

# تشخیص و بازشناسی علایم راهنمایی و رانندگی با استفاده از روش مبتنی بر مکانیزم توجه و روش‌های طبقه بندی کلاسیک و ماشین بردار پشتیبان

محمدرضا دلیری، استادیار، دانشکده برق، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

مهرداد جوادی، استادیار، دانشکده تحصیلات تکمیلی (مکاترونیک)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

سلدا عابدکوهی (مسئول مکاتبات)، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده تحصیلات تکمیلی (مکاترونیک)،

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران.

E-mail: abedkouhi.selda@gmail.com

دریافت: ۹۲/۰۲/۰۷ پذیرش: ۹۲/۰۵/۰۱

## چکیده

ایجاد و گسترش سیستم‌های هوشمند در حوزه حمل و نقل و بویژه شناسایی علایم راهنمایی و رانندگی، یکی از چالش‌های مهم در سال‌های اخیر بوده است. تشخیص و بازشناسی، دو مرحله اصلی شناسایی علایم ترافیکی هستند. روش‌های مختلفی برای انجام این دو مرحله پیشنهاد شده است. در این مقاله، روشی برای مکانیابی، تشخیص و بازشناسی علایم ترافیکی از نوع انتظامی ارائه شده است؛ به کمک روشی مبتنی بر مکانیزم توجه و با بهره‌گیری از جعبه ابزار saliency امکان حضور علایم، در تصاویر تهیه شده از صحنه‌های ترافیکی، سنجیده و نواحی مهم تصاویر و از جمله علامت ترافیکی در قالب نقشه‌هایی استخراج شد. برای مرحله بازشناسی و طبقه بندی علایم، تصاویر مربوط به هر یک از علامت‌ها، برحسب نوع، در گروه‌های مختلف تقسیم بندی شدند. در مرحله بعد با استفاده از روش استخراج ویژگی SIFT، نقاط کلیدی هر یک از تصاویر استخراج و روندی برای ایجاد هیستوگرام‌های نشان دهنده بردار ویژگی پیشنهاد شد. مقایسه هیستوگرام‌های به دست آمده از تصاویر تست با هیستوگرام‌های تصاویر آموزش منجر به بازشناسی و طبقه بندی تصاویر تست گردید. طبقه بندی‌های مورد استفاده، روش  $k$  نزدیک‌ترین همسایگی با معیارهای فاصله (فاصله اقلیدسی،  $x_1$  و منهن) و نیز روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) است. در روش پیشنهادی، تشخیص علایم، بدون نیاز به روش‌های پیش پردازش اضافی و با دقت بالایی انجام گرفت، علیرغم وجود تنوع در علایم بکار رفته در هر گروه، نرخ بازشناسی مناسب بوده و به دلیل استفاده از روش استخراج ویژگی SIFT، در برابر تغییر در اندازه و جهت مقاوم بوده و در برابر سایر تغییرات از قبیل تغییر در زاویه دید و روشنایی تا حدودی مقاوم است.

واژه‌های کلیدی: علایم راهنمایی و رانندگی، تشخیص، بازشناسی، مکانیزم توجه و ماشین بردار پشتیبان

## ۱. مقدمه

تشخیص علائم ترافیکی ممکن است با مشکلاتی نیز همراه باشد

که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

اشیاء شبیه علائم ترافیکی موجود در صحنه، ممکن است به اشتباه، علامت ترافیکی تشخیص داده شوند. میزان دقت این روش بستگی به فاصله علائم از دوربین و زاویه آن دارد و کارکردن با شکل ها مستلزم تشخیص لبه و یک الگوریتم تطبیق قوی است و این کار در تصاویری که علامت راه نسبت به تصویر کوچک باشد، مشکل است. از طرفی ممکن است برای کاربردهای بلادرنگ نیز مناسب نباشد.

در روش های مبتنی بر رنگ، به دلیل وجود تغییرات روشنایی در محیط های بیرونی اغلب نیاز به تبدیل به فضای رنگ دیگر وجود دارد که اطلاعات رنگ را از اطلاعات نور جدا کند. در این روش علیرغم وجود برخی مزیت ها نسبت به سایر روش ها، الگوریتم هایی برای شرایط آب و هوایی بارانی و تاریک نیز وجود ندارد.

واضح است که ترکیب اطلاعات رنگ و شکل می تواند منع مناسبی از اطلاعات برای تشخیص علائم ترافیکی را در اختیار بگذارد.

در فاز بازشناسی، اغلب شبکه های عصبی، به عنوان اولین انتخاب برای طبقه بندی نهایی در نظر گرفته می شود. استفاده از شبکه های عصبی دو مزیت عمده دارد: تصویر ورودی، نیاز به تبدیل به فضای نمایش دیگری نداشته و نیز نتیجه تنها وابسته به همبستگی بین وزن های شبکه و خود شبکه است. به هر حال، شبکه های عصبی نیز، مشکلات خاص خود را دارند؛ برای آموزش شبکه، زمان مورد نیاز است و شبکه های عصبی چندلایه به دلیل ساختار خاصی که دارند، نمی توانند برای کاربردهای همزمان پذیرفته شوند. از آنجائی که این ساختارها ثابت هستند، امکان افزایش تعداد کلاس ها بدون طراحی دوباره شبکه وجود ندارد و همچنین نمی تواند الگوهای جدید را بدون اینکه کل شبکه دوباره آموزش ببیند، بازشناسی کند. تطابق الگو از دیگر انتخاب ها بعد از شبکه عصبی بوده که برای طبقه بندی نواحی داخلی علامت ها بکار

تشخیص و بازشناسی علائم ترافیکی، یکی از مباحث مهم تحقیقاتی در سال های اخیر بوده است. علائم ترافیکی برای راهنمایی، هشدار و تنظیم ترافیک نصب می شوند. علائم ترافیکی به گونه های طراحی شده اند تا توجه راننده را توسط رنگ و شکل های هندسی ساده خود جلب کنند. با توجه به آمار بالای تصادفات که عمدتاً ناشی از بی توجهی و فقدان تمرکز راننده رخ می دهند، گسترش سیستم های هوشمند شناسایی علائم ترافیکی که بتواند راننده را در مواقع نیاز یاری و علائم ترافیکی را شناسایی کند، ضروری به نظر می رسد. این سیستم ها به طور مجزا و یا به همراه سایر روش ها و امکانات کمک راننده می توانند ایمنی ترافیک را به طور قابل ملاحظه ای افزایش دهند.

در حالت کلی، شناسایی علائم ترافیکی در دو مرحله انجام می گیرد:

تشخیص<sup>۱</sup> و بازشناسی<sup>۲</sup> [Fang et. al. 2004].

به طور متداول در فاز تشخیص، تصویر پیش پردازش شده، ارتقاء یافته و طبق مشخصات علامت، مانند رنگ و شکل قسمت بندی می شود. خروجی تصویر قسمت بندی شده شامل نواحی است که باید به عنوان علامت بازشناسی شود. کارآمدی و سرعت تشخیص، عوامل مهمی هستند که در تمامی مراحل پردازش در نظر گرفته می شود. این کار منجر به کاهش نواحی مورد جستجو و مشخص کردن نواحی دارای پتانسیل وجود علائم می شود. در مرحله بازشناسی، هریک از نواحی کاندید با مجموعه های از ویژگی ها که به عنوان الگو در نظر گرفته شده اند، مقایسه شده و برای طبقه بندی، مورد تصمیم گیری قرار می گیرند. روش هایی که برای فاز تشخیص استفاده شده اند، عبارتند از: روش های مبتنی بر شکل، که عمدتاً منجر به استخراج لبه بیرونی علامت ترافیکی می شود و از آن جمله میتوان به الگوریتم های ژنتیک، روش های تطابقی سلسله مراتبی، تبدیلات هاف و روش های مبتنی بر شبکه عصبی اشاره کرد. به هر حال استفاده از شکل برای

## تشخیص و بازشناسی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از روش مبتنی بر مکانیزم توجه و روش‌های طبقه‌بندی کلاسیک و...

می‌رود. سایر طبقه‌بندهای کلاسیک مانند طبقه‌بندهای فاصله‌های

وزندار و تطابقی و نیز روش‌های مبتنی بر کرنل مانند ماشین

های بردار پشتیبان نیز برای طبقه‌بندی علائم استفاده شده است

[Fleyeh, 2008].

در این مقاله، با توجه به موارد فوق، روشی برای تشخیص و

بازشناسی علائم ترافیکی از نوع انتظامی ارایه می‌شود. با استفاده

از مکانیزم توجه و در قالب نقشه‌هایی با عنوان‌های وضوح و

برتری امکان حضور علائم در تصاویر تهیه شده از صحنه‌های

ترافیکی سنجیده می‌شود که برای این کار از جعبه ابزار saliency

استفاده شده است. در فاز بازشناسی از روش SIFT<sup>۳</sup> که یک

روش استخراج ویژگی است و در مقابل تغییر در مقیاس و

جهت مقاوم و تا حدودی در برابر تغییرات روشنایی و زاویه

دید نیرومند است، استفاده شده و با استفاده از معیارهای مختلف

فاصله‌ای روش k نزدیک‌ترین همسایگی<sup>۴</sup> و نیز روش ماشین

بردار پشتیبان<sup>۵</sup>، بازشناسی و طبقه‌بندی علائم صورت می‌گیرد.

## ۲. مروری بر منابع

مطالعات و تحقیقات در زمینه بازشناسی علائم قدمت زیادی ندارد.

اولین کار در این حوزه به اواخر سال ۱۹۶۰ بر می‌گردد و اقدامات

عمده در این زمینه در سال ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، یعنی زمانی که ایده

ایجاد یک سیستم کمک راننده با استفاده از بینایی ماشین، توجه

محققان را جلب کرد و پردازش‌های ویدئویی میسر شد، صورت

گرفت. ظهور اولین مقاله در سال ۱۹۸۴ در ژاپن بود و هدف آن

بکارگیری روش‌های مختلف بینایی ماشین، برای تشخیص علائم

ترافیکی بود. از آن پس شناسایی علائم راه یکی از زمینه‌های مهم

تحقیقاتی شده است [Fleyeh and Dougherty, 2004].

نورثوی در سال ۲۰۰۲، یک الگوریتم تشخیص بلادرنگ علائم

ترافیکی، با استفاده از تطابق فاصله سلسله مراتبی ارایه کرد. در این

روش، سیستم ایجاد سلسله مراتبی علائم، بر مبنای تئوری ساده

گراف بوده و نمونه‌های سلسله مراتبی کوچک (> ۵۰) ایجاد

می‌شد. خروجی این سیستم، می‌توانست در هر دو سیستم تطبیق

استاتیکی و بلادرنگ استفاده شود. [Northway, 2002]

لافاوته و همکارانش در سال ۲۰۰۵، یک روش بر مبنای ماشین‌های

بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی علائم پیشنهاد کردند. در این روش،

الگوهایی که بوسیله بردارها تولید شده بودند، فاصله را تا حاشیه

(DtB)<sup>۶</sup> اشیا کاندید که علامت ترافیکی بودند، نشان میداد. نتایج

آزمایش‌ها، نشان دهنده موثر بودن روش پیشنهادی بود. [La-

fuentes et al., 2005]

والتر در سال ۲۰۰۶، یک روش توجه بر مبنای پیاده سازی مدل بر

پایه برتری<sup>۷</sup> ارایه شده توسط ایتی و همکارانش و توجه پایین-بالا

پیشنهاد شده توسط کوچ و اولمن ارایه کرد که مسئله شناسایی یک

ناحیه را با احتمال وجود یک شی، قبل از اینکه بازشناسی شود،

حل می‌کرد. در این مدل، برای یک تصویر رنگی ورودی، نقشه

برتری از نقشه‌های کنتراست‌های رنگ، روشنایی و چرخش در

مقیاس‌های مختلف محاسبه می‌شود. یک شبکه عصبی (WTA)<sup>۸</sup>

نقشه برتری را برای برترین موقعیت بررسی کرده و مختصات

این موقعیت‌ها را بر می‌گرداند. در نهایت (IOR)<sup>۹</sup> برای نواحی

به شکل دیسک با شعاع ثابت اطراف موقعیت‌های مورد توجه

در نقشه برتری اعمال می‌شود و تکرارهای بیشتر شبکه WTA

منجر به عطف پی در پی توجه نسبت به موقعیت‌های دیگر، به

منظور کاهش برتری شده، به این ترتیب نواحی مورد توجه و برتر

استخراج می‌شوند. در این روش، انتخاب فضای برتر، به عنوان

بخشی از جعبه ابزار Saliency برای نرم افزار Matlab و بخشی

از iLab Neuromorphic Vision (iNVT) C++ toolkit به

انجام رسیده است. [Walther, 2006, Itti, Koch and Niebur, 2001]

[1998, Itti and Koch, 2001]

هسین و همکارانش در سال ۲۰۰۶، یک روش با استفاده از

تکنیک پروجکشن، برای تشخیص موقعیت، علامت ترافیکی در

یک تصویر پیشنهاد کردند. مدل Markov برای تطبیق علامت

و نمونه گیری محلی تصویر بود. این روش با استفاده از پرسپترون های چند لایه با الگوریتم *backpropagation* برای آموزش شبکه انجام شد. برای آموزش شبکه، هر علامت تبدیل به یک ماتریس ویژگی  $M \times N$  به عنوان نماینده شده و سپس به شبکه به عنوان الگوهای ورودی تزریق می شدند. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که این سیستم قابلیت بازشناسی علائم ترافیکی را با صحت ۹۸ درصد دارد. [Saha, Chakraborty and Bhuiyan, 2012]

### ۳. داده ها

داده های ورودی، تصاویر تهیه شده از صحنه های ترافیکی دارای علائم راهنمایی و رانندگی بودند. به دلیل اهمیت علائم انتظامی، ۷ نمونه از این علائم، مورد استفاده قرار گرفت که عبارت بودند از:

علامت های رعایت حق تقدم، پارک مطلقاً ممنوع، سبقت ممنوع، محدودیت سرعت، ایست، گردش به راست ممنوع و ورود ممنوع. شکل (۱) این علائم را نشان می دهد.

در این مقاله برای ارایه یک نتیجه کلی، از مدل های مختلف یک علامت در یک گروه استفاده شد. به طور مثال، برای علامت محدودیت سرعت، چهار مدل این علامت، یعنی ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۶۰ در یک دسته قرار گرفتند. برای علامت رعایت حق تقدم، از ۵ مدل مختلف، برای علامت ورود ممنوع، از دو مدل و برای علامت گردش به راست ممنوع نیز از دو مدل مختلف این علامت در یک دسته استفاده شد. تصاویر دارای جهت، شدت روشنایی، وضوح و تمیزی متفاوت بوده و برخی از آنها دارای نوشته و کتیف نیز بودند. برای کل علائم در حدود ۴۱۰ عدد تصویر در نظر گرفته شد. تعداد تصاویر هر گروه نیز حدود ۶۰ عدد بود.

### ۴. الگوریتم مورد استفاده

همان گونه که در بالا اشاره شد، روند شناسایی علائم ترافیکی در دو مرحله تشخیص و بازشناسی صورت می گیرد. در مرحله

تشخیص داده شده با علائم موجود در پایگاه داده و در نهایت برای بازشناسی علائم استفاده شد [Hsien, Lion and Chen, 2006].

فلیه در سال ۲۰۰۸، سیستمی را برای بازشناسی و طبقه بندی علائم ترافیکی ارایه کرد که بر مبنای سه مرحله اساسی قسمت بندی رنگ، بازشناسی و طبقه بندی بود. قسمت بندی رنگ با الگوریتمی که نسبت به روشنایی زیاد و سایه تغییر ناپذیر بود، انجام گرفت. نرخ قسمت بندی صحیح، ۹۷ درصد به دست آمد. بازشناسی علائم با استفاده از بازشناسی کننده فازی و با بهره گیری از رنگ و شکل و به صورت توأم انجام گرفت. طبقه بندی با استفاده از ماشین های بردار پشتیبان انجام شد [Fleyeh, 2008].

مارتینویچ و همکارانش در سال ۲۰۱۰، روشی را برای مکان یابی خودکار علامت های ترافیکی خاص و طبقه بندی آنها، طبق طرح استاندارد آن مورد بررسی قرار دادند. در این روش، علائم ترافیکی با کاربردهای بلادرنگ، به عنوان هدف اصلی، بازشناسی شد. الگوریتم تشخیص مورد استفاده، Viola-Jones و شبکه های عصبی (پرسپترون های چند لایه)، برای طبقه بندی استفاده شد. نتایج به دست آمده از نرم افزار ارایه شده نشان داد که این سیستم برای پردازش های ویدئویی بلادرنگ قابل کاربرد است. [Mar-tinovic et.al. 2010]

هو و همکارانش، در سال ۲۰۱۰، یک روش بازشناسی علائم ترافیکی را مورد مطالعه قرار دادند. تصاویر طبق آب و هوا، فاصله و زاویه دید واقعی، به چندین دسته تقسیم شد. ابتدا SIFT برای استخراج و تفسیر نقاط کلیدی اعمال شد، سپس روش Bag-of-words برای بازشناسی اعمال شد. در نهایت، روش SVM برای طبقه بندی مورد استفاده قرار گرفت. نرخ بازشناسی ۹۳ درصد به دست آمد. [Hu et.al. 2010]

سها و همکارانش، در سال ۲۰۱۲، یک روش شبکه عصبی مرکب برای بازشناسی علائم ترافیکی ارایه کردند که ترکیبی از شبکه عصبی مصنوعی

تشخیص و بازشناسی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از روش مبتنی بر مکانیزم توجه و روش‌های طبقه‌بندی کلاسیک و...



شکل ۱. علائم انتظامی مورد استفاده

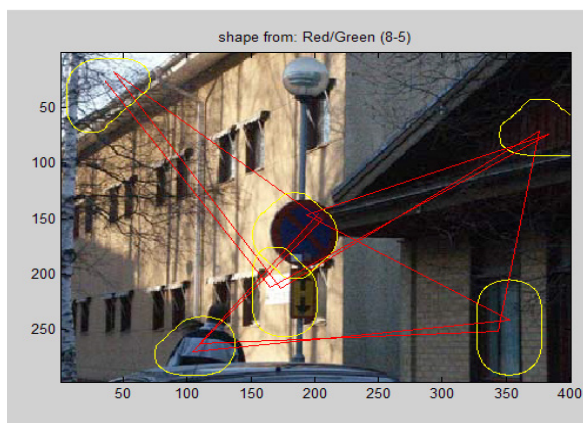
هستند یا غیر علامت، از فاز طبقه‌بندی و بازشناسی که در ادامه به آن اشاره خواهد شد، استفاده می‌شود تا نواحی به دست آمده به دو گروه علامت و غیر علامت طبقه‌بندی شوند. به این ترتیب علامت راه تشخیص یا مکان یابی می‌شود.

تصاویر نشان شده در شکل (۲) یکی از تصاویری است که توسط جعبه ابزار saliency نقاط برتر آن استخراج گردیده است. این شکل‌ها روند اجرای این جعبه ابزار را نشان می‌دهد.

تشخیص، در حقیقت، امکان حضور علائم سنجیده می‌شود و در مرحله بازشناسی، نوع علائم بازشناسی و طبقه‌بندی می‌شود.

#### ۴-۱ تشخیص و مکان یابی علائم ترافیکی

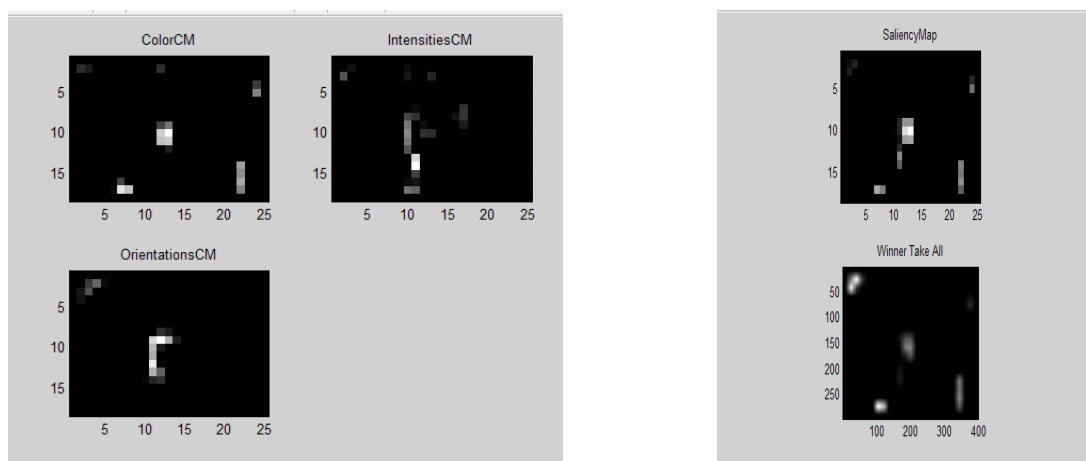
در این مقاله برای مکان یابی علائم از جعبه ابزار saliency استفاده شده است [Walther, 2012]. از آنجایی که علائم راهنمایی و رانندگی دارای ویژگی‌های منحصر بفردی از لحاظ شکل و رنگ هستند که آنها را از محیط پیرامون شان مجزا می‌سازد، بنابراین علاوه بر نواحی برتر دیگر، علامت راهنمایی و رانندگی موجود در تصویر نیز به عنوان یکی از مکان‌های برتر تصویر، استخراج می‌شود. برای اینکه مشخص شود این نواحی مربوط به علامت



ب- موقعیت‌های قابل توجه

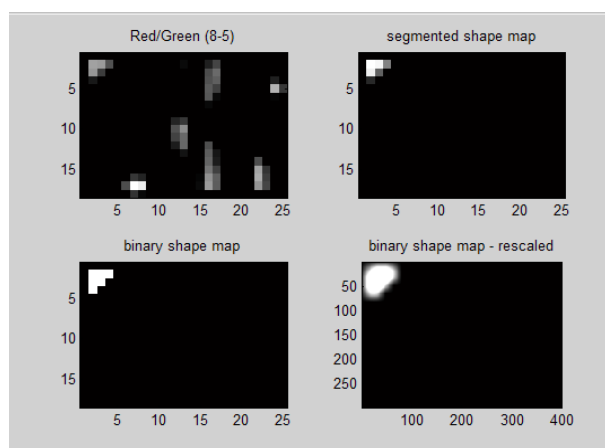


الف- تصویر اصلی



د- نقشه وضوح

ج - نقشه saliency



ه- نقشه طرح

شکل ۲. روند اجرای جعبه ابزار saliency toolbox

#### ۲-۴ بازشناسی علائم ترافیکی

بعد از اینکه وجود علائم ترافیکی تأیید شد، علائم بازشناسی و طبقه بندی می‌شوند. برای بازشناسی علائم ترافیکی، ویژگی‌های تصاویر آموزش استخراج می‌شود. برای استخراج ویژگی از روش استخراج ویژگی SIFT، که الگوریتمی برای ایجاد ویژگی‌های تصویر که نسبت به انتقال، مقیاس و چرخش تغییرناپذیر و تا حدی نسبت به تغییرات روشنایی و سه بعدی مقاوم هستند، استفاده شده است. این روش، شامل یافتن اکستریم مقیاس فضا،

موقعیت یابی نقاط کلیدی، اختصاص جهت و توصیف گر نقاط کلیدی است.

[Lowe, 1999, Lowe, 2001, Lowe, 2004, Zhang and Marszalek, 2007, Alhwarin and Wang, 2008]

بعد از اینکه برای تصاویر مجموعه آموزش، SIFT اعمال شد و نقاط کلیدی استخراج شدند، این نقاط کنار هم قرار می‌گیرند و با استفاده از خوشه بندی "k-means" خوشه بندی و یا اصطلاحاً کوانتیزه می‌شوند. مقدار k که بیانگر تعداد خوشه های هر کلاس

## تشخیص و بازشناسی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از روش مبتنی بر مکانیزم توجه و روش‌های طبقه‌بندی کلاسیک و...

بعد از به دست آوردن مناطق مستعد وجود علائم توسط جعبه ابزار saliency، علائم ترافیکی با صحت ۹۶/۷ درصد، از نواحی غیر علامت تفکیک و تشخیص داده شد.

### ۵-۲ نتایج به دست آمده برای مرحله بازشناسی

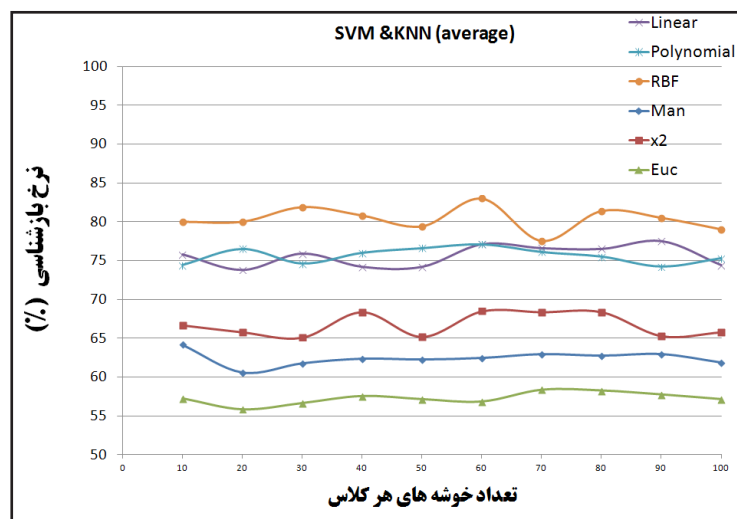
در مرحله بازشناسی، الگوریتم اشاره شده، روی بیش از ۴۰۰ تصویر مورد بررسی قرار گرفت که نتایج بعد از ۱۰ بار تکرار اجرای برنامه، با استفاده از روش K نزدیک ترین همسایگی و ماشین‌های بردار پشتیبان با توابع کرنل خطی<sup>۱</sup>، چند جمله‌های<sup>۱۱</sup> و RBF<sup>۱۲</sup>، برحسب تعداد خوشه‌های هر کلاس، در شکل (۳) و (۴) نشان داده شده است.

بیشترین مقدار میانگین نرخ بازشناسی در روش K نزدیک ترین همسایگی، در حالت کلی مربوط به معیار فاصله  $2x$  و برابر ۶۹ درصد است که در تعداد خوشه برابر ۶۰ رخ داده است. حداکثر مقدار بازشناسی در این روش، مربوط به معیار فاصله اقلیدسی و  $2x$  بوده و برابر ۹۰/۴ درصد است. در حالت کلی میانگین نتایج به دست آمده با استفاده از روش‌های پیشنهادی نشان می‌دهد که در روش K نزدیک ترین همسایگی، معیار فاصله  $2x$  نسبت به سایر معیارهای روش K نزدیک ترین همسایگی دارای

است، در ابتدا مقداردهی شده و قابل تغییر است. به این ترتیب، تمامی نقاط کلیدی استخراج شده از مجموعه تصاویر آموزش، در خوشه‌های مختلف هر کلاس قرار می‌گیرند. این روند برای همه تصاویر انجام گرفته و با شمارش تعداد نقاط کلیدی در خوشه‌های مختلف کلاس‌های مختلف، بین‌های هیستوگرام ایجاد و به این ترتیب هیستوگرام‌های مجموعه تست و آموزش به دست می‌آیند. در نهایت هیستوگرام‌های به دست آمده نرمال سازی می‌شوند تا برای طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گیرند. با مقایسه هیستوگرام‌های به دست آمده از علائم آموزش و تست می‌توان در مورد نوع علامت تصمیم‌گیری کرد. طبقه‌بندهای مورد استفاده در این مقاله، روش K نزدیک ترین همسایگی (KNN) و ماشین بردار پشتیبان است که طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان از نوع SVC-C نرم افزار LIBSVM است. برای انتخاب یک مدل بهینه از الگوریتم جستجوی گراف بهره گرفته می‌شود. [Chang and Lin, 2010, Ben-Hur and Weston, 2010]

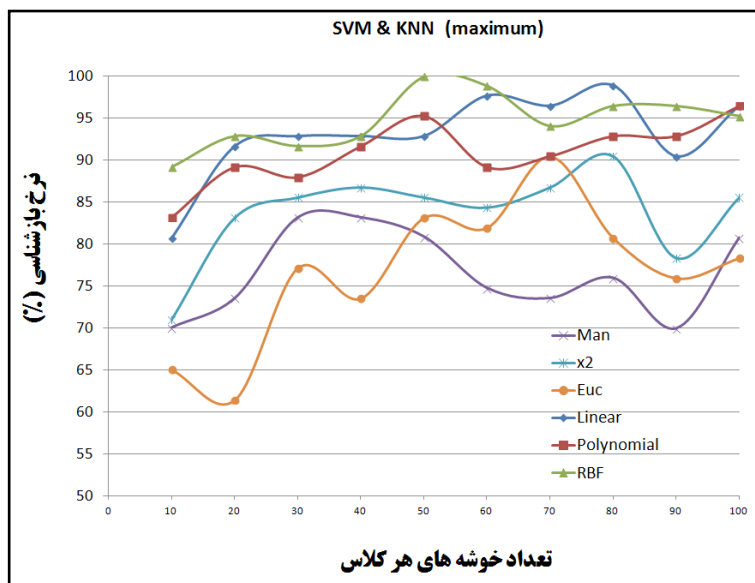
### ۵. نتایج و تحلیل آنها

#### ۵-۱ نتایج به دست آمده برای مرحله تشخیص



شکل ۳. میانگین نتایج به دست آمده با روش k نزدیک ترین همسایگی با پارامترهای مختلف و روش ماشین بردار پشتیبان با کرنل‌های مختلف برحسب تعداد خوشه‌های هر کلاس





شکل ۴. حداکثر نتایج به دست آمده با روش k نزدیک ترین همسایگی با پارامترهای مختلف و روش ماشین بردار پشتیبان با کرنل های مختلف بر حسب تعداد خوشه های هر کلاس

جدول ۱. ماتریس تلافی با روش ماشین بردار پشتیبان، تابع کرنل RBF، برای تعداد خوشه برابر ۶۰

	گرددش به راست ممنوع	رعایت حق تقدم	پارک مطلقاً ممنوع	سبقت ممنوع	محدودیت سرعت	ایست	ورود ممنوع
گرددش به راست ممنوع	۷۴/۷۹۶۷	۶/۵۰۴۱	۱/۶۲۶۰	۹/۷۵۶۱	۴/۸۷۸۰	۰	۲/۴۳۹۰
رعایت حق تقدم	۳/۱۷۴۶	۹۱/۲۶۹۸	۳/۱۷۴۶	۰	۰/۷۹۷۳	۱/۵۸۷۳	۰
پارک مطلقاً ممنوع	۰	۰/۹۸۰۴	۸۰/۳۹۲۲	۲/۹۴۱۲	۰/۹۸۰۴	۰/۹۸۰۴	۱۳/۷۲۵۵
سبقت ممنوع	۴/۹۰۲۰	۳/۹۲۱۶	۲/۹۴۱۲	۷۷/۴۵۱۰	۵/۸۸۲۴	۱/۹۶۰۸	۲/۹۴۱۲
محدودیت سرعت	۶/۸۶۲۷	۰	۶/۸۶۲۷	۹/۸۰۳۹	۶۹/۶۰۷۸	۱/۹۶۰۸	۴/۹۰۲۰
ایست	۰/۵۹۸۸	۰/۵۹۸۸	۶/۵۸۶۸	۳/۵۹۲۸	۱/۷۹۶۴	۷۹/۰۴۱۹	۷/۷۸۴۴
ورود ممنوع	۰/۹۲۵۹	۰/۹۲۵۹	۱۰/۱۸۵۲	۰	۱/۵۸۱۹	۱۲/۰۳۷۰	۷۴/۰۷۴۱



## تشخیص و بازشناسی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از روش مبتنی بر مکانیزم توجه و روش‌های طبقه‌بندی کلاسیک و...

مکانیزم توجه، علائم ترافیکی، مکانیابی و تشخیص داده شدند. با استفاده از روش استخراج ویژگی sift و خوشه‌بندی kmeans هیستوگرام‌های نشان‌دهنده بردار ویژگی برای هر یک از علائم‌ها به دست آمد. با مقایسه این هیستوگرام‌ها و روش‌های طبقه‌بندی  $k$ -نزدیک‌ترین همسایگی با معیارهای فاصله اقلیدسی، منهن  $x^2$  و نیز روش ماشین بردار پشتیبان، علائم طبقه‌بندی و بازشناسی شد. نتایج بدون اعمال روش‌های پیش پردازش اضافی برای تصاویر به دست آمد و نشان داد که علیرغم وجود تنوع در علائم بکار رفته در یک گروه، روش پیشنهادی دارای نرخ بازشناسی بالایی بوده و به دلیل استفاده از روش استخراج ویژگی sift، روش پیشنهادی، در برابر تغییر در اندازه و جهت مقاوم بوده و در برابر سایر تغییرات از قبیل تغییر در زاویه دید و روشنایی، تا حدودی مقاوم است. خطای به دست آمده نیز مربوط به تمیز نبودن تصویر برخی از علائم‌ها، کیفیت نامناسب برخی از تصاویر گرفته شده و بخصوص تنوع در علائم بکار رفته در یک گروه بوده است.

### ۷. پی‌نوشت‌ها

- 1- Detection
- 2- Recognition
- 3- Scale Invariant Feature Transform
- 4- K Nearest Neighbor (KNN)
- 5- Support Vector Machine (SVM)
- 6- Distance to Borders
- 7- Saliency
- 8- Winner-Take-All
- 9- Inhibition of Return
- 10- Linear
- 11- Polynomial
- 12- Radial Basis Function

نتیجه مطلوب‌تری است و بعد از آن، روش منهن دارای عملکرد مناسب‌تری بوده است، در صورتی که در حداکثر نتایج به دست آمده، به طور مطلق نمی‌توان در مورد برتری هر یک از معیارها قضاوت کرد. در روش ماشین بردار پشتیبان نیز روند میانگین نتایج به دست آمده برای هر یک از توابع کرنل، به وضوح قابل تفکیک از یکدیگر است، به طوری که برتری مطلق، متعلق به تابع کرنل RBF است، در حالی که حداکثر نتایج به دست آمده به ازای تعداد خوشه‌های مختلف، تنها متعلق به کرنل RBF نیست. روش ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با روش  $K$  نزدیک‌ترین همسایگی، دارای نرخ بازشناسی بیشتری است. بیشترین نرخ بازشناسی در روش ماشین بردار پشتیبان مربوط به تابع کرنل RBF است که دارای میانگین نرخ بازشناسی ۸۳ درصد است که در تعداد خوشه‌های برابر با ۶۰ رخ داده است. حداکثر مقدار نرخ بازشناسی نیز برابر ۱۰۰ است. در حالت کلی تابع کرنل RBF اولین انتخاب منطقی است. این کرنل می‌تواند داده‌هایی را که رفتار و برجسبشان غیرخطی است، به نحو مناسب‌تری طبقه‌بندی کند.

جدول (۱)، نشان‌دهنده ماتریس تلاقی است که نرخ بازشناسی هر یک از علائم‌ها را نشان می‌دهد. این جدول برای بالاترین میانگین نرخ بازشناسی به دست آمده (روش ماشین بردار پشتیبان با تابع کرنل RBF در تعداد خوشه برابر ۶۰) که در حالت کلی دارای بالاترین میانگین نرخ بازشناسی است.

زمان بازشناسی کل برای علائم‌های تست، ۸/۲۸۸ ثانیه و مدت زمان متوسط برای هر علامت ۰/۰۳۹۸ ثانیه به دست آمد که نشان‌دهنده کارایی روش برای کاربردهای بلادرنگ است.

### ۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله، روشی برای مکانیابی، تشخیص و بازشناسی علائم ترافیکی از نوع انتظامی ارائه شد. با استفاده از روشی مبتنی بر

Dalarna University, Sweden.

۸ . مراجع

- Hsien, J., Liou, Y. and Chen, S. (2006) "Road sign detection and recognition using hidden Markov model", Asian Journal of Health and Information Sciences, Vol. 1, No. 1, pp. 85-100.

- Hu, X., Zhu, X., Li, D. and Li, H. (2010) "Traffic sign recognition using scale invariant feature transform and SVM", A special joint symposium of ISPRS Technical Commission IV & AutoCar-to in conjunction with ASPRS/CaGIS Fall Specialty Conference November Orlando, Florida.

- Itti, L., Koch, C. and Niebur, E. (1998) "A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20 (11), pp.1254-1259.

- Itti, L. and Koch, C. (2001) "Computational modeling of visual attention", Nature Reviews Neuroscience, 2(3), pp.194-203.

- Lowe, D. G. (1999) "Object recognition from local scale-invariant features", Computer Science Department, University of British Columbia, Proc. of the International Conference on Computer Vision, Corfu, Sept.

- Alhwarin, F. and Wang, Ch. (2008) "Improved SIFT-features matching for object recognition", BCS International Academic Conference, Visions of Computer Science.

- Ben-Hur, A. and Weston, J. (2010) "A user's guide to support vector machines", Department of Computer Science, Colorado State University, NEC Labs America.

- Chang, Ch. and Lin, Ch. (2010) "LIBSVM: a library for support vector machines", Department of Computer Science, National Taiwan University.

- Fang, C.Y., Fuh, C. S., Yen, P. S., Cherng S. and Chen, S.W. (2004) "An automatic road sign recognition system based on a computational model of human recognition processing", Elsevier, Computer Vision and Image Understanding, No. 96 pp. 237-268.

- Fleyeh, H. (2008) "Traffic and road sign recognition", Ph.D Dissertation, Napier University.

- Fleyeh, H. and Dougherty, M. (2004) "Road and traffic sign detection and recognition", Advanced OR and AI Methods in Transportation,

تشخیص و بازشناسی علائم راهنمایی و رانندگی با استفاده از روش مبتنی بر مکانیزم توجه و روش‌های طبقه‌بندی کلاسیک و...

A thesis submitted to the School of Information Technology and Electrical Engineering, University Queensland for degree of Bachelor of Engineering.

- Saha, S. K., Chakraborty, D. and Bhuiyan, A. (2010) "Neural network based road sign recognition", International Journal of Computer Applications, Vol.50, No.10, July.

- Walther, D. (2006) "Interactions of visual attention and object recognition: Computational modeling, algorithms and psychophysics, thesis in partial fulfillment of the requirements, for the degree of doctor of philosophy, California Institute of Technology.

- Walther, D. (2010) "Saliency toolbox 2.2", WWW.SaliencyToolbox.net, Access Date 2012.

- Zhang, J. and Marszalek, M. (2007) "Local features and kernels for classification of texture and object categories: A comprehensive study", LEAR, INRIA Grenoble, LJK Beckman Institute, University of Illinois, USA.

- Lowe, D. G. (2001) "Local feature view clustering for 3D object recognition", Computer Science Department University of British Columbia, Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Kauai, Hawaii, December.

- Lowe, D. G. (2004) "Distinctive image features from scale-invariant key points", Computer Science Department, University of British Columbia, Accepted for publication in the International Journal of Computer Vision.

- Lafuente-Arroyo, S., Gil-Jimenez, P., Maldonado-Bascon, R., Lopez-Ferreras, F. and Maldonado-Bascon, S. (2005) "Traffic sign shape classification evaluation I: SVM using Distance to Borders", Depto. de Teoria de la Senaly Comunicaciones Universidad de Alcala Alcala de Henares, Madrid.

- Martinovic, A., Glavas, G., Juribasic, M., Sutic, D. and Kalafatic, Z. (2010) "Real-time detection and recognition of traffic signs", Faculty of Electrical Engineering and Computing, Unska, Zagreb.

- Northway, C. (2002) "Real-time traffic sign detection using hierarchical distance matching",

