

اسد الحق



دانشکده مهندسی برق و رباتیک

گرایش مخابرات سیستم

پایان نامه کارشناسی ارشد

آشکارسازی و بازشناسی پلاک خودروهای ترانزیت با رویکرد سلسله مراتبی مبتنی بر ویژگی‌های گرادیان

نگارنده :

محمد جواد صفرزاده قاضیانی

استاد راهنما :

دکتر حسین خسروی

زمستان

۱۳۹۶

ب

شماره ۱۵۳۵، آ.ت.ب
تاریخ: ۹۶/۱۱/۱۵

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای محمد جواد صفرزاده قاضیانی
با شماره دانشجویی ۹۴۱۱۱۸۴ رشته مهندسی برق- مخابرات گرایش سیستم تحت عنوان: آشکارسازی و
بازشناسی پلاک خودروهای ترانزیت با رویکرد سلسله مراتبی مبتنی بر ویژگیهای گرادیان که در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۰۵
با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: ...)	☒	مردود	☐
نوع تحقیق:	نظری ☒	عملی	☐

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	حسین حسینی	استاد	
۲- استاد راهنمای دوم			
۳- استاد مشاور			
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	ولایتی - سید	استاد	
۵- استاد ممتحن اول	علیرضا ابراهیم زار	استاد	
۶- استاد ممتحن دوم	هادی گمراولی	استاد	



نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده
تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به پدرم
کوهی استوار و حامی من در طول تمام زندگی

تقدیم به مادرم
سنگ صبوری که الفبای زندگی به من آموخت

تقدیم به همسرم
که در سایه همیاری و همدلی او به این منظور نائل شدم.

باسپاس فراوان...

از زحمات استاد عزیزم دکتر حسین خسروی که در این سال‌ها در تمامی
مشکلات مرا یاری کرده و لطف خود را از من دریغ نکردند و همچنین تمام عزیزانی
که مرا در طول انجام این پژوهش یاری نمودند.

تعهد نامه

اینجانب محمد جواد صفرزاده قاضیانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق مخابرات دانشکده مهندسی برق و رباتیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه «آشکار سازی و بازشناسی پلاک خودرو های ترانزیت با رویکرد سلسله مراتبی مبتنی بر ویژگی های گرادیان» تحت راهنمایی دکتر حسین خسروی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصال بر خوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های 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 معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» 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 می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا چینی جاهای آن ها) 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 افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی 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 :

سامانه‌های کنترل تردد هوشمند به دلایل مختلف امنیتی، اقتصادی و اجتماعی در جوامع امروزی از اهمیت فراوانی برخوردار است. بازشناسی پلاک هسته اصلی سامانه‌های کنترل تردد هوشمند را تشکیل می‌دهد. نظارت بر تردد خودروها هنگام ورود و خروج از کشور به دلایل امنیتی و اقتصادی بسیار حائز اهمیت است. بازشناسی پلاک ترانزیت ایران به دلیل وجود ۴ رنگ مختلف در آن با چالش جدی مواجه است.

در این پایان‌نامه روش برای بازشناسی پلاک ترانزیت ایران ارائه شده است. ابتدا برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته پس‌زمینه و پیش‌زمینه تصویر انجام شده است. با بررسی اندازه این مولفه‌ها و معیارهایی از قبیل در یک سطر بودن مولفه‌ها مکان‌های نامزد پلاک در تصویر مشخص شده است. در مرحله بعد به استخراج ویژگی هیستوگرام گرادیان جهت‌دار از مولفه‌های نامزد پلاک می‌پردازیم. ویژگی‌های استخراج شده به یک شبکه عصبی آموزش دیده با ۳۱ کلاس معتبر و یک کلاس نامعتبر داده می‌شود. با توجه به تعداد مولفه‌های معتبر محل دقیق پلاک در تصویر مشخص می‌شود. در تابع تصحیح با استفاده از یک شبکه عصبی دقیق‌تر که توسط ویژگی هیستوگرام گرادیان جهت‌دار و مکان مشخصه آموزش داده شده است، عمل بازشناسی نویسه‌های پلاک انجام شده است.

الگوریتم پیشنهادی روی ۵۴ تصویر خودرو با پلاک ترانزیت ایران که از زوایای مختلف، فواصل متفاوت، شرایط نوری و آب و هوایی مختلف گرفته شده‌اند امتحان شده که دقت ۹۷٪ در مکان یابی پلاک و ۸۸٪ برای بازشناسی پلاک را به همراه داشته است.

کلمات کلیدی: بازشناسی پلاک، تشخیص پلاک، کنترل تردد، پلاک

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱- سیستم های تشخیص پلاک	۲
۳-۱ هدف و ساختار پایان نامه	۷
فصل دوم مروری بر کارهای پیشین	۹
۱-۲ مقدمه	۱۰
۲-۲- بازشناسی خودکار پلاک با استفاده از مولفههای بهم پیوسته یک مسیره و تابع ویژگی	۱۰
۳-۲- سامانههای خودکار بازشناسی پلاک مبتنی بر پردازش تصویر رنگی	۱۰
۴-۲- شناسایی خودکار پلاک خودرو مبتنی بر آشکارسازی لبه	۱۵
۵-۲- بازشناسی خودکار شماره پلاک با استفاده از شبکه عصبی	۱۷
۶-۲- تشخیص و بازشناسی پلاک با استفاده از ویژگی های گرادیان و مبتنیبر طبقه بند ماشین بردار پشتیبان	۲۲
۷-۲- بررسی کارهای پیشین به تفکیک روش انجام در هر مرحله	۲۴
فصل سوم مباحث نظری	۳۳
۱-۳ مقدمه	۳۴
۲-۳- آستانه گذاری	۳۴
۳-۳- آستانه گذاری وفقی	۳۵
۴-۳- برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته	۳۷

۳-۵- فیلترگوسی ۳۹

۳-۶- هیستوگرام گرادیان جهتدار ۴۱

۳-۷ - پرسپترون چند لایه ۴۴

فصل چهار روش پیشنهادی ۴۷

۴-۱- مقدمه ۴۸

۴-۲- روش پیشنهادی بازشناسی پلاک ۴۸

۴-۳- پیش پردازش ۵۴

۴-۴- آستانه گذاری افقی برای نویسه های دارای پس زمینه سفید ۵۵

۴-۵- برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته پیش زمینه ۵۷

۴-۶- آستانه گذاری متناسب با نویسه های داخل نواحی آبی و قرمز ۶۰

۴-۷- برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته ۶۷

۴-۸- پیدا کردن مکان های احتمالی پلاک ۶۸

۴-۹- بازشناسی نویسه ها و امتیازدهی به مکانهای احتمالی ۷۱

۴-۱۰- تصحیح نهایی ۷۱

۴-۱۱- بازشناسی پلاک برخی از کشورهای همسایه ۷۲

۴-۱۲- بررسی چند مرحله از روش پیشنهادی با نمونه ۷۳

۴-۱۲-۱- اعداد و حروف تو پُر ۷۴

۴-۱۲-۲- پیدا کردن مکانهای احتمالی پلاک در تصویر ۷۴

فصل پنج نتایج و پیشنهادات ۸۱

۵-۱- مقدمه ۸۲

۵-۲- بررسی پایگاه داده ۸۴

۵-۳- بررسی نتایج ۸۴

۵-۴- نتیجه گیری ۸۸

۵-۵- پیشنهادات ۸۹

مراجع ۹۰

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱ تصویر خودرو با پلاک ترانزیت ایران در هوای آفتابی ۶
- شکل ۲-۱ تصویر خودرو با پلاک آذربایجان در هوای ابری ۶
- شکل ۳-۱ تصویر خودرو که در آن عبارات مختلفی در اطراف پلاک ترانزیت دیده می‌شود ۷
- شکل ۴-۱ تصویر خودرو با پلاک آذربایجان ۸
- شکل ۱-۲ روندنمای پیشنهادی در مرجع [۲] ۱۲
- شکل ۲-۲ مراحل انجام شده برای مکان یابی پلاک و بخش‌بندی نویسه پلاک در مرجع [۲] ۱۳
- شکل ۳-۲-۰۳ استخراج ناحیه پلاک در حالت عمودی در مرجع [۳] ۱۴
- شکل ۴-۲-۰۴ استخراج ناحیه پلاک در جهت افقی در مرجع [۳] ۱۵
- شکل ۵-۲-۰۵ بخش‌بندی در جهت عمودی [۳] ۱۵
- شکل ۶-۲-۰۶ روندنمای ارائه شده در مرجع [۵] ۱۶
- شکل ۷-۲-۰۷ مدل پس‌زمینه و پیش‌زمینه در مرجع [۵] ۱۷
- شکل ۸-۲-۰۸ بخش‌بندی و بازشناسی پلاک در مرجع شماره [۵] ۱۸
- شکل ۹-۲-۰۹ روندنمای ارائه شده در مرجع [۶] ۱۹
- شکل ۱۰-۲-۱۰ مراحل انجام شده در بخش پیش پردازش در مرجع [۶] ۱۹
- شکل ۱۱-۲-۱۱ مجموعه پردازش‌های انجام شده برای استخراج ناحیه پلاک در [۶] ۲۱
- شکل ۱۲-۲-۱۲ نمونه ای از عکس‌های ورودی در مرجع [۶] ۲۳
- شکل ۱۳-۲-۱۳ طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان ارائه شده در [۷] ۲۴
- شکل ۱۴-۲-۱۴ ردیف اول پلاک سیاه با کارکتر سفید پیدا نشده است در ردیف دوم با معکوس کردن تصویر پلاک مکان-یابی شده است [۱۲] ۲۸
- شکل ۱۵-۲-۱۵ تشخیص مکان پلاک در تصویر در مرجع [۱۸] ۳۰
- شکل ۱-۳-۰۱ (الف) تصویر اصلی - (ب) تصویر دودویی بدست آمده از آستانه‌گذاری ۳۵
- شکل ۲-۳-۰۲ تصویر حاصل از آستانه‌گذاری افقی ۳۶
- شکل ۴-۳-۰۴ (الف) همسایگی ۴ تایی پیکسل P - (ب) همسایگی ۸ تایی پیکسل P ۳۷
- شکل ۵-۳-۰۵ دو پیکسل p و q متصل ۸ تایی می‌باشند [۲۵] ۳۸
- شکل ۶-۳-۰۶ برچسب زنی چهار مولفه بهم پیوسته در تصویر ، مرجع [۲۵] ۳۸
- شکل ۷-۳-۰۷ تابع گوسی دوبعدی [۲۶] ۳۹
- شکل ۸-۳-۰۸ نتیجه اعمال تابع گوسی برگرفته از مرجع [۲۷] ۴۰
- شکل ۹-۳-۰۹ کرنل‌های محاسبه گرادیان ۴۱
- شکل ۱۰-۳-۰۱۰ نحوه تشکیل هیستوگرام گرادیان ۴۲
- شکل ۱۱-۳-۰۱۱ نحوه مقداردهی بردار ویژگی برای پیکسلی به زاویه ۱۶۵ درجه ۴۳
- شکل ۱۲-۳-۰۱۲ یک MLP با یک لایه مخفی [۳۰] ۴۴
- شکل ۱-۴-۰۱ برچسب زنی ۴۹

- شکل ۲-۴- خروجی الگوریتم برش عمودی و افقی ۵۰
- شکل ۴-۳- روندنمای پیشنهادی ۵۳
- شکل ۴-۴- تصویر سطح خاکستری نرم شده با فیلتر گوسی ۵۴
- شکل ۵-۴- چهار تصویر دودویی حاصل از آستانه گذاری وفقی ۵۶
- شکل ۶-۴- نمایش مولفه‌های پیوسته ۵۸
- شکل ۷-۴- چهار تصویر دودویی حاصل از معکوس کردن تصاویر دودویی مرحله اول آستانه گذاری ۶۱
- شکل ۸-۴- چهار تصویر دودویی حاصل از آستانه گذاری وفقی ۶۴
- شکل ۹-۴- خراب شدن حرف B با تغییر ثابت آستانه‌گذاری از ۱۵- به ۱۹- ۶۴
- شکل (۴-۱۰) نمایش ماسک‌های کامل شامل مولفه‌های بهم پیوسته ، پس‌زمینه و پیش‌زمینه ۶۶
- شکل (۴-۱۱) - پیدا کردن مکان‌های نامزد پلاک در ماسک‌های کامل ۶۸
- شکل ۱۲-۴- خروجی مرحله‌ی امتیاز دهی در روش پیشنهادی ۷۰
- شکل ۱۳-۴- خروجی نهایی روش پیشنهادی ۷۱
- شکل (۴-۱۴)- خروجی روش پیشنهادی و بازشناسی پلاک کشور آذربایجان ۷۲
- شکل (۴-۱۵)- خروجی روش پیشنهادی و بازشناسی پلاک کشور ترکیه ۷۲
- شکل ۱۶-۴- دو عدد صفر تو پُر در تصویر ایجاد شده و حرف B که شکل واقعی خود را از دست داده است ۷۳
- شکل ۱۶-۴ وجود مکان واقعی پلاک در میان مکان‌های نامزد پلاک بودن ۷۵
- شکل ۱-۵- تصاویر نمونه از پایگاه داده ۷۹
- شکل (۵-۲) خطا در بازشناسی حرف B در پلاک ترانزیت ایران ۸۰
- شکل ۳-۵- بازشناسی پلاک با روش پیشنهادی ۸۲

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۳- روش‌های استفاده شده در مراحل مختلف بازشناسی پلاک ۳۲

جدول ۴-۱ نمونه داده‌های آموزشی شبکه عصبی ۷۲

جدول ۵-۱ نتایج بدست آمده از پیاده سازی روش پیشنهادی ۸۴



فصل اول

مقدمه



۱-۱ مقدمه

پردازش تصویر علمی است که در آن الگوریتم‌های مختلف به منظور بهبود کیفیت و یا استخراج اطلاعات مفید بر روی تصویر اعمال می‌شود و خروجی می‌تواند یک تصویر و یا ویژگی‌های مرتبط با تصویر باشد. اصولاً سیستم‌های پردازش تصویر، تصویر را به صورت یک سیگنال دو بعدی دریافت می‌کنند و مجموعه‌ای از روش‌های پردازش سیگنال را روی آن بکار می‌برند.

پردازش تصویر در موارد مختلف پزشکی، صنعتی، نظامی، امنیتی و غیره کاربرد دارد و به همین علت به سرعت در حال رشد و گسترش می‌باشد. یکی از زمینه‌هایی که پردازش تصویر هسته اصلی آن را تشکیل می‌دهد سیستم‌های نظارت ترافیک و تشخیص پلاک خودرو می‌باشد. کنترل وضعیت پلاک خودرو با توجه به رشد روزافزون جمعیت و استفاده از وسایل نقلیه از جهت‌های مختلف از قبیل برخورد با متخلفین، کاهش ترافیک و آلودگی، برقراری نظم و امنیت اجتماعی دارای اهمیت بالایی می‌باشد.

هدف و ایده اصلی این پایان‌نامه استفاده از یک روش کارآمد برای بازشناسی پلاک خودروهای ترانزیت می‌باشد که از طریق دروازه‌های قانونی به کشور وارد یا از آن خارج می‌شوند. برای دستیابی به این هدف ابتدا ضمن بیان کلیات و مقدمه‌ای اجمالی در خصوص سیستم‌های بازشناسی پلاک خودرو، به بیان برخی تعاریف و مفاهیم مرتبط با آن می‌پردازیم.

۱-۲- سیستم‌های تشخیص پلاک

امروزه در جوامعی که میزان رشد جمعیت و در پی آن افزایش استفاده از خودروهای شخصی بالا می‌باشد استفاده از سیستم‌های کنترل وضعیت تردد به امری حیاتی تبدیل گردیده است. سیستم‌های کنترل ترافیک را میتوان به دو دسته سیستم‌های کنترل تردد هوشمند و غیر هوشمند تقسیم نمود. بازشناسی پلاک خودرو نقش اصلی را در سامانه‌های هوشمند کنترل تردد و ترافیک را به عهده دارد. از کاربردهای آن می‌توان به استفاده در سامانه تشخیص سرعت غیر مجاز، کنترل ترافیک، پرداخت عوارض

در بزرگراه ها، ورودی پارکینگ ها ، موارد امنیتی از قبیل کنترل ورود و خروج خودروها به مناطق نظامی و پیگیری خودروهای سرقتی و غیره نام برد. الگوریتم های بازشناسی پلاک خودرو در تصویر به طور اساسی از سه مرحله زیر تشکیل شده اند

(۱) استخراج ناحیه پلاک خودرو

(۲) بخش بندی حروف پلاک

(۳) بازشناسی هر یک از حروف

تنوع قالب پلاک ها و نور غیریکنواخت محیط بیرون در حین عکسبرداری آشکارسازی و بازشناسی پلاک خودرو را به امری چالش برانگیز تبدیل کرده است. برخی از چالش ها در زیر به صورت خلاصه بیان شده است.

(۱) تغییرات پلاک

الف (محل : پلاک می تواند در مکان های مختلف در تصویر قرار گیرد.

ب (تعداد : یک تصویر می تواند حاوی پلاک نباشد و یا بیش از یک پلاک داشته باشد.

پ (اندازه : پلاک ها می توانند به علت فاصله دوربین و یا میزان بزرگ نمایی آن اندازه های مختلفی داشته باشند.

ت (رنگ : پس زمینه و یا حروف ، در پلاک های مختلف می تواند دارای رنگ های متفاوت باشد.

ث (قلم : پلاک ها در کشورهای مختلف می توانند دارای قلم و زبان متفاوت باشند.

(۲) تغییرات محیط

الف (روشنایی : تصویر ورودی با توجه به نور محیط و نور چراغ های خودرو می تواند دارای روشنایی -

های متفاوت باشد.

ب) پس‌زمینه: پس‌زمینه تصویر ممکن است شامل الگوهایی باشد که شبیه پلاک خودرو می‌باشد.

باتوجه به چالش‌های بیان شده اکثر روش‌های تشخیص پلاک تنها در شرایط محدود از قبیل روشنایی ثابت، سرعت محدود خودرو، پس‌زمینه ثابت و شرایط محیطی ثابت کار می‌کنند.

شناسایی پلاک خودروهای ترانزیت که از دروازه‌های قانونی وارد کشور می‌شوند به دلایل امنیتی و یا اقتصادی مانند مبارزه با قاچاق اهمیت دارد. تشخیص پلاک خودروهای ترانزیت به دلیل تفاوت اندازه، نحوه قرار گیری حروف، تفاوت در محل نصب پلاک، حضور هم‌زمان دو پلاک در تصویر، وجود رنگ‌های متفاوت در یک پلاک و شرایط مختلف آب و هوایی در هنگام تصویربرداری، امری پرچالش است.

هدف اصلی این پایان‌نامه، پیاده سازی یک روش کارآمد برای بازشناسی خودروهای دارای پلاک ترانزیت ایران است. در پلاک ترانزیت رسمی ایران وجود رنگهای قرمز و آبی در پلاک و تغییر رنگ حروف در نواحی مختلف امر تشخیص محل پلاک و آشکارسازی حروف آن را با چالشی جدی مواجه ساخته است. تغییر در قلم پلاک‌های ترانزیت کشورهای همسایه، محل نصب متفاوت، مجاورت پلاک-های داخلی و ترانزیت، تغییر در شرایط محیطی هنگام تصویر برداری باعث شده است که در هنگام بازشناسی پلاک خودروهای ترانزیت با اکثر چالش‌های مرتبط در این امر روبرو گردیم. در شکل (۱-۱) و (۱-۲) دو نمونه از تصاویر خودروها با پلاک‌های ترانزیت مختلف که در شرایط آب و هوایی گوناگون تهیه شده اند را مشاهده می‌کنید که پلاک در این خودروها دارای اندازه بزرگتری نسبت به خودروهای سواری است. علاوه بر این، در خودروهای ترانزیت نام سازنده خودرو، مدل خودرو، استاندارد و سایر نویسه‌ها، روی قسمت جلوی خودرو نوشته شده است که این مکان‌ها نیز می‌توانند به عنوان نامزد پلاک خودرو قلمداد شوند. تفاوت در نوع قالب پلاک‌ها ترکیب حروف و ارقام پلاک خودروهای ترانزیت نیز در این پلاک‌ها قابل مشاهده است. وجود حرف سفید در زمینه قرمز و اعداد سفید در زمینه آبی عمل پلاک را با مشکل مواجه ساخته است زیرا با آستانه‌گذاری تصویر این نویسه‌ها به پس‌زمینه تصویر

دودویی تعلق می‌گیرند و این امر مراحل برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته و پیدا کردن مکان پلاک در تصویر را با چالش جدی مواجه می‌سازد. لازم به ذکر است که تصاویر گرفته شده در شرایط واقعی می‌باشند.



شکل ۱-۱ تصویر خودرو با پلاک ترانزیت ایران در هوای آفتابی



شکل ۱-۲ تصویر خودرو با پلاک ترانزیت آذربایجان در هوای ابری

یکی از چالشهای دیگری که در خصوص بازشناسی پلاک خودروهای ترانزیت با آن مواجه هستیم این است که به علت بزرگ بودن ماشین ها علاوه بر پلاک عبارات مختلف دیگری که از قاعده خاصی هم برخوردار نیستند در مکانهای مختلف تصویر یافت می شود.

در شکل (۱-۳) علاوه بر پلاک ترانزیت سه پلاک ایران و عبارتهای مختلفی از قبیل 'volvo'، MAMMUT در تصویر دیده می شود.



شکل ۱-۳- تصویر خودرو که در آن عبارات مختلفی در اطراف پلاک ترانزیت دیده می شود.

در این پایان نامه، برای تشخیص پلاک ابتدا تصویر ورودی پایش شده و با استفاده از الگوریتم برش عمودی و افقی مکان‌هایی از تصویر را که می‌توان به عنوان پلاک تلقی کردند، شناسایی و خوشه بندی می‌کنیم. در مرحله بعد با استفاده از ویژگی‌های مبتنی بر گرادیان خوشه‌های نامعتبر را حذف کرده و پلاک بازشناسی می‌شود.

برای خودروها با پلاک آذربایجان و ترکیه تفاوت در نوع فونت‌ها، رنگ پیریدگی پلاک‌ها و وجود پانچ‌های بزرگ بر روی پلاک عمل بازشناسی پلاک را با چالش مواجه نموده است.



شکل ۱-۴- تصویر خودرو با پلاک آذربایجان

همانطور که در شکل (۱-۴) مشاهده می‌کنیم زنگ زدگی پانچ کنار عدد ۸ باعث تغییر در شکل عدد ۸ شده است.

۳-۱- ساختار پایان نامه

در این فصل، به صورت خلاصه به بیان تعریفی از پردازش تصویر، اهمیت و کاربردهای پردازش تصویر پرداختیم. سپس بررسی کوتاهی از سیستم‌های تشخیص پلاک را انجام دادیم و بیان کردیم که تشخیص

پلاک به عنوان هسته اصلی سیستم های کنترل تردد با چالش های فراوانی مانند وجود انواع مختلف پلاک، شرایط آب و هوایی متفاوت هنگام تصویربرداری، استفاده از رنگ ها و قلم های مختلف در پلاک و سایر موارد نام برده شده مواجه است و بسیاری از روش ها با محدود کردن شرایط عمل بازشناسی پلاک را انجام می دهند.

با توجه به پهنای جغرافیای ایران و موقعیت حساس منطقه ای، کنترل تردد خودروهایی که از مرز و با پلاک ترانزیت وارد کشور می شوند امری ضروری است. بررسی چالش های بازشناسی پلاک های ترانزیت یکی از مواردی بود که در این فصل بیان گردید.

در فصل دوم مروری بر کارهای پیشین و روش های مورد استفاده برای بازشناسی پلاک را بیان می کنیم. در فصل سوم مبانی نظری که از آنها در این پایان نامه استفاده شده به صورت خلاصه بیان شده است. فصل چهارم به تشریح روش پیشنهادی اختصاص یافته و در فصل پنجم به بررسی نتایج و مقایسه آن ها با نتایج کارهای موجود و ارائه یک پیشنهاد برای بهبود عملکرد در بازشناسی پلاک های ترانزیت پرداخته ایم.



فصل دوم

مروری بر کارهای انجام شده



۲-۱- مقدمه

امروزه بیش از یک میلیارد خودرو در جاده های جهان در حال تردد است [۱]. بنابراین کنترل سیستم حمل و نقل بسیار سخت می باشد از این رو وجود سامانه های حمل و نقل هوشمند به منظور مدیریت دوربین ها در جاده ها بسیار ضروری است. سامانه های حمل و نقل هوشمند می توانند با ارسال یک اخطار به ایستگاه پلیس، وقوع یک حادثه در جاده را اعلام نمایند. سامانه های پلاک خوان در امر ردیابی خودروهایی که از محدوده ی سرعت مجاز عبور می کنند بسیار کاربردی می باشند. در پارکینگ ها از این سامانه برای خواندن پلاک خودرو و ثبت زمان ورود و خروج استفاده می شود.

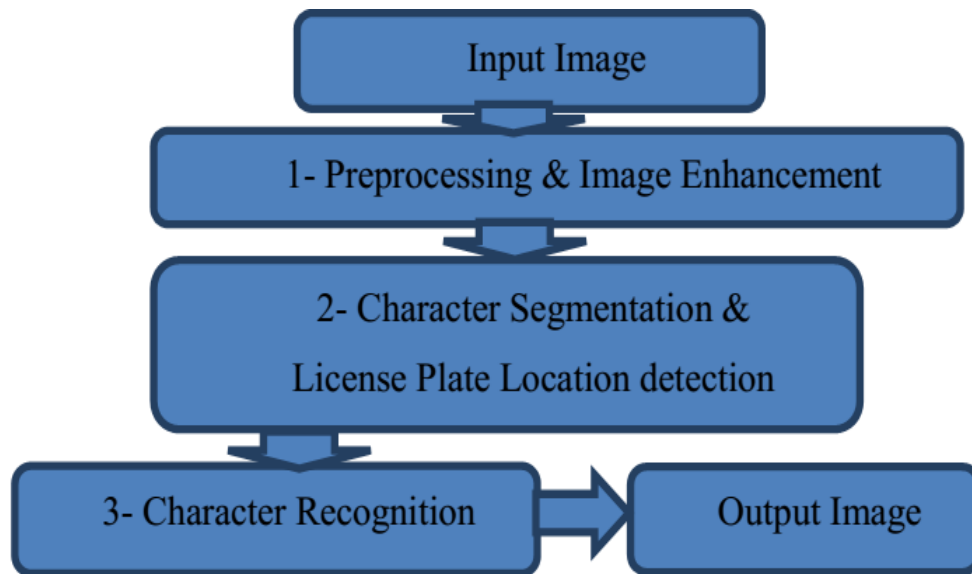
بازشناسی پلاک خودرو در تصاویر ویا فیلم عموماً از سه مرحله استخراج ناحیه پلاک، بخش بندی حروف پلاک و بازشناسی حروف تشکیل شده است. امر بازشناسی پلاک خودرو به علت تفاوت در نوع قرارگیری حروف، متغیر بودن اندازه و قلم پلاک کشورهای مختلف، تفاوت شرایط روشنایی در هنگام تصویربرداری امری چالش برانگیز است. به دلیل اهمیت و کاربرد سامانه های تشخیص پلاک و چالش -برانگیز بودن این مقوله تحقیق در مورد سامانه های بازشناسی پلاک خودرو و بهبود الگوریتم های آن هنوز مورد تقاضا می باشد.

در فصل پیش رو ما به بررسی کارهای مرتبط با موضوع سامانه های تشخیص پلاک و بررسی الگوریتم های پیشنهادی آنها در سه مرحله نامبرده در بالا می پردازیم.

۲-۲- بازشناسی خودکار پلاک با استفاده از مولفه های بهم پیوسته یک مسیر

و تابع ویژگی

در [۲]، نویسندگان از سه مرحله ی پیش پردازش، بخش بندی حروف و تعیین مکان پلاک و بازشناسی حروف استفاده کرده اند. روندنمای پیشنهادی این مقاله را در شکل زیر مشاهده می نمایید.



شکل ۱-۲ روندنمای پیشنهادی در مرجع [۲]

نویسندگان در ابتدا در مرحله‌ی پیش پردازش با اعمال آستانه گذاری و فقی^۱ تصویر را دودویی نموده‌اند در بخش دوم الگوریتم پیشنهادی به بخش‌بندی حروف و پیدا کردن مکان پلاک پرداخته‌اند. چالش‌های بسیاری در این مرحله از قبیل شرایط روشنایی و اثر اغتشاش^۲ در تصویر و چرخش وجود دارد. در این مرحله نویسندگان با استفاده از پیدا کردن مولفه‌های بهم پیوسته در یک مسیر^۳ و اعمال تابع ویژگی مکان‌یابی حروف پلاک را انجام داده‌اند. سرعت انجام روش پیشنهادی به ابعاد تصویر و همچنین تعداد مولفه‌های بهم پیوسته در تصویر وابسته است. دقت برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته به میزان بهبود کیفیت تصویر مرحله پیش پردازش وابستگی دارد.

^۱Adaptive

^۲Noise

^۳ One-pass

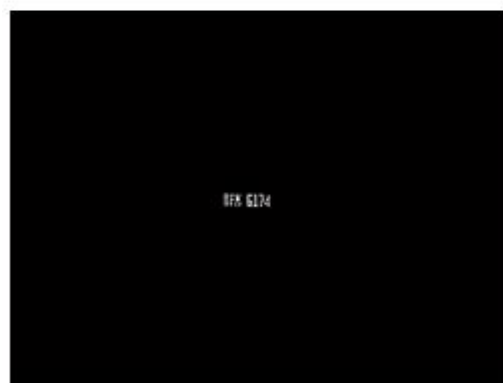
تابع ویژگی در مرحله اول نامزدهای حروف پلاک را با استفاده از اندازه و نسبت ابعاد^۱ خواص مشخص می‌کند. در مرحله بعدی فاصله حروف با هم بررسی می‌شود. در آخرین مرحله از تابع ویژگی تعداد حروف در یک مسیر شمرده می‌شود. در این مقاله برای شناسایی حروف از ۳۲ حرف و ۱۰ عدد به عنوان نمونه استفاده شده است. حروف استخراجی از تصویر بریده شده و تغییر اندازه داده می‌شوند. همبستگی حروف استخراج شده از پلاک و حروف نمونه محاسبه شده و حروفی که بیشترین میزان همبستگی را دارند به عنوان پلاک انتخاب میشوند.



(ب) خروجی مرحله پیش‌پردازش



(الف) تصویر ورودی



(د) مکانیابی حروف پلاک



(ج) پیدا کردن مولفه‌های بهم پیوسته

شکل ۲-۲ مراحل انجام شده برای مکان‌یابی پلاک و بخش‌بندی نویسه پلاک در مرجع [۲]

^۱ Aspect ratio

۲-۳- سامانه‌های خودکار بازشناسی پلاک مبتنی بر پردازش تصویر رنگی

در مرجع [۳]، روشی مبتنی بر ترکیب رنگ ارائه شده است. در اصل تصویر باید پیش پردازش شود بهبود یابد و ذخیره شود. اما تجربه نشان می‌دهد که پیش پردازش به علت سنگینی محاسباتی ارزش زیادی ندارد در نتیجه از آن صرف نظر می‌شود. ایده اصلی استخراج ناحیه پلاک این است که ترکیب رنگ های پس زمینه و پیش زمینه یکتا می‌باشد و این ترکیب تنها در ناحیه پلاک رخ می‌دهد [۴]. درستی این فرض با استخراج موفق ناحیه پلاک تایید می‌شود.

در چین چهار نوع پلاک وجود دارد. پلاک با پس‌زمینه زرد و حروف مشکی برای خودروهای بزرگ، پس‌زمینه آبی با حروف سفید برای خودروهای سبک، پس‌زمینه سفید با حروف سیاه و یا قرمز برای خودرو پلیس و پس زمینه سیاه با حروف سفید برای خودروهای عبور موقت می‌باشد. به منظور افزایش سرعت در پردازش، فضای رنگ جدیدی تعریف شده است که در آن پیکسل‌ها به ۱۳ دسته، آبی تیره، آبی، آبی روشن، زرد تیره، زرد، زرد روشن، مشکی تیره، مشکی، مشکی روشن، خاستری سفید، سفید، سفید روشن و غیره تقسیم شده است. سپس با پویش تصویر و بررسی تجمع پیکسل‌ها در رنگ مورد نظر مکان پلاک بدست می‌آید. اما این امر کافی نیست. در چین نسبت پهنا به ارتفاع پلاک برای پلیس ۳/۸، برای خودروهای سنگین ۲ و برای سایر خودرو ها ۳/۶ می‌باشد. چون ۳/۸ و ۳/۶ بسیار بهم نزدیک می‌باشند، برای آنها عدد ۳/۷ را در نظر گرفته شده است.



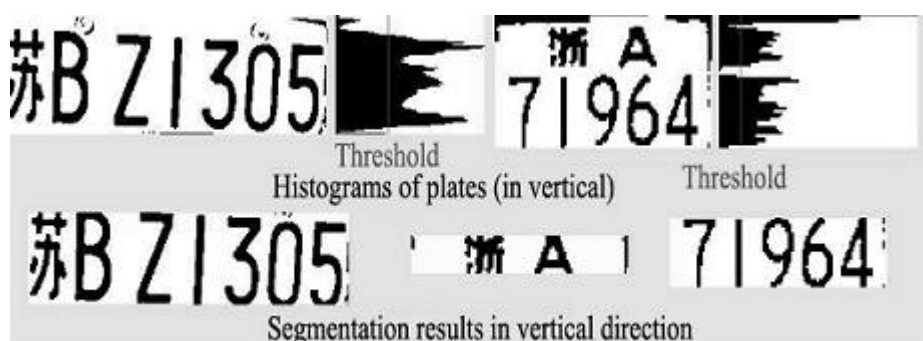
شکل ۲-۳- استخراج ناحیه پلاک در حالت عمودی در مرجع [۳]

همانطور که در شکل ۲-۳ می‌بینید، تمام عکس پویش شده و ۱۰۰۰ پیکسل با مقدار آبی تیره وجود داشت که می‌تواند بیانگر پس‌زمینه پلاک باشد. همانطور که مشهود است تنها یک نامزد پلاک وجود دارد که همان وسطی است. ناحیه آبی بالای خط آستانه بسیار کوچک است. اگر دو ناحیه مجاور به حد کافی به هم نزدیک باشند با یکدیگر ادغام می‌شوند. با توجه به این که پلاک در ناحیه پایین تصویر قرار دارد پویش از پایین به بالا انجام شده بخش وسطی اول پیدا می‌شود. در شکل ۴-۲ روندی مشابه با آستانه گذاری در جهت افقی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۴- استخراج ناحیه پلاک در جهت افقی در مرجع [۳]

برای بخش بندی ابتدا پلاک استخراج شده، با توجه به آستانه‌ای که از هیستوگرام بدست آمده دودویی شده است. بر اساس نسبت پهنا به ارتفاع، پلاک به دو دسته تک خط و دو خطه دسته‌بندی می‌شود. سپس خطی که تعداد پیکسل‌های سیاه آن از یک آستانه عبور کند انتخاب می‌شود. اگر دو ناحیه به حد کافی بهم نزدیک باشند با یکدیگر ادغام می‌شوند. اگر نسبت پهنا به ارتفاع هر ناحیه بزرگ باشد قسمت جدا در نظر گرفته می‌شود. این پردازش‌ها در شکل زیر نمایش داده شده است.

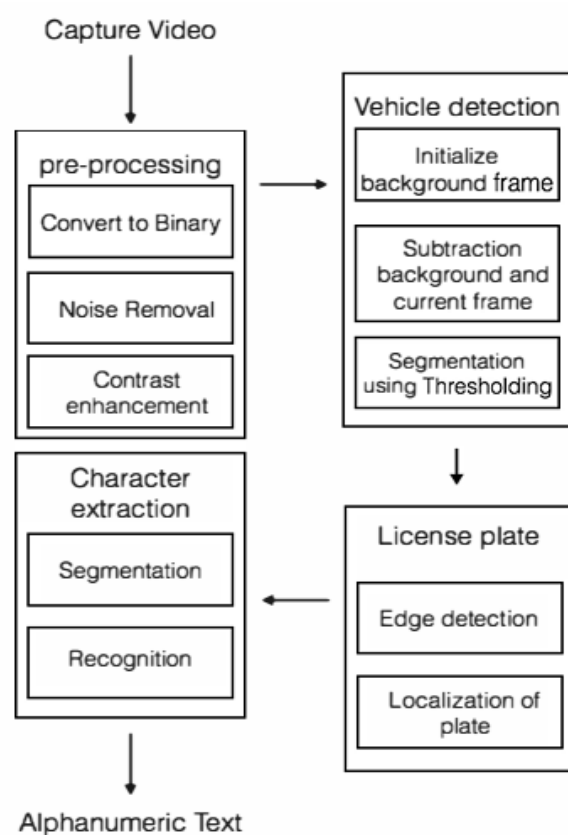


شکل ۲-۵- بخش‌بندی در جهت عمودی [۳]

سپس با توجه به نسبت پهنا به ارتفاع حروف پلاک استخراج می‌شود. برای بازشناسی حروف، ابتدا اندازه آنها به اندازه استاندارد تغییر می‌یابد سپس با استفاده از انطباق الگو حروف بازشناسی می‌شود.

۲-۴ - شناسایی خودکار پلاک خودرو مبتنی بر آشکارسازی لبه

در پژوهش دیگر پویا ساگری چی ها و همکارانش [۵]، روندنمای شکل (۶-۲) را جهت شناسایی خودکار پلاک ارائه کرده اند.



شکل ۲-۶- روندنمای ارائه شده در مرجع [۵]

در مرحله پیش پردازش ابتدا تصویر به یک تصویر سطح خاکستری^۱ تبدیل شده و سپس با استفاده از فیلتر میانه به حذف نویز در تصویر پرداخته شده است. سپس برای بهبود تباین یکسان سازی هیستوگرام انجام گرفته است.

مرحله دوم به ردیابی خودرو اختصاص دارد. نویسندگان از روش تفاضل پس زمینه برای شناسایی اشیای در حال حرکت بهره برده اند. دلیل استفاده از روش تفاضل پس زمینه سادگی پیاده سازی آن و

^۱ Gray level

توانایی استفاده از آن برای سیستم های بلادرنگ می باشد. پس زمینه مورد نظر این مقاله باید سه ویژگی زیر را دارا باشد.

(۱) باید نسبت به تغییرات روشنایی مقاوم باشد.

(۲) باید از آشکارسازی اشیای غیر ایستا از قبیل برگ ها ، باران برف و سایه جلوگیری شود.

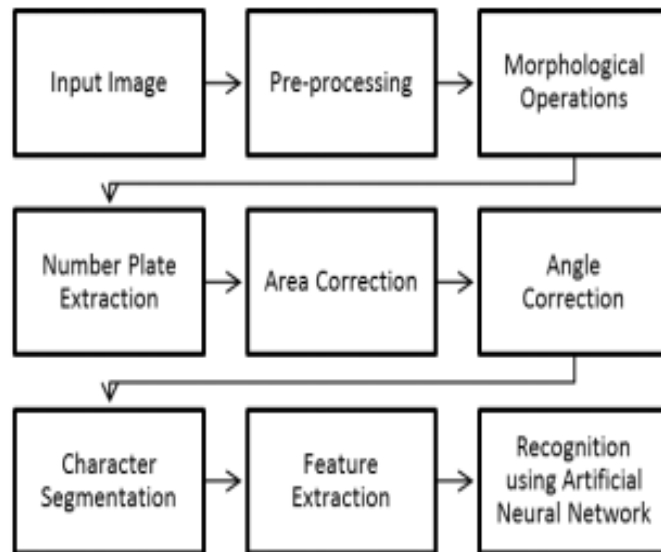
(۳) باید نسبت به تغییرات ایستای پس زمینه حساس باشد.



شکل ۲-۷- مدل پس زمینه و پیش زمینه در مرجع [۵]

با تفاضل فریم فعلی از تصویر پس زمینه، شی های در حال حرکت پیدا می شود. نتیجه دلخواه وقتی بدست می آید که تصویر پس زمینه و فریم فعلی هردو دارای اندازه یکسان باشند. مرحله سوم الگوریتم پیشنهادی به تشخیص مکان پلاک اختصاص یافته است. برای حذف اطلاعات اضافه از تصویر از لبه یاب کنی استفاده شده است.

در آخرین مرحله برای تشخیص حروف از روش تطبیق الگو استفاده شده است. که در آن حروف آشکار شده در تصویر با حروف موجود در پایگاه داده مقایسه شده و شباهت یک حرف با حروف نمونه محاسبه می شود. برای امتحان الگوریتم ارائه شده از عکس های رنگی با کیفیت 640×480 استفاده شده است و تصویر ۷۰ خودرو در شرایط نوری متفاوت برای بررسی عملکرد الگوریتم بکار گرفته شده است



شکل ۲-۹- روندنمای ارائه شده در مرجع [۶]

پیش پردازش یک تصویر ورودی می‌تواند شامل پردازش‌های مختلفی از قبیل تبدیل تصویر رنگی به تصویر سطح خاکستری، حذف نویز، دودویی کردن و بهبود کیفیت آن باشد. یک آستانه‌گذاری سراسری برای تبدیل تصویر، به تصویر دودویی با استفاده از روش آستانه گذاری اتسو^۱ بکار رفته است. سپس یک نقاب^۲ ویژه براساس مکان تقریبی پلاک در تصاویر موجود در پایگاه داده بر روی تصویر دودویی اعمال شده است که باعث کاهش زمان اجرای الگوریتم می‌شود. در شکل ۲-۱۰-۱ مراحل انجام شده در بخش پیش پردازش را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۱۰-۱- مراحل انجام شده در بخش پیش پردازش در مرجع [۶]

^۱Otsu

^۲ Mask

خروجی مرحله تشخیص مکان پلاک یک تصویر رنگی از پلاک است که از تصویر اصلی بریده شده است و یک تصویر دودویی که شامل حروف پلاک است. یک عملگر سوبل^۱ برای آشکار ساختن لبه ها روی تصویر بکار رفته سپس عملیات ریخت شناسی^۲ مختلفی بر روی تصویر اعمال شده است. نویسندگان یک عمل گشایش^۳ با عنصر ساختاری خطی به طول سه را انجام داده اند. سپس الگوریتم حذف خطوط ناخواسته^۴ با چهار عنصر ساختاری به طول ۲۵ با زوایای ۰،۴۵،۹۰،۱۳۵ درجه روی تصویر اعمال شده است. تصویر بدست آمده تنها شامل نواحی است که می توانند نماینده حضور پلاک باشد. سپس به منظور حذف شی های کوچک از تصویر تجزیه تحلیل مولفه های پیوسته استفاده شده است. پس از این، یک مجموعه از ویژگی ها برای استخراج حروف پلاک از قبیل مستطیل محیطی^۵، حداکثر طول محورها، حداقل طول محورها و چرخش در نظر گرفته شده است. تمام آستانه گذاری ها به نوع پلاک بستگی دارد و با سعی و خطا بدست آمده است.

در ابتدا پلاک به مولفه های به هم متصل تجزیه می شود. در ادامه ابتدا کوچک ترین لکه سفید انتخاب شده اگر آستانه هایی که بصورت تجربی و سعی و خطا از روی پلاک های نمونه بدست آمده برآورده شوند که نامزد پلاک می باشد اگر هیچ لکه سفیدی شروط ارائه شده در مقاله را برآورده نکند بزرگترین آنها به عنوان مکان پلاک انتخاب می شود.

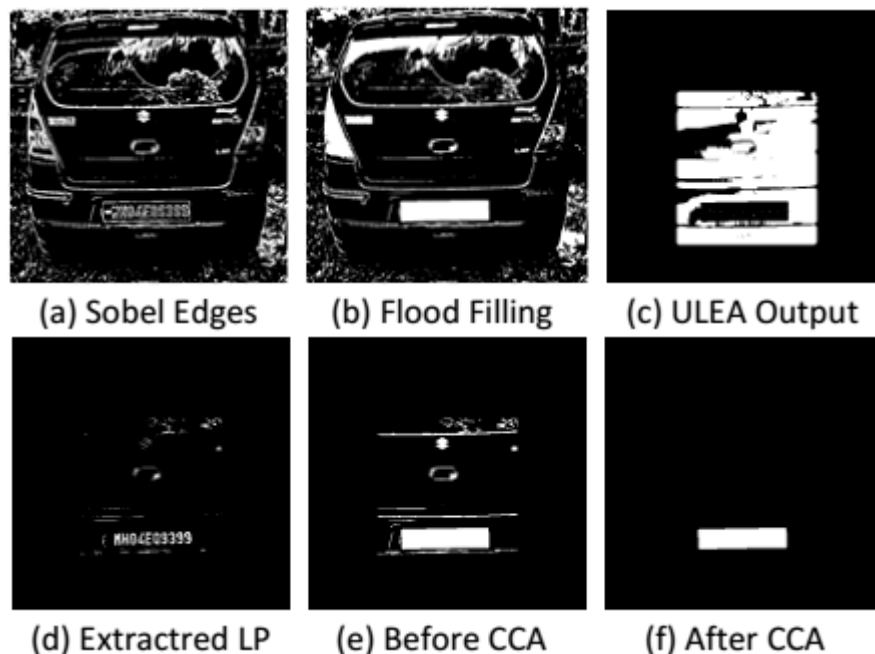
^۱sobel

^۲Morphology

^۳Dilation

^۴Unwanted Lines Elimination Algorithm

^۵Bounding Box



شکل ۲-۱۱- مجموعه پردازش‌های انجام شده برای استخراج ناحیه پلاک در [۶]

بخش‌بندی حروف خود از دو مرحله پیش‌پردازش و بخش‌بندی حروف با استفاده از تجزیه تحلیل مولفه‌های بهم پیوسته تشکیل شده است. مرحله پیش‌پردازش گفته شده شامل چندی سازی^۱، طبیعی سازی، و برجسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته و حذف شی‌های کوچک می‌باشد.

از آنجا که تمام پیکسل‌های حروف اهمیت یکسانی در استخراج ندارند، یک روش استخراج ویژگی از حروف می‌تواند جایگزین مناسبی برای تطبیق الگو سطح خاکستری باشد. در زمان اجرا به علت اینکه تمام پیکسل‌ها درگیر نمی‌شوند، محاسبات کاهش پیدا می‌کند. همچنین اگر ویژگی‌ها به اندازه کافی قوی باشند مشکلات تطبیق الگو را هم نخواهیم داشت. یک روش آماری برای بررسی بافت که موقعیت مکانی پیکسل‌ها در تصویر را در نظر می‌گیرد ماتریس هم رخداد سطح خاکستری^۲ (GLCM) است. ویژگی‌هایی که می‌توان از ماتریس GLCM استخراج کرد عبارتند از :

(۱) تباین : اندازه شدت تباین بین یک پیکسل و همسایگان آن در کل تصویر را نشان می‌دهد.

^۱Quantization

^۲Gray-level co-occurrence matrix

(۲) همبستگی : یک میزان از نحوه همبستگی یک پیکسل به همسایگان خودش در کل

تصویر را برگشت می‌دهد.

(۳) انرژی : مجموع توان‌های عناصر در GLCM را نشان می‌دهد.

(۴) تجانس : مقداری که نشان‌دهنده نزدیکی توزیع عناصر در GLCM به قطر GLCM

است.

مقادیر کوانتیزه شده و میانگین آنها محاسبه و به عنوان بردار ویژگی ذخیره می‌شوند. این بردار به

شبکه عصبی پس‌انتشار پیشخور^۱ در زمان آموزش و تست داده می‌شود.

شبکه عصبی پس‌انتشار پیشخور به وسیله مجموعه‌ای از ورودی‌ها، خروجی‌ها و تعداد لایه‌های

مخفی ساخته شده است. همچنین تابع انتقال برای هر لایه و تابع تمرین برای شبکه عصبی تعریف

شده است. بعد از این شبکه با داده‌هایی که از بردار ویژگی گرفته شده‌اند تمرین داده می‌شود. زمانی

که سیستم به درستی آموزش داده شد. با دادن ورودی دقت آن اندازه گیری می‌شود.

برای این پروژه تعداد ۱۰۲ عکس با دوربین ۲۰ مگاپیکسل از فاصله ۳ تا ۵ متر تهیه شد. تعدادی

از عکس‌های نمونه در زیر نشان داده شده است.

^۱ Feed forward back propagation



شکل ۲-۱۲- نمونه ای از عکس های ورودی در مرجع [۶]

به طور کلی دقت استفاده از شبکه عصبی ۹۴ / ۱۲٪ است که بهتر از سایر سیستم‌های که در این مقاله در مورد آن بحث شده می‌باشد.

۲-۶- تشخیص و بازشناسی پلاک با استفاده از ویژگی های گرادیان و مبتنی بر

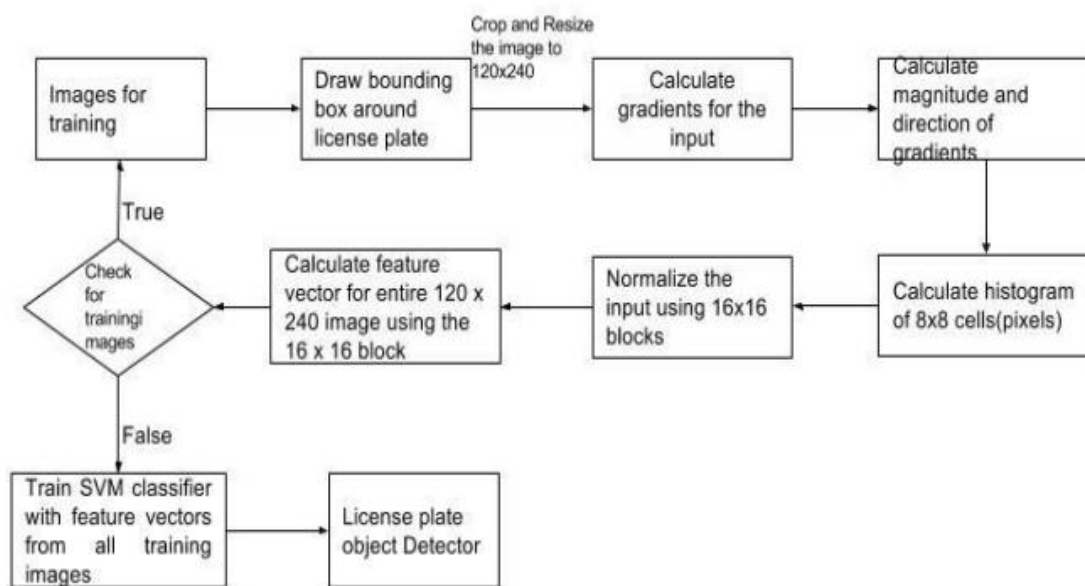
طبقه بند ماشین بردار پشتیبان

طراحی سیستم در [۷]، به این صورت است که تصویر خودرویی که پلاک آن باید شناسایی شود به آشکارساز ماشین بردار پشتیبان مبتنی بر هیستوگرام گرادیان جهت‌گرا^۱ (HOG) که برای آشکارسازی پلاک آموزش داده شده است ارسال می‌گردد. طبقه بند ناحیه‌ای که ممکن است پلاک در آن وجود داشته باشد را تشخیص داده و به دور آن یک مستطیل می‌کشد. سپس این ناحیه بریده می‌شود. حال که مکان پلاک پیدا شده یک آستانه‌گذاری انجام می‌شود تا متن پلاک استخراج شود.

^۱ histogram of oriented gradients

متن استخراج شده برای تشخیص نوری نویسه‌ها ارسال می‌شود تا نویسه‌ها شناسایی شده و روی صفحه خروجی چاپ شود.

بخش اصلی این مقاله آموزش ماشین بردار پشتیبان مبتنی بر HOG برای تعیین مکان پلاک است. مراحل زیر برای آموزش طبقه بند انجام شده است.



شکل ۲-۱۳- طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان ارائه شده در [۷]

تصاویری که برای آموزش استفاده شده است تصاویر کاملاً واضح از پلاک ماشین می‌باشد. بعد از این که تصاویر انتخاب شدند برای هریک از آنها ویژگی‌های HOG محاسبه می‌شود. ابتدا یک مستطیل محیطی دور پلاک رسم می‌شود سپس بریده و به اندازه 120×240 درآورده می‌شوند.

مرحله بعد، محاسبه گرادیان می‌باشد. گرادیان مشتق در جهت x, y می‌باشد. اندازه گرادیان با معادله ۲-۱ و جهت آن توسط معادله ۲-۲ بدست می‌آید.

$$\text{معادله ۲-} \quad g = \sqrt{gx^2 + gy^2}$$

۱

$$\theta = \tan^{-1} \frac{gy}{gx} \quad \text{معادله ۲-۱}$$

۲

برای هر پیکسل دو مقدار اندازه و جهت محاسبه شده است. در مرحله بعد محاسبه هیستوگرام گرادینان می‌باشد. به این منظور تصویر به سلول‌های 8×8 تقسیم شده است. هیستوگرام یک مجموعه از بین^۱ می‌باشد. که تعداد ۹ بین در جهت های ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۶۰ را شامل می‌شود. بعد از این که محاسبه هیستوگرام سلول‌های 8×8 انجام شد. تصویر به بلوک های 16×16 تقسیم می‌شود. تعداد ۹ بین در هر هیستوگرام وجود دارد که یک بردار ویژگی 36×1 را شکل می‌دهد. یک نرمال سازی روی بردار ویژگی انجام شده است. تعداد ۷ بلوک افقی و ۱۵ بلوک عمودی در تصویر وجود دارد در نتیجه تعداد کل ویژگی ها برابر ۳۷۸۰ می‌باشد. این پردازش برای تمام تصاویر انجام می‌شود. یک طبقه بند SVM با تمام بردارهای ویژگی آموزش داده می‌شود. طبقه بند بعد از آموزش عمل شناسایی مکان پلاک را انجام می‌دهد. بعد از این که مکان پلاک تشخیص داده و از تصویر بریده شد. تصویر بریده شده آستانه گذاری شده و روی آن عملیات برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته انجام می‌شود و برای OCR ارسال شده و حروف پلاک بازشناسی می‌شود.

۲-۷- بررسی کارهای پیشین به تفکیک روش انجام در هر مرحله

همانطور که در بخش مقدمه این فصل بیان گردید سامانه های تشخیص پلاک دارای سه مرحله اساسی تشخیص محل پلاک، جدا سازی حروف و بازشناسی هر حرف می‌باشند. در این بخش ما به طور خلاصه به بررسی مقالات مختلف و روش بکار گرفته شده در هر بخش می‌پردازیم.

نویسندگان در [۸]، از یک کرنل گوسی برای حذف نویز استفاده کرده‌اند. پس از آن تصویر ورودی به یک تصویر سطح خاکستری تبدیل شده و عملیات ریخت‌شناسی گسترش و سایش به منظور حذف

^۱ bin

نواحی کوچک، جدا کردن نواحی مجزای نزدیک به هم و اتصال نواحی که دارای شکستگی هستند به کار گرفته شده است. در ادامه با بکار گیری آستانه گذاری مناسب تصویر دودویی بدست آمده است. شی با شکل تقریباً ۴ ضلعی که اندازه آن با متناسب با پلاک باشد به عنوان مکان پلاک در نظر گرفته می شود. بعد از آن شی هایی با ارتفاعی بین ۲۵ پیکسل تا ۱۸۰ پیکسل و طولی بین ۱۱۰ پیکسل تا ۲۲۰ پیکسل به عنوان نامزد نویسه پلاک در نظر گرفته می شوند. نویسندگان از یک OCR متن باز و یک شبکه عصبی کوهنن برای بازشناسی نویسه ها استفاده کرده اند. عملکرد OCR متن باز از شبکه عصبی بهتر بوده و دارای دقت ۹۵٪ است.

در [۹]، تصویر ورودی به چند بخش تقسیم شده و در هر بخش یک آستانه گذاری اتسو انجام می شود و تصویر باینری بدست می آید. مکان پلاک ها توسط یک افکنش افقی و عمودی در طول یک پنجره جستجو پیدا می شود. اگر پلاک از روش بالا پیدا نشد تصویر اصلی معکوس می شود. از آنجایی که پلاک در قسمت پایینی تصویر قرار دارد پس افکنش هیستوگرام از پایین به بالا انجام می شود. نویسندگان به روش مشابه به جدا سازی حروف پرداخته اند و سپس با استفاده از شبکه عصبی پس انتشار به بازشناسی حروف پرداخته اند. دقت بازشناسی در این مقاله ۹۷/۳٪ بیان شده است.

در [۱۰]، ناحیه ای که بیشترین میزان لبه در آن وجود دارد به عنوان ناحیه نامزد پلاک شناخته می شود. که از عمگر سوبل برای استخراج لبه های عمودی استفاده شده است. سپس الگوریتم نازک سازی روی لبه ها اعمال شده است. مکان هایی که چگالی پیکسل ها بیشتر است به عنوان ناحیه متن و لبه های منزوی^۱ به عنوان اغتشاش شناخته می شوند. گسترش ناحیه ها با چگالی بالا برای پیدا کردن مکان نامزد پلاک شده است. برای جداسازی حروف ابتدا تصویر ورودی کوانتیزه شده و از تجزیه تحلیل ریخت شناسی برای بدست آوردن نواحی نامزد حروف استفاده شده است. از یک شبکه عصبی که دارای

^۱ Isolated Edge

۴۴۸ گره می‌باشد برای بازشناسی حروف استفاده شده است. از آنجایی که پلاک های چند کشور در این مقاله بررسی شده است دقت آن بین ۹۰ تا ۹۵ درصد بیان شده است.

در مرجع [۱۱]، پس از اعمال فیلتر گابور^۱ به تصویر سطح خاکستری یک آستانه‌گذاری برای ایجاد تصویر دودویی انجام شده است. تصویر دودویی بعد از انجام عملیات ریخت شناسی برای پیدا کردن مکان پلاک برچسب زنی می‌شود. ناحیه با بیشترین مساحت به عنوان ناحیه پلاک شناخته شده و برای مرحله بعد ارسال می‌شود. در مرحله بعد از افکنش هیستوگرام افقی و عمودی برای مکان یابی حروف استفاده شده است. در مرحله آخر از یک شبکه عصبی خود سازمانده برای تشخیص حروف استفاده نموده اند که دارای دو لایه ورودی و لایه محاسباتی می باشد. وزن خود سازمانده در طول مرحله آموزش محاسبه می‌شود. دقت الگوریتم پیاده سازی شده در این مقاله ۹۰/۹۳ درصد بیان شده است.

در [۱۲]، بعد از اجرای برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته در تصویر دودویی، چرخش، نسبت اعداد و عدد اوایلر^۲ برای هر شی دودویی محاسبه می‌شود. عدد اوایلر در یک تصویر به صورت تعداد شی‌های تصویر منهای تعداد حفره‌ها تعریف می‌شود. برای یک تصویر باینری نویسه‌های پلاک به عنوان حفره و پلاک به عنوان شی در نظر گرفته می‌شود. معیاری های زیر برای تعیین نامزدهای پلاک بررسی شده است. میزان چرخش باید کمتر از ۳۵ درجه باشد. نسبت ابعاد باید عددی بین ۲ و ۶ باشد. همچنین عدد اوایلر نیز باید بزرگتر از ۳ باشد.

روش ارائه شده در [۱۲]، تشخیص مکان پلاک با زمینه سیاه و حروف سفید را تضمین نمی‌کند. از پس افکنش افقی و عمودی برای مکان‌یابی حروف استفاده شده است. از شبکه عصبی دو لایه که به عملکردی با دقت ۸۹/۱٪ می‌رسد برای بازشناسایی حروف استفاده شده است.

^۱ Gabor filter

^۲ Euler number



شکل ۲-۱۴ در ردیف اول پلاک سیاه با کارکتر سفید پیدا نشده است در ردیف دوم با معکوس کردن تصویر پلاک مکان یابی شده است [۱۲]

چنگ و همکاران [۱۳]، از منطق فازی برای پیدا کردن مکان پلاک استفاده کرده اند. نویسنده چند قانون برای توصیف پلاک از قبیل روشن، تاریک، تاریک و روشن، بافت، زردی مشخص کرده و از آنها تعیین میزان عضویت توابع فازی استفاده کرده است. اما این امر بسیار به میزان رنگ پلاک و روشنایی آن حساس است و زمان پردازش بیشتری نسبت به سایر روش های مبتنی به رنگ دارد.

برای پیدا کردن حروف پلاک بدست آمده در مرحله قبل، از برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته و بررسی نسبت ابعاد استفاده شده است. بعد از آن از تبدیل هاف^۱ برای بدست آوردن مرکز مولفه ها استفاده شده است. با بررسی منظم بودن مرکز مولفه ها حروف تشخیص داده می شود. بعد از بخش بندی حروف، قدم بعدی شناسایی حروف می باشد. تقریباً تمام سیستم ها از نوع های مختلف شبکه عصبی برای این کار بهره می برند. شبکه عصبی خود سازمانده کوهنن در [۱۳]، برای چیره شدن به اغتشاش، از ریخت افتادگی و یا حروف غیر کامل تصویر به کار گرفته شده است. این روش بر روی دقت متمرکز شده و هزینه این دقت افزایش پیچیدگی و زمان اجرا می باشد. نرخ تشخیص درست حروف در مجموعه بزرگ ۱۰۶۱ پلاک خودرو که از نقاط دید مختلف تهیه شده اند چیزی حدود ۹۵٪ می باشد. در [۱۳] یک کلاس مجزا برای حروفی که تشخیص آنها سخت می باشد درست کردند. در هنگام بازشناسی حروف

^۱ Hough Transform

اگر حروفی از پلاک جز این مجموعه قرار گرفت. یک عملیات اضافه بر اساس گوشه‌ها برای تشخیص حروف مشکوک استفاده می‌شود.

از آشکار ساز لبه رابرت در [۱۴]، برای یافتن لبه‌های عمودی تصویر استفاده شده است. تصویر با یک فیلتر رنگ افقی گرا، کانالو می‌شود. این امر سبب یک ناحیه کشیده بیضوی در ناحیه پلاک می‌شود. در مرحله نهایی یک افکنش عمودی انجام می‌شود. به منظور بریدن حروف از پلاک استخراج شده تصویر پلاک با استفاده از یک آستانه گذاری افقی، دودویی شده و بعد از آن تجزیه و تحلیل مولفه‌های بهم پیوسته استفاده شده است. برای بازشناسی حروف از یک OCR تجاری شده، استفاده شده است.

در [۱۵]، در مرحله تشخیص مکان پلاک پیدا کردن قاب سفید پلاک مد نظر می‌باشد. قاب سفید با استفاده از برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته آشکار می‌شود. در صورت مخدوش بودن قاب پلاک امکان دارد مکان پلاک به درستی پیدا نشود. برای تایید مکان پلاک از معیارهایی از قبیل نسبت ابعاد، پهنا و ارتفاع استفاده می‌شود. برای جدا سازی حروف از آستانه گذاری بر اساس هیستوگرام عمودی و افقی استفاده شده است. در این مقاله بعد از استخراج ویژگی و دادن آنها به ماشین بردار پشتیبان برای بازشناسی حروف عملکردی با دقت ۹۳٪ در دسترس می‌باشد.

در [۱۶]، مکان‌یابی پلاک خودرو به دو گروه تقسیم می‌شود: یک بر اساس ظاهر و دو مبتنی بر گرادیان. روش مبتنی بر ظاهر از رنگ و ویژگی‌های بافتی برای پیدا کردن مکان پلاک استفاده می‌کند. در روش گرادیان برای پلاک‌ها با تباین بالا استفاده می‌شود. برای هر تصویر مکان‌هایی با شدت چگالی گرادیان بالا پیدا می‌شود. بعد از آن از برچسب زنی مولفه‌های پیوسته برای پیدا کردن مکان‌های نامزد پلاک استفاده شده است. بعد از این مرحله برای جدا سازی حروف از افکنش هیستوگرام استفاده کرده است و در مرحله آخر هم از شبکه عصبی برای بازشناسی حروف بهره برده است.

در [۱۷]، آشکارساز لبه کنی برای پیدا کردن نقاط مهم استفاده شده است. پلاک‌ها دارای پس‌زمینه سفید و نویسه‌های سیاه می‌باشد. جزئیات بیشتری در این مورد بیان نشده است. نویسندگان با بهره‌گیری از فیلتر میانه و روش رنگی کردن لکه به جداسازی نویسه پلاک پرداخته‌اند. ابتدا با استفاده از همسان‌سازی هیستوگرام تباین تصویر را بهبود بخشیده و پس از آن با استفاده از فیلتر میانه به حذف اغتشاشات پرداخته‌اند. رنگ کردن لکه‌ها به منظور جدا کردن نقاط بهم چسبیده روی تصویر دودویی اعمال شده است. این عمل در چهار جهت به منظور جدا کردن نویسه‌ها انجام می‌شود. در این مقاله نیز از شبکه عصبی برای بازشناسی حروف استفاده شده است.

روش ارائه شده در [۱۸]، از یک الگوریتم تطبیق نمونه برای پیدا کردن مکان پلاک ایران در تصویر استفاده می‌کند. الگوریتم تطبیق الگو در واقع الگوریتمی است که در آن یک الگو یا توصیفی از آن روی تمام سطح تصویر جابه‌جا می‌شود [۱۹]. معمولاً سیستم‌های تطبیق الگو به اندازه کافی انعطاف‌پذیر نیستند، اما روش پیشنهادی نسبت به چرخش و مقیاس‌مقام می‌باشد. پس از استخراج ناحیه پلاک با استفاده از آستانه‌گذاری مبتنی بر هیستوگرام به قطعه‌بندی نویسه‌های پلاک می‌پردازد. برای استخراج ویژگی، تعداد گذر از لبه را بصورت افقی و نسبت تعداد پیکسل‌های پس‌زمینه به پیکسل‌های پیش‌زمینه استفاده می‌شود. این ویژگی‌ها به ماشین بردار پشتیبان برای بازشناسی حروف ارسال می‌شود. دقت سیستم ۹۶ درصد بیان شده است.



شکل ۲-۱۵- تشخیص مکان پلاک در تصویر در مرجع [۱۸]

در مرجع [۲۰]، از آشکار ساز لبه سوبل و بعد از آن روش خطیابی هاف^۱ و پس از آن برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته برای پیدا کردن مولفه‌های بهم پیوسته برای پیدا کردن مکان پلاک استفاده شده است. برای پیدا کردن نویسه‌ها در پلاک از یک خط پویش افقی برای پیدا کردن شرایطی که ابتدا و انتهای یک نویسه را برآورده می‌کند مطابق آنچه که در [۲۱] بیان شده استفاده می‌شود. از ۳۰۰۰۰ نمونه برای آموزش شبکه عصبی استفاده شده است. برای آزمایش شبکه عصبی از ۶۰۰۰ نمونه استفاده شده است. ۹۴ درصد دقت تشخیص پلاک در این مقاله می‌باشد.

در [۲۲]، برای استخراج ناحیه پلاک از ویژگی رنگ پلاک استفاده شده است. بعد از آن یک افکنش افقی و عمودی روی تصویر دودویی انجام شده است. تشخیص حروف پلاک یک قسمت مهم در بسیاری از سامانه‌های بازشناسی پلاک خوردو می‌باشد. دلایل بسیاری از قبیل وجود اغتشاش، قاب پلاک، چرخش و شرایط روشنایی متفاوت است [۲۳]. در مرجع شماره [۲۲]، اطلاعاتی در مورد نحوه پیدا کردن نویسه‌ها در پلاک بیان نشده است. از شبکه عصبی پس انتشار برای آموزش و شناسایی پلاک خودرو استفاده شده است.

در جدول شماره ۲-۳ خلاصه‌ای از روش‌های که کارهای مرور شده در این فصل از آنها در مراحل مختلف بازشناسی پلاک استفاده کرده‌اند را مشاهده می‌نمایید.

^۱ Hough Line Detection Method

جدول ۲-۳- روش‌های استفاده شده در مراحل مختلف بازشناسی پلاک در کارهای مرور شده

شماره مرجع	تشخیص مکان پلاک	جداسازی نویسه‌ها	بازشناسی نویسه
[۲]	مولفه های بهم پیوسته	تابع ویژگی مبتنی بر ابعاد	تطبیق الگو
[۳]	ساخت فضای رنگ جدید با سیزده رنگ پویش عمودی و افقی	آستانه‌گذاری از روی هیستوگرام و نسبت ابعاد	تطبیق الگو
[۵]	لبه یاب کنی	-	تطبیق الگو
[۶]	استفاده از نقاب بر اساس مکان تقریبی پلاک	مولفه های بهم پیوسته	شبکه عصبی
[۷]	بردار ویژگی HOG و طبقه بند SVM	-	OCR متن باز
[۹]	آستانه‌گذاری اتسو و افکنش هیستوگرام	افکنش هیستوگرام	شبکه عصبی
[۱۰]	لبه‌یاب سوبل و عملیات ریخت‌شناسی	کوانتیزه کردن سطح خاکستری و عملیات ریخت‌شناسی	شبکه عصبی
[۱۱]	فیلتر گابور، عملیات ریخت‌شناسی و برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته	افکنش هیستوگرام	شبکه عصبی دولایه
[۱۲]	برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته و بررسی معیارهای ابعاد	افکنش افقی و عمودی	شبکه عصبی
[۱۳]	منطق فازی مبتنی بر رنگ	برچسب‌زنی و بررسی ابعاد و تبدیل هاف	شبکه عصبی خود سازمانده کوهنن
[۱۴]	آشکار ساز لبه رابرت	آستانه‌گذاری و برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته	SVM
[۱۵]	برچسب‌زنی و بررسی ابعاد	افکنش هیستوگرام	شبکه عصبی
[۱۶]	ویژگی رنگ و گرادیان	برچسب‌زنی و افکنش هیستوگرام	شبکه عصبی
[۱۷]	آشکار ساز لبه کنی	فیلتر میانه و همسان‌سازی هیستوگرام و رنگی کردن لکه‌ها	شبکه عصبی
[۱۸]	تطبیق الگو	افکنش هیستوگرام	SVM
[۲۰]	پیدا کردن لبه و پیدا کردن خط هاف	پویش سطری	شبکه عصبی
[۲۲]	ویژگی مبتنی بر رنگ پلاک	-	شبکه عصبی



فصل سوم

مبانی نظری



۳-۱- مقدمه

پردازش تصویر نقش اصلی در سامانه‌های بازشناسی پلاک خودرو را به عهده دارد. تکنیک‌های پردازش تصویر متعددی برای پیاده سازی وجود دارد. در این پایان‌نامه از روش‌های پردازش تصویر از قبیل نرم کردن، دودویی کردن، برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته استفاده شده است. این فصل به بیان مباحث نظری استفاده شده در روش ارائه شده پرداخته می‌شود.

۳-۲- آستانه گذاری

در بسیاری از برنامه‌های کاربردی پردازش تصویر سطح خاکستری متعلق به شی با سطح خاکستری متعلق به پس‌زمینه کاملاً متفاوت است. آستانه گذاری یک روش ساده اما موثر برای جدا کردن پس‌زمینه از پیش‌زمینه است. آستانه گذاری در خیلی از زمینه‌های پردازش تصویر از قبیل تجزیه و تحلیل تصاویر اسناد که هدف آن استخراج حروف چاپ شده و یا پردازش صحنه که در آن هدف آشکار سازی شی است کاربرد دارد. خروجی پردازش تصویر یک تصویر دودویی است که در آن یک پیکسل می‌تواند تنها یکی از دو مقدار تعیین شده را اختیار کند. که معمولاً این دو مقدار ۰،۱ و یا ۰،۲۵۵ می‌باشند.

عوامل مختلفی از قبیل وجود اغتشاش، تباین ناکافی، نزدیک بودن تصویر سطح خاکستری پس-زمینه و پیش‌زمینه عمل آستانه گذاری را مشکل می‌کند. با توجه به کاربرد فراوان آستانه گذاری و چالش‌های روبه‌روی آن تعیین آستانه مناسب یک امر مهم در پردازش تصویر می‌باشد. آستانه گذاری را به طور کلی می‌توان به دو دسته آستانه گذاری محلی و آستانه گذاری سراسری تقسیم کرد. روش‌های تعیین مقدار آستانه با توجه به نحوه بدست آوری آستانه مناسب به شش دسته تقسیم می‌شود [۲۴] که عبارتند از :

- (۱) مبتنی بر هیستوگرام
- (۲) مبتنی بر خوشه بندی
- (۳) مبتنی بر آنتروپی
- (۴) مبتنی بر ویژگی‌های شی
- (۵) روش‌های مبتنی بر مکان
- (۶) روش‌های افقی

در تصویر زیر یک نمونه تصویر دودویی حاصل از آستانه گذاری سراسری را مشاهده می‌نمایید.



(الف)



(ب)

شکل ۳-۱- (الف) تصویر اصلی - (ب) تصویر دودویی بدست آمده از آستانه گذاری

۳-۳- آستانه گذاری افقی^۱

یکی از معمول‌ترین پردازش‌ها آستانه گذاری تصویر سطح خاکستری با یک مقدار ثابت می‌باشد. برای مثال هر پیکسل که مقداری بزرگتر از ۱۲۷ در تصویر مقیاس خاکستری داشته باشد مقدار ۱ و هر پیکسلی که کمتر از مقدار بیان شده را داشته باشد مقدار ۰ را اختیار می‌کند. این امر را آستانه گذاری با مقدار ثابت می‌نامند.

^۱ Adaptive threshold

در آستانه‌گذاری افقی برخلاف آستانه‌گذاری ثابت، مقدار آستانه در هر پیکسل به مقدار پیکسل‌های همسایه آن وابسته است. برای محاسبه آستانه $T(x,y)$ که در آن مکان پیکسل در تصویر را مشخص می‌کند مراحل زیر را طی می‌کنیم.

(۱) یک ناحیه $b \times b$ با حول پیکسل مورد نظر را انتخاب می‌کنیم [۲۵].

(۲) در قدم بعدی محاسبه میانگین در این ناحیه می‌باشد. ما می‌توانیم از مقدار دقیق میانگین پیکسل‌هایی که در ناحیه $b \times b$ قرار دارند استفاده کنیم و یا از یک میانگین وزن دار گوسی^۱ استفاده کنیم. در این حالت پیکسل‌هایی که به مرکز این ناحیه نزدیک هستند وزن بیشتری می‌گیرند. ما این مقدار را با $W(x,y)$ نشان می‌دهیم.

(۳) مرحله بعدی برای پیدا کردن مقدار آستانه $T(x,y)$ است که با کم کردن مقدار ثابت k ، از مقدار میانگین $W(x,y)$ که برای هر پیکسل در مرحله قبل محاسبه شده است بدست می‌آید.

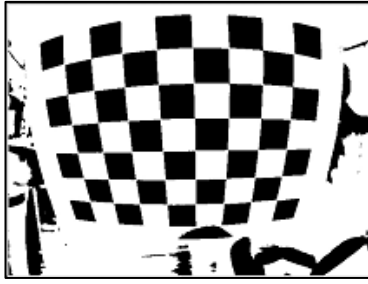
$$T(x,y) = W(x,y) - k \quad \text{رابطه (۳-۲)}$$

در شکل (۳-۳) به مقایسه اعمال یک آستانه‌گذاری ثابت و یک آستانه‌گذاری افقی پرداخته است.

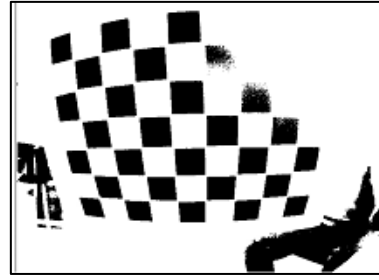


(الف)

^۱ Gaussian weighted average



(ج)



(ب)

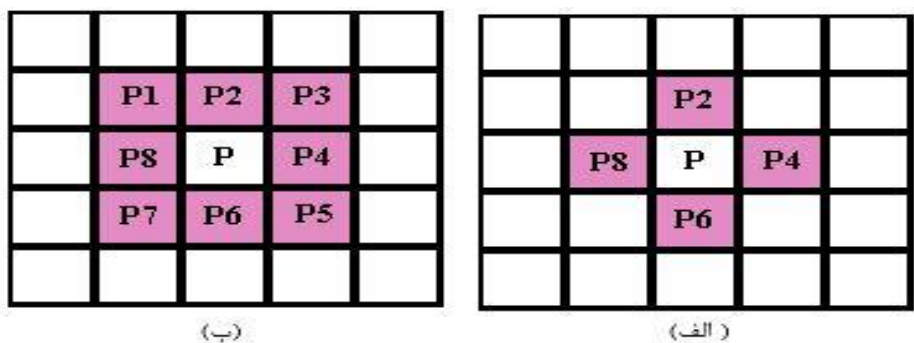
شکل ۳-۲- (الف) تصویر اصلی - (ب) تصویر دودویی حاصل از آستانه گذاری ثابت -

(ج) تصویر دودویی حاصل از آستانه گذاری افقی [۲۵]

۳-۴- برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته^۱

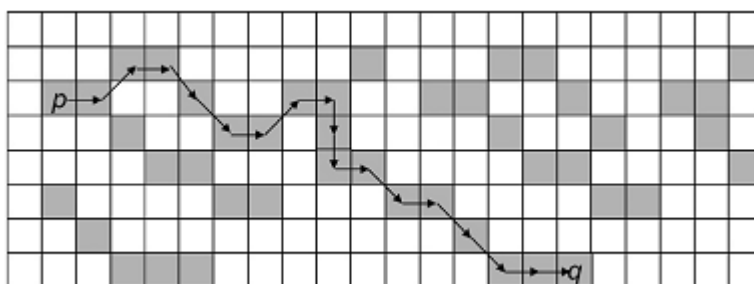
برای یک تصویر با اندازه $N \times N$ پیکسل در مختصات (x, y) را با $P(x, y)$ نمایش می دهیم. فرض می کنیم پیکسل های پس زمینه را با ۰ و پیکسل های پیش زمینه را با ۱ نمایش می دهیم. پیکسل های پیش زمینه پیکسل های شی نیز نامیده می شوند. فرض می شود که پیکسل های حاشیه تصویر نیز متعلق به پس زمینه باشد. برای هر پیکسل $P(x, y)$ دو نوع همسایگی ۴ تایی و ۸ تایی تعریف می شود که در شکل (۳-۴) این همسایگی ها نشان داده شده است.

^۱ connected component labeling



شکل ۳-۳- (الف) همسایگی ۴ تایی پیکسل P - (ب) همسایگی ۸ تایی پیکسل P

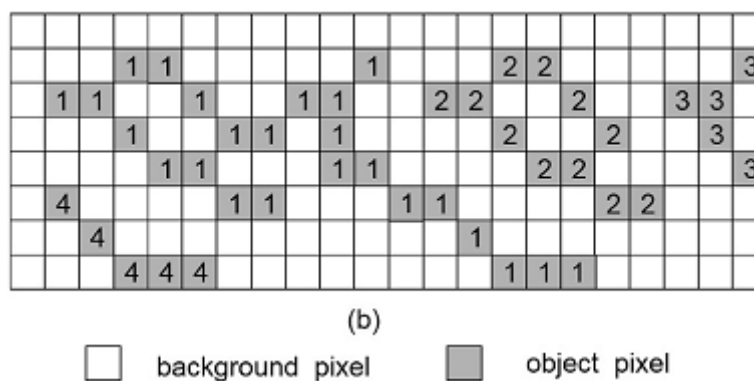
دو پیکسل شی p و q متصل ۸ تایی گفته می‌شود اگر یک مسیر بین این دو پیکسل وجود داشته باشد. تمام پیکسل‌های این میسر همسایه ۸ تایی هم باشند [۲۶]. برای مثال در شکل (۳-۵) پیکسل‌های p, q متصل ۸ تایی می‌باشند.



شکل ۳-۴- دو پیکسل p و q متصل ۸ تایی می‌باشند [۲۶]

یک مولفه بهم پیوسته ۸ تایی در یک تصویر دودویی بزرگترین مجموعه‌ای است که هر دو پیکسل آن پیوسته ۸ تایی باشند. یک مولفه بهم پیوسته یک شی نیز نامیده می‌شود.

برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته پردازشی است که در آن بعد از پیدا کردن مولفه‌های بهم پیوسته در تصویر به هر کدام یک برچسب یکتا اختصاص داده می‌شود. برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته کاربردهای فراوانی در پردازش تصویر دارد که از جمله آن میتوان به بخش بندی صحنه، بدست آوردن ویژگی از قبیل ارتفاع و پهنای شی در تصویر اشاره کرد. در شکل (۳-۶) چهار مولفه بهم پیوسته ۸ تایی موجود در تصویر برچسب زنی شده‌اند.

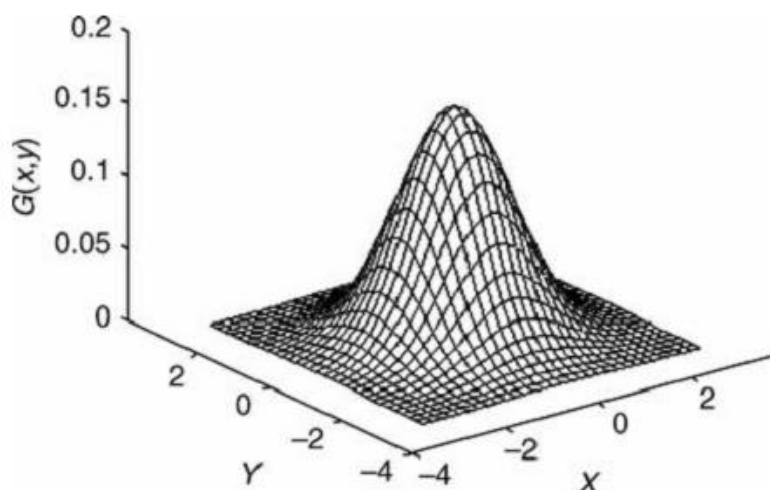


شکل ۵-۶- برچسب زنی چهار مولفه بهم پیوسته در تصویر [۲۶]

۳-۵- فیلتر گوسی^۱

یکی از راه های بهبود کیفیت تصویر و کاهش اغتشاش در تصویر نرم کردن^۲ تصویر می باشد. یکی از روش های نرم کردن تصویر در کانالو کردن آن با یک فیلتر گوسی می باشد.

تابع گوسی تابعی به شکل زنگوله می باشد. در شکل زیر یک تابع گوسی دو بعدی را مشاهده می کنید.



شکل ۳-۶- تابع گوسی دوبعدی [۲۷]

^۱ Gaussian filter

^۲ Image smoothing

از آنجا که تصویر به عنوان مجموعه‌ای از پیکسل‌های گسسته ذخیره می‌شود. قبل از اینکه ما بتوانیم کانالو تصویر با فیلتر گوسی را انجام دهیم. باید تقریب گسسته ای از تابع گوسی تولید کنیم. در تئوری توزیع گوسی در همجا غیر صفر است که نیاز به یک کانالو بی‌نهایت دارد. اما در عمل هر جا بیشتر از سه برابر انحراف استاندارد باشد صفر است. شکل (۷-۳) یک تقریب از تابع گوسی را نشان می‌دهد.

$$\frac{1}{273}$$

1	4	7	4	1
4	16	26	16	4
7	26	41	26	7
4	16	26	16	4
1	4	7	4	1

شکل ۷-۳-تقریب گسسته از تابع گوسی

پس از ساخت کرنل گوسی و کانالو آن در تصویر یک تصویر نرم شده بدست می‌آید.



شکل ۸-۳ - نتیجه اعمال تابع گوسی بر گرفته از مرجع [۲۵]

۳-۶- هیستوگرام گرادیان جهت‌دار^۱

یک توصیفگر ویژگی نمایشی از یک تصویر و یا یک تکه از تصویر است که ارائه تصویر را با استخراج اطلاعات مفید و کنار گذاشتن اطلاعات غیر مهم ساده می‌کند. به طور معمول یک توصیفگر ویژگی یک تصویر به اندازه طول $\times$ عرض $\times$ کانال‌ها را به یک بردار ویژگی به طول n تبدیل می‌کند.

به طور واضح بردار ویژگی برای نمایش تصویر مناسب نیست اما برای اموری از قبیل تشخیص و ردیابی شی و بازشناسی تصویر بسیار مفید است. این بردار ویژگی وقتی به یک الگوریتم طبقه بند مانند SVM داده شود نتایج خوبی خواهد داشت. در توصیفگر ویژگی HOG، هیستوگرام گرادیان‌های جهت‌دار به عنوان ویژگی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

گرادیان (مشتق درجهت x, y) به علت بزرگ بودن دامنه گرادیان در اطراف لبه و گوشه‌ها بزرگ مفید است و می‌دانیم که لبه‌ها و گوشه‌ها اطلاعات بیشتری در مورد شکل شی نسبت به قسمت‌های مسطح به ما می‌دهد. HOG برای آشکارسازی افراد پیاده در تصویر استفاده شده است [۲۸]. برای محاسبه توصیفگر HOG، یک همسایگی $w \times w$ برای هر پیکسل در نظر می‌گیریم. این همسایگی را سلول می‌نامیم. ابتدا نیاز است گرادیان افقی و عمودی محاسبه گردد. بعد از آن هیستوگرام گرادیان‌ها محاسبه می‌شود. ابتدا تصویر با کرنل‌های زیر فیلتر می‌شود.

			-1
-1	0	1	0
			1

شکل ۳-۹- کرنل‌های محاسبه گرادیان

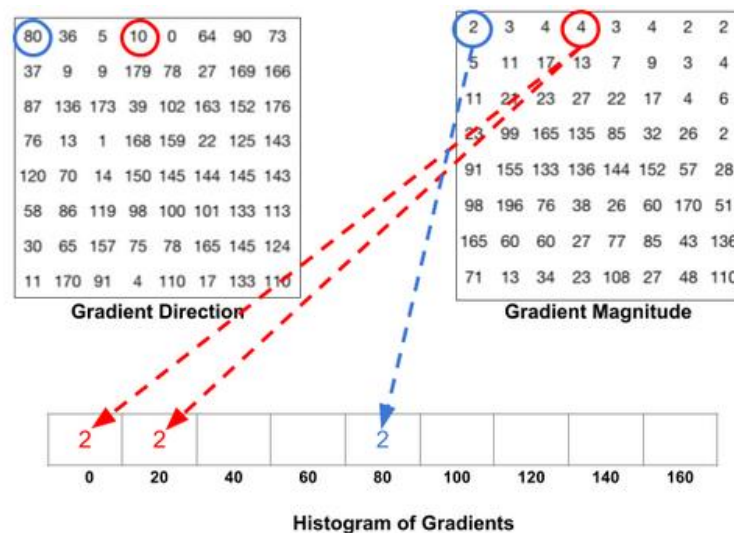
^۱ Histogram of Oriented Gradients

در مرحله بعد زاویه و دامنه گرادیان با استفاده از روابط زیر استفاده می‌شود.

$$g = \sqrt{g_y^2 + g_x^2} \quad \text{رابطه (۲-۳)}$$

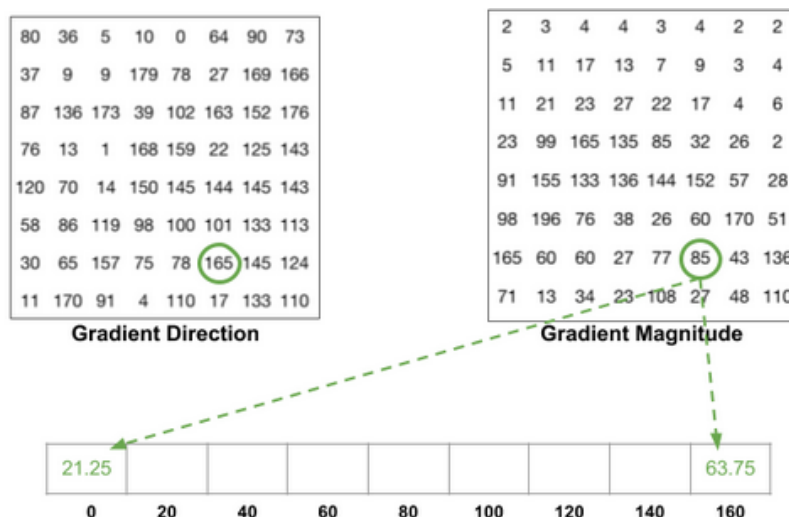
$$\theta = \arctan \frac{g_y}{g_x} \quad \text{رابطه (۲-۳)}$$

برای هر پیکسل دامنه و جهت گرادیان مشخص می‌شود. برای تصاویر رنگی گرادیان هر سه کانال محاسبه می‌شود. دامنه گرادیان در یک پیکسل حداکثر دامنه گرادیان در هر سه کانال می‌باشد. سپس فاصله بین ۰ تا ۱۸۰ درجه را به ۹ فاصله مساوی تقسیم می‌کنیم. برای محاسبه هیستوگرام، هر پیکسل در داخل سلول بر اساس زاویه گردایش به یکی از این کانال‌ها رای می‌دهد. در شکل (۱۰-۳) بردار ویژگی برای ساخته شده برای یک تکه ۸۸ را مشاهده می‌کنید. به عنوان مثال پیکسلی که با یک دایره آبی مشخص شده است دارای دامنه ۲ و با زاویه ۸۰ درجه می‌باشد. بنابراین عدد ۲ به ۱۵امین خانه هیستوگرام اضافه می‌شود. پیکسلی که با دایره قرمز مشخص شده است دارای دامنه ۴ و زاویه ۱۰ است که بین ۰ و ۲۰ قرار می‌گیرد. برای همین این پیکسل به دو خانه از هیستوگرام رای می‌دهد.



شکل ۱۰-۳ - نحوه تشکیل هیستوگرام گرادیان

یک نکته دیگر که باید به آن توجه شود زمانی است که پیکسل مقداری بین ۱۶۰ تا ۱۸۰ درجه قرار می‌گیرد از آنجا که ۱۸۰ درجه با ۰ درجه بردار است باید مقدار مورد نظر به خانه ۰ و ۱۶۰ درجه بردار ویژگی اضافه شود.



شکل ۳-۱۱ - نحوه مقداردهی بردار ویژگی برای پیکسلی به زاویه ۱۶۵ درجه

در مرحله بعد باید بردار هیستوگرام سلول 8×8 به منظور کم کردن تاثیر شرایط روشنایی در قسمت‌های مختلف تصویر نرمال‌سازی شود. برای این کار یک سلول 16×16 در نظر می‌گیریم که از ۴ سلول 8×8 تشکیل شده است در نتیجه هیستوگرام این ناحیه 16×16 برداری به طول ۳۶ خواهد بود. که از روش بدست آوردن نرم^۱ میتوان این بردار را نرمال‌سازی کرد. در مرحله آخر تعداد بلوک‌های 16×16 را در تصویر مشخص میکنم برای یک تصویر 128×64 تعداد ۱۱۵۲ بردار ویژگی خواهیم داشت.

^۱ Norm

۳-۷ - پرسپترون چند لایه^۱

پرسپترون ساده ترین نوع مدل سازی یک نرون می باشد. یک پرسپترون چند لایه نوعی از شبکه های عصبی مصنوعی پیشخور می باشد. یک پرسپترون چند لایه دارای لایه ورودی و خروجی و یک یا چند لایه مخفی می باشد. بجز گره ورودی هر گره یک نرون است که از یک تابع فعال سازی^۲ غیر خطی استفاده می کند

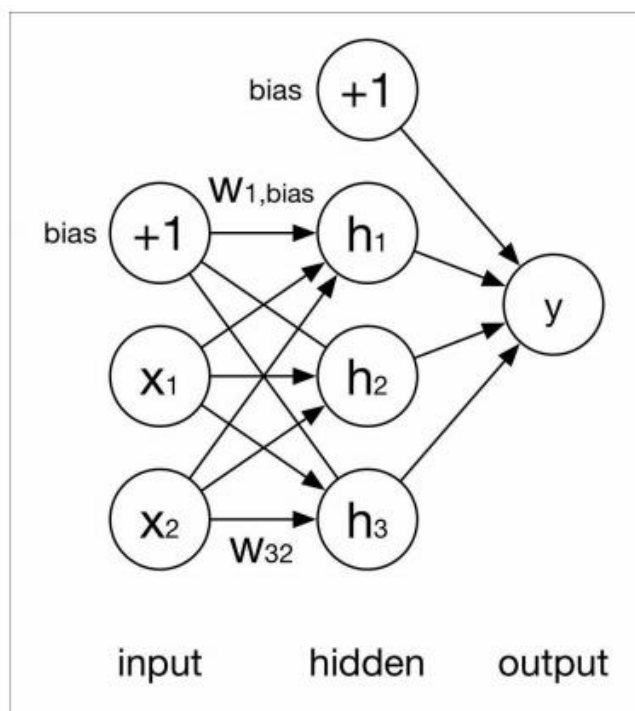
تابع فعال سازی خروجی نرون ها را بر اساس ورودی دریافتی تعیین می کنند. یک MLP از یک روش آموزش نظارت^۳ شده به نام پس انتشار برای آموزش استفاده می کند [۲۹]. با داشتن داده های کافی و مناسب، تعداد لایه های مناسب MLP می تواند با تقریب مناسب، هر تابع را با هر دقت مورد نظر پیاده سازی کند [۳۰].

یک شبکه MLP با یک لایه مخفی در شکل زیر نمایش داده شده است.

^۱ Multi-layer perceptron

^۲ Activation function

^۳ Supervised learning



شکل ۳-۱۲- یک MLP با یک لایه مخفی [۳۰]

در شبکه MLP خروجی تولید شده با خروجی مطلوب مقایسه می شود. اگر اختلاف خروجی تولید شده با خروجی مدنظر بیشتر از مقدار مورد نظر باشد. وزن های شبکه اصلاح می شود. این عمل تا زمانی که اختلاف مورد نظر به مقدار مورد نظر برسد ادامه خواهد داشت.

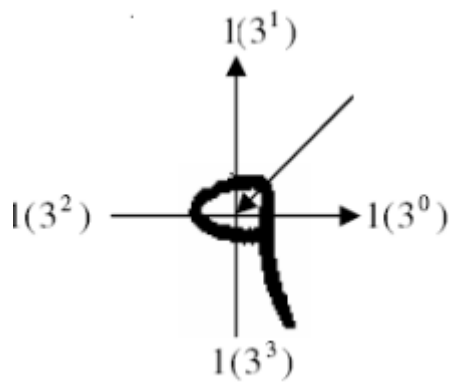
۳-۸- ویژگی مکان مشخصه^۱

ویژگی مکان مشخصه معمولاً در راستای عمودی و افقی و یا زوایای ۴۵ درجه و ۱۳۵ درجه محاسبه می شود [۳۱]. برای محاسبه بردار مکان مشخصه به هر پیکسل از تصویر یک عدد نسبت داده می شود. این عدد بر اساس تعداد عبور از بدنه زیر کلمه در جهت های بالا، پایین، چپ و راست محاسبه می شود. برای هر پیکسل متعلق به پس زمینه یک عدد چهار رقمی در مبنای سه بدست می آید. به عنوان مثال

^۱ Characterization Loci Feature

نقطه P در شکل ۳-۱۳ عدد ۱۱۱۱ در مبنای ۳ که معادل ۴۰ در مبنای ۱۰ است بدست می‌آید. با

استفاده از این روش بردار ویژگی به طول ۸۱ بدست می‌آید [۳۱].



شکل ۳-۱۳ محاسبه ویژگی مکان مشخصه برای پیکسل مشخص شده در مرجع [۳۱]



فصل چهارم
روش پیشنهادی



۴-۱- مقدمه

بازشناسی پلاک خودرو هسته اصلی سامانه‌های کنترل حمل نقل هوشمند می‌باشد. به دلیل اهمیت و کاربرد سامانه‌های تشخیص پلاک و چالش برانگیز بودن این مقوله تحقیق در مورد سامانه‌های بازشناسی پلاک خودرو و بهبود الگوریتم‌های آن هنوز مورد تقاضا می‌باشد.

در بازشناسی پلاک ترانزیت متعلق ایران وجود رنگ های قرمز و آبی در پلاک باعث می‌شود آشکارسازی حروف و عدد در این نواحی با چالش جدی مواجه شود. در روش پیشنهادی راه حلی مناسب برای بازشناسی پلاک ترانزیت ارائه شده است.

۴-۲- بررسی چالش موجود در پلاک ترانزیت ایران

قبل از ارائه الگوریتم پیشنهادی نیاز است که به بررسی پلاک ترانزیت ایران و چالش موجود در آن بپردازیم. روش کلی بازشناسی پلاک ارائه شده به این صورت است که ابتدا تصویر سطح خاکستری را با آستانه‌گذاری مناسب و فقی دودویی نموده و بعد از آن برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته را انجام می‌دهیم بعد از آن مولفه‌هایی که از نظر اندازه امکان نویسه پلاک بودن را دارند با استفاده از الگوریتم برش عمودی و افقی پیدا کرده و به شبکه عصبی می‌دهیم. این روش برای پلاک های سفید با پس زمینه سیاه یا هر پلاک با پس‌زمینه تک رنگ و نویسه های تک رنگ به صورت موثر جواب می‌دهد. اما در مورد پلاک ترانزیت ایران با توجه به رنگ قرمز و آبی در پس زمینه‌های پلاک و نویسه‌هایی به رنگ سفید در این نواحی روش گفته شده با مشکل مواجه است. همانطور که در شکل (۱-۴-ب) مشاهده می‌نمایید نویسه سوم پلاک یعنی حرف B داخل ناحیه قرمز و عدد ۱۰ داخل ناحیه آبی در مرحله برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته نمایان نمی‌شود. به همین دلیل پس از اجرای الگوریتم برش افقی و عمودی مکانی که می‌تواند نامزد حضور پلاک باشد در تصویر پیدا نشده است.



(الف)



(ب)

شکل (۴-۱) - (الف) تصویر ورودی - (ب) تصویر خروجی : بعد از عمل بر چسب زنی حرف B و عدد ۱۰ در تصویر ظاهر نشده است

در شکل (۴-۲) یک پلاک ترانزیت متعلق به کشور آذربایجان را مشاهده می کنید که در آن با یک بار آستانه گذاری و برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته مکان های نامزد پلاک با استفاده از الگوریتم برش عمودی و افقی پیدا می شود.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۲ - (الف) تصویر ورودی - (ب) خروجی الگوریتم برش افقی و عمودی بعد از برچسب زنی

باتوجه به چالش موجود در پلاک ترانزیت ایرانی در ادامه روشی برای بازشناسی این پلاک ترانزیت ارائه می شود.

۴-۲- روش پیشنهادی بازشناسی پلاک

در این بخش به بیان کلی راه حل پیشنهادی برای بازشناسی پلاک ترانزیت خواهیم پرداخت . در پیش پردازش اولین قدم تبدیل عکس ورودی به تصویر سطح خاکستری می‌باشد. پس از این یک مرحله با استفاده از فیلتر گوسی به نرم کردن تصویر می‌پردازیم.

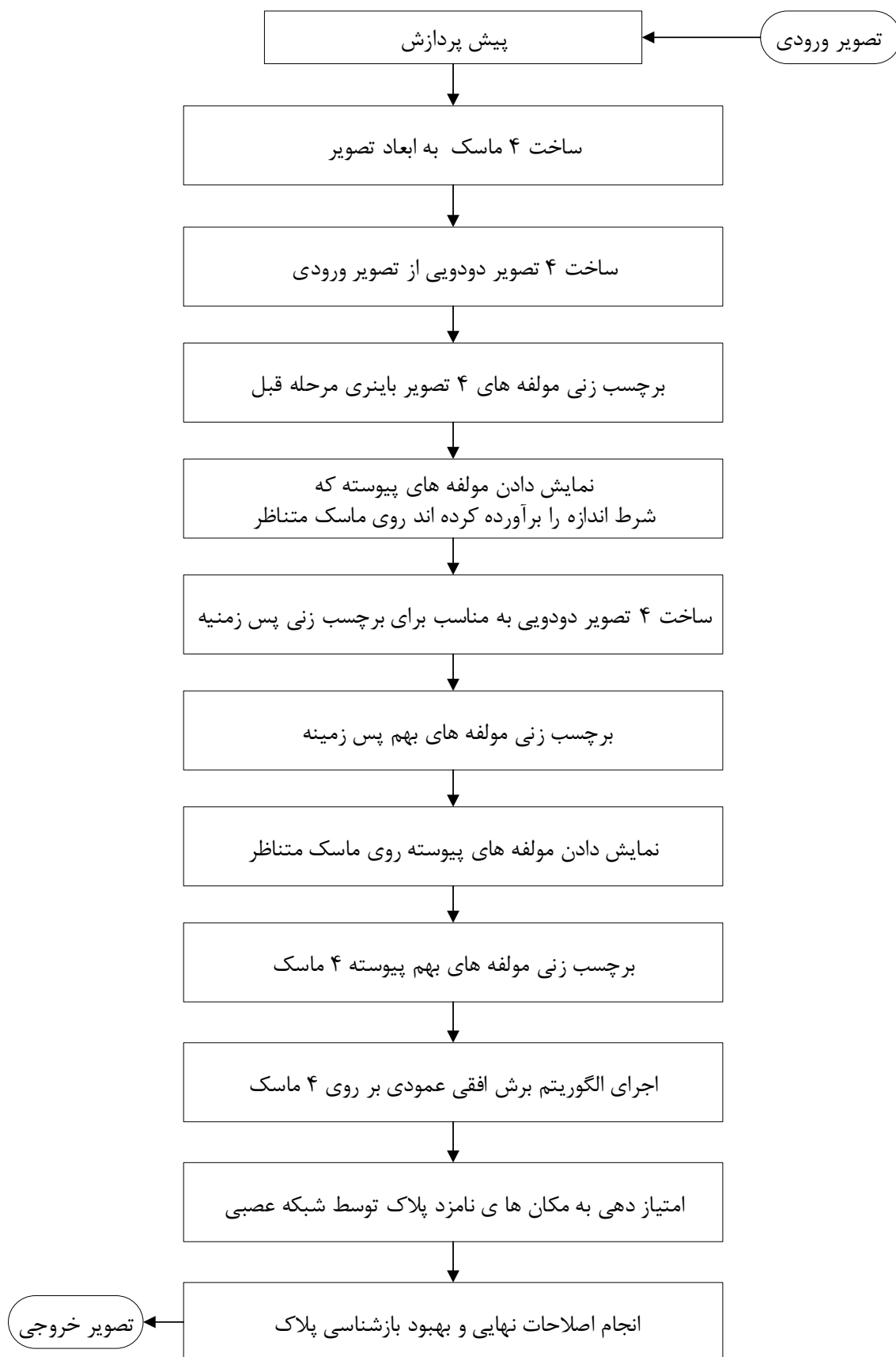
پس از این مرحله چهار ماسک هم اندازه تصویر ورودی ساخته می‌شود. ۴ تصویر دودویی با استفاده از آستانه گذاری وفقی که از آن برای آشکارسازی پیش زمینه استفاده می‌شود ساخته می‌شود. پس از ساخته شدن ۴ تصویر دودویی، برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته پیش‌زمینه انجام می‌شود. مولفه های پیوسته پیدا شده بر اساس ویژگی‌های اندازه پالایش شده و آن دسته از مولفه‌های بهم پیوسته که شرط پهنا و ارتفاع در نظر گرفته شده را ارضا نمایند به ماسک متناظر آن اضافه می‌شود.

از آنجایی که نویسه داخل ناحیه قرمز و اعداد داخل ناحیه آبی در پلاک ترانزیت ایران در برچسب‌زنی مولفه های بهم پیوسته آشکار نمی‌شود. دوباره ۴ تصویر باینری دیگر از روی تصویر سطح خاکستری ساخته می‌شود در این ۴ تصویر پیکسل های پس زمینه مقدار ۲۵۵ را دارا می‌باشند در نتیجه از آنها برای برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته استفاده می‌کنیم. در مرحله دوم برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته پس‌زمینه، مولفه هایی که شروط پهنا و ارتفاع برای پس زمینه را برآورده نمایند به ماسک متناظر اضافه می‌شوند.

پس از کامل شدن ۴ ماسک از مولفه های بهم پیوسته پیش‌زمینه و پس زمینه، خود این ماسک ها برچسب زنی می‌شوند.

در مرحله بعدی با استفاده از الگوریتم برش عمودی و افقی مولفه‌های بهم پیوسته مکان هایی که امکان وجود پلاک در تصویر را دارند، پیدا می‌کنیم. مولفه های بهم پیوسته در مکان ها برای بازشناسی به شبکه عصبی داده می‌شوند. براساس پیش بینی شبکه عصبی به این مکان‌ها امتیاز داده می‌شود. در

نهایت از بین مکان های نامزد پلاک در ۴ ماسک ساخته شده مکانی که بیشترین امتیاز را بدست آورد به عنوان مکان پلاک شناخته می شود. در مرحله نهایی یک اصلاح روی مکان پلاک انجام و پلاک نمایش داده می شود. در شکل (۳-۴) دیاگرام بلوکی الگوریتم پیشنهادی را مشاهده می نمایید. در ادامه جزئیات هر بخش را ذکر می کنیم.



شکل ۴-۳- روندنمای پیشنهادی

۴-۳- پیش پردازش

در مرحله پیش پردازش ابتدا تصویر رنگی ورودی را به سطح خاکستری تبدیل می‌کنیم. با توجه به این که در الگوریتم پیشنهادی نیازی به اطلاعات رنگ تصویر نداریم این عمل باعث تعداد کاهش کانال‌های تصویر از ۳ به ۱ می‌شود. در نتیجه پیاده سازی مراحل بعدی الگوریتم پیشنهادی ساده تر شده و سرعت انجام کار بهبود می‌یابد.

پس از آن تصویر ورودی را با یک کرنل گوسی به اندازه ۵ در ۵ نرم می‌کنیم. نرم کردن تصویر، باعث می‌شود عمل آستانه‌گذاری عملکرد بهتری داشته و در نتیجه آن برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته نیز بهتر شود. نرم کردن با کرنل بزرگتر از اندازه گفته شده باعث تار شدن بیش از اندازه تصویر دارد که مناسب نمی‌باشد.

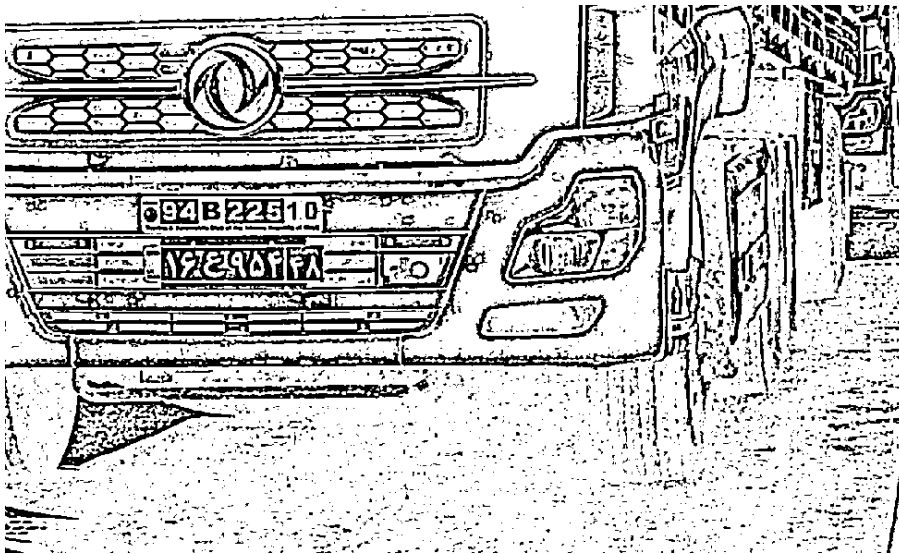


شکل ۴-۴- تصویر سطح خاکستری نرم شده با فیلتر گوسی

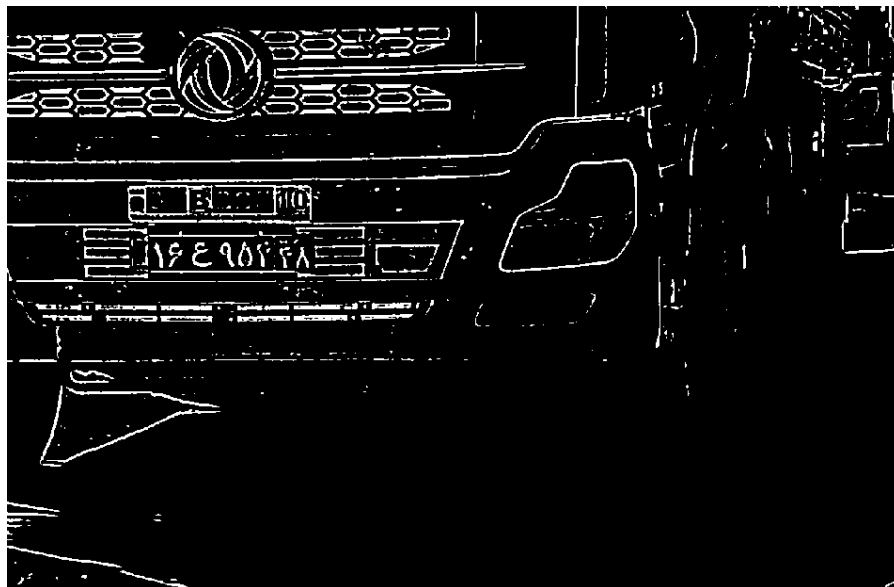
۴ ماسک هم اندازه با تصویر ورودی هم در مرحله پیش‌پردازش ساخته می‌شود که از آنها در مراحل بعدی استفاده می‌نماییم.

۴-۴- آستانه گذاری افقی برای نویسه های دارای پس زمینه سفید

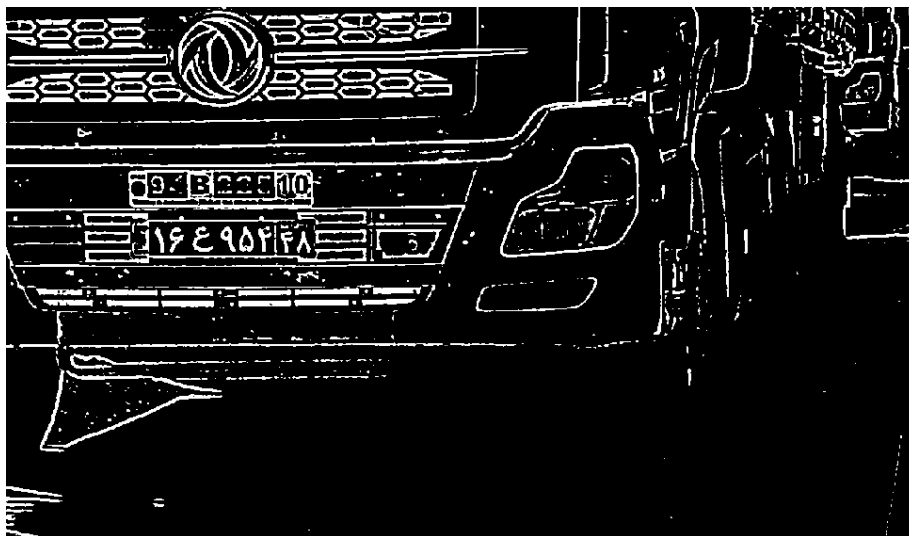
در این بخش با استفاده از آستانه گذاری افقی ۴ تصویر دودویی ایجاد می کنیم. با توجه به شرایط نوری متفاوت، کیفیت نویسه های پلاک استفاده از یک یا دو تصویر دودویی برای پیدا کردن نویسه های مشکلی در پس زمینه سفید مناسب نمی باشد. نوع دودویی سازی تصویر دودویی معکوس می باشد.



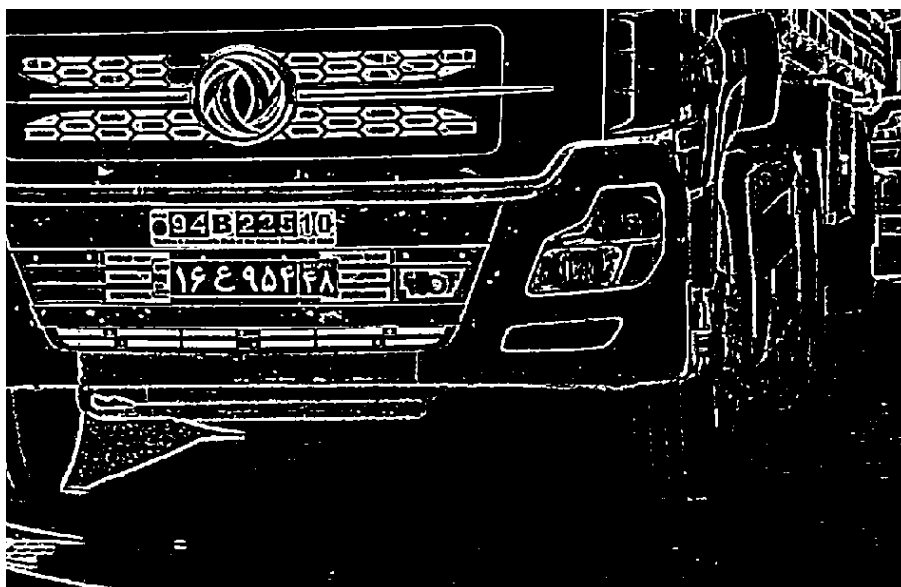
(الف) تصویر دودویی اول



(ب) تصویر دودویی دوم



(ج) تصویر دودویی سوم



(ج) تصویر دودویی چهارم

شکل ۴-۵- چهار تصویر دودویی حاصل از آستانه گذاری افقی

همانطور که

در شکل

(۴-۵)

مشاهده

می‌نمایید

در تصویر

دوم و سوم

اعداد

باینری به

خوبی

معلوم شده

است.

تفاوت

چهار

تصویر

میزان پهنای خطوط سفید در نواحی مختلف کاملاً مشهود است. ما از پیکسل‌های سفید که مقدار ۲۵۵ دارند برای برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته استفاده می‌کنیم. در تصویر چهارم بیشترین تقویت پیکسل‌های سفید را نسبت به تصویر دوم و سوم داریم اگر پیکسل‌های سفید بیش از حد تقویت شوند ممکن است دو مولفه‌ی جدا از هم و نزدیک به هم، تشکیل یک ناحیه بهم پیوسته را بدهند که مناسب نیست. ضعیف بودن بیش از حد گرچه بین دو مولفه‌ی بهم پیوسته نزدیک به هم را بخوبی جدا می‌کند

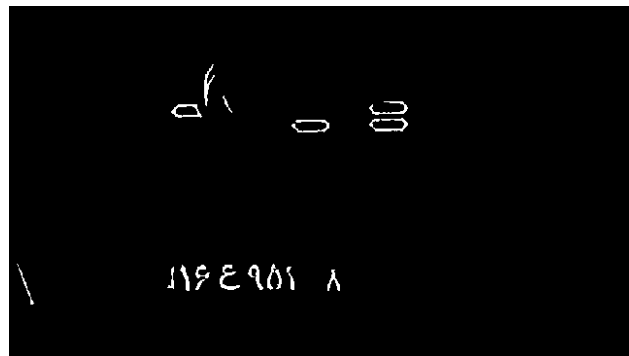
اما باعث بوجود آمدن نقاطی در تصویر می‌شود که امکان دارد یک نویسه را به دو بخش جدا از هم تبدیل کند مانند شکل (۵-۴-ج). برای تمامی این تصاویر از یک روش آستانه گذاری وفقی با کرنل میانگین به اندازه ۱۱ که توضیح آن در فصل ۳ آمده استفاده شده است. ثابت در نظر گرفته شده برای تصاویر دودویی به ترتیب ۰/۱، ۱۵، ۹، ۵ می‌باشد.

۴-۵- برچسب زنی مولفه‌های بهم پیوسته پیش زمینه

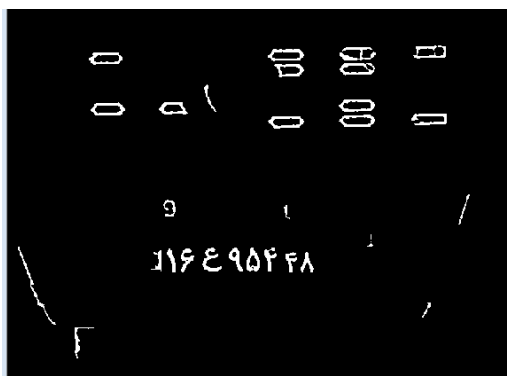
نویسه‌هایی که در ناحیه سفید رنگ پلاک وجود دارند را پیش زمینه می‌گوییم. در این مرحله ما به برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته ۴ تصویر مرحله قبل می‌پردازیم. پس از آن مولفه‌های بهم پیوسته‌ای که طول آنها بیش از ۷ پیکسل و کمتر از ۶۰ پیکسل و همچنین ارتفاع آنها بین ۱۸ تا ۶۵ پیکسل می‌باشد را جدا کرده و روی ماسک متناظر با آن تصویر نمایش می‌دهیم. اعدادی که به عنوان محدوده در نظر گرفته شده اند با توجه به اندازه تصویر ورودی انتخاب شده اند.



(الف) ماسک متناظر با تصویر دودویی اول



(ب) ماسک متناظر با تصویر دودویی دوم



(ج) ماسک متناظر با تصویر دودویی سوم



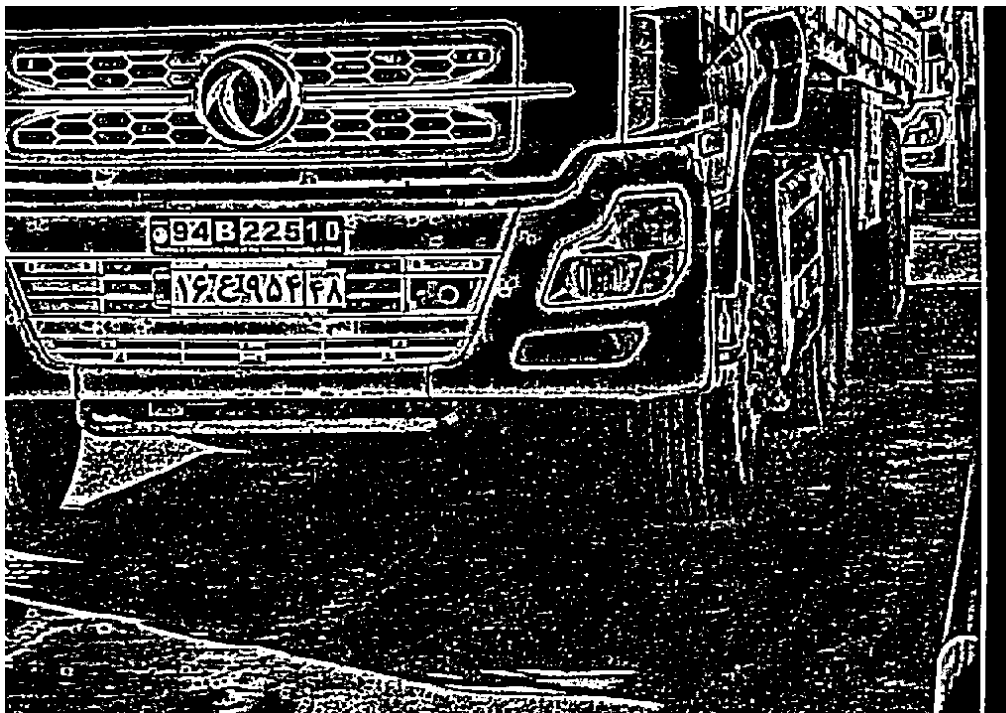
(د) ماسک متناظر با تصویر دودویی چهارم

شکل (۴-۶) نمایش مولفه‌های پیوسته روی ماسک متناظر

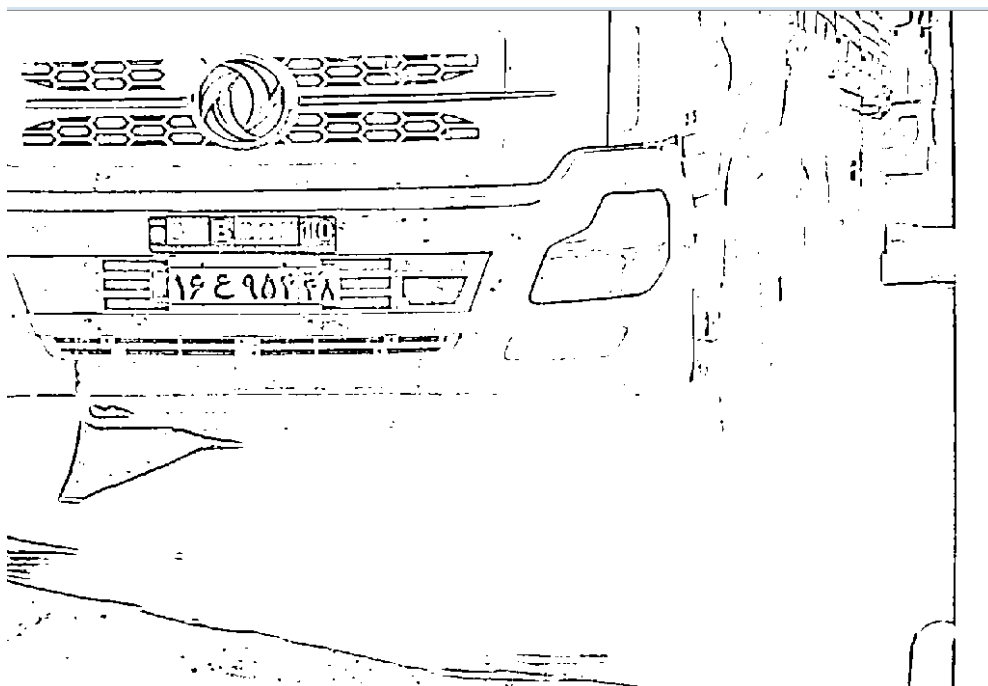
همانطور که در شکل (۴-۶) مشاهده می‌کنید. در تصویر (الف) کلیه نویسه‌های پلاک که در ناحیه سفید پلاک قرار دارند برچسب زنی شده‌اند و در تصویر (ب) هیچکدام از این نویسه‌ها معلوم نیست و در دو تصویر دیگر هم کامل نیستند و همین دلیلی است که از ۴ تصویر دودویی متفاوت استفاده می‌کنیم. با توجه به شرایط نوری تصویر و شرایط پلاک از قبیل تمیز بودن، نداشتن رنگ پریدگی و سایر موارد امکان دارد در یک تصویر تمامی نویسه‌های پلاک برچسب‌زنی نشوند. لازم به ذکر می‌باشد که با توجه به بزرگ بودن اندازه پلاک‌ها برای این قسمت فقط نواحی از ماسک که در آن پلاک قرار دارد را نمایش دادیم.

۴-۶- آستانه گذاری متناسب با نویسه های داخل نواحی آبی و قرمز

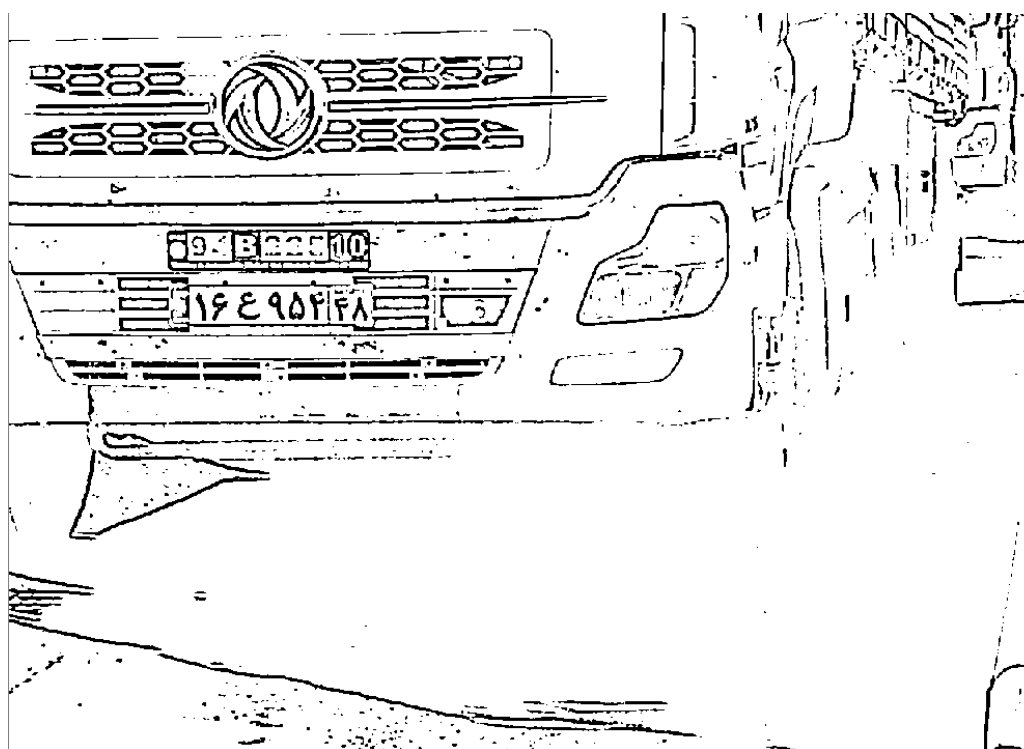
حال که نویسه های پلاک در ناحیه سفید برچسب زنی شده اند باید نویسه های داخل ناحیه قرمز و آبی برچسب زنی شوند. ابتدا به نظر می رسد که با معکوس کردن ۴ تصویر دودویی بدست آمده می توان از آنها برای برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته استفاده کرد. اما در عمل نتایج این کار به هیچ وجه راضی کننده نبود.



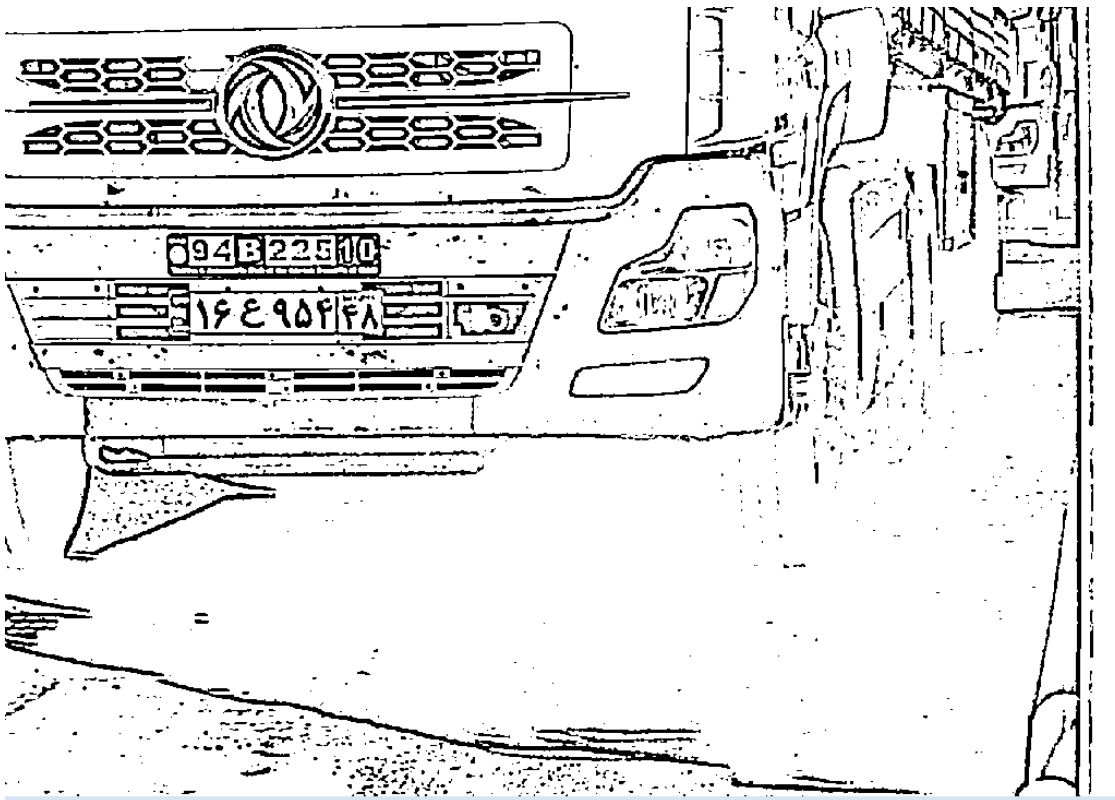
(الف) تصویر دودویی اول



(ب) تصویر دودوی دوم



(ج) تصویر دودویی سوم



(د) تصویر دودویی چهارم

شکل ۴-۷- چهار تصویر دودویی حاصل از معکوس کردن تصاویر دودویی مرحله اول آستانه گذاری

در شکل ۴-۷، ۴ تصویر دودویی که حاصل از معکوس کردن تصاویر دودویی مرحله قبل است را مشاهده می‌نمایید. با توجه به این که از پیکسل‌های سفید برای برچسب‌زنی استفاده شده است به طور واضح مشخص است که از این چهار تصویر تنها تصویر الف برای برچسب زنی نویسه‌های داخل نواحی قرمز و آبی مناسب است.

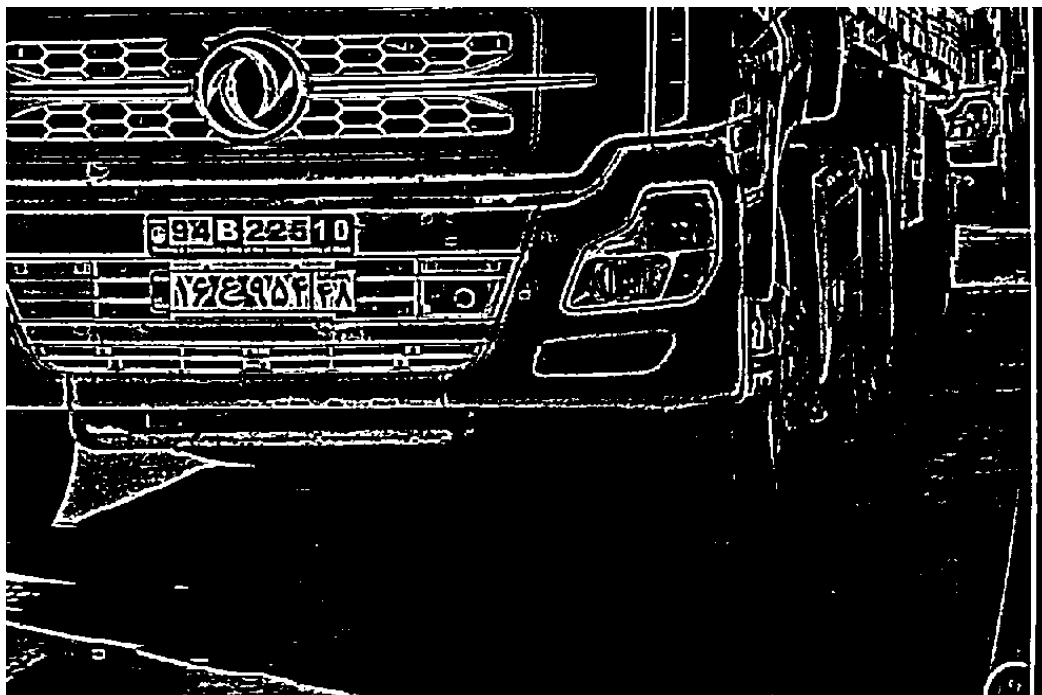
به همین منظور ۴ تصویر دودویی با آستانه گذاری‌های افقی جدید ساخته شد. برای ساخت تصاویر دودویی از آستانه گذاری افقی با کرنل میانگین با ابعاد 11×11 استفاده شده است. می‌باشد. ضرایب ثابت استفاده شده k در آستانه گذاری به ترتیب ۱۵-، ۹-، ۴- و ۲- می‌باشد. در ادامه نتایج اعمال این آستانه گذاری بر روی تصویر ورودی را مشاهده می‌کنیم.



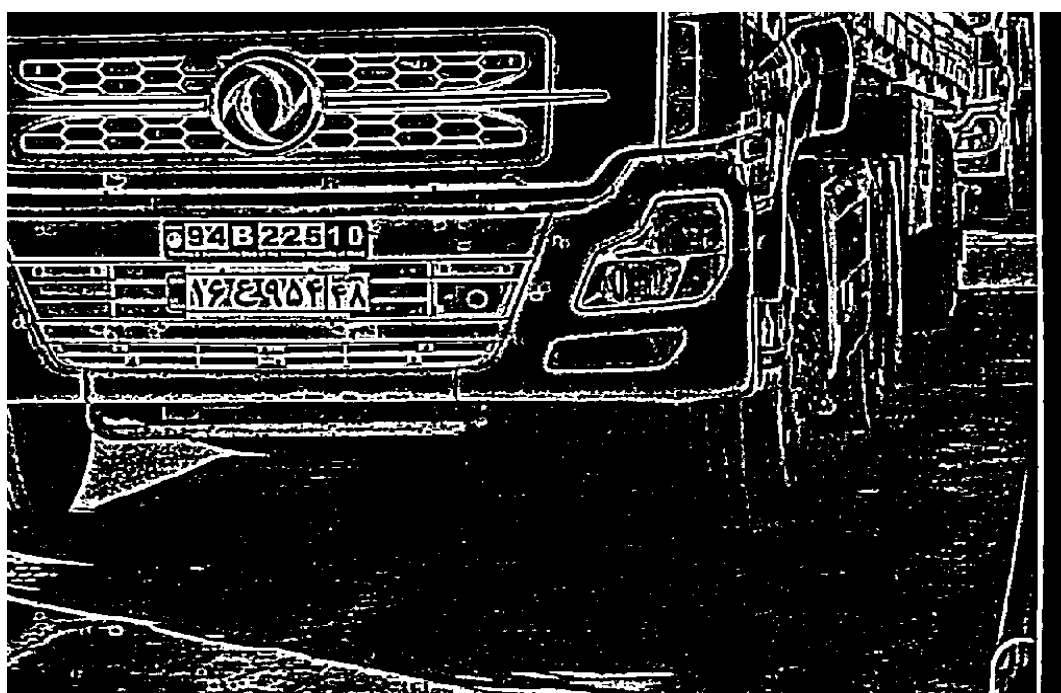
(الف) تصویر دودویی اول



(ب) تصویر دودویی دوم



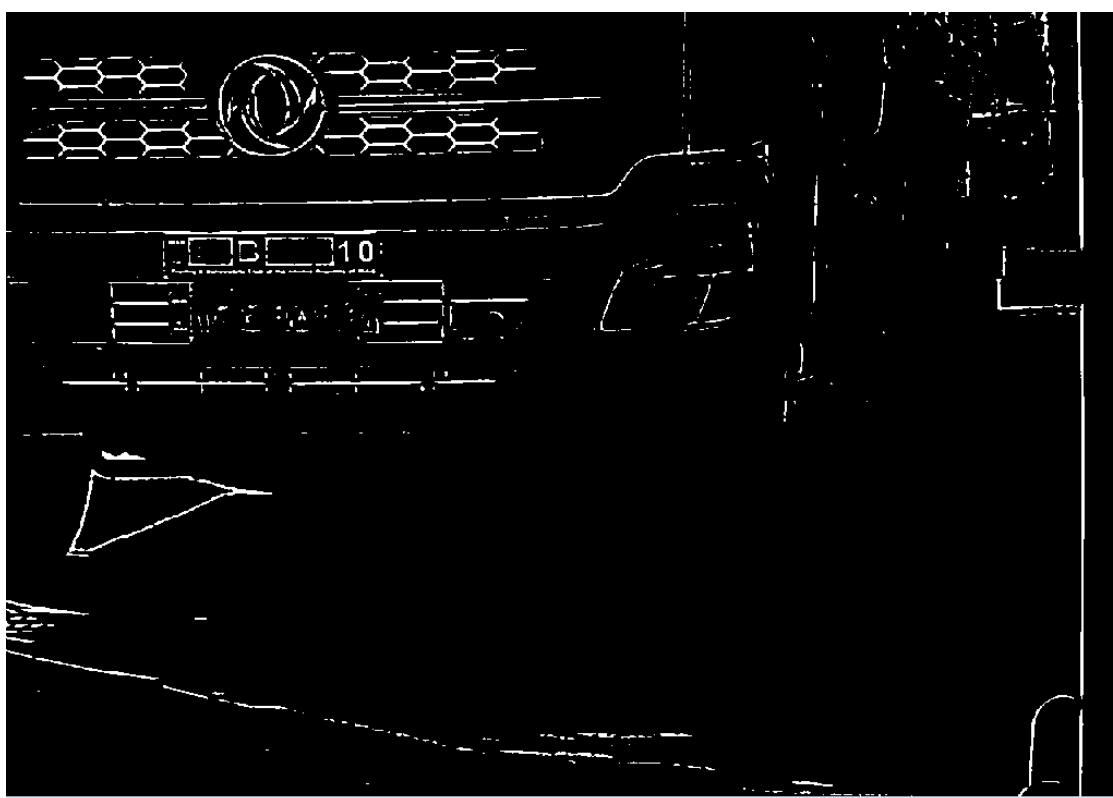
(ج) تصویر دودویی سوم



(د) تصویر دودویی چهارم

شکل ۴-۸- چهار تصویر دودویی حاصل از آستانه گذاری افقی

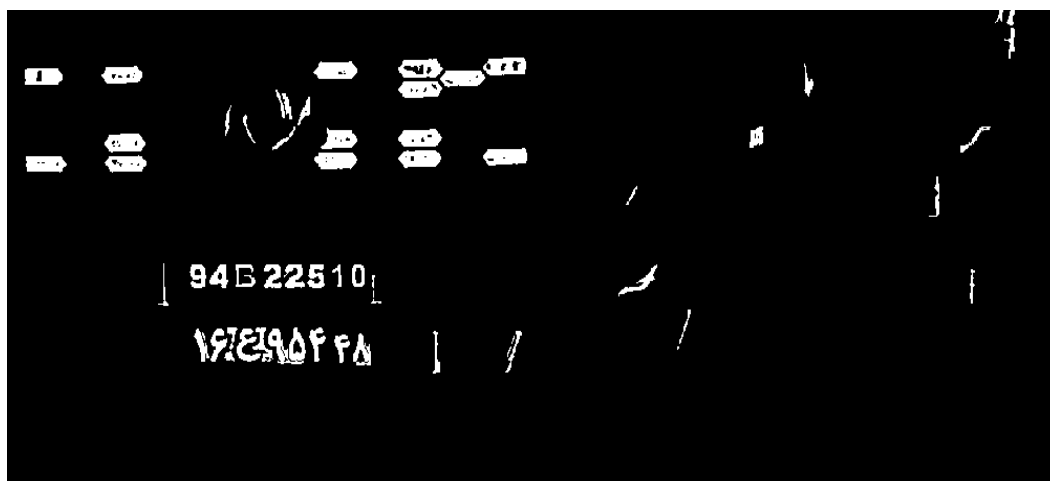
شکل (۸-۴) نتایج حاصل از اعمال ۴ آستانه گذاری افقی روی تصویر را نشان می‌دهد. در این ۴ تصویر اثر ثابت‌های بکار گرفته شده در آستانه گذاری افقی به طور واضح نمایان است. در تصویر (الف) پیکسل‌های سفید ضعیف‌تر از سایر تصویرها می‌باشد. هر چقدر ثابت منفی‌تر شود پیکسل‌های سفید ضعیف‌تر می‌شوند. در صورت ضعیف بودن بیش از حد امکان دارد نویسه‌ها ریخت اصلی خود را از دست بدهند که این امر از مقایسه حرف B در این ۴ تصویر راحت بدست می‌آید. به عنوان مثال اگر در تصویر الف ثابت را از ۱۵- به ۱۹- کاملاً حرف B را ناخوانا می‌کند. همین‌طور افزایش ثابت آستانه گذاری نیز باید از به دقت انجام شود. اگر ثابت آستانه گذاری افقی از یک حدی عبور کند باعث بهم ریختگی شکل حروف و به هم متصل شدن دو ناحیه نزدیک به هم می‌شود.



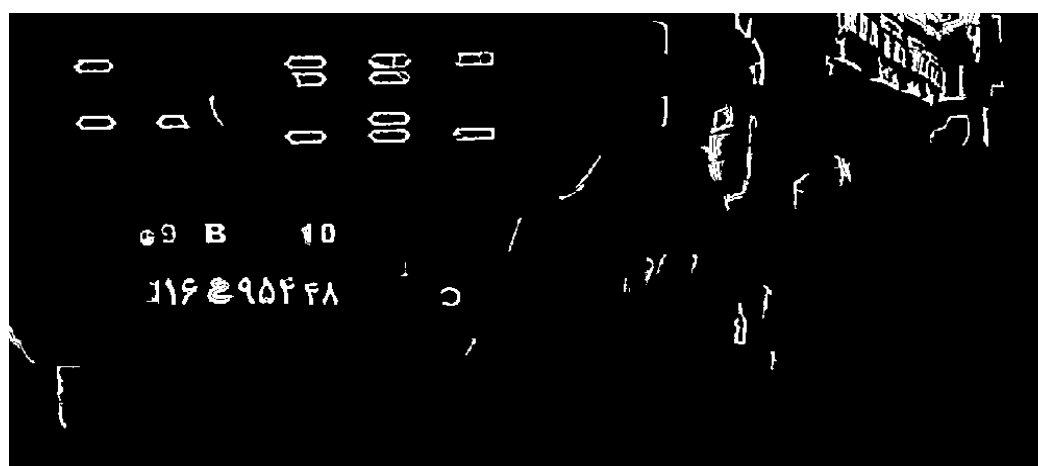
شکل ۴-۹- خراب شدن حرف B با تغییر ثابت آستانه‌گذاری از ۱۵- به ۱۹-

۴-۷- برچسب زنی مولفه های بهم پیوسته

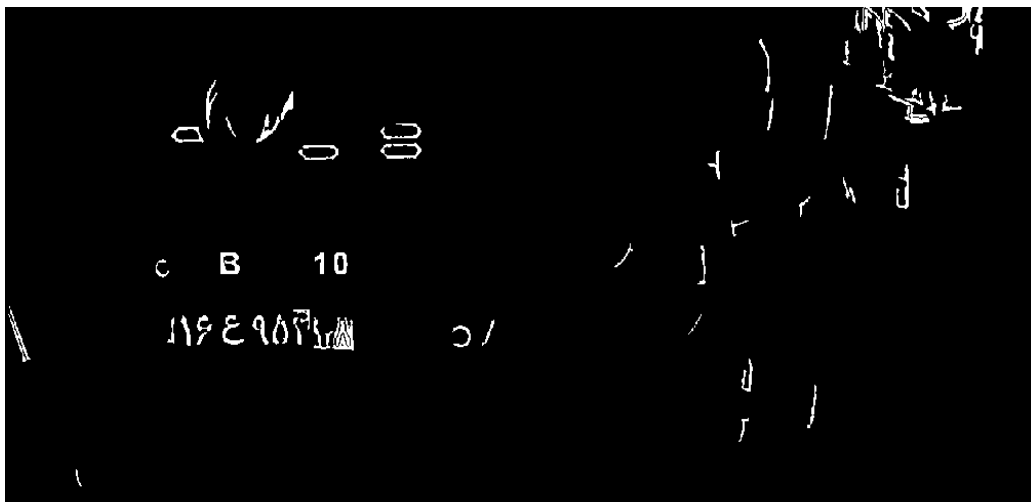
اکنون تصاویر دودویی مناسبی ساخته شده است که از آن می‌توان برای برچسب‌زنی نویسه‌های داخل نواحی آبی و قرمز پلاک ترانزیت استفاده کرد. پس از برچسب‌زنی مولفه‌های بهم پیوسته تصاویر دودویی مرحله قبل (۴-۶) آنهایی که از نظر طول و ارتفاع می‌توانند نویسه پلاک باشند را به ماسک‌های دودویی متناظر اضافه می‌کنیم. به این ترتیب تمام مولفه‌های پیوسته، پس زمینه و پیش‌زمینه که از نظر اندازه در حد نویسه‌های پلاک هستند در ماسک‌های متناظر نمایش داده شده‌اند که برای راحتی آن را ماسک کامل می‌نامیم. در شکل (۴-۹) چهار ماسک کامل را مشاهده می‌کنید.



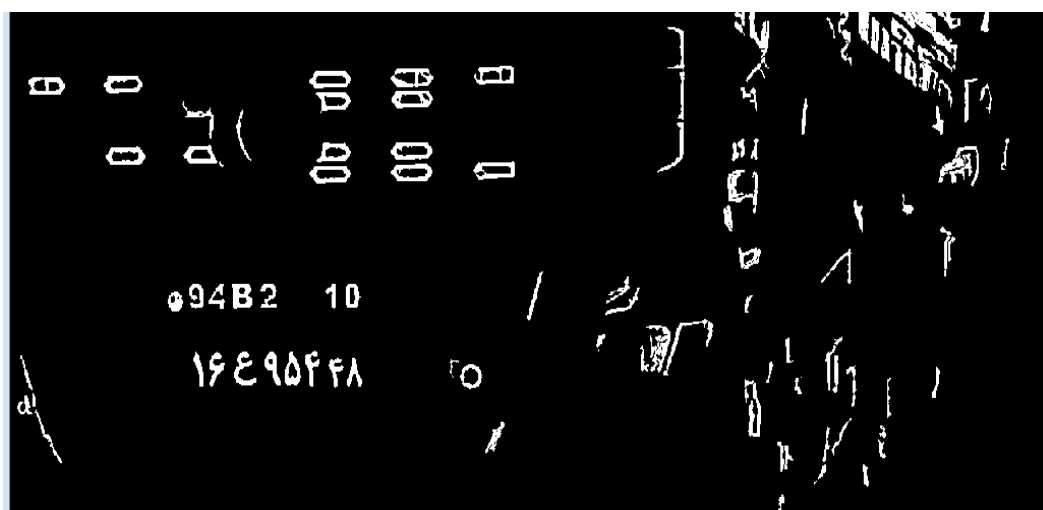
(الف) ماسک کامل شماره یک



(ب) ماسک کامل شماره دو



(ج) ماسک کامل شماره سه



(د) ماسک کامل شماره چهار

شکل (۱۰-۴) نمایش ماسک‌های کامل شامل مولفه‌های بهم پیوسته ، پس‌زمینه و پیش‌زمینه

۴-۸- پیدا کردن مکان‌های احتمالی پلاک

خروجی این مرحله پیدا کردن مکان‌هایی در تصویر است که احتمال می‌رود پلاک در آنجا واقع شده باشد. برای این کار ابتدا موقعیت مکانی مولفه‌های بهم پیوسته ۴ ماسک کامل مرحله قبل را بدست می‌آوریم. مولفه‌ها را بر اساس فاصله از بالای تصویر به صورت صعودی مرتب می‌کنیم. روال کلی کار از این قرار است که ابتدا مولفه‌های بهم پیوسته تصویر را سطر بندی می‌کنیم. بعد از این که تمام مولفه‌های ماسک‌های کامل سطر بندی شدند، هر سطر را بر اساس فاصله مولفه‌های آن از سمت چپ به ستون‌های

مختلف تفکیک می‌کنیم. ستون‌هایی که دارای طولی بین ۷ تا ۲۵ مولفه می‌باشند را به عنوان مکان‌های نامزد پلاک در نظر می‌گیریم.

برای سطر بندی ابتدا یک بردار موقت در نظر می‌گیریم سپس شماره مولفه اول را به این بردار اضافه می‌کنیم. اگر مولفه دوم شرط زیر را داشت به بردار موقت سطر اضافه می‌شود. شرط کلی برای در یک سطر بودن مولفه‌ها عبارت است از

$$\text{فاصله از بالای صفحه مولفه فعلی} + 7 < \text{فاصله از بالای صفحه مولفه بعدی}$$

قسمت بالای مولفه‌های پلاک تقریباً یک تا دو پیکسل با هم اختلاف دارند اما از آنجایی که در روش پیشنهادی هم پس زمینه و هم پیش زمینه برچسب زنی می‌شود این اختلاف در مواردی به ۷ پیکسل می‌رسد در نتیجه شرط در یک سطر بودن با ۷ پیکسل بررسی می‌شود.

این مقایسه‌ها به این صورت ادامه می‌یابد یعنی مولفه سوم با مولفه دوم، مولفه چهارم با مولفه سوم و به ترتیب تا آخر مقایسه می‌شود. اگر شرط برقرار بود شماره مولفه به بردار موقت اضافه می‌شود و هر جا این شرط برقرار نبود طول بردار موقت اندازه گیری می‌شود از آنجایی که پلاک ترازیت ایران دارای ۸ نویسه است اگر طول بردار موقت بیشتر از ۶ بود به عنوان یک سطر ذخیره می‌شود و اگر کمتر از ۶ بود حتماً ناقص است این بردار موقت نادیده گرفته می‌شود.

بعد از این که بردارهای سطری تصویر درست شد مولفه‌های داخل این بردارها را براساس فاصله آنها از سمت چپ به صورت صعودی مرتب می‌کنیم.

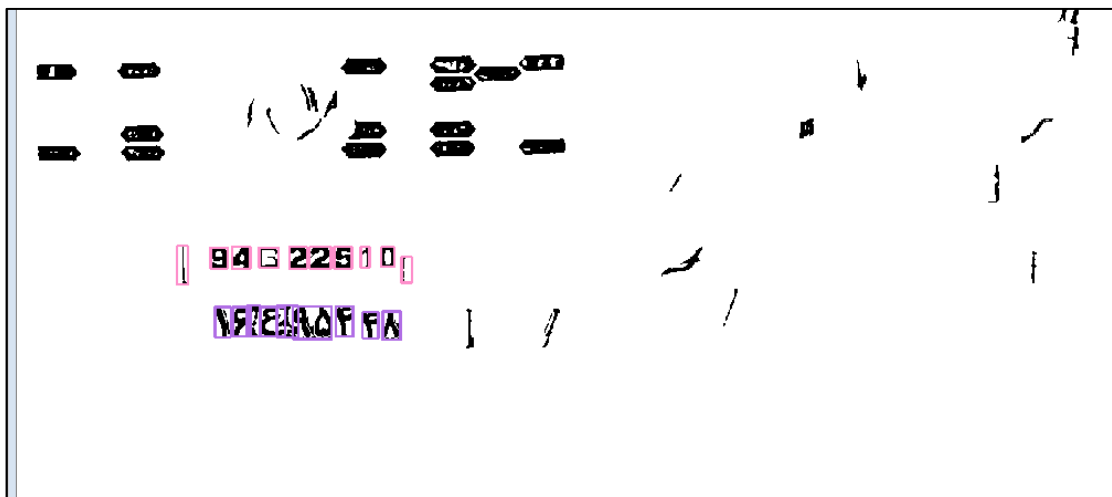
برای ستون بندی هم به صورت مشابه بالا عمل می‌کنیم در هر مرحله یک ستون موقت می‌سازیم مولفه اول هر سطر را در یک ستون موقت می‌ریزیم و سپس فاصله از سمت چپ مولفه بعدی را با مولفه قبلی مقایسه می‌کنیم. با توجه به این که در تصاویر پایگاه داده فاصله دو نویسه در روی پلاک تقریباً ۲۰ پیکسل می‌باشد از شرط زیر برای بررسی تعلق یک مولفه به یک ستون استفاده می‌کنیم.

فاصله از سمت چپ مولفه فعلی + ۲۰ < فاصله از سمت چپ تصویر مولفه بعدی

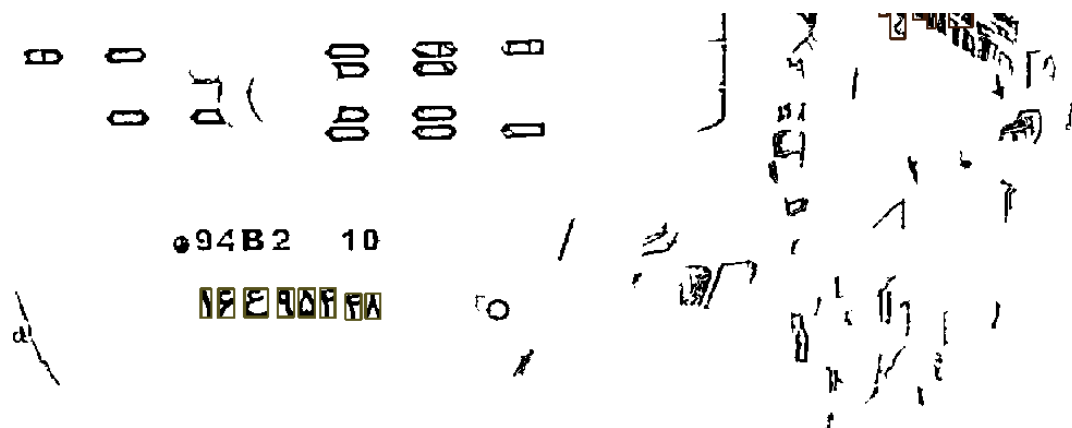
اگر شرط برقرار بود که شماره مولفه بعدی به ستون موقت اضافه می‌شود اگر شرط برقرار نبود اندازه

ستون بررسی می‌گردد اگر بین ۷ تا ۲۵ بود به عنوان یک نامزد پلاک در نظر می‌گیریم.

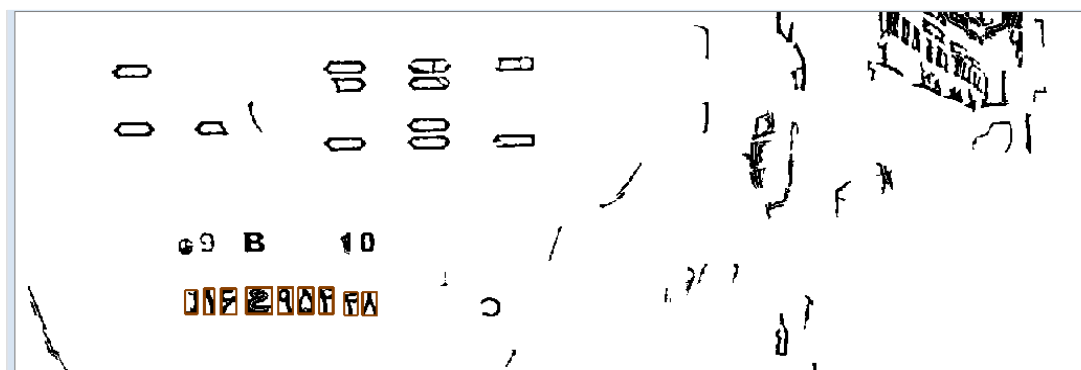
در شکل زیر نتایج پیاده سازی این الگوریتم را مشاهده می‌کنید.



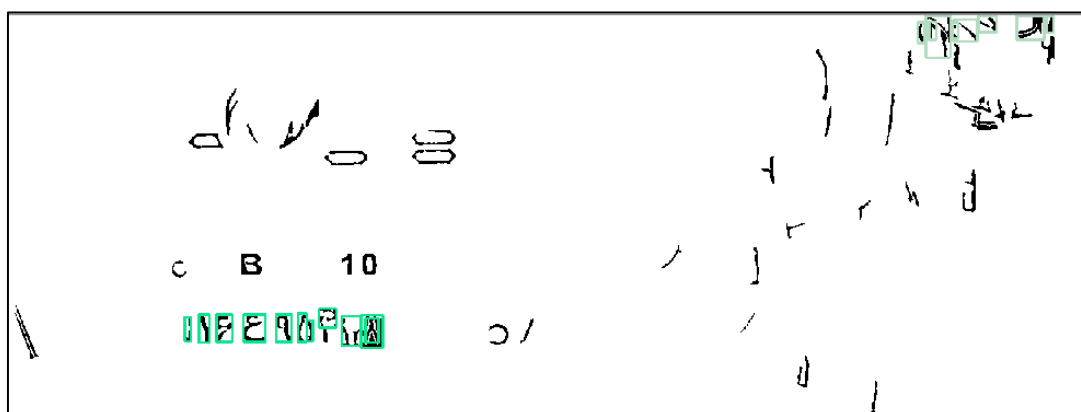
(الف) پیدا کردن مکان‌های احتمالی پلاک در ماسک اول



(ب) پیدا کردن مکان‌های احتمالی پلاک در ماسک دوم



(ج) - پیدا کردن مکان‌های احتمالی پلاک در ماسک سوم



(د) - پیدا کردن مکان احتمالی پلاک در تصویر

شکل (۴-۱۱) - پیدا کردن مکان‌های نامزد پلاک در ماسک‌های کامل

۴-۹- بازشناسی نویسه‌ها و امتیازدهی به مکان‌های احتمالی

مرحله بعدی از بازشناسی پلاک خودرو ترانزیت بازشناسی مولفه‌هایی هستند که در مکان احتمالی پلاک حضور دارند ابتدا مستطیل محیطی این مولفه‌ها مشخص شده سپس از تصویر برش داده می‌شوند و اندازه را به 40×40 تغییر می‌دهیم. بردار ویژگی هیستوگرام گرادیان جهت دار را از این تصاویر استخراج می‌کنیم. سپس بردارهای ویژگی مولفه‌های هر سطر به شبکه عصبی داده می‌شود.

ما در روش پیشنهادی از شبکه عصبی MLP برای بازشناسی پلاک استفاده می‌کنیم که دارای ۳۱ کلاس مختلف، ۳۰ کلاس معتبر و ۱ کلاس نامعتبر می‌باشد. برای کلاس‌های معتبر از حداقل ۲۵۰۰ نمونه تا ۴۰۰۰ نمونه استفاده شده است که این نمونه‌ها با استفاده از ۵ قلم شبیه قلم‌های پلاک ایران،

به عنوان مثال برای در شکل زیر نشان داده شده است سطری که متعلق به ماسک شماره یک است بالاترین امتیاز را بدست آورده است

```
12 /94B22510L
-8 //////////
-5 ///c///k/
-7 //////////
max score is 12 mask 1 and license plate is /94B22510L
```

شکل ۴-۱۲- خروجی مرحله‌ی امتیاز دهی در روش پیشنهادی

بهترین مکان پلاک ۱۲ امتیاز دارد ۹ نویسه معتبر و یک نویسه نامعتبر که با / مشخص شده است ۸ امتیاز به این مکان داده است. البته حرف L هم در آخر اشتباه تشخیص داده شده است. خود عبارت ۹۴۰۲۲۵۱۰ دقیقاً برابر قالب پلاک ترانزیت ایران نیست یعنی به صورت دو عدد یک حرف و پنج عدد نیست اما در آن عبارت ۹۴۰۲۲۵۱۰ پیدا شده است که برابر قالب پلاک ایران است در نتیجه ۴ امتیاز به ۸ امتیاز آن اضافه شده است.

۴-۱۰- تصحیح نهایی

در مرحله قبل دیدیم علاوه بر نویسه‌های پلاک دو مولفه به اشتباه هم پیدا شد برای این که این اشتباهات از بین برود و یا تا حد قابل قبولی کم شود، یک مرحله تصحیح در نظر گرفته شده است. در این مرحله میانگین فاصله عمودی مولفه‌ها با سطر اول تصویر محاسبه می‌شود، بعد تمامی مولفه‌های پلاک با این فاصله میانگین مقایسه می‌شود. اگر شرایط زیر برقرار باشد، مولفه جزئی از پلاک می‌باشد.

فاصله میانگین مولفه‌ها تا سطر اول - ۸ > فاصله مولفه از سطر اول تصویر

فاصله میانگین مولفه‌ها تا سطر اول تصویر + ۶ < فاصله مولفه از سطر اول تصویر

سپس از این مولفه‌ها ویژگی‌های مشخصات مکانی و هیستوگرام گرادیان جهت‌دار استخراج می‌شود.

که بردار ویژگی با طول ۶۵۷ بدست می‌آید. این بردار ویژگی به شبکه عصبی که با همین ویژگی‌ها

آموزش داده شده است، ارسال می‌شود. این امر موجب بالا رفتن دقت در امر بازشناسی نویسه‌های پلاک می‌گردد. خروجی شبکه عصبی، بازشناسی نهایی نویسه‌های پلاک و خروجی نهایی الگوریتم پیشنهادی را به ما می‌دهد.

در شکل ۴-۱۳ خروجی نهایی الگوریتم پیشنهادی را پس از اعمال تابع تصحیح مشاهده می‌نمایید.



شکل ۴-۱۳ - خروجی نهایی روش پیشنهادی

۴-۱۱ - بازشناسی پلاک برخی از کشورهای همسایه

همانطور که در بخش (۴-۱۰) بیان شد هنگام آموزش شبکه عصبی از نمونه‌های مناسب به منظور بازشناسایی پلاک برخی از کشورهای همسایه استفاده شده است. در زیر نمونه‌هایی از پیاده‌سازی روش پیشنهادی بر روی پلاک کشورهای ترکیه و آذربایجان ارائه شده است.



شکل (۴-۱۴) - خروجی روش پیشنهادی و بازشناسی پلاک کشور آذربایجان



شکل (۴-۱۵) - خروجی روش پیشنهادی و بازشناسی پلاک کشور ترکیه

۴-۱۲- بررسی چند مرحله از روش پیشنهادی با نمونه

در این بخش بعضی از نکاتی که در روش پیشنهادی باید مورد توجه قرار گیرد را با ارائه نمونه

بررسی می کنیم.

۴-۱۲-۱- اعداد و حروف توپُر

همانطور که گفته شد ما به دلیل وجود نویسه در ناحیه آبی و قرمز مجبور به آستانه‌گذاری مناسب برای پیش‌زمینه و پس‌زمینه تصویر و نمایش مولفه‌های پیوسته مناسب بر روی یک ماسک شدیم. این امر سبب می‌شود. در بعضی از تصاویر، حروف و اعداد توپُر ایجاد شود که برای غلبه بر این مشکل باید نمونه‌هایی از آنها در تصاویر آموزشی شبکه عصبی استفاده شده باشد. بعضی از اعداد و حروف نیز شکل واقعی خود را از دست می‌دهند. در شکل زیر نمونه‌هایی از این اعداد و حروف را می‌بینید.

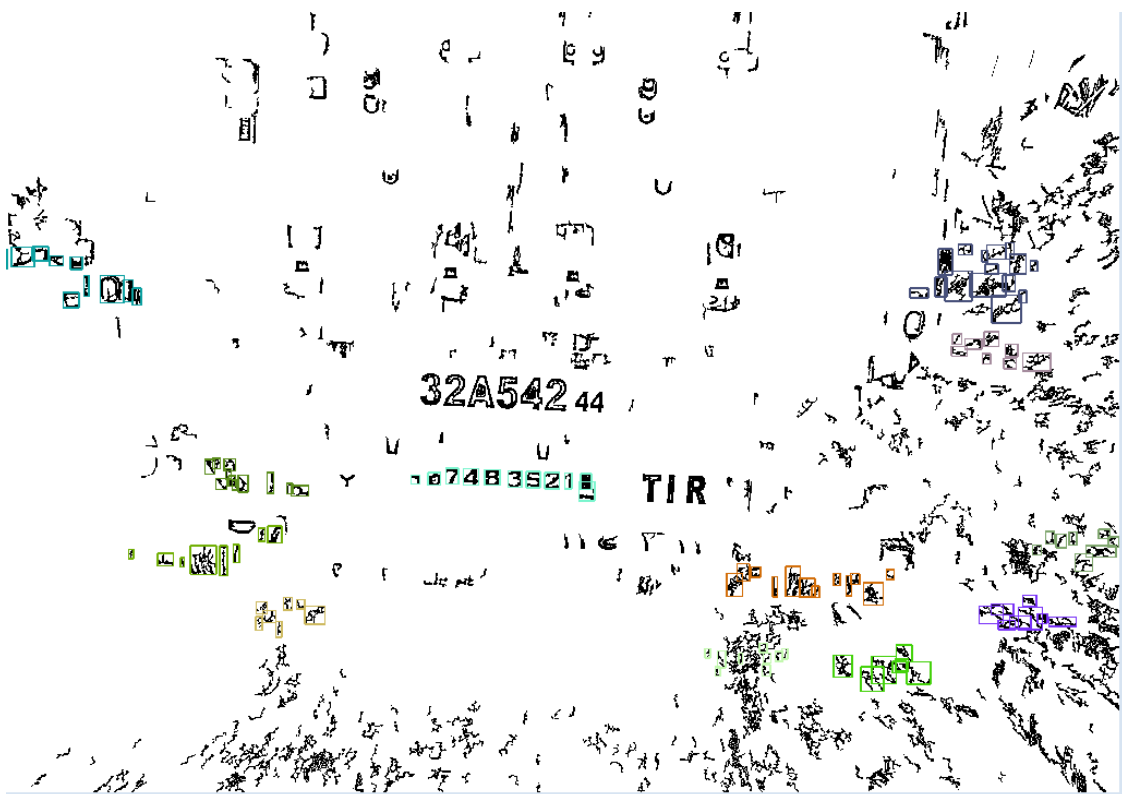


شکل ۴-۱۶- دو عدد صفر توپُر در تصویر ایجاد شده و حرف B که شکل واقعی خود را از دست داده است.

۴-۱۲-۲- پیدا کردن مکان‌های احتمالی پلاک در تصویر

با توجه به این که در بعضی از ماسک‌های کامل شده تعداد مولفه‌های بهم پیوسته پیش‌زمینه و پس‌زمینه که شرط لازم از نظر پهنا و ارتفاع برای نویسه پلاک بودن را دارند زیاد می‌باشد، این ماسک‌ها

بسیار شلوغ می‌شوند. یکی از نقاط قوت روش پیشنهادی این است که با پیاده سازی الگوریتم برش عمودی و افقی و در نظر گرفتن محدودیت‌های اندازه نویسه ها و همچنین تعداد نویسه پلاک‌ها که در بخش ۴-۹ به صورت کامل توضیح داده شده است در اکثر تصاویر به خوبی مکان احتمالی پلاک را تشخیص می‌دهد و این امر سبب می‌شود که نیازی به استخراج ویژگی از تمام مولفه‌های پیوسته‌ی موجود در ماسک‌های کامل نباشد. همانطور در شکل (۴-۱۶) و شکل (۴-۱۷) مشاهده می‌کنید، مکان واقعی پلاک در میان مکان‌های نامزد پلاک، قرار دارد.



الف



شکل ۴-۱۶ وجود مکان واقعی پلاک در میان مکان‌های نامزد پلاک بودن



فصل پنج
نتایج و پیشنهادات



۵-۱- مقدمه

در این پایان نامه روشی برای بازشناسی پلاک های ترانزیت ایران ارائه کردیم. وجود ۴ رنگ مختلف در پلاک ترانزیت ایران امر بازشناسی این پلاک را با چالش مواجه ساخته است. در روش پیشنهادی سعی شد به ارائه بهترین راه برای بازشناسی پلاک ترانزیت پرداخته شود. در آموزش شبکه عصبی استفاده شده برای روش پیشنهادی نمونه‌هایی از پلاک آذربایجان و ترکیه استفاده شده است. در ادامه به بررسی پایگاه داده و نتایج پیاده سازی روش پیشنهادی خواهیم پرداخت و پیشنهادی برای کارهای آینده ارائه خواهد شد.

۵-۲- بررسی پایگاه داده

تعداد ۵۴ عکس از خودروهایی با پلاک ترانزیت ایران برای بررسی عملکرد روش پیشنهادی به کار رفته است. کلیه تصاویر در شرایط واقعی گرفته شده است. تصاویر در طول روز و آب و هوای متفاوت آفتابی، ابری و بارانی تهیه شده‌اند. پلاک‌ها در این تصاویر شرایط متفاوتی از نظر میزان تمیزی دارند. اندازه تصاویر گرفته شده ۱۲۰۰×۸۰۰ ، ۱۲۸۰×۹۶۰ و ۲۰۴۸×۱۵۳۶ و تمامی تصاویر موجود در این پایگاه داده دارای DPI، ۹۶ می‌باشند. همچنین تعداد ۴۱ تصویر متعلق به پلاک کشور آذربایجان و ۴۰ تصویر متعلق به کشور ترکیه مورد بررسی قرار گرفته است. در شکل (۵-۱) تصاویری از پایگاه داده استفاده شده را مشاهده می‌نمایید.



(الف) تصویر خودرو با پلاک آذربایجان در هوای بارانی



(ب) تصویر خودر با پلاک ترانزیت ایران



(ج) تصویر خودرو با پلاک ترکیه

شکل ۵-۱- تصاویر نمونه از پایگاه داده

۵-۳- بررسی نتایج

در این بخش به بررسی نتایج روش پیشنهادی می پردازیم. روش پیشنهادی در محیط ویژوال استودیو و با استفاده از کتابخانه `opencv ۳,۳` روی یک لب تاپ HP ProBook G۲ دارای سی پی یو `Corei۷-۴۵۱۰U` و ۸ گیگ رم پیاده سازی شد. در جدول یک (۵-۱) نتایج به دست آمده از پیاده سازی روش پیشنهادی را مشاهده می نمایید.

جدول ۵-۱- نتایج بدست آمده از پیاده سازی روش پیشنهادی

نام کشور	تعداد پلاک	تعداد تشخیص صحیح مکان پلاک	تعداد بازشناسی کاملاً صحیح	درصد بازشناسی	متوسط زمان بازشناسی پلاک
ایران	۵۴	۵۳	۴۹	۹۰/۷٪	۰/۴۴ ثانیه
آذربایجان	۴۱	۴۱	۳۸	۹۲/۶۸٪	۰/۵۹ ثانیه
ترکیه	۴۰	۳۸	۳۳	۸۲٪	۰/۲۴ ثانیه

همانطور که در جدول (۵-۱) مشاهده می‌کنید. تعداد ۱۳۵ عکس در پایگاه داده استفاده شده است که به طور متوسط ۹۸/۱۴٪ دقت در مکان‌یابی پلاک ترانزیت ایران و ۹۰/۷٪ درصد دقت در بازشناسی پلاک خودرو ترانزیت ایران را ارائه می‌دهد.

در شکل (۵-۲) یک نمونه تصویر که در آن بازشناسی نویسه پلاک با خطا روبرو شده است را مشاهده می‌نمایید.



شکل ۵-۲ خطا در بازشناسی حرف B در پلاک ترانزیت ایران

در شکل (۵-۳) چهار تصویر که در آن نویسه‌های پلاک به خوبی بازشناسی شده‌اند را مشاهده می‌نمایید.



(الف) بازشناسی پلاک ترانزیت ایران



(ب) بازشناسی پلاک آذربایجان



(ج) بازشناسی پلاک ترکیه



(د) بازشناسی پلاک ترانزیت ایران

شکل ۵-۳- بازشناسی پلاک با روش پیشنهادی

در جدول زیر مقایسه نتایج روش پیشنهادی را با برخی از کارهای گذشته مشاهده می‌نمایید.

شماره مرجع	نام کشور	تعداد پلاک	تعداد تشخیص صحیح مکان پلاک	تعداد بازشناسی کاملاً صحیح	درصد بازشناسی
[۳۲]	ترکیه	۳۴۰	۳۳۲	۴۹	۹۸/۸٪
	آذربایجان	۴۱	۴۱	۳۸	۹۲/۶۸٪
	ترکیه	۴۰	۳۸	۳۳	۸۲٪

۵-۴- نتیجه گیری

در این پایان نامه روشی برای بازشناسی خودروهای پلاک ترانزیت ارائه شد. پلاک ترانزیت ایران با توجه به داشتن ۴ رنگ متفاوت عمل بازشناسی پلاک را بسیار چالش برانگیز نموده است. با توجه به این که این امر برای اولین بار مورد توجه قرار گرفته و پایگاه داده آموزشی خوبی در دسترس نبود دقت بازشناسی ۹۰٪ برای پلاک‌های ترانزیت ایران با پیاده سازی روش پیشنهادی بدست آمده است.

نمونه هایی با ۵ قلم متفاوت برای آموزش شبکه عصبی استفاده شد. این پایگاه داده ساختگی برای بازشناسی نویسه‌های پلاک تاحدودی پاسخگو بود. اما با توجه به اینکه کنترل خاصی رو تصاویر ورودی در نظر گرفته نشده بود جز این که کلیه تصاویر در طول روز گرفته شده بودند در مواقعی که تصاویر ورودی کیفیت خوبی نداشت و یا پلاک تمیز نبود جواب قابل قبولی نداشت و بعضی از اعداد و حروف به عنوان کلاس نامعتبر بازشناسی می‌شد. با اضافه کردن نویسه‌هایی از تصاویر آموزشی به نمونه‌های ساخته شده این امر تا حد قابل قبولی برطرف شد.

دقت متوسط روش پیشنهادی برای پیدا کردن مکان پلاک در تصویر ۹۷/۶٪ و برای بازشناسی نویسه‌های پلاک ۸۸٪ می‌باشد.

لازم به ذکر است که شرکت و یا مقاله‌ای که بازشناسی پلاک ترانزیت ایران را مورد بررسی قرار داده باشد جهت مقایسه با روش پیشنهادی پیدا نشد.

۵-۵- پیشنهادات

پیاده سازی روش آستانه گذاری متفاوت و بهتر از آنچه در روش پیشنهادی ارائه شد می‌تواند در پیدا کردن و جداسازی تمام نویسه‌های پلاک ترانزیت ایران بهبود موثری ایجاد نماید.

با توجه به وجود فونت‌های مختلف نویسه‌های $۸B$ و $۰D$ در بسیاری از پلاک‌ها مشابه هستند. پیدا کردن روشی برای استخراج ویژگی که تفاوت‌های کم این نویسه‌ها را بخوبی مدیریت نماید می‌تواند عمل بازشناسی پلاک را بهبود بخشد.

افزایش تعداد نمونه‌های آموزشی برای شبکه عصبی که از تصاویر واقعی گرفته شده باشند دیگر راه بهبود نتایج حاصل از روش پیشنهادی می‌باشد.

مراجع

- [١] J. Sousanis, "World vehicle population tops ١ billion units," *Wards Auto*, vol. ١٥, ٢٠١١.
- [٢] R. M. Khoshki and S. Ganesan, "Improved Automatic License Plate Recognition (ALPR) system based on single pass Connected Component Labeling (CCL) and region property function," in *Electro/Information Technology (EIT), 2015 IEEE International Conference on*, ٢٠١٥, pp. ٤٢٦-٤٣١.
- [٣] X. Shi, W. Zhao, and Y. Shen, "Automatic license plate recognition system based on color image processing," in *International Conference on Computational Science and Its Applications*, ٢٠٠٥, pp. ١١٥٩-١١٦٨.
- [٤] E. R. Lee, P. K. Kim, and H. J. Kim, "Automatic recognition of a car license plate using color image processing," in *Image Processing, 1994. Proceedings. ICIP-94., IEEE International Conference*, ١٩٩٤, vol. ٢, pp. ٣٠١-٣٠٥.
- [٥] P. S. Ha and M. Shakeri, "License Plate Automatic Recognition based on edge detection," in *Artificial Intelligence and Robotics (IRANOPEN), 2016*, ٢٠١٦, pp. ١٧٠-١٧٤.
- [٦] A. S. Jain and J. M. Kundargi, "Automatic number plate recognition using artificial neural network," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. ٢, pp. ١٠٧٢-١٠٧٨, ٢٠١٥.
- [٧] B. A. Vivek Joy, Kuttayamma A. J., "License Plate Detection and Recognition Using a HOG Feature Based SVM Classifier," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. ٥, ٢٠١٧.
- [٨] H. N. Do, M.-T. Vo, B. Q. Vuong, H. T. Pham, A. H. Nguyen, and H. Q. Luong, "Automatic license plate recognition using mobile device," in *Advanced Technologies for Communications (ATC), 2016 International Conference on*, 2016, pp. 268-271: IEEE.
- [٩] Y.-P. Huang, C.-H. Chen, Y.-T. Chang, and F. E. Sandnes, "An intelligent strategy for checking the annual inspection status of motorcycles based on license plate recognition," *Expert Systems with Applications*, vol. ٣٦, no. ٥, pp. ٩٢٦٠-٩٢٦٧, ٢٠٠٩.
- [١٠] J. Jiao, Q. Ye, and Q. Huang, "A configurable method for multi-style license plate recognition," *Pattern Recognition*, vol. ٤٢, no. ٣, pp. ٣٥٨-٣٦٩, ٢٠٠٩.
- [١١] H. Caner, H. S. Gecim, and A. Z. Alkar, "Efficient embedded neural-network-based license plate recognition system," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 57, no. ٥, pp. ٢٦٧٥-٢٦٨٣, ٢٠٠٨.
- [١٢] C. N. E. Anagnostopoulos, I. E. Anagnostopoulos, V. Loumos, and E. Kayafas, "A license plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications," *IEEE Transactions on Intelligent transportation systems*, vol. ٧, no. ٣, pp. ٣٧٧-٣٩٢, ٢٠٠٦.
- [١٣] S.-L. Chang, L.-S. Chen, Y.-C. Chung, and S.-W. Chen, "Automatic license plate recognition," *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, vol. 5, no. 1, pp. ٤٢-٥٣, ٢٠٠٤.
- [١٤] V. Shapiro, G. Gluhchev, and D. Dimov, "Towards a multinational car license plate recognition system," *Machine Vision and Applications*, vol. ١٧, no. ٣, pp. ١٧٣-١٨٣, ٢٠٠٦.
- [١٥] Y. Wen, Y. Lu, J. Yan, Z. Zhou, K. M. von Deneen, and P. Shi, "An algorithm for license plate recognition applied to intelligent transportation system," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. ١٢, no. ٣, pp. ٨٣٠-٨٤٥, ٢٠١١.

- [١٦] N. Thome, A. Vacavant, L. Robinault, and S. Mignet, "A cognitive and video-based approach for multinational license plate recognition," *Machine Vision and Applications*, vol. ٢٢, no. ٢, pp. ٣٨٩-٤٠٧, ٢٠١١.
- [١٧] H. E. Kocer and K. K. Cevik, "Artificial neural networks based vehicle license plate recognition," *Procedia Computer Science*, vol. ٣, pp. ١٠٣٣-١٠٣٧, ٢٠١١.
- [١٨] A. H. Ashtari, M. J. Nordin, and M. Fathy, "An Iranian license plate recognition system based on color features," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. ١٥, no. ٤, pp. ١٦٩٠-١٧٠٥, ٢٠١٤.
- [١٩] R. Brunelli, *Template matching techniques in computer vision: theory and practice*. John Wiley & Sons, ٢٠٠٩.
- [٢٠] S. Saunshi, V. Sahani, J. Patil, A. Yadav, and S. Rathi, "License Plate Recognition Using Convolutional Neural Network," ٢٠١٧.
- [٢١] T. D. Duan, T. H. Du, T. V. Phuoc, and N. V. Hoang, "Building an automatic vehicle license plate recognition system," in *Proc. Int. Conf. Comput. Sci. RIVF*, 2005, pp. 59-٦٣.
- [٢٢] S. G. Patel, "Vehicle license plate recognition using morphology and neural network," *International Journal on Cybernetics & Informatics*, vol. ٢, no. ١, pp. ٢٠١٣, ٧-١.
- [٢٣] S. H. M. Kasaei and S. M. M. Kasaei, "Extraction and recognition of the vehicle license plate for passing under outside environment," in *Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC), 2011 European*, ٢٠١١, pp. ٢٣٤-٢٣٧.
- [٢٤] M. Sezgin, "Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation," *Journal of Electronic imaging*, vol. ١٣, no. ١, pp. ١٤٦-١٦٨, ٢٠٠٤.
- [٢٥] A. Kaehler and G. Bradski, *Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library*. "O'Reilly Media, Inc.", ٢٠١٦.
- [٢٦] L. He, X. Ren, Q. Gao, X. Zhao, B. Yao, and Y. Chao, "The connected-component labeling problem: A review of state-of-the-art algorithms," *Pattern Recognition*, vol. 70, pp. ٢٥-٤٣, ٢٠١٧.
- [٢٧] F. Y. Shih, *Image processing and pattern recognition: fundamentals and techniques*. John Wiley & Sons, ٢٠١٠.
- [٢٨] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on*, 2005, vol. 1, pp. 886-893.
- [٢٩] F. Rosenblatt, "Principles of neurodynamics. perceptrons and the theory of brain mechanisms," CORNELL AERONAUTICAL LAB INC BUFFALO NY ١٩٦١.
- [٣٠] J. Howse, S. Puttemans, Q. Hua, and U. Sinha, *OpenCV 3 Blueprints*. Packt Publishing Ltd, ٢٠١٥.
- [٣١] R. Ebrahimpour, M. R. Moradian, A. Esmkhani, and F. M. Jafarlou, "Recognition of Persian handwritten digits using Characterization Loci and Mixture of Experts," *JDCTA*, vol. ٣, no. ٣, pp. ٤٢-٤٦, ٢٠٠٩.

Abstract

Intelligent transport systems are of great importance for the various security, economic, and social reasons of today's societies. Recognition of the license plate forms the core of intelligent traffic control systems. It is very important to monitor the movement of vehicles when leaving the country for security and economic reasons. Recognition of Iran's Transit License plate is facing a serious challenge due to its four different colors. In this thesis, a method for recognition Iran's Transit Plate is presented. In the presented method after performing the preprocessing, we apply adaptive thresholding to make different binary image. Then we apply connected component labeling and property function to find characters of license plate. The extracted attributes are given to a trained neural network with 30 valid classes and 1 invalid class. Due to the number of valid components, the exact location of the plate is indicated in the image. The proposed algorithm has been tested on 54 vehicle images of Iranian transit plates from different angles, different distances, different optical and climatic conditions, with an average accuracy of 98% in license plate localization and 88% in license plate recognition.

Keywords: license plate recognition, license plate identification, traffic control



Shahrood University of Technology

Faculty of Electrical and Robotics Engineering

MSc Thesis in Telecommunication system's Engineering

**License plate detection & recognition of transit vehicles
with a hierarchical approach based on gradient features**

By: Mohamad Javad Safarzadeh

Supervisor:

Dr. Hosein khosravi

January 2018