

اسد الحق



دانشکده مهندسی برق و رباتیک
پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات سیستم

بهسازی تصویر پلاک در شرایط روشنایی کم

نگارنده : اشکان شفیعی

استاد راهنما :

دکتر هادی گرایلو

مهر ۱۳۹۶

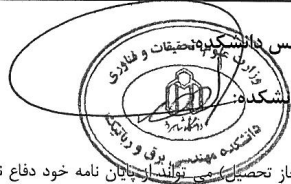


فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای اشکان شفیعی با شماره دانشجویی ۹۴۱۰۳۵۴ رشته مهندسی برق مخابرات گرایش سیستم تحت عنوان: بهسازی تصاویر پلاک در شرایط روشنائی کم که در تاریخ ۱۳۹۶/۰۷/۱۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

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

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	هادی کرایی	استاد	
۲- استاد راهنمای دوم	—	—	—
۳- استاد مشاور	—	—	—
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	نیاز آراسته	استاد	
۵- استاد ممتحن اول	علیرضا احمدی	دانشیار	
۶- استاد ممتحن دوم	صالح حسینی	استاد	



نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده تحقیقات و فناوری
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:

چشمه‌های جوشان محبت

جلوه‌های مهر و عطوفت الهی

لبندهای پر مهر زندگی ام

پدر و مادر عزیزم

که در تمام مراحل زندگی، به من راه و رسم دست‌زیستن را آموختند.

تقدیر و تشکر:

«من لم يشكر المخلوق لم يشكر الخالق»

منت خدای را عزّ و جلّ که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت. هر نفسی که فرو می‌رود ممد حیات است و چون بر می‌آید مفرح ذات. پس در هر نفسی دو نعمت موجود است و بر هر نعمتی شکری واجب.

با سلام و صلوات بر پیامبر اعظم حضرت محمد مصطفی^(ص) و ائمه معصومین^(ع) و با سپاس و حمد بی‌همتای خداوند متعال که انسان را خلق کرد و به‌وسیله قلم، تعلیم نمود و به انسان آنچه را که نمی‌دانست آموخت. حال که به یاری و نصرت حضرت حق تعالی، این پایان‌نامه به اتمام رسیده است، بر خود واجب دانستم تا از تلاش صادقانه و خستگی‌ناپذیر استاد ارجمند، جناب آقای دکتر هادی گرایلو که به عنوان استاد راهنما در جهت هدایت و راهبری این پایان‌نامه متحمل زحمات زیاد شدند و با پیگیری‌های مسئولانه خویش موجب تکمیل این پایان‌نامه گردیدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد محترم جناب آقای دکتر حسین خسروی به خاطر در اختیار قرار دادن نرم‌افزار شرکت شهاب جهت ارزیابی کارایی روش پیشنهادی، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. بدین وسیله به همه بزرگوارانی که با کمک‌های ارزشمند خویش در آماده‌سازی این پژوهش به بنده یاری رساندند، مراتب سپاس و تشکر صمیمانه خود را تقدیم می‌نمایم و از درگاه خداوند سبحان برای تمامی این عزیزان موفقیت و سلامتی خواستارم.

در نهایت مراتب تشکر صمیمانه خود را به اعضاء خانواده‌ام که در طول دوران تحصیل و در مدت تهیه پایان‌نامه مشکلات و سختی‌های گوناگونی را با آغوش باز پذیرا شدند و محیطی آرام را رقم زدند، ابراز می‌کنم. این قلم وام دار خیل این عزیزان بزرگوار است و از درگاه خداوند سبحان برای تمامی این عزیزان آرزوی موفقیت و سلامتی روزافزون خواستارم.

اشکان شفیعی

تعهد نامه

اینجانب **اشکان شفيعی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق مخابرات دانشکده مهندسی برق و رباتیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه «**بهسازی تصویر پلاک در شرایط روشنایی کم**» تحت راهنمایی دکتر هادی گرایلو متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار 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:

در این پایان نامه روشی جدید جهت بهسازی کیفیت تصویر پلاک پیشنهاد شده است. عملیات بهسازی تصویر ممکن است بر اساس روشنایی، وضوح و یا توزیع سطوح خاکستری انجام شود. هنگام تصویربرداری ویژگی‌هایی مانند شدت روشنایی صحنه و قابلیت بازتاب اجسام بر تصویری که به دوربین می‌رسد، تاثیر گذار است. به‌طور کلی، پیکسل‌های یک تصویر به گونه‌ای مقدار می‌گیرند که متناسب با شدت روشنایی نقطه مربوط در صحنه و قابلیت بازتابش آن نقطه از جسم می‌باشند. بر این اساس خرابی یک تصویر ممکن است ناشی از هریک از مولفه‌های شدت روشنایی و یا قابلیت انعکاسی باشند.

سامانه‌های تصویری هوشمند امروزه به عنوان راه‌حلی گریزناپذیر برای مشکلات عدیده ترافیکی و تلفات مالی، جانی و زمانی ارائه شده‌اند. قابلیت شناسایی اتومبیل متخلف و نظارت بر اجرای قانونی آن، امری حیاتی است. یکی از مواردی که در روش‌های تشخیص تصویر پلاک مدنظر قرار می‌گیرد، بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم و رفع ابهام است. تاریکی تصویر، سبب بروز مشکلاتی در پردازش تصویر می‌گردد. از این‌رو تاکنون تکنیک‌ها و روش‌های مختلفی به منظور تشخیص و بهسازی تصویر مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در این پایان نامه، پیش‌پردازشی برای اصلاح روشنایی پلاک ارائه شده است. از روش رتینکس برای اصلاح روشنایی پلاک‌های فارسی استفاده گردیده و نتایج قابل قبولی حاصل شده است. خروجی این پیش‌پردازش به نرم‌افزار تشخیص پلاک گروه گلبافان و شرکت شهاب داده شده است که موجب بهبود نتایج و بهسازی تصویر گردید.

روش پیشنهادی جهت بهسازی تصویر این است که، ابتدا از یک تابع خطای خاص به جای تابع لگاریتمی استفاده کنیم. این تابع شبیه تابع لگاریتمی عمل می‌کند. این تابع یک تابع افزایشی یکنواخت است و شکل آن به سادگی قابل تغییر است. سپس برای بهسازی روشنایی تصویر پلاک، ابتدا باید مکان پلاک و سپس میزان روشنایی پیکسل‌های آن تشخیص داده شود و در نهایت با توجه به تقویت‌نویز در

روش مبتنی بر رتینکس، عملیات حذف نویز با روش و برنامه‌ای ساده انجام می‌پذیرد. تصویر نهایی، تصویری واضح است که علاوه بر این که کیفیت نور نواحی روشن آن حفظ گردیده، به طور قابل توجهی نویز نواحی تاریک آن بهبود یافته است. در پایگاه داده تهیه شده در شرایط روشنایی کم خطای تشخیص نادرست پلاک از ۸۵ درصد به ۵۰ درصد در سامانه گروه گلبافان و در سامانه شرکت شهاب از ۸۲/۵ درصد به ۴۷/۵ درصد کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: بهسازی تصویر، اصلاح روشنایی، رتینکس، بازشناسی پلاک

فهرست مطالب

فصل اول: «مقدمه»	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- نظارت تصویری هوشمند	۲
۱-۳- مقدمه‌ای بر پردازش و بهسازی تصویر	۴
۱-۴- بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم	۵
۱-۵- هدف و ساختار پایان‌نامه	۶
فصل دوم: «مروری بر کارهای انجام شده»	۹
۲-۱- مقدمه	۱۰
۲-۲- پیشینه و سوابق مرتبط با بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم	۱۱
۲-۳- بهسازی تصویر در شرایط روشنایی غیر یکنواخت	۲۴
۲-۴- روش‌های دیگر بهسازی تصویر در شرایط نوری غیر یکنواخت	۲۸
۲-۴-۱- روش بر اساس ناحیه	۲۸
۲-۴-۲- روش بر پایه رنگ سطح	۲۸
۲-۴-۳- روش آماری	۲۸
۲-۴-۴- روش فازی	۲۹
۲-۴-۵- در گیرکردن سایه	۲۹
۲-۴-۶- بهسازی تصاویر با تکیه بر اطلاعات گاما	۲۹
۲-۵- جمع‌بندی روش‌های بهسازی تصویر	۳۰
فصل سوم: «مبانی نظری»	۳۳
۳-۱- مقدمه	۳۴
۳-۲- سامانه شناسایی پلاک خودرو	۳۵
۳-۳- مفاهیم پایه بهسازی تصویر	۳۷
۳-۳-۱- پیکسل	۳۷
۳-۳-۲- تصویر دودویی (سیاه و سفید)	۳۸
۳-۳-۳- تفکیک‌پذیری تصویر	۳۹
۳-۳-۴- هم‌ترازسازی هیستوگرام	۴۱
۳-۳-۵- هیستوگرام تصویر خاکستری	۴۳
۳-۳-۶- آستانه‌گذاری تصویر	۴۳

۴-۳- فیلترگذاری روی تصاویر و انواع فیلترهای مکانی خطی و غیرخطی	۴۶
۳-۴-۱- فیلترهای خطی	۴۶
۳-۴-۲- فیلترهای غیرخطی	۴۸
۳-۴-۳- فیلتر گوسین و لاپلاسین	۴۹
۳-۴-۱- فیلترهای پایین گذر:	۴۹
۳-۴-۲- فیلترهای بالاگذر:	۵۰
۳-۵- فضای رنگ HSV	۵۰
۳-۶- تابع خطا	۵۱
۳-۷- مدل رتینکس	۵۲
۳-۷-۱- رتینکس تک مقیاسی	۵۴
۳-۷-۲- رتینکس چند مقیاسی	۵۶
۳-۷-۳- رتینکس چند مقیاسی به همراه بازیابی رنگ	۵۸
۳-۸- پایگاه داده فارسی تهیه شده	۵۹
۳-۹- جمع‌بندی	۵۹
فصل چهارم: «روش پیشنهادی»	۶۱
۴-۱- مقدمه	۶۲
۴-۲- روش پیشنهادی بهسازی تصویر	۶۲
۴-۳- حذف نویز در روش پیشنهادی	۶۵
۴-۴- حفظ روشنایی بالا در روش پیشنهادی	۶۶
۴-۵- جمع‌بندی	۶۷
فصل پنجم: «نتایج و پیشنهادها»	۶۹
۵-۱- مقدمه	۷۰
۵-۲- پایگاه داده	۷۰
۵-۳- بررسی کیفی نتایج	۷۱
۵-۴- تشخیص پلاک	۷۳
۵-۵- مقایسه کمی	۷۵
۵-۶- مقایسه احتمال تشخیص نادرست پلاک	۷۷
۵-۷- جمع‌بندی	۷۹
مراجع	۸۱

فهرست شکل‌ها

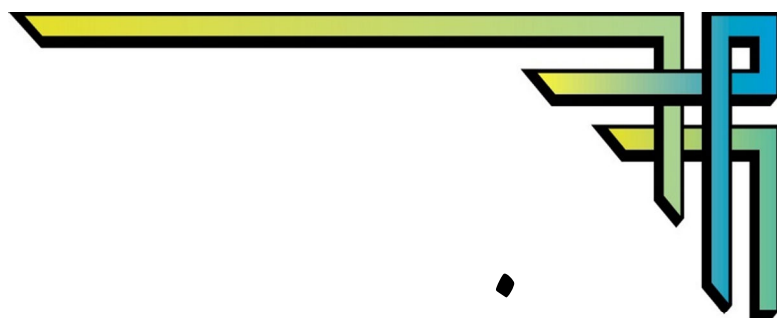
- شکل ۱-۱- تصویر سامانه و دوربین تشخیص پلاک خودرو ۳
- شکل ۱-۲- روند نمای روش پیشنهاد شده..... ۱۲
- شکل ۲-۲- تصویر نمای کلی از روش روش پیشنهاد شده..... ۱۵
- شکل ۳-۲- روند نمای روش ادغام پیکسل دیجیتالی تطبیقی پیشنهاد شده ۱۶
- شکل ۴-۲- روند نمای روش پیشنهاد شده ۱۷
- شکل ۵-۲- روند نمای الگوریتم حذف نویز با روش تطبیق بلوک سه بعدی ۱۹
- شکل ۱-۳- تصویر سامانه هوشمند تشخیص پلاک خودرو ۳۱
- شکل ۲-۳- تصویر پلاک خودرو ۳۱
- شکل ۳-۳- مراحل مختلف سامانه شناسایی پلاک خودرو ۳۲
- شکل ۴-۳- نرمتر شدن تصویر در اثر نقطه در اینچ مربع بالاتر ۳۷
- شکل ۵-۳- تصویر بهسازی شده با هم ترازسازی هیستوگرام ۳۸
- شکل ۶-۳- هیستوگرام پلاک استخراج شده ۳۹
- شکل ۷-۳- نویسه‌های جدا شده ۳۹
- شکل ۸-۳- جداسازی با استفاده از هیستوگرام ۴۰
- شکل ۹-۳- هیستوگرام تصویر با آستانه‌گذاری ۴۱
- شکل ۱۰-۳- جداسازی قسمت‌های هدف از تصویر موردنظر ۴۱
- شکل ۱۱-۳- نرمال‌سازی در فیلتر نوع خطی(کانولوشن مکانی) ۴۳
- شکل ۱۲-۳- کاهش نویز توسط فیلتر غیرخطی میانه‌ای ۴۴
- شکل ۱۳-۳- اعمال فیلتر لاپلاسین ۴۵
- شکل ۱۴-۳- مخروط فضای رنگ HSV ۴۶
- شکل ۱۵-۳- نمودار تابع خطا ۴۷

- شکل ۳-۱۶- نمودار قطع کردن هیستوگرام پس از بهسازی روشنایی توسط رتینکس ۵۳
- شکل ۴-۱- روند نمای مراحل بهسازی تصویر در روش پیشنهادی ۵۹
- شکل ۴-۲- منحنی مربوط به مقادیر مختلف k ۶۱
- شکل ۴-۳- نتیجه شبیه‌سازی روش پیشنهادی ۶۴
- شکل ۵-۱- نمونه‌هایی از پایگاه داده. ۶۷
- شکل ۵-۲- مقایسه دیداری روش پیشنهادی با روش رتینکس تعمیم‌یافته ۶۸
- شکل ۵-۳- مکان‌یابی پلاک ۶۹
- شکل ۵-۴- پلاک‌های خودرو که به اشتباه در سیستم گروه گلبافان تشخیص داده ۷۰
- شکل ۵-۵- پلاک‌های خودرو که به اشتباه در سیستم گروه شرکت شهاب تشخیص داده ۷۱
- شکل ۵-۶- تخمین بصری از احتمال تشخیص نادرست پلاک در سیستم گلبافان ۷۳
- شکل ۵-۷- تخمین بصری از احتمال تشخیص نادرست پلاک در سیستم شرکت شهاب ۷۴
- شکل ۵-۸- نتایج سیستم تشخیص پلاک در سیستم شرکت شهاب ۷۵
- شکل ۵-۹- تصویر با بازتاب روشنایی زیاد ۷۶
- شکل ۵-۱۰- تصویر با تاریکی غیر یکنواخت ۷۶

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۲- روش‌های بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم ۲۰

جدول ۲-۲- تشخیص سایه و حذف آن بر اساس کارهای برجسته برپایه تصویر ثابت ۲۵



فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

امروزه پردازش و بهسازی تصویر مقدمه‌ای برای بهبود استخراج ویژگی‌ها و تحلیل موقعیت و در نهایت تصمیم‌گیری صحیح می‌باشد. در مورد انسان نیز به همین صورت است؛ اطلاعات از طریق چشم به مغز ارسال می‌شوند و مغز با پردازش این اطلاعات تصمیم نهایی را می‌گیرد و فرمان را صادر می‌کند. هدف و ایده اصلی این پایان‌نامه استفاده از یک روش کارآمد برای پردازش و بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم می‌باشد؛ به گونه‌ای که بهسازی روشنایی مناسب برای دوربین‌های نظارتی ایجاد شود.

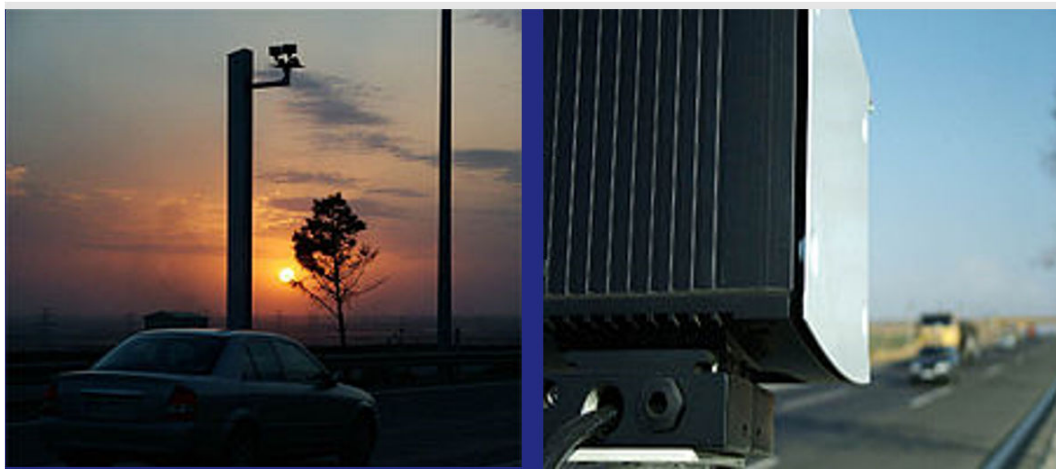
برای دستیابی به این هدف ابتدا ضمن بیان کلیات و مقدمه‌ای اجمالی در خصوص بهسازی و پردازش تصویر، به بیان برخی تعاریف و مفاهیم مرتبط با تصویر می‌پردازیم.

۱-۲- نظارت تصویری هوشمند

روند رو به رشد جمعیت و به دنبال آن افزایش نیاز به استفاده از خودرو، باعث شده است که کنترل وضعیت تردد خودروها از اهمیت بالایی برخوردار شود. در حال حاضر استفاده از سامانه‌های هوشمند جهت نظارت بر عملکرد رانندگان توسط راهنمایی و رانندگی رو به افزایش است. در این بین استفاده از سامانه‌های نظارتی هوشمند با ترکیب فناوری‌های ارتباطات، کنترل و پردازش اطلاعات نقش بسیار مهمی در مدیریت، کنترل و نظارت هوشمند حمل‌ونقل و امور ترافیکی از راه دور ایفا می‌کند.

سامانه خودکار تشخیص پلاک خودرو یکی از مهم‌ترین وظایف را در سامانه‌های نظارتی بر نحوه تردد و حمل‌ونقل هوشمند بر عهده دارد. این نظارت تصویری هوشمند با استفاده از یک سامانه خودکار تشخیص پلاک خودرو با بهره‌گیری از تکنیک‌های پردازش تصویر و تشخیص الگوی شماره پلاک انجام می‌گردد.

در شکل (۱-۱) نمونه‌هایی از سیستم‌های نظارتی هوشمند نمایش داده شده است.



شکل ۱-۱- تصویر سامانه و دوربین تشخیص پلاک خودرو

سامانه هوشمند تشخیص وضعیت خودرو، کاربردهای زیادی از جمله تشخیص پلاک، کنترل ترافیک، محاسبه خودکار عوارض جاده‌ای، شناسایی خودروهای مسروقه و متخلف، تشخیص هوشمند سرعت خودروها، مدیریت هوشمند پارکینگ را شامل می‌گردد.

شماره پلاک خودرو یکی از مناسب‌ترین اقدامات نظارتی جهت احراز هویت خودروها می‌باشد؛ سامانه تشخیص پلاک خودرو یک سامانه کاملاً خودکار است.

هدف اصلی این پایان‌نامه، بهسازی تصویر پلاک خودرو می‌باشد. تشخیص پلاک خودرو در اکثر سامانه‌های هوشمند از سه مرحله، مکان‌یابی پلاک (جهت یافتن محل پلاک در تصویر)، جداسازی و استخراج نویسه‌های موجود در پلاک به صورت بلوک‌های تصویری مجزا از هم و تشخیص نویسه‌های جداسازی شده در مرحله قبل، تشکیل شده است. علیرغم پیشرفت سامانه‌های خودکار تشخیص پلاک خودرو در دهه‌های اخیر مشکلات زیادی مانند ناسازگاری این سامانه‌ها با شرایط محیطی مختلف باقی مانده است. به عنوان مثال اگر تصویر گرفته شده در شرایط روشنائی کم باشد، کارایی سامانه‌های موجود در حد انتظار نخواهد بود. از آنجایی که دوربین‌های دیجیتال با توانایی وضوح بالای عکسبرداری بسیار گران‌قیمت هستند، یافتن راهکاری جهت افزایش وضوح و یکنواختی روشنائی تصاویر موجود ضروری به نظر می‌رسد. یکی از رویکردهای امیدبخش، استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر جهت تبدیل

تصاویر کم کیفیت به تصاویری با کیفیت بالا می باشد. هزینه های پایین روش های پردازش تصویر باعث شده است که این روش نقش مهمی در سامانه های تصویربرداری هوشمند پیدا کند.

یکی از مشکلات اساسی در سامانه های تصویربرداری هوشمند، عدم تشخیص شناسه های پلاک در شرایط روشنایی کم است؛ این مسئله باعث به وجود آمدن مشکلات اساسی مانند ادغام تصویر، از دست دادن جزئیات اشیاء و همچنین تفسیر اشتباه در کاربردهای گوناگون پردازش تصویر همچون قطعه بندی، تحلیل صحنه، ردیابی و غیره می گردد. روش های مختلفی جهت بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم، برای انجام این پایان نامه بررسی شده است.

۱-۳- مقدمه ای بر پردازش

ابتدایی ترین کاربردهای پردازش تصویر مربوط به دهه شصت میلادی در حوزه نظامی و جاسوسی می باشد. پس از آن مصارفی همچون کاربرد تصاویر چندمنظوره برای کشاورزی مطرح شد. در اواسط دهه هفتاد میلادی با اختراع اسکنرهای ام.آر.آی^۱ و سی.آی.تی^۲ (سی تی) تحولی عظیم در علم پزشکی به وجود آمد. در اواخر دهه هشتاد نیز پردازش تصویر مصارف عمومی تری پیدا کرد و امروزه صنایع زیادی را تحت پوشش خود قرار داده است.

امروزه با مطرح شدن مباحثی همچون روش های مختلف اخذ اطلاعات گسسته مانند پویشگرها و دوربین های دیجیتالی، پردازش تصویر کاربرد زیادی پیدا کرده است.

تصاویر حاصل از این اطلاعات، با مقداری نویز همواره همراه بوده است و در مواردی نیز محوشدگی مرزهای داخل تصویر موجب کاهش وضوح تصویر دریافتی می گردند.

^۱MRI-Magnetic Resonance Imaging

^۲CAT- Computerized Axial Tomography

مجموعه عملیات و روش‌هایی که به منظور کاهش عیوب و افزایش کیفیت ظاهر تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد، پردازش و بهسازی تصویر نامیده می‌شود.

در واقع می‌توان گفت که پردازش تصویر عبارت است از هر نوع پردازش سیگنال که ورودی یک تصویر است مثل عکس یا صحنه‌ای از یک فیلم؛ خروجی پردازشگر تصویر می‌تواند یک تصویر یا یک مجموعه از نشان‌های ویژه یا متغیرهای مربوط به تصویر باشد. اغلب تکنیک‌های پردازش تصویر شامل برخورد با تصویر به عنوان یک سیگنال دو بعدی و به کار گرفتن تکنیک‌های استاندارد پردازش سیگنال روی آن‌ها می‌شود. پردازش تصویر اغلب به پردازش دیجیتالی تصویر اشاره می‌کند.

بهبود تصاویر دربرگیرنده روش‌هایی چون استفاده از فیلتر محوکننده و افزایش تباین برای بهتر کردن کیفیت دیداری تصاویر و اطمینان از نمایش درست آن‌ها در محیط مقصد (مانند چاپگر یا نمایشگر رایانه) است. در حالی که بینایی ماشین به روش‌هایی که به کمک آن‌ها می‌توان معنی و محتوای تصاویر را درک کرد، می‌پردازد.

۱-۴- بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم

بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم در تصویر ثابت و فیلم مشابه نیست. در ویدئوها اطلاعات از فریم‌های قبل برای تشخیص تصویر در دسترس است، درحالی‌که در تصاویر مجبوریم به ویژگی‌های هندسی و آماری در یک تصویر تکیه کنیم تا تصویر را بهسازی کنیم.

اکثر کارهای گزارش‌شده در زمینه بهسازی تصویر پلاک به دامنه خاصی از کاربردها نظیر نظارت بر ترافیک و دستگاه‌های نظارت بر فیلم اختصاص دارد. روش کلی که می‌تواند به تمام گروه‌ها اعمال شود تاکنون ارائه نشده است.

روش‌های پیشرفته که از تصاویر چندتایی و فریم ویدئوها استفاده می‌کنند نتایج چشمگیری داده‌اند، اما بهسازی تصویر در شرایط روشنایی در فضای داخل یا خارج که ویژگی‌های هندسی گوناگون و

محدودیت‌های روشنایی دارد، چالش برانگیز است. این امر به خاطر این است که ظاهر و شکل تاریکی در فضای داخل (مسقف) یا خارج به فاکتورهای مختلفی نظیر جهت، رنگ، هندسه، شکل و خواص جنس شیء مسدودکننده نور و سطح بستگی دارد.

محققان روش‌های گوناگونی را برای پردازش و بهسازی تصویر استفاده کرده‌اند ولی سازگار کردن این روش‌ها با روش‌های دیگر جهت دستیابی به یک مدل و روش ایده‌آل کار پیچیده و مشکلی است. در این پایان‌نامه برخی از روش‌های برجسته در زمینه بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم مورد بررسی قرار گرفته و ضمن بیان توضیح کوتاهی از تکنیک‌های مختلف بهسازی تصویر، روش پیشنهادی خود را معرفی کرده‌ایم؛ که خروجی این روش موجب تولید تصویری واضح که به طور قابل توجهی نویز نواحی تاریک آن کاهش یافته و کیفیت نور نواحی روشن آن حفظ گردیده است، می‌شود.

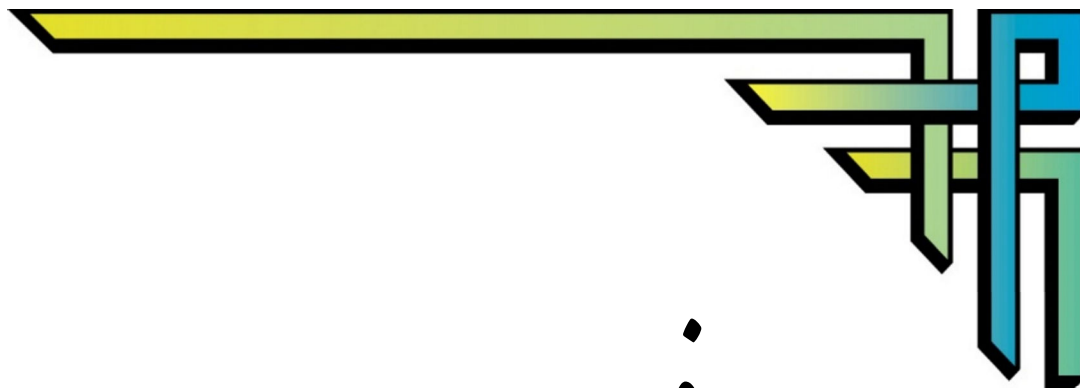
۱-۵- هدف و ساختار پایان‌نامه

در این فصل، مراحل بهسازی تصویر را به صورت مفهومی مطرح کردیم. مقدمه‌ای از پردازش تصویر و بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم نیز بیان شد. روش بهسازی تصویر برای ناحیه کوچک عملکردی مناسب دارد در حالی که گسترش بهسازی تصویر برای ناحیه‌های بزرگ، محاسبات سنگینی در بر دارد. همچنین اشیاء تیره به اشتباه، تاریکی تلقی می‌شوند. بسیاری از روش‌های موجود در کاربردهای خاص و در حالت اعمال بر روی فیلم موثر هستند و برای تصاویر ثابت کاربرد ندارند.

یک تصویر دارای ویژگی‌های هندسی و بافت‌های گوناگونی است و پارامترهای بازتاب مختلفی را شامل می‌شود. در این شرایط بهسازی تصویری که روشنایی کمی دارد، همچنان یک مشکل چالش برانگیز محسوب می‌شود.

در فصل دوم مروری بر کارهای پیشین در موضوعات مرتبط با پایان‌نامه مطرح شده است. در فصل سوم نیز مبانی نظری به صورت خلاصه جمع‌آوری گردید. فصل چهارم به تشریح روش پیشنهادی

اختصاص یافته است. بررسی نتایج و مقایسه آن‌ها با روش رتینکس تعمیم‌یافته و بیان یک مشکل در تشخیص درست نویسه‌های پلاک، در فصل پنجم مطرح شده است.



فصل دوم

مروری بر کارهای انجام شده

۲-۱- مقدمه

تصویری که با یک دوربین دیجیتال گرفته شده، ممکن است تباین^۲ مطلوب یا وضوح مناسب را نداشته باشد؛ یا ممکن است تصویر با نویز مخلوط شده و نیاز به بهسازی داشته باشد. در بعضی موارد دیگر، ممکن است به بزرگ کردن تصویر برای دید راحت تر نیاز باشد.

در محیط‌های با روشنایی کم، کیفیت تصاویر و فیلم‌های گرفته شده بوسیله دستگاه‌های تصویربرداری اغلب کیفیت پایینی دارند. این مشکل می‌تواند عملکرد سامانه‌های خاص مانند سامانه تجزیه و تحلیل هوشمند ترافیکی و نظارت‌های تصویری را دچار مشکل کند،

برای مثال، شرایط نور کم در محیط‌های تاریک می‌تواند تصاویر و ویدئو با تباین پایین با دید کم تولید کند. مثال دیگر، به دلیل محدودیت‌های نمایش روشنایی در بیشتر سامانه‌های تصویربرداری، این سامانه‌ها نمی‌توانند در نور پس‌زمینه، هم منطقه روشن (پس‌زمینه) و هم منطقه تاریک (پیش‌زمینه) را در یک تصویر به خوبی نمایش دهند. به همین دلیل ما به سراغ روش‌هایی جهت بهسازی تصاویر در شرایط روشنایی کم می‌رویم.

در این پایان‌نامه به بررسی روش‌های جدید بهسازی تصویر در روشنایی کم برای بهبود کیفیت تصویر پرداخته شده است که در این روش‌ها راه‌کارهای جدیدی در مورد چگونگی اعمال روش‌های بهسازی تصویر در روشنایی کم مطرح شده است. عملیات بهسازی تصویر ممکن است بر اساس روشنایی، وضوح و یا توزیع سطوح خاکستری انجام شود.

هنگام تصویربرداری ویژگی‌هایی مانند شدت روشنایی صحنه و قابلیت بازتاب اجسام بر تصویری که به دست می‌آید، تاثیر می‌گذارند. اثر هریک از این ویژگی‌ها بر تصویر حاصل را می‌توان به عنوان یک مؤلفه یا تصویر جداگانه‌ای در نظر گرفت و به کمک روش‌های بهسازی که در آن تصویر اصلی به مؤلفه روشنایی و مؤلفه بازتابش تجزیه می‌شود، مورد بررسی قرار داد. بطور کلی، پیکسل‌های یک تصویر به

^۲Contrast

گونه‌ای مقدار می‌گیرند که متناسب با شدت روشنایی نقطه مربوط در صحنه و قابلیت بازتابش آن نقطه از جسم می‌باشند. بر این اساس خرابی یک تصویر ممکن است ناشی از هریک از مؤلفه‌های شدت روشنایی و یا قابلیت انعکاسی باشد.

۲-۲- پیشینه و سوابق مرتبط با بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم

در دو دهه اخیر، روش‌های گوناگونی جهت بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم در مقالات برای تصاویر ثابت، تصاویر ماهواره‌ای و فیلم‌ها ارائه شده که از تکنیک‌های مختلفی برای بهسازی تصویر استفاده می‌کردند. بهسازی تصویر در سامانه نظارت بر فیلم به‌عنوان گام پیش‌پردازش استفاده می‌شود تا باعث عملکرد بهتر سامانه‌هایی مانند ردیابی شیء [۱] و رانندگی خودکار [۲] شود. درحالی‌که در تصاویر بسته به نوع تصاویر ورودی مانند تصاویر خانگی، تصاویر در هوای آزاد یا تصاویر ماهواره‌ای، بهسازی تصویر کاربردهایی در تشخیص شیء [۳] و تفسیر صحنه [۴] دارد.

در این بخش، برخی از روش‌های برجسته در زمینه بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم را مورد بررسی قرار داده و توضیح کوتاهی از تکنیک‌های مختلف برای بهسازی تصویر استفاده شده را، ارائه می‌دهیم.

در مرجع [۵] یک روش خودآگاهانه^۴ برای بهسازی تصویرهای تاریک ارائه شده است. لبه‌ها را تیز می‌کند، جزئیات در مناطق بافتی و نرمی مناطق مسطح را حفظ می‌کند. این روش برای هر تصویر یک تبدیل وابسته به مورد^۵ ایجاد می‌کند و برای ایجاد بیشترین بهسازی، تابع نگاشت را بر روی تمام اجزای تصویر اعمال می‌کند. تباین تصویر را در مناطق مرزی و هم بافت بررسی کردند و اجزا با ویژگی‌های مشترک را گروه‌بندی می‌شود. این گروه‌ها را درون تصویر با توجه به ویژگی‌هایی که از تابع تبدیل

^۴Content-Aware

^۵Ad Hoc conversion

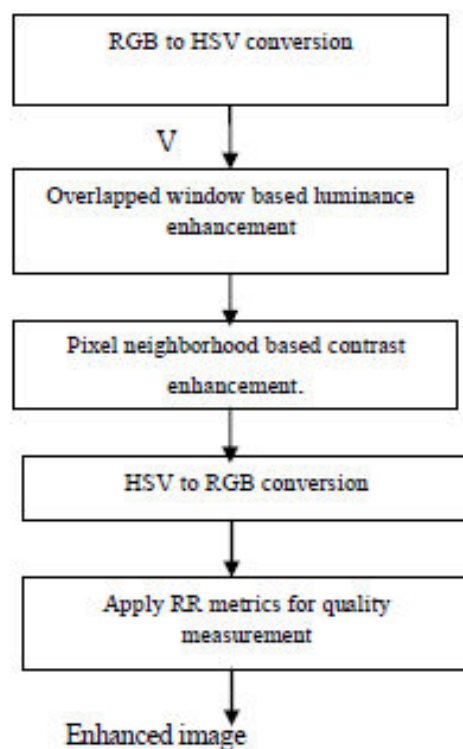
استخراج شده است ارتباط می‌دهیم. سپس با توجه به ویژگی‌های بینایی انسان نتایج با هم ترکیب می‌شوند تا جزئیات بهبود یابند.

در مرجع [۶] یک روش پیشنهاد شده است که در آن تنها مقدار V (ارزش روشنایی) در تصویر رنگی HSV^6 تغییر می‌کند و برای جلوگیری از به هم ریختن رنگ‌ها مقدار H و S تغییری نمی‌کند. ارزش روشنایی در دو مرحله افزایش یافته است. ابتدا اجزای ارزش روشنایی به بلوک‌های هم‌پوشان تقسیم می‌شوند سپس برای هر پیکسل درون هر یک از بلوک‌ها افزایش روشنایی با استفاده از تابع انتقال غیرخطی انجام شده است.

در مرحله دوم، روشنایی هر پیکسل با توجه به پیکسل مرکز و پیکسل‌های اطرافش برای بهسازی تباین افزایش یافته است؛ و در آخر اجزای تغییر نکرده H و S با مقادیر بهبود یافته V ترکیب شده و به فضای RGB نگاشت داده شده است.

شکل (۱-۲) مراحل بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم را در روش پیشنهاد شده در مرجع [۶] نشان می‌دهد.

⁶Hue, Saturation, Value



شکل ۲-۱- روندنما روش پیشنهاد شده در مرجع [۶]

در مرجع [۷] روشی مبتنی بر ترکیب روش رتینکس چند مقیاسی^۷ (MSR) با روش رتینکس چند مقیاسی به همراه بازیابی رنگ^۸ (MSRCR) برای بهسازی بهتر تصویر پیشنهاد شده است. دامنه پویایی پایین دوربین در مقایسه با سیستم بصری انسان نشان‌دهنده وابستگی عکس‌ها به منبع روشنایی است. روش رتینکس چند مقیاسی به همراه بازیابی رنگ، تصاویری که در شرایط روشنایی مختلف غیرخطی گرفته شده است را به سطحی که کاربر در آن زمان درک کرده نگاشت می‌دهد. یکی از روش‌هایی که از آن برای پایداری روشنایی استفاده می‌شود، رتینکس است. در رتینکس چند مقیاسی، میانگین چند تصویر را بر اساس رتینکس تک مقیاسی برای بهسازی تصویر محاسبه کرده‌اند.

در مرجع [۸] یک سیستم شناسایی مه با استفاده از دوربین‌های ارزان قیمت سیاه و سفید^۹ برای برنامه نظارتی بر رانندگی، پیشنهاد شده است. این سیستم برای رفع دو مشکل مهم است. اول محاسبه

^۷Multi Scaled Retinex

^۸Multi Scaled Retinex With Color Restoratin

^۹B&W- Black and White

فاصله دید، که با استفاده از محاسبات ریاضی از تار شدن تصویر دوربین به وسیله مه^{۱۰} جلوگیری می کند. دوم عکس های گرفته شده در شرایط مه وضوح مرزها در بالای تصویر کاهش می یابد. که در این روش بدلیل این دو مشکل نیاز به سیستمی قدرتمند جهت بهسازی احساس می شود.

در مرجع [۹] یک روش ترکیبی برای بهسازی تصویر معرفی شده است. از فیلتر گوسین جهت بهسازی جزئیات تصویر و از فیلترهای تبدیل بالا کلاه^۱ و پایین کلاه^۲ در حوزه فضایی برای بهبود خطوط تصویر استفاده شده است. این روش ترکیبی برای عکس های مادون قرمز، تنها جزئیات را بهبود نبخشید بلکه طرح کلی تصویر را نیز نرم کرد.

در مرجع [۱۰] یک روش برای افزایش وضوح تصاویر استریو ارائه شده است. این بهسازی با راه حلی برای کاهش تیز کردن تصاویر استریو انجام شده است. این بهسازی با استفاده از یک بهینه سازی به وسیله محدود کردن مراحل اضافی برای جلوگیری از افزایش بی اندازه روشنایی ایجاد شده است.

در مرجع [۱۱] از مدل پردازش تصویر لگاریتمی^۳ و سیستم بصری انسان (رنگ، اشباع و ارزش)^۴ برای ارائه یک روش چند مقیاسی جدید برای بهسازی تصویر استفاده شده است. سپس از یک ابزار اندازه گیری بهسازی جدید بر اساس روش تفاوت های برجسته^۵ از سیستم بصری انسان برای بررسی نتایج استفاده شده است.

در مرجع [۱۲] یک روش مبتنی بر تشدید تصادفی غیر پویا غیرخطی برای بهسازی تصاویر با روشنایی کم و تباین پایین ارائه شده است. یک تصویر با تباین پایین به عنوان یک سیگنال زیرآستانه^۶ رفتار می کند که یک پردازش با نویز بهبود یافته برای بهسازی تصویر اعمال شده است. روش پیشنهاد

^{۱۰} پراکنده شدن ذرات آب در هوا جلوی روشنایی را میگیرند و باعث گرفته شدن دید جاده می شوند.

^۱top-hat Filter

^۲bot-hat(bottom-hat) Filter

^۳LIP-Logarithmic Image Processing

^۴HSV

^۵JND-Just Noticeable Difference

^۶Subthreshold

شده از اضافه کردن نویز خارجی برای خنثی کردن نویز داخلی (به علت نبودن نور کافی) تصویر با تباین کم استفاده کرده است. نویز تصادفی به صورت مکرر به تصویر اضافه می شود و استفاده آستانه گذاری^{۱۷} با توجه به میانگین کلی تصویر ایجاد می شود.

با تغییر شدت نویز، تشدید ناشی از نویز با شدت نویز مطلوب به دست می آید. عملکرد روش پیشنهاد شده برای چهار نوع نویز گوسی، خطی، پواسن و گاما مورد بررسی قرار گرفته است. ارزیابی کمی از عملکرد آنها با توجه به بهبود تباین، بهبود رنگ و اندازه گیری کیفیت سیستم بصری انجام شده است. مرجع [۱۳] بر اساس روش فازی جهت بهسازی تصویر سیاه و سفید با تباین کم ارائه شده است. این روش بر اساس افزایش اندازه گیری های فازی تصویر انجام شده است. سپس تابع عضویت برای بهسازی تصویر با توجه به تبدیل قدرت کم^{۱۸} و عامل اشباع اصلاح میشود.

در مرجع [۱۴] یک روش برای بهبود نتایج روش ادغام تصاویر همراه با ارزیابی وضوح ارائه شده است که چندین روش ارزیابی و ادغام مورد بررسی قرار گرفته است.

در مرجع [۱۵] یک روش دقیق و موثر مبتنی بر ترکیب همجوشی^{۱۹} برای بهبود تصویر در روشنایی کم است که از چندین روش پردازش تصویر استفاده کرده است. اول، برآورد روش روشنایی براساس روش بسته مورفولوژیکی به تجزیه یک تصویر به انعکاس تصویر و روشنایی تصویر می باشد. سپس دو ورودی شامل روشنایی و تباین محلی که از روش هایی از عملکرد پیچیده روشنایی تجزیه شده اند، محاسبه می شود.

طراحی دو وزن بر اساس این دو ورودی، تولید یک روشنایی منظم با ترکیب ورودی هایی با وزن های مرتبط در یک روش چند مقیاسی را فراهم می سازد. استفاده از یک وزن و ترکیب استراتژی مناسب از

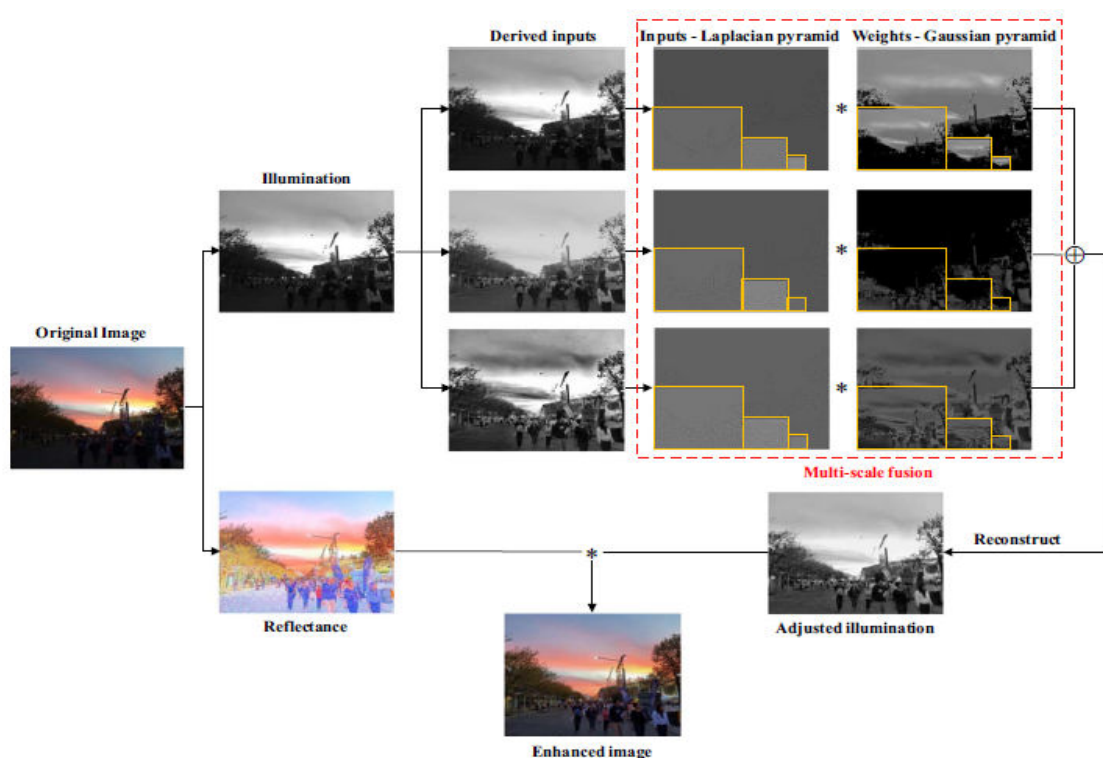
^{۱۷}Image Thresholding

^{۱۸}Convert power-low

^{۱۹}Fusion Composition

مزایای ترکیب تکنیک‌های مختلف برای تولید نور قابل تنظیم می‌باشد. تصویر بهبود یافته نهایی از ترکیب جزییات بهبود یافته روشنایی با بازتاب تصویر به دست می‌آید. این روش باعث بهبود تباین محلی و بهسازی روشنایی در شرایط روشنایی کم می‌شود. با انتخاب مناسب ورودی‌ها و وزن‌ها از برآورد روشنایی، روش پیشنهاد شده می‌تواند به طور موثر تصاویر در محیط با روشنایی کم را بهسازی نماید.

شکل (۲-۲) روند بهسازی تصویر با استفاده از روش همجوشی [۱۵] را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲- نمای کلی از روش روش پیشنهاد شده در مرجع [۱۵]

مرجع [۱۶] یک روش جدید در چهارچوب ریاضیات بر اساس میزان پراکندگی ارائه می‌کند. در این روش، با استفاده از بررسی میزان پراکندگی تصویر، تخمینی از میزان روشنایی تصویر در روشنایی روز محاسبه می‌شود.

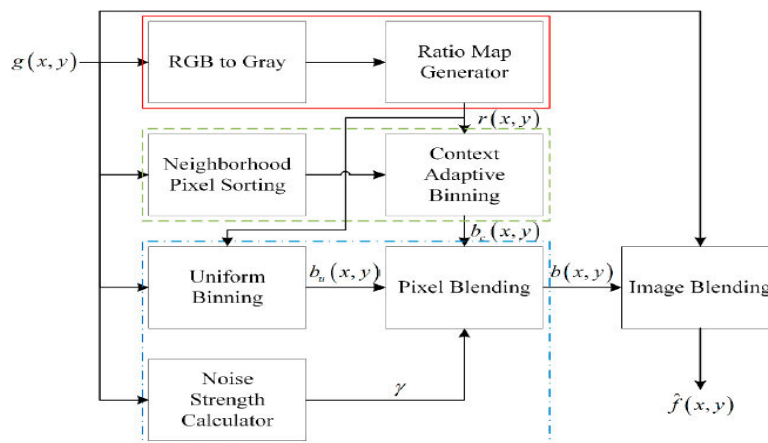
در این روش محقق نیاز به دو مرجع داشته است، این دو مرجع شامل یک مرجع برای شرایط روشنایی کم و مرجع دوم برای روشنایی مناسب در روز می‌باشد. برای تعیین کم یا زیاد بودن روشنایی تصویر، محقق در این روش یک مرجع با گرفتن عکس در شرایط روشنایی مناسب تهیه می‌کند. مرجع

نور کم با استفاده از استخراج ویژگی‌های مناسب که کمتر از مقدار آن در شرایط مناسب است، ساخته می‌شود. نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که این روش توانایی بهسازی تصاویر با روشنایی کم را با دقت نسبتاً مناسبی دارد.

در مرجع [۱۷] روش‌های بهسازی ساده جزئیات ناخواسته^۲ مانند، تقویت نویز، اشباع شدت رنگ و از دست دادن وضوح اعمال می‌گردد. به منظور بهسازی تصاویر با نور کم بدون ایجاد جزئیات ناخواسته، یک روش ادغام تطبیقی جدید پیشنهاد شده است که روشنایی، موقعیت، میزان نویز و اشباع رنگ یک منطقه محلی در تصویر را بررسی می‌کند. روش پیشنهاد شده نیاز به انجام هیچ تغییری در حسگر تصویر ندارد و فقط به دو حافظه خطی در پردازشگر سیگنال تصویر نیاز دارد. از آنجا که روش پیشنهاد شده در محاسبات تکراری استفاده نمی‌شود، می‌تواند در یک دوربین دیجیتال مجهز به پردازشگر سیگنال تصویر استفاده شود.

شکل (۲-۳) بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم مبتنی بر ادغام پیکسل دیجیتالی تطبیقی [۱۷]

را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳- روش ادغام پیکسل دیجیتالی تطبیقی پیشنهاد شده در مرجع [۱۷]

^۲Simple refinement of unwanted details

^۳ISP-Image Signal Processor

در روش پیشنهاد شده، ادغام پیکسل دیجیتال در یک روش تطبیقی در جنبه‌های مختلف انجام می‌گردد.

در مرجع [۱۸] روشی جدید برای بهبود تباین ارائه شده است. این روش شامل دو مرحله می‌شود. نخستین مرحله تجزیه تصویر ورودی به چهار بخش توسط تبدیل موجک گسسته می‌باشد که سپس ماتریس هر بخش محاسبه می‌گردد. مرحله دوم، بازسازی تصویر بهبود یافته توسط عکس تبدیل موجک گسسته می‌باشد. سپس این روش با روش‌های متعادل‌سازی عمومی هیستوگرام^{۲۲} و ربع حرکتی متعادل‌سازی هیستوگرام^{۲۳} مقدار متعادل‌سازی بر اساس تبدیل موجک (SVWE)^{۲۴} و مقدار متعادل‌سازی (SVE)^{۲۵} براساس بیشترین مقدار سیگنال به نویز^{۲۶} و میزان خطای میانگین مربعات^{۲۷} مقایسه می‌شود. نتایج آزمایشات انجام شده نشان می‌دهد، بهسازی با روش معرفی شده نسبت به روش‌های دیگر با دقت بیشتری انجام می‌شود.

شکل (۲-۴) روند بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم مبتنی بر روش پیشنهاد شده در مرجع [۱۸] را نشان می‌دهد.

^{۲۲}GHE-General Histogram Equalization

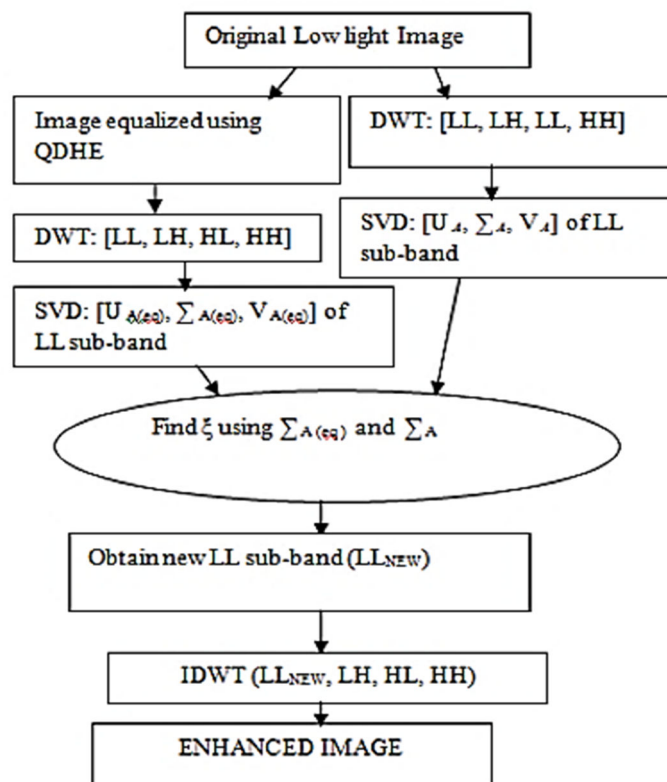
^{۲۳}QDHE-Quarterly dynamic Histogram Equalization

^{۲۴}Singular Value Wavelet Equalization

^{۲۵}Singular Value Wavelet

^{۲۶}PSNR-Peak Signal to Noise Ratio

^{۲۷}RMSE-Root Mean Squared Error

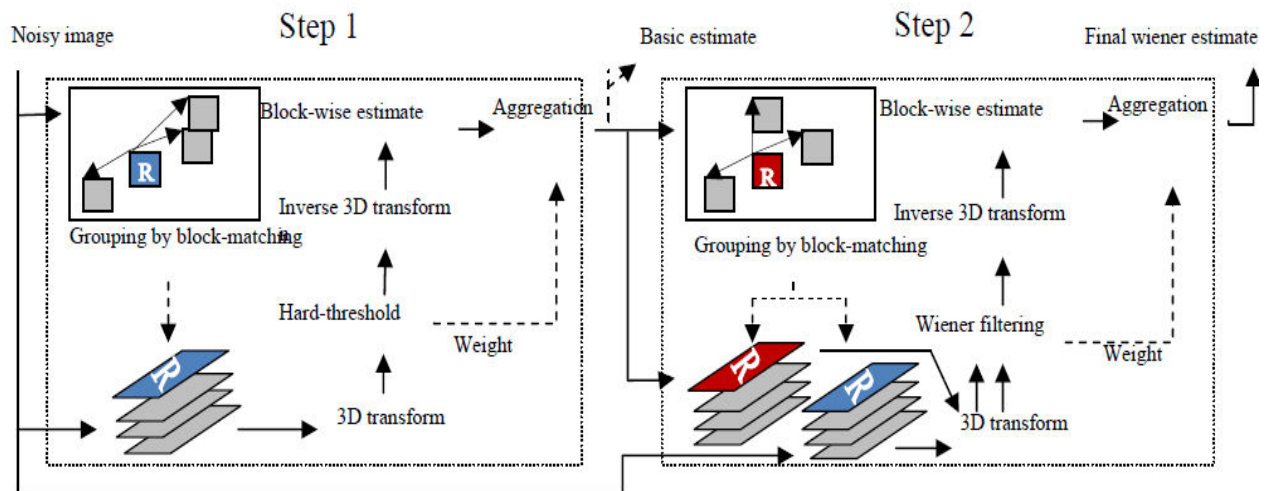


شکل ۲-۴- روند نمای روش پیشنهاد شده در مرجع [۱۸]

در مرجع [۱۹] یک روش جدید جهت بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم با حفظ جزئیات و ثبات رنگ بر اساس رتینکس ارائه شده است. یک تصویر با تباین کم را در فضای رنگی به دو بخش روشنایی و سطح خاکستری تصویر نگاشت می دهد و فقط روشنایی تصویر را بهبود می بخشد. ابتدا روشنایی را به وسیله فیلترهای دوجانبه تخمین می زند، که محدوده تغییرات روشنایی را با توجه به روشنایی و شدت رنگ پیکسل های همسایه مشخص می کند. سپس با استفاده از تابع نگاشت سهمی روشنایی تصویر محاسبه می شود و در آخر، روشنایی بهبود یافته با رنگ اصلی ترکیب می گردد و تصویر بهبود یافته به دست می آید. نتایج آزمایشات نشان می دهد روش پیشنهاد شده در حفظ جزئیات تصویر، حفظ ساختار لبه ها و همچنین طبیعی نشان دادن رنگ ها به خوبی عمل می کند.

مرجع [۲۰] یک روش بهسازی برای تصویر در شرایط نور کم را ارائه نموده است. با توجه به اینکه تصویر با روشنایی کم با تقویت نویز بهبود خواهد یافت، به کاهش نویز قبل از بهسازی تصویر نیاز دارد. ابتدا، با استفاده از فیلتر تطبیق بلوک سه بعدی^۸ برای حذف نویز تصویر در فضای رنگ $YCbCr$ ، پس از حذف نویز از بهسازی، تصویر مبتنی بر مدل فیزیکی در فاصله^۹ HSI استفاده می‌شود. آزمایشات نشان می‌دهد که این روش می‌تواند در بهبود روشنایی و تباین، بهبود جزئیات تصویر، کاهش اعوجاج و رسیدن به یک اثر بینایی خوب موثر باشد.

شکل (۲-۵) روش حذف نویز با روش تطبیق بلوک سه بعدی در مرجع [۲۰] را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵- روندنمای روش حذف نویز با روش تطبیق بلوک سه بعدی در مرجع [۲۰]

در مرجع [۲۱] یک روش بسیار ساده و موثر که به نام LIME نامگذاری شده است، برای افزایش تصاویر با نور کم پیشنهاد می‌شود. بطور دقیق‌تر، ابتدا روشنایی هر پیکسل بار با یافتن حداکثر مقدار

^۸BM3D-block matching and 3D filtering

^۹hue, saturation, and intensity

در کانال‌های R، G و B به صورت جداگانه برآورد می‌شود. سپس با بهسازی روشنایی اولیه، نتیجه به عنوان روشنایی مناسب نهایی انتخاب می‌شود.

در این بخش، کارهای برجسته [۸-۲۱] مرور شده که در جدول (۱-۲) از لحاظ نقاط قوت و ضعف و حوزه عملکرد بررسی و خلاصه شده است.

جدول ۲-۱- روش‌های بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم

نویسنده، سال	روش بهسازی	کاربرد و مزایا	محدودیت‌ها	حوزه
Adin Ramirez Rivera, Byungyong Ryu, and Oksam Chae ۲۰۱۲[۵]	روش خود آگاهانه	بهسازی نمایش چهره‌های انسان، آسمان آبی یا بدون ابر، بدون ایجاد مصنوعات.	ناتوانی در بازیابی اطلاعات از زمینه‌های سایه یا تاریک تصاویری بود که دارای شدت‌های نزدیک به سیاه بودند	فضایی
Deepak Ghimire and Joonwhoan Lee ۲۰۱۱[۶]	استفاده از فضای رنگی HSV	پردازش تصویر: شناسایی پوست، گرافیک کامپیوتری	به روشنایی نیاز دارد	فرکانسی
Sudharsan Parthasarathy, Praveen Sankaran ۲۰۱۲[۷]	رتینکس	حفظ ثبات رنگ	باعث افزایش نویز و منجر به افزایش آنتروپی میشود	فرکانسی
S. Bronte, L. M. Bergasa, P. F. Alcantarilla ۲۰۱۳[۸]	آشکارساز مبتنی بر سوبل	سامانه‌های پیشرفته راهنمایی و رانندگی	تراکم بالای لبه، روش توالی را به عنوان فضای مه طبقه بندی نمی‌کند	فضایی
Zhang Chaofu, MA Li-ni, Jing Lu-na ۲۰۱۲[۹]	روش ترکیبی	بهسازی تصاویر مادون قرمز و شمای کلی تصویر		فضایی و فرکانسی
Seung-Won Jung, Jae-Yun Jeong, and Sung-Jea Ko ۲۰۱۲[۱۰]	تفاوت برجسته	بهسازی وضوح تصاویر استریو	رنگ و تباین را به خوبی بهبود نمی‌بخشد	فرکانسی

نویسنده، سال	روش بهسازی	کاربرد و مزایا	محدودیت‌ها	حوزه
Hong Zhang, Qian Zhao, Lu Li, Yue-cheng Li, Yu-hu You ۲۰۱۱[۱۱]	ترکیب روش LIP و HSV	بهسازی تباین تصاویر	نویز فلفل و نمکی را حذف نمی‌کند و تصاویر رنگی را بهبود نمی‌بخشد	فرکانسی
XueyangFu DeluZeng YueHuang ۲۰۱۶[۱۲]	ترکیب همجوشی	به طور موثر تصاویر در محیط با روشنایی کم را بهسازی نماید.	زمان زیادی برای پردازش لازم دارد	فرکانسی
Rajib Kumar Jha, Rajlaxmi Chouhan, P. K. Biswas ۲۰۱۲[۱۳]	روش تشدید پیوسته غیر پویا و غیرخطی	عملکرد بهتر نسبت به روش‌های موجود در حوزه فضایی	استفاده از نویز خارجی	فضایی
Khairunnisa Hasikin, Nor Ashidi Mat Isa ۲۰۱۲[۱۴]	بهسازی فازی سیاه و سفید	نویز را تقویت نمی‌کند، نیاز به زمان پردازش کمی دارد.	فقط تصاویر با تباین پایین را بهبود می‌بخشد	فازی
Xiaoying Fang, Jingao Liu, Wenquan Gu, Yiwen Tang ۲۰۱۱[۱۵]	ادغام تصویر	تمام نواحی تصویر بهبود می‌بخشد	فقط وضوح محلی تصویر را ارزیابی می‌کند	فرکانسی
S.Wang,J.Zheng,H. M.Hu ۲۰۱۳[۱۶]	روش بر اساس میزان پراکندگی	توانایی بهسازی تصاویر با روشنایی کم را با دقت نسبتاً مناسبی دارد.	نیاز به دو منبع تصویر برای مقایسه	فضایی
Yoo, Y., J. Im, and J. Paik ۲۰۱۵[۱۷]	ادغام تطبیقی	در بهبود روشنایی و تباین، بهبود جزئیات تصویر، کاهش اعوجاج، و رسیدن به یک اثر بینایی خوب	به دو حافظه خطی در پردازنده سیگنال تصویر نیاز دارد	فضایی
.Li, L., et al ۲۰۱۵[۱۸]	روشی بر اساس تبدیل‌های SVD، DWT و QDHE	مقدار قابل توجهی تصویر در شرایط روشنایی کم را بهسازی می‌نماید	زمان پردازش زیادی نیاز دارد	فرکانسی

نویسنده، سال	روش بهسازی	کاربرد و مزایا	محدودیت‌ها	حوزه
Lee, H.-G., S. Yang, and J.-Y. Sim. ۲۰۱۵[۱۹]	رتینکس تعمیم‌یافته	حفظ جزئیات تصویر، حفظ ساختار لبه‌ها و همچنین طبیعی نشان دادن رنگ‌ها	افزایش نویز	فرکانسی
Niu, S., et al ۲۰۱۴[۲۰]	مدل فیزیکی در فاصله HSI	در بهبود روشنایی و تباین، کاهش نویز.	کاهش وضوح جزئیات	فرکانسی
Xiaojie Guo, Yu Li ۲۰۱۶[۲۱]	LIME	در بهبود روشنایی و تباین، بهبود جزئیات تصویر، توانایی بهسازی تصاویر با روشنایی کم را با دقت نسبتاً مناسبی دارد.	افزایش نویز	فرکانسی

۲-۳- بهسازی تصویر در شرایط روشنایی غیر یکنواخت

در این بخش، برخی از روش‌های حذف و بهسازی تصویر در شرایط روشنایی غیر یکنواخت را مورد بررسی قرار داده و توضیح کوتاهی از روش‌های مختلف ارائه می‌دهیم.

مشکل اصلی بازسازی یک تصویر ثابت مربوط به ویژگی‌های ذاتی عکس دیجیتال است که ویژگی‌های پیکسل فقط به یک مقدار شدت خلاصه شده باشد. قبلاً، جدا کردن تصویر (ثابت) به بازتاب و تابش نیاز به دوربین کالیبره شده و یک سری تصاویر متوالی داشت. بعدها، بیشتر نویسندگان از اجزای فیزیکی و طبیعی تصویر برای تجزیه آن به دو بخش ذکر شده بهره می‌گرفتند. این بخش خلاصه‌ای از ایده‌های موجود در مورد روش‌های تشخیص سایه و حذف آن از تصویر ثابت را بیان می‌کند.

در مرجع [۲۲] روشی با استفاده از مدل‌های رنگ ثابت، برای تشخیص و طبقه‌بندی سایه‌ها در تصاویر رنگی ارائه شده است. این روش سایه خودی و سایه جسم خارجی را نیز طبقه‌بندی می‌کند. اما

این روش، محدودیت‌های بیشتری ایجاد می‌کند، که باعث می‌شد روش برای یک گروه خاص تصاویر که محیط ساده است و سایه‌ها باید روی سطح مسطح یا تقریباً مسطح یا سطوح غیربافت قرار گیرند، محدود شود. محدودیت‌های دیگر اشیاء هستند که باید به‌طور یکنواخت رنگی باشند و باید یک منبع نور قوی وجود داشته باشد که محیط را روشن کند. زمانی که این شرایط مهیا شود نتیجه نیز رضایت‌بخش خواهد بود. تعداد قابل‌توجهی از کارها در زمینه تشخیص سایه و حذف آن با استفاده از تصویر ثابت به‌وسیله فاینالسون^۳ و همکارانش ارائه‌شده است [۲۳].

به‌طور کلی اکثر این روش‌ها بر پایه تشکیل یک تصویر ثابت بدون سایه است. بخش خیلی دشوار این رویکرد تشکیل تصویر ثابت بعد از حذف سایه است.

فاینالسون و همکارانش روشی را برای مکان‌یابی سایه به‌وسیله یک تصویر با روشنایی ثابت به‌گونه‌ای که سایه‌ها آشکار نشوند، معرفی کردند. تصویر با روشنایی ثابت با تصویر رنگی اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا لبه‌های سایه را مکان‌یابی کند. نمایش لبه مجدداً انجام می‌شود و لبه‌ها به صفر می‌رسند و تصویری بدون سایه به دست می‌آید. این روش نیاز به تصاویری دارد که با استفاده از یک دوربین کالیبره شده گرفته‌شده است تا یک تصویر با روشنایی ثابت تولید شود [۲۳].

در کار دیگری که به‌وسیله فاینالسون و همکارانش ارائه‌شده است [۲۴] روند حذف سایه شامل سه مرحله است:

- در مرحله اول تصویر به سه بعد (مؤلفه‌های رنگ) با روشنایی ثابت در فضای خاکستری بدون سایه تجزیه می‌شود.
- در مرحله دوم نمایش بدون سایه با کیفیت رنگی دوبعدی به دست می‌آید.

^۳Bilateral Filtering

^۳Finlayson

- در مرحله سوم یک نمایش تصویر تمام‌رنگ بدون سایه سه‌بعدی بازسازی می‌شود. تعدادی از پارامترها در روش بازسازی آورده می‌شوند که روش را بیشتر پیچیده می‌کند. اگر سایه دارای لبه‌های قوی در تصویر باشد روش خوب کار می‌کند [۲۵].

در مرجع [۲۶] روشی برای حذف سایه با استفاده از فیلتر دوجانبه^۱ و تصویر داخلی دوبعدی ارائه شده است. تصویر RGB ورودی و تصویر داخلی به یک لایه پایه و یک لایه جزئی تقسیم می‌شوند. تصویر بدون سایه پایانی به وسیله ترکیب لایه پایه از تصویر RGB ورودی و لایه جزئی از تصویر داخلی تشکیل می‌شود. کاهش روشنایی در تصویر داخلی سه‌بعدی آمده به وسیله انتقال جزئیات تصویر داخلی تصحیح می‌شود. نویسندگان ارزیابی کمی را انجام نداده است اما تصاویر آمده به صورت بصری رضایت بخش است.

روشی برای حذف سایه با استفاده از مفهوم فیلتر دوجانبه و حس‌گرهای دوربینی باریک در مرجع [۲۷] نشان داده شده است. روش بر پایه فرض‌های بازتاب لمبرشن^۲ و تابش پلنکین^۳ است. در اینجا حذف سایه هدف ثانویه است و هدف اولیه یافتن تصویر داخلی بازتاب پذیر است. نتیجه حذف سایه مناسب نیست و به صورت کمی نتایج را ارزیابی نکرده است. در مرجع [۲۸] روش رتینکس با استفاده از فیلتر تیزکننده لاپلاسین ارائه می‌شود که باعث بهبود تشخیص کاراکترها در یک سیستم تشخیص پلاک می‌شود. پس از تشخیص ناحیه سایه از همان ناحیه برای کاهش اثر سایه استفاده می‌شود.

کارهای برجسته [۲۲-۲۸] مرور شده که در این بخش در جدول (۲-۲) از لحاظ نوع تشخیص و حذف، نقاط قوت و ضعف بررسی و خلاصه شده است.

^۱bilateral filtering

^۲ambertian Reflection

^۳Planckian Radiation

جدول ۲-۲- تشخیص سایه و حذف آن بر اساس کارهای برجسته برپایه تصویر ثابت

نویسنده، سال	تشخیص / حذف	توضیحات
Salvador,Cavallaro [۲۲] ۲۰۰۱	تشخیص	قابل اعمال به محیط داخلی (مسقف) محدودیت‌ها: سایه باید روی سطوح مسطح و غیر بافت بیافتد. منبع نور باید قوی و یگانه باشد.
Finlayson,Hordley,Drew [۲۳] ۲۰۰۲	تشخیص و حذف	نیاز به دوربین کالیبره شده دارد. عکس‌های باکیفیت را به دست نمی‌دهد.
Finlayson,Hordley,Drew [۲۴] ۲۰۰۶	حذف	نمایش سه‌بعدی پیچیده است. تصاویر باکیفیت تولید می‌کند. پس‌پردازش: بازسازی
Finlayson,Drew,C.Lu [۲۵] ۲۰۰۹	حذف	نیازی به کالیبراسیون دوربین و پیش‌فرض‌های تصویر نیست. برای تصاویر رنگی کار می‌کند
Yang,Tan,Ahuja [۲۶] ۲۰۱۲	حذف	از فیلتر دوجانبه برای بازیابی تصویر سه‌بعدی داخلی استفاده می‌کند. برای تصاویر رنگی کار می‌کند.
Zhu,Chen,Xia,Zhang [۲۷] ۲۰۱۵	حذف	بر پایه فضای رنگی و مفهوم فیلتر دوجانبه است. روی تصاویر رنگی کار می‌کند.

باید توجه داشت که الزامات اصلی این روش تشکیل تصویر ثابت است که نیاز به یک دوربین کالیبره

شده یا توالی تصاویر دارد. تشکیل تصویر ثابت برای یک شی متحرک موجب کاهش قابل توجه کیفیت

عکس می‌شود. به‌عنوان یک پس‌پردازش اکثر کارها به بازسازی تصویر برای وضوح بهتر تصویر بستگی دارد.

۲-۴- روش‌های دیگر بهسازی تصویر در شرایط نوری غیر یکنواخت

بعضی روش‌های برجسته دیگر در این زمینه، بر پایه ناحیه، بر پایه رنگ سطح، آماری، بر پایه دامنه گرادینان و درهم درگیر کردن سایه هستند. این روش‌ها به‌طور مختصر در زیر بخش‌های زیر آورده شده‌اند.

۲-۴-۱- روش بر اساس ناحیه

دو روش برپایه ناحیه برای تشخیص و حذف سایه از یک تصویر در مرجع [۲۹] ارائه شده است. با استفاده از روشیایی مربوطه و برش گراف، نواحی سایه‌دار و بدون سایه برچسب زده می‌شوند. سایه‌های تشخیص داده شده به وسیله درگیر کردن تصویر و دوباره روشن کردن پیکسل‌ها، حذف می‌شوند تا تصویر بدون سایه را بازسازی کنند. نویسندگان ارزیابی کمی و کیفی را با استفاده از پایگاه داده استاندارد انجام داده است.

۲-۴-۲- روش برپایه رنگ سطح

در مرجع [۳۰] یک روش تشخیص سایه که براساس آستانه‌گذاری روی تصویر کار می‌کند نشان داده شده است. پیکسل‌هایی که مقدار شدت کمتری از حد آستانه دارند به‌عنوان پیکسل‌های سایه و باقی به‌عنوان پیکسل‌های غیر سایه طبقه‌بندی می‌شوند. روش فقط برای تصاویری که نسبت رنگ زرد به آبی در یک محدوده حفظ شده است به خوبی کار می‌کند. حذف سایه به وسیله ضرب مناطق سایه در یک مقدار انجام می‌شود. به‌عنوان قدم پس‌پردازش تصحیح لبه سایه برای کاهش خطای ناشی از انتشار محدوده سایه انجام می‌شود. اشکال این روش این است که اشیاء تاریک به‌عنوان مناطق سایه طبقه‌بندی می‌شوند.

۲-۴-۳- روش آماری

در مرجع [۳۱] روشی بر پایه نقشه احتمال سایه ارائه شده است. روش تشخیص سایه از یک تصویر نزدیک به مادون قرمز همراه با تصویر رنگی برای تشخیص سایه‌ها استفاده می‌کند. در اینجا، حذف سایه به وسیله روشن کردن محدوده سایه تا زمانی که به روشنایی اطرافش برسد انجام می‌شود. بافت حفظ می‌شود و در حذف نیم‌سایه و سایه توانمند است.

۲-۴-۴- روش فازی

در مرجع [۳۲] روشی برای تشخیص سایه با استفاده از تقسیم و ادغام فازی ارائه شده است. در این روش یک روش کلاس‌بندی بر مبنای تقسیم و ادغام در قطعه‌بندی تصویر استفاده می‌شود. محقق در این روش، از یک روش بازگشتی تقسیم یک تصویر به بلوک‌های درخت چهارتایی^۱ همگن پیروی می‌کند که به وسیله ادغام نواحی تکی مجاور دنبال می‌شود.

۲-۴-۵- در گیر کردن سایه

در مرجع [۳۳] روشی با استفاده از در گیر کردن سایه برای حذف سایه ارائه شده است. این روش، شدت سایه را بر پایه نسبت‌های سایه و غیر سایه در سایه کامل پیدا کرده و از یک چهارچوب بیزین برای تنظیم ضرایب مقیاس سایه در نواحی نیم‌سایه و سایه کامل استفاده می‌کنند. روش سایه‌های نرم را حذف کرده و بافت را در محدوده‌های سایه حفظ می‌کند.

۲-۴-۶- بهسازی تصاویر با تکیه بر اطلاعات گاما

در مرجع [۳۴] روش خودکار جدیدی برای بهبود روشنایی تصویر با تکیه بر اصلاح گاما ارائه شده است. در روش‌های دیگر اصلاح گاما، اغلب ضریب گاما به طور یکنواخت در تمام قسمت‌های یک تصویر تغییر می‌یابد.

از آنجایی که تغییرات گاما در تصویر ممکن است به صورت غیرخطی انجام گرفته باشد، در این روش اصلاح گاما به صورت محلی انجام می‌گیرد. این روش گاما‌های مناسب را برای ناحیه‌های مختلف

^۱Quadtree

از یک تصویر با استفاده از شبکه عصبی (MLP)^۱ تخمین می‌زند. بدین‌صورت که ابتدا تعدادی تصویر با گام‌های مشخص را پنجره‌گذاری کرده و دو ویژگی میانگین و بافت تصویر که به ترتیب مرتبط با میزان روشنایی و تباین تصویر می‌باشد را از هر پنجره برای آموزش شبکه عصبی استخراج می‌نماید. به همین ترتیب پنجره‌گذاری و استخراج ویژگی را برای تصویر جدید (تصویری که نیاز به اصلاح گاما دارد) نیز انجام می‌دهد. سپس بردار ویژگی به دست آمده از هر پنجره را به شبکه عصبی آموزش داده شده، اعمال می‌نماید تا گامای مناسب برای هر پنجره از تصویر جدید تخمین زده شود. در استفاده از این روش، برخلاف روش‌های موجود، چنانچه بخشی از یک تصویر دارای گامای مناسبی باشد، تغییری در شدت روشنایی آن قسمت انجام نمی‌گیرد. نتایج حاصل از این روش بر روی تصاویر نشان می‌دهد که روش پیشنهادی دارای عملکرد نسبتاً مناسبی است.

۲-۵- جمع‌بندی روش‌های بهسازی تصویر

علم پردازش تصویر در چند دهه اخیر از هر دو جنبه نظری و عملی پیشرفت‌های چشمگیری داشته است. سرعت این پیشرفت به اندازه‌ای بوده است که هم‌اکنون، به راحتی می‌توان ردپای پردازش تصویر را در بسیاری از علوم و صنایع مشاهده نمود. بعضی از این کاربردها آنچنان به پردازش تصویر وابسته هستند که بدون آن، اساساً قابل استفاده نمی‌باشند. اگر چه ذکر تمام جزئیات کاربردهای پردازش تصویر در این پایان‌نامه امکان‌پذیر نمی‌باشد ولی سعی شده است که به‌طور کلی اکثر روش‌های بهسازی تصویر در شرایط نوری کم و کاربرد آن بیان شود.

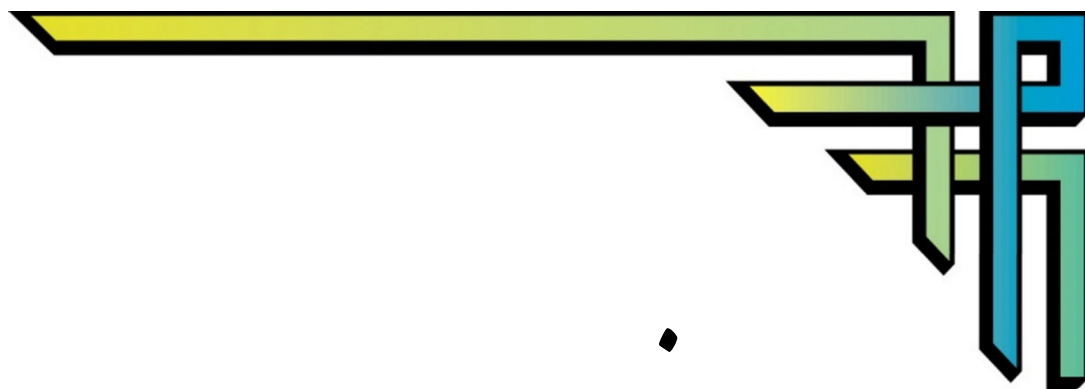
در این فصل ابتدا، به بررسی برخی از روش‌های بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم پرداختیم. روش‌های مختلف را از لحاظ کارکرد و حوزه عملکرد بررسی کردیم. پس از آن در ادامه برخی از روش‌های

^۱MLP - Multi layer perceptron

بهسازی تصویر در شرایط روشنایی غیر یکنواخت آورده شد. روش‌های معرفی شده جهت بهسازی تصویر کمک می‌کند تا تصاویری که از کیفیت مناسبی برخوردار نیستند، یا دارای نویز هستند بهبود یابند.

باید توجه داشت که بهبود کیفیت تصویر یک امر نسبی بوده و برای کاربردهای مختلف متفاوت می‌باشد، زیرا کیفیت مناسب در یک تصویر بستگی به روش بهسازی و نوع جزئیات و تباین مورد نیاز دارد.

پژوهشگران برای بهبود کیفیت از روش‌ها و فیلترهای مختلفی استفاده کرده‌اند. این روش‌ها و فیلترها بر اساس مبنا و ایده بهسازی تصویر، در حوزه‌های مختلف روی تصاویر اعمال می‌شود.



فصل سوم

مبانی نظری

۳-۱- مقدمه

وسعت کاربردهای پردازش تصویر در طی سالیان اخیر باعث رشد و دگرگونی این دانش در عرصه‌های مختلف علوم شده است؛ از حوزه‌های پرکاربرد در زمینه پردازش تصویر، بهسازی تصاویری است که معمولاً در هنگام اخذ تصویر دچار مشکلاتی از جمله عدم تناسب منابع روشنایی و یا تناسب ترکیب رنگ‌ها و دیگر عوامل می‌شود؛ راه‌حل‌های فراوانی برای بهسازی تصویر ارائه شده است که گاهی تصاویر بهسازی شده دچار خرابی می‌شوند اما یکی از رویکردها استفاده از ترکیبی از روش‌های مختلف پردازش تصویر است که ضمن حصول نتایج مطلوب به کاهش پدیده تصنیع نیز کمک می‌کند.

تصاویری که تهیه می‌شوند، به خاطر شرایط متفاوت محیطی، محدودیت‌های دستگاه تصویربرداری و یا نمایشگرها دچار مشکلات و خرابی‌هایی در کیفیت تصویر می‌شوند. بر این اساس، استفاده از روش‌های بهسازی تصویر برای افزایش کیفیت تصویر ضروری است و این ضرورت در کاربرد بهسازی تصویر پلاک خودرو مشهودتر است.

عوامل مختلفی در تشکیل یک تصویر مؤثرند که از آن جمله می‌توان به شدت روشنایی صحنه و قابلیت بازتاب و انعکاس اشاره کرد.

خرابی قابل مشاهده در یک تصویر ممکن است ناشی از هر یک از عوامل مذکور باشند، بنابراین بهتر است بهسازی یک تصویر، با توجه به عامل خرابی صورت گیرد. پردازش تصویر دیجیتال^۱، بهسازی تصویر با استفاده از کامپیوتر است که برای تمام انواع تصاویر به کار برده می‌شود. این بهسازی به منظور امکان تفسیر دقیق تصویر یا ایجاد شرایطی برای فشرده‌سازی، بازسازی، ارتقاء، آشکارسازی و ... در تصاویر انجام می‌شود.

^۱Digital Image processing

۳-۲- سامانه شناسایی پلاک خودرو

تشخیص پلاک خودرو یکی از نیازهای پایه و اساسی جهت توسعه سامانه‌های مدیریت پارکینگ‌ها، کنترل ترافیک، سامانه‌های خودکار نظارت بر طرح‌های ترافیکی و همچنین جمع‌آوری اطلاعات آماری از خودروها می‌باشد. از این سامانه به عنوان جزیی از سامانه‌های هوشمند ناظر تقاطع و محدوده ترافیک در شهرها استفاده می‌شود. در شکل (۱-۳) نمونه‌ای از سامانه هوشمند تشخیص پلاک خودرو نشان



داده شده است.

شکل ۳-۱- سامانه هوشمند تشخیص پلاک خودرو

سامانه هوشمند تشخیص پلاک خودرو^۲ برای تشخیص پلاک انواع خودروها و وسایل نقلیه مبتنی بر پردازش تصویر طراحی و پیاده‌سازی شده است.

این سامانه علاوه بر تشخیص و ثبت پلاک خودرو، سایر مشخصات همچون سرعت لحظه‌ای و متوسط، نوع خودرو (سبک و سنگین)، خطوط خودرو^۳ و ... را نیز از طریق پردازش تصویر استخراج نموده و داده‌های به‌دست آمده را علاوه بر ذخیره‌سازی، به سایر نقاط به‌صورت برخط^۴ ارسال نماید.



شکل ۳-۲- بهسازی تصویر پلاک خودرو

^۲Automatic number plate recognition

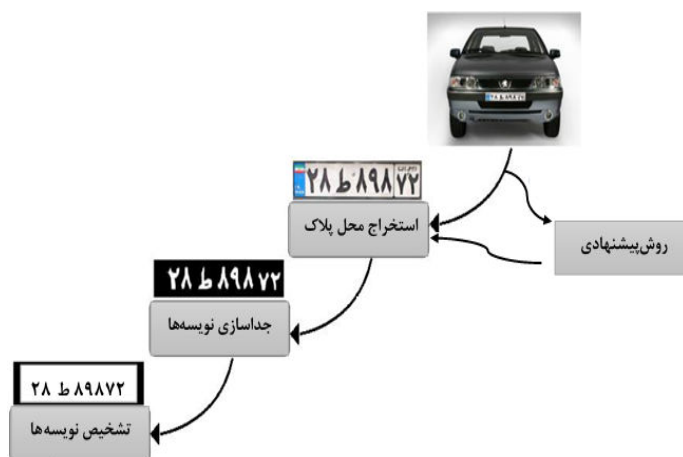
^۳Car lines

^۴Online

در سامانه شناسایی پلاک خودرو جهت شناسایی پلاک در مرحله اول، مکان پلاک در تصویر خودرو جستجو و یافت می‌شود. بنابراین خروجی این مرحله تصویر قالب پلاک است.

جداسازی تصویر شناسه از پلاک در مرحله دوم صورت می‌گیرد. چراکه برای شناسایی پلاک، نیاز به تصاویر مجزای شناسه‌های نوشته شده بر روی آن است به طوری که هر تصویر تنها شامل یک شناسه باشد [۳۵].

نهایتاً در مرحله سوم این تصاویر شناسایی شده و نمایش متنی آن‌ها حاصل می‌گردد. شکل (۳-۳) این مراحل را به صورت تصویری نشان می‌دهد. روش پیشنهادی یک پیش‌پردازش قبل از جداسازی نویسه‌های پلاک است.



شکل ۳-۳- مراحل مختلف سامانه شناسایی پلاک خودرو

بدیهی است که در یک سامانه شناسایی و تشخیص الگوهای تصویر درجه کیفیت تصویر تأثیر زیادی در نتیجه کار دارد. بهسازی روشنایی تصویر باعث بهبود کیفیت تصویر و در نتیجه بهبود نتیجه می‌شود.

۳-۳- مفاهیم پایه بهسازی تصویر

هدف این پایان‌نامه ارائه یک روش بهسازی تصویر برای تصاویر گرفته شده از پلاک خودرو در شرایط روشنایی کم می‌باشد، ابتدا به معرفی برخی از مفاهیم پایه برای آشنایی با مفاهیم پایه‌ای بهسازی تصویر می‌پردازیم.

برای ایجاد زمینه، بایستی مقدماتی در مورد مفاهیمی چون پیکسل^۵، تصویر دودویی^۶ (سیاه و سفید)، تفکیک‌پذیری تصویر^۷، هم‌ترازسازی هیستوگرام^۸، هیستوگرام تصویر خاکستری و آستانه-گذاری^۹ تصویر ارائه گردد و سپس در خصوص بهسازی تصویر به کمک فیلترگذاری و انواع فیلترهای مکانی^{۱۰}، خطی^{۱۱} و غیرخطی^{۱۲} به همراه مثال‌هایی از پردازش و بهسازی تصویر برای درک صحیح عملکرد روش پیشنهادی آورده شود.

۳-۳-۱- پیکسل

کوچکترین جزء یک تصویر پیکسل است و در واقع پیکسل به معنی المان تصویر^{۱۳} است. یک تصویر متشکل از تعداد زیادی پیکسل است که در کنار هم قرار گرفته‌اند.

در واقع زمانی که با یک دوربین دیجیتال عکس می‌گیرید اگر وضوح^{۱۴} دوربین 480×640 باشد به این معنی است که ماتریس با ابعاد 480×640 در اختیار داریم که 640 پیکسل در طول و 480 پیکسل در عرض دارد. باید توجه داشت که به ازای هر پیکسل یک سلول نوری در دوربین وجود دارد. شدت

^۵Pixel

^۶Binary image

^۷Image Resolution

^۸Histogram Alignment

^۹Image Thresholding

^{۱۰}Spatial Filter

^{۱۱}Linear filter

^{۱۲}Nonlinear filter

^{۱۳}Picture Element

^{۱۴}Resolution

نور این سلول نوری مقدار عددی را برای این پیکسل تعیین می‌کند. به طور مثال به ازای رنگ سیاه مقدار صفر در پیکسل ذخیره می‌شود و به ازای رنگ سفید مقدار ۲۵۵ در آن ذخیره می‌شود.

برای مشخص کردن رنگ یک پیکسل، روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. آنچه که متداول‌تر است روش قرمز، سبز و آبی^۵ است، که سه کانال مختلف برای سه رنگ قرمز، سبز و آبی در نظر می‌گیرند. اما در پردازش تصویر از فضاهاى رنگى دیگر مانند فضای رنگ HSV استفاده بیشتری می‌شود.

۳-۳-۲- تصویر دودویی (سیاه و سفید)

تصویر دودویی در عکاسی و محاسبات تصویر دیجیتال تصویری است که هر پیکسل آن از مقادیر تک نمونه‌ای تشکیل شده است. اختلاف در این تصاویر از مشکی در ضعیف‌ترین نقطه تا سفید در بیشترین مقدار آن می‌باشد. به این تصاویر، تصاویر خاکستری گفته می‌شود. تصاویر سیاه و سفید اغلب نتایج اندازه‌گیری میزان نور در هر پیکسل در یک گروه از واحد طیف الکترومغناطیس است. در این تصاویر معمولاً رنگ سیاه با عدد صفر و رنگ سفید با عدد یک نشان داده می‌شود.

با گذشت زمان و ابداع و تولید فیلم‌های رنگی هنوز استفاده از فیلم‌های سیاه و سفید طرفدارهای خود را دارد، چراکه این فیلم‌ها به نسبت ارزان‌تر می‌باشد. امروزه عکس‌های سیاه و سفید به حیاتی دوباره دست یافته‌اند چرا که عکاسان به قدرت بی‌بدیل و نامتناهی عکس‌های سیاه و سفید پی برده‌اند. نور و سایه نقش کلیدی را در عکاسی سیاه و سفید بر عهده دارند و چنانچه عکاس نتواند نور مناسبی را در تصویر به ثبت برساند از ارزش کارش به شدت کاسته می‌شود. البته کیفیت تصویر سیاه و سفید با بالا رفتن کیفیت دوربین ارتقا پیدا کرده است.

^۵ RGB (Red, Green, Blue) Method

نرم افزارهایی نیز هستند که به ما اجازه می دهند تا عکس های رنگی خود را به سیاه و سفید تبدیل و چاپ کنیم. به نظر می رسد عکاسی سیاه و سفید به علت انتقال یک حس نوستالوژیک همیشه مورد تحسین و علاقه مردم خواهد بود.

۳-۳-۳- تفکیک پذیری تصویر

تفکیک پذیری به معنای میزان توانایی یک سیستم در ضبط جزئیات تصویر می باشد. از این منظر، تفکیک پذیری نقش اساسی در وضوح تصویر دارد. قدرت تفکیک پذیری تصویر و یا وضوح تصویر به توانایی یک سیستم برای متمایزسازی جزئیات یک تصویر در یک سیگنال تصویری را گویند. اغلب قدرت تفکیک پذیری، به بزرگی یا کوچکی پیکسل های تصویر بستگی دارد.

تفکیک پذیری یک تصویر می تواند به عوامل مختلفی بستگی داشته باشد. این عوامل عبارتند از:

- نوع لنز؛
- ابعاد سنسور؛
- نوع پردازنده دوربین؛
- ابعاد تصویر ذخیره شده؛
- فرمت و سیستم ذخیره شده.

در میان عوامل بالا دو عامل ابعاد سنسور و ابعاد تصویر ذخیره شده مهم ترین نقش را در وضوح تصویر دارند. هرچه اندازه سنسور دوربین بزرگ تر باشد، تفکیک پذیری تصویر آن (در حالتی که باقی عوامل مساوی باشد) بهتر است.

به عبارت دیگر می توان تفکیک پذیری یک تصویر را با توجه به میزان اطلاعات ذخیره شده در یک ثانیه و یا یک فریم از تصویر ویدئو بیان کرد. برای این کار می توان از واحدهایی مانند کیلو بیت بر ثانیه^۶ استفاده کرد.

برای بیان تفکیک پذیری یک تصویر ثابت از واحد دیگری به نام نقطه در اینچ مربع^۷ استفاده می کنند.

تفکیک پذیری یک تصویر در واقع توصیف جزئیات موجود در تصویر است و عموماً تصویری که دارای تفکیک پذیری بالاتری است به دلیل قابلیت توان تحلیل و تفسیر بهتر از مقبولیت بیشتری برخوردار است.

تصویری که صرفاً با افزایش تعداد پیکسل ها و درون یابی یک تصویر با تفکیک پذیری پایین^۸ ساخته شود، نسبت به تصویر اصلی دارای تفکیک پذیری بالاتری نخواهد بود، بدین علت که اگرچه تعداد پیکسل ها در واحد سطح افزایش یافته ولی توان تفکیک پذیری به لحاظ حفظ جزئیات به همان میزان افزایش نیافته است.

حد تفکیک پذیری تصویر زمانی بهبود می یابد که علاوه بر افزایش ابعاد تصویر، جزئیات فرکانس بالای تصویر نیز افزایش یابند، که این خواسته، هدف اصلی روش فراتفکیک پذیری^۹ در تصویر است.

روش های فراتفکیک پذیری با ترکیب رشته ای از تصاویر با تفکیک پذیری پایین مات شده و آلوده به نویز که از یک صحنه واحد اخذ شده اند، تصویری با تفکیک پذیری بالا^{۱۰} ایجاد می کنند. این تصویر دارای تفکیک پذیری بالاتری نسبت به هر کدام از تصاویر با تفکیک پذیری پایین در دسترس خواهد بود.

^۶kbps-kilo bit per second

^۷dpi - dot per inch

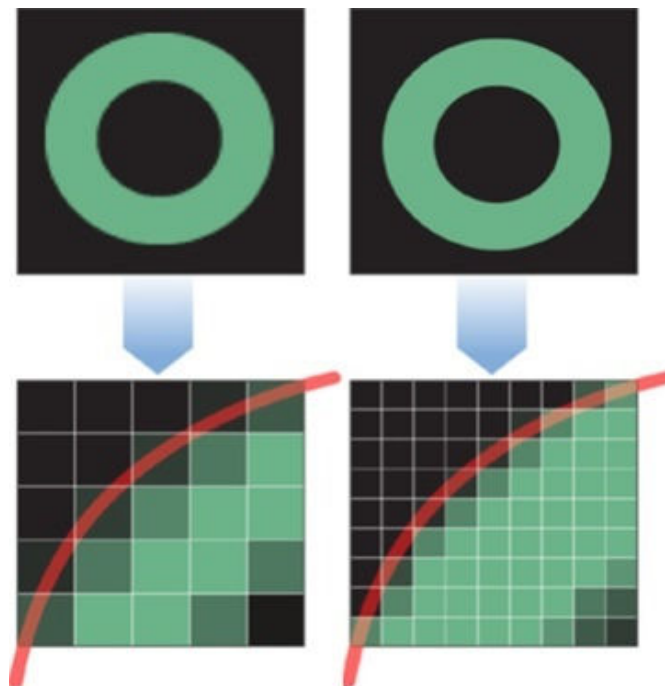
^۸LR-Low Resolution

^۹Super Resolution (SR)

^{۱۰}High Resolution (HR)

بهبود تفکیک‌پذیری تصویر در این روش، از طریق تلفیق جزئیات فرکانس بالای تصاویر با تفکیک‌پذیری پایین ثبت شده که دارای جابجایی کسری از پیکسل هستند صورت می‌گیرد. افزایش تفکیک‌پذیری سبب تیز شدن تصویر می‌شود و در جاهایی که نیاز به تصویر نرم داریم، این امر مطلوب ما نیست. لذا در استفاده از قدرت تفکیک‌پذیری و یا وضوح تصویر بایستی به این نکته دقت داشت.

شکل (۳-۴) نرم‌تر شدن تصویر در اثر نقطه در اینچ مربع بالاتر را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴- نرم‌تر شدن تصویر در اثر نقطه در اینچ مربع بالاتر [۳۶]

۳-۳-۴- هم‌ترازسازی هیستوگرام^{۲۱}

هم‌ترازسازی هیستوگرام به عملی گفته می‌شود که تصویر دارای هیستوگرام دلخواه را به تصویری با هیستوگرام یکنواخت تبدیل می‌کند.

^{۲۱}Histogram Alignment

در پردازش تصاویر دیجیتالی، دستیابی به تصویری با کیفیت مطلوب و تباین مناسب، همواره اهمیت زیادی داشته، و فعالیت‌های فراوانی نیز در این خصوص انجام شده است.

متعادل‌سازی هیستوگرام، یکی از روش‌های پرکاربرد برای افزایش تباین در تصاویر دیجیتالی است. هدف اصلی از انجام این عملیات، رسیدن به تصویری است که همه سطوح شدت روشنایی را به تعداد مساوی داشته باشد. در حقیقت، ایده اصلی این روش، استفاده یکسان از تمامی سطوح شدت روشنایی است و برای رفع تراکم‌های احتمالی، از روش رتبه‌بندی نقاط تصویر، براساس میانگین مقادیر همسایگی آن‌ها، استفاده می‌گردد.

روش هم‌ترازسازی هیستوگرام بر مبنای نتایج شناخته شده تئوری احتمالات استوار است. برای انجام هم‌ترازسازی هیستوگرام برای یک تصویر داده شده، ابتدا هیستوگرام آن را محاسبه می‌کنیم. سپس برای هر مقدار موجود در تصویر اصلی، مقادیر نرمالیزه شده هیستوگرام را از سطح صفر تا آن مقدار جمع می‌کنیم. جواب به دست آمده، همان مقدار جدید پیکسل است. وقتی قاعده تبدیل برای



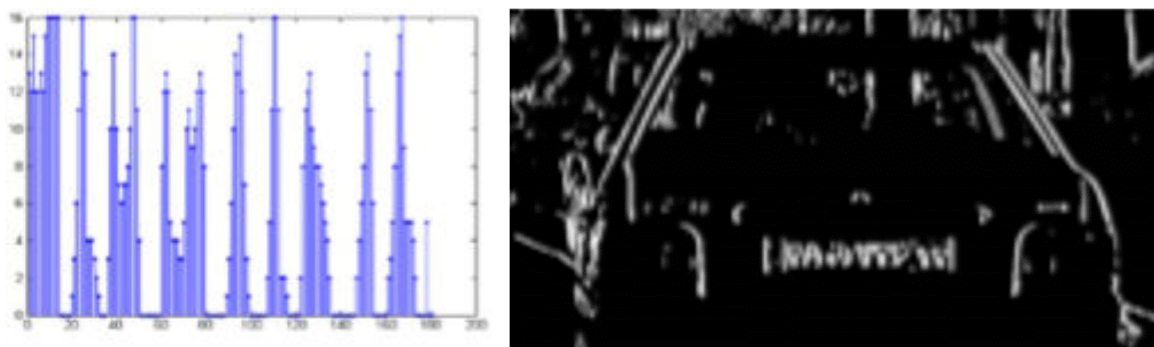
تمام سطوح ممکن محاسبه شد، نتیجه می‌تواند در یک جدول ذخیره شود. شکل (۳-۵) نمونه‌ای از بهسازی شده با مساوی‌سازی هیستوگرام نشان داده شده است.

شکل ۳-۵- تصویر بهسازی شده با هم‌ترازسازی هیستوگرام

۳-۳-۵- هیستوگرام تصویر خاکستری

اگر تمام نقاط یک تصویر خاکستری به صورت یک نمودار فرض شود به طوریکه محور افقی شدت رنگ خاکستری نقاط و محور عمودی تعداد نقاط تصویر مربوط به یک شدت رنگ باشد، آنگاه نمودار به وجود آمده را هیستوگرام تصویر می نامند.

در پلاک های فارسی به دلیل اینکه بین اعداد و حروف فاصله وجود دارد ، لذا از یک روش مبتنی بر هیستوگرام برای جداسازی نویسه ها استفاده می شود. تصویر به دست آمده از پلاک خودرو ابتدا به باینری (سیاه و سفید) تبدیل می شود. در شکل (۳-۶) نمونه ای از هیستوگرام استخراج شده از تصویر پلاک نشان داده شده است. شکل (۳-۷) نویسه های جدا شده را نشان می دهد.



شکل ۳-۶- هیستوگرام پلاک استخراج شده



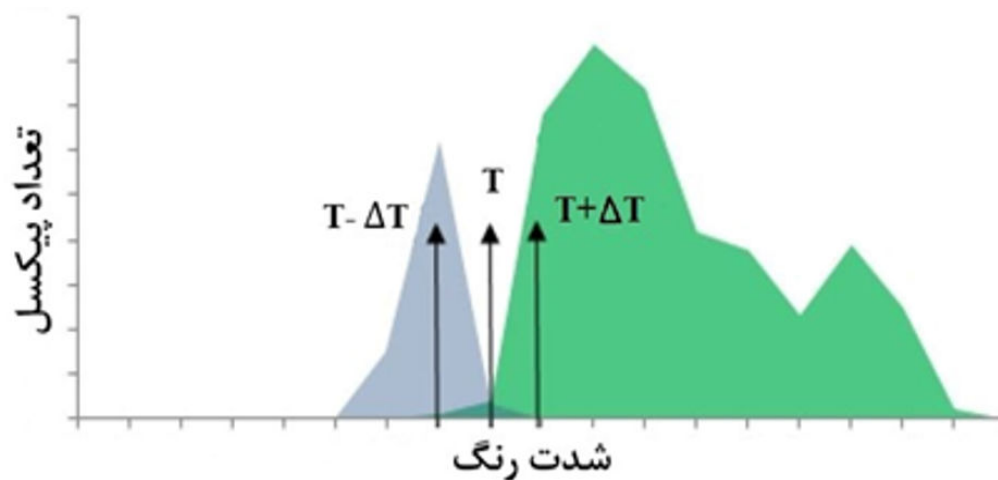
شکل ۳-۷- نویسه های جدا شده

کارکترهای جدا شده را هم اندازه کرده و اندازه آنها ۵۰×۵۰ در نظر گرفته می شود.

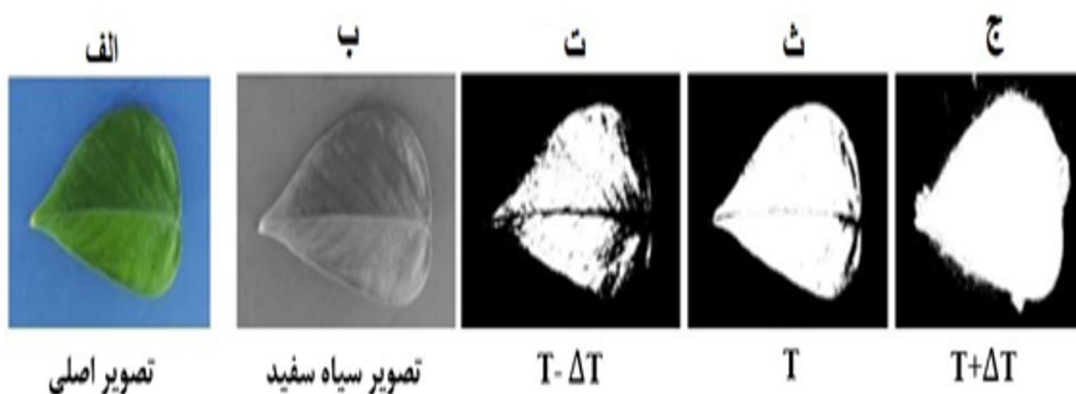
۳-۳-۶- آستانه گذاری تصویر

آستانه گذاری روشی بسیار ساده در پردازش خودکار تصاویر می باشد. تابع آستانه گذاری یکی از مهمترین قسمت های یک سامانه پردازش تصویر است. روش های مختلفی برای این عمل در علم پردازش تصویر وجود دارد، همچنین بعضی روش های جداسازی برای تصاویر خاص به کار می رود. در دید کلی می توان آستانه گذاری را به شش بخش زیر تقسیم بندی نمود:

- روش‌های مبتنی بر شکل هیستوگرام، که در آن‌ها، به‌عنوان مثال، قله‌ها، دره‌ها و انحنا از هیستوگرام هموار شده مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.
 - روش‌های مبتنی بر خوشه‌بندی، که در آن‌ها، تصویر در مقیاس خاکستری به دو بخش پس‌زمینه و پیش‌زمینه خوشه‌بندی می‌شود.
 - روش‌های مبتنی بر آنتروپی، در این روش‌ها با توجه به نحوه توزیع آنتروپی پیش‌زمینه و پس‌زمینه و با توجه به تقاطع مابین دو کلاس موجود در تصویر آستانه موردنظر، محاسبه می‌گردد.
 - روش‌های مبتنی بر ویژگی شیء، در این روش‌ها با جست‌وجو اندازه شباهت مابین تصویر در مقیاس خاکستری و باینری، آستانه مورد نظر محاسبه می‌گردد.
 - روش‌های مبتنی بر مکان، با استفاده از مرتبه بالاتر توزیع احتمال و یا ارتباط بین پیکسل‌ها، آستانه موردنظر محاسبه می‌گردد.
- ساده‌ترین نوع جداسازی، جداسازی عمومی نام دارد که روش انجام این جداسازی بر اساس هیستوگرام تصویر می‌باشد.
- حوزه عملکرد روش‌های آستانه‌گذاری تصاویر بدین صورت است که تصویر به دو کلاس اصلی پس‌زمینه و پیش‌زمینه فرض می‌گردد و روش سعی در یافتن بهترین آستانه برای تقسیم هیستوگرام به دو کلاس می‌باشد. ورودی این تابع یک تصویر خاکستری و یا یک تصویر رنگی و همچنین خروجی آن یک تصویر سیاه و سفید می‌باشد.
- در شکل (۳-۸) هیستوگرام تصویر پس از آستانه گذاری نشان داده شده است. شکل (۳-۹) نتایج آستانه گذاری های مختلف بر روی تصویر را نشان می‌دهد.

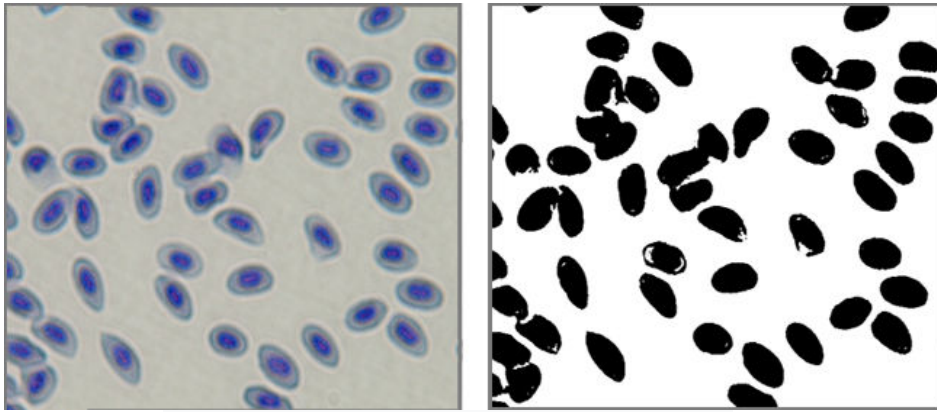


شکل ۳-۸- هیستوگرام تصویر با آستانه گذاری



شکل ۳-۹- جداسازی با استفاده از هیستوگرام، به تصویر اصلی و نتایج آستانه گذاری های مختلف روی تصویر است.

اصول کار این طور است که ابتدا بازه ای بین عدد ۰ تا ۲۵۵ انتخاب می شود [۳۶]. سپس نقاطی از تصویر که اشباع رنگ آن بین بازه انتخابی است مقدار ۱ و بقیه نقاط مقدار ۰ می گیرند. معمولاً بازه انتخاب شده، مانند شکل (۳-۱۰) قسمتی از تصویر است که دارای اطلاعات مفید می باشد. همچنین هیستوگرام تصویر کمک بسیار خوبی برای انتخاب درست بازه می باشد.



شکل ۳-۱۰- جداسازی قسمت‌های هدف از تصویر موردنظر

۳-۴- فیلترگذاری روی تصاویر و انواع فیلترهای مکانی خطی و غیرخطی

فیلترگذاری روی تصاویر در واقع استفاده از روشی است که در زمینه اعمال فیلترهای گوناگون دیجیتال بر روی تصاویر که محدوده وسیعی از افکت‌های خلاقانه را که توسط یک رابط گرافیکی کار می‌کند، فراهم می‌سازد. نرم‌افزارهای فیلتری با داشتن فیلترها و دیگر ابزارهای کاربردی (نظیر ابزار تنظیم میزان روشنایی، تباین و اشباع رنگ‌های تصاویر، ابزار برش تصاویر، ابزار اضافه نمودن متن به تصاویر و ...) یکی از به‌روزترین نرم‌افزارها در زمینه بهسازی تصاویر به صورت دیجیتال می‌باشد.

فیلترهای مکانی، به گونه‌ای روی یک تصویر اعمال می‌شوند که مقدار پیکسل را با توجه به مقدار پیکسل‌های همسایگی آن تغییر می‌دهند [۳۶]. مثلاً می‌توان مقدار یک پیکسل را با اعمال یک فیلتر میانگین، برابر مقدار میانگین هشت پیکسل همسایگی آن قرار داد.

۳-۴-۱- فیلترهای خطی

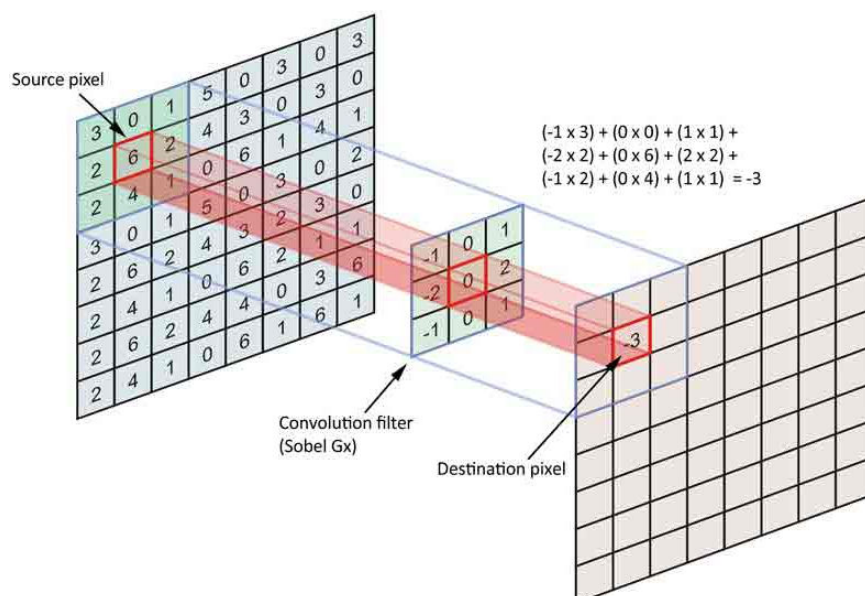
فیلتر نوع خطی را کانولوشن^۲ مکانی هم می‌نامند. در بکارگیری فیلترهای خطی، همسایگی‌های یک پیکسل با وزن‌های مشخص شده با هم جمع و میانگین‌گیری می‌شوند و به عنوان مقدار پیکسل قرار داده می‌شوند.

^۲Convolution

برای مشخص کردن وزن‌ها از یک ماتریس استفاده می‌کنیم، به ماتریسی که در این بخش استفاده می‌کنیم ماتریس وزن‌ها (ضرایب)، ماسک، کرنل، پنجره، ماسک فیلتر و ... گفته می‌شود. ابعاد همسایگی با ابعاد ماتریس مشخص است. مثلاً اگر می‌خواهیم مقدار یک پیکسل مرکزی را متناسب با وزن‌های خاصی از هشت همسایگی آن به‌دست آوریم، کافی است یک ماتریس سه در سه شامل مقادیر وزن‌ها تعریف کرده و نظیر به نظیر در همسایگی‌ها ضرب کرده و جمع آن‌ها را به عنوان مقدار پیکسل مرکزی قرار می‌دهیم [۳۶].

این کار باید برای تک تک پیکسل‌های تصویر صورت بگیرد، پس بطور کلی از جمع وزن‌دار همسایگی‌های یک پیکسل، مقدار جدیدی برای آن پیکسل به‌دست می‌آید. بنابراین این نوع از فیلترها را خطی می‌نامیم.

شکل (۳-۱۱) نمونه‌ای از نرمال‌سازی در فیلتر نوع خطی (کانولوشن مکانی) را نشان می‌دهد.

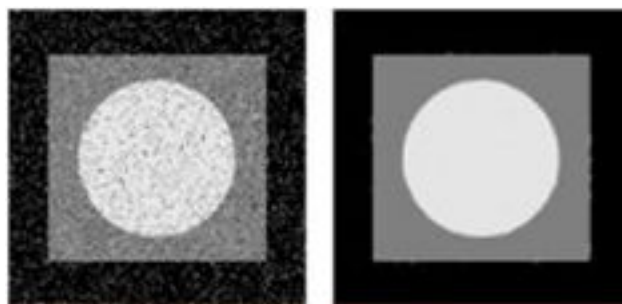


شکل ۳-۱۱- نرمال‌سازی در فیلتر نوع خطی (کانولوشن مکانی) [۳۶]

۳-۴-۲- فیلترهای غیرخطی

نوع دیگر فیلترهای پردازش تصویر، فیلترهای غیرخطی هستند. در استفاده از فیلترهای خطی، تمامی پیکسل‌های تصویر تحت تاثیر ضرایب قرار می‌گیرند برای اجتناب از تاثیر خطی روی تمامی پیکسل‌ها از فیلترهای غیرخطی می‌توان استفاده کرد. در این نوع فیلتر، مقدار یک پیکسل همسایگی را براساس ویژگی خاص به‌عنوان مقدار پیکسل مرکزی در نظر می‌گیریم. مثلاً می‌توان مقدار ماکزیمم همسایگی را به عنوان مقدار مرکزی در نظر گرفت. از انواع فیلترهای غیرخطی نیز میتوان به فیلترهای میانه^۳ و مد اشاره نمود.

فیلتر میانه فیلتر پایین‌گذری است که از یک همسایگی $m * m$ استفاده می‌کند و روش کار آن نیز به این صورت است که کل پیکسل‌های در یک همسایگی را به صورت صعودی مرتب کرده و عنصر وسط اعداد مرتب شده را انتخاب و جایگزین پیکسل مرکزی می‌کند. لازم به ذکر است که فیلتر میانه برای حذف نویز فلفل نمکی^۴ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. شکل زیر تصویر نویزداری (نویز فلفل نمکی) را نشان می‌دهد که با استفاده از فیلتر میانه ارتقا یافته است. اگر هدف کاهش نویز باشد و نه مات کردن تصویر بهتر است از فیلتر غیرخطی میانه‌ای استفاده شود. شکل (۳-۱۲) نمونه‌ای از کاهش نویز توسط فیلتر غیرخطی میانه‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۲- کاهش نویز توسط فیلتر غیرخطی میانه‌ای [۳۶]

^۳Median filter

^۴Salt & Pepper Noise

فیلتر مد هم با استفاده از یک پنجره با سایز مشخص بمنظور حذف نویز از تصویر بکار میرود. در این نوع فیلتر، ارزش یک پیکسل به پرتکرارترین یا عمومی ترین DN میان پیکسل های مجاورش مجدداً تخصیص می یابد.

۳-۴-۳- فیلتر گوسی^{۲۵} و لاپلاسی^{۲۶}

به طور کلی در هر تصویر پیکسل با فرکانس های مختلف وجود دارند. پیکسل فرکانس پایین پیکسلی است که اختلاف شدت روشنایی آن پیکسل با پیکسل های همسایه اش کم باشد (نقاط آرام تصویر). در مقابل پیکسل فرکانس بالا پیکسلی است که اختلاف شدت روشنایی آن پیکسل با پیکسل های همسایه اش زیاد باشد (لبه ها و نویزها). برای انجام تبدیلات در هر دو حوزه مکانی و فرکانس از فیلترها استفاده می کنیم [۳۶].

این نوع از فیلترها به دو دسته تقسیم می شوند.

۳-۴-۳-۱- فیلترهای پایین گذر^{۲۷}

فیلتر پایین گذر نوعی از فیلتر می باشد که سیگنال هایی با بسامدی کمتر از بسامدی مشخص را عبور می دهد. لازم به توجه است که این فیلتر در بحث پردازش سیگنال و تصویر اهمیت دارد و با عبور از پیکسل های با فرکانس کم، بر روی پیکسل های با فرکانس بالا تغییرات ایجاد می کنند. نتیجه اعمال فیلترهای پایین گذر، تصویری آرام خواهد بود (لبه ها و نویزها تا حدودی آرام می شوند). در زیر فیلتر آرام کننده دیگری که به فیلتر پایین گذر گاوس مشهور است ، نمایش داده شده است.

$$g(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma^2}e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma_s^2}} \quad (۱-۳)$$

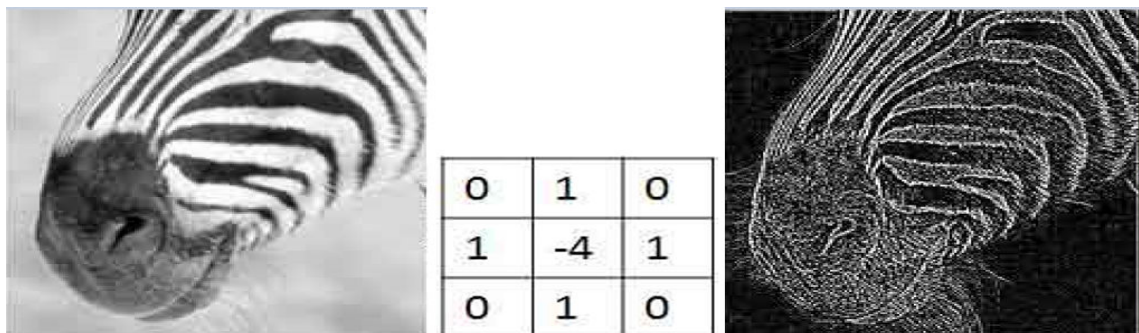
^{۲۵}Gaussian Filter

^{۲۶}Laplacline filter

^{۲۷}Low-pass filter

۳-۴-۲- فیلترهای بالاگذر^{۲۸}

فیلتر بالاگذر نوعی از فیلتر است که فرکانس‌های بالاتر از مقدار خاصی را می‌گذراند و فرکانس‌های پایین‌تر از آن را عبور نمی‌دهد و یا تضعیف می‌کند. این نوع فیلترها به انواع متفاوتی ساخته می‌شوند. این فیلترها با عبور از پیکسل‌های با فرکانس بالا، بر روی پیکسل‌های با فرکانس پایین تغییرات ایجاد می‌کنند. اعمال فیلتر بالاگذر نیز تصویری با جزئیات بیشتر به دست می‌آید. به این فیلترها آشکارکننده لبه نیز می‌گویند. فیلترهای تیزکننده لاپلاس جزئیات بیشتری از تصویر را مشخص می‌کنند. به عنوان مثال شکل (۳-۱۳) نتیجه اعمال فیلترهای تیزکننده مذکور را نشان می‌دهند.



شکل ۳-۱۳- اعمال فیلتر لاپلاسیان [۳۶]

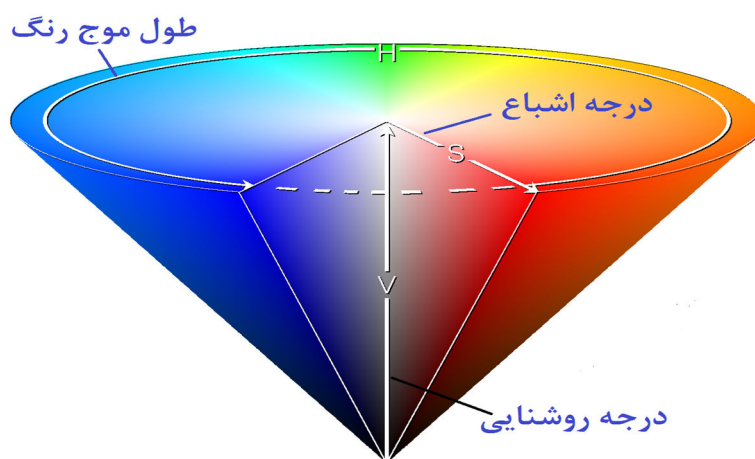
۳-۵- فضای رنگ HSV

مبحث رنگ به‌طور کلی و موضوع رنگ در گرافیک کامپیوتری و تصاویر دیجیتال به‌طور خاص، از نظر فنی مبحثی پیچیده و مفصل است. پرداختن به تمام جوانب تکنیکی آن در اینجا عملی نیست. ابعاد تشکیل دهنده این فضا، رنگ را براساس طول موج، درجه اشباع و درجه روشنایی آن تعریف می‌کند. فضای مذکور یک فضای مخروطی است که در آن:

^{۲۸}High pass filters

- طول موج رنگ برابر زاویه رنگ در برش دایره مخروط است و در فاصله (۰, ۳۶۰) درجه تعریف می‌شود، به صورتی که قرمز در زاویه صفر درجه، سبز در زاویه ۱۲۰ درجه و آبی در زاویه ۲۴۰ درجه قرار گرفته که در انتها دوباره به قرمز در زاویه ۳۶۰ باز می‌گردد.
- درجه روشنایی رنگ معادل محور مرکزی مخروط، یک محور مجموعه‌ای از اعداد است.
- درجه اشباع رنگ برابر فاصله نقطه روی دایره تا محور مرکزی است به گونه‌ای که در نزدیکی محور، میزان غلظت کمتر است و بیشترین غلظت در محیط دایره خارجی مخروط است [۳۶].

در شکل (۳-۱۴) مخروط فضای رنگ HSV نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۴- مخروط فضای رنگ HSV [۳۶]

۳-۶- تابع خطا^{۲۹}

تابع خطا تابعی است که در تئوری اندازه‌گیری (با استفاده از آمار و احتمالات) استفاده می‌شود و

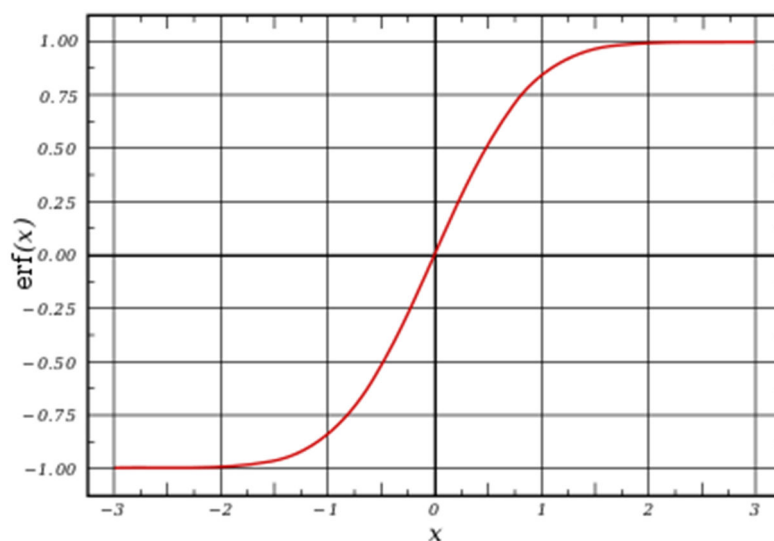
هیچ رابطه‌ای با روابط توصیف میزان خطا ندارد.

^{۲۹}Error function

تابع خطا تابعی است حقیقی، کراندار و مشتق پذیر که به ازای کلیه مقادیر حقیقی قابل تعریف بوده دارای مشتق مثبت است. این تابع به لحاظ گرافیکی شکلی شبیه حرف S انگلیسی دارد. یک نمونه ساده از تابع خطا به رابطه زیر می باشد.

$$erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt \quad (2-3)$$

شکل (۳-۱۵) نمونه ای از تابع خطا را نمایش می دهد.



کل ۳-۱۵- تابع خطا

تابع خطا یک تابع محدود است و به صورت یکنواخت رشد می کند.

۳-۷- مدل رتینکس^{۳۰}

روش رتینکس برای اصلاح روشنایی بر روی تصاویر استفاده می گردد که موجب بهسازی تصاویر گردیده است.

مرجع [۴] در سال ۱۹۷۸ مدلی را در مورد تشکیل تصویر ارائه کرد. مطابق زیر مدل تصویر $I(x,y)$ را به عنوان ترکیبی از اجزاء بازتاب $R(x,y)$ و تابش $L(x,y)$ تعریف کردند.

^{۳۰}Retinex model

^{۳۱}Reflectance

^{۳۲}Illumination

$$I_k(x,y)=R_k(x,y).L_k(x,y) \quad (3-3)$$

که در معادله بالا $k \in R,G,B$ و " " نشان دهنده ضرب به روش نقطه‌ای است.

انعکاس $R(x,y)$ و روشنایی $L(x,y)$ مولفه‌های مؤثر بر شکل‌دهی یک تصویر می‌باشند که توسط رابطه (۳-۳) قابل تعریف هستند. روشنایی $L(x,y)$ ، میزان نور رسیده از منبع به هر نقطه شیء و انعکاس، $R(x,y)$ ، میزان نور منعکس شده از هر نقطه شیء است. برای تخمین تابع روشنایی می‌توان ابتدا چند فیلتر گوسی پایین‌گذر با پهناهای مختلف به تصویر اصلی اعمال نموده و سپس این تصاویر را با در نظر گرفتن وزن مناسب ترکیب کرد [۳۷].

$$L(x, y) = \sum_{s=1}^S \omega_s (I(x, y) * G_s(x, y)) \quad (4-3)$$

$$G_s(x,y) = K e^{-\frac{x^2+y^2}{\sigma_s^2}} \quad (5-3)$$

ω_s عبارت وزن دهنده و $G_s(x,y)$ تابع گوسی با پهناى σ_s در مقیاس s است. بدیهی است با تخمین

مناسب مؤلفه روشنایی می‌توان اثر تغییرات شدت روشنایی را حذف کرد.

با لگاریتم‌گیری از معادله (۳-۳) می‌توان مؤلفه انعکاس و مؤلفه روشنایی تصویر را جدا نمود.

$$\ln I(x, y) = \ln R(x, y) + \ln L(x, y) \quad (6-3)$$

سپس با تبدیل فوریه گرفتن از معادله (۶-۳) نتیجه می‌دهد:

$$F(\ln I(x, y)) = F(\ln R(x, y)) + F(\ln L(x, y)) \quad (7-3)$$

که به صورت جمع دو تابع در حوزه فرکانس به شکل معادله (۷-۳) قابل بیان است.

$$Z(u, v) = F_L(u, v) + F_R(u, v) \quad (8-3)$$

در معادله بالا F_R بیشتر شامل مؤلفه‌های فرکانس بالا و F_L بیشتر شامل مؤلفه‌های فرکانس پایین می‌شود. با کانولوشن Z با یک فیلتر بالاگذر با تابع تبدیل $H(u,v)$ ، تباین بهبود یافته و محدوده پویایی کاهش می‌یابد.

$$H(u,v).Z(uv) = H(u,v).F_L(u,v) + H(u,v).F_R(u,v) \quad (9-3)$$

تصویر پردازش شده با تبدیل فوریه معکوس گرفتن و بدنبال آن اعمال تابع نمایی از معادله (9-3) حاصل می‌شود.

$$I_{new}(x,y) = e^{F^{-1} \{ [H(u,v).Z(u,v)] \}} \quad (10-3)$$

در این روش تابع روشنایی بعنوان یک نسخه مات شده از تصویر اصلی تخمین زده می‌شود.

۳-۷-۱- رتینکس تک مقیاسی^{۳۳}

جابسون^{۳۴} و همکارانش برای اولین بار رابطه رتینکس تک مقیاسی را مطرح کردند که در اصل پیاده‌سازی نظریه مرکزی - محیطی^{۳۵} رتینکس بود. این رابطه همان‌طور که از نامش پیدا است تنها یک مقیاس‌دهی دارد که بسته به میزان آن، توانایی تولید بهبود محدوده پویایی (مقیاس کوچک) و یا تفسیر رنگی (مقیاس بزرگ) را دارد. رابطه (۳-۱۱) رابطه‌ی رتینکس تک مقیاسی را نشان می‌دهد.

$$R_i(x,y) = \log I_i(x,y) - \log [F(x,y) * I_i(x,y)] \quad (11-3)$$

که در آن $I_i(x,y)$ تابع توزیع تصویر در باند رنگی i ام است (برای تصاویر سطح خاکستری رابطه به ازای $i=1$ برقرار است)، $F(x,y)$ تابع نرمالیز شده محیطی و $*$ عملگر کانولوشن می‌باشد. برای تابع $F(x,y)$ شرط زیر باید برقرار باشد:

^{۳۳}Single Scale Retinex

^{۳۴}Jobson

^{۳۵}Center/Surround

$$\iint F(x,y) dx dy = 1 \quad (12-3)$$

برای تابع محیطی $F(x,y)$ از روابط مختلفی می توان استفاده کرد:

$$F(x,y) = 1/\sqrt{1 + \left(\frac{r}{c}\right)^2} \quad (\text{Land}) \quad (13-3)$$

$$F(x,y) = \exp\left(\frac{-|r|}{c}\right) \quad (\text{Moore}) \quad (14-3)$$

$$F(x,y) = K \exp\left(\frac{-r^2}{c^2}\right) \quad (\text{Hurlbert}) \quad (15-3)$$

جابسون نشان داد که تابع گوسی دارای خاصیت محلی بیشتری است و همچنین فشردگی

محدوده پویایی بیشتری را در فضای وسیعی ایجاد می کند [۳۸].

انتخاب ثابت فضایی C رابطه مستقیمی با زاویه دید در مشاهده مستقیم از صحنه دارد. عموماً یک

مبادله و توازن مابین بهبود محدوده پویایی (مثلاً جزئیات درون سایه های تصویر) و تفسیر رنگی وجود

دارد که بسته به مقدار C انجام می گیرد. مقدار عددی برای C عددی در محدوده ۵۰ تا ۱۵۰ پیشنهاد

شده است.

توزیع تصویر، حاصل ضرب دو عامل میزان بازتاب و شدت روشنایی محیط است:

$$I_i(x,y) = S_i(x,y)r_i(x,y) \quad (16-3)$$

که در آن $S_i(x,y)$ نشان دهنده توزیع فضایی روشنایی و $r_i(x,y)$ توزیع میزان انعکاس جسم است

کانولوشن با تابع محیطی مانند میانگین گیری بر روی همسایگی پیکسل ها است. بنابراین در رابطه (۱۷-۳)

داریم:

$$R_i(x,y) = \log \frac{S_i(x,y)r_i(x,y)}{S_i(x,y)r_i(x,y)} \quad (17-3)$$

عموماً مقدار روشنایی دارای تغییرات فضایی اندکی است:

$$S_i(x,y) \approx \overline{S_i(x,y)} \quad (18-3)$$

پس می‌توان نشان داد که پایداری رنگی برای تصویر به وجود آمده است (یعنی مستقل از طیف روشنایی منبع و تغییرات فضایی):

$$R_i(x, y) = \log \frac{r_i(x, y)}{r_i(x, y)} \quad (۱۹-۳)$$

۳-۷-۲-رتینکس چند مقیاسی^{۳۶}

همان‌طور که دیده شد در رتینکس تک مقیاسی همواره مبادله‌ای بین بهبود محدوده پویایی و تفسیر رنگی وجود دارد به‌طوری‌که می‌بایست با سعی و خطا مقداری مناسب برای C در رابطه تابع محیطی پیدا می‌کنیم. برای اینکه بهبود محدوده پویایی و تفسیر رنگی فدای یکدیگر نشوند روش رتینکس چند مقیاسی پیشنهاد شد که ترکیبی از چند رتینکس تک مقیاسی وزن یافته مختلف است:

$$R_{MSR_i} = \sum_{n=1}^N W_n \cdot R_{n,i} \quad (۲۰-۳)$$

$$R_{n,i} = \log[S_i(x, y)] - \log[S_i(x, y) * M_n(x, y)] \quad (۲۱-۳)$$

که در آن $R_{n,i}$ ، n امین مقیاس از n امین باند رنگی و N تعداد مقیاس‌ها و W ها ضرایب وزنی هر مقیاس هستند.

$S_i(x, y)$ ماتریس دو بعدی تصویر ورودی است و علامت $*$ نشان دهنده عملیات کانولوشن است و

$M_n(x, y)$ از رابطه (۲۲-۳) محاسبه می‌شود.

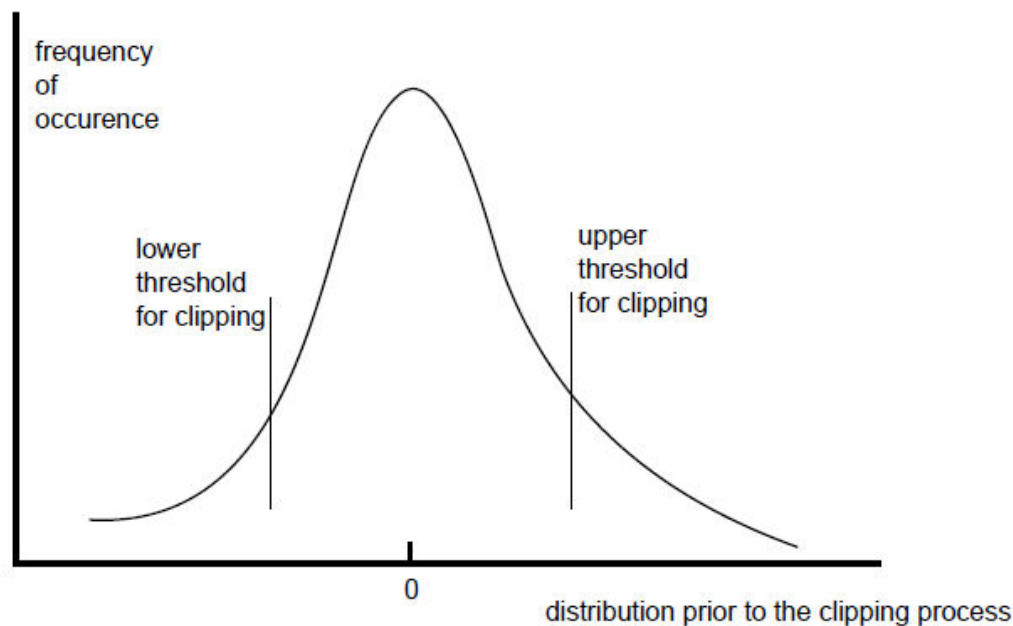
پرسش اساسی در رتینکس چند مقیاسی این است که تعداد مقیاس‌های مورد نیاز، مقدار عددی هر مقیاس و ضرایب وزنی چقدر باشند. هر سه این مقادیر بیشتر تجربی هستند به‌طوری‌که در اکثر تصاویر تا سه مقیاس به جواب مناسبی می‌رسیم. همچنین ضرایب وزنی می‌توانند برابر ولی دارای مجموع واحد باشند. در این حالت نیز باید توجه کرد که تابع فضایی به حالت زیر بیان می‌شود:

$$M_n(x, y) = K_n \exp\left(-\frac{(x^2 + y^2)}{\sigma_n^2}\right) \quad (۲۲-۳)$$

^{۳۶}Multi Scaled Retinex

که در آن σ_n مقدار انحراف معیار مقیاس n ام است. مثلاً در تصویر سه مقیاسی، از سه مقدار کوچک، متوسط و بزرگ برای σ_n ها استفاده می‌شود تا هر دو نیازمندی‌های بهبود محدوده پویایی و تفسیر رنگی به‌طور هم‌زمان تامین شوند. مقدار وزن‌دهی نیز می‌تواند بر اساس این که یکی از این دو مقوله مهم‌ترند، تغییر کند.

پس از استفاده از رتینکس چند مقیاسی، شکل هیستوگرام مانند نمودار (۱۶-۳) حاصل می‌شود که اطلاعات بیشتر به حول صفر توزیع شده و شکل گوسی به خود می‌گیرند. یک روش رایج برای نمایش نتایج تصاویر، حذف کردن اطلاعات بالا و پایین، و استفاده از روش گین-افست برای ایجاد تصویر نهایی است. شکل (۱۶-۳) قطع کردن هیستوگرام را پس از بهسازی روشنایی مبتنی بر رتینکس نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۳- قطع کردن هیستوگرام پس از بهسازی روشنایی توسط رتینکس [۳۸]

آستانه بالا و پایین، برای حذف اطلاعات از روابط زیر محاسبه می‌شوند.

$$Th = M + a \cdot d \quad (۲۳-۳)$$

$$Tl = M - a \cdot d \quad (24-3)$$

که M و d به ترتیب میانگین روشنایی و انحراف معیار کل تصویر می‌باشند. a تعیین کننده این است که چه مقدار از تغییرات روشنایی حفظ شود. اگر مقدار a بزرگ باشد، میزان بیشتری از اطلاعات روشنایی را نگه می‌دارد اما اثر بصری تصویر را کم می‌کند، بدین دلیل که میزان روشنایی نزدیک به مقدار میانگین است کوچکترین تغییرات روشنایی هم حس می‌شود. اگر مقدار a کوچک باشد، اطلاعات روشنایی توزیع بهتری خواهند داشت اما اطلاعات بیشتری از تصویر از بین می‌رود. این روش یک توازن بین اطلاعات روشنایی بالا و پایین است، که با بیشتر شدن مقدار یکی از آنها مقدار آن یکی کاهش می‌یابد. همچنین از مزایای رتینکس چند مقیاسی این است که می‌توان با تنظیم مناسب پارامترهای آن، تصاویر موجود در سایه و نور کم را نیز آشکار کرد.

۳-۷-۳- رتینکس چند مقیاسی به همراه بازیابی رنگ^{۳۷}

رابطه رتینکس چند مقیاسی [۳۹] بیشتر برای تصاویر خاکستری مناسب است تا تصاویر رنگی، چرا که رابطه نسبی بین باندهای رنگی را در نظر نمی‌گیرد. به عبارتی اگر تصویر رنگی در رابطه رتینکس چند مقیاسی به کار رود حاصل یک تصویر خاکستری به نظر می‌رسد تا رنگی. راه برطرف کردن مشکل فوق، اعمال تعدادی ضرایب وزنی برای سه باند رنگی است که این ضرایب با حساسیت نسبی کانال‌های رنگی در تصویر اصلی متناسب هستند و یا به عبارتی دیگر توزیع رنگ C تابعی است از توزیع نسبی تصویر:

$$C_i(x, y) = f[I_i(x, y)] \quad (25-3)$$

^{۳۷}Multi Scaled Retinex With Color Restoratin

که توزیع نسبی تصویر بین کانال‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$I_i'(x, y) = \frac{I_i(x, y)}{\sum_{i=1}^s I_i(x, y)} \quad (26-3)$$

تابع بازیابی رنگ باید به صورت یکنواخت باشد. توابع خطی و غیرخطی متعددی برای این منظور پیشنهاد شده‌اند، می‌توان گفت جابسون بهترین تابع برای این منظور را بیان کرده است [۴۰] که یک تابع لگاریتمی به شکل زیر است:

$$C_i(x, y) = \beta \log[al_i'(x, y)] \quad (27-3)$$

و رابطه رتینکس چند مقیاسی به همراه بازیابی رنگ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$R_{MSRCR_i}(x, y) = C_i(x, y)R_{MSR_i}(x, y) \quad (28-3)$$

۳-۸- پایگاه داده فارسی تهیه شده

به دلیل عدم وجود پایگاه داده پلاک خودروی فارسی در شرایط روشنایی کم، بر آن شدیم که پایگاه داده جهت بررسی بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم، ایجاد کنیم. این پایگاه داده شامل ۸۰ تصویر از پلاک‌های خودرو برای بررسی پلاک در شرایط روشنایی کم است. برای جمع‌آوری آن هیچ سخت‌افزار اضافی یا نورپردازی ویژه به کار نرفته است. تصویربرداری به صورت تصادفی بوده همچنین سعی شده انواع خودرو با رنگ‌های مختلف و محل قرارگیری پلاک در تصویر متنوع باشد.

۳-۹- جمع‌بندی

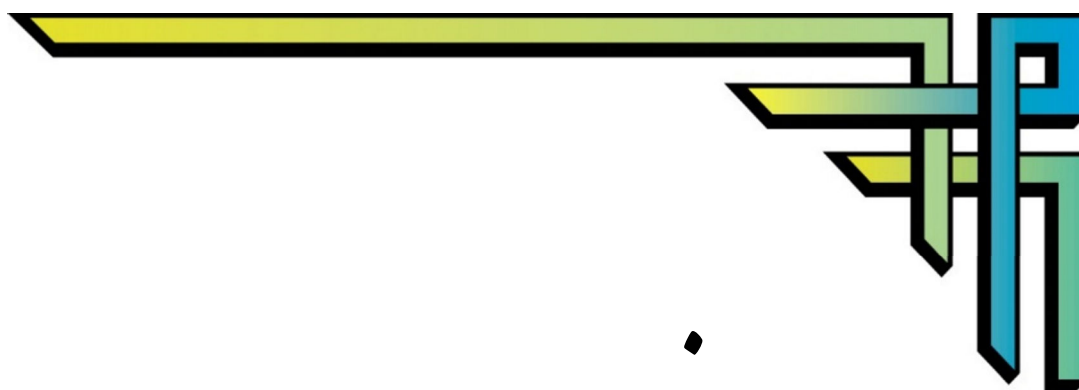
راه‌حل‌های فراوانی برای بهسازی تصاویری که در هنگام اخذ دچار مشکلاتی از جمله عدم تناسب منابع روشنایی و یا تناسب ترکیب رنگ‌ها و دیگر عوامل می‌شود؛ ارائه شده است که گاه تصاویر بهسازی شده دارای کیفیت مناسب نمی‌باشند. در حال حاضر دوربین‌های هوشمند دیجیتال کار بهسازی تصویر

را به صورت خودکار انجام می‌دهند، ولی هنوز هم استفاده از روش‌های بهسازی تصویر برای افزایش کیفیت تصویر در بسیاری از وضعیت‌های نظارتی و تخصصی پس از اخذ تصویر، ضروری است و این ضرورت در کاربرد بهسازی تصویر پلاک خودرو مشهودتر می‌باشد. پردازش تصویر روشی برای تبدیل یک تصویر به صورت دیجیتال جهت تشخیص پلاک خودرو یکی از نیازهای پایه و اساسی جهت توسعه سامانه‌های مدیریت خودکار نظارتی و همچنین جمع‌آوری اطلاعات آماری از خودروها می‌باشد.

عملیات اصلی در پردازش تصویر با استفاده از قواعد و روابط ریاضی است. این عملیات در مراحل مختلف، دریافت تصویر ورودی، پیش پردازش، پردازش و آنالیز و در نهایت بهسازی و بهبود تصویر اعمال می‌گردد.

در این فصل مقدماتی در مورد مفاهیمی چون پیکسل، تصویر سیاه و سفید، تفکیک‌پذیری تصویر، مساوی‌سازی هیستوگرام، هیستوگرام تصویر خاکستری و آستانه‌گذاری بیان گردید و در ادامه به تشریح بهسازی تصویر به کمک فیلترگذاری و انواع فیلترها به همراه مثال‌هایی از پردازش و بهسازی تصویر برای درک صحیح عملکرد روش پیشنهادی آورده شد.

برای غنای علمی پژوهش روش‌های تکنیکی رتینکس شامل رتینکس تک مقیاسی، رتینکس چند مقیاسی و رتینکس چند مقیاسی به همراه بازیابی رنگ تشریح گردیده است. در خاتمه فصل فضای رنگ HSV به صورت مختصر بیان شده است.



فصل چهارم

روش پیشنهادی

۴-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا مشکلات روش رتینکس چند مقیاسی اصلی بررسی می‌شود و در ادامه به بررسی روش پیشنهادی و مراحل آن و روش تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود.

در این پایان‌نامه جهت دستیابی به روش مناسب بهسازی تصویر پلاک در شرایط روشنایی کم، علاوه بر بررسی در خصوص روش‌های مختلف بهسازی تصویر و سپس با استفاده از تحلیل روش پیشنهادی و مقایسه عملکرد آن با روش‌های معرفی شده در فصل‌های دو و سه، مزایای روش پیشنهادی تشریح گردیده و طی انجام یک تحلیل مسیر و تشکیل معادلات ساختاری چارچوب منظم علمی برای پایان‌نامه تدوین شده است.

۴-۲- روش پیشنهادی بهسازی تصویر

پایه اساس روش پیشنهادی استفاده از روش رتینکس چند مقیاسی ترکیبی می‌باشد.

برابر مطالب بیان شده در فصل دو و سه در خصوص به‌کارگیری از روش رتینکس چند مقیاسی جهت بهسازی تصویر، این نکته قابل تامل است که زمانی که از رتینکس چند مقیاسی برای بهسازی تصویر در شرایط روشنایی کم استفاده می‌شود، ممکن است مشکلات زیر بروز نماید:

- حذف کردن اطلاعات بالا یا پایین روشنایی برای نمایش تصویر باعث از دست رفتن اطلاعات در نواحی مختلف روشن و تاریک شود. این نوع از اطلاعات در تصاویر روشنایی کم رایج هستند.
- روش رتینکس تمایل دارد که اختلاف روشنایی را بین پیکسل‌ها برای بهبود وضوح تصویر تقویت کند که در تصاویر در شرایط روشنایی کم نویز رایج است که این روش می‌تواند اثر نویز را نیز افزایش دهد.

برای رفع این مشکلات، در روش پیشنهادی مبتنی بر رتینکس چند مقیاسی ترکیبی، ابتدا از یک تابع خطای خاص به جای تابع لگاریتمی استفاده می‌کنیم. این تابع شبیه تابع لگاریتمی عمل می‌کند با این تفاوت که اطلاعات را بهتر محدود می‌کند و روشنایی را نزدیک به این باندها فشرده می‌کند. به این دلیل هیچ نیازی به حذف اطلاعات نبوده و اطلاعاتی از بین نمی‌رود. این تابع یک تابع افزایشی یکنواخت است و شکل آن به سادگی قابل تغییر است. پس از آن، با توجه به تقویت نويز در این روش از یک روش ساده برای حذف نويز استفاده می‌شود. لذا در خاتمه می‌توان تصویری واضح و با کیفیت در اختیار داشت.

در شکل (۱-۴) روند روش پیشنهادی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۴- روندنمای مراحل بهسازی تصویر مبتنی بر روش پیشنهادی

همان‌طور که گفته شد در روش پیشنهادی جهت بهسازی تصویر از یک تابع خطای خاص به جای تابع لگاریتمی استفاده می‌کنیم.

برای جایگذاری تابع خطا به جای تابع لگاریتمی از رابطه (۱-۴) استفاده می‌کنیم.

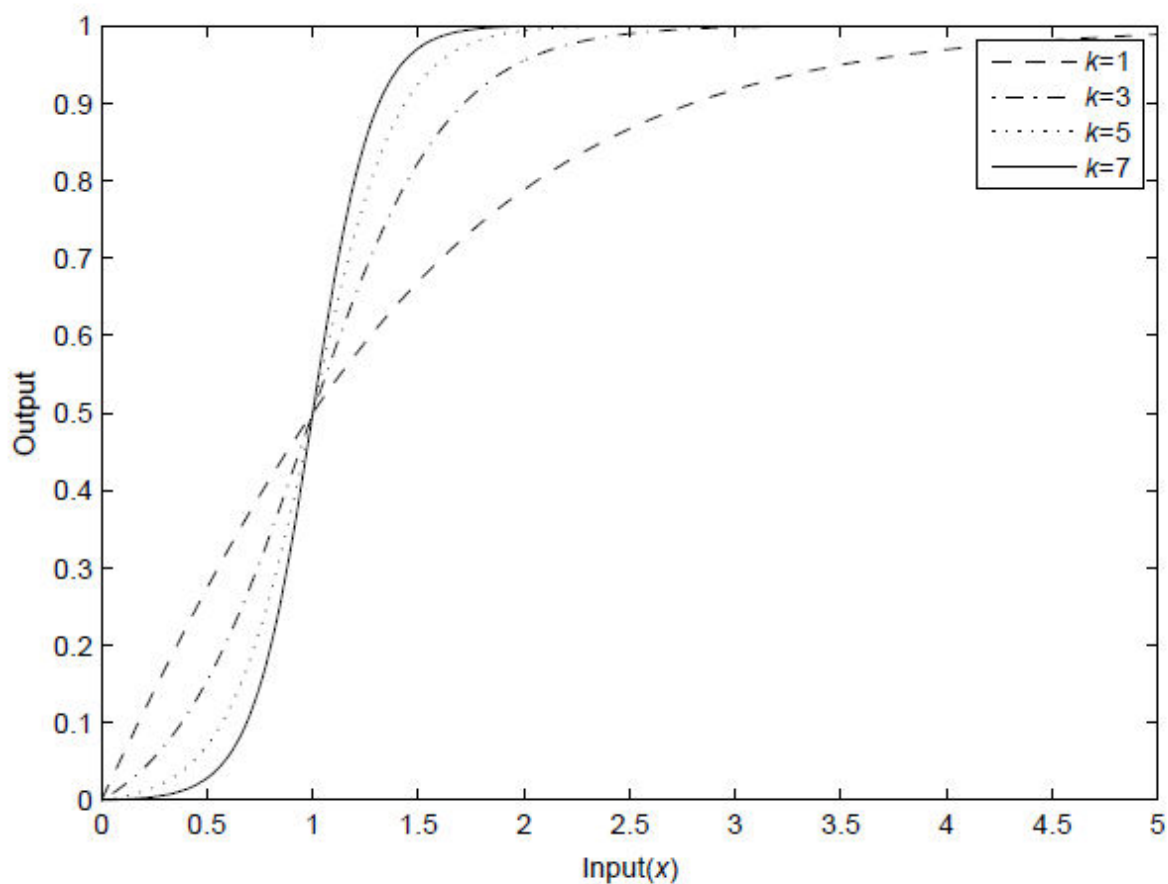
$$Merf\left(\frac{s_i(x,y)}{s_i(x,y) * M_n(x,y)}\right) \quad (۱-۴)$$

ورودی تابع خطا را می‌توان نسبت دو تصویر در نظر گرفت، بنابراین مقدار آن همیشه بزرگتر از صفر است. بنابراین ما این تابع را در سمت راست صفر بررسی می‌کنیم. زمانی که مقدار ورودی برابر با ۱ باشد بدین معنی است که روشنایی پیکسل فعلی هم‌اندازه متوسط یکی از پیکسل‌های اطراف است و خروجی برابر با ۰/۵ است که می‌توان به عنوان متوسط روشنایی تصویر در نظر گرفته شود.

فرمول تابع خطا انتخابی به شکل رابطه (۲-۴) می‌باشد.

$$Merf(x.k.b) = \int_0^{k \cdot x + b} e^{-t} dt \quad (۲-۴)$$

k در فرمول (۲-۴) تعیین کننده شیب کلی تابع خطا می‌باشد. چون علامت k منفی است هر چه مقدارش بزرگ‌تر باشد میزان حساسیت رتینکس نیز بیشتر می‌شود. پارامتر b تعیین می‌کند تابع خطا از نقطه $(0,0)$ به نقطه $(0,1)$ و سپس به نقطه $(1,+\infty)$ برسد. در نمودار (۱-۴) منحنی‌های مربوط به مقادیر مختلف k نشان داده شده است. شکل (۲-۴) نمودار تابع خطا را با توجه به مقادیر مختلف k نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲- منحنی مربوط به مقادیر مختلف k

۳-۴- حذف نویز در روش پیشنهادی

یک روش موثر برای حذف نویز در روش مبتنی بر رتینکس، اعمال روش‌های حذف نویز قبل از اجرای عملیات رتینکس است. اما حذف نویز می‌تواند زمان‌بر باشد و تاثیر زیادی بر روی طبیعی بودن تصویر داشته باشد. در شرایط روشنایی کم، تصویر نسبتاً نویز زیادی دارد. بنابراین زمانی که روشنایی کم است رتینکس باید روی نواحی کوچک اعمال شود. بدین منظور ما از W^1 استفاده می‌کنیم. که در رابطه (۳-۴) داریم :

$$I_i(x, y) = F_i(x, y) \cdot W_i^1(x, y) + S_i(x, y) \cdot (1 - W_i^1(x, y)) \quad (3-4)$$

پارامتر i نشان دهنده رنگ باند می‌باشد I تصویر نهایی دریافتی است، F نتیجه اولیه رتینکس می‌باشد و S تصویر اصلی است.

پارامتر W^1 تعیین کننده این است که چه مقدار از نتایج رتینکس در تصویر نهایی استفاده شود. در نواحی خیلی تاریک رتینکس قابل استفاده نمی باشد بنابراین در این نواحی مقدار W^1 برابر با صفر است و در بقیه نواحی مقدار W^1 برابر با ۱ می شود.

ضابطه W^1 از رابطه (۴-۴) محاسبه می شود.

$$W_i^1(x, y) = 1 - (1 - L_i(x, y))^2 \quad (4-4)$$

که در آن L_i را از ضابطه (۵-۴) به دست می آوریم.

$$L_i(x, y) = S_i(x, y) * M_n(x, y) \quad (5-4)$$

که نشان دهنده میزان روشنایی در پیکسل های اطراف در باند رنگ i است. به این دلیل که تقسیم بندی در هر باند رنگ جداگانه صورت می گیرد، لازم است W^1 در هر باند رنگ جداگانه محاسبه شود.

۴-۴- حفظ روشنایی بالا در روش پیشنهادی

با استفاده از روابط بالا در اکثر تصاویر در شرایط روشنایی کم، نتایج رضایت بخشی داشتیم. در تصاویر با روشنایی کم با نواحی برخورد می کنیم که روشنایی نسبتاً طبیعی دارند، بدین معناست که بعضی مناطق برای چشم انسان قابل قبول هستند و ممکن است رتینکس این مناطق را خراب کند. در نور طبیعی، نواحی که دارای روشنایی بالا هستند در رتینکس به روشنایی متوسط نزدیک می شوند و از روشنایی آنها کاسته می شود. در حقیقت رتینکس تمایل دارد روشنایی تمام پیکسل ها را به مقدار متوسط یعنی ۰/۵ نزدیک کند. این اثر می تواند تاثیر خوبی در نواحی با روشنایی کم داشته باشد اما در نواحی با روشنایی بالا به خوبی عمل نمی کند. بنابراین برای مشخص کردن تاریک یا روشن بودن پیکسل فعلی از رابطه (۶-۴) استفاده می کنیم.

$$H_i(x, y) = \max_{i=1,2,3} L_i(x, y) \quad (6-4)$$

در نواحی با روشنایی کم، روشنایی هر سه باند رنگ، کم خواهد بود. بنابراین می‌توانیم با استفاده از بیشترین روشنایی در بین این سه باند روشنایی این ناحیه را تخمین بزنیم. برای محاسبه میزان روشنایی از رابطه (۷-۴) استفاده می‌کنیم.

$$W_i^*(x, y) = 1 - H_i(x, y) \quad (۷-۴)$$

در نهایت وزن کلی را از طریق ضرب ساده از رابطه (۸-۴) محاسبه می‌کنیم.

$$W_i(x, y) = W_i^*(x, y) \cdot W_i^*(x, y) \quad (۸-۴)$$

و رابطه نهایی برای محاسبه رتینکس چند مقیاسی به صورت (۹-۴) خواهد بود.

$$I_i(x, y) = F_i(x, y) \cdot W_i(x, y) + S_i(x, y) \cdot (1 - W_i(x, y)) \quad (۹-۴)$$

که در آن:

$$F_i(x, y) = \sum_{n=1}^N W_n \cdot \{Merf(S_i(x, y)) - Merf(S_i(x, y) * M_n(x, y))\} \quad (۱۰-۴)$$

۴-۵- جمع‌بندی

روش پیشنهادی بهسازی تصویر در این فصل، استفاده از روش رتینکس چند مقیاسی ترکیبی می‌باشد که مشکلات بهسازی رتینکس چند مقیاسی اصلی را برطرف می‌سازد.

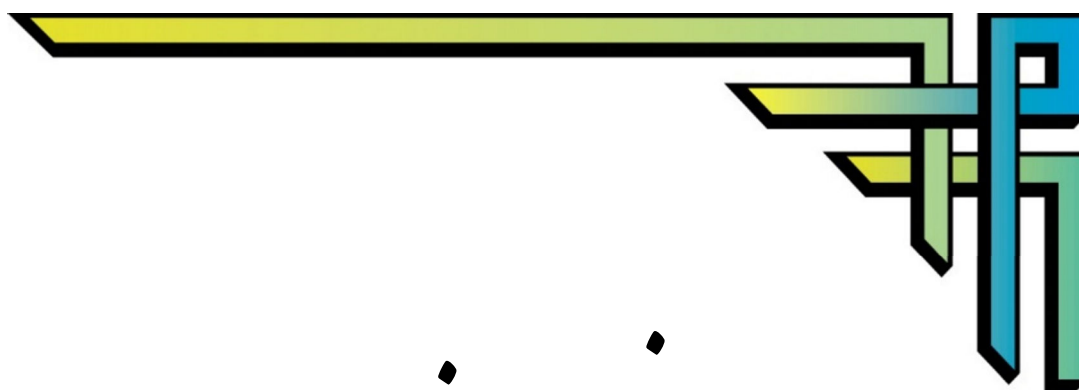
جهت ارائه روش مناسب بهسازی تصویر پلاک در شرایط روشنایی کم، ابتدا نشان داده شد که در رتینکس تابع خطا مانند تابع لگاریتمی عمل می‌کند با این تفاوت که تابع خطا نیازی به پردازش پیش‌نمایش و همچنین نیاز به قطع ندارد. این تابع اطلاعات را بهتر محدود به باند می‌کند و روشنایی را نزدیک به این باندها فشرده می‌سازد. به این دلیل اطلاعات حذف نمی‌شود و از بین نمی‌روند.

با توجه به تقویت نویز در این روش از یک روش ساده برای حذف نویز استفاده می‌شود. عملیات حذف نویز به طور قابل توجهی نویز نواحی تاریک را کاهش می‌دهد. برای این کار، قبل از اجرای عملیات رتینکس، عملیات حذف باید روی نواحی کوچک اعمال شود.

پس از عملیات حذف نویز، مرحله حفظ نواحی روشن که می‌تواند تاثیر زیادی در بهسازی تصویر داشته باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نتیجه این روش رسیدن به تصاویر واضح و باکیفیت می‌باشد. یک مورد از نتایج شبیه سازی در شکل (۳-۴) نشان داده شده است.



شکل ۳-۴- نتیجه شبیه سازی روش پیشنهادی



فصل پنجم

نتایج و پیشنهادها

۵-۱- مقدمه

در این پایان‌نامه، رویکرد جدیدی را برای بازیابی و بهسازی تصویر پلاک خودرو در شرایط روشنایی کم به کمک روش رتینکس پیشنهاد داده‌ایم.

با استفاده از این روش توانستیم پس از استفاده از یک تابع خطای خاص به جای تابع لگاریتمی، اطلاعات مفید تصویر را حفظ کرده و در ادامه، نویز تصویر را تا حد قابل قبولی حذف کنیم.

در این روش با ارزیابی معیارهای مختلف به این نتیجه رسیدیم که برای یکنواخت کردن روشنایی در پلاک خودرو روش پیشنهادی نتایج قابل قبولی را به دست آورده است. این روش باعث کاهش احتمال تشخیص نادرست نویسه‌های پلاک شده است. روش پیشنهادی به عنوان یک پیش پردازش ضروری برای سیستم‌های تشخیص خودکار پلاک قابل استفاده است.

در این فصل ابتدا به معرفی پایگاه داده پرداخته شده است، پس از آن بررسی نتایج روش پیشنهادی بر روی پایگاه داده و مقایسه روش پیشنهادی با رتینکس تعمیم یافته بر روی سیستم گروه گلبافان و گروه شرکت شهاب انجام شده است.

هدف از این فصل بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج روش ارائه شده، می باشد.

۵-۲- پایگاه داده

متأسفانه پایگاه داده استاندارد برای پلاک‌های سایه دار موجود نیست. پایگاه داده‌ای که تهیه کرده‌ایم شامل ۸۰ تصویر در شرایط روشنایی کم است. در شکل (۵-۱) نمونه‌های از این پایگاه نشان داده شده است.



شکل ۵-۱ نمونه‌هایی از تصاویر پایگاه داده

۵-۳- بررسی کیفی نتایج

در این بخش نتایج به‌دست آمده از روش پیشنهادی را به نمایش می‌گذاریم و به بررسی و مقایسه آن‌ها می‌پردازیم.

نتایج به‌دست آمده برای پایگاه تصویر از روش پیشنهادی را با روش معمول رتینکس تعمیم‌یافته به صورت دیداری (کیفی) و کمی مقایسه کرده‌ایم. نتایج تصاویر بهسازی شده مبتنی بر روش پیشنهادی و مبتنی بر روش رتینکس تعمیم‌یافته در شکل (۵-۲) ارائه شده است.



شکل ۵-۲- مقایسه دیداری روش پیشنهادی با روش رتینکس تعمیم یافته، تصاویر (الف) نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی و تصاویر (ب) نتایج رتینکس تعمیم یافته بر روی ورودی ها را نشان می دهد.

همان طور که در شکل مشاهده می شود روش پیشنهادی روشنایی تصویر را به صورت قابل ملاحظه ای بهبود داده است.

۵-۴- تشخیص پلاک

اگرچه سیستم‌های خودکار تشخیص پلاک خودرو پیشرفت‌های زیادی در دهه‌های اخیر داشته‌اند، اما هنوز مشکلاتی مانند سازگاری این سیستم‌ها با شرایط محیطی مختلف باقی مانده است.

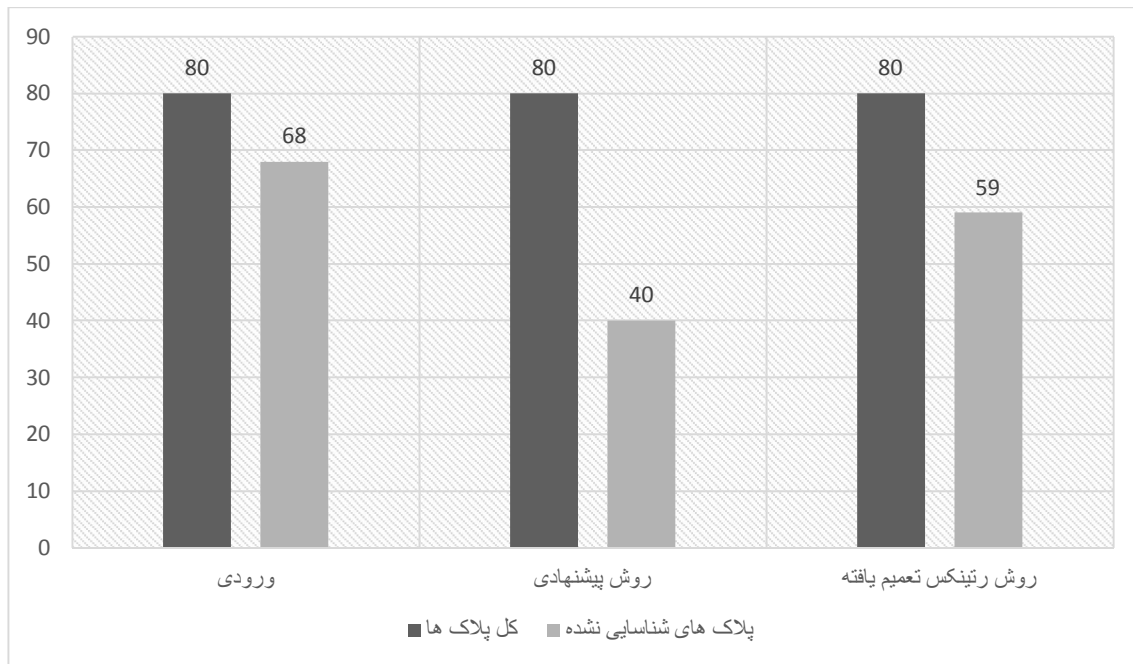
به عنوان مثال اگر تصویر گرفته شده تاریک باشد، سیستم‌های موجود کارایی لازم را ندارند. بهسازی روشنایی یک پیش‌پردازش ضروری برای سیستم‌های خودکار تشخیص پلاک خودرو است. در شکل (۳-۵) نمونه‌ای از مکان‌یابی پلاک با استفاده از روش مرجع [۴۱] نشان داده شده است.



شکل ۳-۵- مکان‌یابی پلاک، مکان‌یابی محل پلاک توسط برنامه تشخیص مکان پلاک خودروهای فارسی

در این بخش تصاویر توسط سیستم بازشناسی پلاک گروه گلبافان^۸ و سیستم شرکت شهاب مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از روش پیشنهادی به عنوان یک پیش‌پردازش باعث بهبود استخراج نویسه و افزایش درستی نتایج این سیستم شده است. در شکل (۴-۵) در بررسی ۸۰ تصویر از پلاک خودروها، تصاویر ورودی اصلی بعد از اعمال مستقیم به سیستم بازشناسی پلاک گروه گلبافان، ۶۸ پلاک را از دست داده و پس از اعمال روش پیشنهادی بر روی تصاویر ورودی ۴۰ پلاک را شناسایی نکرده است و روش بعد از اعمال روش رتینکس تعمیم‌یافته بر روی تصاویر ورودی ۵۹ پلاک را شناسایی نکرده است.

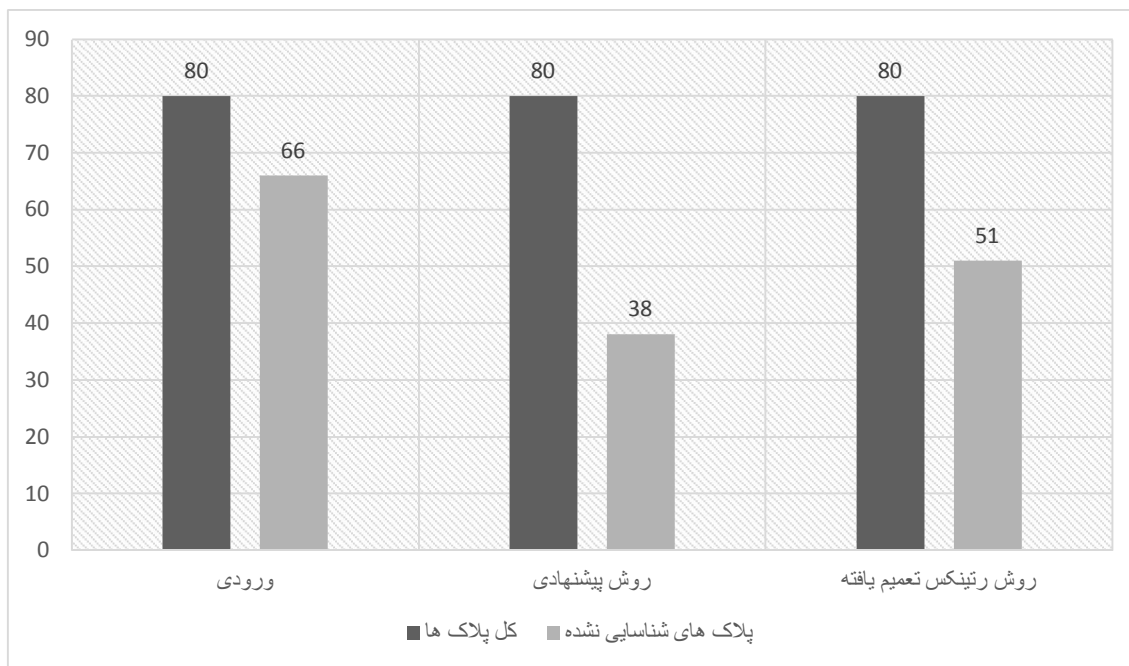
^۸<http://golbafan.webs.com>



شکل ۵-۴- نمودار پلاک‌های خودرو که به اشتباه در سیستم گروه گلبافان تشخیص داده شده یا کلاً تشخیص داده

نشده‌اند

در سیستم بازشناسی پلاک شرکت شهاب تصاویر مورد بررسی قرار گرفته و استفاده از روش پیشنهادی به عنوان یک پیش‌پردازش باعث بهبود استخراج نویسه و افزایش درستی نتایج این سیستم شده است. در شکل (۵-۵) از تعداد ۸۰ تصویر از پلاک خودروها، تصاویر ورودی اصلی بعد از اعمال مستقیم به سیستم بازشناسی پلاک گروه گلبافان ۶۶ پلاک را از دست داده و پس از اعمال روش پیشنهادی بر روی تصاویر ورودی ۳۸ پلاک را شناسایی نکرده است و روش بعد از اعمال روش رتینکس تعمیم‌یافته بر روی تصاویر ورودی ۵۱ پلاک را شناسایی نکرده است.



شکل ۵-۵- نمودار پلاک‌های خودرو که به اشتباه در سیستم بازشناسی پلاک شرکت شهاب که تشخیص داده شده‌اند.

۵-۵-مقایسه کمی

در این پایان‌نامه از دو معیار شاخص شباهت ساختاری^۹ (SSIM) و حداکثر نسبت سیگنال به نویز^{۱۰} (PSNR) برای ارزیابی کیفیت تصاویر خروجی استفاده شده است. PSNR با واحد (dB) سنجیده می‌شود. مقدار بالاتر PSNR نشان دهنده کیفیت بالاتر بهسازی است. SSIM معیار دیگری برای تشخیص کیفیت تصویر است که ساختارهای تصویر اصلی و تصویر بهسازی شده را مقایسه می‌کند.

حداکثر نسبت سیگنال به نویز یک پارامتر برای بررسی میزان نویز یک تصویر می‌باشد. این پارامتر به صورت رابطه (۵-۱) تعریف می‌شود.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX_i^2}{MSE} \right) \quad (۵-۱)$$

^۹Structural-Similarity index

^{۱۰}PSNR- Peak Signal to Noise Ratio

که در آن MAX_i بیشترین مقدار پیکسل می‌باشد و MSE معیار خطای میانگین است که کاربرد زیادی در پردازش سیگنال یک بعدی و دو بعدی (تصویر) برای سیگنال‌های حاصل شده دارد که از مدل دو بعدی آن در پردازش تصویر به صورت معادله (۲-۵) تعریف می‌شود.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (G_{org}(i,j) - G_{denoise}(i,j))^2 \quad (2-5)$$

که در آن M و N ابعاد تصویر هستند، G_{org} تصویر مورد بررسی و $G_{denoise}$ تصویر بهسازی شده می‌باشد. واضح است که در این رابطه مقدار کمتر به دست آمده برای MSE نشان دهنده نزدیک‌تر بودن تصویر بهسازی شده به تصویر اصلی است.

فرم کلی شاخص SSIM به صورت معادله (۳-۵) می‌باشد.

$$SSIM(I,J) = \frac{(\mu_I \mu_J + C1)(\sigma_{IJ} + C2)}{(\mu_I^2 + \mu_J^2 + C1)(\sigma_I^2 + \sigma_J^2 + C2)} \quad (3-5)$$

که $\mu_I = 1/N \sum_{i=1}^N I_i$ میانگین شدت در تصویر I و $\sigma_{IJ} = 1/(N-1) \sum_{i=1}^N (I_i - \mu_I)(I_j - \mu_J)$ انحراف معیار است. C1 و C2 دو ثابت هستند که نتیجه آنها پایداری خروجی خواهد بود وقتی که $\mu_I^2 + \mu_J^2$ خیلی نزدیک به صفر باشد. هر چقدر مقدار SSIM بیشتر باشد کارایی روش بالاتر است.

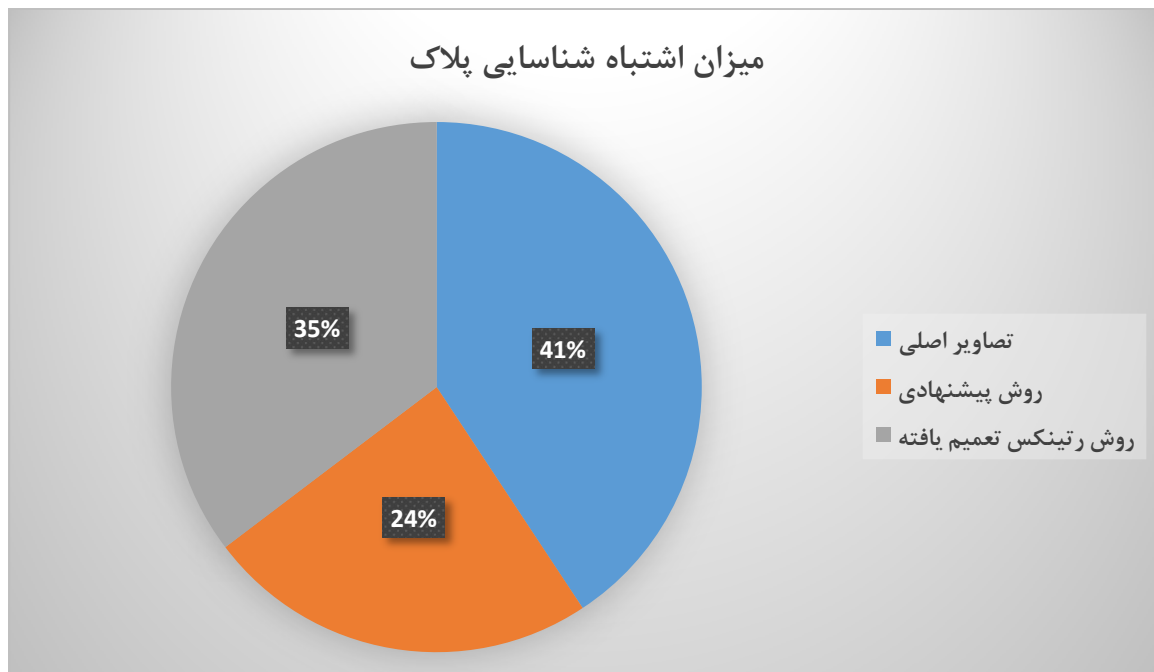
در پایان نامه از تصویر در شرایط روشنایی مناسب به عنوان تصویر مورد بررسی و از روش پیشنهادی برای بهسازی تصویر استفاده شده است.

مقدار میانگین PSNR برای ۱۵ عکس در شرایط روشنایی مناسب و تصویر بهسازی شده با روش پیشنهادی برابر ۲۸/۳۱ و برای تصویر بهسازی شده با روش مبتنی بر رتینکس تعمیم‌یافته برابر ۲۵/۵۳ به دست آمد.

مقدار میانگین SSIM برای ۱۵ عکس در شرایط روشنایی مناسب و تصویر بهسازی شده با روش پیشنهادی برابر با ۰/۷۸ و با روش مبتنی بر رتینکس تعمیم یافته برابر ۰/۶۳ به دست آمد.

۵-۶- مقایسه احتمال تشخیص نادرست پلاک

نمودار شکل (۵-۶) میزان تشخیص نادرست بین ورودی‌های مختلف را نسبت به هم بیان می‌کند. که روش پیشنهادی نسبت به ورودی اصلی و روش رتینکس تعمیم یافته به میزان کمتری دچار اشتباه می‌شود. روش پیشنهادی ۵۰ درصد دچار خطا شده است. در شکل (۵-۶) میزان اشتباه شناسایی پلاک توسط سیستم بازشناسی پلاک گروه گلبافان قبل و بعد از اعمال روش پیشنهادی نمایش داده شده

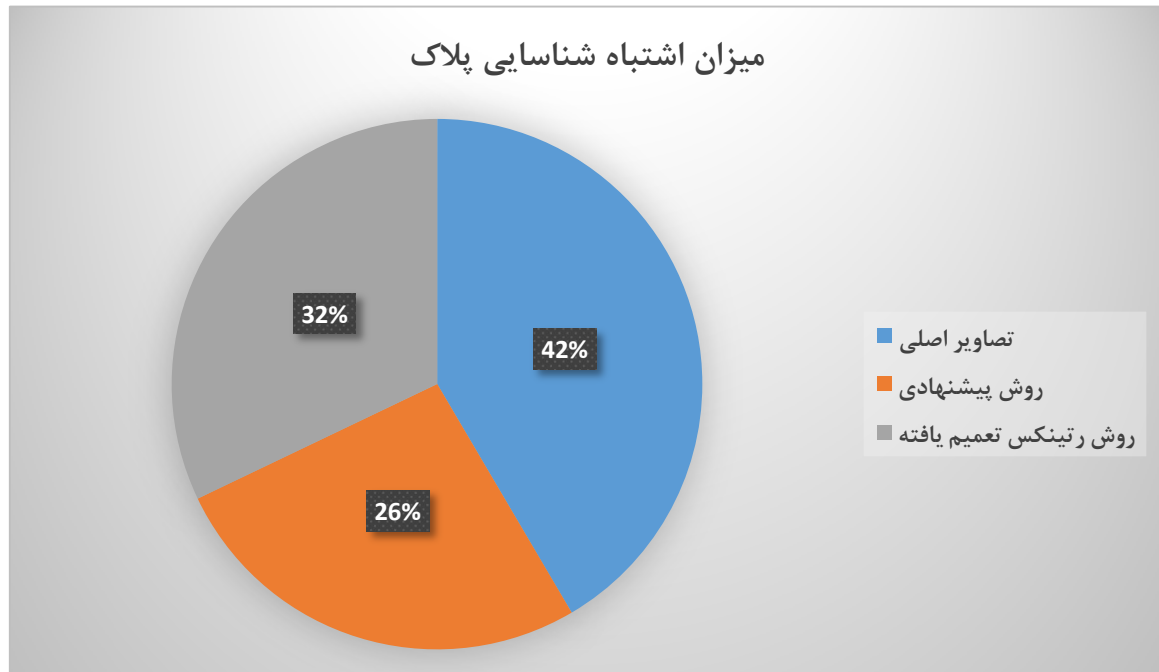


است.

شکل ۵-۶- نمودار تخمین بصری از احتمال تشخیص نادرست پلاک در سیستم گلبافان، این نمودار تخمین بصری از احتمال تشخیص نادرست انواع خروجی‌های پلاک نسبت به یکدیگر در سیستم گروه گلبافان است.

همانطور که مشاهده می‌شود روش پیشنهادی ۲۴ درصد خطاهای شناسایی پلاک را به خود اختصاص داده است.

در شکل (۷-۵) میزان اشتباه شناسایی پلاک توسط سیستم بازشناسی پلاک گروه شرکت شهاب قبل و بعد از اعمال روش پیشنهادی نمایش داده شده است.



شکل ۷-۵- نمودار تخمین بصری از احتمال تشخیص نادرست پلاک در سیستم شرکت شهاب، این نمودار تخمین بصری از احتمال تشخیص نادرست انواع خروجی‌های پلاک نسبت به یکدیگر در سیستم گروه شرکت شهاب است.

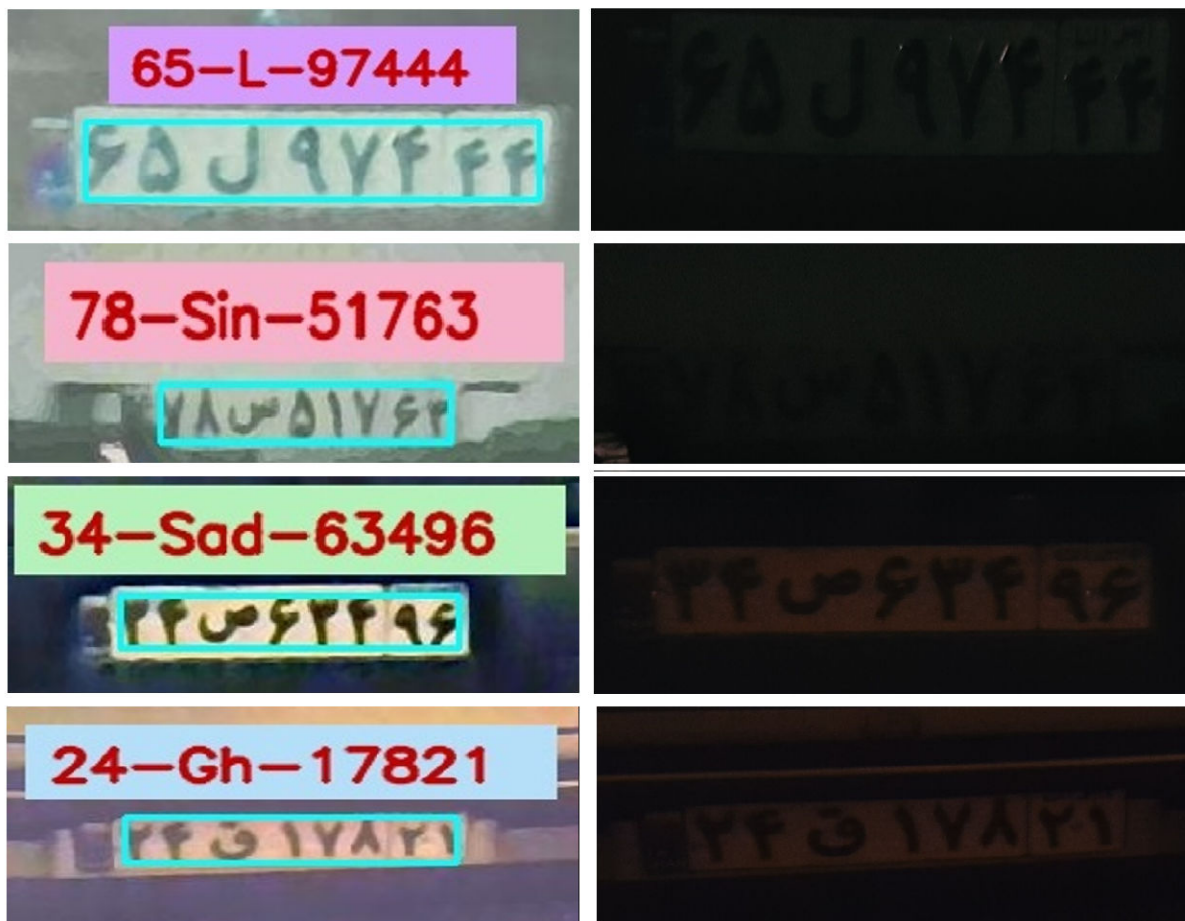
همانطور که مشاهده می‌شود روش پیشنهادی ۲۶ درصد خطاهای شناسایی پلاک را به خود اختصاص داده است.

در شکل (۸-۵):

قسمت (الف) نمونه‌هایی از تصاویر پایگاه داده را نشان می‌دهد که به سیستم شناسایی خودکار پلاک داده شده است. پلاک‌ها تشخیص داده نشده‌اند.

تصاویر قسمت (الف) را پس از اعمال به روش پیشنهادی دوباره به سیستم تشخیص پلاک داده‌ایم. نتایج در قسمت (ب) همین شکل نمایش داده شده است.

پس از بهسازی تصویر از پلاک خودرو و یکنواخت کردن روشنایی در پلاک همانطور که در شکل مشاهده می‌شود سیستم تشخیص پلاک توانسته نویسه‌ها را به خوبی تشخیص داده و استخراج کند.



ب

الف

شکل ۵-۸- (الف) تصاویر اصلی که تشخیص داده نشده‌اند. تصاویر (ب) پس از اعمال به روش پیشنهادی که سیستم تشخیص پلاک شرکت شهاب توانسته نویسه‌ها را به خوبی تشخیص داده و استخراج کند.

۵-۷- جمع‌بندی

جهت انجام این پایان‌نامه، ابتدا نشان داده شد که در رتینکس تابع خطا مانند تابع لگاریتمی عمل می‌کند با این تفاوت که تابع خطا نیازی به پیش پردازش و به قطع ندارد.

عملیات حذف نویز می‌تواند به طور قابل توجهی نویز نواحی تاریک را کاهش دهد. همچنین حفظ نواحی روشن می‌تواند تاثیر زیادی در بهسازی تصویر داشته باشد. تصاویر قبل از ذخیره فشرده‌سازی می‌شوند.

به عنوان پژوهشی در آینده، یک از عواملی که در شرایط روشنایی غیریکنواخت در تصاویر که باعث تخریب نویسه‌ها می‌شود، بازتابش زیاد از خودرو است، همچنین یکی دیگر از مشکلات یکسان نبودن



سطح تاریکی بر روی نویسه‌های پلاک است که تکمیل کردن پایگاه داده و ارائه‌روشی که قادر به بهسازی مناسب برای این تصاویر باشد. در شکل‌های (۵-۹) و (۵-۱۰) نمونه‌ای از تصاویر برای پیشنهاد‌های آینده آورده شده است.

شکل ۵-۹- تصویر با بازتاب روشنایی زیاد



شکل ۵-۱۰- تصویر با تاریکی غیر یکنواخت

- [1] Lei, B. and L.-Q. Xu, Real-time outdoor video surveillance with robust foreground extraction and object tracking via multi-state transition management. *Pattern Recognition Letters*, 2006. 27(15): p. .1825-1816
- [2] Guo, R., Q. Dai, and D. Hoiem. Single-image shadow detection and removal using paired regions. in *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2011IEEE Conference on. 2011. IEEE.
- [3] Sirmacek, B. and C. Unsalan. Building detection from aerial images using invariant color features and shadow information. in *Computer and Information Sciences*, 2008. ISCIS'08. 23rd International Symposium on. 2008. IEEE.
- [4] Kriegman, D.J. and P.N. Belhumeur, What shadows reveal about object structure. *JOSA A*, 2001. 18(8): p. .1813-1804
- [5] Rivera, A.R., B. Ryu, and O. Chae, Content-aware dark image enhancement through channel division. *IEEE transactions on image processing*, 2012. 21(9): p. .3980-3967
- [6] Ghimire, D. and J. Lee, Nonlinear transfer function-based local approach for color image enhancement. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2011. .(2)57
- [7] Parthasarathy, S. and P. Sankaran. Fusion based multi scale RETINEX with color restoration for image enhancement. in *Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, 2012International Conference on. .2012IEEE.
- [8] Bronte, S., L.M. Bergasa, and P.F. Alcantarilla. Fog detection system based on computer vision techniques. in *Intelligent Transportation Systems*, 2009. ITSC'09. 12th International IEEE Conference on. 2009. IEEE.
- [9] Zhang, C., L.-n. Ma, and L.-n. Jing. Mixed Frequency domain and spatial of enhancement algorithm for infrared image. in *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 9 2012th International Conference on. 2012. IEEE.
- [10] Jung, S.-W., J.-Y. Jeong, and S.-J. Ko, Sharpness enhancement of stereo images using binocular just-noticeable difference. *IEEE Transactions on Image Processing*, 2012. 21(3): p. .1199-1191
- [11] Zhang, H., et al. Muti-scale image enhancement based on properties of human visual system. in *Image and Signal Processing (CISP)4 2011 ,th International Congress on*. 2011. IEEE.
- [12] Jha, R.K., R. Chouhan, and P. Biswas. Noise-induced contrast enhancement of dark images using non-dynamic stochastic resonance. in *Communications (NCC)*, 2012 National Conference on. 2012. IEEE.

- [13] Hasikin, K. and N.A.M. Isa. Enhancement of the low contrast image using fuzzy set theory. in Computer Modelling and Simulation (UKSim), 2012UKSim 14th International Conference on. 2012. IEEE.
- [14] Fang, X., et al. A method to improve the image enhancement result based on image fusion. in Multimedia Technology (ICMT), 2011International Conference on. 2011. IEEE.
- [15] Yun, H.-j., et al., A Novel Enhancement Algorithm Combined with Improved Fuzzy Set Theory for Low Illumination Images. Mathematical Problems in Engineering, 2016. .2016
- [16] Fotiadou, K., G. Tsagkatakis, and P. Tsakalides. Low light image enhancement via sparse representations. in International Conference Image Analysis and Recognition. 2014. Springer.
- [17] Yoo, Y., J. Im, and J. Paik, Low-light image enhancement using adaptive digital pixel binning. Sensors, 2015. 15(7): p. .14931-14917
- [18] Li, L., et al. A low-light image enhancement method for both denoising and contrast enlarging. in Image Processing (ICIP), 2015IEEE International Conference on. 2015. IEEE.
- [19] Lee, H.-G., S. Yang, and J.-Y. Sim. Color preserving contrast enhancement for low light level images based on Retinex. in Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA), 2015Asia-Pacific. 2015. IEEE.
- [20] Niu, S., et al., Improvement of low illumination image enhancement algorithm based on physical mode. BioTechnology: An Indian Journal, 2014. .(22)10
- [21] Guo, X. LIME: A Method for Low-light IMage Enhancement. in Proceedings of the 2016ACM on Multimedia Conference. 2016. ACM.
- [22] Salvador, E., A. Cavallaro, and T. Ebrahimi. Shadow identification and classification using invariant color models. in Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2001. Proceedings.(ICASSP'01). 2001IEEE International Conference on. 2001. IEEE.
- [23] Finlayson, G.D., S.D. Hordley, and M.S. Drew. Removing shadows from images. in European conference on computer vision. 2002. Springer.
- [24] Finlayson, G.D., M.S. Drew, and C. Lu, Entropy minimization for shadow removal. International Journal of Computer Vision, 2009. 85(1): p. .57-35
- [25] Yang, Q., K.-H. Tan, and N. Ahuja, Shadow removal using bilateral filtering. IEEE Transactions on Image processing, 2012. 21(10): p. .4368-4361
- [26] Matsushita, Y., D. Miyazaki, and K. Ikeuchi. Interactive shadow removal from a single image using hierarchical graph cut. in Proc. Asian Conf. on Computer Vision'09. .2009

- [27] Zhu, X., et al., Shadow removal based on YCbCr color space. *Neurocomputing*, 2015. 151: p. 258-252
- [۲۸] کاملي, و. ه. گرايلو, استفاده از روش retinex براي بهبود كيفيت تصاوير پلاك خودرو, دومين همایش يافته هاي نوين هوافضا, مکانیک و علوم وابسته. 1395, مرکز همکاري هاي فناوري و نوآوری رياست جمهوري.
- [29] Guo, R., Q. Dai, and D. Hoiem, Paired regions for shadow detection and removal. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 2013. 35(12): p. 2956-2967
- [30] Murali, S. and V. Govindan, Shadow detection and removal from a single image using LAB color space. *Cybernetics and information technologies*, 2013. 13(1): p. 95-103
- [31] Salamati, N., A. Germain, and S. Siisstrunk. Removing shadows from images using color and near-infrared. in *Image Processing (ICIP), 18 2011th IEEE International Conference on*. 2011. IEEE.
- [32] Sasi, R.K. and V. Govindan, Fuzzy split and merge for shadow detection. *Egyptian Informatics Journal*, 2015. 16(1): p. 35-29
- [33] Wu, T.-P., et al., Natural shadow matting. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 2007. 26(2): p. 8
- [34] Huang, S.-C., F.-C. Cheng, and Y.-S. Chiu, Efficient contrast enhancement using adaptive gamma correction with weighting distribution. *IEEE Transactions on Image Processing*, 2013. 22(3): p. 1041-1032
- [35] Wazalwar, D., E. Oruklu, and J. Saniie, A design flow for robust license plate localization and recognition in complex scenes. *Journal of Transportation Technologies*, 2012. 2(01): p. 13
- [36] Kang, G., Digital image processing. *Quest*, vol. 1, Autumn 1977, p. 20-2., 1977. 1: p. 20-2
- [37] Barrow, H. and J. Tenenbaum, Computer vision systems. *Computer vision systems*, 1978. 2
- [38] Rahman, Z.-u., D.J. Jobson, and G.A. Woodell, Retinex processing for automatic image enhancement. *Journal of Electronic Imaging*, 2004. 13(1): p. 110-100
- [39] Rahman, Z.-u., D.J. Jobson, and G.A. Woodell. Multi-scale retinex for color image enhancement. in *Image Processing, 1996. Proceedings., International Conference on*. 1996. IEEE.
- [40] Jobson, D.J., Z.-u. Rahman, and G.A. Woodell, Properties and performance of a center/surround retinex. *IEEE transactions on image processing*, 1997. 6(3): p. 451-462

- [41] Faradji, F., A.H. Rezaie, and M. Ziaratban. A morphological-based license plate location. in Image Processing, 2007. ICIP 2007. IEEE International Conference on. 2007. IEEE.

Abstract

Intelligent transport systems have been presented as an inevitable solution for traffic problems and loss of time, money and lives, the ability to identify the offending car and law enforcement surveillance on that case, is vital. enhancing illumination and ambiguity elimination is One of the cases that the license plate image recognition algorithms is considered. weakly illumination images, is causing problems in image processing. Thus far, techniques and different algorithms are used to enhancing illumination. In this thesis, a pre-processing to correct low light image of plate is presented. Retinex method for correcting the brightness for the first time on the Persian plates were used and acceptable results have been achieved. The output of this pre-processing application have been given to plate recognition application of Golbafan group and have been improved the results. the probability of false detection of license plate in the Farsi Golbafan group system decreased from the 85% to 11.25%.

Key words: intelligent transportation systems, correcting the brightness, Retinex,



Shahrood University of Technology

Faculty of Electrical and Robotics Engineering

MSc Thesis in Telecommunication system

**License plate image enhancement in weakly illuminated
conditions**

By : Ashkan Shafiee

Supervisor:

Dr. Hadi Grailu

Octobr 2017