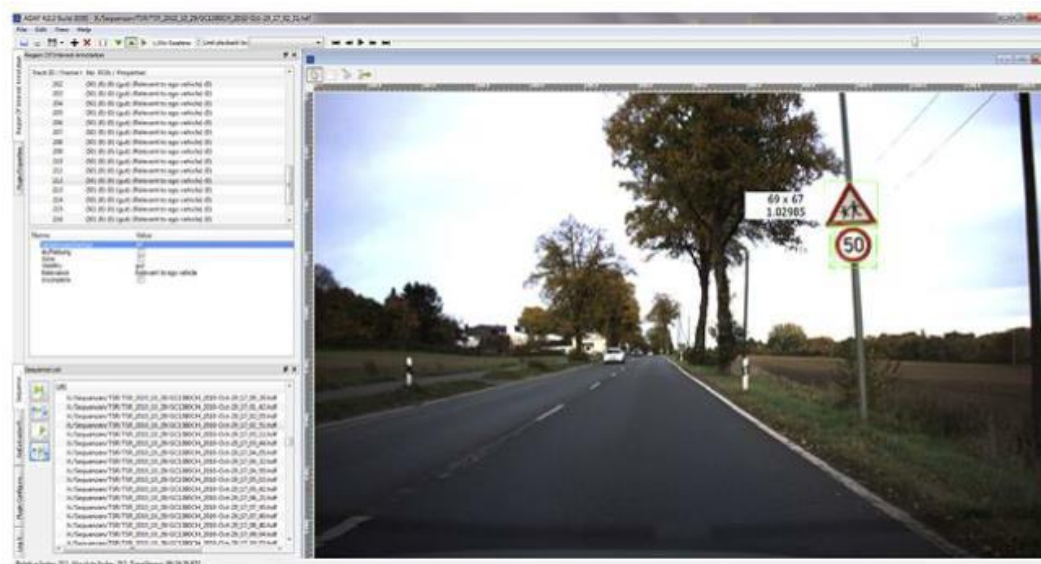
$$\frac{1}{\sqrt{n-1}} X = U \Sigma V^T$$

رابطه شماره ۲: روابط بهبود نمودار ها ،

در صورتی که بخواهیم تاثیر نویز تصادفی بر روی ماتریس PCA را کمینه کنیم به طوری که ماتریس PCA را خراب نکند باید واریانسهای داده ها را به صورت بهینه بدست آوریم به عبارت دیگر بردارهای بار مرتبط با a تا از مفیدترین مقادیر استثنایی در ماتریس PCA نگه داشته میشوند. این عمل مانند عمل استخراج ویژگی در طبقه بندی الگو میباشد. انتخاب ستون هایی از ماتریس بار (V) همان انتخاب بردارهای بار میباشد بنابراین بعد از انتخاب a بردار بار PER میگردد. تصویر نمونه های موجود در ماتریس ، فضایی با بعد کمتر شامل ماتریس اسکور میباشد $T = XP$ و تصویر T برگشت داده شده به فضای m بعدی نمونه ها $X = TP$ می باشد. اختلاف بین X و ماتریس مانده EX - میباشد ماتریس مانده، تغییرات فضای نمونه اسپن شده توسط بردارهای بار با m-a مقدار استثنایی را به ما میدهد زیر فضای اسپن شده توسط X و E فضای اسکور و فضای مانده نامیده میشود. زیر فضای مانده در ماتریس E دارای نرخ سیگنال به نویز کم است و حذف این فضا از ماتریس X می تواند به نمایش دقیق تری از فرآیند بیانجامد.

۳- بحث و نتیجه گیری

اده های مورد استفاده مربوط به مجموعه "تشخیص معیار علائم ترافیک آلمانکه اخیراً مورد توجه قرار گرفته است میباشد. این مجموعه داده شامل دو بسته داده آموزش و تست میباشد. مجموعه آموزش از ۳۹۲۱۹ تصویر که در ۴۳ کلاس میباشد تشکیل شده است و مجموعه تست شامل ۱۲۶۳۱ تصویر است. تابلوهای جاده ای بصورت یک تنوع گسترده ای در ظاهر بصری خود را در محیط های واقعی جهان مشخص می شود. به عنوان مثال تغییرات نور، شرایط متفاوت آب و هوا در ادراک علائم جاده تاثیر گذار است. در واقعیت، تعداد زیادی از کلاس های علامت های مختلف باید با دقت بسیار بالا شناخته شود. تابلوهای جاده ای طوری طراحی شده اند که به راحتی برای انسان به خوبی قابل خواندن باشند. با این حال، برای سیستم های کامپیوتری، طبقه بندی علائم راهنمایی و رانندگی هنوز هم به عنوان یک چالش در تشخیص الگو به نظر می رسد. هم الگوریتمهای پردازش تصویر و هم یادگیری ماشین به طور مداوم برای بهبود در این کار پالایش و تغییر داده میشوند. ویدئو ها در یک فرمت خام (Bayer-pattern، بایر، ۱۹۲۵) ذخیره می شود. جمع آوری داده ها، حاشیه نویسی و تصویر استخراج با استفاده از توسعه و تجزیه و تحلیل چارچوب NISYS پیشرفته ADADF32 (، مبتنی سیستم نرم افزاری بر پایه ماژول انجام شده است نگاه کنید به



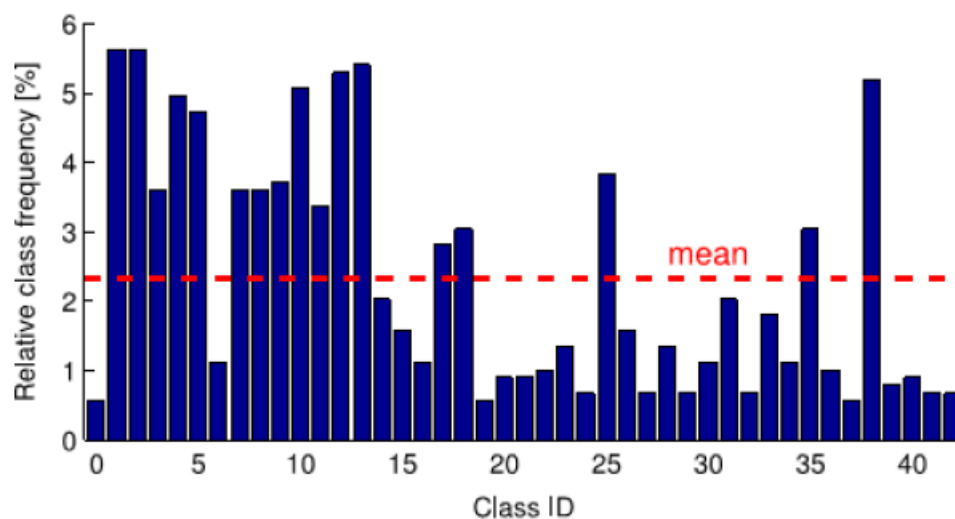
شکل شماره ۲: Error! No text of specified style in document

این مجموعه علائم راهنمایی و رانندگی شامل تصاویری از بیش از ۱۷۰۰ نمونه علامت ترافیک میباشد. اندازه علائم راهنمایی و رانندگی بین ۱۵ × ۱۵ و ۲۲۲ × ۱۹۳ پیکسل متفاوت است. تصاویر حاوی حاشیه ۱۱٪ (حداقل ۵ پیکسل) در اطراف نشانه ترافیک میباشد تا در آشکارسازی برای لبه استفاده گردد. اندازه اصلی و محل علامت راهنمایی و رانندگی را که در تصویر (منطقه مورد علاقه، ROI) در Error! No text of specified حفظ شده است. تصاویر لزوماً مربع نیست. شکل

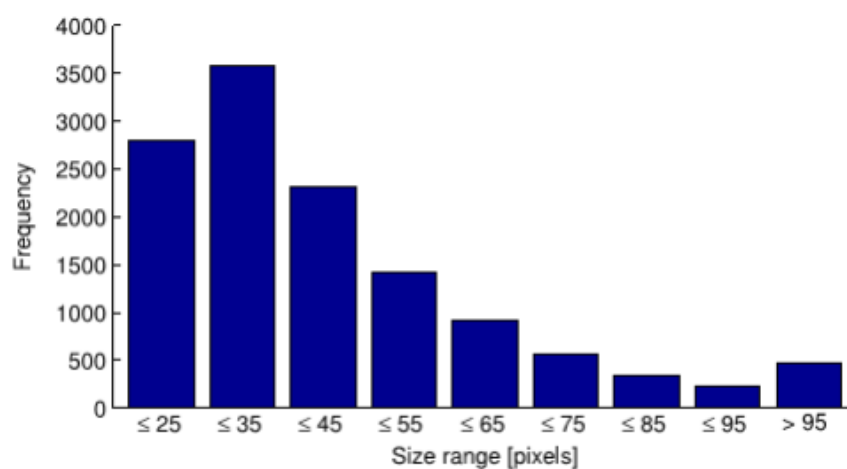
22-document style in document توزیع اندازه علائم ترافیک نشان می دهد.



شکل شماره ۳: ارائه تصاویر تصادفی ۴۳ کلاس GTSRB

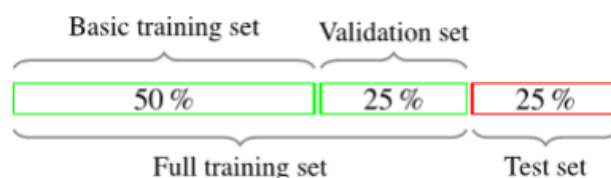


نمودار شماره ۲: فراوانی نسبی هر کلاس در پایگاه داده



نمودار شماره ۳: توزیع اندازه علائم ترافیکی

به سه زیر مجموعه متفاوت تقسیم شده است (شکل GTSRB مجموعه داده 23-specified style in document-تقسیم بندی بصورت تصادفی اما با توجه به طبقه حساب و عضویت مسیر انجام شده است. این کار باعث می شود اطمینان حاصل کنیم که (الف) توزیع کلی هر کلاس برای هر مجموعه ای منحصر به فرد ارائه شده است و (ب) تمام تصاویر مربوط به یک نمونه علامت ترافیکی به مجموعه های یکسان اختصاص یافته است.



نمودار شماره ۴: دسته بندی تصاویر در GTSRB پایگاه داده

تقسیم بندی اصلی به دو دسته Full training set و Test set جداسازی شده است. مجموعه اول برای آموزش طبقه بند ایجاد شده است که در آن نمونه ها در کلاسها چیده شده اند اگرچه که این Full training در مقابل مجموعه Test دسته بندی توسط اطلاعاتی مکانی انجام شده است. مجموعه Basic به دو بخش بخش بندی شده است Full training دارای اطلاعات مکانی نمیباشد. مجموعه training که برای آموزش طبقه بند مورد استفاده قرار میگیرد و مجموعه Validation که برای بهینه سازی و بهبود پارامترهای طبقه بند مورد استفاده قرار میگیرد. با توجه به ساختار پیشنهادی شبیه سازی دارای دو مرحله می باشد. جدول زیر مربوط به نتایج شبیه سازی برای گام اول سیستم است که در آن هدف مشخص کردن زیر مجموعه ی مربوط به تصویر است، به عبارت دیگر در مرحله اول مشخص میگردد تصویر داده شده به سیستم مربوط به کدام زیر مجموعه است.

جدول شماره ۱: درصد تشخیص در مرحله اول

SVM	شبکه عصبی پرسپترون چند لایه	
۹۰/۵۸	۹۱/۴۷	درصد درستی تشخیص

در قسمت دوم سیستم پیشنهادی، مجموعه ای از ۶ شبکه مختلف وجود دارد که وظیفه هر کدام تشخیص علائم مربوط به زیر مجموعه خودشان است. جدول زیر نتایج مربوط به هر زیر مجموعه را جدا گانه نمایش میدهد.

جدول شماره ۲: درصد تشخیص در مرحله دوم

SVM	شبکه عصبی پرسپترون چند لایه	درصد درستی تشخیص
۹۵/۷۲	۹۵/۷۵	زیر مجموعه یک
۹۷/۵۰	۹۱/۳۴	زیر مجموعه دو
۹۷/۰۶	۹۶/۴۹	زیر مجموعه سه
۸۴/۹۱	۸۰/۰۳	زیر مجموعه چهار
۹۵/۹۵	۹۱/۵۷	زیر مجموعه پنج
۹۱/۱۴	۹۳/۴۰	زیر مجموعه شش

همانطور که در جدول فوق مشاهده می شود در اکثر موارد SVM نتیجه ای بهتر از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ارائه داده است . بنابراین ساختار کلی سیستم پیشنهادی را با شبکه SVM ایجاد کرده و آن را مورد آموزش و تست قرار داده ایم. جدول زیر نتایج مربوط به شبیه سازی نهایی را ارائه می دهد.

جدول شماره ۳: نتایج نهایی شبیه سازی SVM

محدودیت سرعت	علائم الزامی	پایان محدودیت	اخطار	علائم خاص	دیگر علائم بازدارنده
۹۵/۷۰	۹۸/۶۰	۹۷/۰۵	۸۹/۹	۹۵/۹۱	۹۳/۱۸
درصد درستی					

جدول شماره ۴: نتایج مرجع

	Speed limits	Other prohibitions	Derestriction	Mandatory	Danger	Unique
Committee of CNNs	99.47	99.93	99.72	99.89	99.07	99.22
Human (best individual)	98.32	99.87	98.89	100.00	99.21	100.00
Human (average)	97.63	99.93	98.89	99.72	98.67	100.00
Multi-scale CNN	98.61	99.87	94.44	97.18	98.03	98.63
Random forests (HOG 2)	95.95	99.13	87.50	99.27	92.08	98.73
LDA (HOG 2)	95.37	96.80	85.83	97.18	93.73	98.63

همانطور که در جدول ها ملاحظه میشود نتایج بدست آمده در مقاله مورد نظر در تمامی موارد بهتر از نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی این پایان نامه می باشد. اما نکته قابل توجه ای که باید بیان گردد این است که الگوریتم های مورد استفاده قرار گرفته در این مقاله از پیچیدگی بسیار بالای برخوردار است و نیازمند هزینه بالای محاسبات و زمان می باشد در صورتی که در روش پیشنهادی این پژوهش ابعاد ورودی سیستم کاهش چشمگیری داشته است و تعداد ورودی حدود نهصد عدد به ورودی ۳۰ عدد کاهش یافته است که کاهش فراوانی در محاسبات و مدت زمان انجام دارد. با توجه به اینکه سیستم تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی باید بلادرنگ باشد و تا آنجایی که ممکن است در کوتاه ترین زمان ممکن پاسخ را اعلام نماید و همچنین این سیستم یک سیستم کمکی برای رانندگان در نظر گرفته شده است می توان گفت که با توجه به سرعت پاسخ گویی بالای سیستم پیشنهادی میتوان آن را بعنوان سیستم کمک تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی بکار برد.

منابع

۱. منہاج، محمد باقر، "هوش محاسباتی-مبانی شبکه های عصبی"، جلد اول، مرکز نشر دکتر پروفسور حسابی ۱۳۷۷.
2. Mogelmose, A.; Trivedi, M.M.; Moeslund, T.B., "Traffic sign detection and analysis: Recent studies and emerging trends," Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2012 15th International IEEE Conference on, vol., no., pp.1310-1314, 16-19 Sept. 2012. doi: 10.1109/ITSC.2012.6338900.
3. M. Lalonde and Ying Li, Road Sign Recognition, Survey of the State of the Art, CRIM/IIT (Centre de Recherche Informatique de Montreal), 1995.
4. GUO H-r, WANG X-j, ZHONG Y-x, LU P. Traffic signs recognition based on visual attention mechanism. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications 2011; 18:12-6.
5. Bahlmann C, Zhu Y, Ramesh V, Pellkofer M, Koehler T. A system for traffic sign detection, tracking, and recognition using color, shape, and motion information. Intelligent Vehicles Symposium, 2005 Proceedings IEEE: IEEE; 2005. p. 255-60.
6. Barnes N, Zelinsky A, Fletcher LS. Real-time speed sign detection using the radial symmetry detector. Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on 2008;9:322-32.
7. Ruta A, Li Y, Liu X. Real-time traffic sign recognition from video by class-specific discriminative features. Pattern Recognition 2010;43:416-30.
8. Chen Z, Yang J, Kong B. A Robust Traffic Sign Recognition System for Intelligent Vehicles. Image and Graphics (ICIG), 2011 Sixth International Conference on: IEEE; 2011. p. 975-80.
9. Stallkamp J, Schlipsing M, Salmen J, Igel C. Man vs. computer: Benchmarking machine learning algorithms for traffic sign recognition. Neural networks 2012;32:323-32.
10. Wang W, Wei C-H, Zhang L, Wang X, Traffic-signs recognition system based on multi-features. Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications (CIMS), 2012 IEEE International Conference on: IEEE; 2012. p. 120-3.
11. Zaklouta F, Stanculescu B. Real-time traffic sign recognition in three stages. Robotics and Autonomous Systems 2012.
12. D. Ciresan, U. Meier, J. Masci, and J. Schmidhuber, "Multi-column deep neural network for traffic sign classification, " Neural Networks, vol. 32, pp. 333-338, 2012.
13. Cai Zi-Xing, Gu Ming-Qin. "Traffic Sign Recognition Algorithm Based on Shape Signature and Dual Tree-Complex Wavelet Transform". Journal of Central South University of Technology (English Edition). Vol. 20, No.4, pp.433-439. 2013.
14. Lin, C.C., Wang, M.S.: Road sign recognition with fuzzy adaptive pre-processing models. Sensors 12(5), 6415–6433 (2012).
15. Stallkamp, J., Schlipsing, M., Salmen, J., Igel, C.: The german traffic sign recognition benchmark: a multi-class classification competition. In: Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), pp. 1453–1460 (2011).
16. Loy, G.; Barnes, N., "Fast shape-based road sign detection for a driver assistance system," Intelligent Robots and Systems, 2004. (IROS 2004). Proceedings. 2004 IEEE/RSJ International Conference on, vol.1, no., pp.70-75 vol.1, 28 Sept.-2 Oct. 2004.

17. A H MAZINAN, M SARIKHANI. "Providing an efficient intelligent transportation system through detection, tracking and recognition of the region of interest in traffic signs by using non-linear SVM classifier in line with histogram oriented gradient and Kalman filter approach". Sadhana, Volume 39, Issue 1 , pp 27-37, Springer India, 2014.
18. J.S.R. Jang, C.T. Sun, E. Mizutani, " Neuro-Fuzzy and Soft Computing," Prentice Hall Inc. 1997.
19. H.J. Zimmermann, An application-oriented view of modeling uncertainty, European Journal of Operational Research 122 (2) (2000) 190–198.
20. J. Han, M. Kamber, Data Mining: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann, 2006.
21. J. M. Zurada, Introduction to Artificial Neural Systems.: West Publishing Company, 1992.
22. S. Haykin, Neural Networks: A Comprehensive Foundation. 1999: Macmillan College Publishing Company Inc, New York.
23. C. M. Bishop, Neural Networks for Pattern Recognition, 1st ed. USA: Oxford University Press, USA, 1996.
24. R. J. Schalkoff, Artificial Neural Networks.: McGraw-Hill Companies, 1997.L. Robinson and S. Alves, New Parallel Algorithms for Back Propagation Learning., 2002.
- A. A. Vartak, M. Georgiopoulos, and G.C. Anagnostopoulos, On-line Gauss–Newton-based learning for fully recurrent neural networks.: Elsevier, 2005.
25. Usama Fayyad, "A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition," Data Mining and Knowledge Discovery, 2, 121–167, 1998.
26. S. Theodoridis, "Pattern Recognition," Second Edition Academic Press an imprint of Elsevier Science, ISBN 0-12-685875-6, 2003.
27. S. Avidan, "Support Vector Tracking," IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.26, No.8, pp.1064-1072, Aug. 2004.
28. S. Chandaka, A. Chatterjee, S. Munshi, "Cross-correlation aided support vector machine classifier for classification of EEG signals," Expert Systems with Applications, 2008.
29. J. Stallkamp, M. Schlipsing, J. Salmen, C. Igel. "Man vs. computer: Benchmarking machine learning algorithms for traffic sign recognition". Neural Networks 32 (2012) 323–332.
30. Bayer, B. E. US patent 3971065: color imaging array. Eastman Kodak Company. 1975.