یادگیری واژه نامه برای آشکارسازی محل پلاک خودرو

وحید ابوالقاسمی[1] سعیده فردوسی[2]

۱- استادیار- دانشکده مهندسی برق و رباتیک- دانشگاه صنعتی شاهرود- شاهرود- ایران
vabolghasemi@shahroodut.ac.ir

۲- استادیار- دانشکده مهندسی برق و رباتیک- دانشگاه صنعتی شاهرود- شاهرود- ایران
sferdowsi@shahroodut.ac.ir

چکیده: **شناسایی پلاک خودرو در تصاویر همواره یکی از چالشهای بزرگ در زمینه کنترل ترافیک و جرائم رانندگی می‌باشد. در این مقاله مساله آشکارسازی محل پلاک خودرو در تصاویر گرفته شده از خودروها در شرایط واقعی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. کیفیت پایین تصویر، فاصه زیاد بین دوربین و خودرو و شرایط نامساعد جوی از جمله حالاتی است که در تصاویر پایگاه داده مورد آنالیز قرار می‌گیرد. روش پیشنهادی در این مقاله بر اساس یادگیری واژه نامه‌های جداساز برای طبقه‌بندی محل پلاک از سایر نواحی تصویر عمل می‌کند. در این روش، دو واژه‌نامه مربوط به پلاک و غیرپلاک، با استفاده از تصاویر آموزشی ساخته شده و سپس در مرحله آزمایش برای آشکارسازی محل پلاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مرحله از الگوریتم پس از اجرای اعمال پیش‌پردازشی جهت ارتقاء کیفیت تصویر صورت می‌گیرد. استفاده از روشهای مبتنی بر نمایش تنک در روش پیشنهادی باعث افزایش صحت الگوریتم و بهبود نتایج قبلی ارائه شده در این زمینه می‌باشد.**

کلمات کلیدی: **آشکارسازی پلاک خودرو، طبقه‌بندی، نمایش تنک، یادگیری واژه‌نامه، ریخت‌شناسی.**

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۲۶
تاریخ پذیرش مشروط مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۶
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۲۱

نام نویسنده‌ی مسئول: دکتر وحید ابوالقاسمی
نشانی نویسنده‌ی مسئول: ایران – شاهرود – بلوار دانشگاه – پردیس مهندسی و فناوریهای نوین – دانشگاه صنعتی شاهرود – دانشکده‌ی برق

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol14 No.2 Summer 2017

۱- مقدمه

برای سالهای متمادی از نیروی انسانی برای مشاهده و ثبت جرائم راهنمایی و رانندگی استفاده می‌شد. با ورود تکنولوژیهای جدید تصویربرداری و همچنین ارائه روشهای متعدد در حوزه پردازش تصویر، بینایی کامپیوتر و هوش مصنوعی، گرایش به سمت روشهای تشخیص جرائم از طریق شناسایی خودکار پلاک وسیله نقلیه افزایش یافت. به طوری که امروزه تقریباً در بیشتر کشورهای دنیا در بسیاری از بزرگراهها و جاده ها از دوربینهای تصویر برداری استفاده می‌شود که تخلفات جاده‌ای را ثبت می‌نمایند. با این وجود، همچنان تحقیقات در زمینه افزایش صحت و کارایی این سیستمها در جریان است [۲,۱]. یک سیستم شناسایی پلاک خودرو از سه قسمت اصلی تشکیل شده است: آشکارسازی محل پلاک[۱]، جداسازی کاراکترها[۲] و بازشناسی کاراکترها[۳]. قسمت اول، یعنی آشکارسازی محل پلاک همواره به عنوان یکی از دشوارترین بخشهای چنین سیستمی نام برده می‌شود [۲]. دلیل این ادعا غیر قابل پیش‌بینی بودن شرایط تصویر برداری می‌باشد. مواردی از قبیل وضعیت آب وهوایی، میزان روشنایی محیط، زاویه و فاصله خودرو از دوربین و غیره، از جمله شرایط تعیین کننده در کیفیت تصویر اخذ شده می‌باشند. این دلایل منجر به مطالعات متعددی برای حداقل کردن خطای تشخیص پلاک در شرایط مختلف شده است.

استفاده از سیستمهای تشخیص خودکار پلاک خودرو علاوه بر ثبت جرائم رانندگی، در زمینه های متعدد دیگری نیزکاربرد دارد. کنترل تردد در ورودی و خروجی پارکینگهای شرکتها، موسسات و حتی منازل شخصی، اخذ عوارضی در ورودی بزرگراهها و اعمال محدودیتهای ترافیکی و ثبت آمار رفت و آمد خودروها از جمله کاربردهای دیگر چنین سیستمی است. موفقیت در همه این کاربردها نیازمند سخت افزار و نرم افزار مطمئن با ارائه صحت بالا در شرایط سخت تصویربرداری می‌باشد.

بسیاری از روشهای آشکارسازی محل پلاک پیشنهاد شده از سالهای قبل تاکنون از آشکارسازی لبه برای این منظور استفاده می کنند. دلیل استفاده از این ویژگی، بالا بودن تباین[۴] شدت روشنایی در محل پلاک بین کاراکترها و پس‌زمینه می باشد. عملگر سوبل[۵] یکی از روشهای کلاسیک استفاده شده در این زمینه می باشد [۳]. از آنجا که پلاک خودرو به شکل مستطیل با نسبت ابعاد مشخص می‌باشد، جستجوی همه اشکال مشابه در تصویر میتواند فضای قابل توجهی از جستجو در تصویر را کاهش دهد. در [۴] روشی ترکیبی با استفاده از اطلاعات آماری لبه و ریخت شناسی ارائه می‌شود تا محل پلاک خودروهایی که در بزرگراهها تردد می‌کنند مشخص شود. همچنین در تحقیقاتی دیگر، از شدید بودن تغییرات میزان روشنایی در محل پلاک نسبت به جاهای دیگر، لبه‌های موجود و عملگرهای ریخت شناسی برای آشکارسازی دقیق‌تر محل پلاک استفاده می‌شود [۵-۶]. تبدیل هاف[۶] به عنوان یکی دیگر از روشهای مرسوم به دلیل قابلیت تشخیص مرزهای افقی و عمودی محل پلاک در این زمینه استفاده شده است [۷]. به دلیل قوی بودن لبه های عمودی در اکثر کاراکترها ازجمله کاراکترهای فارسی، ترکیبی از این لبه ها و عملگرهای ریخت شناسی سطح خاکستری برای آشکارسازی محل پلاک در [۸] استفاده شده است. نویسنده های [۹] خطوط موجود در نگاشت لبه را پیدا کرده و پس از اعمال یک فرایند وزن دهی، نگاشت چگالی لبه ها را محاسبه می‌کنند تا نواحی کاندیدای پلاک را بیابند. اگرچه روشهای مبتنی بر لبه در اکثر موارد بسیار قابل اعتماد می‌باشند، اما وجود اشیاء با محتوای بافت شلوغ و شبیه با پلاک خودرو ممکن است الگوریتم را به خطا ببرد.

روشهای مبتنی بر اطلاعات رنگ [۱۰] نیز در کاربردهای مختلف از جمله آشکارسازی محل پلاک خودرو نتایج قابل قبولی ارائه داده اند. با توجه به اینکه رنگهای موجود در پلاک خودرو در کشورهای مختلف متفاوت است، روشهای ارائه شده نیز متفاوت می‌باشد [۱۲,۱۱]. برای مثال، نویسندگان [۱۴,۱۳] از یک تصویر آزمون برای مقایسه هر تصویر ورودی با طبقه بند مبتنی بر مدل رنگ پیشنهادی استفاده می کنند. سپس یکی از نواحی کاندیدای خروجی طبقه بند بعد از اعمال یک سری عملیات پس‌پردازش به عنوان محل نهایی پلاک انتخاب می شود. در تحقیقاتی دیگر، محدوده رنگی از روی تابع نگاشت تعیین و سپس نواحی محتمل پلاک علامت‌گذاری می‌شوند [۱۶,۱۵]. در [۱۷] ترتیب مشخصی از رنگ پلاک خودرو و رنگ کاراکترها برای تولید تصویر لبه استفاده می‌شود. سپس همسایگی پیکسلهایی که در محدوده مشخصی از رنگ پلاک قرار دارند بررسی و برخی از آنها به عنوان نواحی محتمل محل پلاک انتخاب می‌شوند. استفاده از یک تابع مشخصه برای تعیین رنگ هر پیکسل از تصویر در [۱۸] مورد توجه قرار گرفته است. ترتیبی از عملیات ریخت شناسی برای ادغام کردن پیکسلهایی که رنگی مشابه رنگ محل پلاک دارند اعمال می‌شود. سپس با بهره گیری از دانش قبلی درمورد محل نواحی کاندیدا، پلاک خودرو تشخیص داده می‌شود. در [۲۰,۱۹,۳] از الگوریتم شیفت میانگین برای تقطیع تصاویر رنگی به نواحی کاندیدا استفاده شده که به صورت تدریجی نواحی غیر محتمل پلاک خودرو از بین آنها حذف می‌شوند. ترکیبی از ویژگیهایی همچون شکل مستطیلی، نسبت ابعاد و چگالی لبه‌ها برای تعیین محل نهایی پلاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از روشی مبتنی بر منطق فازی در بازشناسایی رنگهای موجود در پلاک به منظور کاهش اثر تغییرات روشنایی در [۲۱] گزارش شده است. یکی از مهمترین مزایای استفاده از اطلاعات رنگ، قابلیت شناسایی پلاکهای مورب و تغییر شکل یافته است. با این حال، حساسیت نسبت به تغییرات شدت روشنایی یکی از معایب کار با رنگ بوده و منجر به نتایج ناردست می‌شود. بهترین شیوه استفاده از اطلاعات رنگ، ترکیب آن با سایر روشهای موجود برای افزایش کارایی الگوریتم می‌باشد.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]

Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers - Vol.14- No.2 Summer 2017

دسته دیگری از روشهای موجود در این زمینه از اطلاعات بافت برای آشکارسازی پلاک استفاده می‌کنند. به عنوان مثال در [۲۲] از شبکه عصبی به همراه توصیفگر کواریانس استفاده می‌شود. مهدوی نسب و همکاران [۲۳] از لبه یابی با کمک شبکه عصبی هاپفیلد برای آشکارسازی محل پلاک خودرو استفاده می‌کنند. در روشی دیگر، نگاشت روشنایی خاصی برای جداسازی کاراکترها روی پلاک خودرو پیشنهاد می‌شود. سپس با کمک یک پنجره لغزان ویژگیهایی از کاراکترهای جدا شده استخراج و نهایتاً محل پلاک تشخیص داده می شود [۲۴]. استفاده از ماشین بردار پشتیبان[۷] نیز یکی دیگر از روشهای طبقه بندی مرسوم در این زمینه است [۲۵]. آدابوست و یا ویژگیهای شبیه هار نیز از دیگر ابزارهای استفاده شده برای آشکارسازی محل پلاک می‌باشد [۲۶]. ترکیب آدابوست و ویژگیهای هار، طبقه‌بندهای آبشاری تولید می کند که برای استخراج محل پلاک مناسب هستند. در [۲۷] از همجوشی چند مرحله ای اطلاعات موجود در تصویر استفاده شده تا میزان خطای آشکارساز آدابوست کاهش یابد. سپس اطلاعات رنگ بررسی و نهایتاً آشکارساز ماشین بردار پشتیبان برای تشخیص محل پلاک بکار گرفته شده است.

سایر روشهای موجود عمدتاً ترکیبی از روشهای بیان شده و یا با استفاده از سایر تکنیکهای موجود در پردازش تصویر برای آشکارسازی دقیق‌تر محل پلاک می‌باشند. به عنوان مثال در [۲۸] ترکیبی از نواحی اکسترمال پایدار بیشینه[۸] و طبقه‌بندی بر اساس سیفت (SIFT) برای آشکارسازی محل پلاک استفاده می‌شود. همچنین در [۲۹] از مدلی با نام BoW که بر مبنای ویژگیهای محلی ثابت کار می‌کند برای آشکارسازی محل پلاک استفاده می‌کند. این مقاله از یک نوع طبقه بند مبتنی بر کلمات دیداری[۹] بهره می برد. بهارلو و همکاران [۳۰] روشی بر اساس آستانه‌گذاری پویا برای غلبه بر شرایط نوری نامناسب در تصاویر خودرو ارائه دادند. روشی دو مرحله‌ای براساس ویژگی نواحی به هم متصل[۱۰] در [۳۱] برای آشکارسازی محل پلاک ارائه شده است. این روش، به تفسیر اطلاعات شکل و موقعیت مکانی نواحی مختلف در تصویر کمک می‌کند.

یکی از روشهایی که در سالهای اخیر برای استخراج ویژگی، طبقه بندی و فشرده سازی مورد استفاده قرار گرفته است یادگیری واژه نامه[۱۱] نام دارد [۳۲]. این روش نوظهور عملکرد قابل قبولی را در کاربردهای مختلف از خود نشان داده است [۳۳-۳۶]. در یادگیری واژه نامه، از داده‌های آموزشی برای بدست آوردن ویژگیهایی استفاده می شود که نهایتاً از آنها می توان برای طبقه بندی داده‌های آزمایشی استفاده کرد. در [۳۷] از نمایش تنک برای بازشناسی کاراکترها در تصاویر پلاک تار استفاده شده است. در این مقاله برای هر کاراکتر یک واژه‌نامه از پیش تعیین شده در نظر گرفته می شود تا عملیات دکانولوشن کور و سپس بازشناسی ارقام صورت گیرد. با این حال، تحقیقاتی در این زمینه با استفاده از یادگیری واژه‌نامه برای آشکارسازی محل پلاک گزارش نشده است. در این مقاله ما از یادگیری واژه‌نامه برای آشکارسازی محل پلاک استفاده می کنیم. ابتدا برای مجموعه تصاویر آموزشی "پلاک" و "غیر پلاک" دو واژه‌نامه جداگانه ساخته می‌شود. سپس تصویر ورودی آموزشی با استفاده از این واژه‌نامه ها به نواحی پلاک و غیرپلاک تقسیم می‌شود. اگرچه یادگیری واژه‌نامه در زمینه های متعددی استفاده شده اند ولی در این مقاله نشان خواهیم داد که برای آشکارسازی محل پلاک نیز می توان از این روش استفاده کرد. در روش پیشنهادی ابتدا تصویر ورودی توسط روشهای پیشین پیش پردازش شده تا وضوح محل احتمالی پلاک افزایش یابد. سپس با اعمال یادگیری واژه‌نامه محل پلاک مشخص می‌شود.

در بخش بعد، الگوریتم یادگیری واژه‌نامه توصیف می‌شود. سپس در بخش ۳، مراحل روش پیشنهادی برای آشکارسازی محل پلاک با جزییات مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش ۴ مربوط به ارائه نتایج بوده و در بخش ۵ نتیجه گیری ارائه می‌شود.

۲- یادگیری واژه‌نامه

اولین قدم در بدست آوردن واژه‌نامه مطلوب، آماده‌سازی داده‌های آموزشی است. فرض کنید تعداد کافی تصاویر پلاک خودرو و تصاویر غیر پلاک جمع‌آوری شده است. تعدادی از این نمونه تصاویر در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. با توجه به اینکه ابعاد واژه‌نامه نمی‌تواند بسیار بزرگ باشد، این تصاویر مستقیماً قابل استفاده در الگوریتم نیستند. درعوض، قطعات کوچکی از تصویر (مثلا با ابعاد ۱۰×۱۰) را جدا کرده و پس از تبدیل آنها به بردار، به عنوان ورودی استفاده می کنیم. فرض کنید این بردارها را با y_i نمایش دهیم که پس از در کنار هم قرار گرفتن N بردار آموزشی، ماتریس Y تشکیل می‌شود. حال الگوریتم یادگیری واژه‌نامه بایستی قادر به تجزیه Y به صورت ترکیب خطی زیر باشد:

$$Y = DX + E \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، واژه نامه $D = \{d_k\}_{k=1}^{K} \in \mathbb{R}^{n\times K}$ دارای K اتم با طول n می‌باشد. ماتریس $X = \{x_i\}_{i=1}^{N}$ ضرایب تنک نامیده می شود و E خطای تخمین واژه‌نامه است. الگوریتم یادگیری واژه‌نامه بایستی قادر به حل مساله زیر باشد [۳۸]:

$$\min_{D,X} \|Y - DX\|_F^2 \quad s.t. \quad \|x_i\|_0 \le \tau \quad \forall i \in [1 \dots N]. \qquad (۲)$$

در رابطه فوق x_i بیانگر ستون i-ام، x^i نماینده i-امین سطر و x_{ij} نشان دهنده ij-امین درایه از ماتریس X می‌باشد. همچنین $\|.\|_F^2 = Tr(X^TX)$ می‌باشد که $Tr(.)$ بیانگر ردیاب[۱۲] و $(.)^T$ ترانهاده یک ماتریس نامیده می‌شود. علامت $\|.\|_0$ که نرم-صفر[۱۳] نام دارد، تعداد عناصر غیر صفر را شمرده و بنابراین میزان تنک بودن سیگنال را مشخص می‌کند. به علاوه، τ بیشترین تعداد عناصر غیر صفر مجاز x_i است که بایستی شرط مقابل را ارضا کند: $\tau << K$. در رابطه (۱)،

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]

Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol14 No.2 Summer 2017

هدف تجزیه داده های ورودی به ترکیب خطی از اتمهای واژه‌نامه (ویژگیها) است. در این فرایند، بایستی حداقل تعداد اتم مورد استفاده قرار گیرد یا به عبارت دیگر، ضرایب ماتریس X بایستی به صورت تنک بدست آیند. اکثر روشهای یادگیری واژه‌نامه برای حل (۱) از روشهای بهینه‌سازی تناوبی استفاده می‌کنند. بدین معنی که در هرمرحله از بهینه‌سازی، یکی از مجهولات مساله (X یا D) ثابت و دیگری متغیر فرض می‌شود.

یکی از روشهای مرسوم در این زمینه K-SVD[۱۴] نام دارد [۳۱]. این روش، نمونه بسط یافته خوشه بند K-means است که از تجزیه مقدار منفرد برای یادگیری واژه نامه استفاده می‌کند. K-SVD نیز مشابه سایر روشهای یادگیری واژه‌نامه شامل دو مرحله بازسازی ضرایب تنک و به‌روز کردن اتمهای واژه‌نامه است. مرحله بازسازی ضرایب تنک عمدتاً با استفاده از روشهایی همچون OMP [۳۸] و یا FOCUSS [۳۹] صورت می‌گیرد. نوآوری K-SVD در بخش مربوط به محاسبه اتمهای واژه‌نامه است که در اینجا به توضیح آن می پردازیم. فرض کنید d_l نماینده l-امین ستون D باشد، هدف به‌روز رسانی این بردار ستونی است به طوریکه مقدار $\|Y - DX\|_F^2$ حداقل گردد. برای این منظور DX به صورت حاصلجمع m عبارت حاصلضرب به صورت زیر نوشته می شود تا خطای ناشی از همه اتمها به غیر از اتم l-ام مورد بررسی قرار گیرد:

$$\|Y - DX\|_F^2 = \left\|X - \sum_{j=1}^{m} d_j x^j\right\|_F^2 = \left\|\left(X - \sum_{j\neq l}^{m} d_j x^j\right) - d_l x^l\right\|_F^2 = \left\|E_l - d_l x^l\right\|_F^2 \quad (۳)$$

در رابطه فوق، E_l با احتساب همه ستونهای D و همه سطرهای X به غیر از عناصر l-ام بدست می‌آید و باقیمانده نامیده می‌شود. ایده K-SVD اعمال تجزیه مقدار منفرد بر روی E_l و پیدا کردن بهترین تقریب برای مقادیر d_l و x^l با هدف حداقل کردن خطای بازسازی یعنی $\|Y - DX\|_F^2$ می‌باشد. توجه به این نکته که اعمال تجزیه مقادیر منفرد نباید تنک بودن x^l را از بین ببرد باعث شد تا نویسندگان [۳۲] روشی متفاوت برای این منظور پیشنهاد دهند. ابتدا زیر مجموعه ای از E_l که شامل ضرایب غیر صفر x^l می‌باشد جدا شده که $\widetilde{E}_l$ نامیده می‌شود. این ماتریس خطای جدید با انتخاب داده‌های آموزشی که فقط با در نظر گرفتن ضرایب غیر صفر x^l ساخته می‌شوند و در ماتریس Ω_l جای می‌گیرند، ساخته می‌شود: $\widetilde{E}_l = E_l\Omega_l$. همه عناصر ماتریس Ω_l به غیر از درایه‌هایی که مقادیر متناظر آنها در x^l غیر صفر است، صفر می باشد. این تعبیر برای $\tilde{x}^l = x^l\Omega_l$ و همچنین $\widetilde{Y} = Y\Omega_l$ نیز صادق است. حال با توجه به توضیحات داده شده معادله (۳) به شکل زیر تغییر می‌کند:

$$\left\|E_l\Omega_l - d_l x^l\Omega_l\right\|_F^2 = \left\|\widetilde{E}_l - d_l\tilde{x}^l\right\|_F^2 \quad (۴)$$

برای حداقل کردن رابطه فوق، ابتدا $\widetilde{E}_l$ به صورت مقابل تجزیه می شود: $\widetilde{E}_l = U\Lambda V^T$. سپس به‌منظور به‌روز رسانی ستون l-ام واژه‌نامه، قرار می دهیم $d_l = u_1$، که u_1 اولین ستون U است. همچنین، بردار سطری $\tilde{x}^l$ با $v_1\lambda_{11}$ جایگزین می‌شود، که v_1 اولین ستون V و λ_{11} اولین درایه از ماتریس قطری Λ می‌باشد. بارزترین مزایای این روش این است که اولاً ستون های D نرمالیزه می‌مانند و ثانیاً تعداد عناصر غیر صفر X یا بدون تغییر می‌ماند و یا کمتر می‌شود.

مراحل عنوان شده در بالا هم ستون‌های واژه نامه و هم عناصر غیر صفر X را به‌روز می کند که پس از تکرار در چندین مرحله نهایتاً منجر به حداقل‌سازی رابطه (۲) می‌شود. مراحل مختلف الگوریتم K-SVD در [۳۲] قابل مشاهده است.

۳- روش پیشنهادی

در این بخش از مقاله، روش پیشنهادی و چگونگی استفاده از یادگیری واژه‌نامه برای آشکارسازی محل پلاک را شرح خواهیم داد. به منظور ساخت واژه‌نامه مناسب لازم است ابتدا تعدادی تصاویر "پلاک" و "غیرپلاک" به صورت دستی جدا شده و برای هرکدام از این مجموعه‌ها یک واژه‌نامه مجزا (D_p برای پلاک و D_{np} برای غیرپلاک) آموزش داده شود. تعدادی از تصاویر این دو مجموعه در شکل ۱ نشان داده شده است. بیان این نکته ضروری است که تصاویر ابتدا به صورت بلوکهایی همپوشان از تصاویر جدا شده، سپس به بردار تبدیل شده و نهایتاً در ستونهای ماتریس Y جای می‌گیرند. بعد از این مرحله، الگوریتم K-SVD روی آنها اعمال می‌شود تا واژه نامه مربوطه ساخته شود.



شکل(۱): تعدادی تصاویر پلاک و غیر پلاک

در مرحله آزمایش، یعنی آشکارسازی محل پلاک از روی تصویر ورودی، ابتدا پیش‌پردازشهای لازم به منظور ارتقای کیفیت تصویر و افزایش دقت آشکارسازی محل پلاک صورت می‌گیرد. سپس از واژه نامه های بدست آمده در این قسمت برای انتخاب کاندیدای محل پلاک استفاده می‌شود. در ادامه، جزئیات این مراحل شرح داده می‌شود.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers - Vol.14- No.2 Summer 2017

۳-۱- ارتقاء کیفیت تصویر

بدیهی است که کاراکترهای موجود در محل پلاک از تباین روشنایی نسبتاً بالایی برخوردار بوده و همچنین دارای لبه‌های عمودی قوی (در مقایسه با لبه های افقی) می‌باشند. به همین دلیل به نظر می رسد نواحی که چگالی لبه های عمودی در آنها بالاست، به احتمال زیاد کاندیدای محل پلاک هستند. بنابراین می‌توان از این ویژگی برای ارتقای کیفیت تصویر به‌صورت محلی استفاده کرد. طبیعتاً این روش، نسبت به روشهای عمومی که تمام تصویر را بدون در نظر گرفتن محتوای آن پردازش می‌کنند برتری دارد.

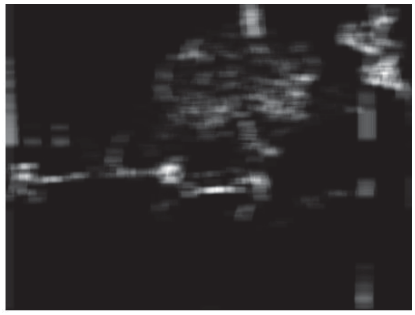
در این روش ابتدا با استفاده از عملگر عمودی سوبل، نقشه لبه های عمودی استخراج و سپس یک فیلتر دو بعدی گوسی با تصویر لبه کانوالو می‌شود. خروجی، تصویری مات خواهد بود که نواحی شبه پلاک در آن دارای روشنایی بیشتری است [۳]. نمونه ای از اعمال این روش در شکل ۲ آمده است.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل (۲): الف) تصویر ورودی ب) نقشه لبه های عمودی، ج) حاصل اعمال فیلتر گوسی برروی لبه های عمودی

حال باید از تصویر ایجاد شده به عنوان معیاری برای ارتقاء کیفیت محلی تصویر اصلی استفاده کرد. برای این منظور از تابع زیر استفاده می‌شود [۳]:

$$f\left(\rho_{w_{ij}}\right)=\begin{cases}\dfrac{\beta}{(\beta-1)/\rho_0{}^2\left(\rho_{w_{ij}}-\rho_0\right)^2+1} & \text{if } 0\le\rho_{w_{ij}}<\rho_0\\ \dfrac{\beta}{(\beta-1)/(0.5-\rho_0)^2\left(\rho_{w_{ij}}-\rho_0\right)^2+1} & \text{if } \rho_0\le\rho_{w_{ij}}<1\\ 1 & \text{if } 1\le\rho_{w_{ij}}\end{cases} \quad (۵)$$

در تابع فوق، $\rho_{w_{ij}}$ بیانگر چگالی لبه حول پنجره W در مختصات ij-ام، ρ_0 نشان دهنده مقدار چگالی مرجع و β پارامتر مربوط به نرمال سازی تابع است. β ضریب ثابت بوده و ρ_0 چگالی لبه مرجع است که در این مقاله $\rho_0=0.15$ انتخاب شده است. این مقادیر به صورت تجربی و بر اساس آزمایشات انتخاب می‌شوند. تابع (۵) به صورت زیر به تصویر ورودی اعمال می‌شود تا نواحی مورد نظر ارتقاء یابند:

$$I'_{ij}=f\left(\rho_{w_{ij}}\right)\left(I_{ij}-\bar{I}_{w_{ij}}\right)+\bar{I}_{w_{ij}} \quad (۶)$$

در رابطه فوق، I_{ij} و I'_{ij} به ترتیب تصویر ورودی و خروجی هستند و $\bar{I}_{w_{ij}}$ بیانگر میانگین شدت روشنایی پیکسلهای احاطه شده توسط پنجره W می‌باشد. اعمال رابطه (۶) روی تصویر اصلی باعث افزایش تباین روشنایی محلی پیکسلها در نواحی می شود که احتمال وجود پلاک بالاست. معیار این تشخیص، اندازه گیری چگالی لبه های محلی است که توسط رابطه (۵) صورت می‌گیرد.

۳-۲- فیلتر تطابق

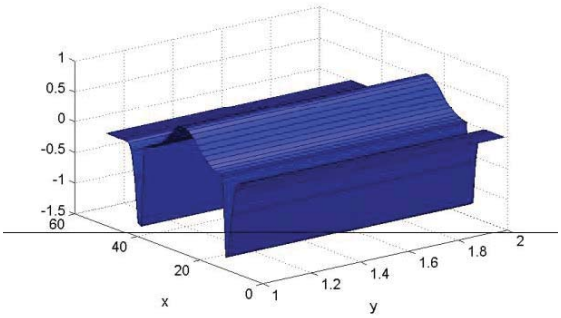
پس از اعمال روش فوق روی تصویر اصلی، در این مرحله مجدداً نقشه لبه های عمودی تصویر را ایجاد می‌کنیم. تفاوت این مرحله با مرحله قبل این است که نواحی محل پلاک لبه‌های بسیاری قویتری از قبل را ایجاد می‌کند. در ضمن به منظور اطمینان از باقی ماندن همه نواحی پلاک در تصویر، مقدار آستانه پایین در نظر گرفته می‌شود. سپس، همانند مرحله قبل با اعمال یک فیلتر گوسی روی نقشه لبه‌های عمودی، تصویر را مات می‌کنیم. حال با توجه به این خصوصیت که در بسیاری از موارد، نواحی بالا و پایین پلاک خودرو عاری از لبه‌های عمودی است فیلتری تطابقی به صورت زیر تعریف می‌شود [۳]. رویه‌ی این فیلتر در شکل ۳ آمده است. لازم به توضیح است که این رویه، بیانگر شکل فیلتر در حوزه مکان می‌باشد و با ترکیب سه رویه گوسی ساخته شده است. همانطور که از شکل ۳ مشخص است، این فیلتر نواحی از تصویر را که شبیه محدوده پلاک باشد تقویت و سایر نواحی را تضعیف می‌کند. نتیجه اعمال چنین فیلتری روی تصویر چگالی لبه های مات شده، یک تصویر با تقویت بسیار زیاد لبه در ناحیه پلاک و تضعیف شدید در سایر نواحی است. مزیت این تصویر این است که با اعمال یک آستانه می‌توان بسیاری از نواحی غیرپلاک را حذف نمود و

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]

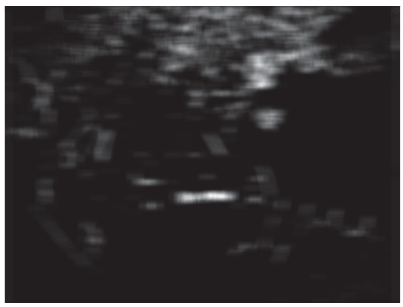
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol14 No.2 Summer 2017

فقط تعداد محدودی کاندیدای شبه پلاک را باقی گذاشت. نمونه‌ای از اعمال این فیلتر روی تصویر مربوط به چگالی لبه‌ها در شکل ۴ آمده



است.

شکل (۳): رویه فیلتر تطابقی

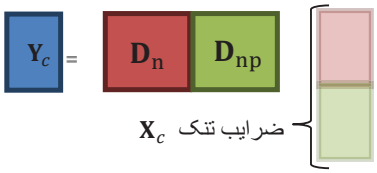


شکل (۴): نتیجه اعمال فیلتر تطابقی

۳-۳- طبقه بندی نواحی پلاک و غیر پلاک

حال که تعدادی ناحیه کاندیدای پلاک باقی مانده، می‌توان از دو واژه نامه‌ای که قبلا در مرحله آموزش بدست آمده‌اند برای حذف غیر پلاکها استفاده کرد. قبل از توضیح این روش، توجه به این نکته ضروری است که وسعت نواحی مشخص شده در مرحله قبل ممکن است بسیار کم یا زیاد باشد. به منظور همسان سازی اندازه همه نواحی کاندیدا و جلوگیری از عدم پوشش برخی کاراکترهای موجود در صفحه پلاک، همه نواحی کاندیدا بسته به وسعت فعلی‌شان به ابعاد بزرگتری گسترش می‌یابند. به عبارت دیگر، همه نواحی کاندیدا با ابعاد مشابه و پیش فرضی (مثلا ۹۰×۳۰) از روی تصویر اصلی بریده می‌شوند. به این ترتیب اطمینان حاصل می‌شود که همه کاندیداهای پلاک ابعاد مشخصی دارند. یکی از مهمترین مزایایی روش پیشنهادی برای جداسازی پلاک و غیرپلاکها عدم حساسیت به اندازه و چرخش پلاک می‌باشد. حال آنکه بسیاری از روشهای پیشین تحت چنین شرایطی دچار خطا می‌شوند.

نواحی کاندیدا مشابه طریقی که در بخش دوم عنوان شد به بردارهایی تبدیل شده و در ماتریس Y قرار داده می‌شوند. به عبارت دقیقتر، به ازای هر ناحیه کاندیدا، بلوکهایی متشکل از ۱۰۰ پیکسل با اندازه ۱۰×۱۰ جدا شده و پس از تبدیل به بردار، در کنار هم قرار گرفته تا ماتریس Y ساخته شود. لازم به ذکر است که انتخاب بلوکها با همپوشانی صورت می‌گیرد. توضیح اینکه، با فرض وجود C ناحیه کاندیدا، به ازای هر ناحیه، یک ماتریس مجزا تشکیل داده می‌شود: $\{Y_1, Y_2, \dots Y_c, \dots Y_C\}$. برای آشکارسازی پلاک و یا غیر پلاک بودن هر کدام از این ماتریس ها روش زیر پیشنهاد می‌شود. ابتدا هر دو واژه نامه پلاک و غیرپلاک را درکنار هم قرار داده و ماتریس $D = [D_n\ D_{np}]$ را می‌سازیم. لازم به ذکر است که واژه‌نامه D_n از روی تصاویر "فقط پلاک" و واژه نامه D_{np} از روی تصاویر "فقط غیر پلاک" و با روش بیان شده در ابتدای بخش ۳ ساخته می‌شوند. هدف در روش پیشنهادی ارائه یک قانون طبقه بندی است که مدل نشان داده شده در شکل ۵ در آن صدق کند.



شکل (۵): مدل واژه نامه جداساز

مدل نشان داده شده در شکل ۵ باید برای همه کاندیداها اعمال شود تا ضرایب تنک متناظر، یعنی X_c با حل رابطه زیر بدست آیند:

$$\min_{X_c} \|Y_c - DX_c\|_F^2 \quad \text{s.t.} \quad \|x_{ci}\|_0 \le \tau \qquad \forall i \in [1 \dots N]. \quad (۷)$$

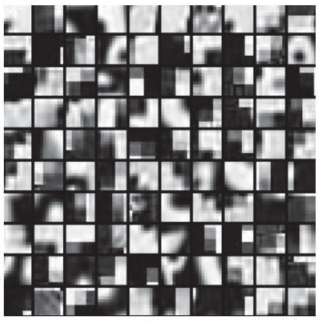
همانطور که در بخش ۲ نیز بیان شد، هریک از روشهای مرسوم بازسازی داده های تنک (نظیر OMP) را می‌توان برای حل معادله (۷) استفاده کرد. پس از بدست آوردن ضرایب تنک X_c، عملگر $g_i(.)$ معرفی می‌شود. این عملگر، ضرایب متناظر با کلاس i-ام را انتخاب کرده و سایر ضرایب را صفر می‌کند. توضیح اینکه، در اینجا تنها دو کلاس پلاک و غیرپلاک وجود دارد. به عنوان مثال، $g_p(X_c)$ ماتریسی خواهد بود که با صفر کردن همه عناصر متناظر با واژه نامه غیر پلاک (نیمه پایینی X_c در شکل ۷) بدست می‌آید. به طور مشابه $g_{np}(X_c)$، ماتریسی است که با صفر کردن همه عناصر متناظر با واژه نامه پلاک (نیمه بالایی X_c در شکل ۷) بدست می‌آید. بنابراین، خطای باقیمانده برای کلاس‌های پلاک و غیر پلاک به صورت زیر قابل محاسبه خواهند بود:

$$r_p(Y_c) = \|Y_c - Dg_p(X_c)\|_F^2$$
$$r_{np}(Y_c) = \|Y_c - Dg_{np}(X_c)\|_F^2 \quad (۸)$$

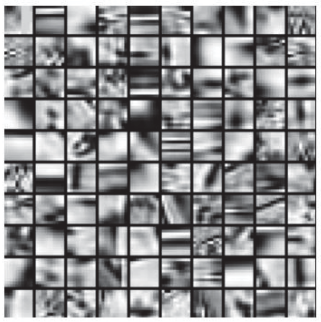
واضح است که پس از اعمال فرایند فوق برای همه کاندیداها، مقدار باقیمانده‌ای که کمتر باشد کلاس کاندیدای مذکور را مشخص خواهد کرد. به عنوان مثال، در صورتی که $r_p < r_{np}$ کلاس پلاک انتخاب می‌شود. نمونه‌ای از واژه نامه های پلاک و غیرپلاک در شکل ۸ آمده است. همانطور که از شکل ۶ الف مشخص است، فرایند یادگیری واژه‌نامه که از بلوکهای تصاویر پلاکهایی با مقیاس‌های متفاوت و همراه

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers - Vol.14- No.2 Summer 2017

با چرخش به عنوان ورودی استفاده می‌کند قادر است ویژگیهای مختلفی از آنها را استخراج کند. بنابراین انتظار می‌رود، در مرحله آزمایش بتوان محل پلاک را به‌خوبی بازنمایی کرد.



(الف) پلاک



(ب) غیر پلاک

شکل ۶: نمونه ای از واژه نامه های مربوط به پلاک و غیر پلاک

۴-۳- استخراج دقیق محدوده پلاک

پس از مشخص شدن ناحیه پلاک، لازم است که محدوده دقیق آن مشخص و حاشیه های اضافی آن حذف گردد. یکی از بهترین ابزارها برای این منظور، عملگرهای ریخت شناسی[۱۵] است [۴۰]. این عملگرها به صورت ماسکهایی با ابعاد مختلف مقدار روشنایی یک پیکسل را با در نظر گرفتن روشنایی همسایگی ها تغییر می دهند. با توجه به اینکه پلاک خودرو شامل کاراکترهایی است که دارای لبه های عمودی نسبتاً منظم می‌باشند، استفاده از عملگر بستن[۱۶] روی تصویر لبه، ناحیه متصل مستطیلی شکلی ایجاد می کند. برای این منظور، از یک عملگر با ساختار مستطیلی شکل استفاده می‌شود. نمونه‌ای از نتایج مراحل مختلف در شکل ۷ آمده است.



(ج) (ب) (الف)

شکل (۷): الف) تصویر لبه‌های ناحیه انتخاب شده. ب) بعد از اعمال عملگر بستن ج) ناحیه متناظر در تصویر اصلی

۴- آزمایشات

در این بخش از مقاله به ارزیابی عملکرد الگوریتم پیشنهادی و مقایسه با برخی از روشهای موجود می‌پردازیم. برای این منظور از پایگاههای داده استفاده شده در [۳] استفاده می‌کنیم. دو مجموعه I و II از تصاویر خودرودر شرایط مختلف روشنایی و محیطی در درسترس است. در مجموعه I، تصاویر با شرایط نوری و محیطی کاملاً نامحدود قرار دارند و در مجموعه II، فاصله و زاویه دوربین از محل پلاک خودرو برای هر تصویر مشخص است. دوربین در این تصاویر در فواصل ۱ تا ۶ متر و زوایای ۱۰ تا ۴۰ درجه قرار دارد. در مجموع حدود ۱۰۰۰ تصویر با ابعاد ۴۸۰×۶۴۰ در دسترس است.

نتایج مقایسه عملکرد الگوریتم پیشنهادی با سه روش ارائه شده در [۴۳,۴۲,۳] برای هر دو پایگاه داده در جداول ۱ و ۲ آمده است. روش ارائه شده در [۴۲] از تغییرات محلی در پلاک خودرو برای ارتقای کیفیت تصویر قبل از اعمال آشکارسازی پلاک استفاده می‌کند که باعث افزایش کارایی الگوریتم می‌شود. در [۳]، که نمونه بهبود یافته و تکامل یافته [۴۳] برای پلاکهای فارسی می‌باشد از یک فیلتر تطبیق برای جداسازی محل پلاک استفاده شده است. نویسندگان [۴۳] ابتدا از یک ماسک در حوزه فرکانس برای کاهش اثر عوامل محیطی از جمله باران، مه و غیره استفاده می‌کنند. سپس تباین روشنایی را افزایش می‌دهند و پس از اعمال تبدیل هاف و استفاده از آنتروپی تصویر، کاندیدای محل پلاک تشخیص داده می‌شود. همانطور که از روی جداول ۱ و ۲ مشخص است درصد آشکارسازی پلاک در روش پیشنهادی برای تصاویر هر دو پایگاه داده افزایش یافته است. البته در مورد تصاویر پایگاه داده II با افزایش فاصله و زاویه دوربین از محل پلاک، صحت الگوریتم کاهش می‌یابد که همچنان از سه روش قبلی بهتر است. در این جداول، سه ستون درصد موفقیت آورده شده است. "صحیح" مربوط به نتایجی است که محل پلاک و ناحیه محصور به طور کامل تشخیص داده شده است، "جزیی" مواردی است که بخشی از محل پلاک آشکارسازی شده و "نادرست" مربوط به عدم آشکارسازی محل پلاک است.

جدول (۱): درصد موفقیت روی پایگاه داده I

روش	صحت (٪)		
	صحیح	جزیی	نادرست
مرجع [۳]	۹۲/۸	۲/۴	۴/۸
مرجع [۴۲]	۸۳/۲	۶/۴	۱۲/۲
مرجع [۴۳]	۹۳/۴	۴/۱	۲/۵
پیشنهادی	۹۵/۱	۳/۵	۱/۴

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]

Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol14 No.2 Summer 2017

جدول (۲): درصد موفقیت روی پایگاه داده II

روش	زاویه (درجه)	فاصله (متر)	صحت (٪)		
			صحیح	جزیی	نادرست
مرجع [۳]	۰	۱-۲	۹۴/۲	۱/۴	۴/۴
		۴-۲	۹۰/۵	۲/۳	۷/۲
		۶-۴	۸۳/۴	۱/۸	۱۴/۸
	۱۰-۲۰	۱-۲	۸۳/۹	۲/۲	۱۳/۹
		۴-۲	۷۵/۱	۳/۰	۲۱/۹
		۶-۴	۶۱/۹	۱/۶	۳۶/۵
	۳۰-۴۰	۱-۲	۸۹/۴	۳/۲	۷/۴
		۴-۲	۷۶/۶	۲/۹	۱۴/۲
		۶-۴	۵۷/۴	۱/۳	۴۱/۳
مرجع [۴۲]	۰	۱-۲	۸۳/۲	۲/۵	۱۴/۳
		۴-۲	۷۹/۳	۳/۸	۱۶/۹
		۶-۴	۶۲/۱	۴/۳	۳۳/۶
	۱۰-۲۰	۱-۲	۸۰/۶	۱/۸	۱۷/۶
		۴-۲	۷۴/۷	۲/۷	۲۲/۶
		۶-۴	۵۸/۹	۴/۱	۳۷/۰
	۳۰-۴۰	۱-۲	۷۶/۵	۲/۹	۲۰/۶
		۴-۲	۷۰/۳	۱/۵	۲۸/۲
		۶-۴	۵۱/۸	۰/۹	۴۷/۳
مرجع [۴۳]	۰	۱-۲	۹۷/۵	۲/۱	۰/۴
		۴-۲	۹۱/۱	۴/۳	۴/۶
		۶-۴	۸۳/۸	۹/۴	۶/۸
	۱۰-۲۰	۱-۲	۹۰/۴	۲/۲	۷/۴
		۴-۲	۷۹/۶	۱۴/۳	۶/۱
		۶-۴	۶۸/۰	۱۲/۸	۱۹/۲
	۳۰-۴۰	۱-۲	۹۰/۳	۴/۱	۵/۶
		۴-۲	۷۱/۷	۹/۴	۱۸/۹
		۶-۴	۶۲/۶	۱۰/۵	۲۶/۹
پیشنهادی	۰	۱-۲	۹۸/۷	۱/۲	۰/۱
		۴-۲	۹۲/۳	۴/۶	۳/۱
		۶-۴	۸۵/۱	۳/۱	۱۱/۸
	۱۰-۲۰	۱-۲	۹۳/۵	۱/۱	۵/۴
		۴-۲	۸۱/۳	۲/۹	۱۵/۸
		۶-۴	۶۹/۲	۱/۷	۲۹/۱
	۳۰-۴۰	۱-۲	۹۱/۱	۳/۵	۵/۴
		۴-۲	۷۶/۰	۴/۳	۱۹/۷
		۶-۴	۶۶/۳	۲/۹	۳۰/۸

در شکل ۸ تعدادی از نتایج الگوریتم پیشنهادی آورده شده است. همانطور که از این تصاویر مشخص است الگوریتم پیشنهادی به شکل مناسبی در حالات مختلف، محل پلاک را تشخیص داده است. البته نمونه‌ای از نتیجه خطای الگوریتم نیز آورده شده است که می‌تواند ناشی از شرایط نوری بسیار نامناسب باشد. همانطور که در شکل ۸ (چهارمین تصویر) می بینید استفاده از روش یادگیری واژه‌نامه کمک می‌کند که نواحی متنی که بافت متفاوتی از محل پلاک دارند به عنوان پس زمینه تشخیص داده شوند در حالی که الگوریتمهای قبلی این ویژگی را ندارند.



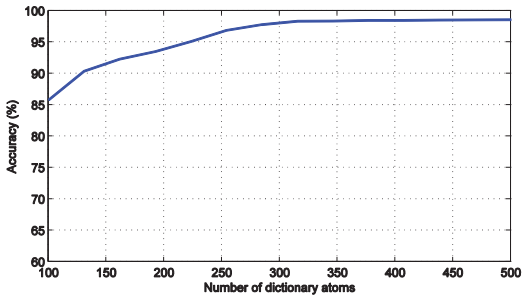
شکل (۸): تعدادی از نتایج آشکارسازی محل پلاک خودرو با استفاده از روش پیشنهادی

در آزمایش بعدی، میزان صحت الگوریتم برحسب تعداد اتمهای انتخابی واژه‌نامه (یا همان K) بررسی می‌شود. شکل ۹ نمودار مربوط به این تغییرات را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود برای $K \geqslant 280$ صحت الگوریتم تقریباً مقدار ثابتی (در حداکثر) می‌ماند. بنابراین انتخاب $K = 280$ برای الگوریتم پیشنهادی مناسب است. از طرفی، انتخاب K های بزرگتر از این مقدار توصیه نمی‌شود زیرا هرچه تعداد اتمهای انتخابی بیشتر باشد، سرعت اجرای الگوریتم کاهش می یابد. لازم به ذکر است که در این آزمایش ابعاد بلوکهای تصویر ۱۰×۱۰ (معادل با $n = 100$) می باشد.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

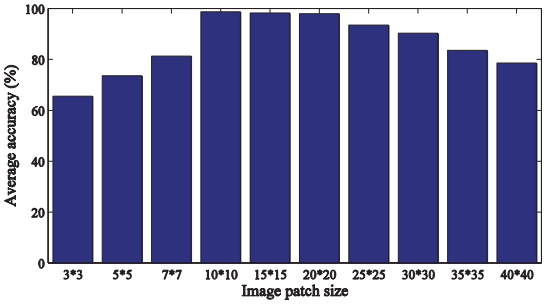
[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]

Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers - Vol.14- No.2 Summer 2017



شکل (۹): صحت الگوریتم برحسب تعداد اتمهای واژه‌نامه

همچنین به منظور بررسی عملکرد روش پیشنهادی به ازای تغییرات اندازه بلوکهای تصویر، آزمایش دیگری ترتیب داده شد. میانگین صحت الگوریتم برحسب این ابعاد در شکل ۱۰ داده شده است. لازم به توضیح است که در این آزمایش تعداد اتمهای واژه‌نامه ثابت و برابر ۲۸۰ در نظر گرفته شده (طبق نتایج آزمایش قبل). همانطور که از شکل ۱۰ مشخص است بهترین نتایج برای ابعاد ۱۰×۱۰ تا ۲۰×۲۰ حاصل می‌شود. با توجه به اینکه افزایش ابعاد بلوکهای تصویر، سرعت مرحله یادگیری واژه‌نامه را کاهش می‌دهد، بهترین ابعاد انتخابی ۱۰×۱۰ می‌باشد.



شکل (۱۰): عملکرد الگوریتم برحسب ابعاد بلوکهای تصویر

نهایتاً، میانگین زمان اجرای الگوریتم برای روشهای مختلف روی تصاویری با ابعاد ۴۸۰×۶۴۰ در شرایط یکسان با استفاده از یک رایانه Core i7 6GB در جدول۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است تمامی الگوریتمها در بستر نرم افزار MATLAB R2014a نوشته و اجرا شدند.

جدول (۳): سرعت اجرای الگوریتمهای مختلف در شرایط مشابه

روش	زمان (ثانیه)
مرجع [۳]	۰/۹۳
مرجع [۴۲]	۱/۰۴
مرجع [۴۳]	۰/۶۷
پیشنهادی	۱/۲۳

همانطور که از جدول مشاهده می‌شود در روش پیشنهادی به دلیل وجود بخش مربوط به آزمایش واژه‌نامه، زمان اجرای الگوریتم بیشتر است. البته توجه به این نکته ضروری است که زمان اضافه شده مربوط به مرحله آزمایش است، زیرا مرحله آموزش واژه‌نامه فقط یکبار صورت می‌گیرد و در محاسبه زمانهای این جدول در نظر گرفته نشده است. روش [۴۳] سریع‌ترین روش در بین سایر روشهاست.

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله روشی مبتنی بر یادگیری واژه‌نامه برای تشخیص محل پلاک خودرو ارائه شد. مرحله تشخیص محل پلاک در سامانه های کنترل ترافیک همواره یکی از مهمترین بخشهاست که با چالشهایی همراه است. در روش پیشنهادی ابتدا دو واژه نامه پلاک و غیر پلاک آموزش داده می‌شوند. پس از اعمال مراحل پیش‌پردازشی و آشکارسازی تعدادی ناحیه کاندیدای پلاک، از واژه نامه‌های آموزش دیده برای انتخاب نهایی کاندیدای پلاک استفاده می‌شود. نتایج بدست آمده حاکی از عملکرد قابل قبول روش پیشنهادی حتی در شرایط دشوار محیط می‌باشد. البته زمان اجرای الگوریتم پیشنهادی همچنان نسبت به سایر روشها بیشتر است. به عنوان کار آتی، تحقیقاتی به منظور ارائه روش یادگیری واژه‌نامه سریع یا برخط و افزایش سرعت سیستم تشخیص پلاک صورت خواهد گرفت.

مراجع

[1] C. Gou, K. Wang, Y. Yao, Z. Li, “Vehicle License Plate Recognition Based on Extremal Regions and Restricted Boltzmann Machines”, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, no. 99, pp. 1-12, 2015.

[2] C. N. E. Anagnostopoulos, “License Plate Recognition: A Brief Tutorial”, IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, vol. 6, no. 1, pp. 59-67, 2014.

[3] V. Abolghasemi, A. Ahmadyfard, “An edge-based color-aided method for license plate detection”, Image and Vision Computing, vol. 27, no. 8, pp. 1134-1142, 2009.

[4] H. Bai, and C. Liu, “A hybrid license plate extraction method based on edge statistics and morphology”. in Proc. Int. Conf. Pattern Recognition. Aug. pp. 831–834, 2004.

[5] D. Zheng, Y. Zhao, and J. Wang, “An efficient method of license plate location,” Pattern Recognition Letter, vol. 26, no. 15, pp. 2431–2438, 2005.

[6] F. Faradji, A. H. Rezaie, and M. Ziaratban, “A morphological-based license plate location,” in Proc. IEEE Int. Conf. Image Process., Sep.-Oct. 2007, pp. 57–60.

[7] V. Kamat and S. Ganesan, “An efficient implementation of the Hough transform for detecting vehicle license plates using DSP’S,” in Proc. Real-Time Technol. Appl. Symp., 1995, pp. 58–59.

[8] J. Hsieh, S. Yu, and Y. Chen, “Morphology-based license plate detection from complex scenes,” in Proc. Int. Conf. Pattern Recognition., 2002, pp. 176–179.

[9] W. Le and S. Li, “A hybrid license plate extraction method for complex scenes,” in Proc. Int. Conf. Pattern Recognit., 2006, pp. 324–327.

[۱۰] رحیم کامران، حسین نظام آبادی پور، سعید سریزدی، "ترمیم تصاویر رنگی با نواحی مخدوش بزرگ براساس تجزیه تصویر به مولفه های بافت و ساختار"، نشریه مهندسی برق و الکترونیک ایران، جلد ۸، شماره ۲. ۱۳۹۰

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]

[۱۱] امیرحسین اشتری و محمود فتحی، "روش جدید مکان‌یابی پلاک خودرو در تصاویر رنگی"، پنجمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر، تبریز، دانشگاه تبریز، ۱۳۸۷

[12] A. H. Ashtari, Md. Jan Nordin, and M. Fathy, An Iranian License Plate Recognition System Based on Color Features, vol. 15, no. 4, pp. 1690 – 1705, 2014.

[13] X. Shi, W. Zhao, and Y. Shen, “Automatic license plate recognition system based on color image processing,” in Proc. Int. Conf. Comput. Sci. Appl., pp. 307–314, 2005.

[14] M. Zayed, J. Boonaert, and M. Bayart, “License plate tracking for car following with a single camera,” in Proc. IEEE Int. Conf. Intell. Trans. Syst., Oct., pp. 719–724, 2004.

[15] S. Yohimori, Y. Mitsukura, M. Fukumi, N. Akamatsu, and N. Pedrycz, “License plate detection system by using threshold function and improved template matching method,” in Proc. IEEE Ann. Meet. Fuzzy Inform., Jun., pp. 357–362, 2004.

[16] S. Yoshimori, Y. Mitsukura, M. Fukumi, N. Akamatsu, and R. Khosal, “License plate detection system in rainy days,” in Proc. IEEE Int. Symp. Comput. Intell. Robot. Autom., Jun., pp. 972–976, 2003.

[17] Y.-Q. Yang, J. B. R.-L. Tian, and N. Liu, “A vehicle license plate recognition system based on fixed color collocation,” in Proc. Int. Conf. Mach. Learn. Cybern., Aug., pp. 5394–5397, 2005.

[18] W. Zhu, G. Hou, and X. Jia, “A study of locating vehicle license plate based on color feature and mathematical morphology,” in Proc. Int. Conf. Signal Process., Aug., pp. 748–751, 2002.

[19] W. Jia, H. Zhang, X. He, and M. Piccardi, “Mean shift for accurate license plate localization,” in Proc. IEEE Conf. Intell. Trans. Syst., Sep., pp. 566–571, 2005.

[20] W. Jia, H. Zhang, and X. He, “Region-based license plate detection,” J. Netw. Comput. Appl., vol. 30, no. 4, pp. 1324–1333, 2007.

[21] F. Wang, L. Man, B. Wang, Y. Xiao, W. Pan, and X. Lu, “Fuzzy-based algorithm for color recognition of license plates,” Pattern Recognit. Lett., vol. 29, no. 7, pp. 1007–1020, 2008.

[22] F. Porikli and T. Kocak, “Robust license plate detection using covariance descriptor in a neural network framework,” in Proc. Int. Conf. Video Signal Based Surveillance, pp. 1–107, 2006.

[۲۳] همایون مهدوی نسب، محمد صادق معمار زاده، پیمان معلم. "تشخیص اتوماتیک پلاک خودرو فارسی به روش لبه یابی با استفاده از شبکه عصبی هاپفیلد". نشریه الکترونیک و قدرت دانشکده مهندسی برق- سال اول- شماره سه- تابستان ۱۳۸۸

[24] K. Lin, H. Tang, and T. S. Huang, “Robust license plate detection using image saliency,” in Proc. Int. Conf. Pattern Recognit., Sep., pp. 3945–3948, 2010.

[25] K. I. Kim, K. Jung, and J. H. Kim, “Color texture-based object detection: An application to license plate localization,” in Proc. Int. Workshop Pattern Recognit. Support Vector Mach., Aug., pp. 293–309, 2002.

[26] L. Dlagnekov and S. Belongie, “Recognizing cars,” Dept. Comput. Sci. Eng., UCSD, San Diego, Tech. Rep. CS2005-083, 2005.

[27] Z. Yao, W. Yi, “License plate detection based on multistage information fusion”, Information fusion, vol. 18, pp. 78-85, July 2014.

[28] H. W. Lim and Y. H. Tay, “Detection of license plate characters in natural scene with MSER and SIFT unigram classifier,” in Proc. IEEE Conf. Sustainable Utilizat. Devel. Eng. Technol., Nov., pp. 95–98, 2010.

[29] W. Zhou, H. Li, Y. Lu, Q. Tian, Principal Visual Word Discovery for Automatic License Plate Detection, IEEE Transactions on Image processing , vol. 21, no. 9, pp. 4269-4279, 2012.

[30] S. Moayed Baharlou, S. Hemayat, A. Saberkari, S. Yaghoobi, “Fast and Adaptive License Plate RecognitionAlgorithm for Persian Plates”, 2nd International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis IPRIA, pp. 1-6, March 2015.

[31] S. Zhu, S. Dianat, L. K. Mestha, “End-to-end system of license platelocalization and recognition”, Journal of Electronic Imaging, vol. 24, no. 2, pp.1-18, 2015.

[32] M. Aharon, M. Elad, and A. Bruckstein, “K-SVD: An algorithm for designing overcomplete dictionaries for sparse representation,” IEEE Trans. Signal Process., vol. 54, no. 11, pp. 4311–4322, Nov. 2006.

[33] M. Elad, Sparse and Redundant Representations: From Theory to Applications in Signal and Image Processing. New York: Springer-Verlag, 2010.

[34] V. Abolghasemi, S. Ferdowsi, S. Sanei, Blind Separation of Image Sources via Adaptive Dictionary Learning, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 21, no. 6, pp. 2921 – 2930, 2012.

[35] M. G. Jafari , M. D. Plumbley, “Fast Dictionary Learning for Sparse Representations of Speech Signals”, IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing , vol. 5, no. 5, pp. 1025 – 1031, 2011.

[36] W. Dong , X. Li, L. Zhang, G. Shi, “Sparsity-based image denoising via dictionary learning and structural clustering”. , in Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 457 – 464, 2011.

[37] A. H. Yu, H. Bai, Q. R. Jiang, Z. H. Zhu, C. G. Huang, B. P. Hou, “Blurred license plate recognition via sparse representations”, in Proc. 9th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, pp. 1657 – 1661, 2014.

[38] K. Kreutz-Delgado, J.F. Murray, B.D. Rao, K. Engan, T.W. Lee, T.J. Sejnowski, Dictionary learning algorithms for sparse representation. Neural Computatation, vol. 15, no. 2, pp. 349–396 , 2003.

[39] J. A. Tropp and A. C. Gilbert, “Signal recovery from random measurements via orthogonal matching pursuit,” IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 53, no. 12, pp. 4655–4666, Dec. 2007

[40] I. Gorodnitsky and B. Rao, “Sparse signal reconstruction from limited data using FOCUSS: A re-weighted minimum norm algorithm,” IEEE Trans. Signal Process., vol. 45, no. 3, pp. 600–616, Mar. 1997.

[۴۱] فرهاد فرجی، رضا صفابخش، "روشی جدید و سریع برای تشخیص محل پلاک خودرو از تصاویر پیچیده بر اساس عملیات مورفولوژیکی". چهارمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر. ۱۳۸۵

[42] D. Zheng, Y. Zhao, J. Wang, An efficient method of license plate location, Pattern Recognition Letters, vol. 26, 2431–2438, 2005.

[43] S. Azam, M. Monirul Islam, Automatic license plate detection in hazardous condition, Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 36, pp. 172-186, April 2016.

زیرنویس ها

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]

[1] Plate detection
[2] Character segmentation
[3] Character recognition
[4] Contrast
[5] Sobel
[6] Hough
[7] Support vector machine (SVM)
[8] Maximally stable extremal regions (MSER)
[9] Visual word
[10] Connected Components
[11] Dictionary learning
[12] Trace
[13] L0-nrom
[14] K Singular Value Thresholding
[15] Morphology
[16] Closing

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1396.14.2.12.5]