نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال هفتم، شماره نخست، بهار ۱۳۹۸

Vol.7, No.1, Spring 2019

۱ -۲۳

مقاله پژوهشی

حذف سایه خودروها در تصاویر ویدئویی با استفاده از ویژگی آنتروپی و فاصله اقلیدسی

علی کرمی[*۱]، مسعود ورشوساز[۲]،محسن سریانی[۳]، محمد شکری[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری، دانشکده نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشیار گروه فتوگرامتری و سنجش از دور، دانشکده نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۳- دانشیار گروه هوش مصنوعی ، دانشکده کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشکده نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۰۳

چکیده

تشخیص حرکت خودرو در تصاویر ویدئویی به‌عنوان یک موضوع کلیدی در مباحث بینایی کامپیوتر محسوب می‌گردد. در سال‌های اخیر، روش‌های گوناگونی به‌منظور استخراج خودروها پیشنهادشده است. یکی از مشکلات اصلی تشخیص خودروها در سیستم‌های پردازش تصویر، سایه خودروها است. سایه خودروها به‌دلیل پیوستگی که با خود خودرو دارند، باعث تغییر ظاهر واقعی خودرو و همچنین اتصال خودروهای اطراف به یکدیگر می‌شوند. هدف اصلی در این تحقیق ارائه یک روش بهینه در زمینه حذف سایه خودروها با استفاده از ویژگی آنتروپی و فاصله اقلیدسی می‌باشد. با استفاده از ویژگی‌های یاد شده، به هرکدام از پیکسل‌های تصویر یک وزن اختصاص داده می‌شود. وزنی که به پیکسل‌های مربوط به قسمت سایه و سطح آسفالت(پس‌زمینه) اختصاص داده می‌شوند خیلی نزدیک به هم هستند. زمانی که از عمل تفاضل پس‌زمینه استفاده می‌شود، سایه‌ها به همراه پس‌زمینه استخراج و حذف خواهد شد. در این تحقیق از سه پایگاه داده جهت پیاده‌سازی و ارزیابی استفاده‌شده است. از شاخص‌های دقت کلی، نرخ تشخیص درست و اشتباه، و همچنین دقت تشخیص و ردیابی چند عارضه‌ای برای نشان دادن دقت و صحت در شناسایی خودروها، استفاده شده است. با استفاده از این معیارها روش پیشنهادی با دو روش دیگر که در زمینه حذف سایه خودروها می‌باشند، مورد مقایسه قرار گرفته شد. نتایج نشان داد که روش پیشنهادی بسته به نوع شاخص بین ۳ تا ۱۲درصد دقت نتایج متغییر می‌باشد.

کلید واژه‌ها : شناسایی خودرو ، سایه، آنتروپی ، فاصله اقلیدسی.

[*] نویسنده مکاتبه کننده: تهران – دانشکده نقشه برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی

تلفن: ۰۹۱۸۷۸۳۹۰۸۶

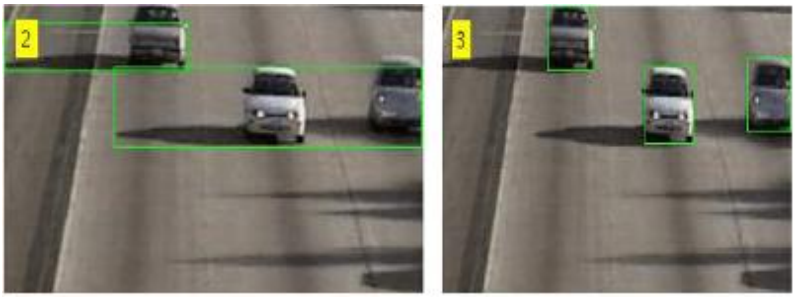
Email: ali.karami.surveying@gmail.com

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

۱- مقدمه

امروزه استفاده از سیستم‌های نظارتی برای کنترل و بالا بردن امنیت کاربرد فراوانی پیداکرده است. این سیستم‌ها به‌طور اتوماتیک و بر حسب نیاز، افراد و اشیاء متفاوت را در شرایط متفاوت جستجو و پیدا می‌کنند. یکی از این شرایط، جستجو و تشخیص خودروها است[۱]. در این سیستم‌ها خودروها عموماً تنها قسمت‌های مورد علاقه در یک فریم ویدئو هستند. کشف و ردیابی خودروها نقشی اساسی در سیستم‌های سطح بالای بینایی ماشین مانند سیستم‌های نظارتی، کنترل ترافیک، کنترل صنعتی و غیره دارند. لذا ارائه روش‌هایی که کشف و ردیابی خودروها را با دقت و سرعت مطلوبی انجام دهند از اهمیت بالایی برخوردار بوده و باعث افزایش کارایی این سیستم‌ها خواهد شد[۲]. یکی از مشکلات تشخیص خودروها در سیستم‌های پردازش تصویر، سایه خودروها است. در شکل(۱) نمونه‌ای از این مشکلات سایه در شناسایی خودروها نمایش داده‌شده است.



شکل ۱: شخیص خودرو. تصویر سمت چپ با سایه (تشخیص دو خودرو به جای سه خودرو)و تصویر سمت راست بدون سایه(تشخیص صحیح خودروها)

همانگونه که در شکل(۱) نشان داده شده است، می‌توان فهمید که بین سایه یک خودرو با خود خودرو اتصال و پیوستگی دارد که این حالت باعث ایجاد دو نوع مشکل می‌شود. اول اینکه قیافه و ظاهر واقعی خودرو به دلیل این پیوستگی از بین می‌رود و تمام خصوصیات هندسی خودرو را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درنتیجه تشخیص محل خودرو و بخش‌بندی تصویر براساس خودروها را دچار مشکل می‌کند. دوم اینکه سایه یک یا چند خودرو در تصویر ممکن است باعث اتصال خودروها به یکدیگر شده و آنها به‌عنوان یک خودرو تشخیص داده شوند[۳]. این موارد باعث ایجاد مشکلات زیادی در سیستم‌های نظارتی و سیستم‌های کنترل ترافیک مانند شمارش خودروها، تخمین مکان خودروها و تحلیل رفتار و تفکیک شود که کار را سخت و گاهی غیر ممکن می‌کند. بنابرین با شناخت سایه‌ها و همچنین براساس خصوصیات و ویژگی‌های که سایه‌ها دارند، می‌توان سایه را شناسایی و حذف کرد.

روش‌های مختلفی تاکنون جهت حذف سایه ارائه شده است. به‌عنوان مثال دو روش *NCC* [۱] [۴]و *HSVC* [۲] [۵] که به‌ترتیب با استفاده از نزدیکترین شباهت و اطلاعات رنگی در فضای رنگی *HSV* به‌دست می‌آید.

هدف اصلی در این تحقیق ارائه یک روش نوین در زمینه حذف سایه خودروها می باشد که همان گونه که در بخش‌های بعدی گفته خواهد شد با استفاده از ویژگی آنتروپی و فاصله اقلیدسی صورت می‌گیرد.

ساختار کلی مقاله در ادامه به این صورت است که در بخش دوم به تحقیقات پیشین پرداخته شده است. بخش سوم مبانی و تئوریک روش پیشنهادی ارائه شده است. در بخش چهارم مراحل پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی انجام شده است. در بخش پنجم

1. Normalized Cross Correlation
2. HSV color

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

نتایج ارزیـابی و مقایسـات ارائـه شـده اسـت. نهایتـا در بخش ششم یک جمع‌بندی کلی صورت گرفته است.

۲- پیشینه تحقیق

روش‌هـای گونـاگونی تـاکنون بـرای تشـخیص صـحیح خودروهـا و حـذف سـایه خودروهـا توسـط محققـین ارائه‌شده است. بـه‌عنـوان‌مثـال [۶] از روشـی براسـاس رویکرد تشخیص چرخ‌های خودرو استفاده کـرده اسـت. این روش فرضیات زیادی را درنظر می‌گیرد و ایـن امـر باعث پایین امدن انعطاف‌پذیری جهت تشخیص خـودرو شده است. این فرض باعث بروز خطا و اشتباهات زیادی می‌باشد.

پراتـــی و میکیـــک[۲] از الگـــوریتم یادگیرنـــده‌ای استفاده کرده‌اند که می‌تواند سایه‌ها را بـا انـدازه‌گیـری تـأثیر سـایه بـر صـحنه مشـخص تشـخیص دهـد. فرض کرده‌اند که نقطه سایه مقدار تاریکتری نسبت بـه نقطـه معمـول(وقتی نـور مسـتقیم بـه آن مـی‌تابـد) را داراست و تاریکی آن با استفاده از یک مـاتریس قطـری می‌تواند حساب شود.مشکل این این است که در بعضـی مواقع که شدت منبع نوری ضعیف باشد درصد تـاریکی سایه‌ها هم کمتر می‌شود که در این‌صـورت دقـت روش ارائه شده به‌شدت کاهش پیدا می‌کند.

لـوین و پاتوچریـا [۷] از *SVM* بـرای مشـخص کـردن محدوده سایه اسـتفاده کـرده‌نـد. در مقایسـه بـا دیگـر روش‌های شرح داده شده، روش آنهـا بـه هـیچ دانشـی در مـورد صـحنه، نـورپردازی و اشـیاء احتیـاج نـدارد. همچنین غیر از این، از تشخیص الگو برای دسته‌بنـدی محدوده‌های سایه استفاده کرده‌انـد. مشـابه ایـن روش، گوا و همکاران[1] [۸] و همچنـین لیـو و همکـاران[2] [۹] در سـال ۲۰۱۱ روشـی مبتنـی بـر *SVM* ارائـه کردنـد. که با استفاده از یک طبقـه‌بنـدی منـاطق سـایه و غیـر سایه را از هم متمایز می‌کرد. اگرچه مشکلات روش‌های قبلی را برطرف کرده‌است اما مشکل اصلی این روش‌هـا طبقـه‌بنـدی اشـتباه در برخـی مواقـع و بـرای برخـی خودروها جوابگو نمی‌باشد. [۱۰].

چی و همکاران[3] [۱۱] در سال ۲۰۱۴ یـک روش مـوثر برای حذف سایه‌ها ارائـه کـرده‌انـد. دراین روش بـرای استخراج سایه‌ها ابتدا باید بـا اسـتفاده از روش *GMM*[4] یک مدل پس‌زمینه استخراج شود. سپس نسبت شـدت بهبود یافته[5] حساب می‌شود و از طریق آن هم می‌تـوان پیکسل‌های اشتباه را شناسایی کرد. ایـن روش علیـرغم اینکه دقت نسبتا خوبی دارد اما برای محیط‌های بیرونی با کاهش دقت مواجـه خواهـد شـد[۱۲]. روش دیگـری مبتنی بر مدل گاوس برای حذف سایه [۱۳] مـی‌باشـد. در ایـن روش ابتـدا جهـت سـایه براسـاس خصوصـیات گشتاور خودرو مشخص می‌شود. سپس با در نظرگرفتن برخی فرضیات مـرز بـین خـودرو بـا سـایه مربوطـه‌اش پیـدا شـده و بـا اسـتفاده از یـک خـط عمـودی از هـم جدا می‌شوند. مشابه این روش روش‌های دیگـری بـرای تشـــخیص ســـایه درحـــال حرکـــت [۱۴-۱۶] ارائه شده است. این روش‌ها به‌طور کلی دقت و سـرعت پایین‌تری نسبت به سایر روش‌ها دارند.

خان و همکاران[6] [۱۷] در سال ۲۰۱۶ روشی اتوماتیـک برای استخراج وحذف سایه خودروها با استفاده از روش شبکه عصبی ارائـه کـرده‌انـد. در ایـن روش ویژگـی‌هـا با استفاده از روش آموزش داده می‌شـود، و از الگـوریتم بیزین[7] برای حذف سـایه اسـتفاده شـده اسـت. مشـابه روش فوق هم در سال ۲۰۱۵ توسط شـن و همکـاران[8] [۱۸] روش مبتنی بر *CNN*[9] ارائه گردید. در ایـن روش با استفاده از *CNN* لبه‌های سـایه اسـتخراج و سـایه‌هـا حذف می‌گـردد. بـه طـورکلی دقـت روش‌هـای مبتنـی شبکه عصبی نسـبت بـه سـایر روش‌هـا بـالا مـی‌باشـد

[1]. Guo et al.
[2]. Liu et al.
[3]. Qi et al
[4]. Gaussian Mixture model
[5]. improvement intensity ratio
[6]. Khan et al.
[7]. Bayesian
[8]. Shen et al
[9]. Convolutional Neural Network

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

اما به‌دلیل اینکه نیاز به آموزش داده‌ها و همچنین تخمین برخی پارامترهای اولیه دارد، برای پردازش آنی داده‌ها تا حدودی با مشکل مواجه خواهد شد.

در [۱۰, ۱۹-۲۱] روش‌های مبتنی بر حدآستانه جهت مشخص کردن سایه و غیر سایه ارائه شده است. به‌طورکل روش‌های مبتنی بر حدآستانه روشی ساده و دارای سرعت محاسباتی بالای می‌باشند. مشکل اصلی این روش‌ها علاوه بر نویزی بودن نتایج و وابستگی به تعیین حدآستانه، دقت نهایی نتایج در شرایط مختلف محیطی به‌شدت کاهش پیدا کرده‌است[۱۰].

[۴, ۲۲] از *NCC*[1] برای تشخیص و حذف سایه استفاده کرده است. به طور کلی در این روش‌ها برای تشخیص سایه از میزان شباهت درجه خاکستری استفاده شده است. به عبارت بهتر در هر کدام از روش‌ها به‌صورت تجربی درجه خاکستری مربوط به سایه‌ها مشخص می‌باشد. با استفاده از معیار نزدیکترین شباهت به شناسایی سایه پرداخته خواهد شد. به‌طور کلی خیلی از مناطق در تصویر وجود دارند که شباهت زیادی از لحاظ درجه خاکستری به سایه‌ها دارند. مشکل اصلی این روش‌ها علاوه بر اینکه روشی پیچیده و سرعت محاسباتی پایینی دارند، دقت روش‌ها هم پایین می‌باشد[۲۳].

در [۵] برای شناسایی سایه‌ها بر روی تصاویر ویدیویی از اطلاعات رنگی در فضای HSV استفاده می‌کند. بعد از استخراج تصویر پس‌زمینه و پیش‌زمینه، با عمل تفاضل خودروهای متحرک استخراج خواهد شد. از طرف دیگر با استخراج ویژگی واریانس و شدت در فضای HSV برای تصاویر پس‌زمینه و پیش‌زمینه و مقایسه اطلاعات استخراج شده در هر دو حالت به شناسایی سایه‌ها پرداخته می‌شود. روش ارائه شده [۲۴, ۲۵] هم از محیط رنگی و یک دوربین برای تصویر برداری استفاده می‌کند. در این روش ابتدا حضور سایه در روزمینه تصویر بررسی شده است. در صورت وجود سایه، جهت سایه تشخیص داده شده و یکسری از پیکسل‌ها به عنوان کاندید برای سایه انتخاب می‌شوند. از آنجایی که سایه در لبه خودرو با آن اتصال دارد، جهتی که در لبه‌های خودرو بیشترین اتصال وجود دارد به‌عنوان جهت سایه انتخاب می‌شوند.

برخی دیگر از روش‌های ارائه شده در زمینه شناسایی سایه [۱۲, ۱۳, ۲۲, ۲۵-۲۹] که از تصاویر ویدیویی رنگی استفاده کرده‌اند. تصاویر رنگی اطلاعات بیشتری در ارتباط به سایه در اختیار قرار می‌دهد ولی در عین حال پیچیدگی محاسباتی زیادی دارند[۱۰].

همان گونه که دیده می‌شود تاکنون روشهای زیادی برای کشف سایه به‌منظور تشخیص صحیح خود رو ارائه شده است که غالبا مبتنی بر استفاده از تکنیک‌های طبقه‌بندی، تناظریابی و تفاضل فریم می‌باشند. ضمنا با نگاهی به تحقیقات انجام شده دیده می‌شود که تاکنون هیچ روشی به میزان شباهت سایه و آسفالت و نقش آن در تشخیص صحیح خودرو توجه ننموده است. در این مقاله با هدف افزایش دقت و سرعت محاسبات روشی ارائه شده است که مبنای آن تشخیص سایه با توجه به شباهت فوق می باشد. همان گونه که در بخش بعدی گفته خواهد شد، در این روش از معیارهای آنتروپی و فاصله اقلیدوسی استفاده می‌شود.

۳- مبانی و تئوری روش پیشنهادی

به‌طور کلی در یک فریم ویدیویی خودروها به‌عنوان یک عارضه متحرک در نظر گرفته می‌شود. همانطور که از شکل (۲) پیدا می‌باشد، خودروها از لحاظ رنگی و بافتی نسبت به عوارض اطراف خود همانند سایه‌ها سطح آسفالت یا به عبارت کامل‌تر نسبت به پس زمینه کاملا متفاوت می‌باشند.

[1]. Normalized Cross Correlation

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

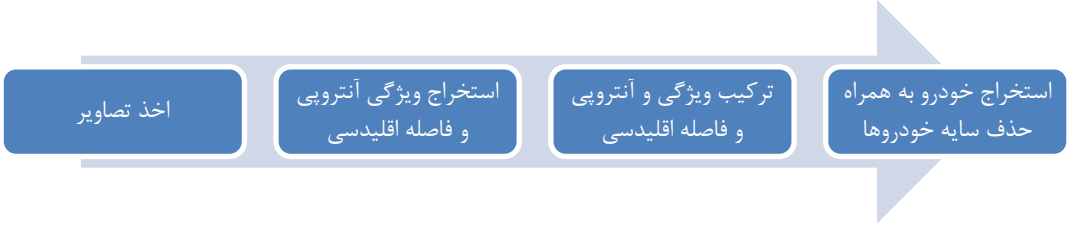
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]



شکل ۲: تفاوت رنگی و بافتی خودروها نسبت به عوارض اطراف

از طرف دیگر سایه‌ها از لحاظ بافتی چون سـطح کـاملا یک نواختی دارند، درنتیجه مقدار کمی ویژگی آنتروپـی مربوط به این ناحیه یا کاملا صفر و یا نزدیـک بـه صـفر می‌باشد. همچنـین از لحـاظ رنگـی هـم مقـادیر کمـی فاصـله اقلیدسـی سـایه‌هـا نزدیـک بـه صـفر اسـت. بنابراین می‌توان از این شرایط برای شناسایی خودروهـا و همچنین حذف سایه‌ها، استفاده کرد. برای این منظور می‌توان با استفاده از ویژگی آنتروپی و فاصله اقلیدسـی، تصاویر پیش‌زمینه و پس زمینه را وزن‌دهی کرد. وزنـی که به سطح خودروها اختصاص داده مـی‌شـود از لحـاظ کمی بیشـتر از همـان محـدوده در تصـویر پـس‌زمینـه می‌باشد. همچنین محـدوده سـایه‌هـا از لحـاظ ویژگـی بـافتی و رنگـی یـا تقریبـا برابـر و یـا کمتـر از سـطح پس زمینه خواهد بود. بنابراین زمانی که از عمل تفاضل پس‌زمینه استفاده شود، سایه‌ها به همراه پس‌زمینه کـه شامل سطح آسفالت و غیره می‌باشند حذف و خودروهـا استخراج می‌شوند.

دیـاگرام مراحـل کلـی بـه‌کارگرفتـه شـده طـی انجـام ایـن تحقیـق در شـکل (۳) نشـان داده شـده اسـت. در ادامـه هریـک از مراحل ذکر شده، به تفصیل شرح داده خواهند شد.



شکل ۳: دیاگرام مراحل کلی به‌کارگرفته شده طی انجام این تحقیق

۳-۱- استخراج ویژگی

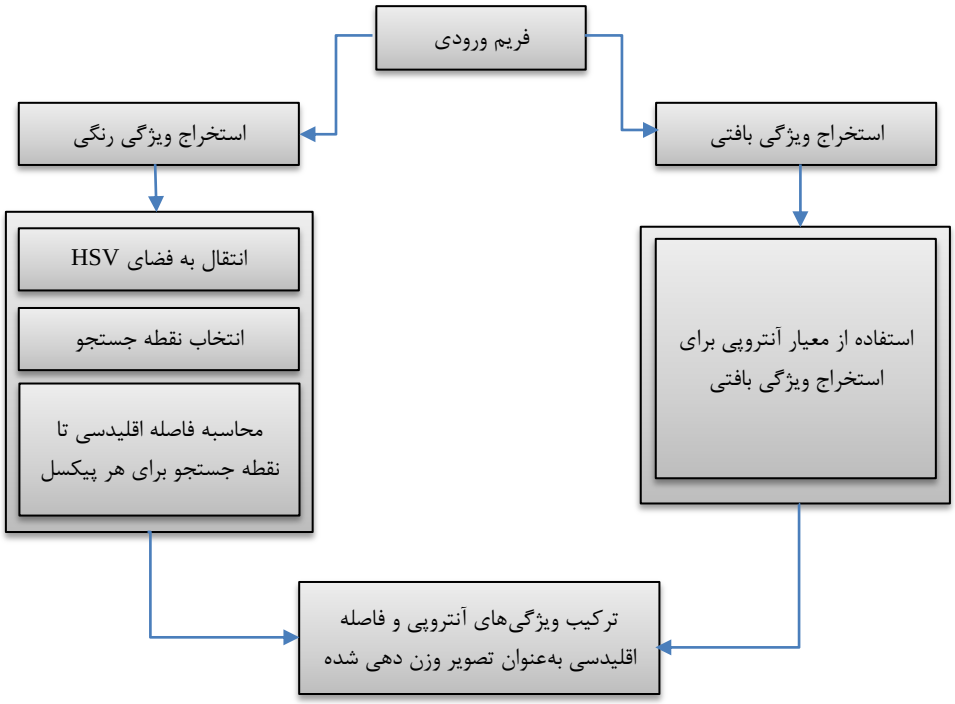
انتخاب ویژگـی‌هـای مناسـب نقـش اساسـی در ردیـابی کارایی خودروها بـازی مـی‌کننـد. بـه‌طـورکلی بهتـرین ویژگی آن است که یکتا و متمایزکننده باشـد بـه‌طـوری که خودرو در فضای ویژگی از پس‌زمینه متمایز گردد.

در ادامـه در شـکل (۴) دیـاگرام پیشـنهادی بـرای استخراج ویژگی جهت وزن‌دهـی بـه فـریم‌هـا براسـاس ویژگی آنتروپی و فاصله اقلیدسی نشان داده شده است.

۳-۱-۱- استخراج ویژگی فاصله اقلیدسی

انتخاب ویژگـی‌هـای مناسـب نقـش اساسـی در ردیـابی کارایی خودروها بـازی مـی‌کننـد. بـه‌طـورکلی بهتـرین ویژگی آن است که یکتا و متمایزکننده باشـد بـه‌طـوری که خودرو در فضای ویژگی از پس‌زمینـه متمـایز گـردد. از میان ویژگی‌های به‌کار رفته برای ردیابی، ویژگی رنگ پراستفاده‌ترین مورد بوده است. زیرا با دیگر ویژگی‌ها نیز به‌صـورت ترکیبـی اسـتفاده مـی‌شـود. بـرای اسـتخراج ویژگی رنگ باید به‌صورت زیر عمل کرد.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]



شکل ۴: دیاگرام پیشنهادی برای استخراج ویژگی جهت وزن‌دهی به فریم‌ها

۳-۱-۱-۱- انتخاب فضای رنگی

فضا رنگ *RGB* و *HSV* به‌صورت معمول در پردازش تصویر استفاده می‌شود. مدل *RGB* از سه مولفه‌ی *R* (رنگ قرمز)، *G* (سبز)، *B* (آبی) برای نمایش ویژگی‌های فیزیکی رنگ‌ها استفاده می‌شود اما تطابق مطلوبی با سیستم بینایی انسان ندارد[۳۰]. فضا رنگ *HSV* بسیار بیشتر به سیستم بینایی انسان نزدیک است، که *H*، *S* و *V* به ترتیب میزان اشباع، خلوص و مقدار رنگ را به‌ترتیب نشان می‌دهند[۳۱]. بنابراین به‌همین دلیل برای وزن‌دهی و استخراج ویژگی رنگ در این تحقیق از فضا رنگ *HSV* استفاده‌شده است. تصاویر ورودی به فضای *HSV* انتقال داده‌شده است و عملیات وزن‌دهی در این فضا صورت گرفته است.

۳-۱-۱-۲- انتخاب نقطه مرجع

اولین مرحله برای شروع الگوریتم پیشنهادی وزن‌دهی، انتخاب نقاط مرجع می‌باشد. روش‌های مختلفی برای انتخاب اتوماتیک و دستی نقطه مرجع که در مقالات [۳۴-۳۲] بیان‌شده است، وجود دارد. هدف اصلی در این تحقیق وزن دادن به تک‌تک پیکسل‌های تصویر از یک نقطه ثابت (نقطه مرجع) می‌باشد. بنابراین بهترین موقعیت برای انتخاب نقطه مرجع مرکز تصویر پس‌زمینه می‌باشد که هیچ خودرویی وجود نخواهد داشت و هم‌اینکه نقطه انتخابی از پیکسل‌های مربوط به سطح آسفالت خواهد بود. این نقطه انتخابی برای کل فریم‌های مربوط به هر داده یکسان خواهد بود.

۳-۱-۱-۳- محاسبه فاصله اقلیدسی

بعد از این که فرآیند پروسه انتخاب نقطه مرجع و انتقال فضای رنگی به پایان رسید می‌توان براساس مقایسه فاصله‌ی پیکسل (i,j) تا مقدار متوسط رنگ در یک ناحیه‌ی خاص، که از رابطه(۱) به‌دست می‌آید، به یک معیار مناسب برای وزن‌دهی دست یافت.

$$DCol(i,j) = [[H(i,j) - H]^2 + [S(i,j) - S]^2 + [V(i,j) - V]^2]^{1/2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

که $H(i,j)$، $S(i,j)$ و $V(i,j)$ به‌صورت جداگانـه عناصـر H، S و V نقطه‌ی (i,j) بعد از نرمال شدن هسـتند. H ، S و V مقـادیر H، S، V نقطـه مرجـع مـی‌باشـد[۳۵]. بنابراین بر اساس رابطه (۱) برای هر نقطه از تصویر یک فاصله رنگی محاسبه شده و به‌عنوان وزن به هر پیکسل اختصاص داده شده است.

به‌طورکلی ویژگی رنگی بـه‌تنهـایی بـرای وزن‌دهـی بـه تصویر به‌دلیل حساسیت شدید بـه تغییـرات روشـنایی، مناسب نمی‌باشد. به‌همین دلیـل بایـد بـا ویژگـی‌هـای بافتی که حساسیت کمتری به تغییـرات شـدت دارنـد، ترکیب شوند. برای این کار در ادامه به استخراج ویژگی بافتی پرداخته شده است.

۳-۱-۲- استخراج ویژگی آنتروپی

بافت اندازه‌گیری تغییرات شدت سطح اسـت کـه بـرای خواصی مانند همـواری، نظـم و ترتیـب سـطح کمیـت تعیین می‌کند. یک خاصیت مهم ویژگی بافت این است که نسبت به ویژگی رنگ حساسیت کمتری به تغییرات روشنایی دارد[۳۶].

در این تحقیق از روش‌های آماری برای استخراج ویژگی و وزن‌دهـی بـه تصـاویر ویـدیویی اسـتفاده‌شـده اسـت. روش‌های آماری اطلاعاتی در مورد تنـوع محلـی مقـدار شـدت پیکسـل‌هـا در یـک تصـویر ارائـه مـی‌کننـد. به‌عنوان مثال، در منـاطق بـا بافـت صـاف، بـازه مقـدار پیکسل‌هـا در همسـایگی اطـراف یـک پیکسـل، مقـدار کوچکی دارد؛ در نواحی با بافـت خشـن، محـدوده بـازه بزرگ‌تر خواهد بـود. محققـین زیـادی [۳۷, ۳۸] بـرای اسـتخراج ویژگـی بـافتی از الگـوریتم آنتروپـی استفاده کرده‌اند، بنابراین استفاده از آنتروپی یـک روش قابل قبول و معقـول بـرای اسـتخراج ویژگـی بـافتی از تصـاویر مـی‌باشـد کـه در ایـن تحقیـق مـورد اسـتفاده قـرار گرفتـه اسـت. آنتروپـی بـا اسـتفاده از رابطـه (۲) به‌دست می‌آید.

رابطه (۲) $H(X) = -\sum_{i=0}^{A-1} p_i . log_2(p_i)$

در نظرگرفتن ابعاد ماسک برای تعیین مقدار خروجی از رابطه (۲) در هر پیکسل از تصویر تاثیرگـذار مـی‌باشـد. هرچقدر ابعاد ماسـک بـزرگ‌تـر در نظـر گرفتـه شـود، باعـث مـی‌شـود کـه عـدد بـه‌دسـت‌آمـده تحـت تـأثیر همسایگی بیشتری قرار بگیرد. به عبارت بهتر بـا تغییـر هیستوگرام پنجره(ابعـاد پنجـره) احتمـال رخـداد یـک درجه خاکستری و ارایش مکـانی درجـه خاکسـتری در آن پنجره تغییر می‌کند. همین تغییـر باعـث تغییـر در نتیجـه عملیـات همسـایگی(مقدار کمـی بافـت) بافـت می‌شود.

۳-۲- ترکیب ویژگی آنتروپی و فاصله اقلیدسی

همانطورکه در بخش‌های قبلی بیان شد، برای استخراج ویژگی بافتی از آنتروپی و برای استخراج ویژگی رنگی از معیار فاصله اقلیدسی استفاده شـد. بـرای وزن‌دهـی بـه تصـاویر بایـد ایـن دو ویژگـی اسـتخراج شـده بـا هـم ترکیب شوند. برای ترکیـب کـردن دو ویژگـی متفـاوت باید هر دو ویژگـی یـک واحـد و در یـک بـازه یکسـان باشند. برای این کـار در ادامـه بـه نحـوه نرمـال‌سـازی تصـاویر و همچنـین ترکیـب کـردن ایـن تصـاویر اشاره خواهد شد.

۳-۲-۱- نرمال کردن تصویر

ساده‌ترین کاربرد نرمال‌سازی تصـاویر زمـانی اسـت کـه درجه خاکستری تصاویر در یک دامنه نیسـتند، و آن را در دامنه مشابه قرار دهند. به بیان دیگـر ممکـن اسـت یک تصویر با موقعیت‌هایی مواجه گردد که ویژگی‌هـای در تصویر شامل مقادیری باشند که در محدوده یا دامنه متفاوتی قرار داشته باشند. این ویژگی‌ها با مقادیر بزرگ ممکن است اثر بسیار زیادتری نسبت به ویژگی‌هـای بـا مقـادیر کـم داشـته بـر روی خروجـی داشـته باشـند. این مشکل بـا نرمـالیزه نمـودن ویژگـی‌هـا طـوری کـه مقادیرشـان در دامنـه‌هـای مشـابه قـرار گیرنـد برطـرف خواهـد شـد[۳۹ و ۴۰]. نرمـال‌کـردن تصـویر مطابق رابطه (۳) به‌دست می‌آید.

رابطه (۳) $\boldsymbol{P_{norm}} = \frac{|P_{(i,j)} - P_{min}|}{p_{max} - P_{min}}$

$|P_{(i,j)} - P_{min}|$ قدرمطلق تفاضل میـانگین ارزش‌هـای

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

پیکسلی تصویر با کمترین مقدار ارزش پیکسلی در آن تصویر می‌باشد $P_{max} - P_{min}$ تفاضل میان بیشترین و کمترین مقدار درجه خاکستری در تصویر می‌باشد.

۳-۲-۲- ترکیب ویژگی

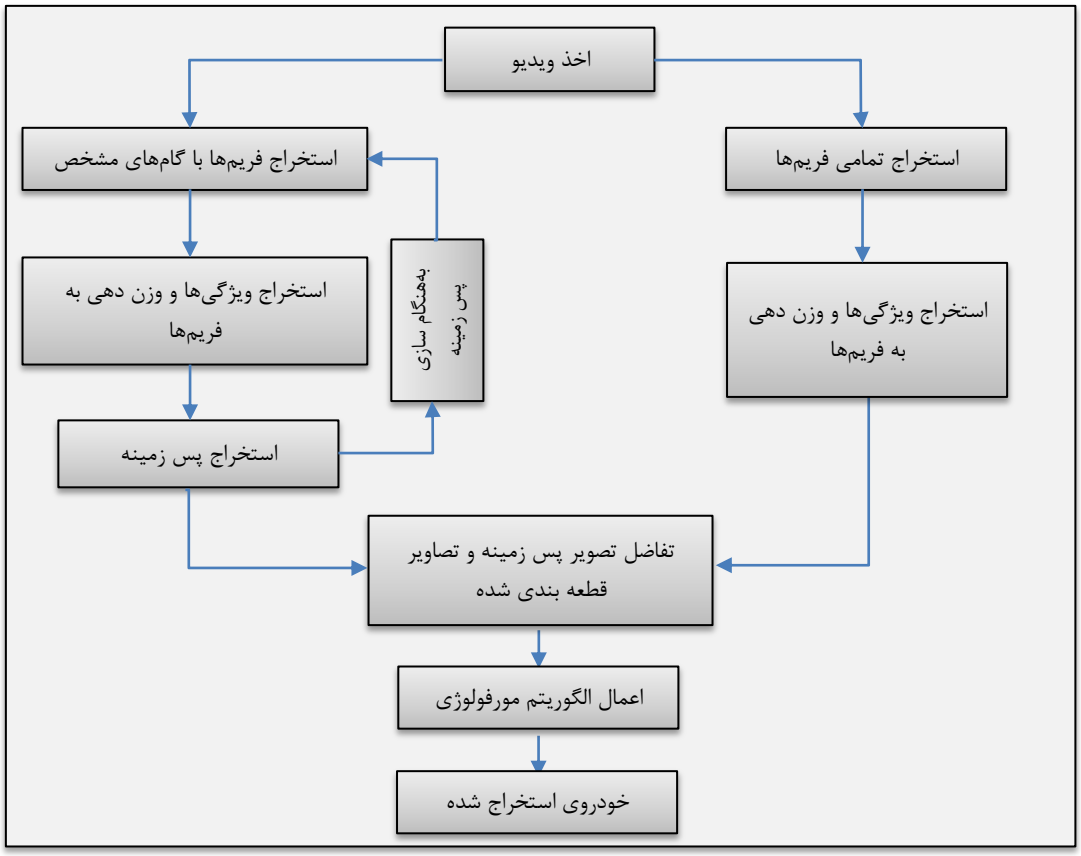
در نهایت با ترکیب کردن ویژگی‌های رنگی و بافتی که از تصویر استخراج‌شده است، می‌توان یک تصویر قطعه‌بندی شده (وزن‌دهی شده)داشت که به هرکدام از پیکسل‌های تصویر یک وزن اختصاص داده‌شده است.

رابطه (۴) $DF(i,j) = \sum_{I=1}^{N} P_I$

که در آن N تعداد ویژگی‌های مورد استفاده می‌باشد. P_I ویژگی‌های مورد استفاده می‌باشد. DF تصویر نهایی وزن‌دهی شده می‌باشد.

۳-۳- تشخیص خودروها جهت حذف سایه

به‌طور معمول برای اینکه بخواهند عوارض متحرک همانند خودروها را در تصاویر ویدیویی از پس‌زمینه جدا کنند، باید یک پس‌زمینه تعریف کرد. فریم‌های جدید که شامل خودروها هستند از پس زمینه کم می‌شوند. با این کار چیزی که باقی می‌ماند عوارض متحرک یا به عبارت بهتر خودروها در تصاویر می‌باشند. در شکل (۵) الگوریتم پیشنهادی برای شناسایی خودروها نشان شده‌است که همزمان با شناسایی خودروها، سایه خودروها هم حذف شده است.



شکل ۵: الگوریتم پیشنهادی برای شناسایی خودروها جهت حذف سایه خودروها

برای استخراج خودروها، همان‌طور که در شکل (۵) نشان داده‌شده است، بعد از اینکه فریم‌ها استخراج و عملیات وزن‌دهی صورت گرفت، کل تصاویر ورودی از پس‌زمینه کم می‌شوند تا خودروها از تصویر استخراج شوند. در فیلم‌های ویدیویی هیچ فریمی موجود نمی‌باشد که بدون عارضه متحرک باشد.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

پس بنابراین باید از قبل تصویر پس‌زمینه معلـوم باشـد. درغیر این‌صورت باید بـا اسـتفاده از روش‌هـای موجـود تصویر پس‌زمینه را پیدا کـرد. در ایـن تحقیـق از روش میانه [۴۱] برای استخراج پس‌زمینه استفاده‌شده است. نکته دیگری که باید به آن توجـه کـرد ایـن اسـت کـه تصـاویر پـس‌زمینـه بایـد بصـورت مکـرر و همیشـه به‌هنگام سازی شود تا برای شرایط آب‌وهوایی متفـاوت جواب‌گو باشند. در رابطه (۵) نحوه اسـتخراج خودروهـا با استفاده از روش تفاضل نشان داده شده است.

رابطه (۵) $$Dif = |UB_p - DF_{np}|$$

که UB_p تصویر پس‌زمینـه مرحلـه pام، و DF_{np} تصـویر وزن‌دهی شده nام در مرحله pام می‌باشد.

۴- پیاده‌سازی

برای پیاده‌سازی روش پیشنهادی در این تحقیـق ابتـدا داده‌هـای مـورد اسـتفاده معرفـی شـده اسـت. سـپس در ادامـه بـا اسـتفاده نـرم‌افـزار متلـب تمـام مراحـل روش پیشنهادی گام به گام پیاده‌سازی خواهد شد.

۴-۱- داده‌های مورد استفاده

به‌منظور پیاده‌سازی و ارزیـابی روش پیشـنهادی حـذف سـایه خودروهـا از سـه داده مختلـف کـه در مکـان و زمـان‌هـای مختلـف بـا شـرایط متفـاوت اخـذ شـده، استفاده‌شده است. داده‌هـای مـورد اسـتفاده بـه همـراه ویژگـی‌هـای خاصـی کـه دارنـد در جـدول (۱) نشان داده‌شده است.

جدول ۱: داده‌های مورد استفاده در این تحقیق

نام داده	مکان	تراکم خودرو	طول سایه	زمان فیلم (ثانیه)	سایز (پیکسل)	فریم بر ثانیه
VT	جعبه‌ابزار متلب	کم	کم	۲۰	۶۴۰*۳۶۰	۲۵
MVI0361	بزرگراه امام علی(ع)	زیاد	متوسط	۱۰۰۰	۷۲۰*۱۲۸۰	۲۵
MVI0372	بزرگراه بابایی	متوسط	زیاد	۵۰۰۰	۷۲۰*۱۲۸۰	۲۵

اولین داده مربوط به یک فیلم ویدیویی آمـاده شـده در جعبه ابزار متلب می‌باشد که تعداد فریم‌هـای ایـن داده ۵۳۱ است. ویژگی ایـن داده، کوتـاه بـودن طـول سـایه خودروهـا اسـت. داده دوم *MVI0361* مربـوط بـه بزرگـراه امـام علـی(ع) در شـهر تهـران مـی‌باشـد. در ساعات ۵ بعدازظهر زمانی که زاویـه میـل خورشـید زیاد است، به‌مدت ۱۵ دقیقه فـیلم‌بـرداری شـده اسـت. هرچه زاویه میل خورشید زیادتر باشد، باعث ایجاد سایه بزرگتر برای خودروها شده است. ایـن عامـل منجـر بـه تلفیق خودروهای نزدیک به هـم و همچنـین تشـخیص اشـتباه خودروهـا مـی‌شـود. داده سـوم *MVI0372* برای اتوبان بابایی در شهر تهران می‌باشـد. ایـن داده در یک روز پاییزی بین ساعات ۱۶تا ۱۷ اخذ گردیده است. شدت آفتاب در این داده خیلی کم می‌باشد به‌نحوی که روی سطح آسفالت جایی که سایه قرار دارد با جایی که سایه ندارد، تفاوت چندانی ندارند. طول سـایه ایـن داده به‌دلیل زیاد بودن میل خورشید در این فصل، نسبت به داده‌های قبلی خیلی بیشتر بوده است. تـراکم خودروهـا هم در این داده‌هـا بیشـتر از دو داده قبلـی مـی‌باشـند. در ادامـه نمونـه‌ای از ایـن نـوع داده‌هـا در شـکل (۶) نشان داده شده است.

۴-۲- استخراج ویژگـی‌هـای آنتروپـی و فاصـله اقلیدسی

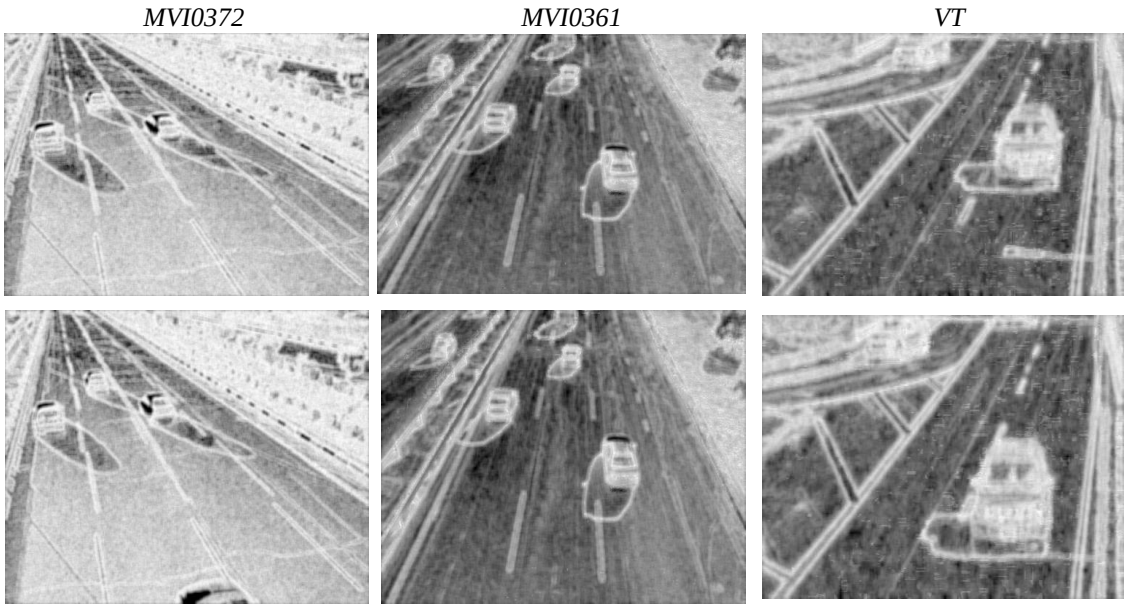
بعدازاین که فریم‌ها از روی فیلم ویدیویی استخراج شد، باید همه پیکسل‌های مربوط بـه فـریم ورودی براسـاس تئوری یادشده در بخـش۳ وزنـی اختصـاص داده شـود. بـرای اسـتخراج ویژگـی بـافتی از آنتروپـی و بـرای اسـتخراج ویژگـی رنگـی از فاصـله اقلیدسـی استفاده‌شده است. جاهایی از تصویر که از لحاظ رنگی و

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

بافتی نسبت به محیط اطراف متفاوت‌تر می‌باشند، وزن بیشتری را به خود اختصاص دهند. مکان خودروها در فریم‌ها که از لحاظ رنگی و بافتی نسبت به محیط اطراف (سطح آسفالت) دارای اختلاف و تفاوت بیشتری می‌باشند. در نتیجه خودروها وزن بیشتری نسبت به عوارض اطراف خواهند داشت. نتایج وزن‌دهی به فریم‌های ورودی براساس ویژگی‌های آنتروپی و فاصله اقلیدسی در شکل (۷) نشان داده‌شده است



شکل ۶: نمونه‌ای از فریم‌های ورودی برای سه نوع داده



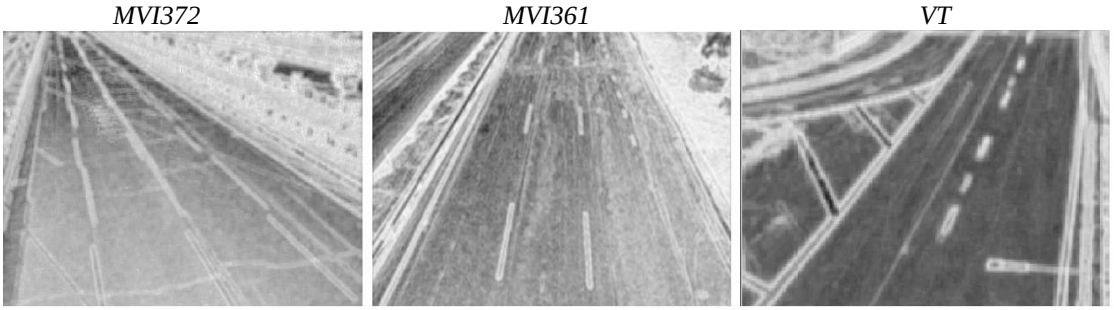
شکل ۷: نتایج وزن‌دهی به فریم‌های ورودی براساس ویژگی‌های آنتروپی و فاصله اقلیدسی در تصاویر

براساس ویژگی آنتروپی و فاصله اقلیدسی وزن‌دهی شده است. وزن یا درجه خاکستری که به محدوده مربوط به خودروها داده شده است، کاملاً متفاوت از عوارض محیط اطراف یا به عبارت بهتر متفاوت‌تر از پس‌زمینه می‌باشند. همچنین وزنی که به سایه‌ها اختصاص داده شده، با سطح آسفالت یا به‌عبارت بهتر با تصویر پس‌زمینه تقریبا یکسان و یا کمتر شده است. اهمیت این موضوع زمانی مشخص می‌شود که با استفاده از عمل تفاضل خودروها استخراج شوند. در آن صورت به‌راحتی با یک تفاضل ساده می‌توان خودروها را استخراج و سایه‌ها را حذف کرد. در ادامه کار به نحوه استخراج پس‌زمینه و همچنین استخراج خودروها پرداخته خواهد شد.

۳-۳- استخراج پس‌زمینه

برای استخراج پس‌زمینه از بین تمام فریم‌های وزن‌دهی شده، با استفاده از روش میانه به استخراج پس‌زمینه پرداخته خواهد شد. در شکل (۸) سه نمونه پس‌زمینه استخراج‌شده برای سه نوع داده نشان داده شده است.

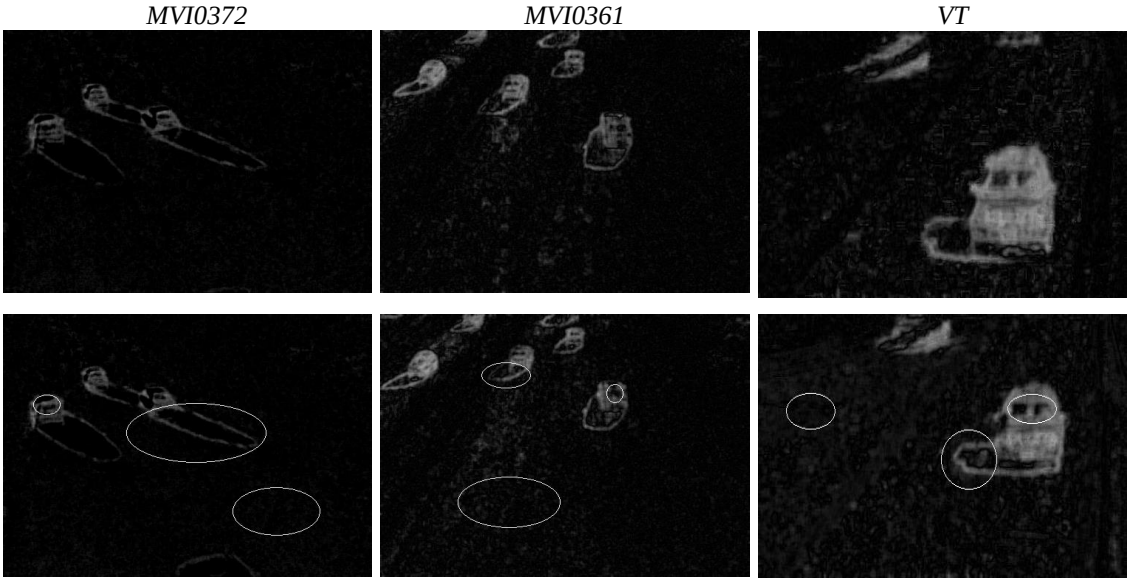
[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]



شکل ۸: تصاویر پس‌زمینه

۳-۴- استخراج خودرو

بعد از تشکیل مدل پس‌زمینه، برای تشخیص خودروهـا از روش تفاضـل فـریم ورودی بـا پـس‌زمینـه استفاده می‌شود. در نهایت براساس استدلالی کـه بـرای وزن‌دهی به فریم‌ها وجود دارد، پیکسل‌های مربـوط بـه خودروهای متحرک شناسایی، و سـایه خودروهـا هـم از خـود خودروهـا حـذف مـی‌شـوند. در شـکل (۹) نتایج مربوط به تفاضـل پـس‌زمینـه براسـاس اسـتدلال وزن‌دهی نشان داده شده است.



شکل ۹: نتایج مربوط به تفاضل پس‌زمینه

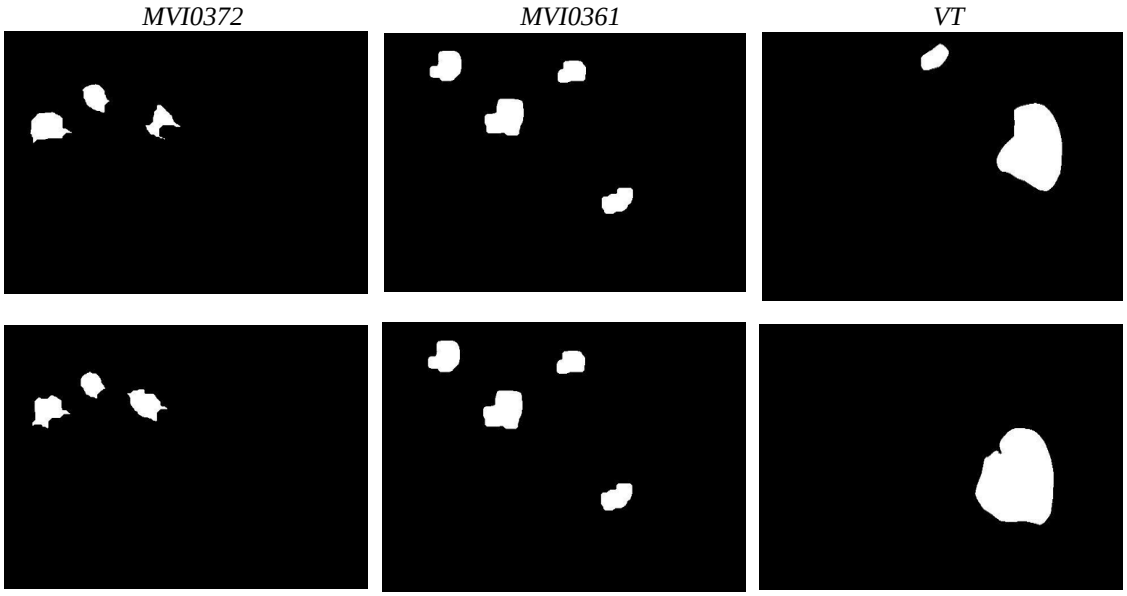
همان‌طور که مشـاهده مـی‌شـود، در اطـراف خودروهـا برخی از پیکسل‌های تصویر به‌خصوص لبه‌هـای بیرونـی مربوط به سایه‌ها به دلیل ضعف الگـوریتم در وزن‌دهـی به تصویر، به‌صورت اشتباه و به‌عنوان نویز شناسایی‌شده است. این نویزها به‌خصوص نویزهای خطی کـه در لبـه سایه‌ها ایجاد شده است، ممکن اسـت باعـث اتصـال دو خودرو به یکـدیگر شـوند. ایـن کارهـا منجـر بـه ایجـاد خطاهـایی در مراحـل بعـدی پـردازش بـه‌خصـوص در مرحله تشخیص خودروها می‌شوند. بنابراین در ادامـه از روش‌هـای ریخـت‌شناسـی موجـود در حـوزه پـردازش تصـویر جهـت بـر طـرف کـردن ایـن نـواقص استفاده خواهد شد.

عملگر ریخت‌شناسی که در این تحقیق اسـتفاده شـده، عملگر بستن[1] می‌باشـد. در ایـن عملگـر از یـک مؤلفـه ساختاری[2] استفاده شده و به‌تدریج این مؤلفه ساختاری

[1]. Closing
[2]. Structure Element

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

بـــر روی قســـمت‌هـــای مختلـــف تصـــویر حرکت داده می‌شوند. همچنین ایـن عملگـر منجـر بـه پرشـــدن فضـــای خـــالی ایجادشـــده در محـدوده خودروهـای اسـتخراج‌شـده مـی‌شـود. برای مؤلفـه سـاختاری در بخـش بسـتن، از سـه بـردار بـا انـدازه ۲۰*۱ در سـه زاویـه ۰ درجـه، ۴۵ درجـه و ۹۰ درجه استفاده‌شده است. دلیل انتخـاب ایـن مؤلفـه ساختاری این است که اکثر نویزهای موجود در تصـویر مربوط به لبه سایه‌ها می‌باشـد کـه بـه‌صـورت خطـی و باریک ولی پیوسـته مـی‌باشـند. بـا اعمـال ایـن مؤلفـه ساختاری علاوه بر حـذف نویزهـای نقطـه‌ای، نویزهـای خطـی هـم بـه‌راحتـی حـذف مـی‌شـوند. همچنـین باعث می‌شود که حفره‌های مربوط به محدوده خودروها هـــم پـــر مـــی‌شـــوند. نتـــایج حاصـــل از اعمـال عملگـر ریخـت‌شناسـی بـرای سـه نـوع داده در شکل (۱۰) نشان داده شده است.

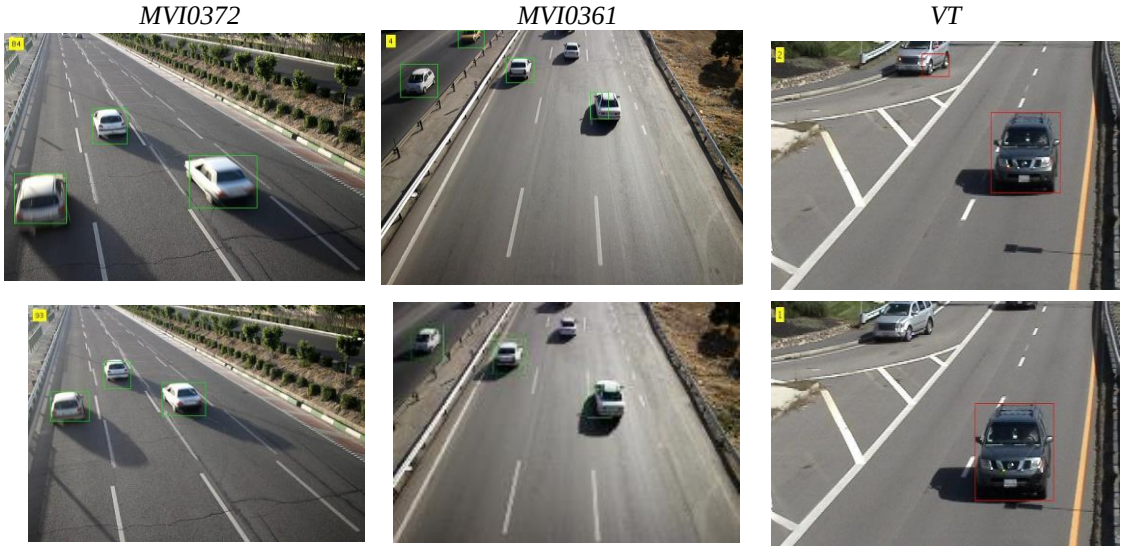


شکل ۱۰: نتیجه حاصل از اعمال عملگر ریخت‌شناسی برای سه نوع داده

در نهایت برای نشان دادن خـودرو شناسـایی شـده بـر روی تصویر اصلی، یک مسـتطیل محـاطی دور خـودرو شناسـایی شـده قـرار خواهـد گرفـت. در شـکل (۱۱) نتایج مستطیل‌های محاطی رسم شده بر روی هریک از خودروها نشان داده شده است.

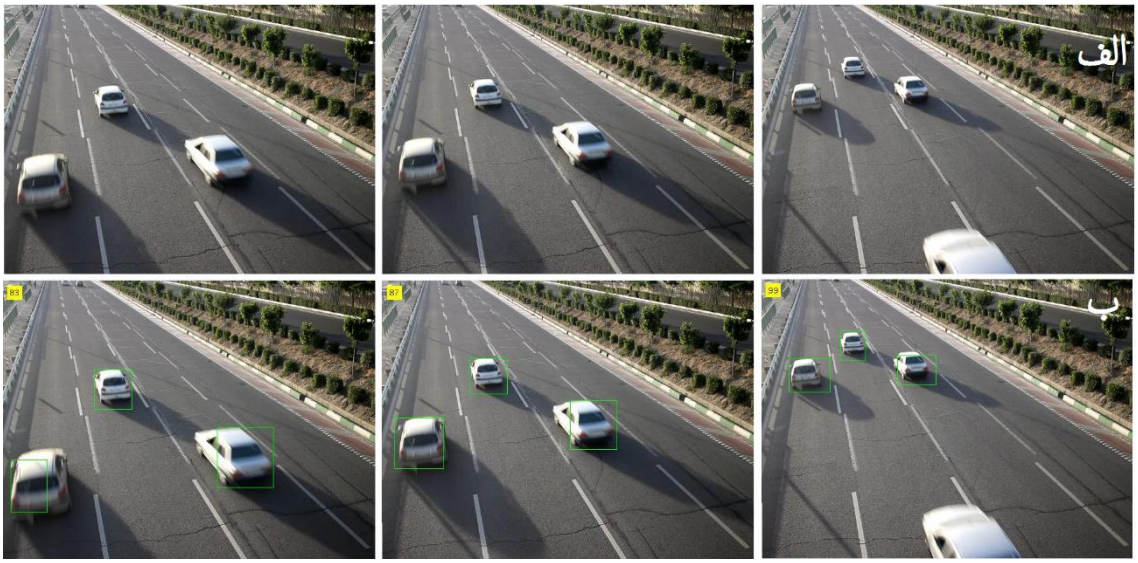
همـــانطور کـــه در شـــکل (۱۱) از لحـــاظ بصـــری مشاهده می‌شود در هر کدام از داده‌ها یک مربع بر روی محـدوده خودروهـا قـرار گرفتـه اسـت کـه سـایه‌هـا در داخل این کادر قرار نگرفته‌اند. علاوه براین همان‌طور که گفته شـد لازم اسـت تـا الگـوریتم خودروهـای کـه سایه آنها با خودروهای اطراف همپوشانی دارند را بتواند درســـت تشـــخیص دهـــد. در داده *MVI0372* در شـکل (۱۱) سـایه دوتـا از خودروهـا بـر روی هـم قـــرار گرفتـــه‌انـــد کـــه در ایـــن‌صـــورت اگـــر از الگوریتم‌های شناسایی خودرو استفاده شود که توانـایی حذف سایه را نداشـته باشـند، ایـن دو خـودرو بـا هـم تلفیق می‌شدند. با این حال همان‌گونه که دیده می‌شود الگوریتم پیشنهادی قـادر بـوده اسـت کـه خودروهـا را بـدون توجـه بـه همپوشـانی سـایه‌هـا بـه خـوبی تشخیص دهد.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]



شکل ۱۱: نتایج مستطیل‌های محاطی رسم شده بر روی هریک از خودروهای استخراج‌شده

به‌منظور بررسی دقیق‌تر این موضوع تمـامی فـریم‌هـای مربوط به داده *MVI0372* که این وضعیت را داشـته‌انـد (تعداد ۳۰ فریم) مورد بررسی قرار گرفت. ایـن بررسـی نشان داد که از بین این فریم‌ها در ۲۹ فریم خودروها به خـوبی از هـم جـدا شـده، و سـایه‌هـا منجـر بـه تشخیص نادرست خودرو نشـده اسـت. در شـکل (۱۲) نمونه‌های از فریم‌های که سایه خودروها بـا خودروهـای اطراف همپوشانی دارد، نشان داده شده است.



شکل ۱۲: الف) سه نمونه از خودروهایی که به علت وجود سایه با خودروهای اطراف همپوشانی دارند. ب) نتایج حاصل از حل مشکل همپوشانی سایه با خودروهای مجاور با استفاده از روش پیشنهادی

۴- ارزیابی نتایج

معیارهـای مناسـب بـرای صـحت اسـتخراج خـودرو را می‌توان با معیارهای عملکرد طبقه‌بندها فـراهم سـاخت چون تصاویر خروجی شناسـایی خـودرو درواقـع بـه دو کلاس صفر و یک تقسیم‌بندی مـی‌شـوند. کـلاس یـک مربوط به خودرو و کلاس صفر مربوط بـه غیـر خـودرو می‌شود. ابزار معمولی که برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی استفاده می‌شود بر حسب یک ماتریس ابهام(یـا خطـا)

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

می‌باشد[۴۲]. یک ماتریس ابهام، یک آرایه مربع با ابعاد $n\times n$ می‌باشد، که n تعداد کلاس‌ها را نشان می‌دهد. مقدار n دراین تحقیق دو می‌باشد. ماتریس ابهام، رابطه بین دو نمونه از اندازه‌گیری‌ها از منطقه‌ای که برچسب‌دهی شده است را نشان می‌دهد. مجموعه اول داده مرجع را نشان می‌دهدکه به‌صورت دستی خودروها استخراج‌شده اند. مجموعه دوم، از برچسب پیکسل‌هایی تشکیل شده است که به‌وسیله روش پیشنهادی استخراج‌شده‌اند جدول (۲).

جدول ۲: ماتریس ابهام

ماتریس ابهام		نقشه مرجع(واقعیت مرجع)		
		شناسایی‌شده	شناسایی نشده	مجموع
نتایج حاصل از روش پیشنهادی	شناسایی‌شده	(TP)	(FP)	$TP+FP$
	شناسایی نشده	(FN)	(TN)	$TN+FN$
	مجموع	$TP+FN$	$FP+TN$	$FP+TP+TN+FN$

ستون‌های ماتریس ابهام داده مرجع را نشان می‌دهند، سطرهای آن، برچسب‌های اختصاص داده‌شده توسط روش پیشنهادی را نشان می‌دهند. در این ماتریس TP[۱] تعداد نقاطی است که در هر دو مجموعه داده‌ها برچسب توصیفی برای آن شناسایی‌شده است. TN [۲] تعداد نقاطی را مشخص می‌کند که در هر دو داده مورد شناسایی واقع نشده باشد. همچنین FP[۳] تعداد نقاطی هستند که توسط روش پیشنهادی به‌اشتباه شناسایی‌شده‌اند. در نهایت FN[۴] تعداد نقاطی است که توسط روش پیشنهادی به‌اشتباه مورد شناسایی واقع نشده است.

۴-۱-۱- نرخ تشخیص درست

برای هر کلاس اطلاعاتی در ماتریس ابهام، نرخ تشخیص درست[۵] به وسیله تقسیم درایه (i,j) به مجموع ستون i، محاسبه می‌شود. نرخ تشخیص درست، در حقیقت، معیاری از شاخص جامع بودن[۶](کامل بودن)است که نشان‌دهنده‌ی کسری از پیکسل‌های واقعی کلاس مورد نظر (کلاس مربوط به خودروها) است که در روش پیشنهادی به درستی در کلاس خود قرار گرفتند. به بیان دیگر کامل بودن، بیانگر درصدی از پیکسل‌های کلاس مرجع است که به درستی در کلاس استخراج‌شده وجود دارد[۴۲, ۴۳].

رابطه (۶) $$HR=\frac{TP}{TP+FN}$$

۴-۱-۲- نرخ تشخیص اشتباه

نرخ تشخیص اشتباه[۷] تقسیم مجموع تعداد پیکسل‌های شناسایی‌شده توسط الگوریتم پیشنهادی که به‌اشتباهی طبقه‌بندی شده است بر کل پیکسل‌ها را نشان می‌دهد[۴۳].

رابطه (۷) $$\boldsymbol{AR}=\frac{\boldsymbol{FP+FN}}{\boldsymbol{TP+FN+TN+FP}}$$

۴-۱-۳- شاخص دقت کلی

می‌توان چندین شاخص برای صحت شناسایی خودرو را از ماتریس ابهام به دست آورد. صحت کل[۸] (OA) از نسبت تعداد پیکسل‌های خودروهایی که به درستی به کلاس خودرو تعلق گرفته‌اند به تعداد کل پیکسل‌ها یا خودروها محاسبه می‌شود[۴۳, ۴۴].

رابطه (۸)

$$OA=(TP+TN)/(TP+FN+TN+FP)$$

[1] . True Positive
[2] . True Negative
[3] . False Positive
[4] . False Negative
[5] . Hit Rate
[6] . Completeness
[7] . False Alarm Rate
[8] . Overall accuracy

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

در حقیقت رابطه(۵) برابر با تقسیم مجموع درایـه‌هـای قطر اصلی ماتریس ابهام به تعداد کل نمونه‌ها می‌باشد.

۴-۱-۴- معیار *MODP*

معیـار دیگـری بـرای ارزیـابی روش پیشـنهادی در شناسایی خودرو *MODP*[1] [۴۵]می‌باشد. در ایـن معیـار از رابطه هم‌پوشانی خاصی بین داده‌های مرجـع و روش پیشنهادی، مطابق روابـط (۹،۱۰) اسـتفاده‌شـده اسـت. این معیار درصدی از کل پیکسل‌های درسـت خودروهـا در فریم‌ها را نشان می‌دهد.

رابطه (۹)

$$Overlap\ Ratio = \sum_{i=1}^{N_{mapped}^{t}} \left| \frac{G_i^{(t)} \cap D_i^{(t)}}{G_i^{(t)} \cup D_i^{(t)}} \right|$$

رابطه (۱۰)

$$MODP = \frac{Overlap\ Ratio}{N_{mapped}^{t}}$$

در ایـن رابطـه، $G_i^{(t)}$ و $D_i^{(t)}$ بیـانگر عارضـه واقعـی و اسـتخراج‌شـده iام در فـریم tام مـی‌باشـند. همچنـین N_{mapped}^{t} مشخص کننده تعداد عارضه تصویر شـده در فریم tام می‌باشد.

۴-۱-۵ معیار *MOTP*

در اینجـا هـم بـرای ارزیـابی و سـنجش توانـایی روش پیشنهادی برای ردیابی خودروها در چندین فریم متـوالی، از معیـار دیگـری بـه نـام *MOTP*[2] [۴۵] استفاده‌شده است که مبتنی بر رابطـه همپوشـانی بـین مراکـز داده‌هـای مرجـع و روش پیشـنهادی مـی‌باشـد. به‌عبارتی بهتر *MOTP* بر اساس همراسـتا بـودن مرکـز ثقل خودروها تغییر خواهند کرد. این معیار دقت ردیابی خودروها را در چندین فریم متـوالی نشـان مـی‌دهـد و کاملا وابسته به مرکز ثقل خودرو خواهد بود. مرکز ثقل هـم وابسـته بـه موقعیـت پیکسـل‌هـای تشخیص داده شده می‌باشد. به عبارتی بهتـر سـاختار و شکل کلـی شناسـایی خودروهـا در تعیـین مرکـز ثقـل خودروها بسیار اهمیـت خواهـد داشـت. از رابطـه (۱۱) برای تعیین این معیار استفاده خواهد شد.

رابطه (۱۱)

$$MOTP = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mapped}} \sum_{t=1}^{N_{frames}} \left[\left| \frac{G_i^{(t)} \cap D_i^{(t)}}{G_i^{(t)} \cup D_i^{(t)}} \right| \right]}{\sum_{t=1}^{N_{frames}} N_{mapped}^{j}}$$

در رابطه بالا N_{mapped} مشخص کننـده تعـداد عارضـه تصـویر شـده در فـریم tام مـی‌باشـد. N_{frames} تعـدا فریم‌های متوالی که مورد ارزیابی واقع شده اسـت. $G_i^{(t)}$ و $D_i^{(t)}$ به ترتیب بیانگر عارضه واقعی و استخراج‌شده iام در فریم tام می‌باشد.

۴-۲- مراحل ارزیابی

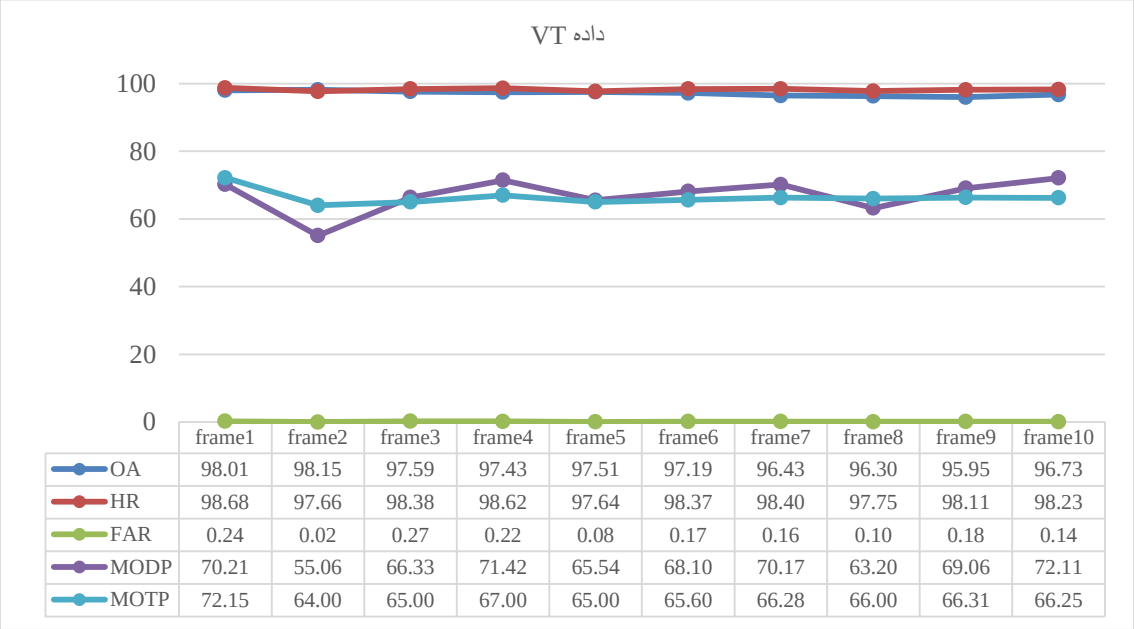
در ایـن تحقیـق بـه‌منظـور ارزیـابی و توانـایی روش پیشـنهادی در شناسـایی خودروهـا از داده‌هـای موجود در جدول (۱) استفاده‌شده اسـت. متریـک‌هـای مختلفـی شـامل *OA*، *HR*، *FAR*، *MODP* و *MOTP* در تشـخیص خودروهـا و حـذف سـایه خودروهـا، مورد استفاده قرارگرفته است و با دو روش دیگر مقایسه صورت گرفته‌است.

به‌طورکلی روند ارزیابی دقت به‌اینصورت خواهد بود کـه از بـین فـریم‌هـای موجـود در هـر داده ۱۰ فـریم به‌صورت اتفاقی انتخاب و ارزیابی صورت گرفته است. از طرف دیگر برای هر فریم انتخابی یـک تصـویر مرجـع[3] انتخاب می‌شود که فقط شامل موقعیت دقیق مربوط به خودروهای موجـود مـی‌باشـد. سـپس بـرای هـر فـریم انتخـابی بـا فـریم متنـاظر(مرجع) یـک مـاتریس ابهـام تشکیل شده که درصد پیکسـل‌هـای غلـط و صـحیح را نشان می‌دهد.

در این تحقیق برای هـر فـریم در هـر داده و هـر روش (۱۰فـریم*۳داده*۳روش) یـک مـاتریس ابهـام تشـکیل شـده اسـت کـه بـه عبـارتی شـامل ۹۰ ماتریس ابهام مـی‌باشـد. بنـابراین براسـاس ایـن نتـایج می‌توان به یک دقت نسبی برای روش پیشنهادی دست یافـت. در ادامـه نتـایج بـه‌صـورت نمـودار، جـدول و توضیحات برای هرکدام از داده‌ها نشان داده شده است.

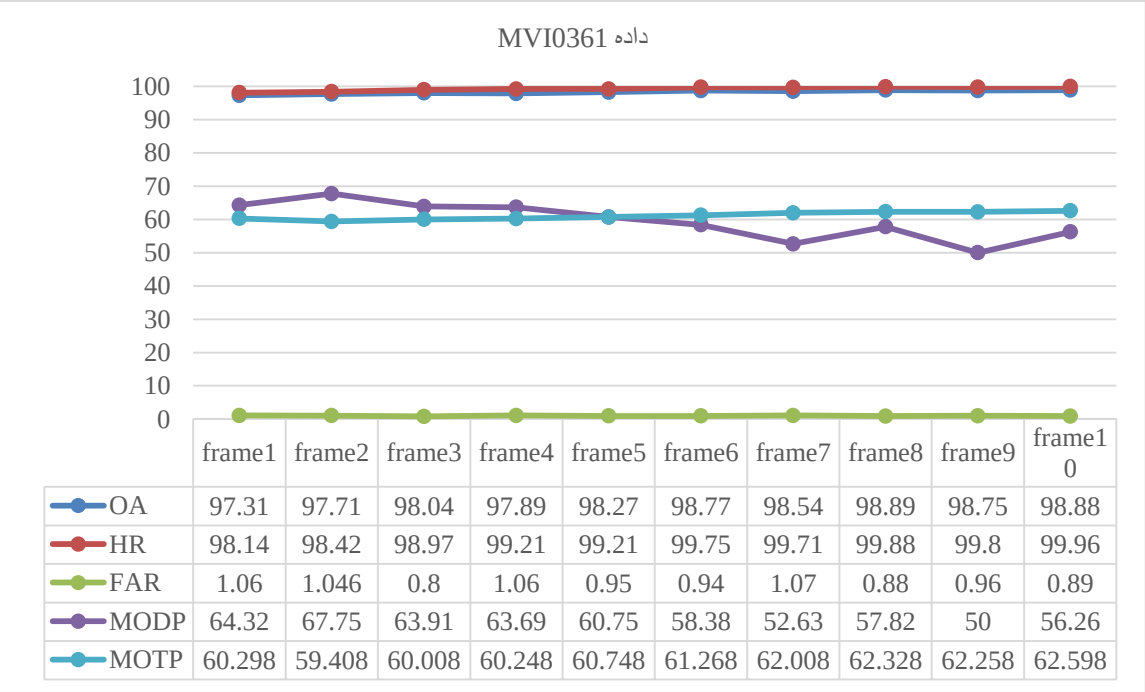
[1] . Multi Object Detection Precision
[2] . Multi Object Tracing Precision
[3] . TrueData

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]



	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
OA	98.01	98.15	97.59	97.43	97.51	97.19	96.43	96.30	95.95	96.73
HR	98.68	97.66	98.38	98.62	97.64	98.37	98.40	97.75	98.11	98.23
FAR	0.24	0.02	0.27	0.22	0.08	0.17	0.16	0.10	0.18	0.14
MODP	70.21	55.06	66.33	71.42	65.54	68.10	70.17	63.20	69.06	72.11
MOTP	72.15	64.00	65.00	67.00	65.00	65.60	66.28	66.00	66.31	66.25

شکل ۱۳: نتایج به‌دست آمده از روش ارائه شده برروی داده *VT*

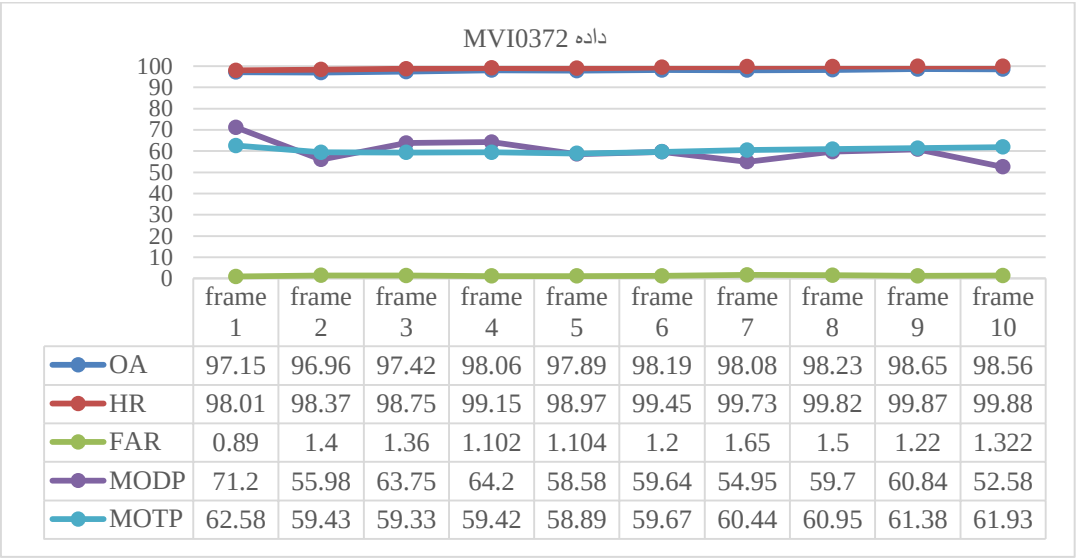


	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
OA	97.31	97.71	98.04	97.89	98.27	98.77	98.54	98.89	98.75	98.88
HR	98.14	98.42	98.97	99.21	99.21	99.75	99.71	99.88	99.8	99.96
FAR	1.06	1.046	0.8	1.06	0.95	0.94	1.07	0.88	0.96	0.89
MODP	64.32	67.75	63.91	63.69	60.75	58.38	52.63	57.82	50	56.26
MOTP	60.298	59.408	60.008	60.248	60.748	61.268	62.008	62.328	62.258	62.598

شکل ۱۴: نتایج به‌دست آمده از روش ارائه شده برروی داده *MVI361*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]



	frame 1	frame 2	frame 3	frame 4	frame 5	frame 6	frame 7	frame 8	frame 9	frame 10
OA	97.15	96.96	97.42	98.06	97.89	98.19	98.08	98.23	98.65	98.56
HR	98.01	98.37	98.75	99.15	98.97	99.45	99.73	99.82	99.87	99.88
FAR	0.89	1.4	1.36	1.102	1.104	1.2	1.65	1.5	1.22	1.322
MODP	71.2	55.98	63.75	64.2	58.58	59.64	54.95	59.7	60.84	52.58
MOTP	62.58	59.43	59.33	59.42	58.89	59.67	60.44	60.95	61.38	61.93

شکل ۱۵: نتایج به‌دست آمده از روش ارائه شده برروی داده *MVI372*

در شکل (۱۳، ۱۴ و ۱۵) به‌صورت نمودار و جدول نتایج ارزیابی روش پیشنهادی برای سه داده نشان داده شده است. نمودار مربوط به هر معیار با رنگ متفاوتی مشخص‌شده است. رنگ قرمز مربوط به معیار *HR* است که درصدی از تشخیص پیکسل‌های درست را نشان می‌دهد. میزان *HR* هرچه به صد نزدیک‌تر باشد نشان دهنده دقت بهتر در شناسایی خواهد شد. رنگ سبز نشان‌دهنده معیار *FAR* می‌باشد که درصدی از تشخیص اشتباه را نشان‌می‌دهد. میزان *FAR* هرچقدر به صفر نزدیک‌تر باشد، یعنی درصد کمتری از پیکسل‌ها به‌اشتباه به‌عنوان خودرو شناسایی‌شده است. نمودار آبی رنگ مربوط به معیار*OA* می‌باشد که برآیند دو معیار*HR* و *FAR* می‌باشد. این معیار می‌تواند نشان‌دهنده دقت‌کلی در تشخیص خودروها باشد. به‌طورکلی هرچه میزان *HR* بیشتر و مقدار *FAR* کمتر باشد، میزان *OA* بیشتر خواهد شد. رنگ بنفش و فیروزه‌ای به ترتیب نشان‌دهنده *MODP* و *MOTP* می‌باشند.*MODP* میزان هم‌پوشانی و *MOTP* دقت ردیابی در چندین فریم متوالی را نشان می‌دهند. در ادامه برای تحلیل راحت‌تر و بهتر این نتایج از یک جدول استفاده شده است. در جدول (۳) نتایج نمودارها یا به عبارتی هر معیار در هر داده به‌صورت کمی و با یک عدد میانگین نشان داده شده است.

جدول ۳: میانگین نتایج برای هر معیار در هر داده

متریک / داده	*VT*	*MVI0361*	*MVI0372*	میانگین
OA	۹۷٫۱۳	۹۸٫۱۸	۹۸٫۳۶	**۹۸٫۸۷**
HR	۹۸٫۳۵	۹۹٫۳۶	۹۸٫۵۶	**۹۸٫۷۵**
FAR	۱٫۲۶	۱٫۱۹	۰٫۲	**۰٫۸۸۳**
MODP	۶۷٫۰۷	۶۰٫۰۵	۶۰٫۱۰	**۶۲٫۴**
MOTP	۶۶٫۳۶	۶۱٫۱۲	۶۰٫۴۰	**۶۲٫۶**

با توجه به نمودار مربوطه میانگین میزان *HR* در هر ۱۰ فریم برای سه داده که در جدول (۳) نشان داده شده، به‌ترتیب ۹۸٫۳۵، ۹۹٫۳۶ و ۹۸٫۵۶ می‌باشد. به‌طور میانگین میزان *HR* ۹۸٫۷۵ می‌باشد که نزدیک به ۱۰۰ می‌باشد. به عبارت بهتر یعنی روش پیشنهادی تقریبا تمام پیکسل‌های مربوط به

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

خودرو واقعی را تشخیص داده است. از آنجایی که در اینجا مسئله سایه مطرح است، بنابراین سایه‌ها هم به‌عنوان پیکسل‌های اشتباه طبقه‌بندی می‌شوند. احتمال اینکه در روش پیشنهادی پیکسل‌های سایه به‌عنوان خودرو شناسایی شده باشند، بنابراین این معیار به‌تنهایی نمی‌تواند نشان‌دهنده دقت در تشخیص خودروها باشد و کاملاً وابسته به معیار دیگری به اسم *FAR* می‌باشد. مقادیر میانگین کمی *FAR* در هر ۱۰ فریم برای سه نوع داده به ترتیب برابر ۱٫۲۶ و ۱٫۱۹ و ۰٫۲ درصد است که بیشترین مقدار مربوط به داده *VT* و کمترین مقدار متعلق به *MVI0372* می‌باشد. به طورکلی با توجه به نمودارهای *FAR* میانگین کمی در هر سه داده کمتر از ۱درصد می‌باشد. به‌دلیل اینکه مقادیر کمی نمودارهای مربوطه نزدیک به صفر می‌باشند، می‌توان فهمید که روش پیشنهادی در حذف سایه عملکرد خیلی خوبی داشته است.

با توجه به نمودارهای *OA* میزان میانگین کمی که در جدول (۳) نشان داده شده، در هر ۱۰ فریم برای سه داده به ترتیب برابر۹۷٫۱۳، ۹۸٫۱۸ و ۹۸٫۳۶ می‌باشند. بیشترین مقدار مربوط به داده *MVI372* و کمترین مقدار هم برای *VT* می‌باشد. درنهایت اگر با یک عدد میزان دقت‌کلی شناسایی خودرو و حذف سایه خودروها را نشان داد، می‌توان گفت که روش پیشنهادی به‌طور خاص در این مجموعه داده تا ۹۷٫۸۹ درصد عملکرد و کارایی خوبی داشته است.

MODP میزان هم‌پوشانی تمام خودروهای شناسایی‌شده در یک فریم نسبت به فریم مرجع را نشان می‌دهد. هرچقدر بیشتر و همچنین نمودار یکنواختی داشته باشد باشد، نشان‌دهنده هم‌پوشانی و انطباق بهتر خودروهای شناسایی‌شده با داده‌های مرجع می‌باشد. همانطور که در نمودارهای مربوط به *MODP* نشان داده شده، نمودار در فریم‌های متوالی روند یکنواختی نداشته و اگر از لحاظ کمی این شاخص عدد بزرگتری را نشان دهد باز هم نشان بر پایین بودن دقت و همپوشانی خودروها با داده مرجع می‌باشد.

میانگین این مقادیر برای ۱۰ فریم در هر داده به ترتیب برابر ۶۷٫۰۷ ، ۶۰٫۰۵ و ۶۰٫۱۰ می‌باشد. بیشترین مقدار میانگین متعلق به داده *VT* و کمترین مقدار مربوط به داده*MVI361* می‌باشد. بنابراین به‌طورکلی میزان همپوشانی تمام خودروها در همه فریم‌ها و برای هر سه داده حدودا ۶۲/۵ درصد می‌باشد.

همچنین *MOTP* معیار دیگری برای ردیابی خودروها در چندین فریم متوالی می‌باشد. هرچه مقدار کمی معیار بیشتر و نمودارهای مربوطه در همه فریم‌ها منظم و یکنواخت باشند، نشان‌دهنده این است که آن روش خودروها با دقت بالاتری در چندین فریم متوالی ردیابی شده است. همان‌طور که از نمودارهای مربوطه پیداست، در هر سه داده نمودارهای مربوط به معیار *MOTP* در طول ۱۰ فریم به‌صورت منظم و یکنواخت می‌باشند. مطابق جدول (۳)، مقدار میانگین کمی معیار *MOTP* در داده *VT* برابر ۶۶٫۳۶ در داده *MVI361* برابر ۶۱٫۱۲ و نهایتا در داده *MVI372* برابر ۶۲٫۶۲ درصد است. تنها تفاوتی که در نتایج دیده شده، آن است که میزان میانگین کمی معیار *MOTP* در داده *VT* حدود ۵ درصد بیشتر از دو داده دیگر می‌باشد. دلیل این موضوع هم این است که در داده اول طول سایه‌ها کوتاه می‌باشند و خودروهای مجاور به‌صورت اشتباه تلفیق نمی‌شوند و همچنین مرکز ثقل کمتر جابجا شده است.

در حالت بعدی برای ارزیابی جهت تشخیص سایه خودروها، روش پیشنهادی با چندین روش دیگر در زمینه حذف سایه خودروها مقایسه شده است. روش اول *NCC* می‌باشد که در واقع براساس معیار نزدیکترین شباهت به شناسایی سایه و خودروها پرداخته است. روش دوم *HSVC* می‌باشد که از ویژگی‌های رنگی در فضای *HSV* استفاده کرده است. مقایسه روش پیشنهادی برای حذف سایه با دو روش یاد شده براساس معیارهای یادشده در قسمت فوق صورت می‌گیرد. در جدول (۴) نتایج حاصل از

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

مقایسه دو روش دیگر با روش پیشنهادی بر اساس معیار *HR*، *FAR* و *OA* نشان داده شده‌است.

جدول ۴: مقایسه چندین روش دیگر با روش پیشنهادی در میزان توانایی حذف سایه خودروها

معیار / روش	*OA* (درصد)	*HR* (درصد)	*FAR* (درصد)	مرجع
روش *NCC*	۹۱٫۳۸	۹۴٫۴۵	۳٫۱۳	[۴]
روش *HSVC*	۹۳٫۲۹	۹۸٫۲۳	۴٫۹۲	[۵]
روش پیشنهادی	۹۷٫۸۹	۹۸٫۷۵	۰٫۸۸۳	

جدول (۴) نتایج مربوط به مقایسه روش پیشنهادی با سایر روش‌های حذف سایه می‌باشد. ستون اول روش‌های پیشنهادی برای مقایسه نشان داده‌شده است. در ستون دوم تا ششم نتایج مربوط به معیارهای ارزیابی برای هر روش نشان داده‌شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان *OA* در روش پیشنهادی بیشترین مقدار و برابر ۹۷٫۸۹ و در روش *NCC* کمترین مقدار۹۱٫۳۸ را دارند. میزان *HR* در روش *NCC* کمترین مقدار را دارند و در دو روش پیشنهادی و *HSVC* تقریبا برابر بوده است و به‌عبارتی در هر دو روش به یک درصد برابری پیکسل‌های مربوط به خودروها را شناسایی کرده‌اند. تنها تفاوت آنها در میزان *FAR* می‌باشد که در روش پیشنهادی ۰٫۸۸ و در روش *HSVC* برابر با ۴٫۹۲ می‌باشد.

در ادامه به مقایسه روش پیشنهادی با سایر روش‌ها بر اساس دو معیار دیگری با اسم‌های *MOTP* و *MODP* پرداخته شده است که در جدول (۵) نتایج این دو معیار برای هر سه داده نشان داده شده است.

جدول ۵: نتایج مقایسه مقادیر عددی معیار *MOTP* و *MODP* برای هر سه داده در هر سه روش تشخیص سایه

داده	معیار	روش *NCC*	روش *HSVC*	روش پیشنهادی
VT	*MOTP*	۶۳٫۱۵	۶۲٫۳۲	۶۶٫۳۶
	MODP	۵۰٫۳۶	۵۲٫۳۲	۶۷٫۰۷
MVI0361	*MOTP*	۷۰٫۰۱	۶۸٫۵۶	۶۱٫۱۲
	MODP	۴۸٫۷۸	۴۹/۷۸	۶۰٫۰۵
MVI0372	*MOTP*	۶۶٫۶۴	۶۶٫۵۵	۶۲٫۶۲
	MODP	۴۸٫۱۸	۵۲٫۵۶	۶۰٫۱۰
میانگین	*MOTP*	۶۶٫۶	۶۶٫۵	۶۲٫۶
	MODP	۴۹٫۱۱	۵۱٫۶۴	۶۲٫۴

همان‌طور که قبلا بیان شده است، معیار *MODP* درصدی از پیکسل‌های درست خودروها در فریم‌ها را نشان می‌دهد اما معیار *MOTP* دقت ردیابی خودروها را در چندین فریم متوالی نشان می‌دهد و کاملا وابسته به مرکز ثقل خودرو شناسایی شده خواهد بود. مرکز ثقل هم وابسته به موقعیت پیکسل‌های تشخیص داده شده می‌باشد. به عبارتی بهتر ساختار و شکل کلی شناسایی خودروها در تعیین مرکز ثقل خودروها بسیار اهمیت خواهد داشت. بنابراین بسته به روش و نوع داده مورد استفاده، مرکز ثقل می‌تواند از یک داده به داده‌ای دیگر تغییر کند. اما این تغییرات در بازه محدودی قرار دارد. همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده شده است، اختلاف معیار *MOTP* برای روش پیشنهادی با روش‌های دیگر در هر داده بسیار کم و در حد ۱ تا ۴ درصد می‌باشد اما همانطور که بیان شد عامل اصلی این اختلاف به ماهیت داده، شکل و موقعیت پیکسل‌های شناسایی شده وابسته می‌باشد. همین امر باعث شده در یک روش مرکز ثقل جابجا و در

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]
[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

روش دیگر این مقدار جابجایی کمتر باشد. بنابراین به‌طورکلی از این خطا می‌توان به‌عنوان یک خطای رندم نام برد که می‌تواند در یک بازه مشخصی متغیر باشد. اما آن چیزی که خیلی اهمیت دارد این است که اگر در روشی میزان عددی *MOTP* و *MODP* به هم نزدیک باشند نشان بر این است که آن روش دارای قابلیت اعتماد بیشتری خواهد بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار میانگین *MODP* و *MOTP* برای هر سه داده به ترتیب برابر ۶۲٫۴ و ۶۲٫۶ درصد می‌باشد. بنابراین این مقادیر برای روش پیشنهادی تقریبا برابر می‌باشد اما در دو روش دیگر این دو مقادیر اختلافی در حدود ۱۵ تا ۱۸ درصد را دارند.

در نهایت لازم به ذکر می‌باشد که دقت نتایج به‌دست آمده به صورت نسبی می‌باشد و تا حدودی وابسته به شرایط و نحوه اخذ داده و تعداد فریم‌های مورد ارزیابی و همچنین تنوع در داده‌ها می‌باشد که مورد استفاده قرار گرفته است. اما به صورت نسبی دقت روش پیشنهادی نسبت به دو روش دیگر و همچنین براساس شاخص‌های مورد استفاده، مطابق جدول (۴ و ۵)، بین ۳ درصد تا ۱۲ درصد متفاوت خواهد بود.

۵- جمع‌بندی

هدف اصلی در این تحقیق، ارائه الگوریتمی مبتنی بر آنتروپی و فاصله اقلیدسی برای تشخیص و حذف سایه خودروها و افزایش دقت در استخراج خودروها می‌باشد. برای این منظور، هرکدام از فریم‌های ورودی براساس این دو ویژگی وزن‌دهی می‌شوند. سپس براساس وزن‌دهی که به فریم ورودی و پس‌زمینه داده‌شده، به‌راحتی با تفاضل پس‌زمینه می‌توان به شناسایی خودروها پرداخت بدون اینکه سایه خودروها تشخیص و ردیابی شوند. در این تحقیق سه پایگاه داده جهت پیاده‌سازی و ارزیابی مورد استفاده قرار گرفته است. معیارهای مورد استفاده برای نشان‌دادن دقت و قابلیت اعتماد سیستم در شناسایی خودروها *OA*، *HR*، *FAR*، *MODP* و *MOTP* می‌باشند. با استفاده از این معیارها روش پیشنهادی با چندین روش دیگر در زمینه شناسایی سایه مقایسه و ارزیابی شده است. دقت نتایج به‌دست آمده تا حدودی به تعداد داده‌های مورد استفاده و شرایط و نحوه اخذ داده وابسته می‌باشد اما به‌صورت نسبی دقت روش پیشنهادی براساس شاخص‌های مورد استفاده، بین ۳ درصد تا ۱۲ درصد متفاوت خواهد بود.

۶- پیشنهادات

به‌منظور ادامه و تکمیل تحقیقات صورت گرفته در زمینه شناسایی خودروها و حذف سایه خودروها پیشنهاد می‌گردد:

۱- با استفاده از چندین داده مختلف دیگر که در شرایط مختلف و زمان‌های مختلفی اخذشده است استفاده شود. همچنین از معیارهای دیگری همانند شاخص کاپا و یا تست فیشر برای ارزیابی روش پیشنهادی استفاده شود که نتایج حاصل شده با اطمینان بالاتری قابل استدلال باشد.

۲- وزن‌دهی به تمام فریم‌های تصویر براساس تمام ویژگی‌های بافتی و انتخاب بهترین ویژگی‌ها برای وزن‌دهی و حذف سایه خودروها می‌باشد.

مراجع

[1] J. K. Aggarwal and Q. Cai, "Human motion analysis: A review," in Nonrigid and Articulated Motion Workshop, 1997. Proceedings., IEEE, 1997, pp. 90-102.

[2] A. Prati, I. Mikic, C. Grana, and M. M. Trivedi, "Shadow detection algorithms for traffic flow analysis: a comparative study," in Intelligent Transportation Systems, 2001. Proceedings. 2001 IEEE, 2001, pp. 340-345.

[3] J. Yoon, C. Koch, and T. J. Ellis, "ShadowFlash: an approach for shadow

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

removal in an active illumination environment," in BMVC, 2002, pp. 1-10.

[4] J. Dai and D. Han, "Region-based moving shadow detection using affinity propagation," Int. J. Signal Process. Image Process. Pattern Recogn, vol. 8, pp. 65-74, 2015.

[5] A. Kar and K. Deb, "Moving cast shadow detection and removal from Video based on HSV color space," in Electrical Engineering and Information Communication Technology (ICEEICT), 2015 International Conference on, 2015, pp. 1-6.

[6] R. Zabihollahi and M. Soryani, "Vehicle Shadow Exclusion for a Vehicle Velocity Detection System," in IMECS, 2007, pp. 492-496.

[7] T. Matsuyama, T. Wada, H. Habe, and K. Tanahashi, "Background subtraction under varying illumination," Systems and Computers in Japan, vol. 37, pp. 77-88, 2006.

[8] R. Guo, Q. Dai, and D. Hoiem, "Single-image shadow detection and removal using paired regions," in Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2011 IEEE Conference on, 2011, pp. 2033-2040.

[9] X. Liu, B. Dai, and H. He, "Real-time on-road vehicle detection combining specific shadow segmentation and SVM classification," in Digital Manufacturing and Automation (ICDMA), 2011 Second International Conference on, 2011, pp. 885-888.

[10] N. Singh and A. Maxton, "A Survey on Shadow Detection Methods," IJARCET, Volume3, 2014.

[11] M. Qi, J. Dai, Q. Zhang, and J. Kong, "Cascaded cast shadow detection method in surveillance scenes," Optik-International Journal for Light and Electron Optics, vol. 125, pp. 1396-1400, 2014.

[12] A. Tiwari, P. K. Singh, and S. Amin, "A survey on Shadow Detection and Removal in images and video sequences," in Cloud System and Big Data Engineering (Confluence), 2016 6th International Conference, 2016, pp. 518-523.

[13] J.-W. Hsieh, W.-F. Hu, C.-J. Chang, and Y.-S. Chen, "Shadow elimination for effective moving object detection by Gaussian shadow modeling," Image and Vision Computing, vol. 21, pp. 505-516, 2003.

[14] S. Nadimi and B. Bhanu, "Moving shadow detection using a physics-based approach," in Pattern Recognition, 2002. Proceedings. 16th International Conference on, 2002, pp. 701-704.

[15] K. Onoguchi, "Shadow elimination method for moving object detection," in Pattern Recognition, 1998. Proceedings. Fourteenth International Conference on, 1998, pp. 583-587.

[16] J. Stander, R. Mech, and J. Ostermann, "Detection of moving cast shadows for object segmentation," IEEE Transactions on multimedia, vol. 1, pp. 65-76, 1999.

[17] S. H. Khan, M. Bennamoun, F. Sohel, and R. Togneri, "Automatic shadow detection and removal from a single image," IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 38, pp. 431-446, 2016.

[18] L. Shen, T. Wee Chua, and K. Leman, "Shadow optimization from structured deep edge detection," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2015, pp. 2067-2074.

[19] H. Song, B. Huang, and K. Zhang, "Shadow detection and reconstruction in high-resolution satellite images via morphological filtering and example-based learning," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 52, pp. 2545-2554, 2014.

[20] K.-L. Chung, Y.-R. Lin, and Y.-H. Huang, "Efficient shadow detection of color aerial images based on successive thresholding scheme," IEEE Transactions on Geoscience and Remote sensing, vol. 47, pp. 671-682,

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

2009.

[21] F. P. Luus, F. van den Bergh, and B. Maharaj, "Adaptive threshold-based shadow masking for across-date settlement classification of panchromatic QuickBird images," IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 11, pp. 1153-1157, 2014.

[22] J. C. S. Jacques, C. R. Jung, and S. R. Musse, "Background subtraction and shadow detection in grayscale video sequences," in XVIII Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing (SIBGRAPI'05), 2005, pp. 189-196.

[23] J. S. Kulchandani and K. J. Dangarwala, "Moving object detection: Review of recent research trends," in Pervasive Computing (ICPC), 2015 International Conference on, 2015, pp. 1-5.

[24] J.-M. Wang, Y.-C. Chung, C. Chang, and S.-W. Chen, "Shadow detection and removal for traffic images," in Networking, Sensing and Control, 2004 IEEE International Conference on, 2004, pp. 649-654.

[25] M. Golchin, F. Khalid, L. N. Abdullah, and S. H. Davarpanah, "Shadow detection using color and edge information," Journal of Computer Science, vol. 9, p. 1575, 2013.

[26] O. Tuzel, F. Porikli, and P. Meer, "A bayesian approach to background modeling," in 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)-Workshops, 2005, pp. 58-58.

[27] B. Chen, Y. Lei, and W. Li, "A novel background model for real-time vehicle detection," in Signal Processing, 2004. Proceedings. ICSP'04. 2004 7th International Conference on, 2004, pp. 1276-1279.

[28] W. Zhang, X. Z. Fang, and Y. Xu, "Detection of moving cast shadows using image orthogonal transform," in 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06), 2006, pp. 626-629.

[29] Y. Lu, H. Xin, J. Kong, B. Li, and Y. Wang, "Shadow removal based on shadow direction and shadow attributes," in 2006 International Conference on Computational Inteligence for Modelling Control and Automation and International Conference on Intelligent Agents Web Technologies and International Commerce (CIMCA'06), 2006, pp. 37-37.

[30] D.-m. Li, Y.-z. Wang, and B. Du, "Research on Segmentation Methods of Weed and Soil Background Under HSI Color Model," in Knowledge Discovery and Data Mining, 2009. WKDD 2009. Second International Workshop on, 2009, pp. 628-631.

[31] T. Acharya and A. K. Ray, Image processing: principles and applications: John Wiley & Sons, 2005.

[32] Y. G. Byun, Y. K. Han, and T. B. Chae, "A multispectral image segmentation approach for object-based image classification of high resolution satellite imagery," KSCE Journal of Civil Engineering, vol. 17, pp. 486-497, 2013.

[33] K.-L. Chung, W.-J. Yang, and W.-M. Yan, "Efficient edge-preserving algorithm for color contrast enhancement with application to color image segmentation," Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 19, pp. 299-310, 2008.

[34] J. Fan, G. Zeng, M. Body, and M.-S. Hacid, "Seeded region growing: an extensive and comparative study," Pattern recognition letters, vol. 26, pp. 1139-1156, 2005.

[35] W. jian, "Study on Segmentation of Color Remote Sensing Image," Procedia Engineering, vol. 29, pp. 3312-3316, 2012.

[36] K. López-de-Ipiña, J. Solé-Casals, M. Faundez-Zanuy, P. M. Calvo, E. Sesa, U. Martinez de Lizarduy, et al., "Selection of entropy based features for automatic analysis of essential tremor," Entropy, vol. 18, p. 184, 2016.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

[37] R. M. Haralick and K. Shanmugam, "Textural features for image classification," IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics, vol. 3, pp. 610-621, 1973.

[38] M. Janalipour and M. Taleai, "Building change detection after earthquake using multi-criteria decision analysis based on extracted information from high spatial resolution satellite images," International Journal of Remote Sensing, vol. 38, pp. 82-99, 2017.

[39] J. Han, J. Pei, and M. Kamber, Data mining: concepts and techniques: Elsevier, 2011.

[40] R. C. Gonzales and P. Wintz, Digital image processing (2nd ed.): Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1987.

[41] Y.-H. Yang and M. D. Levine, "The background primal sketch: an approach for tracking moving objects," Machine Vision and applications, vol. 5, pp. 17-34, 1992.

[42] X. Deng, Q. Liu, Y. Deng, and S. Mahadevan, "An improved method to construct basic probability assignment based on the confusion matrix for classification problem," Information Sciences, vol. 340, pp. 250-261, 2016.

[43] A. Hakeem, K. Shafique, and M. Shah, "An object-based video coding framework for video sequences obtained from static cameras," in Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia, 2005, pp. 608-617.

[44] K. Gupta and A. V. Kulkarni, "Implementation of an automated single camera object tracking system using frame differencing and dynamic template matching," in Advances in Computer and Information Sciences and Engineering, ed: Springer, 2008, pp. 245-250.

[45] R. Kasturi, D. Goldgof, P. Soundararajan, V. Manohar, M. Boonstra, and V. Korzhova, "Performance evaluation protocol for face, person and vehicle detection & tracking in video analysis and content extraction (VACE-II)," Computer Science & Engineering University of South Florida, Tampa, 2006.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.7 No.1, Spring 2019

Research Paper

Removing car shadows in video images using entropy and Euclidean distance features

Ali Karami*[*1], Masoud Varshosaz[2], Mohsen Soryani[3], Mohammad shokri[4]

1- M.Sc. of photogrammetry, Faculty of geodesy and geomatic, K.N.Toosi University of technology
2- Associate Professor at photogrammetry and remote sensing department, K.N.Toosi University of technology
3- Associate Professor at artificial intelligence department, Iran University of science and technology
4- M.Sc. of Remote Sensing, Faculty of geodesy and geomatic, K.N.Toosi University of technology

Abstract

Detecting car motion in video frames is one of the key subjects in computer vision society. In recent years, different approaches have been proposed to address this issue. One of the main challenges of developed image processing systems for car detection is their shadows. Car shadows change the appearance of them in a way that they might seem stitched to other neighboring cars. This study aims to propose an optimized method for removing car shadows using entropy and Euclidean distance features. For each pixel, a weight is assigned according to the mentioned features. The weights assigned to shadows and background (asphalt) pixels are very close to each other which enable the background subtraction to remove both of them. The proposed method was evaluated on three datasets based on OA, HR, FAR, MODP and MOTP measures. The method was also compared with both NCC and HSV color methods which are well-known in removing car shadows. The results showed that the proposed methods depending on the type of the index is variable between 3 to 12 percent accurate results.

Key words: *car detection, entropy, shadow, Euclidean distance*

Correspondence Address *: The Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Mirdamad Blvd, Tehran, Iran*
Tel *: +98 9187839086*
Email*: ali.karami.surveying@gmail.com*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-19]

[DOI: 10.29252/jgit.7.1.1]