



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

طرح پیشنهادی پروژه‌ی کارشناسی

تشخیص بلادرنگ پلاک خودرو در سامانه‌ی پارکینگ هوشمند

نگارنده

وحید قربانی

گرایش

فناوری اطلاعات

استاد راهنما

دکتر سیاوش خرسندی

تابستان ۱۳۹۸

فهرست مطالب

۱. مقدمه	۳
۲. بیان مسئله	۳
۳. ویژگی‌های پلاک خودرو در ایران	۴
۴. چالش پلاک خوانی	۵
۵. تشخیص پلاک خودرو در سامانه پارکینگ هوشمند	۷
۵,۱. الگوریتم استفاده شده	۷
۵,۲. الگوریتم شناسایی نویسه‌ها	۱۰
۶. بررسی کارهای پیشین	۱۲
۷. منابع	۱۴

۱. مقدمه

در محیطی مانند دانشگاه با صدها وسیله‌ی سازمانی و شخصی، و همچنین چندین فضای پارکینگ بزرگ و درعین‌حال محدود، کنترل دقیق ورود و خروج وسایل نقلیه‌ی کارکنان و نیز مراجعه‌کنندگان به‌طور سنتی با مشکلات عدیده‌ای روبروست که ازجمله‌ی آن عدم داشتن اطلاعات دقیق از میزان استفاده‌ی افراد از فضای پارکینگ و درنتیجه عدم امکان سیاست‌گذاری نحوه‌ی استفاده از آن، برای مدیریت منابع محدود موجود است.

پیشرفت فناوری در زمینه‌های مختلف موجبات هوشمند سازی کنترل ورود و خروج وسایل نقلیه به پارکینگ‌ها را فراهم آورده است. یکی از این فناوری‌ها استفاده از دوربین‌های دقت بالا است که امکان تصویربرداری و تحلیل اطلاعات تصویری جهت کمک به شناسایی پلاک وسایل نقلیه را امکان‌پذیر نموده است. کنترل تردد خودرو در پارکینگ‌های وسیع طبقاتی مانند پارکینگ‌های دانشگاه به روش سنتی و مبتنی بر پارکبان با وجود به‌کارگیری تمام‌وقت کارکنان نگهداری از قابلیت و کیفیت کافی برخوردار نیست. پیش از این صدور مجوز و هماهنگی برای اجازه‌ی ورود مراجعه‌کنندگان، اجباراً به‌صورت دستی انجام می‌شد که زمان‌بر و پرهزینه است. در این روش امکان اعمال محدودیت‌های هوشمند فصلی، هفتگی یا ساعتی عملاً امکان‌پذیر نبوده و داده‌های مربوط به وضعیت و عملکرد سیستم جمع‌آوری، نگهداری و تحلیل نمی‌شوند.

یکی از کارآمدترین روش‌ها برای تشخیص هویت خودروها، بهره بردن از دستگاه‌های پلاک خوان هست که در دستگاه‌های کنترل و تردد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع دستگاه‌ها، دستگاه‌های هوشمندی می‌باشند که با نصب دوربین در هر یک از نقاط ورودی و خروجی پارکینگ‌ها، به رصد تصاویر خودروها می‌پردازند و شماره‌ی پلاک خودروها را با استفاده از الگوریتمی با دقت بالا ثبت می‌نمایند. پس از آن این اطلاعات با استفاده از واسطه‌هایی به بخش‌های دیگری از سامانه جهت بررسی ارسال خواهند شد که می‌توانند سوابق خودروها را پردازش کنند.

۲. بیان مسئله

سامانه‌ی پارکینگ هوشمند چهار بخش اساسی دارد:

- برنامه‌ی کاربردی
- نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای میانی

- حسگرها
- تشخیص یلاک وسایل نقلیه

با توجه به کارهای قبلی انجام شده، هدف ما در این پروژه، پیاده‌سازی بخش تشخیص پلاک وسایل نقلیه می‌باشد، برای این منظور با برقراری ارتباط با دوربین در ورودی پارکینگ و دریافت فریم‌های ویدئویی مربوط به حضور خودرو در آن‌ها و نهایتاً فیلتر کردن تصویر و تشخیص ناحیه‌ی پلاک و خواندن نویسه‌های شماره پلاک، شماره‌ی پلاک را شناسایی کرده و از طریق واسط REST برای قسمت برنامه‌ی کاربردی ارسال می‌کنیم تا پردازش‌های لازم روی آن صورت بگیرد و نهایتاً اطلاعات را در پایگاه داده مربوطه ذخیره می‌کنیم. قبل از اینکه در مورد مراحل کار توضیح دهیم لازم است با ویژگی‌های پلاک خودرو در ایران و چالش‌های تشخیص پلاک کمی بیشتر آشنا شویم.

۳. ویژگی‌های پلاک خودرو در ایران

پلاک‌های خودرو در ایران دریکی از پنج گروه: ۱- خودروهای شخصی (سیاه‌سفید) ۲- وسایل حمل‌ونقل عمومی (زردرنگ) ۳- تاکسی‌ها (زردرنگ با عبارت تاکسی بالای حرف وسط پلاک) ۴- وسایل نقلیه دولتی (قرمز) و ۵- خودروهای جانبازان و معلولان (سفیدرنگ با نشان جانبازان در وسط پلاک) قرارمی‌گیرند. از میان این پنج نوع، بیش‌ترین خودرو از نوع شخصی است و به همین دلیل تمرکز ما بر شناسایی این‌گونه پلاک‌ها می‌باشد.

پلاک خودروهای شخصی با رنگ پس‌زمینه‌ی سفید از سه قسمت تشکیل شده که ساختار قسمت وسط آن (قسمت مهم‌تر برای تشخیص پلاک) به صورت ع.ع.ع.ج.ع.ع است («ع» نماینده‌ی عددی بین ۰ تا ۹ و «ح» نماینده‌ی یکی از حروف الفبای فارسی است). سمت چپ پلاک شامل نام و نشان پرچم کشور ایران بوده و در راست پلاک هم عددی دورقمی گنجانده شده که نشان‌دهنده‌ی یکی از استان‌های ایران است. با توجه به این‌که نویسه‌های قسمت وسط پلاک در سراسر ایران یکتا هستند، برای تشخیص پلاک، شناسایی این نویسه‌ها کافی است، اما شناسایی دو عدد سمت راست موجب تشخیص استان می‌شود.



شکل ۱- انواع پلاک خودرو در ایران

نسبت ابعاد پلاک خودروهای ایرانی (نسبت عرض به ارتفاع آن) حدود پنج است. همچنین حروف الفبای فارسی به کار رفته در پلاک، تمام حروف الفبای فارسی را تشکیل نمی‌دهند، بلکه تعداد مشخصی از حروف هستند که در شکل زیر نشان داده شده‌اند.

الف ب ح د ر س ص ط ع
ف ق ک ل م ن و ه ی

شکل ۲- الگوهای حروف فارسی به کاررفته در پلاک خودرو

۴. چالش پلاک خوانی

مسئله مهم در تشخیص تصویری پلاک خودرو، درصد خطا در تشخیص است. به‌طور کلی خطاهای پلاک خوانی می‌تواند شامل موارد زیر باشند:

- **خطای نخواندن پلاک:** تشخیص ندادن پلاک خودرو در تصویر.
- **خطای تشخیص غیر پلاک:** این امر به دلیل تشخیص دادن اشتباه ناحیه پلاک اتفاق می‌افتد. تصویری به‌عنوان تصویر کاندید جهت دارا بودن پلاک انتخاب می‌شود که در عمل دارای پلاک نیست. این خطا ناشی از ساده و غیردقیق بودن الگوریتم تشخیص لبه است.

- **خطای قرائت اشتباه پلاک:** خطا در خواندن نویسه‌های پلاک خودرو.
- خطاهای پلاک خوانی می‌توانند به علت مشکلات محیطی نیز ایجاد شوند. برای مثال میزان نور محیط در تشخیص پلاک خودرو تأثیرگذار بوده و حتماً باید مورد توجه قرار گیرد تا نتیجه‌ی نهایی معتبر باشد. همچنین آلودگی هوا در شهرهای پرجمعیت و صنعتی یکی از بزرگ‌ترین مشکلات خواندن پلاک قلمداد می‌شود. در این پروژه، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین قصد رفع یا کاهش خطاها را داریم.

فرایند تشخیص موقعیت پلاک با استفاده از ترکیبی از روش‌های ساختاری و هوشمند انجام می‌شود و خطا در تشخیص موقعیت پلاک در شرایط نرمال باید نزدیک به صفر باشد. منظور از شرایط نرمال یعنی شرایطی که تصویر پلاک خیلی کوچک، خیلی بزرگ و یا خیلی تاریک نباشد که این موارد با توجه به نصب دوربین مشخص خواهند شد.

به‌طور کلی چالش‌های محیطی تشخیص پلاک را به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند^[۱]:

- ۱- **مکان:** شماره‌ی پلاک می‌تواند هرجایی از فریم تصویر قرار بگیرد.
- ۲- **اندازه و شکل:** اندازه‌ی پلاک در تصویر به فاصله دوربین تا خیابان بستگی دارد و شکل تصویر پلاک به زاویه‌ی دوربین با خیابان بستگی دارد.
- ۳- **رنگ:** رنگ پلاک‌ها برای خودروهای مختلف متفاوت است، مثلاً رنگ پلاک خودروهای سازمانی معمولاً آبی است.
- ۴- **انسداد:** پلاک خودرو ممکن است با گردوغبار پوشیده شده باشد.
- ۵- **تصویر پس‌زمینه:** تصویر پس‌زمینه می‌تواند تصاویری مشابه پلاک داشته باشد.
- ۶- **وضوح:** تصاویر دریافتی با توجه به نور محیط یا نور خودرو، کیفیت‌های متفاوتی دارند.

۵. تشخیص پلاک خودرو در سامانه پارکینگ هوشمند

در فرآیند تشخیص پلاک خودرو از الگوریتم‌های پردازش تصویر و روش‌های یادگیری ماشین برای تشخیص شماره‌ی پلاک خودرو استفاده می‌شود. شناخته‌شده‌ترین ابزار جهت پردازش تصویر اوپن‌سی‌وی (openCV) است. اوپن‌سی‌وی یک کتابخانه‌ی چند سکویی بوده که توسط سیستم‌عامل‌های لینوکس، ویندوز، مک‌اواس و اندروید پشتیبانی می‌شود^[۱]. اوپن‌سی‌وی در زمینه‌های فیلتر تصویر، تشخیص حرکت، شناسایی شیء و ادراک عمق به‌صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای تشخیص تصویری که پلاک خودرو در آن قرار دارد (خودرو قصد ورود و یا خروج به پارکینگ را دارد و در جلوی دوربین ظاهر شده است) از روی تصاویر، باید الگوریتمی نوشته شود که بتواند بخش مربوط به پلاک را از تصویر جدا کرده و آن را به الگوریتم پردازش تصویر ارسال کند.

5.1. الگوریتم استفاده شده

در ابتدا باید فریم‌هایی که در آن‌ها خودرو جلوی دوربین ظاهر شده را کاندید کنیم. برای این منظور هر دوتا فریم متوالی را بررسی می‌کنیم و اگر میزان تغییرات هر دو فریم متوالی زیاد باشد آن‌ها را کاندید و ذخیره می‌کنیم و سپس برای قسمت تشخیص پلاک خودرو ارسال می‌کنیم.

تشخیص پلاک خودرو از سه مرحله‌ی اصلی جایابی پلاک، جداسازی نویسه‌ها و شناسایی نویسه‌ها تشکیل شده است. در این پروژه ابتدا پلاک خودرو با استفاده از پردازش تصویر و اعمال قواعد فازی جایابی می‌شود. قواعد فازی در این مرحله برای تفکیک قسمتی از تصویر که بیش‌ترین شباهت را به پلاک از نظر مختصات، مساحت و نسبت ابعاد دارد، به کار می‌روند. پس از جایابی پلاک، نویسه‌های آن با کمک محاسبه‌ی مجموع پیکسل‌های هر ستون از تصویر پلاک از هم تفکیک می‌شوند. در نهایت الگوریتم بهبودیافته‌ای مبتنی بر ماشین بردار پشتیبانی فازی برای شناسایی و دسته‌بندی نویسه‌ها ارائه می‌کنیم.

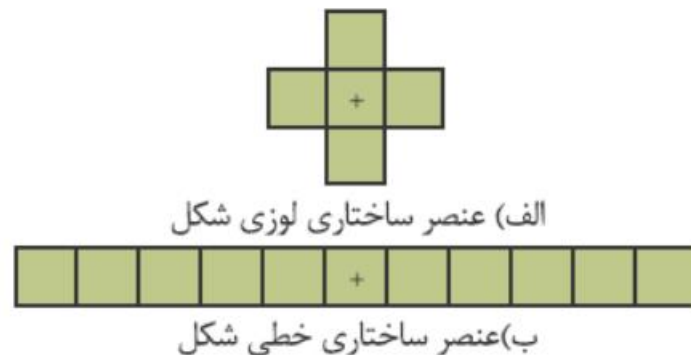
در ادامه مهم‌ترین بخش‌های این سامانه معرفی می‌شوند:

۱- **جایابی پلاک خودرو:** اولین گام در شناسایی پلاک خودرو، جایابی پلاک در تصویر است. این گام تاثیر بسزایی در عملکرد کل سامانه‌ی تشخیص و شناسایی پلاک خودرو دارد.

برای جایابی پلاک ابتدا پردازش‌هایی روی تصویر اولیه انجام می‌شود تا جستجوی محل پلاک سریع‌تر انجام شود. بدین منظور ابتدا تصویر اصلی که در حالت RGB تهیه شده با رابطه ۱ به تصویر در مقیاس خاکستری تبدیل می‌شود^[۷] که R، G و B به ترتیب عبارت‌اند از: مقدار قرمز، مقدار سبز و مقدار آبی.

$$\text{Grayscale} = R.(0/2989)+G.(0/5870)+B.(0/1140) \quad (۱)$$

در مرحله‌ی بعد با استفاده از عملگر روبرتس^[۱] لبه‌های موجود در شکل شناسایی می‌شوند. لبه‌های پیدا شده به صورت خطوط تقطیع شده هستند. برای رفع این مشکل و اتصال خطوط، پیکسل‌های سفید موجود در تصویر به کمک یک عنصر ساختاری لوزی شکل، مشابه شکل (۳-الف)، در تمام جهات کشیده می‌شوند. پس از کشف و تقویت لبه‌ها لازم است حفره‌های داخل مجموعه نقاط متصل به هم که شکل‌های هندسی دوبعدی را می‌سازند، پر شوند. بعضی از این شکل‌ها به علت کوچک بودن قابل حذف هستند. حذف این قسمت‌ها موجب می‌شود در مرحله‌ای که قرار است از قواعد فازی استفاده کنیم، تصمیم‌گیری بین اشیای کمتری صورت گرفته و در نتیجه سرعت جایابی پلاک بالاتر رود. بدین منظور به صورت ریخت شناسانه نواحی مشابه با یک عنصر ساختاری خطی، مشابه شکل (۳-ب)، پوشانده می‌شوند. حاصل این مرحله در شکل (۴-د) نشان داده شده است.



شکل ۳- عناصر ساختاری به کار رفته برای تقویت لبه‌ها و حذف نواحی نامطلوب



الف



ب



ج



د

شکل ۴ - تصویر خودرو در مراحل مختلف پردازش تصویر. الف) تصویر در مقیاس خاکستری. ب) لبه‌یابی با عملگر روبرتس. ج) تقویت لبه‌ها. د) پر کردن نواحی بسته

گام بعدی، مقایسه‌ی ویژگی‌های مختلف این اشیا با ویژگی‌های پلاک است. این مقایسه بر مبنای تعیین مقادیر آستانه است و طبق آن اشیایی که در یک ویژگی موردنظر از مقدار آستانه کم‌تر باشند، جزو مجموعه‌ی پلاک نخواهند بود. در الگوریتم پیشنهادی به جای انتخاب مقادیر آستانه از قواعد فازی برای یافتن پلاک استفاده می‌شود و درجه‌ی عضویت اشیا در چند مجموعه‌ی موردنظر، میزان عضویت آن‌ها را در مجموعه‌ی پلاک‌های خودرو تعیین می‌کند. این قواعد از مشاهده و جمع‌آوری دانش خبرگان درباره‌ی پلاک به دست آمده است. با در نظر گرفتن این دانش می‌توان گفت: پلاک خودرو مستطیل شکل بوده و به طور معمول در نیمه‌ی پایین تصویر، تا حدودی نزدیک به وسط قرار دارد. عرض پلاک حدود پنج برابر ارتفاع آن است. همچنین اگر فاصله‌ی دوربین از پلاک مشخص باشد، مساحت پلاک در محدوده‌ی مشخصی قرار می‌گیرد.

با استفاده از توصیف یاد شده از پلاک خودرو می‌توان قاعده‌ی زیر را استخراج کرد:

« اگر شکلی در تصویر، مستطیل بوده و در نیمه‌ی پایینی تصویر باشد و عرض آن حدود پنج برابر ارتفاع آن و مساحت آن بین محدوده‌ی مشخصی (به طور میانگین ۶۰۰۰ پیکسل) باشد، پلاک است. »

فاصله‌ی دوربین از خودرو تا حدودی بین پنج تا ده متر، ارتفاع دوربین از زمین بین یک تا دو متر و زاویه‌ی دید دوربین نسبت به خودرو تا حدودی مستقیم و غیراریب است. اگر فاصله‌ی دوربین از خودرو پنج متر باشد، مساحت پلاک ۸۵۰۰ پیکسل و اگر این فاصله ده متر باشد، مساحت پلاک ۲۵۰۰ پیکسل خواهد شد.

۲- **جداسازی نویسه‌ها:** پس از جایابی، لازم است اعداد و حروف روی پلاک خودرو جداسازی شده و برای مرحله‌ی شناسایی آماده شوند. برای این منظور در الگوریتم پیشنهادی از مجموع پیکسل‌های هر ستون استفاده شده است. در تصویر دودویی، مجموع پیکسل‌های ستون‌های حاوی نویسه، بزرگ‌تر از یک مقدار آستانه و مجموع پیکسل‌های ستون‌های دیگر کوچک‌تر از مقدار آستانه و بیش‌تر برابر صفر است.

ما از همین ویژگی برای جداسازی نویسه‌ها کمک گرفته و برای کاهش خطا به جای صفر، یک مقدار آستانه انتخاب کرده‌ایم. با حرکت از سمت چپ پلاک در هشت مرحله (چون تعداد نویسه‌ها برابر هشت است) نویسه‌ها جدا می‌شوند.

۳- **شناسایی نویسه‌ها:** پس از جایابی و استخراج پلاک خودرو و جداسازی نویسه‌ها، مرحله‌ی نهایی شامل شناسایی اعداد و حروف پلاک خودرو است. بدین منظور تصاویر به دست آمده از مرحله‌ی قبل را در ابعاد 10×15 هنجار می‌کنیم، آنگاه با طراحی الگوریتم ماشین بردار پشتیبانی فازی این تصاویر شناسایی و دسته‌بندی می‌شوند. در این بخش الگوریتم کاربردی تشریح می‌شود:

5.2. الگوریتم شناسایی نویسه‌ها

ماشین بردار پشتیبانی (SVM) روشی برای دسته‌بندی داده هاست. در این روش، هدف پیدا کردن ابرصفحه‌ای ^[۳] (Hyper Plane) است که دو گروه از مجموعه‌ی نمونه‌ها را از هم جدا کرده و بیش‌ترین فاصله را از این دو مجموعه داشته باشد. ماشین بردار پشتیبانی برای دسته‌بندی داده‌ها در دو گروه ایجاد شده و هنگامی که تعداد گروه‌های هدف از دو بیش‌تر باشد، باید از ترکیب چند ماشین بردار پشتیبانی دودویی استفاده کنیم. راهبردهای مختلفی برای این کار وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: ۱- یکی در مقابل دیگری ۲-

یکی در مقابل بقیه. در راهبرد اول به تعداد، ۲ / (تعداد دسته منهای یک) * تعداد دسته، ماشین بردار پشتیبانی دودویی آموزش داده می‌شود. به‌منظور یافتن دسته‌ای که نمونه‌ی جدید به آن تعلق دارد، این نمونه در تمام ماشین‌های آموزش داده شده مورد ارزیابی قرار گرفته و دسته‌بندی می‌شود. سپس از روی حداکثر آرا مشخص می‌شود نمونه‌ی جدید به کدام دسته تعلق دارد. در روش دوم به تعداد «تعداد دسته» ماشین بردار پشتیبانی آموزش داده می‌شود که در هر کدام نمونه‌های یک گروه، دسته‌ی اول را تشکیل داده و «تعداد دسته منهای یک» طبقه‌ی باقیمانده در دسته‌ی دوم قرار می‌گیرند. نمونه‌ی جدید در دسته‌ای قرار می‌گیرد که ماشین بردار پشتیبانی متناظر با آن دسته بزرگ‌ترین خروجی را به ازای ورودی نمونه داشته باشد. در حالت معمولی، نمونه‌ها یا به یک دسته تعلق دارند یا ندارند، اما در حالت فازی نمونه‌ها با درجه‌ای بین ۰ تا ۱ به یک گروه تعلق دارند. میزان درجه‌ی تعلق نمونه‌ها به یک گروه را به کمک تابع عضویت معین می‌کنیم. استفاده از این رویکرد موجب می‌شود که در فرآیند آموزش ماشین بردار پشتیبانی، نمونه‌هایی با درجه‌ی تعلق کمتر که بیش‌تر داده‌های مخدوش هستند، تاثیر کم‌تری داشته باشند. بدین منظور تابع عضویت را متناسب با فاصله‌ی نمونه از مرکز دسته در نظر می‌گیریم.

در ماشین بردار پشتیبانی برای دسته‌بندی داده‌هایی با رفتار غیرخطی از تابع کرنل استفاده می‌شود. این تابع فضای داده‌های ورودی را به فضایی با ابعاد بزرگ‌تر نگاشت می‌کند تا بتوان داده‌ها را در فضای جدید به صورت خطی جدا کرد. توابع کرنل معروف عبارتند از^[۱۰]:

۱- تابع کرنل خطی

۲- تابع کرنل چندجمله‌ای

۳- تابع کرنل پایه‌ی شعاعی

۴- تابع سیگموئید

انتخاب پارامترهای تابع کرنل تاثیر بسزایی در نتیجه‌ی دسته‌بندی دارند. از آن‌جا که احتمال رفتار غیرخطی در داده‌های مربوط به شناسایی نویسه‌ها وجود دارد، در این پروژه از کرنل پایه‌ی شعاعی برای آموزش ماشین بردار پشتیبانی استفاده خواهد شد.

۶. بررسی کارهای پیشین

یکی از بهترین نمونه های انجام شده پروژه‌ی دیدبان (www.didbaan.com) است. دیدبان یک سامانه‌ی جامع پلاک خوانی می‌باشد که در نسخه‌های پارکینگ عمومی، مسکونی، سازمانی، ترافیکی و آماری عرضه شده است، هم‌اکنون چندین مجتمع، دانشگاه و بیمارستان از این سامانه برای مکانیزه کردن پارکینگ خود استفاده می‌کنند. نحوه‌ی کار این سامانه بصورت تصویری و خلاصه در شکل‌های زیر (۵، ۶ و ۷) نشان داده شده است.



شکل ۵- ابتدا پلاک توسط دوربین جایابی می‌شود



شکل ۶- سپس شماره پلاک خوانده شده به پایگاه داده فرستاده شده و در صورت تایید اجازه‌ی ورود داده شده و اطلاعات مربوط به زمان ورود یا خروج ثبت می‌شوند.



شکل ۷- جهت تشخیص پلاک در شب از فلاشر استفاده می‌شود که متناسب با زاویه پلاک خودرو با دوربین نصب شده است.

- [1] Anagnostopoulos, Christos Nikolaos E., Ioannis E. Anagnostopoulos, Vassilis Loumos, and Eleftherios Kayafas. "A licence plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications. " *Intelligent Transportation Systems*, (2006): 377-392.
- [2] Bin, Zahao, Liu Yong, and Xia Shao-Wei. "Support vector machine and it's application in handwritten numeral recognition." *Pattern Recognition*, (2000).
- [3] Byun, Hyeran, and Seong-Whan Lee. "Applications of support vector machines for pattern recognition: A survey." *Pattern recognition with support vector machines* (2002): 571-591.
- [4] Davis, Larry S. "A survey of edge detection techniques." *Computer graphics and image processing* (1975):248-270.
- [5] Mai, Vinh Du, Duoqian Miao, Ruizhi Wang, and Hongyun Zhang. "An Improved Method for Vietnam License Plate Location, Segmentation and Recognition." *Computational and Information Sciences (ICCIS)*, (2011).
- [6] Parasuraman, Kumar, and P.S. Subin. "SVM Based License Plate Recognition System." *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, (2010).
- [7] Sedighi, Amir, and Mansur Vafadust. "A new and robust method for character segmentation and recognition in license plate images." *Expert Systems with Applications* (2011): 13497-13504.
- [8] Zhifan, Feng, and Fang Kangling. "Research and implementation of an improved license plate recognition algorithm." *Biomedical Engineering and Informatics(BMEI)*, (2011): 2300-2305.
- [9] Gazcon, Nicolas Fernando, Carlos Ivan Chesnevar, and Sivia Mabel Castro. "Automatic vehicle identification for Argentinean license plates using intelligent template matching." *Pattern Recognition Letters* (2012).
- [10] Chang, Shyang-Lih, Li-Shien Chen, Yun-Chung Chung, and Sei-Wan Chen. "Automatic license plate recognition." *Intelligent Transportation Systems*, (2004): 42-53.