The 2nd National Conference on
Geospatial Information Technology (NCGIT)

K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering

18 January 2017

دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ دی ماه ۱۳۹۵

توسعه یک روش نوین مبتنی بر ویژگی‌های رنگی و بافتی جهت بهبود تشخیص خودروهای متحرک

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

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری ، دانشکده نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشکده نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳- دانشیار گروه فتوگرامتری و سنجش از دور، دانشکده نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۴- دانشیار گروه هوش مصنوعی، دانشکده کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده :

تشخیص حرکت در تصاویر ویدئویی به‌عنوان یک موضوع کلیدی در مباحث بینایی کامپیوتر محسوب می‌گردد. در سال‌های اخیر، روش های گوناگونی به منظور استخراج عوارض متحرک پیشنهاد شده است ولی یکی از مشکلات در تشخیص اشیا متحرک در سیستم‌های پردازش تصویر، سایه اشیا، متحرک است. سایه اشیاء متحرک به دلیل پیوستگی که با خود عارضه متحرک دارند، باعث تغییر ظاهر واقعی شئ متحرک و همچنین اتصال اشیاء به یکدیگر می‌شوند. هدف اصلی در این تحقیق ارائه یک روش نوین در زمینه تشخیص خودروها بدون سایه با استفاده از ویژگی رنگ و بافت می‌باشد. به طور کلی اگر سایه خودرو و خود خودرو را دو قسمت جدا از هم در نظر بگیریم، چون سایه و سطح آسفالت از لحاظ رنگ و بافتی که دارند خیلی نزدیکتر به هم هستند تا سایه و خودرو، می‌توانیم از استخراج و تلفیق این دو ویژگی برای هر کدام از پیکسل‌های تصویر یک وزن اختصاص بدهیم. وزنی که به پیکسل‌های مربوط به قسمت سایه و سطح آسفالت(پس‌زمینه) اختصاص داده می‌شوند خیلی نزدیک به هم هستند و زمانی که از عمل تفاضل پس‌زمینه استفاده می‌کنیم، سایه‌ها به همراه پس‌زمینه را استخراج و حذف می‌نماییم. در این تحقیق از دو پایگاه داده یکی در جعبه ابزار متلب و دومی مربوط به اتوبان امام علی(ع) استفاده شده‌است. معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی روش پیشنهادی برای حذف سایه‌ها، HR، FAR و MODP می‌باشند که با استفاده از این معیارها روش پیشنهادی با سه روش دیگر مقایسه شده است. به طور کلی با توجه به نمودارهای مربوط به هر سه معیار ارزیابی، روش پیشنهادی نسبت به سایر روش‌ها بهتر و کاراتر عمل کرده و دارای دقت و قابلیت عمل بالاتری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : استخراج ویژگی ، تشخیص خودرو ، حذف سایه، عوارض متحرک

نویسنده مکاتبه کننده : علی کرمی
آدرس پستی : تهران، خیابان ولیعصر تقاطع میرداماد روبه روی ساختمان اسکان دانشکده مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
تلفن : ۰۹۱۸۷۸۳۹۰۸۶
آدرس پست الکترونیک : ali.karami.surveying@gmail.com

۱- مقدمه

در سیستم‌های نظارت ویدئویی هوشمند اشیاء متحرک عموماً تنها قسمت‌های مورد علاقه در یک فریم ویدئو هستند. یکی از مشکلات در تشخیص اشیا متحرک در سیستم‌های پردازش تصویر، سایه اشیا، متحرک است. با توجه به اینکه بین سایه یک شئ با خود شئ اتصال و پیوستگی وجود دارد دو مشکل ایجاد می‌شود؛ اول اینکه قیافه و ظاهر واقعی شئ متحرک به دلیل این پیوستگی تغییر می‌کند. دوم اینکه سایه یک یا چند شئ متحرک در تصویر ممکن است باعث اتصال اشیاء به یکدیگر شده و به عنوان یک شئ تشخیص داده شوند. بنابرین باید بتوان با شناخت سایه، خصوصیات و ویژگی هایش، آن را تشخیص داده و حذف کرد. روش‌های گوناگونی تاکنون برای تشخیص صحیح خودروها و حذف سایه عوارض متحرک در صحنه توسط محققین ارائه شده است که در ادامه به آنها پرداخته شده است.[۱] در الگوریتمی به نام Shadow Flash ارائه شده‌است که قادر است مناطق سایه را در شرایطی که تاثیر هر منبع نوری به الگوریتم داده شده باشد تشخیص دهد.

پراتی و میکیک از الگوریتم یادگیرنده‌ای استفاده کرده‌اند که می‌تواند سایه‌ها را با اندازه‌گیری تاثیر سایه بر صحنه مشخص، تشخیص دهد[۲]. لوین و پاتوچریا از SVM برای تشخیص کردن محدوده سایه استفاده کرده‌اند. در مقایسه با دیگر روش‌های شرح داده شده، روش آنها به هیچ دانشی در مورد صحنه، نورپردازی و اشیاء احتیاج ندارد[۳]. در[۴] روشی بر اساس رویکرد تشخیص چرخ‌های وسیله نقلیه و حذف قسمت‌هایی از نیمرخ که در زیر چرخ قرار دارند، ارائه شده است. در[۵] از مدل گاوس برای حذف سایه استفاده شده است. مشابه این روش روش‌های دیگری برای تشخیص سایه درحال حرکت در[۶، ۷ و ۸] ارائه شده است

در[۱۰] از NCC[1] برای تشخیص و حذف سایه استفاده می‌شود. برخی دیگر از روش‌های ارائه شده در زمینه شناسایی سایه همانند [۵، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳] 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 و به همین جهت همچنان کار در زمینه تصاویر غیررنگی ادامه دارد[۱۴]. علاوه بر آن تقریبا تمامی روش‌ها فرضیاتی را در شروع کار خود در نظر گرفته‌اند. روش بهینه روشی است که با در نظرگرفتن کمترین فرضیات بهترین نتیجه را بدهد.

هدف اصلی در این تحقیق ارائه یک روش نوین در زمینه تشخیص خودروها بدون سایه با استفاده از ویژگی رنگ و بافت می‌باشد. در این روش چون سایه و سطح آسفالت از لحاظ رنگ و بافتی که دارند خیلی شبیه به هم هستند از استخراج و تلفیق این دو ویژگی برای هر کدام از پیکسل‌های تصویر یک وزن اختصاص می‌دهیم. وزنی که به پیکسل‌های مربوط به قسمت سایه و سطح آسفالت(پس‌زمینه) اختصاص داده می‌شوند خیلی نزدیک به هم هستند و زمانی که از عمل تفاضل پس‌زمینه استفاده می‌کنیم، امیدواریم که سایه‌ها به همراه پس‌زمینه را استخراج و حذف نماییم.

ساختار کلی مقاله در ادامه به این صورت است که در بخش دوم روش پیشنهادی ارائه شده است. شرح پیاده‌سازی الگوریتم‌پیشنهادی در بخش سوم انجام شده است. نتایج آزمایشگاهی و مقایسات در بخش چهارم ارائه شده است. نهایتا جمع‌بندی در بخش پنجم صورت گرفته است.

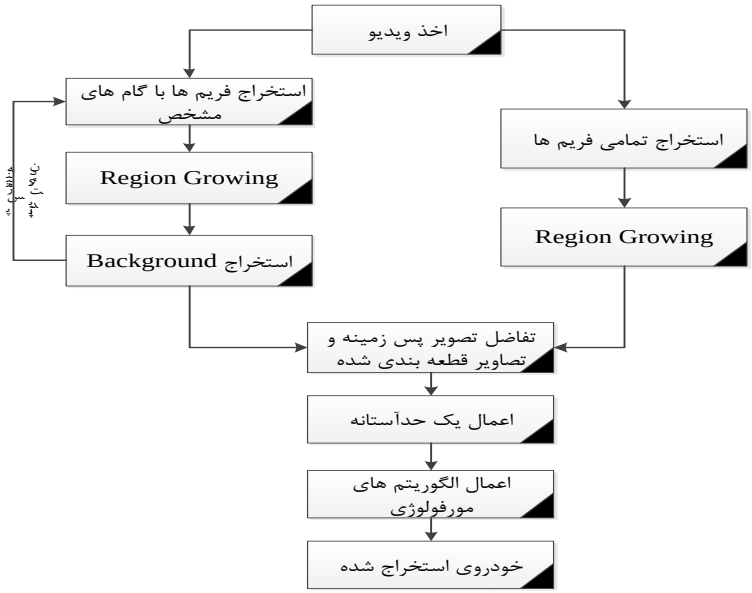
۲- روش پیشنهادی برای حذف سایه

برای استخراج عوارض متحرک همانند خودروها در تصاویر ویدیویی باید در ابتدا یک پس‌زمینه تعریف کرد و سپس فریم‌های ورودی را از پس‌زمینه تفریق نمود. چیزی که باقی می‌ماند خودروها یا به عبارت بهتر عوارض متحرک

[1] Normalized Cross Correlation

در تصاویر می‌باشند. از آنجایی که سایه‌های خودروها به صورت یکسان و هم جهت با خودروها حرکت می‌کنند، بخشی از عوارض متحرک به حساب می‌آیند. در نتیجه سایه خودروها به همراه خودروها شناسایی می‌شوند. این امر باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ای در پردازش اشیاء متحرک می‌شود که در مقدمه به آن اشاره شده‌است.

شکل(۱) فلوچارت الگوریتم پیشنهادی برای شناسایی خودروها را نشان می‌دهد که همزمان با شناسایی خودروها منجر به حذف سایه خودروها نیز می‌شود.



شکل ۱: فلوچارت الگوریتم پیشنهادی برای شناسایی خودروها

برای استخراج خودروها، همانطور که در شکل(۱) نشان داده شده است، بعد از استخراج فریم‌ها باید تمامی تصاویر مطابق رابطه‌های (۱و۲) وزن‌دهی شوند. چون یک نقطه مرجع داریم بنابراین می‌توان از هر نقطه‌ای برای مقایسه و وزن‌دهی استفاده کرد. برای استخراج ویژگی رنگی بر اساس مقایسه فاصله‌ی پیکسل (i,j) تا نقطه مرجع، که از رابطه(۱) به‌دست می‌آید، انجام می‌شود.

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

که H(i,j)، S(i,j) و V(i,j) به‌ترتیب عناصر H، S و V نقطه‌ی (i,j) بعد از نرمال شدن هستند، H_m، S_m و V_m مقادیر H، S، V پیکسل مرجع هستند[۱۵].

برای استخراج ویژگی بافت هم در این مقاله همانطور که در رابطه۲ نشان داده شده از معیار انتروپی استفاده شده است.

$$\boldsymbol{DGra(i,j) = -\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} p(i,j) * \log(p(i,j))}$$ رابطه(۲)

$DGra(i,j)$ انتروپی اطلاعات نقطه‌ی (i,j) در تصویر است، m,n ابعاد ماسک تعریف شده می‌باشد که اطلاعات انتروپی در تصویر براساس آن استخراج می‌شود و $p(i,j)$ پیکسل (i,j) در محدوده ماسک می‌باشد.[۱۵].

در نهایت با ترکیب کردن دو ویژگی رنگ و بافت به هر کدام از پیکسل‌های تصویر یک وزن اختصاص داده شده است(رابطه(۳)).

$$\boldsymbol{DF(i,j) = DCol(i,j) + DGra(i,j)}$$ رابطه(۳)

DF وزن نهایی هر پیکسل در تصویر می‌باشد.

برای استخراج خودروها باید پس‌زمینه را به‌وسیله روش میانه از تصاویر وزن‌دهی شده استخراج، و از فریم جاری مطابق رابطه(۴) تفاضل گرفت.

$$\boldsymbol{Dif} = |\boldsymbol{update\ background_p} - \boldsymbol{DF_{np}}| \qquad \text{رابطه(۴)}$$

$update\ background_p$ تصویر پس‌زمینه مرحله pام، و DF_{np} تصویر قطعه‌بندی شده n ام در مرحله p ام می‌باشد.

۳- پیاده‌سازی روش پیشنهادی

برای پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی از نرم‌افزار متلب استفاده شده است. در این تحقیق به منظور پیاده‌سازی و ارزیابی روش پیشنهادی در تشخیص عوارض متحرک از دو داده متفاوت استفاده شده است. اولین داده مربوط به یک فیلم ویدیویی آماده شده در جعبه ابزار متلب می‌باشد که تعداد فریم‌های این داده ۵۳۱ است. ویژگی این داده مربوط به کوتاه بودن طول سایه خودروها است. داده دوم مربوط به بزرگراه امام علی(ع) می‌باشد که در ساعات ۵ بعدازظهر زمانی که زاویه میل خورشید زیاد است، به مدت ۱۵ دقیقه فیلم‌برداری شده است. هرچه زاویه میل خورشید زیادتر باشد، باعث ایجاد سایه بزرگتر برای خودروها شده، که این عامل منجر به تشخیص اشتباه خودروها و تلفیق خودروهای نزدیک به هم می‌شود. در جدول(۱) مشخصات کلی داده‌ها نشان داده شده است.

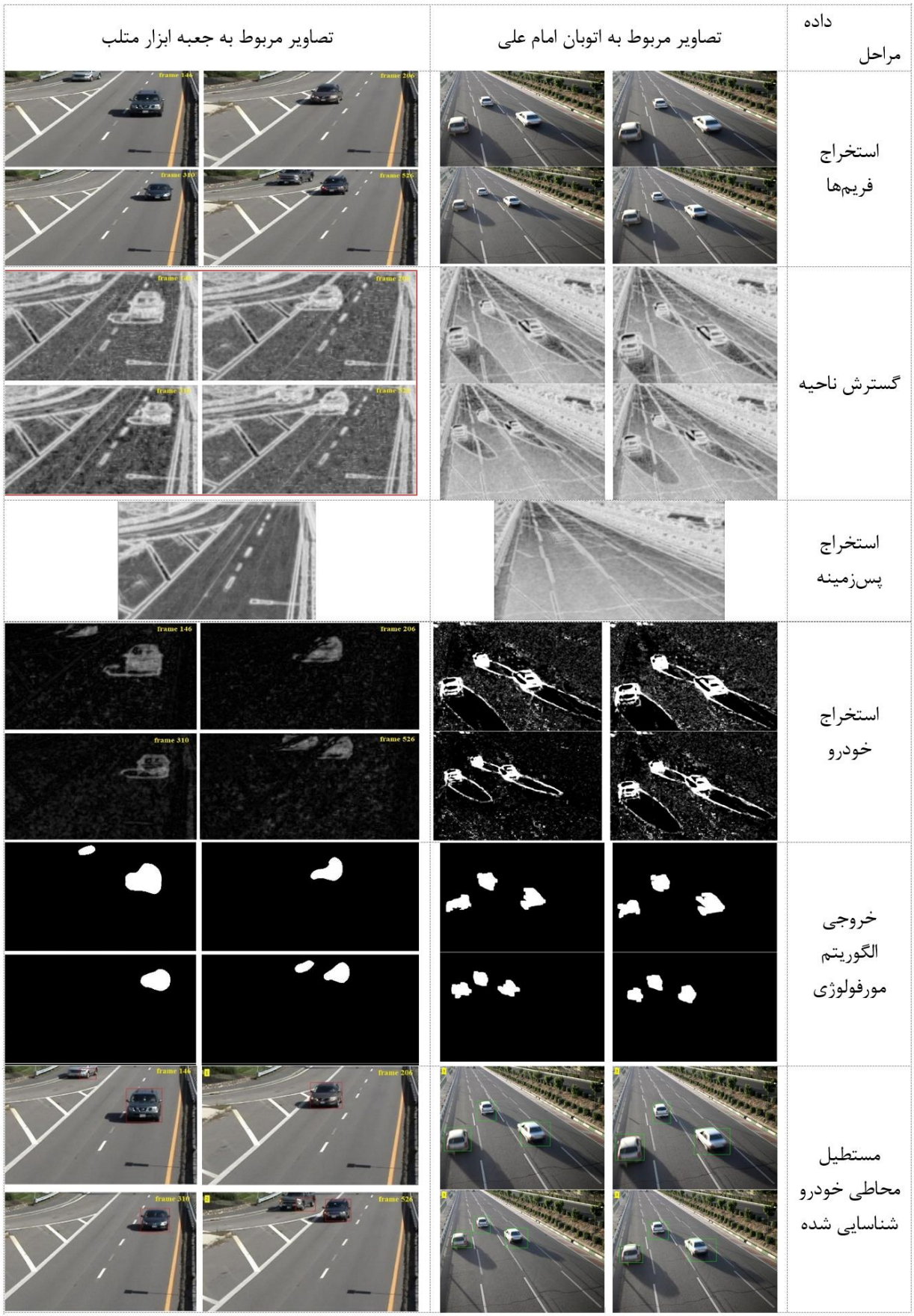
جدول ۱: داده های مورد استفاده برای پیاده‌سازی و ارزیابی سیستم پیشنهادی

نام داده	مکان	تراکم خودروها	طول سایه	مدت زمان فیلم ثانیه)	اندازه (پیکسل)	فریم برثانیه	فرمت	تصویر
VisionTraffic	جعبه ابزار متلب	کم	کم	۲۰	۶۴۰*۳۶۰	۲۵	avi	
MVI_02	بزرگراه امام علی(ع)	زیاد	زیاد	۱۰۰۰	۷۲۰*۱۲۸۰	۲۵	mov	

به‌طور کلی ویژگی اصلی این داده‌ها این است که تمام خودروهای موجود در این ویدویی‌ها دارای سایه می‌باشند و هدف اصلی استفاده از این داده‌ها در این تحقیق، شناسایی و ردیابی خودروها بدون سایه می‌باشد به عبارت بهتر جداسازی و حذف سایه‌ها از خود خودروها با استفاده از الگوریتم پیشنهادی می‌باشد.

در شکل ۲) نتایج مراحل پیاده‌سازی نشان داده شده است.

پس از آن که فریم‌ها از روی فیلم ویدیویی استخراج شوند برخی پیش‌پردازش‌های لازم روی فریم‌ها صورت خواهد گرفت(شکل(۲) سطر اول)، باید همه فریم‌ها وزن‌دهی شوند. همانطور که در شکل۲ سطر دوم مشاهده می‌شود تصاویر توسط روش پیشنهادی وزن‌دهی می‌شود. وزن‌دهی که براساس رنگ و بافت به تک‌تک پیکسل‌های تصویر داده می‌شود، وزن یا درجه خاکستری که به سایه‌ها اختصاص داده می‌شود با سطح آسفالت یا به‌عبارت بهتر با تصویر پس زمینه تقریبا یکسان درنظر گرفته می‌شود و به راحتی با یک تفاضل ساده می‌توان خودروها را استخراج و سایه‌ها را حذف کرد. دلیل اصلی این که سایه‌ها را جزء آسفالت در نظر می‌گیرد و از ماشین‌ها جدا می‌کند، این است که چون این الگوریتم براساس رنگ و بافت کار می‌کند و از لحاظ رنگ و بافت سایه هم بیشتر نزدیک به آسفالت(پس‌زمینه) می‌باشد که این امر باعث می‌شود که به راحتی سایه‌ها را حذف کرد.



شکل ۲: نتایج مراحل پیاده‌سازی روش پیشنهادی جهت حذف سایه

بعد از این‌که وزن‌دهی روی فریم‌ها صورت گرفت، باید از روی این تصاویر وزن‌دهی شده بتوان خودروها را از تصاویر حذف کرد و یک مدل پس‌زمینه ساخت. برای این کار از بین تمام فریم‌هایی وزن‌دهی شده، با استفاده از روش میانه به استخراج پس‌زمینه پرداخته می‌شود. برای به‌هنگام‌سازی پس‌زمینه باید در هر مرحله یک پس‌زمینه جدید پیدا کرد که با این کار می‌توان یک مدل پس‌زمینه‌ای داشت که قابلیت به‌هنگام‌سانی در برابر تغییرات شرایط نوری و آب و هوایی را دارا می‌باشد(شکل(۲) سطر سوم).

برای تشخیص خودروها، تفاضل تمام فریم‌های وزن‌دهی شده و پس‌زمینه را به‌دست می‌آوریم و درنهایت پیکسل‌های که مربوط به خودروهای متحرک هستند شناسایی می‌شوندسایه‌ها هم با این تفاضل از بین‌خواهند رفت(شکل(۲) سطر چهارم).

برای تبدیل به یک تصویر باینری همانطور که در شکل(۲) سطرپنجم نشان داده شده باید از یک حدآستانه استفاده کرد که این حدآستانه می‌تواند به صورت دستی و تجربی انتخاب شود و یا اینکه از الگوریتم‌های که به صورت خودکار حدآستانه را تعیین می‌کنند، استفاده کرد. در این تحقیق از روش otsu برای تعیین حدآستانه استفاده شده است. ولی همچنان یکسری پیکسل‌ها به‌عنوان نویز وارد می‌شوند برای حذف نویزها از الگوریتم‌های ریخت‌شناسی استفاده شده است.

در نهایت همانطور که در شکل(۲) سطرششم نشان داده، با استفاده از یک مستطیل محاطی یک کادر دور خودرو شناسایی شده قرار می‌دهیم.

۴- ارزیابی نتایج

در این تحقیق به منظور ارزیابی توانایی روش پیشنهادی در تشخیص عوارض متحرک از دو داده متفاوت که در جدول نشان داده شده، استفاده شده است. متریک‌های مختلفی نظیر HR[۱] ، FAR [۱۶][۲] و MODP [۱۷][۳] برای ارزیابی و نشان دادن توانایی روش پیشنهادی در تشخیص صحیح و حذف سایه خودروها که در رابطه های (۵، ۶ و ۷) بیان شده، استفاده شده است.

$$HR = \frac{H}{H + M}$$ رابطه(۵)

$$FAR = \frac{F}{H + F}$$ رابطه(۶)

$$MODP = \frac{1}{N_{mapped}^{t}} \sum_{i=1}^{N_{mapped}^{t}} \left| \frac{G_i^{(t)} \cap D_i^{(t)}}{G_i^{(t)} \cup D_i^{(t)}} \right|$$ رابطه(۷)

در این روابط، H ، F و M به ترتیب ناحیه درست، اشتباه و تشخیص داده نشده می‌باشند. $G_i^{(t)}$ و $D_i^{(t)}$ بیانگر عارضه واقعی و استخراج شده iام در فریم tام می‌باشند. همچنین N_{mapped}^{t} مشخص کننده تعداد عارضه تصویر شده در فریم t ام می‌باشد.

در ادامه برای بدست آوردن میزان دقت و قابلیت اعتماد روش پیشنهادی در تشخیص خودروها از معیارهای که در رابطه‌های(۶، ۷ و۸) بیان شده، استفاده شده و به‌صورت اتفاقی بر روی ۱۰ فریم از هر مجموعه داده، این ارزیابی

[۱] - Hit Rate
[۲] - False Alarm Rate
[۳] - Multi Object Detection Precision

صورت گرفته و نتایج آن با سه روش دیگر[۱۸، ۱۹ و ۲۰] مقایسه شده است و نتایج به صورت نمودار در شکل(۳) نشان داده شده است.

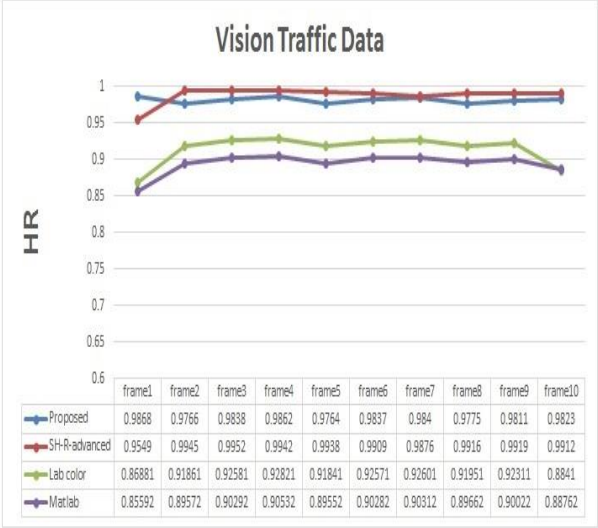
به طور کلی در معیارهای یاد شده برای ارزیابی، هرچه مقدار HR و MODP زیاد باشد نشان دهنده دقت بالا در شناسایی صحیح‌تر خودروها می‌باشد و برعکس هر چه مقدار FAR زیاد باشد نشان براین است که مقدار نویز و سایه بیشتری را به‌عنوان خودرو در تصویر تشخیص داده است. در شکل۳ نمودار مربوط به هر روش با یک رنگ خاصی مشخص شده است. نمودار آبی رنگ مربوط به روش پیشنهادی می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود، به صورت کلی نمودارهای HR و MODP مربوط به روش پیشنهادی بالاتر از بقیه نمودارها قرار گرفته و همچنین نمودار FAR روش پیشنهادی کمترین مقدار را نسبت به سایر روش‌ها دارد. این نتایج نشان بر این است که روش پیشنهادی نسبت به سه روش دیگر در تشخیص خودروها بهتر عمل کرده است.

هر چه تراکم خودروها و همچنین سایه خودروها زیاد باشد، خودروها باهم تلفیق می‌شوند و منجر به تشخیص اشتباه خودروها می‌شود. این امر باعث پایین آمدن طول متریک MODP و نامنظم شدن نمودار مربوط به آن می‌شود. این نتیجه در نمودار MODP شکل(۳) به وضوح نشان داده شده است. به دلیل اینکه در داده مربوط به VisionTraffic تراکم خودروها و همچنین طول سایه خودروها کم است نمودارهای MODP مربوط به روش‌های حذف سایه هموارتر و نزدیک به هم می‌باشند و برعکس در داده دوم (MVI02) چون تراکم و طول سایه خودروها زیاد می‌باشد، نمودار MODP مربوط به سه روش دیگر به صورت کاملا نامنظم بوده و مقادیر آنها پایین می‌باشد. ولی نمودار MODP مربوط به روش پیشنهادی منظم و همچنین دارای مقادیر نزدیک به یک می‌باشد که این نشان بر توانایی روش پیشنهادی در تشخیص صحیح‌تر خودروها نسبت به سایر روش‌ها است.

از طرفی متریک FAR ضریب خطا می‌باشد و هرچه پیکسل‌های اضافه(نویزها و سایه خودروها و...) در تصویر زیاد باشد و به عنوان خودرو شناسایی شوند، باعث کاهش دقت و همچنین عدم توانایی روش برای حذف سایه از خودروها می‌باشد. هرچقدر این متریک به صفر نزدیکتر باشد بهتر است. همانطور که در شکل(۳) نشان داده شده است نمودارهای FAR مربوط به روش پیشنهادی در دو سری داده، نزدیک به صفر هستند که این نشان بر این است که روش پیشنهادی در جداسازی و حذف سایه خودروها نسبت به سه روش پیشنهادی دیگر خیلی بهتر عمل کرده است.

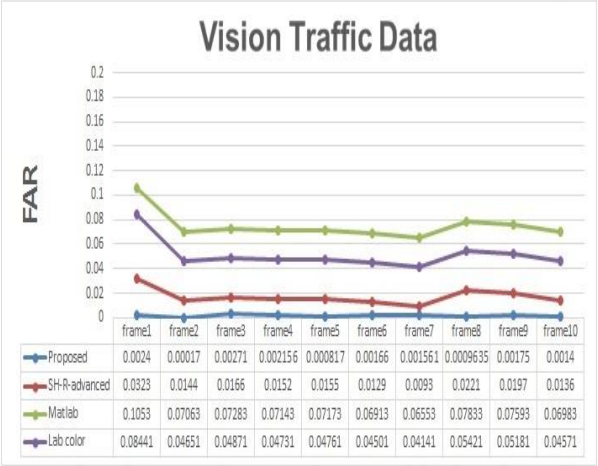
۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق الگوریتمی جدید مبتنی بر ویژگی رنگ و بافت برای تشخیص عوارض متحرک به‌منظور افزایش قابلیت اعتماد، و دقت در استخراج خودرو ارائه شده است. برای این منظور بعد از استخراج فریم‌ها و برخی پیش‌پردازش‌ها هرکدام از فریم‌ها را براساس ویژگی رنگ و بافت وزن‌دهی می‌کنیم. بعد با استفاده از روش میانه پس‌زمینه از این فریم های وزن‌دهی شده، استخراج می‌شود و درنهایت با استفاده از روش تفاضل با پس‌زمینه می‌توان خودروها را شناسایی کرد. مزیت اصلی این الگوریتم برای شناسایی خودروها آن است که وقتی تصویر وزن‌دهی شده و به هر پیکسل از تصویر براساس بافت و رنگ یک وزن اختصاص می‌شود، سایه خودروها و سطح آسفالت تقریبا چون از لحاظ رنگ و بافت بیشتر به هم نزدیک هستند مقدار وزنی که به این پیکسل‌ها اختصاص داده می‌شود تقریبا برابر است. به‌راحتی با تفاضل پس‌زمینه می‌توان به شناسایی خودروها پرداخت بدون اینکه سایه خودروها تشخیص و ردیابی شوند. در این تحقیق دو پایگاه داده برای پیاده‌سازی و ارزیابی روش پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته است. معیارهای مورد استفاده برای نشان دادن دقت و قابلیت اعتماد سیستم در شناسایی خودروها و همچنین حذف سایه‌ها، HR، FAR و MODP می‌باشند. با استفاده از این معیارها روش پیشنهادی با سه روش دیگر در زمینه حذف سایه خودروها ارزیابی و مقایسه شده است. به طور کلی روش پیشنهادی با توجه به نمودارهای مربوط به هر سه معیار نسبت به سه روش دیگر در زمینه حذف سایه بهتر و کاراتر عمل کرده و دارای دقت و قابلیت عمل بالاتری می‌باشد.

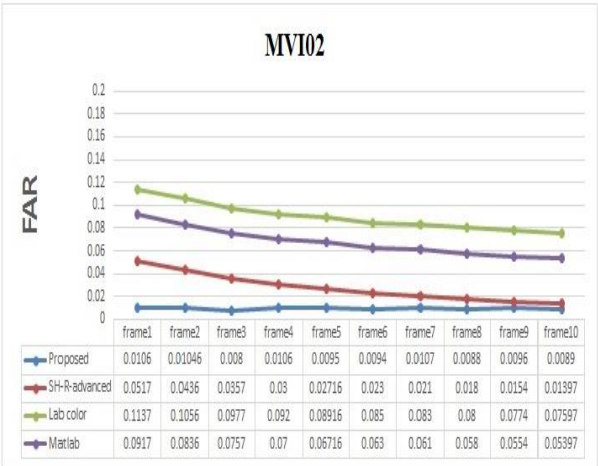


	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
Proposed	0.9868	0.9766	0.9838	0.9862	0.9764	0.9837	0.984	0.9775	0.9811	0.9823
SH-R-advanced	0.9549	0.9945	0.9952	0.9942	0.9938	0.9909	0.9876	0.9916	0.9919	0.9912
Lab color	0.86881	0.91861	0.92581	0.92821	0.91841	0.92571	0.92601	0.91951	0.92311	0.8841
Matlab	0.85592	0.89572	0.90292	0.90532	0.89552	0.90282	0.90312	0.89662	0.90022	0.88762

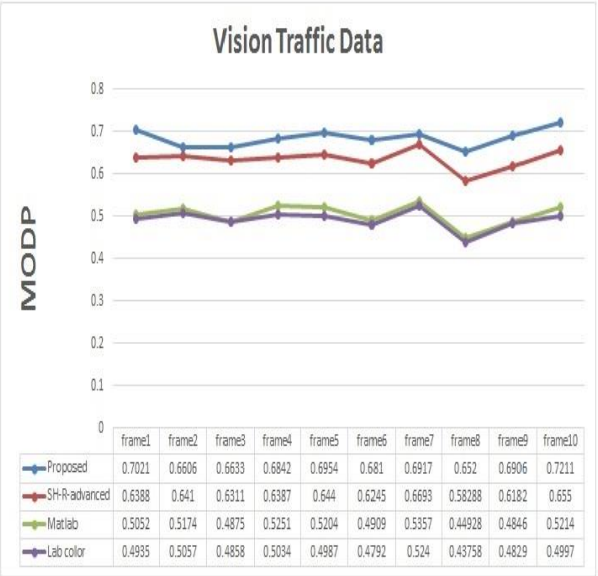
	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
Proposed	0.9814	0.9842	0.9897	0.9921	0.9921	0.9975	0.9971	0.9988	0.998	0.9996
SH-R-advanced	0.9005	0.9467	0.9547	0.9564	0.9561	0.9572	0.958	0.9583	0.9544	0.9583
Lab color	0.8104	0.8466	0.8546	0.8563	0.856	0.8571	0.8579	0.8582	0.8543	0.8582
Matlab	0.80449	0.83069	0.83869	0.84039	0.84009	0.84119	0.84199	0.84229	0.83839	0.84229



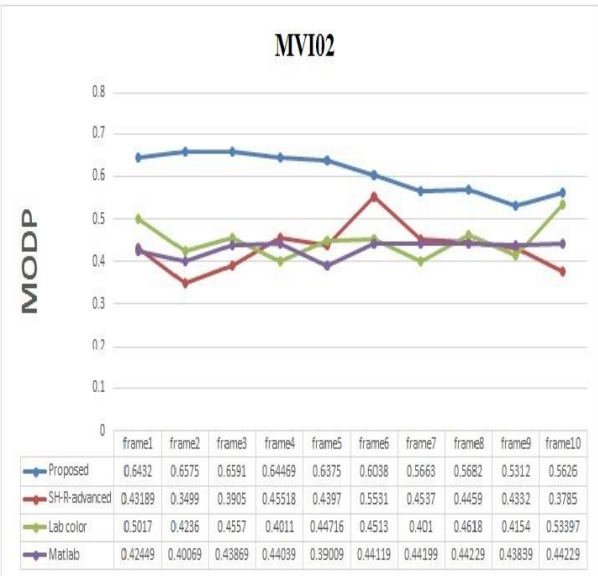
	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
Proposed	0.0024	0.00017	0.00271	0.002156	0.000817	0.00166	0.001561	0.0009635	0.00175	0.0014
SH-R-advanced	0.0323	0.0144	0.0166	0.0152	0.0155	0.0129	0.0093	0.0221	0.0197	0.0136
Matlab	0.1053	0.07063	0.07283	0.07143	0.07173	0.06913	0.06553	0.07833	0.07593	0.06983
Lab color	0.08441	0.04651	0.04871	0.04731	0.04761	0.04501	0.04141	0.05421	0.05181	0.04571



	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
Proposed	0.0106	0.01046	0.008	0.0106	0.0095	0.0094	0.0107	0.0088	0.0096	0.0089
SH-R-advanced	0.0517	0.0436	0.0357	0.03	0.02716	0.023	0.021	0.018	0.0154	0.01397
Lab color	0.1137	0.1056	0.0977	0.092	0.08916	0.085	0.083	0.08	0.0774	0.07597
Matlab	0.0917	0.0836	0.0757	0.07	0.06716	0.063	0.061	0.058	0.0554	0.05397



	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
Proposed	0.7021	0.6606	0.6633	0.6842	0.6954	0.681	0.6917	0.652	0.6906	0.7211
SH-R-advanced	0.6388	0.641	0.6311	0.6387	0.644	0.6245	0.6693	0.58288	0.6182	0.655
Matlab	0.5052	0.5174	0.4875	0.5251	0.5204	0.4909	0.5357	0.44928	0.4846	0.5214
Lab color	0.4935	0.5057	0.4858	0.5034	0.4987	0.4792	0.524	0.43758	0.4829	0.4997



	frame1	frame2	frame3	frame4	frame5	frame6	frame7	frame8	frame9	frame10
Proposed	0.6432	0.6575	0.6591	0.64469	0.6375	0.6038	0.5663	0.5682	0.5312	0.5626
SH-R-advanced	0.43189	0.3499	0.3905	0.45518	0.4397	0.5531	0.4537	0.4459	0.4332	0.3785
Lab color	0.5017	0.4236	0.4557	0.4011	0.44716	0.4513	0.401	0.4618	0.4154	0.53397
Matlab	0.42449	0.40069	0.43869	0.44039	0.39009	0.44119	0.44199	0.44229	0.43839	0.44229

شکل ۳: نتایج بدست آمده از روش ارائه شده در هر مجموعه داده و مقایسه آن با سه روش دیگر

مراجع

[1] J. Yoon, C. Koch, and T. J. Ellis, "ShadowFlash: an approach for shadow removal in an active illumination environment," in BMVC, 2002, pp. 1-10.

[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] 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.

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

[5] 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.

[6] 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.

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

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.

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

[16] 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.

[17] 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.

[18] C. Blajovici, P. J. Kiss, Z. Bonus, and L. Varga, "Shadow detection and removal from a single image," ed: Szeged, Hungary: SSIP, 19th Summer School on Image Processing, 2011.

[19] S. Murali and V. Govindan, "Shadow detection and removal from a single image using LAB color space," Cybernetics and information technologies, vol. 13, pp. 95-103, 2013.

[20] N. M. Selvi, "Shadow Detection and Removal in Colour Images using MATLab."