

تشخیص پلاک خودرو ایرانی با استفاده از تشخیص نوری کاراکتر و یادگیری عمیق

سودابه دخت عزیزی^{۱*}، مسعود بکروی^۲، شیوا رزاق زاده^۳

^۱ گروه مهندسی کامپیوتر، موسسه غیرانتفاعی مقدس اردبیلی، اردبیل، ایران،
soudabeh.dokhtaziz@gmail.com

^۲ گروه مهندسی کامپیوتر، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران،
Bekravi@iauardabil.ac.ir

^۳ گروه مهندسی کامپیوتر، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران،
Shiva.Razzaghzadeh@gmail.com

چکیده: تشخیص خودکار پلاک خودروها به موضوع مورد علاقه بسیاری از پژوهشگران تبدیل شده است. با توجه به اینکه الگوریتم‌های تشخیص پلاک به شدت به شرایط محیطی وابسته می‌باشند و کمترین تغییر در شرایط ثبت تصویر می‌تواند باعث ایجاد خطا در فرایند تشخیص پلاک شود، از روش شبکه عصبی کانولوشن مبتنی بر ناحیه که در برابر تغییرات شرایط محیطی و نویز تصویر مقاوم می‌باشد، برای تشخیص محل پلاک و جداسازی آن از تصویر پس‌زمینه استفاده شده است. شبکه عصبی کانولوشن مبتنی بر ناحیه نمونه کامل شده شبکه عصبی کانولوشن می‌باشد که برای تشخیص شی در یک تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای سرعت آموزش و اجرای بالاتری می‌باشد. در این مقاله مرحله اول مربوط به تعیین محل پلاک خودرو از روی تصویر و مرحله دوم به استخراج کاراکترهای تشکیل دهنده پلاک مربوط می‌شود. از مزایای ترکیب این دو روش می‌توان به سادگی الگوریتم، سرعت آموزش بالا، و نیاز به داده‌های آموزش با تعداد کم می‌توان اشاره کرد. نتایج بدست آمده از شبیه سازی الگوریتم ارائه شده نشان دهنده موفق بودن فرایند تشخیص پلاک در شرایط مختلف و تصویرهای مختلف می‌باشد.

کلمات کلیدی: شبکه عصبی کانولوشن، RCNN، شناسایی نوری حروف، تشخیص پلاک.

سامانه تشخیص پلاک خودرو یک سیستم کاملا مکانیزه است، الگوریتم‌های موجود فقط تحت شرایط کنترل شده کار می‌کنند، برخی از سیستم‌ها نیاز به سخت افزار پیچیده برای ضبط تصاویر با کیفیت بالا دارند. هنوز هم شناسایی پلاک و شناسایی کاراکترها یک کار چالش برانگیز است. مشکل در تنوع الگوهای کاراکتری مانند اندازه‌های مختلف، فونت‌ها و رنگ‌ها، تحریف‌های کاراکتری ناشی از مناسب نبودن روشنایی، انسداد یا تار شدن در تصاویر با کیفیت پایین است. پس زمینه پیچیده مانند متن‌های تابلو فروشگاه و غیره به عنوان نشانه‌های دروغین در فرایند تشخیص پلاک و استخراج شماره مشکل ایجاد می‌کند [۱].

تشخیص پلاک و شناسایی کاراکترهای پلاک، بخش اول تشخیص پلاک به معنی تعیین مکان پلاک و ایجاد مستطیل با ابعاد مناسب در اطراف پلاک است، در حالی که شناسایی پلاک به منظور شناسایی کاراکترهای نشان داده شده در محدوده پلاک است. در روش مبتنی بر یادگیری عمیق (شبکه عصبی کانولوشن مبتنی بر ناحیه) بدلیل اینکه از الگوریتم استخراج ویژگی^۱ برای استخراج خودکار ویژگی استفاده می‌شود نسبت به الگوریتم‌های قبلی که از ویژگی‌های دستی استفاده می‌کردند عملکرد بسیار قابل قبول تری دارد و حساسیت آن در برابر نویز تصاویر بسیار کم می‌باشد. قوی‌ترین روش‌های یادگیری عمیق شامل شبکه‌های عصبی کانولوشنی^۲ است. کانولوشن‌ها عملکرد قابل توجهی را در وظایف مختلف از جمله طبقه‌بندی تصویر، تشخیص ابعاد، تقسیم معنایی و غیره نشان داده‌اند. [۳]

۲- مروری بر کارهای انجام شده

در مراحل تشخیص پلاک که دارای سه رویکرد اصلی تشخیص صفحه پلاک، جداسازی کاراکترها، شناسایی کاراکترها، دو و همکاران [۲]، ژو و همکاران [۱۲]، آناگنوستوپول و همکاران [۱۳] روش‌هایی ارائه کردند که با استفاده از ۵ مرحله اصلی تفکیک صفحه پلاک از تصاویر انجام شود که شامل: تشخیص لبه، روش مبتنی بر بافت، تشخیص کاراکتر و روشهای ترکیبی موارد فوق.. ژنگ و همکاران در [۱۴] و بوش و همکاران در [۱۵] از فیلتر سوبل^۳ برای تشخیص لبه استفاده کردند. ژنگ و همکاران در [۱۴] از تشخیص لبه عمودی استفاده کردند زیرا تشخیص افقی لبه با خطاهای زیادی مواجه بود. نرخ تشخیص در این مورد ۹۹٫۷٪ بود. راشد و همکاران در [۱۶] از تشخیص خط با استفاده از تبدیل هوگ^۴ استفاده کردند مزایای هوگ تشخیص خط مستقیم با زاویه ۳۰ درجه است. سانشی و همکاران در [۱۷] از شناسایی نوری حروف OCR در مرحله تشخیص پلاک و ارقام استفاده می‌کردند که با استفاده از OCR حروف را شناسایی و از فیلتر سوبل برای تشخیص لبه مورد استفاده قرار داده اند که با این روش به دقت ۹۷٪ رسیده اند.

کیم و همکاران در [۱۸] از الگوریتم ژنتیک برای تشخیص رنگ استفاده کردند که با استفاده از روشنایی هر ناحیه از پلاک بخشهایی از آن را تفکیک نموده که دقت این امر ۹۲٫۸٪ می‌باشد. آناگنوستوپول و همکاران در [۱۳] با استفاده از پنجره کشویی کنسرسیوم روشی پیشنهاد کردند که در این روش صفحه پلاک بصورت بی نظمی در تصویر دیده می‌شود. لی و همکاران در [۱] با شناسایی تمام کاراکترهای تصویر با استفاده از شبکه عصبی کانولوشنی و سپس استفاده از یک کانولوشن

^۱ Feature map

^۲ Convolutional Neural Networks

^۳ Sobel

^۴ Hough

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

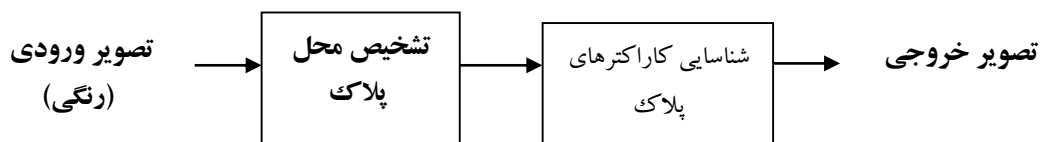
جدید برای ار بین بردن تقسیم کاراکترها مورد استفاده قرار می گیرد. لین و همکاران در [۱۹] از یک روش مبتنی بر استحکام تصویر استفاده شده است که ابتدا کاراکترها را تشخیص می دهد و سپس به جداسازی آنها با استفاده از روش هایی می پردازد. لی و شن در [۱] با آموزش ۳۳ کلاس کانولوشنی برای تشخیص کاراکترهای تصویر و ۴ لایه کانولوشن و ۹ لایه کانولوشنی عمیق برای تشخیص سریع که ۴ لایه را با ۳۷ کلاس آموزش داده و ۹ لایه را برای استخراج کاراکتر با دقت ۹۸,۵۳٪ مورد استفاده قرار داده است. یانگ و همکاران در [۲۰] از روش برای آموزش پلاک خودروهای چینی استفاده شده است و از CNN-KELM بدون لایه کاملاً متصل برای طبقه بندی و شناسایی داده های آموزشی با دقت ۸۰٪ می باشد. لی و همکاران در [۲۱] از سه ماژول (ماژول کانولوشن برای استخراج ویژگی، ماژول دوم پنجره کشویی برداری، ماژول سوم از رگرسیون برای تشخیص پلاک) استفاده کرده اند که دقت سیستم ۹۹,۲٪ بوده است. داس و همکاران در [۲۲] استفاده از شبکه عصبی کانولوشنی روی ۴۵ نمونه از تصویر پلاک هندی با پس زمینه های متفاوت که به دقت ۸۵,۸۳٪ رسیده است. کوسالا و همکاران در [۲۳] با استفاده از ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی کانولوشن برای تشخیص پلاک که از شبکه عصبی کانولوشن برای استخراج ویژگی و از svm جهت شناسایی استفاده شده است دقت ۹۳٪ با معماری ۷ در ۷ لایه کانولوشن.

۳- روش پیشنهادی

برای توسعه سیستم تشخیص پلاک خودرو برای شناسایی پلاک خودرو ایرانی از روی تصاویر دیجیتال ثبت شده توسط دوربین که براساس روش های شبکه عصبی کانولوشن مبتنی بر ناحیه^۶ و شناسایی نوری حروف^۷ می باشد، روش آموزش شبکه برای تشخیص محل پلاک در تصاویری که برای آموزش شبکه تعیین شده اند، با آموزش، شبکه RCNN قادر خواهد بود از تصاویر ثبت شده با زمینه های متفاوت محل پلاک را تعیین نماید. الگوریتم تشخیص نوری حروف که بر اساس همبستگی بین تصویر کاراکتر و تصویر الگوی کاراکتر به شناسایی کاراکترها می پردازد.

۳-۱- مراحل تشخیص پلاک

مراحل تشخیص و شناسایی پلاک در بصورت نمودار بلوکی شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: مراحل تشخیص و شناسایی پلاک

در مرحله اول به تشخیص محل پلاک خودرو از تصویر رنگی ثبت شده توسط دوربین های ترافیکی پرداخته می شود. وجود اشیا و تابلوها، علائم و میزان روشنایی باعث می شود تا پس زمینه تصاویر بسیار متنوع و دارای اختلاف زیادی باشند. شبکه عصبی کانولوشنی یکی از روش های هوشمند در تشخیص اشیا می باشد مدل شبکه عصبی چشم توسعه یافته است در زمینه های بسیار متنوع برای تشخیص اشیا مشخص در تصویر استفاده شده است حاوی شی مورد نظر باشد چرا که شبکه عصبی کانولوشنی کلیت تصویر را ملاک طبقه بندی و تشخیص قرار می دهد همچنین اندازه تصاویر ورودی نیز می بایست یکسان باشد. استفاده از این روش برای تشخیص محل پلاک همراه با چالش خواهد بود برای حل این چالش استفاده از پنجره لغزان برای اسکن تصویر

⁵ Gradient Descent

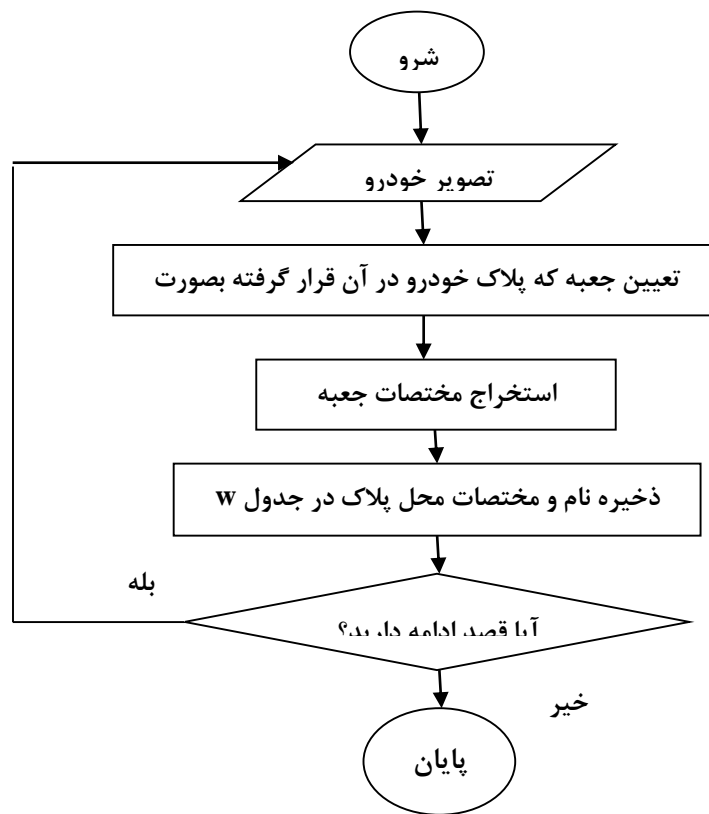
⁶ Region Based CNN

⁷ Optical Character Region

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

و یافتن شی مورد نظر می باشد. با توجه به دوری یا نزدیکی خودرو با دوربین و تغییر اندازه پلاک در تصویر می بایست از پنجره های لغزان با اندازه های مختلف استفاده شود. که باعث افزایش شدید حجم محاسبات و کندی روند تشخیص پلاک خواهد شد.

الگوریتم شبکه عصبی کانولوشنی مبتنی بر ناحیه برای تشخیص محل پلاک استفاده خواهد شد. این الگوریتم بر اساس روش پیشنهاد ناحیه توسعه داده شده است و حدود ۲۰۰۰ ناحیه کاندید که احتمال وجود شی مورد نظر در آنها وجود دارد تولید شده و به عنوان ورودی به شبکه عصبی کانولوشنی داده می شود تا تصمیم گیری شود. این روش با توجه به تولید ناحیه های کاندید در تصویر نسبت به روش کلاسیک CNN دارای سرعت بالاتری می باشد و حجم محاسبات نیز به شدت پایین می باشد. پس از تشخیص محل پلاک خودرو، محل مورد نظر که شامل تصویر پلاک می باشد از تصویر اصلی جدا شده و در مرحله دوم به تشخیص و شناسایی کاراکترها در پلاک خودرو کاراکترهای مورد استفاده در پلاک دارای فونت، ابعاد، رنگ و هندسه مشخصی می باشند، از روش ساده تشخیص نوری حروف که بر مبنای همبستگی بین تصویر و تصویر الگو عمل می کند استفاده شده است.



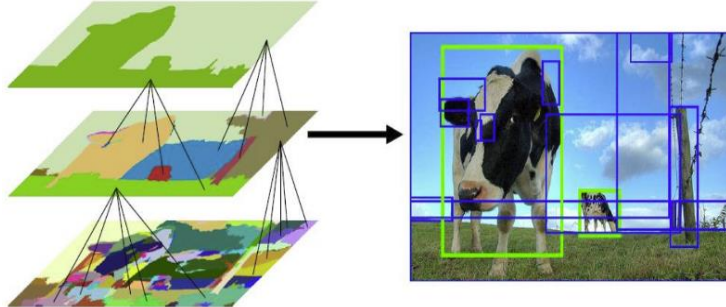
شکل ۲: الگوریتم تولید داده های آموزشی برای RCNN

در هر دو مرحله یعنی تشخیص محل پلاک و همچنین شناسایی حروف الگوریتم های مورد استفاده می بایست تحت آموزش قرار بگیرند تا پارامترهای موجود در الگو برای آموزش شبکه عصبی مبتنی بر ناحیه از تصاویری مربوط به خودروهای ایرانی دارای پلاک می باشد برای آموزش شناسایی نوری حروف از مجموعه ای که شامل کاراکترهای جدا شده از تصاویر پلاک استفاده شده است. که با افزایش تعداد داده های آموزش و تنوع آنها می توان قابلیت اعتماد این روش را نیز افزایش داد.

۳-۲- مراحل شبکه عصبی کانولوشن مبتنی بر ناحیه

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

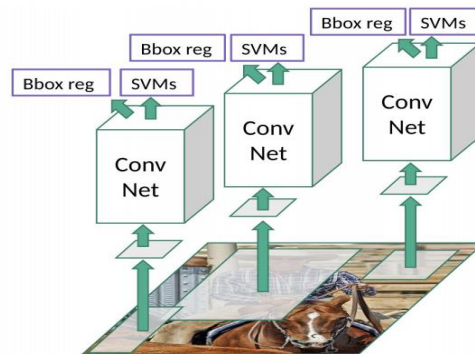
الف) در مرحله اول تصویر خودرو به عنوان ورودی دریافت می شود و براساس الگوریتم پیشنهاد ناحیه، به تولید ۲۰۰۰ ناحیه کاندید که احتمال وجود پلاک خودرو در آن وجود دارد، اقدام می کند. انتخاب ناحیه در این الگوریتم بر اساس مشابهت رنگ و بافت و شدت نور پیکسل های مجاور در تصویر می باشد. پس از اینکه به تعداد مناسب ناحیه ایجاد شد، نواحی مختلف در تصویر برچسب گذاری می شود. شکل ۳ نحوه تعیین نواحی کاندید در شبکه RCNN را نشان می دهد.



شکل ۳: نحوه تعیین ناحیه کاندید در شبکه RCNN

ب) پس از ایجاد نواحی کاندید در تصویر برای استخراج ویژگی های آن ها هر ناحیه بصورت مستقل وارد شبکه عصبی کانولوشن می شود. شبکه عصبی کانولوشنی دارای یک لایه ورودی با ابعاد 32×32 ، سه لایه داخلی و در انتها دارای دو لایه تماماً متصل می باشد که خروجی این دو لایه ویژگی های نهایی استخراج شده از ناحیه مورد نظر می باشد.

ج) پس از تعیین ویژگی های هر ناحیه در شبکه عصبی کانولوشنی، یک ماشین بردار پشتیبان (SVM) بر اساس ویژگی های اقدام به طبقه بندی تصویر می نماید و سپس بر اساس الگوریتم رگرسیون خطی بهترین ناحیه از لحاظ وجود پلاک خودرو با کمترین ابعاد به عنوان انتخاب نهایی تعیین می گردد. شکل ۴ نحوه تعیین ویژگی و انتخاب ناحیه را در شبکه RCNN نشان می دهد.



شکل ۴: تعیین ویژگی در ناحیه کاندید و انتخاب ناحیه در شبکه

۳-۳- شناسایی کاراکتر پلاک به روش شناسایی نوری حروف

شناسایی نوری حروف مخفف (Optical Character Region) می باشد و در واقع نرم افزار متن خوانی است که وظیفه آن تشخیص اتوماتیک متن در تصاویر می باشد

برای شناسایی نوری حروف از همبستگی کاراکترهای الگو با تصویر کاراکتر مورد نظر استفاده می شود. تصاویر الگوی مربوط به کاراکترهای الگو، از تصاویر پلاک خودروها انتخاب می شود. کاراکترهای الگو شامل یک نمونه ۲۲ تایی از حروف و ارقام مانند حروف ب، ج، د، س، ص، ط، ق، ل، م، ن، و، ه، ی و ارقام از ۱ تا ۹ می باشد. برای اینکه کاراکترهای الگو هم اندازه شوند و نسبت طول به عرض تصویر دستخوش تغییر نشود. تمامی تصویر را به اندازه $24 * 42$ تغییر دادیم. تمامی کاراکترها را بصورت الگویی تعریف و ذخیره کردیم سپس باید هر الگو برای OCR شناخته شده باشد کاراکتر اول نماینده چه حرفی یا عددی

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

است که با استفاده از تابع `read_letter` در متلب الگوهای تعریف شده را برچسب گذاری کردیم تا وقتی خروجی پلاک از مرحله قبل که بصورت `boundingbox` است کاراکتر اول که می خواند بتواند تشخیص دهد که این الگوی کدام کاراکتر است.

۳-۴- مراحل شناسایی نوری حروف

۱- باینری کردن تصویر: در این مرحله یک تصویر خاکستری که شامل مقادیر (۰-۲۵۵) است باید به یک تصویر سیاه (۰) و سفید (۱) تبدیل شود، برای باینری سازی تصویر حد آستانه بصورت مناسبی تعریف می شود و پیکسل هایی که مقدار آن کمتر از حد آستانه باشد، به صفر و پیکسل هایی که مقدار آنها از حد آستانه بالا باشد، به ۱ تبدیل می شود. برای تعیین مقدار حد آستانه از هیستوگرام تصویر استفاده می شود در این پروژه استفاده از حد آستانه عمومی از حد آستانه سراسری استفاده شده است. تصویر باینری شده یک نمونه پلاک خودرو ها را نشان می دهد. که پلاک استخراج شده از شبکه مبتنی بر ناحیه مرحله قبل به باینری تبدیل شده است سپس تمامی اشیا کمتر از ۵۰ پیکسل را حذف کردیم تا هدف اصلی که کاراکتر و حروف است.



شکل ۵: تصویر باینری ورودی

۲- بکارگیری عملگرهای مورفولوژیکی: اگر خروجی مرحله قبل شفاف نباشد، از عملگرهای مورفولوژیکی استفاده می کنیم در صورتی که تصویر شامل چندین حفره ابتدا باید حفره پر شده و حجم تصویر را کم شود تا قسمتهایی که به اشتباه جز کلاس متن قرار گرفته شده اند، ناپدید شوند. از تابع `Strel` استفاده شده است که شکل مطلوب عضو ساختاری را مشخص می کند بصورت مربع است. در تولید اعضای ساختاری با شکل های رایج، `Strel` دارای قابلیت های تولید اعضای ساختاری در فرم تجزیه شده می باشد.

۳- قطعه بندی: در قطعه بندی، یک تصویر به اشیا سازنده آن تقسیم می شود در این مرحله قسمت های مجزا بصورت کاراکتر شناسایی شده و تصویر مربوط به هر کاراکتر از تصویر پلاک جدا می شود.

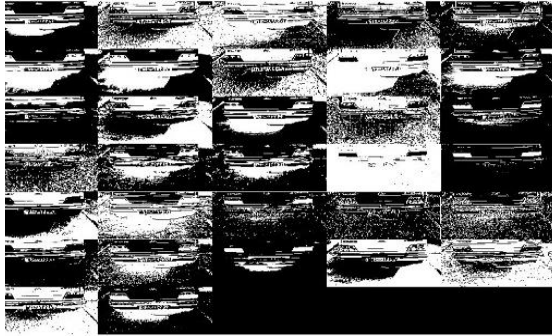
۴- در نهایت با کاراکترهای جدا شده از تصویر پلاک که بصورت `boundingbox` می باشد یعنی در این مرحله هر کاراکتر براساس الگوی تعریف شده بصورت جدا در جعبه ای قرار می گیرد و جداسازی حروف و اعداد بر اساس الگوریتم `OCR` مورد شناسایی قرار می گیرند. چون در شناسایی نوری حروف ابتدا الگو تعریف کردیم تا بتواند جدا جدا هر کاراکتر را شناسایی کند نتایج را بصورت شماره پلاک در فایل متنی نمایش دهد.

۴- نتایج ارزیابی

در مرحله اول که هدف از آن تشخیص محل پلاک در تصویر خودرو می باشد. تصاویر ورودی می بایست هم اندازه باشد تمامی تصاویر را هم اندازه شده اند. داده های آموزش در شبکه `RCNN` می بایست به صورت جدول تهیه شوند که این جدول شامل آدرس تصویر مورد نظر به همراه مختصات ناحیه مستطیلی مربوط به پلاک خودرو می باشد.

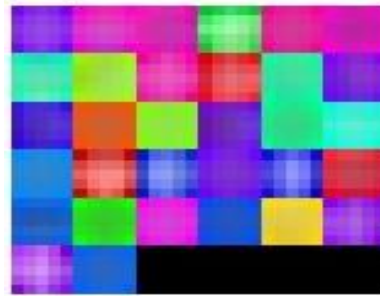
تصویر ویژگی های لایه دوم که مربوط به لایه کانولوشن می باشد تصاویر خروجی که لایه دوم شامل ۳۲ فیلتر یا آرایه دوبعدی با ابعاد ۳۲*۳۲ می باشد که مقادیر آنها در طی فرایند آموزش تعیین شده اند. با انجام عملیات کانولوشن بر روی تصویر توسط هریک از این فیلترها جنبه ها و قسمت های خاصی از تصویر برجسته شده و بقیه قسمت ها در تصویر تقریباً از بین می روند. هر کدام از تصاویر خروجی در شکل ب با عملیات کانولوشن توسط فیلتر مربوطه بر روی تصویر ورودی.

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم



(ب)

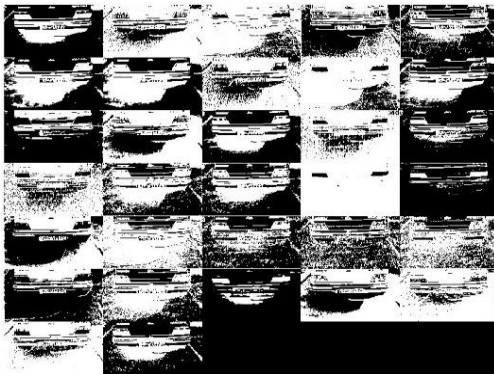
Layer conv Features



(الف)

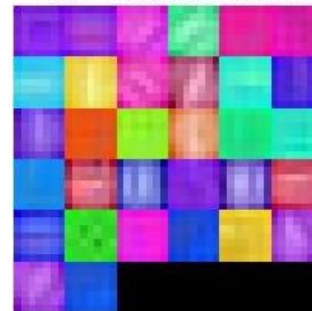
شکل ۶: الف) تصویر ویژگی های لایه دوم (ب) تصاویر خروجی لایه دوم

تصویر ویژگی های لایه سوم که مربوط به لایه ادغام می باشد. در این بخش ناحیه لغزان 3×3 بر روی تصویر ورودی حرکت می کند ۹ پیکسل در داخل ناحیه باهم ادغام شده و مقدار آن برابر حداکثر مقدار پیکسل های این ناحیه قرار می گیرد از این لایه برای کاهش تدریجی ابعاد تصویر استفاده می شود.



(ب)

Layer maxpool Features



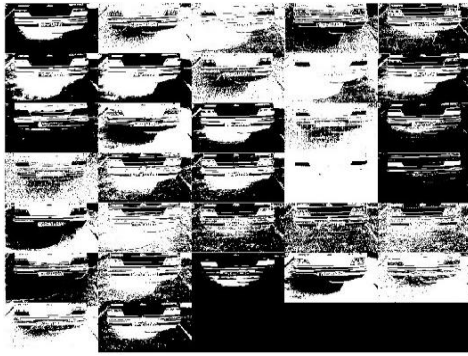
(الف)

(ب) تصاویر خروجی لایه سوم

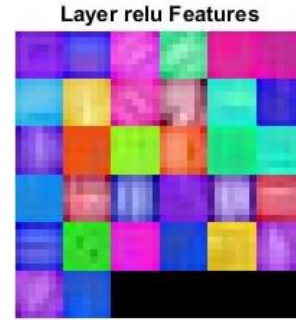
شکل ۷: الف) تصویر ویژگی های لایه سوم

تصویر ویژگی های لایه چهارم که مربوط به لایه $RELU$ می باشد و هم چنین تصاویر خروجی. این لایه عملیات حد آستانه را انجام می دهد و پیکسل هایی که مقدار آنها کوچکتر از حد آستانه می باشد برابر صفر قرار می دهد برخی از جزئیات در تصویر حذف و قسمت های مهم برجسته تر می شود.

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم



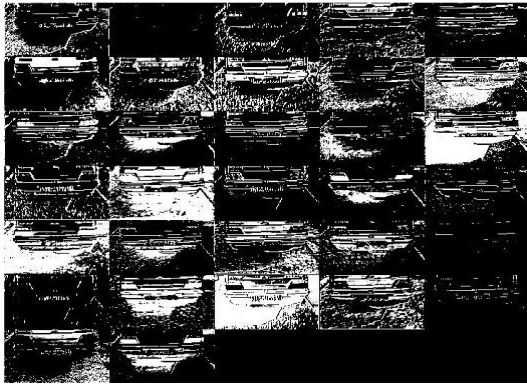
(ب)



(الف)

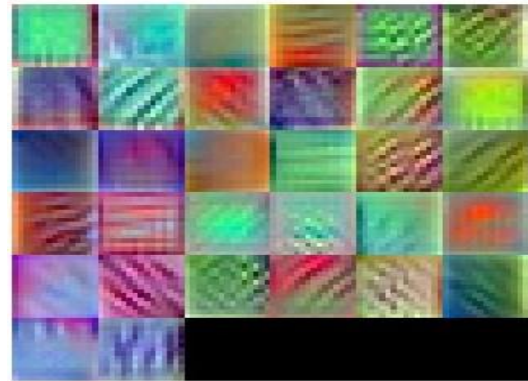
شکل ۸: الف) تصویر ویژگی های لایه چهارم (ب) تصاویر خروجی لایه چهارم

تصویر ویژگی های لایه پنجم که مربوط به لایه کانولوشن می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه.



(ب)

Layer conv₁ Features

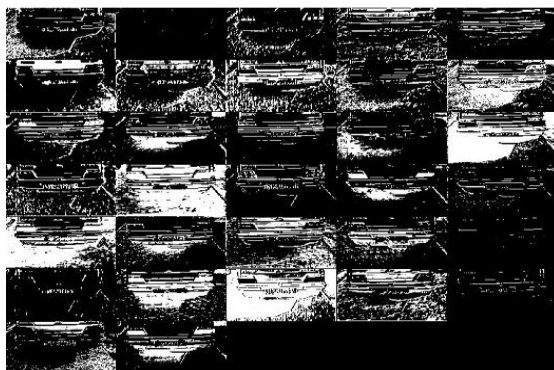


(الف)

شکل ۹: الف) تصویر ویژگی های لایه پنجم (ب) تصاویر خروجی لایه پنجم

تصویر ویژگی های لایه ششم که مربوط به لایه RELU می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه تصویر ویژگی های لایه

هفتم که مربوط به لایه ادغام می باشد



(ب)

Layer relu₁ Features



(الف)

شکل ۱۰: الف) تصویر ویژگی های لایه ششم (ب) تصاویر خروجی لایه ششم

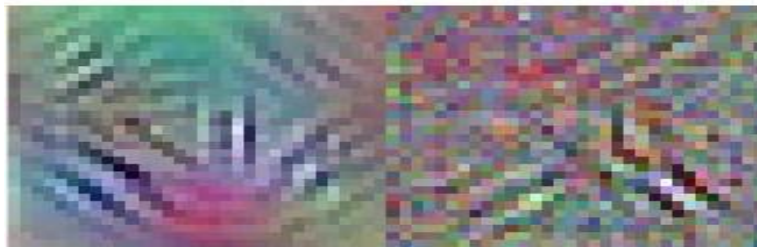
تصویر ویژگی های لایه هشتم که مربوط به لایه کانولوشن می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه می باشد.

تصویر ویژگی های لایه نهم که مربوط به تابع RELU می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

تصویر ویژگی های لایه دهم که مربوط به لایه ادغام می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه تصویر ویژگی های لایه یازدهم که مربوط به لایه تماما متصل می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه ۱۰ می باشد. در این لایه و لایه مشابه بعد از آن برداری از ویژگی های تصویر ایجاد می شود که در طبقه بندی تصویر استفاده می گردد. تصویر ویژگی های لایه دوازدهم که مربوط به تابع RELU می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه ۱۱ می باشد. تصویر ویژگی های لایه سیزدهم که مربوط به لایه تماما متصل می باشد و هم چنین تصاویر خروجی. در این لایه مقدار هر پیکسل در تصویر به عنوان مقدار یک ویژگی در نظر گرفته می شود. مقادیر طبقه بندی ناحیه انتخاب شده از تصویر از لحاظ وجود پلاک یا عدم وجود آن طبقه بندی می گردد. تصویر ویژگی های لایه چهاردهم که مربوط به لایه Softmax می باشد و هم چنین تصاویر خروجی این لایه - ۱۳ می باشد. این لایه وظیفه طبقه بندی تصویر بر اساس ویژگی های بدست آمده از مرحله قبل را برعهده دارد.

Layer softmax Features



(الف)



(ب)

شکل ۱۱: الف) تصویر ویژگی های لایه چهاردهم ب) تصاویر خروجی لایه چهاردهم

نتایج شبیه سازی شناسایی نوری حروف برای شناسایی کاراکتر

مرحله دوم شناسایی پلاک و استخراج کاراکترهای پلاک می باشد از الگوریتم شناسایی نوری حروف ابتدا تصاویر کاراکترها را با اندازه ثابت 42×24 آموزش داده شد و یک نمونه داده ایجاد شد سپس با استفاده از الگوریتم شناسایی نوری حروف، ابتدا تصویر خروجی از مرحله اول به تصویر خاکستری تبدیل شده و سپس به تصویر باینری تبدیل شد. تصویر باینری برخی از نواحی که شامل کاراکتر نبودند، حذف شد و عملیات مورفولوژیکی اعمال گردید و با طی کردن مراحل کامل شناسایی نوری حروف، شناسایی کاراکترها تک به تک صورت گرفته و در نهایت شماره پلاک بصورت فایل متنی ذخیره شد. نتیجه حاصل از اعمال الگوریتم شناسایی نوری حروف و استخراج کاراکترهای پلاک از تصویر پلاک در شکل ۱۲ قابل ملاحظه است.

INPUT IMAGE WITH NOISE



سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

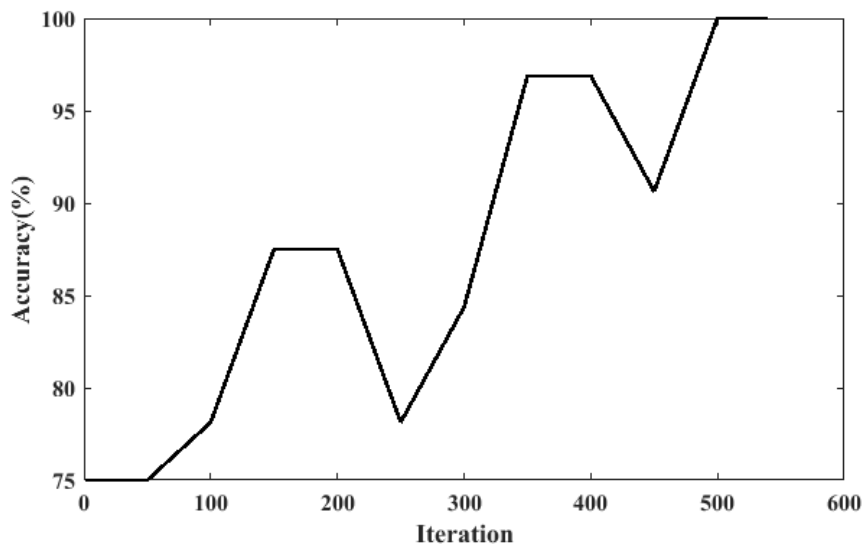
شکل ۱۲: تصویر ورودی



شکل ۱۳: تصویر ورودی باینری شده



شکل ۱۴: جداسازی کاراکترهای تصویر



شکل ۱۵: نمودار دقت آموزش شبکه RCNN

جدول ۱: ارزیابی و مقایسه روش پیشنهادی با روشهای ارایه شده قبلی

روشها	مجموعه داده	ویژگی تصاویر ورودی	دقت
تشخیص لبه با فیلتر سوبل [۱۴]	۷۵۵	۳۸۴×۲۸۸ پیکسل روی پلاک چینی	٪۹۹٫۷
Mean shift region-based detection [34]	۵۷	پلاک استرالیایی	٪۹۷٫۶
تشخیص کاراکتر با شبکه عصبی کانولوشن [۱]	۲۰۴۹	۸۹۶×۵۹۲ پیکسل روی پلاک تایوانی	٪۹۲٫۹
شبکه عصبی با تاخیر زمان [۳۵]	۱۰۰۰ قطعه ویدیویی	۶۴۰×۴۸۰ پیکسل رویی پلاک کره ای	٪۱۰۰

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

Cascade classifier with Haar-like features[36]	۵۴۶	۶۴۰×۴۸۰ پیکسل رویی پلاک نروژی	٪۹۸,۹
روش پیشنهادی	۶۹	۵۰۰×۳۶۳ پیکسل روی پلاک ایرانی	٪۹۸,۲

سامانه های تشخیص پلاک خودرو در طی دو مرحله به تشخیص و شناسایی پلاک می پردازد. مرحله اول مربوط به تعیین محل پلاک خودرو از روی تصویر و مرحله دوم به استخراج کاراکترهای تشکیل دهنده پلاک مربوط می شود. الگوریتم های تشخیص پلاک به شدت به شرایط محیطی وابسته می باشند و کمترین تغییر در شرایط ثبت تصویر میتواند باعث ایجاد خطا در فرایند تشخیص پلاک شود، از روش شبکه عصبی کانولوشن مبتنی بر ناحیه که در برابر تغییرات شرایط محیطی و نویز تصویر مقاوم می باشد، برای تشخیص محل پلاک و جداسازی آن از تصویر پس زمینه استفاده شده است. شبکه عصبی کانولوشن مبتنی بر ناحیه نمونه کامل شده شبکه عصبی کانولوشن می باشد برای تشخیص شی در یک تصویر مورد استفاده قرار می گیرد. و دارای سرعت آموزش و اجرای بالاتری نسبت به شبکه عصبی کانولوشن می باشد. تشخیص پلاک با استفاده از الگوریتم های شناسایی نوری به استخراج کاراکترهای پلاک پرداخته شده است. از مزایای ترکیب این دو روش می توان به سادگی الگوریتم، سرعت آموزش بالا، و نیاز به داده های آموزش با تعداد کم می توان اشاره کرد. نتایج بدست آمده از شبیه سازی الگوریتم ارائه شده نشان دهنده موفق بودن فرایند تشخیص پلاک در شرایط مختلف و تصویرهای مختلف می باشد.

راهبردهایی جهت تکامل روش برای پیاده سازی آینده:

۱- استفاده از داده های آموزشی بیشتر برای آموزش

۲- استفاده از انواع معماری شبکه عصبی کانولوشن شامل YOLOv2 در ویدیو بجای عکس

۳- جمع آوری و تهیه دیتا ست جامع برای تشخیص پلاک ایرانی.

۶- مراجع

- [1]. Li, H. and C. Shen, Reading car license plates using deep convolutional neural networks and LSTMs. arXiv preprint arXiv:1601.05610, 2016.
- [2]. Du, S., et al., Automatic license plate recognition (ALPR): A state-of-the-art review. IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, 2013. 23(2): p. 311-325.
- [3]. Girshick, R., et al. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 20. ۱۴
- [4]. Schmidhuber, J., Deep learning in neural networks: An overview. Neural networks, 2015. 61: p. 85-117.
- [5]. Hagan, M.T., H.B. Demuth, and M.H. Beale, Neural network design. 2014: Martin Hagan.
- [6]. Courville}, I.G.a.Y.B.a.A., Deep Learning. 2016.
- [7]. He ,K., et al. Deep residual learning for image recognition. in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016.
- [8]. LeCun, Y., et al., Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 1998: (۱۱)۸۶. p. 2278-2324.
- [9]. Krizhevsky, A., I. Sutskever, and G.E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. in Advances in neural information processing systems. 2012.
- [10]. Zeiler, M.D., Hierarchical convolutional deep learning in computer vision. 2013, New York University.
- [11]. Wan, J., et al. Deep learning for content-based image retrieval: A comprehensive study. in Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia. 2014. ACM.
- [12]. Zhou, W., et al., Principal visual word discovery for automatic license plate detection. IEEE transactions on image processing, 2012. 21(9): p. 4269-4279.
- [13]. Anagnostopoulos, C.N.E., et al., A license plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications. IEEE Transactions on Intelligent transportation systems, 2006. 7(3): p. 377-392.
- [14]. Zheng, D., Y. Zhao, and J. Wang, An efficient method of license plate location. Pattern recognition letters, 2005. 26(15): p. 2431-2438.
- [15]. Busch, C., et al. Feature based recognition of traffic video streams for online route tracing. in Vehicular Technology Conference, 1998. VTC 98. 48th IEEE. 1998. IEEE.

- [16]. Rasheed, S., A. Naeem, and O. Ishaq. Automated number plate recognition using hough lines and template matching .in Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science. 2012.
- [17]. Saunshi, S., et al., License Plate Recognition Using Convolutional Neural Network.
- [18]. Kim, S.K., D.W. Kim, and H.J. Kim. A recognition of vehicle license plate using a genetic algorithm based segmentation. in Image Processing, 1996. Proceedings., International Conference on. 1996. IEEE.
- [19]. Lin, K.-H., H. Tang, and T.S. Huang. Robust license plate detection using image saliency. in Image Processing (ICIP), 2010 17th IEEE International Conference on. 2010. IEEE.
- [20]. Yang, Y., D. Li, and Z. Duan, Chinese vehicle license plate recognition using kernel-based extreme learning machine with deep convolutional features. IET Intelligent Transport Systems, 2017. 12(3): p. 213-219.
- [21]. Li, H., R. Yang, and X. Chen. License plate detection using convolutional neural network. in Computer and Communications (ICCC), 2017 3rd IEEE International Conference on. 2017. IEEE.
- [22]. Das, S. and J. Mukherjee, Automatic License Plate Recognition Technique using Convolutional Neural Network.
- [23]. Kosala, G., A. Harjoko, and S. Hartati. License Plate Detection Based on Convolutional Neural Network: Support Vector Machine (CNN-SVM). in Proceedings of the International Conference on Video and Image Processing. 2017. ACM.
- [24]. Ronneberger, O., P. Fischer, and T. Brox. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. in International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. 2015. Springer.
- [25]. Ashtari, A.H .,M.J. Nordin, and M. Fathy, An Iranian license plate recognition system based on color features. IEEE transactions on intelligent transportation systems, 2014. 15(4): p. 1690-1705.
- [26]. غلامعلي، م. and ش.ف. محمد، شناسایی پلاک خودروهای ایرانی با روش جایابی فازی پلاک.
- [27]. Szegedy, C.,et al. Going deeper with convolutions. in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2015.
- [28]. Simonyan, K. and A. Zisserman, Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.
- [29]. Szegedy, C., et al. Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. in AAAI. 2017.
- [30]. Veit, A., M.J. Wilber, and S. Belongie. Residual networks behave like ensembles of relatively shallow networks. in Advances in Neural Information Processing Systems. 2016.
- [31]. Liao, Q. and T. Poggio, Bridging the gaps between residual learning, recurrent neural networks and visual cortex. arXiv preprint arXiv:1604.03640, 2016.
- [32]. Everingham, M., et al., The pascal visual object classes challenge: A retrospective. International journal of computer vision, 2015. 111(1): p. 98-136.
- [33]. Endres, I. and D. Hoiem. Category independent object proposals. in European Conference on Computer Vision. 2004. Springer.
- [34]. Jia, W., H. Zhang, and X. He, Region-based license plate detection. Journal of Network and computer Applications, 2007. 30(4): p. 1324-1333.
- [35]. Kim, K.K., et al. Learning-based approach for license plate recognition. in Neural Networks for Signal Processing X, 2000. Proceedings of the 2000 IEEE Signal Processing Society Workshop. 2000. IEEE.
- [36]. Ringset, P.K., *Automatisk nummerskiltgjenkjenning for mobile enheter*. 2015, NTNU.