اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on
Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

شناسایی و استخراج سریع علائم ترافیکی محدودیت سرعت با استفاده از تک تصویر

روح الله یزدان ، مسعود ورشوساز

۱- کارشناس ارشد مهندسی فتوگرامتری، دانشکده ژئوماتیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
۲- دانشیار، دانشکده ژئوماتیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی

چکیده :

از جمله موضوعاتی که امروزه در زمینه اتوماسیون مورد توجه قرار گرفته ، بحث هدایت خودرو بدون نیاز به راننده و اپراتور انسانی است. در این راستا خودروی مورد نظر باید بتواند با استفاده از یکسری داده های موجود در حافظه خود مانند نقشه مسیر حرکت و همچنین توانایی در خوانش علائم و تابلوهای ترافیکی و راهنمایی، مسیر و شیوه حرکت خود را انتخاب و در صورت لزوم اصلاح نماید. مسلما جهت نیل به این هدف یکی از سیستم های مناسب، سیستمی است که در برگیرنده دوربین تصویر برداری و رایانه همراه است. تصویر اخذ شده توسط دوربین باید در مدت زمان مناسب پردازش گردد و مفهوم تابلوی ترافیکی توسط رایانه استنباط گردد و فرمان مورد نظر جهت اصلاح شیوه حرکت صادر شود. در این مقاله با استفاده از داده های نمونه جهانی متعلق به سال ۲۰۱۳ از کشور آلمان الگوریتمی ارائه گردیده است که به کمک آن علائم ترافیکی محدودیت حداکثر سرعت در معابر شناسایی و استخراج می گردد. این الگوریتم ابتدا با قطعه بندی تصویر محدوده تقریبی تابلو را تشخیص می دهد و سپس با بررسی مشخصات هندسی تابلو ترافیکی، نوع پیام آن را که از نوع محدودیت سرعت می باشد تشخیص داده و در گام بعد قادر است با خوانش عدد درج شده در تابلو ، مفهوم نهایی آن را استنباط کند. الگوریتم ارائه شده در زمان اندکی برای هر تصویر قادر خواهد بود کل پروسه شناسایی و استخراج را انجام دهد. در نهایت الگوریتم برای مجموعه تصاویر ورودی با دقت ۹۴ درصد جواب صحیح را ارائه می نماید.

واژه‌های کلیدی : علائم ترافیکی - شناسایی و استخراج - محدودیت سرعت - هدایت اتوماتیک خودرو

نویسنده مکاتبه کننده : **روح الله یزدان**
آدرس پستی : خ ولیعصر(عج) تقاطع میرداماد، دانشکده نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
تلفن : ۰۹۱۲۶۴۸۸۱۶۸
آدرس پست الکترونیک : rio_yaz@yahoo.com

۱- مقدمه

در دهه های اخیر تحقیقات فراوانی در رابطه با هدایت و ناوبری اتوماتیک وسایل نقلیه موتوری انجام پذیرفته است. محققان در این رابطه بدنبال طراحی سیستم جامع و کاملی هستند که پس از استقرار بر روی وسیله نقلیه، دیگر نیازی به راننده انسانی نباشد و خودرو بکمک داده های موجود در حافظه و یا درک علائم ترافیکی موجود در حریم راه و یا جاده تصمیم مناسب را در زمینه کنترل وضعیت و جهت یابی انجام دهد. یکسری از سیستم ها مبتنی بر استفاده از پایگاه داده موجود می باشند، لذا در این سیستم ها نقشه لایه بندی شده معابر موجود است و بکمک آن مغز متفکر خودرو مسیر یابی نموده و دستورات لازم جهت تعیین مسیر و نوع حرکت را صادر می نماید. اما این سیستم ها دو مشکل مهم دارند یکی اینکه با تغییرات رخ داده در سطح معابر که ممکن است بصورت روزانه، ماهانه و یا سالانه باشد نیاز به بروز رسانی پیدا می کنند که عملا کار مشکل و شاید غیر ممکنی است. دوم اینکه خودرو در حین حرکت و در مواجهه با سایر خودرو ها بدلیل عدم امکان تشخیص و مسیر یابی آنها دچار تصادف می شود. با این وصف نیاز به سیستم هایی پدید می آید که بصورت آنی بتواند علاوه بر تشخیص مسیر و کنترل شاخصه های حرکتی خودرو، از برخورد با موانع و سایر وسایل متحرک جلوگیری نماید. از این رو سیستم های مبتنی بر تصویر برداری اپتیکی کارایی بالایی در تحقق این موضوع دارند[۱]. از جمله چالش های مطرح در این زمینه،توانایی ادراک درست تابلو ها و علائم ترافیکی[1] است که تحقیقات قابل توجهی در این زمینه در حال انجام است. به عنوان نمونه می توان به اولین تلاش در این زمینه اشاره نمود که در آن به قطعه بندی تصویر جهت تشخیص علائم محدودیت سرعت پرداخته شده بود [۲].

به طور کلی روش های تشخیص تابلو های ترافیکی با استفاده از دو ویژگی تابلو ها، قادر به این کار می باشند که با توجه به آن می توان روش ها را به سه دسته تقسیم نمود. دسته اول با استفاده از اطلاعات رنگ، تابلوها را دسته بندی می کنند که از آن جمله می توان به این موارد اشاره نمود: تشخیص تابلو های ایست با استفاده از انتقال فضای رنگی بهHSI[۳]، استخراج ویژگی های رنگی علائم بکمک شبکه عصبی[۴]، این روش ها نوعا دارای سرعت عمل مناسبی هستند ولی در برخی موارد مانند هنگامی که عوارض مشابه مانند خودرو های همرنگ با تابلو در تصاویر وجود دارد و یا در شرایط نوری ضعیف، نتایج تحت تاثیر قرار گرفته و از دقت الگوریتم کاسته می شود.

دسته دوم با بهره گیری از شکل ظاهری علائم مثل دایره، مثلث و مستطیل اقدام به استخراج و شناسایی آنها می نمایند مانند: بازیابی علائم ترافیکی با استفاده از تلفیق شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک[۵]، ،بازیابی علائم با استفاده از تلفیق استخراج لبه با اپراتورکنی ،الگوریتم های تشابه شعاعی[2] و طبقه بندی کننده آدابوست[3][۶]. در این دسته از روش ها هنگامی مشکل رخ می دهد که عوارض هندسی مشابه با تابلو ها در تصاویر وجود داشته باشد، آنگاه امکان اشتباه وجود دارد.

همچنین دسته سوم از تلفیق دو روش استفاده می نمایند که به عنوان نمونه می توان به موارد ذیل اشاره نمود: تشخیص و استخراج محدوده تابلو ها با تلفیق تبدیل هاف و اطلاعات رنگی تابلو ها[۷]، بیان الگوریتمی جهت بازشناسی عوارض جاده ای بر پایه ماشین های بردار پشتیبان [۸]،بهره گیری ازالگوریتمی به منظور طبقه بندی و تشخیص علائم ترافیکی بر پایه ماشین های بردار پشتیبان و توصیف گر HOG[۹]،تشخیص و بازیابی علائم رانندگی با استفاده از شبکه عصبی چند لایه و استفاده از اپراتورهای مورفولوژی [۱۰].مسلما این دسته از روش های استخراج علائم، دقت بالاتری دارند ولی در مجموع زمان پردازش بیشتری را نیاز دارند.

---

[1] Traffic sign
[2] radial symmetry techniques
[3] AdaBoost (adaptive boosting algorithm)

ازآنجا که تابلو های ترافیکی گستردگی و تنوع بسیار زیادی دارند در این تحقیق روشی مناسب جهت شناسایی ، تشخیص و استخراج تابلو های محدودیت سرعت ارائه شده است. در شکل شماره ۱ نمونه هایی از این تابلو ها نمایش داده شده است.

شکل شماره ۱ : نمونه ای از تابلو های کنترل محدودیت سرعت

عموما شناسایی علائم در فضای بیرونی بدلایل ذیل پیچیده است[۱۱]:

۱. تغییرات روشنایی که وابسته به فصل ، ساعت و وضعیت جوی می باشد.

۲. ناقص بودن عارضه در تصویر به سبب وجود سایه و یا عوارض دیگر مثل درختان

۳. تغییرات مقیاس و زاویه تصویر برداری که به سبب آن ابعاد و شکل عارضه تغییر می کند.

۴. گذشت زمان و یا تصادفات باعث تغییر شکل علائم می شود.

پروسه پیش رو جهت انجام این مهم از چهار بخش مختلف اخذ و ورود تصویر ، قطعه بندی تصویر[۴] و تفکیک شیء مورد نظر از زمینه، شناسایی[۵] محدوده و ابعاد علامت و در نهایت بازشناسی[۶] علامت ترافیکی تشکیل شده است. لذا ابتدا تصاویر (که در این پژوهش از داده های استاندارد جهانی سال ۲۰۱۳برای کنفراس ۲۰۱۳ IEEEاستفاده شده است) وارد سیستم می شود و سپس بکمک آستانه گذاری رنگی بر روی تصویر با توجه به خصوصیات بصری این تابلو ها محدوده تقریبی آنها تعیین می گردد. در گام بعد با استفاده از برخی خصوصیات عارضه پارامتر های هندسی آن تشخیص داده می شود و در گام نهایی با استخراج اعداد درون تابلو و بکارگیری عملیات تناظر یابی با پایگاه داده اعداد در اختیار ، نوع تابلو تشخیص داده می شود و عملیات پایان می پذیرد.

یکی از مشکلات روشهای موجود در هنگام تناظر یابی رخ می دهد. زیرا اکثر روش ها در هنگام تناظر یابی اقدام به استفاده از فضای کل تابلو می نمایند. لذا با توجه به تغییر رنگ تابلو در شرایط محیطی و نوری و همچنین وجود برخی عوارض طبیعی و مصنوعی در جلو و یا حاشیه تابلو مثل برگ درختان ،در تناظر یابی ایجاد خطا و مشکل می کند. از این رو در روش ارائه شده ابتدا محدوده هر عدد موجود در تابلو مشخص می شود و سپس تناظر یابی هر عدد در محدوده آن با پایگاه داده صورت می پذیرد و عدد استخراج می گردد. با این کار دیگر محدودیت های قبلی وجود ندارد و دقت و کارایی افزایش می یابد.

در ادامه و در فصل دوم این مقاله مواد ، روش ها و الگوریتم های بکار رفته تشریح گردیده است. در فصل سوم نیز نتایج حاصله ارزیابی شده و در نهایت جمع بندی و نتیجه گیری ارائه شده است.

[4] Image segmentation
[5] Detection
[6] Recognition

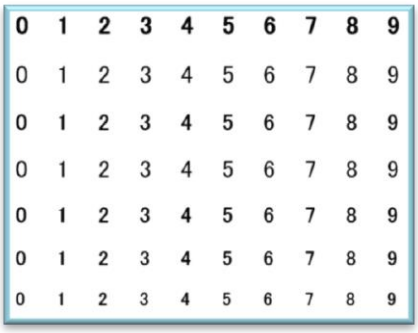
۲. مواد و روش ها :

در این فصل ورودی و همچنین الگوریتم ها و روش ها و خروجی سیستم تشریح گردیده است. از این رو در ابتدا تصاویر نرمال شده در پروسه قطعه بندی قرار گرفته و عوارض غیر از تابلو حذف می شوند. سپس با استفاده از پارامتر های هندسی، نوع کلی تابلو تشخیص داده می شود. در نهایت با استفاده از اعداد موجود در پایگاه داده و تناظر یابی بین اعداد درون تابلو با این پایگاه، نوع تابلو و پیام آن مشخص می شود.

۲.۱. داده های ورودی :

در اینجا دو دسته داده ورودی برای ورود به برنامه وجود دارد. اول تصاویر اخذ شده از سطح معابر است که از ست داده های جهانی مربوط به معابر اروپا انتخاب شده است. تعداد اولیه این تصاویر ۳۰۰ فریم است که جهت اجرای این برنامه تعداد ۱۰۰ فریم مرتبط آن انتخاب شده است. در شکل شماره ۲ نمونهٔ این تصاویر آورده شده است. این تصاویر در [۱۲] قابل دریافت است و برای کنفرانس بین المللی در رابطه با شبکه های عصبی [۷] با توجه به استاندارد های کشور آلمان تهیه شده است. نوع دوم داده ها مربوط به پایگاه داده اعداد بین ۰ تا ۹ است که در چند مقیاس و سایز تهیه گردیده است. شکل شماره ۳ نمونهٔ این داده ها را نمایش می دهد. همانگونه که در ادامه بیان می گردد از این اعداد جهت تناظر یابی و شناسایی اعداد مندرج در تابلو ها استفاده خواهد شد.

شکل شماره ۲ : نمونهٔ تصاویر ورودی حاوی تابلو های کنترل سرعت



شکل شماره ۳ : نمونهٔ پایگاه داده اعداد بین ۰ تا ۹

۲.۲. قطعه بندی تصویر :

روش های متعددی جهت قطعه بندی تصاویر به منظور استخراج علائم رانندگی وجود دارد که بخشی از آنها در رفرنس[۱۳] شرح داده شده است. هرکدام از این روش ها مزایا و معایبی دارد که با توجه به محیط و شرایط کاری، دقت مورد نظر و زمان در اختیار جهت حصول نتیجه روش مورد نظر انتخاب می گردد. در این مقاله ما از روشی مبتنی

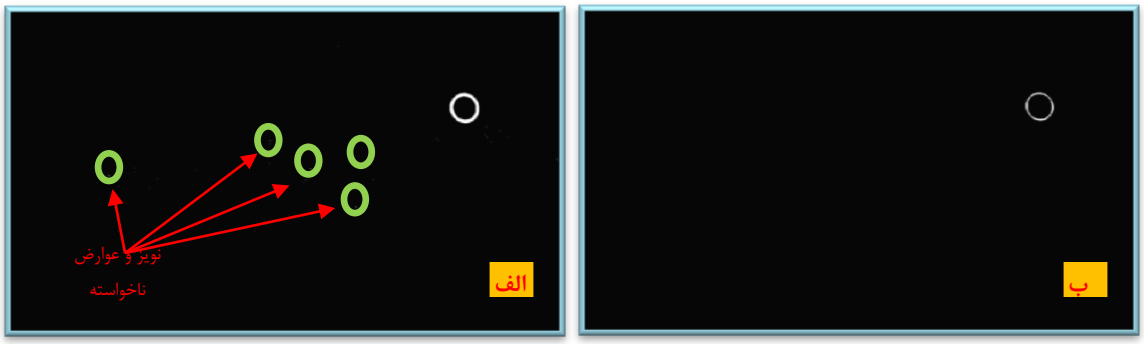
[7] IEEE International Joint Conference for Neural Networks (IJCNN) 2013

بر نرمال نمودن تصاویر رنگی در فضای RGB استفاده نمودیم به این دلیل کـه ایـن روش سـرعت عمـل بـالایی دارد و همچنین با توجه به نوع تابلو های مورد مطالعه در این پژوهش نیاز به استفاده از روش های پیچیده تر نمی باشد. لذا با استفاده از این مفهوم ترکیب جدیدی از آستانه گذاری برای تشخیص تابلو قرمز رنگ ارائه شده است.

در ابتدا پس از ورود تصویر، باید قطعه بندی صورت پذیرد. لذا تصویر ورودی نرمال شده است. این کار تا حدودی باعـث می شود که تصویر در برابر تغییرات شرایط محیطی و تصویر برداری و وابستگی رنگهای اصلی به هم کمتر تاثیر بپذیرد. برای این منظور از فرمول شماره ۱ استفاده شده است.

$$g=\frac{G}{R+G+B}\quad b=\frac{B}{R+G+B}\quad r=\frac{R}{R+G+B}\quad \text{و}\quad r+g+b=1 \qquad (۱)$$

در فرمول بالا R,G,B مقادیر اولیه پیکسل ها در تصویر اصلی و r,g,b مقادیر نرمال شده می باشند. با اعمال این فرآینـد هر پیکسل برای هر باند مقادیری بین صفر و یک می پذیرد که مجموع مقادیر برابر یک مـی شـود. در ادامـه بـا اعمـال آستانه گذاری بر روی تصویر نرمال شده برای رنگ های قرمز، سبز و آبی ، سعی می شود عوارض غیر از تابلو های قرمز رنگ حذف گردند. بدیهی است که این امر باید با توجه به هیستوگرام تصویری مجمـوع تصـاویر و رفتـار طیفـی جسـم مورد نظر نسبت به سایر اجسام در سه باند صورت پذیرد. با توجه به مقادیر نرمال شده در ایـن پـروژه حدآسـتانه بـرای باند قرمز بالاتر از ۰.۹ (r>0.9) و برای سبز بین ۰.۲۵ و ۰.۴۵ (0.25<g<0.45) و همچنین برای باند آبـی بـین ۰.۱۵ تـا ۰.۳ (0.15<b<0.3) انتخاب شده است. شایان ذکر است مقادیر این حدود آستانه با استفاده از هیستوگرام چنـد تصـویر نمونه در محدوده تابلو ها بدست آمده است. شکل شماره ۴-الف نشان دهنـده تصـویر خروجـی در ایـن مرحلـه اسـت. همانگونه که در تصویر مشخص است برخی نقاط کوچک و نویز در تصویر وجود دارد که در مرحلـه بعـد بـا اسـتفاده از عملگر مورفولوژی اروشن حذف می گردند. (شکل شماره ۴-ب)تـا ایـن مرحلـه تصـویری وجـود دارد کـه در آن فقـط محدوده حاشیه تابلو محدودیت سرعت وجود دارد و سایر پیکسل ها بصورت مقدار صفر هستند. لـذا محـدوده جسـتجو مشخص شده است. طبیعتا اگر در تصویر دو یا چند تابلو مشابه وجود داشته باشد، می توان با محاسبه مرکز ثقل آنهـا و اعمال حد آستانه فاصله ای، محدوده تابلو ها را تفکیک نمود.



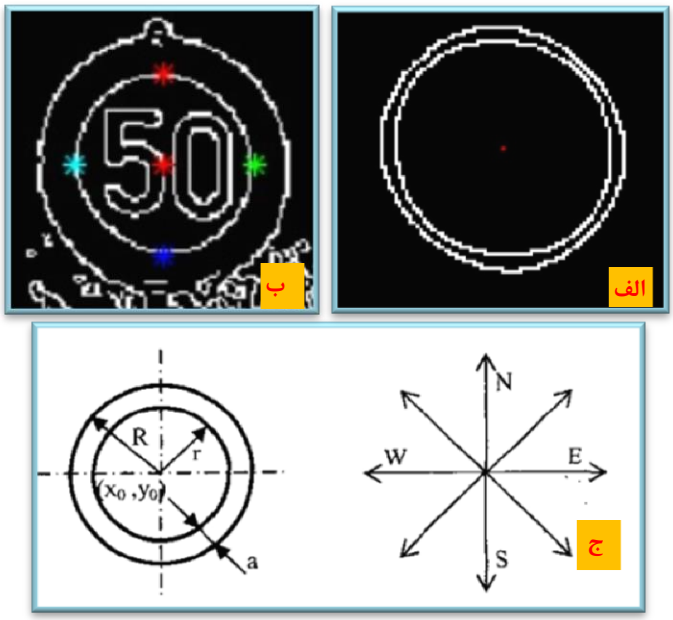
شکل شماره ۴ : الف) تصویر پس از اعمال حدود آستانه رنگی (در این مرحله با توجه به وجود برخی عوارغ همرنگ و مشابه در تصویر نویز و پیکسل ناخواسته وجود دارد که دور آن دایره سبز رنگ کشیده شده است) ، ب) تصویر پس از تاثیر عملگر مورفولوژی (با اعمال این اپراتور نویزها حذف می شود)

۲.۳. تشخیص علامت ترافیکی (Traffic Sign Detection):

در قسمت قبل با استفاده از قطعه بندی و اعمال حدود آستانه رنگی محدوده تقریبی محل تابلو ها مشخص شـد. حـال باید علاوه بر اطمینان نسبت نوع تابلو ، محدوده پنجره جستجو تابلو را کاهش داد. در این قسمت تعدادی از پارامتر هـا محاسبه می گردد که بوسیله آنها محدوده نهایی تابلو به همراه مشخصات هندسی آن، از جمله شعاع و نسبت دو شـعاع

محاسبه می شود و بکمک آن می توان از نوع دسته بندی تابلو مطمئن شد. همچنین با اسکن طولی و عرضی تابلو محدوده اعداد داخل آن مشخص می گردد. در گام اول باید روی خروجی مرحله قبل اپراتور استخراج لبه کنی را اعمال نمود تا مرز تابلو استخراج گردد. لذا تصویر باینری شده مرحله قبل را به عنوان ورودی گرفته با تنظیم پارامتر های سیگما معادل ۰.۰۵ و همچنین حدآستانه ۰.۲ لبه های دو دایره تابلو استخراج گردیده است. سپس بوسیله مقادیر باینری پیکسل های لبه های دو دایره مرکز ثقل تابلوبدست می آید.(شکل شماره ۵- الف) در ادامه با محاسبه شعاع کوچک تابلو در چهار جهت آن، دایره بودن تابلو چک می شود. اگر تصویر بصورت مایل اخذ شود شکل ظاهری تابلو در تصویر بهم می خورد. این امر چند خطا در کار ایجاد می کند که مهمترین آن در هنگام تناظر یابی رخ می دهد زیرا شکل ظاهری اعداد و ترکیب آنها دچار دگرگونی شده است. لذا باید تابلو در جهت کشیده شده بصورت منفی نگاشت پیدا کند تا کل تابلو بصورت تقریبی بر روی دایره بنشیند. جهت تحقق این موضوع از مرکز ثقل به چهار جهت حرکت نموده و هنگام برخورد با یک پیکسل غیر صفر روند متوقف می شود و شعاع محاسبه می شود. (شکل شماره ۵- ب)

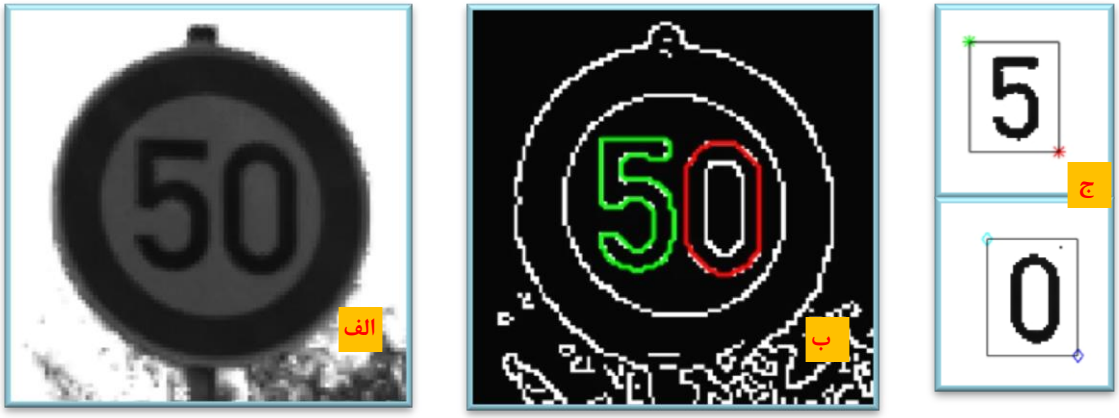
همچنین کار دیگری که باید انجام پذیرد محاسبه دو شعاع دایره در یک سمت است که بوسیله آنها و نسبت این دو طول، نوع تابلو (محدودیت سرعت) مشخص می گردد. در اینجا دو مقدار برای شعاع بزرگ و کوچک دایره ها بدست می آید که نسبت شعاع بزرگ به تفاضل مقدار دو شعاع باید نسبت مشخصی را که حدودا عدد ۵ است را رعایت نماید. با این کار در این مرحله به طور قطعی مشخص می شود که شکل مورد بررسی از نوع تابلو محدودیت سرعت است. (شکل شماره ۵- ج)



شکل شماره ۵ : الف) استخراج لبه تابلو و مرکز ثقل آن، ب) محاسبه شعاع در چهار جهت و تست دایره بودن، ج) نمای شعاع ها و فاصله رینگ ها

در قسمت بعد محدوده اعداد درج شده درون تابلو می بایست شناسایی و سپس تصویر جهت انجام تناظر یابی برش بخورد. لذا ابتدا تصویر اصلی را بصورت یک مربع ۱۰۱ در ۱۰۱ پیکسل به مرکز تابلو برش زده و سپس تصویر رنگی را به تصویر تک رنگ تبدیل می شود. (شکل شماره ۶ - الف) آنگاه مجددا با استفاده از اپراتور کنی لبه ها استخراج گردیده است. تصویر حاصل لبه های محدوده تابلو و اعداد درون آن است. حال از مرکز تابلو به سمت چپ و راست به اندازه شعاع کوچک محاسبه شده در مرحله قبل حرکت نموده و در صورت برخورد با پیکسل غیر صفر آنرا به عنوان کاندیدا انتخاب می نماییم. کاندیدا به این معنی است که این پیکسل بخشی از یک عدد است. اما در مرحله بعد از این پیکسل استفاده می شود و مرز عدد با توجه به ارتباط پیکسل های به هم چسبیده و غیر صفر استخراج می گردد.

(شکل شماره ۶ - ب) بدیهی است که بدلیل دو خطه بودن لبه اعداد ممکن است که هر عدد در جای خود دو بار استخراج گردد که با شروطی از جمله طول یکسان یا پیکسل مشابه یکی از آنها حذف می گردد. همچنین برای عدد صفر مرز داخلی که محاط است حذف می گردد. در گام بعد با توجه به پیکسل های مرزی هر عدد، یک پیکسل به عنوان مرکز آن عدد انتخاب می گردد. سپس با بکار گیری الگوریتم ابداعی توسط نگارنده محدوده ای به عنوان پنجره جستجو انتخاب می گردد واین محدوده برای هر عدد در تصویر تک رنگ بریده می شود. الگوریتم مورد اشاره دربرگیرنده فرآیندی است که طی آن با توجه به نصف اندازه پنجره اعداد پایگاه داده و همچنین بیشترین فاصله پیکسل های مرزی تا مرکز ثقل هر عدد در تابلو، محدوده هر کدام از اعداد تعیین می گردد. این الگوریتم در محدوده هر عدد و از مرکز ثقل شروع به اسکن افقی و عمودی محدوده می نماید و هنگامی که به سطر یا ستونی رسید که پیکسل های آن غیر صفر بود حریم پنجره پایان می پذیرد و محدوده در آن سمت بسته می شود. آنگاه تصویر با اعمال حد آستانه ۲۲۰ تبدیل به یک تصویر سیاه و سفید می شود. سپس با توجه به مرز استخراج شده عدد در تصویر ساخته شده سایر پیکسل ها که در حاشیه هستند سفید می شوند و مقدار ۲۵۵ می گیرند. (شکل شماره ۶ - ج)



شکل شماره ۶ : الف) تصویر تک رنگ تابلو حداکثر سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت، ب) نمایش مرز اعداد استخراج شده بر روی تصویر لبه ها ، ج) پنجره های استخراج شده در اطراف اعداد

۲.۴. بازیابی تابلو ترافیکی (Traffic Sign Recognition):

تا به این مرحله برای هر کدام از اعداد درون تابلو یک پنجره جستجو تولید شد. در فاز بعد باید مقدار عددی هرکدام از اعداد را تشخیص داد و در نهایت مفهوم اصلی و پیام تابلو را استدراک نمود. از این رو باید با انجام تناظر یابی بین اعداد درون پایگاه داده تولید شده و هر کدام از این پنجره ها مقدار عدد را برآورد نمود. برای این منظور از تناظر یابی پنجره ای[8] بهره گرفته شده است. تابع تمایز نیز NCC[9] انتخاب گردیده است. در ادامه رابطه این تابع تمایز ارائه گردیده است. (رابطه ۲)

$$\gamma(u,v)=\frac{\sum_{x,y}\left[f(x,y)-\bar{f}_{u,v}\right]\left[t(x-u,y-v)-\bar{t}\right]}{\left\{\sum_{x,y}\left[f(x,y)-\bar{f}_{u,v}\right]^2\sum_{x,y}\left[t(x-u,y-v)-\bar{t}\right]^2\right\}^{0.5}} \qquad (۲)$$

لذا درون پنجره اصلی و بزرگ جستجو صورت می گیرد و پنجره کوچک در مرکز پیکسل ها قرار می گیرد و مقدار تابع محاسبه می شود. برای هر عدد درون دیتابیس به ازای هر عدد اصلی تابلو یک پیکسل کاندیدا که بیشترین مقدار خروجی را دارد به عنوان نماینده انتخاب می گردد. در ادامه نتایج تناظریابی ها مقایسه می گردد و آن گزینه ای

[8]Template matching
[9]Normalize Cross Correlation

انتخاب می شود که عدد خروجی تابع به یک نزدیک تر باشد. در نتیجه ما به اندازه اعـداد درون تـابلو خروجـی داریـم. مثلا با توجه به تابلو ورودی که در شکل شماره ۶ وجود دارد خروجی برنامه به ترتیب عدد ۵ و صفر خواهد بود لذا عدد نهایی تابلو ۵۰ است. آنگاه می توان در خروجی برنامه تابلو اصلی مربوطه را نمایش داد.لـذا در خروجـی تـابلو گرافیکـی محدودیت سرعت حداکثر ۵۰ کیلومتر نمایش داده می شود. (شکل شماره ۷)

شکل شماره ۷ – تصویر تابلو گرافیکی محدودیت سرعت حداکثر ۵۰ کیلومتر بر ساعت

۳. ارزیابی نتایج :

به منظور ارزیابی نتایج حاصل از اعمال الگوریتم پیشنهادی از نمونه تصاویر تهیه شده در کشور آلمـان در سـال ۲۰۱۳ برای کنفرانس جهانی استفاده شد. لذا تعداد ۱۰۰ فریم از مجموع ۳۰۰ فریم موجـود اسـتفاده شـد. مجموعـه انتخـابی حاوی سه دسته است. دسته اول مربوط به تصاویری است که حاوی یک تابلو محدودیت سرعت مـی باشـند(۳۰فـریم)، دسته دوم شامل تصاویری است که در آنها چند تابلو وجود دارد(۵۰فریم) و دسته سوم هم تعدادی تصویر که فاقد تابلو هستند(۲۰فریم)، تا دقت الگوریتم قطعه بندی سنجیده شود. تصویر شماره ۸ – الـف نمونـه ای از دسـته اول و تصـویر شماره ۸ – ب نمونه ای از دسته سوم است.

معیار ارزیابی ما در این مقاله دقت خروجی الگوریتم بکار گرفته شده است. لذا خروجـی الگـوریتم بـرای هـر تصـویر بـا واقعیت مقایسه می گردد. همچنین جهت بررسی کارایی الگوریتم ارائه شده، دقت خروجی آن با دقت روشی کـه اقـدام به تناظر یابی کل تابلو می نماید مقایسه گردیده است که نتایج حاکی از برتری روش پیشنهادی دارد.

شکل شماره ۸ – الف) تصویر دارای تابلو محدودیت سرعت، ب) نمونه تصویر که حاوی تابلو کنترل سرعت نیست.

شایان ذکر است مجموع الگوریتم های ارائه شده قادر است در مورد تفکیک تصاویر حاوی تابلو های کنتـرل سـرعت بـا سایر تصاویر کاملا موفق عمل نموده و تمام موارد را صحیح تشخیص دهد. ولی قسم دوم دقت ها که اهمیت بـالاتری را دارا می باشد باید مورد ارزیابی قرار گیرد. لذا تصاویری که مشخصا دارای تابلو کنترل محدودیت سـرعت مـی باشـند را وارد سیستم نموده و نتایج خروجی را ارزیابی نمودیم. در ادامه در جدول شماره ۱ نتـایج ارزیـابی ارائـه گردیـده اسـت. همانطور که مشخص است با توجه به تعداد تصاویر ورودی و تعداد صحیح نتایج نهایی روش پیشـنهادی بـه میـزان ۹۴ درصد دقت دارد. و این مقدار حاصل تقسیم میزان تعداد تصاویر صحیح تشخص داده شـده بـه کـل تصـاویر ورودی دو

دسته می باشد.در نهایت نیز در تصاویر ارائه شده در شکل شماره ۹ و ۱۰ بخشی از تصاویر ورودی و نتایج حاصله ارائـه گردیده است.زمان اجرای برنامه برای هر تصویر حدودا ۲ ثانیه می باشد.

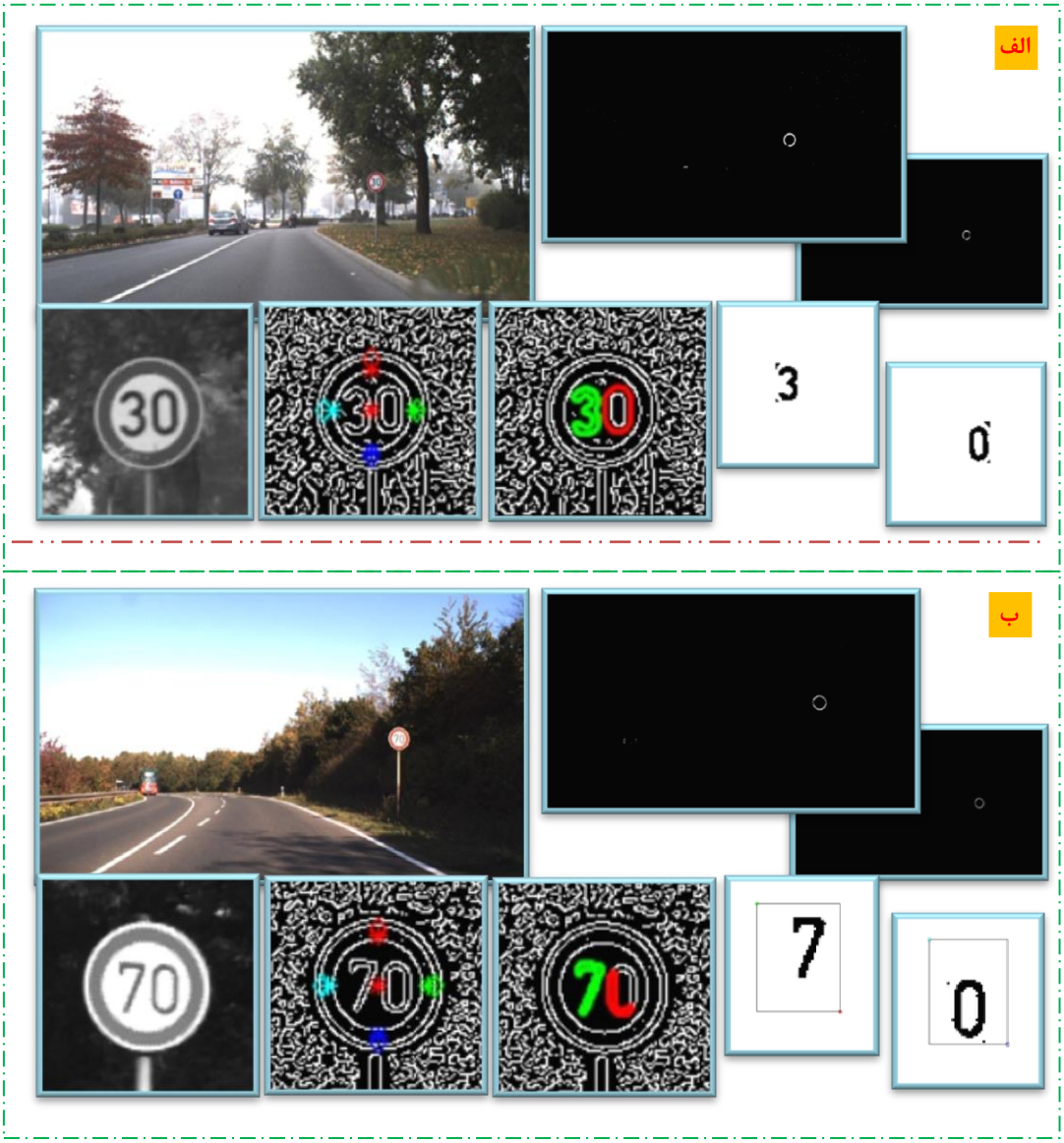
جدول شماره ۱ - نتایج ارزشیابی الگوریتم پیشنهادی

تعداد کل تصاویر ورودی	۱۰۰
تعداد تصاویر دارای تابلو محدودیت سرعت	۸۰
تعداد تصاویر عاری از تابلو محدودیت سرعت	۲۰
تعداد تصاویری که تابلو بصورت صحیح شناسایی گردیده است	۲۰+۷۴
دقت الگوریتم بکار گرفته شده	٪۹۴

شایان ذکر است خروجی الگوریتم در۶ تصویر اشتباه بوده است که به دلیل اشتباه در خروجی تنـاظر یـابی اعـداد مـی باشد. همانگونه که در ابتدای این بخش اشاره گردید کارایی این روش باید با روش دیگر مقایسه گردد. بـدین منظـور از روش مشابهی جهت مقایسه و برآورد الگوریتم پیشنهادی استفاده شده است. این روش جهت تناظر یـابی از کـل تـابلو استفاده می کند. از این رو از تصاویر یکسان در الگوریتم تناظر یابی کل تابلو استفاده شد و دقت خروجی این الگوریتم ۸۸ درصد محاسبه گردید. لذا روش پیشنهادی در این مقاله به میزان ۶ درصد نتایج بهتری را حاصل می نماید.

در این فصل الگوریتم ارائه شده مورد ارزیابی قرار گرفت و دقت ۹۴ درصد را در مجموع برآورد نمود. برای این منظور از سه دسته تصویر (تک تابلو، چند تابلو و بدون تابلو) به تعداد ۱۰۰ فریم اسـتفاده شـد. همچنـین کـارایی الگـوریتم در مقایسه با روش تناظر یابی کل تابلو مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج بهبود یافته بود.

شکل شماره ۹ – الف و ب) تصاویر ورودی در سمت چپ بالا مشخص است و سایر تصاویر در هر شکل روند اجرای الگوریتم را نمایش می دهد. تصاویر موجود در قسمت بالا و راست هر شکل اعداد خروجی سیستم است



شکل شماره ۱۰ – الف وب) تصاویر ورودی در سمت چپ بالا مشخص است و سایر تصاویر در هر شکل روند اجرای الگوریتم را نمایش می دهد. تصاویر موجود در قسمت بالا و راست هر شکل اعداد خروجی سیستم است

۴. جمع بندی:

در این مقاله الگوریتمی جهت شناسایی و استخراج تابلو های محدودیت سرعت در تصاویر اخذ شده از معـابر شـهری و برون شهری ارائه گردید. این الگوریتم ابتدا با قطعه بندی تصویر و سپس با تعیین و شناسایی پارامترهای هندسی تابلو، دسته بندی تابلو را مشخص کرده و در نهایت با خوانش اعداد درون تابلو مفهوم ترافیکی آن را درک مـی کنـد.در روش ارائه شده هر عدد بصورت مجزا در فرآیند تناظر یابی قرار می گیرد.

با توجه به خروجی الگوریتم برای تصاویر ورودی که از سری تصاویر تولید شده برای کنفرانش جهانی مرتبط بـا شـبکه های عصبی سال ۲۰۱۳ انتخاب شده اند، دقتی معادل ۹۴ درصد برآورد گردید. همچنین جهت بررسی کارایی،الگوریتم در مقایسه با روش تناظر یابی کل تابلو مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج به میزان ۶ درصد بهبود یافته بود.

منابع و مآخذ

1 Escalera, S., Baro, X,. Pujol, O,. Vitria, J., Radeva, P,. Traffic-Sign Recognition Systems, Spain, Springer, 2011

2 Akatsuka, H., Imai, S.: Road signposts recognition system. In: The International Conference on SAE Vehicle Highway Infrastructure: safety compatibility, pp. 189–196 (1987)

3 Kehtarnavaz, N., Griswold, N.C., Kang, D.S.: Stop-sign recognition based on color-shape processing. Machine. Vis. Appl. **6**, 206–208 (1993)

4 Fang, C.Y., Chen, S.W., Fuh, C.S.: Road sign detection and tracking. IEEE Trans. Veh. Technol.**52**((5), 1329–1341 (2003)

5 Aoyagi, Y., Asakura, T.: A study on traffic sign recognition in scene image using genetic algorithms and neural networks. In: Proceedings of the 1996 IEEE IECON 22nd International Conference on Industrial Electronics Control and Instrumentation 3, 1838–1843 (1996)

6 Escalera, S., Radeva, P. et al.: Fast grayscale road sign model matching and recognition. In: Vitria, J. (eds) editor Recent Advances in Artificial Intelligence Research and Development, pp. 69–76. IOS Press, (2004)

7 Piccioli, G., De Micheli, E., Parodi, P., Campani, M.: Robust method for road sign detection and recognition. Image Vis. Comput. 14(3), 209–223 (1996)

8 Ishikawa,K., Tonomura,F., Amano,Y., Hashizume, Y., : Recognition of Road Objects from 3D Mobile Mapping Data, International Journal of CAD/CAM Vol. 13, No. 2, pp. 41~48 (2013)

9 Adam, A., Ioannidis, C., AUTOMATIC ROAD-SIGN DETECTION AND CLASSIFICATION BASED ON SUPPORT VECTOR MACHINES AND HOG DESCRIPTORS, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5, 2014

10 Swathi, M.,, Nisha, R., : A Robust System for Automatic Road Sign Detection and Recognition, International Journal of Advanced Research in Biology, Ecology, Science and Technology (IJARBEST)Vol. 1, Issue 2, May 2015

11 Prieto, M., Allen, A. :Using self-organizing maps in the detection and recognition of road signs. Image Vis. Compute. 27, 673–683 (2009)

12 http://benchmark.ini.rub.de

13 Gomez, H., Maldonado, S., Jimenez, P.G., Lafuente-Arroyo, S.: Goal evaluation of segmentation for traffic sign recognition. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 11(4), 917–930(2010)

Fast Detection And Recognition Of Speed Limit Traffic Signs By Mono Image

Yazdan, R. [1] Varshosaz, M. [2]

1 Master of Sc. in Photogrammetry, K.N.Toosi University of Technology, ro.yazdan@gmail.com

2 Associate Professor, Photogrammetry and Remote Sensing Department, K.N.Toosi University of Technology, varshosazm@yahoo.com

Abstract:

These days, driverless motor vehicles are one of the recent issues discussed in the field of automation. It is necessary for this vehicle to detect and identify traffic signs and guidance and match these signs by storing information in their memory to select the path and refine it if it's necessary. One of the appropriate systems for this purpose would be a combination of a digital camera and a portable processor. This system should process digital images in a proper amount of time and after identifying the concept of traffic sign it should issue proper orders and instructions to rectify the route.

In this paper, we proposed an algorithm to detect speed limit sign in streets and roads. We implemented our method on world sample data of 2013 from Germany. Our algorithm at first recognize the proxy area of boards using segmentation algorithms then detect type of message, speed limit, by analyzing geometric characteristics of traffic signs and finally read the speed limit on the board. Our method in 2 second would process and extract information for each image and the accuracy of our whole database of Germany was 94 percent.

Keywords: Traffic Sign - Detection & Recognition - Speed Limit - Automatic Driver

Correspondence Address: Photogrammetry Group, faculty of Geodesy &Geomatics, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran. Tel: +98 21 88877555.