

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده : برق و رباتیک

گروه : الکترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق-الکترونیک

آشکارسازی و شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از شبکه‌های عصبی و انطباق
الگو

دانشجو : مسعود قویدل

استاد راهنما :

دکتر حسین خسروی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

ماه و سال انتشار : شهریور ۱۳۹۳

دانشگاه شاهرود

دانشکده : برق و رباتیک

گروه : الکترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مسعود قویدل

تحت عنوان: آشکارسازی و شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از شبکه‌های عصبی و انطباق الگو

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

تشکر و قدردانی

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و دورد بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز... بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه‌ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم.

اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت‌هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ": از پدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوام، که همواره بر کوتاهی و درستی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت‌هایم گذشته‌اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یآوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛ از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر خسروی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین برخورد واجب می‌دانم از تمامی اساتید گروه الکترونیک دانشگاه شاهرود تشکر و قدردانی لازم را نموده باشم.

تعهد نامه

اینجناب مسعود قوبدل دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق الکترونیک گرایش دیجیتال دانشکده برق و رباتیک دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه آشکارسازی و شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از شبکه‌های عصبی و انطباق الگو تحت راهنمایی دکتر حسین خسروی متعهد می‌شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجناب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق این اثر به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزاتی که ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

در این پایان‌نامه به آشکارسازی و شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی می‌پردازیم. در مرحله اول، علامت ترافیکی را از میان اشیاء مختلفی که درون تصویر وجود دارد، استخراج کرده، سپس در مرحله دوم به شناسایی نوع دقیق آن می‌پردازیم. در مرحله آشکارسازی علامت، ابتدا به منظور کاهش حساسیت نسبت به تغییرات روشنایی، تصویر ورودی را از فضای رنگ RGB به فضای رنگ HSV تبدیل می‌کنیم و سپس با آستانه‌گذاری بر روی پارامترهای فام^۱ و اشباع، مناطق با رنگ قرمز و آبی را استخراج می‌کنیم.

هم‌چنین به منظور افزایش قدرت سیستم در استخراج مناطق با رنگ قرمز و آبی در شرایط متغیر روشنایی، از منطق فازی استفاده می‌کنیم. سپس با فیلترگذاری، از روی مناطق قرمز و آبی استخراج شده قسمت‌هایی که مثلث، دایره، هشت‌ضلعی و یا مستطیل هستند، استخراج می‌شوند. به منظور ارزیابی عملکرد سیستم آشکارسازی و نبود یک پایگاه داده از علائم راهنمایی و رانندگی موجود در ایران، اقدام به تهیه یک پایگاه داده از علائم موجود در ایران کردیم. این پایگاه داده شامل ۳۵۰ علامت در ۳۵ کلاس مختلف است، سیستم ما قادر به آشکارسازی ۹۷.۸۷٪ درصد از این علائم است. پس از استخراج علامت از میان تصویر، پس زمینه آن را حذف کرده و در روش اول بکارفته برای شناسایی دقیق علامت به روش پروفایل از علامت استخراج ویژگی می‌کنیم. سپس با استفاده ۸۴۰ علامت در ۴۰ کلاس مختلف، ماشین بردار پشتیبان را آموزش داده و با استفاده از ۴۱۶ علامت آن را مورد آزمایش قرار داده که به دقت شناسایی ۹۱.۱٪ رسیدیم.

در روش دوم که برای شناسایی دقیق علامت به کار برده‌ایم، به روش هیستوگرام گرادیان از علامت راهنمایی و رانندگی استخراج ویژگی می‌کنیم. سپس از ویژگی‌های استخراج شده برای آموزش شبکه عصبی استفاده می‌کنیم. مجموعه داده‌ای که برای آموزش و آزمایش شبکه عصبی استفاده شده است شامل ۱۲۸۰ علامت واقعی در ۴۰ کلاس مختلف است. ۶۷ درصد این مجموعه یعنی ۸۶۴ علامت را

^۱ Hue

به آموزش شبکه اختصاص داده و از ۳۳ درصد باقی مانده یعنی ۴۱۶ علامت برای آزمایش شبکه استفاده می‌کنیم. دقت طبقه‌بندی به دست آمده، ۹۹ درصد بر روی داده‌های آموزش و ۹۳.۸۶ درصد بر روی داده‌های آزمایش است. با توجه به این که این علائم در شرایط نوری، پس‌زمینه‌ها و مقیاس‌های مختلف قرار دارند و نیز دارای تاری و چرخش هستند. نتایج به دست آمده بیانگر توانایی روش پیشنهادی در آشکارسازی و تشخیص علائم است.

برای این که الگوریتم ارائه شده به صورت بلادرنگ عملیات آشکارسازی و شناسایی دقیق علامت را انجام دهد، برنامه اولیه را که با استفاده از نرم‌افزار متلب نوشتیم، به زبان C++ تبدیل کردیم. که به طور میانگین، به زمان آشکارسازی ۱۷۰ میلی ثانیه و زمان شناسایی دقیق ۱۲۱ میلی ثانیه برای هر تصویر رسیدیم.

واژه‌های کلیدی : فضای رنگ HSV، منطق فازی، ماشین بردار پشتیبان، ویژگی پروفایل، استخراج

ویژگی، هیستوگرام گرادیان ، شبکه عصبی

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

- ۱- "شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی در صحنه‌های واقعی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان"، پذیرفته شده در ششمین کنفرانس فناوری اطلاعات و دانش، IKT 2014.
- ۲- "آشکارسازی و شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از شبکه عصبی و منطق فازی"، ارسال شده به مجله هوش محاسباتی در مهندسی برق.

فهرست مطالب

فصل اول:

- ۱.....مقدمه
- ۲..... ۱-۱ مقدمه
- ۳..... ۲-۱ دسته‌بندی کلی علائم راهنمایی و رانندگی
- ۳..... ۳-۱ مراحل شناسایی خودکار علائم راهنمایی و رانندگی
- ۶..... ۴-۱ هدف پایان‌نامه
- ۸..... فصل دوم: مروری بر کارهای انجام شده
- ۹..... ۱-۲ روش تقاطع خطوط مرور
- ۱۱..... ۲-۲ روشی برای استخراج ویژگی از علامت
- ۱۲..... ۳-۲ تقسیم‌بندی تصویر
- ۱۴..... ۴-۲ استخراج و شناسایی علامت از درون تصویر
- ۱۵..... ۱-۴-۲ استفاده از svm برای شناسایی علامت
- ۱۵..... ۲-۴-۲ چند روش برای استخراج ویژگی و شناسایی
- ۱۶..... ۳-۴-۲ استفاده از طبقه‌بند بیزین برای شناسایی علامت
- ۱۹..... ۴-۴-۲ چند رابطه برای آشکارسازی علامت و تقسیم‌بندی تصویر
- ۲۰..... ۵-۴-۲ استفاده از تطبیق الگو برای شناسایی علامت
- ۲۲..... ۶-۴-۲ استفاده از فضای رنگ ycber به جای فضای رنگ RGB
- ۲۴..... فصل سوم: مباحث تئوری
- ۲۵..... ۱-۳ مدل رنگ HSI
- ۲۶..... ۲-۳ اجزاء متصل در یک تصویر باینری
- ۲۸..... ۳-۳ نرمال‌سازی هیستوگرام

۳۱	شبکه‌های عصبی.....
۳۳	۱-۴-۳ قاعده آموزش گرادیان نزولی.....
۳۴	۲-۴-۳ شبکه عصبی MLP.....
۳۵	۵-۳ منطق فازی.....
۳۷	۱-۵-۳ سیستم استنتاج فازی.....
۳۸	۲-۵-۳ کاربردهای سیستم فازی.....
۳۸	۶-۳ ماشین بردار پشتیبان.....
۴۲	۷-۳ کتابخانه Open CV.....
۴۴	فصل چهارم: روش پیشنهادی.....
۴۵	۱-۴ مقدمه.....
۴۵	۲-۴ تهیه یک پایگاه داده از علائم راهنمایی و رانندگی کشور ایران.....
۴۷	۳-۴ الگوریتم پیشنهادی برای آشکارسازی علامت راهنمایی و رانندگی.....
۵۲	۱-۳-۴ استفاده از منطق فازی برای آشکارسازی علامت.....
۵۷	۲-۳-۴ آشکارسازی علامت به صورت بلادرنگ با استفاده از ++C.....
۵۷	۴-۴ الگوریتم پیشنهادی برای شناسایی نوع دقیق علامت.....
۵۸	۱-۴-۴ استفاده از طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان برای شناسایی دقیق علامت.....
۶۱	۲-۴-۴ نتایج تجربی بدست آمده از شناسایی دقیق با استفاده از ماشین بردار پشتیبان.....
۶۴	۳-۴-۴ استفاده از شبکه عصبی MLP برای شناسایی دقیق.....
۶۷	۴-۴-۴ نتایج تجربی بدست آمده از شناسایی دقیق با استفاده از شبکه عصبی MLP.....
۷۱	۵-۴-۴ شناسایی علامت به صورت بلادرنگ با استفاده از ++C.....
۷۴	فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....
۷۵	۱-۵ نتیجه‌گیری.....

۲-۵ پیشنهادات..... ۷۶

مراجع..... ۷۷

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱: مجموعه‌ای از علائم راهنمایی و رانندگی که در کشور ایران بکار می‌رود..... ۵
- شکل ۱-۲: تصویر شامل علامت..... ۷
- شکل ۱-۳: مراحل انجام آشکارسازی و شناسایی علامت در این پایان‌نامه..... ۷
- شکل ۱-۲: محدود کردن ناحیه مورد جستجو [۷]..... ۹
- شکل ۲-۲: گوشه یابی از علائم [۷]..... ۱۰
- شکل ۲-۳: نواحی از علائم که خطوط مرور استخراج می‌شوند [۷]..... ۱۰
- شکل ۲-۴: استخراج خطوط مرور از علامت [۷]..... ۱۱
- شکل ۲-۵: دو تصویر که یکی از آن‌ها تماماً آبی است و دیگری تماماً قرمز است..... ۱۳
- شکل ۲-۶: هیستوگرام پارامترهای اشباع و فام در قسمت الف برای تصویر قرمز و قسمت ب برای تصویر آبی [۱۰]..... ۱۳
- شکل ۲-۷: دو ماسک برای استخراج ناحیه داخلی علامت [۱۰]..... ۱۵
- شکل ۲-۸: استخراج مناطق با رنگ قرمز و حذف نویزهای آن توسط فیلتر میانه [۳۰]..... ۲۱
- شکل ۲-۹: محاسبه میزان کجی علامت..... ۲۲
- شکل ۲-۱۰: جهت‌های شعاعی [۳۰]..... ۲۲
- شکل ۲-۱۱: (الف) فضای رنگ RGB و (ب) فضای رنگ YCbCr..... ۲۳
- شکل ۳-۱: مکعب رنگ RGB [۲۰]..... ۲۵
- شکل ۳-۲: مدل رنگ HSI [۲۰]..... ۲۶
- شکل ۳-۳: (الف) چیدمان پیکسل‌ها. (ب) پیکسل‌هایی که ۸ مجاورند. (ج) پیکسل‌هایی که m مجاورند [۲۰]..... ۲۸

- شکل ۳-۴: (الف) تابع صعودی که نشان می‌دهد چگونه چند مقدار به یک مقدار نگاشت می‌شوند. (ب) تابع تکنوای اکیداً صعودی که در هر دو جهت نگاشت یک به یک را موجب می‌شود..... ۳۰
- شکل ۳-۵: مدل‌سازی یک نرون..... ۳۲
- شکل ۳-۶: ساختار شبکه عصبی پرسپترون سه لایه..... ۳۵
- شکل ۳-۷: (الف) تابع عضویت ذوزنقه‌ای و (ب) تابع عضویت زنگی شکل..... ۳۶
- شکل ۳-۸: مرزهای بیشماری که بین دو کلاس وجود دارند..... ۳۹
- شکل ۳-۹: مرزی که بیشترین فاصله را تا نمونه‌های مرزی دارد..... ۴۰
- شکل ۳-۱۰: محاسبه بهترین مرز بین دو کلاس..... ۴۱
- شکل ۴-۱: مراحل انجام آشکارسازی و شناسایی علامت راهنمایی و رانندگی..... ۴۶
- شکل ۴-۲: تعدادی از علائم راهنمایی و رانندگی موجود در پایگاه داده‌ای که اقدام به تهیه آن کردیم..... ۴۷
- شکل ۴-۳: دسته بندی کلی علائم راهنمایی و رانندگی از نظر رنگ و شکل هندسی..... ۴۸
- شکل ۴-۴: (الف) تصویر ورودی در فضای رنگ RGB و (ب) به ترتیب از راست به چپ سه کانال H, S و V این تصویر را در فضای رنگ HSV نشان می‌دهد..... ۴۹
- شکل ۴-۵: (الف) نقاط آبی و قرمز استخراج شده. (ب) پر کردن حفره‌های قسمت الف. (ج) حذف نویزهای موجود در تصویر ب با استفاده از عملیات مورفولوژیکی..... ۵۰
- شکل ۴-۶: الگوهایی که در مرحله آشکارسازی اجزاء متصل موجود در تصویر باینری را با آن‌ها مقایسه می‌کنیم..... ۵۰
- شکل ۴-۷: فرآیند پیدا کردن دایره، مثلث و مستطیل در تصویر باینری..... ۵۱
- شکل ۴-۸: نتایج آشکارسازی علامت..... ۵۲
- شکل ۴-۹: چند تصویر که به خوبی تقسیم‌بندی نشده است..... ۵۲
- شکل ۴-۱۰: تابع عضویت پارامتر فام..... ۵۳

- شکل ۴-۱۱: تابع عضویت پارامتر اشباع..... ۵۳
- شکل ۴-۱۲: استخراج مناطق با رنگ قرمز و آبی با استفاده از منطق فازی و رفع مشکل شکل (۴)- ۵۵.....(۹
- شکل ۴-۱۳: قسمت الف شامل دو تصویر است که علائم درون آن استخراج شده است. و شکل ب که به علت دوری علامت از دوربین و نور کم، سیستم قادر به استخراج علامت از درون تصویر نیست..... ۵۶
- شکل ۴-۱۴: فرآیند حذف پس‌زمینه علامت آشکار شده..... ۵۷
- شکل ۴-۱۵: نحوه استخراج ویژگی برای تشخیص شکل کلی علامت. قسمت الف از سمت بالا شروع به حرکت کرده‌ایم تا به نوار علامت برسیم و در قسمت‌های ب تا د به ترتیب از چپ، راست و پایین به سمت نوار علامت حرکت شده است..... ۵۸
- شکل ۴-۱۶: قسمت الف نوار اطراف علامت دایره‌ای را نشان می‌دهد. و قسمت ب چهار بردار ویژگی استخراج شده از شکل الف را نشان می‌دهد..... ۵۹
- شکل ۴-۱۷: مراحل به دست آوردن قسمت درونی علامت..... ۶۰
- شکل ۴-۱۸: نحوه استخراج ویژگی برای شناسایی نوع دقیق علامت..... ۶۱
- شکل ۴-۱۹: نمونه‌ای از علائم که سیستم قادر به شناسایی آن‌ها بوده است. ردیف دوم علائمی است که با نویز گوسی آغشته شده‌اند..... ۶۲
- شکل ۴-۲۰: نمونه‌ای از علائم که سیستم قادر به شناسایی آن‌ها نبوده است..... ۶۳
- شکل ۴-۲۱: نا مناسب بودن روش‌های استخراج ویژگی که مبتنی بر تصویر باینری است، در این تصویر دیده می‌شود..... ۶۴
- شکل ۴-۲۲: نمودار تابع فعال سازی به ازاء سه مقدار مختلف برای پارامتر α ۶۷
- شکل ۴-۲۳: نمودار خطا طی ۱۵۰ دوره آموزش..... ۶۸
- شکل ۴-۲۴: ۴۰ کلاس از علائم که ما عملیات شناسایی را بر روی آن‌ها انجام داده‌ایم..... ۶۹

شکل ۴-۲۵: قسمت الف تعدادی از علائم که محتوای آن توسط سیستم شناسایی شده است و قسمت

ب تعدادی علامت که سیستم قادر به شناسایی آنها نبوده است.....۷۰

شکل ۴-۲۶: متعادل سازی هیستوگرام به منظور بهبود کیفیت تصاویر با شدت روشنایی زیاد یا شدت

روشنایی کم.....۷۱

فهرست جداول

- جدول ۱-۱: دسته‌بندی کلی علائم راهنمایی و رانندگی بر اساس شکل هندسی..... ۴
- جدول ۱-۲: خلاصه نتایج روش تقاطع خطوط مرور [۷]..... ۱۱
- جدول ۱-۳: چند تابع کرنل..... ۴۲
- جدول ۱-۴: قانون‌ها و محاسبه میانگین مراکز..... ۵۴
- جدول ۲-۴: مقایسه نتایج آشکارسازی..... ۵۶
- جدول ۳-۴: مقایسه کار انجام شده با سایر روش‌ها..... ۷۲

فصل اول:

مقدمه

۱-۱ مقدمه

علائم راهنمایی و رانندگی با دادن هشدارهایی به راننده موجب افزایش ایمنی حمل و نقل در سطح جاده‌ها و خیابانها می‌شوند. از این رو شناسایی خودکار علائم راهنمایی و رانندگی یکی از اجزاء مهم یک سیستم دستیار راننده به شمار می‌آید و همچنین در نسل آینده وسایل نقلیه می‌تواند به عنوان یک جزء مهم از وسایل نقلیه خودکار محسوب شود. این سیستم باید دارای سرعت و دقت بالایی باشد و در صحنه‌های طبیعی به صورت بلادرنگ علائم را شناسایی کند [۱].

اولین کار در زمینه شناسایی خودکار علائم راهنمایی و رانندگی به اواخر دهه ۱۹۶۰ بر می‌گردد اما پیشرفت‌های چشمگیر در این زمینه در دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ وقتی که ایده‌ی سیستم‌های کمک راننده بر اساس بینایی کامپیوتر مطرح شد، صورت گرفت [۲]. از آن موقع به بعد روش‌های زیادی توسط گروه‌های تحقیقاتی ارائه شده است. از جمله این کارها، کار انجام شده توسط آزمایشگاه شناسایی تصویر دانشگاه KOBLENZ برلین است که یک سیستم شناسایی خودکار برای شناسایی علائم راهنمایی و رانندگی ارائه داد. بیش از ۶۰۰۰۰ تصویر از صحنه‌های ترافیکی برای آموزش این سیستم استفاده شده است و دقت شناسایی این سیستم در حدود ۹۰ درصد با صرف زمان ۲۰۰ میلی ثانیه است. در سال ۱۹۹۵ گروه تحقیقاتی دانشگاه جنوا در ایتالیا با صرف زمان ۵۰۰ میلی ثانیه و با دقت ۹۲ تا ۹۶ درصد علائم را شناسایی کرد [۳].

مشکلاتی در مسیر شناسایی خودکار علائم راهنمایی و رانندگی وجود دارند که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است [۴]:

- حرکت ولرزش اتومبیل موجب می‌شود تصاویری که توسط دوربین نصب شده بر روی اتومبیل گرفته می‌شوند دارای مقداری تاری باشند، برای رفع این مشکل نیاز به یک مرحله پیش‌پردازش و رفع تاری است.
- چون اغلب برای آشکارسازی علائم از رنگ آن‌ها استفاده می‌شود بنابراین میزان روشنایی که علائم دارند مهم است زیرا اگر روشنایی علائم از حدی کم تر باشد عمل شناسایی سخت

می شود. میزان روشنایی به عواملی همچون شرایط آب وهوا (ابری، برفی و...)، سایه اشیاء اطراف علائم همچون ساختمان ها، در چه زمانی در طول شبانه روز قرار داریم و غیره بستگی دارد.

- کیفیت سیستم تصویربرداری مهم است زیرا اگر کیفیت سیستم تصویر برداری بالا باشد عمل شناسایی راحت تر انجام خواهد شد اما هزینه سیستم بالا می رود.
- خرابی بخشی از علامت، حضور شیء خاصی مانند شاخ و برگ درختان در مقابل علامت یا کم رنگ شدن آن در طول زمان نیز یکی دیگر از مشکلات است.

۱-۲ دسته بندی کلی علائم راهنمایی و رانندگی

علائم راهنمایی و رانندگی در شکل ها و رنگ های مشخصی هستند. مفهوم شکل ها در علائم عبور و مرور در جدول (۱-۱) نشان داده شده است.

رنگ ها در علائم عبور و مرور معنا و مفهوم خاصی دارند به عنوان مثال رنگ قرمز منع کننده یا ایست است. رنگ آبی راهنمای خدمات، حرکات مجاز، علائم اخباری و راهنمای مسیر در آزادراه ها است. مجموعه ای از علائم راهنمایی و رانندگی که در کشور ایران بکار می رود در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.

۱-۳ مراحل شناسایی خودکار علائم راهنمایی و رانندگی

فرآیند شناسایی خودکار علائم راهنمایی و رانندگی شامل دو مرحله کلی است:

الف) آشکارسازی^۱

در مرحله آشکارسازی، باید علامت را از میان اشیاء مختلف موجود در تصویر پیدا کنیم که در این مرحله از دو ویژگی رنگ علائم و شکل هندسی آنها استفاده می شود زیرا علائم راهنمایی و رانندگی نسبت به سایر اشیاء موجود در تصویر دارای رنگ و شکل مشخص هستند.

^۱ Detection