تشخیص و شمارش خودروها براساس الگوریتم پردازش تصویر مدل مخلوط گوسی و محاسبه سرعت لحظه‌ای خودروها طبق جریان نوری

محمد علی علویان مهر* کارشناسی‌ارشد برق-الکترونیک، مرکز کنترل ترافیک شهرداری شیراز

علی زحمتکش معاون حمل ونقل و ترافیک شهرداری شیراز

امیر سوداگران مدیر مرکز کنترل ترافیک شهرداری شیراز

چکیده

امروزه با گسترش روز افزون روش‌های مختلف اخذ اطلاعات گسسته مانند پویش‌گرها و دوربین‌های دیجیتالی، پردازش تصویر کاربرد فراوانی یافته است. اطلاعات بدست آمده توسط دوربین‌های نظارت تصویری در سطح شهر، توسط بسترهای ارتباطی مثل GPRS ویا فیبر نوری به مرکز کنترل ترافیک ارسال می‌شوند. این اطلاعات ویدئویی تا مادامی که به دنباله‌های آماری تبدیل نشوند نمی توانند در تصمیمات مدیریت شهری نقشی ایفا کنند. در این مقاله یک سیستم آنالیز تشخیص تعداد خودروها در واحد طول و زمان به همراه تخمین سرعت لحظه‌ای آنها ارائه شده است. در این روش، اطلاعات ویدئویی به دنباله‌های آماری شاخص‌های ترافیکی تبدیل می‌شوند. ابتدا تصاویر مربوط به هر فریم بر اساس مدل مخلوط گوسی به تصاویر پس زمینه مدل می‌شوند که در برابر تغییرات نور مقاوم هستند. این عملیات در تعداد زیادی فریم بکار گرفته می‌شود تا اصطلاحا یک تصویر پس زمینه آموزش دیده شده ایجاد شود. در روش‌های سنتی پردازش تصاویر ترافیکی، مدل کردن تصویر پس زمینه مورد توجه قرار نمی گرفت، و برعکس در روش ارائه شده، از این مدل جهت تشخیص شی در حال حرکت استفاده می‌شود. سپس با مقایسه تک تک فریم‌های اصلی ورودی به این سیستم و تصویر پس زمینه آموزش دیده شده، خودروهای در حال حرکت تشخیص داده می‌شوند. در این حالت به ۲ دلیل ممکن

---

* نویسنده مسئول alaviyanmehr.mohammadali@eshiraz.ir

این مقاله در کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک تهران ارائه و نمایه شده است.

است در تشخیص خودروها سیستم، دچار اشتباه محاسباتی شود. ۱- به دلیل وجود سایه خودروهای درحال حرکت، سیستم یک خودرو را ۲ خودرو یا بیشتر تشخیص دهد. ۲- به دلیل آموزش ناصحیح تصویر پس زمینه، تشخیص خودرو دچار اشکال شود. راه حل پیشنهاد شده برای حل ۲ اشکال مطروحه این است که بعد از مرحله تشخیص خودرو و کشیدن بلوک دور آنها، ازالگوریتم ترکیب کردن بلوک‌ها استفاده می‌کنیم و بلوک‌ها را که به دور خودروهای تشخیص داده شده، کشیده شده است را براساس فاصله اقلیدسی هر بلوک مجاور، در صورتی که روی هم افتادگی داشته باشند، با هم ترکیب می‌کنیم. سپس براساس الگوریتم جریان نوری با ترکیب روش‌های Horn-Schunck و Lucas- Kanade سرعت لحظه ای هر خودرو تخمین زده می‌شود. ازاطلاعات سرعت لحظه ای هر خودرو و تعداد خودروها در واحد طول و زمان که به ترتیب به مفهوم حجم و چگالی ترافیکی است، جهت تخمین جریان ترافیکی استفاده می‌شود. با توجه به شبیه سازی‌های انجام شده و مقایسه نتایج بدست آمده با سایر نتایج مقالات دیگر، عملکرد بالای روش ارائه شده در این مقاله، برای تشخیص خودرو و محاسبه دقیق تعداد آن، با توجه به استفاده الگوریتم ترکیبی و آموزش صحیح تصاویر پس زمینه، اثبات می‌شود. همچنین این روش را می‌توان برای پردازش تصاویر با کیفیت نامطلوب نیز استفاده کرد.

واژگان کلیدی: پردازش تصویر، سیستم‌های حمل ونقل هوشمند، جریان نوری، مدل مخلوط گوسی.

۱. مقدمه و بیان مسئله

امروزه آمار دقیق تردد در محورهای شهری یا جاده ای از اهمیت زیادی در خصوص برنامه ریزی و مدیریت بهتر شهری برخوردار است. تشخیص و ردیابی خودروها در یک تصویر به کمک الگوریتم‌های پیشرفته پردازش تصویر بسیار کمک هزینه و با دقت خواهد بود. از جمله اجزا پردازش تصویر دوربین CCD، اسکنر مسطح، یا ضبط کننده ویدئویی به همراه نرم افزار پردازش تصویر می‌باشد. مهم این است که این اطلاعات ویدئویی به هنگام رسیدن توسط بسترهای ارتباطی به مراکز کنترل ترافیک تبدیل به داده شوند تا بتوان جهت آمار گیری از آنها استفاده کرد. برای درک بهتر در مورد یک تصویر توضیحاتی را پیرامون تصاویر دیجیتالی در ادامه ارائه می‌کنیم. یک تصویر را می‌توان بصورت یک تابع دو بعدی تعریف کرد که x و y مختصات مکانی است و f دامنه درهرمختصات یا شدت سطح خاکستری تصویر است. هنگامی که مقدار x، y و

f متناهی، مجزا و گسسته باشند به این تصویر، تصویر دیجیتالی می‌گویند. باید توجه کرد که تصویر دیجیتالی ترکیبی از تعداد عنصر محدود است که هر کدام مکان و مقدار خاصی دارند. این المان‌ها نقاط تصویر یا پیکسل نامیده می‌شوند. بینایی از حس‌های پیشرفته انسان است. پس شگفت انگیز نیست که تصاویر نقش مهمی را در ادراک آدمی بازی می‌کنند. بر خلاف انسان‌ها، که چشمشان منحصر به باند مرئی طیف الکترومغناطیسی است، ماشین‌های تصویر برداری، تقریبا تمامی طیف الکترومغناطیسی را که از اشعه گاما تا امواج رادیویی گسترده است، می‌پوشانند و می‌توانند روی تصاویری عمل کنند که منبع ایجاد آنها، برای انسان نامانوس است. گاهی پردازش تصویر[1] مجموعه عملیاتی تعریف می‌شوند که ورودی و خروجی آن تصویر است و یا ورودی تصویر و خروجی شاخص‌های مطرح شده ایست که از ویژگی‌های تصویر قابل استنباط است. بنابراین عملیات‌های جزئی مثل محاسبه شدت میانگین از یک تصویر به عنوان عملیات پردازش تصویر در نظر گرفته می‌شوند. از طرف دیگر، حوزه‌هایی وجود دارند که مقصد نهایی آنها استفاده از رایانه برای تقلید حس بینایی انسان است. بطور مثال در بینایی ماشین یادگیری، استنباط، نتیجه گیری و انجام عملیات بر اساس ورودی‌های بصری انجام می‌شوند. این حوزه‌ها، شاخه ای از هوش مصنوعی هستند که می‌خواهند از هوش انسان تقلید کنند. بر اساس نظریات مطرح شده، پردازش تصویر در شناسایی نواحی یا عناصر منفرد تصویر با یکدیگر هم‌پوشانی منطقی دارند.

مانیتور کردن وضعیت ترافیکی یکی از ابزارهای مهم، در توسعه سیستم‌های حمل ونقل هوشمند[2](ITS) است. کاربرد روش‌های پردازش تصویر و بینایی ماشین در آنالیز دنباله‌های ویدئویی ترافیکی و تبدیل آنها به دنباله‌های آماری جهت جمع آوری اطلاعات ترافیکی بسیار دقیق تر و کم هزینه تر است از روش‌های دیگر جمع آوری اطلاعات ترافیکی. روش‌هایی مانند آشکارسازهای ماکروویو، نوری و استفاده از سنسورها و حلقه‌های القائی، معمولا دارای هزینه‌های نصب، نگهداری بالا و همچنین مسدود کردن مسیر حرکت خودروها جهت نصب خواهند بود. این در حالی است که

1. Image Processing
2. Intelligent Transportation Systems

معمولا در تشخیص خودروهایی که با سرعت کندی حرکت می‌کنند و یا اینکه متوقف هستند این نوع روش‌ها دچار اشکال می‌شوند.

تصاویر هنگامی که از دوربین‌های نظارت تصویری گرفته می‌شود همواره کم و بیش همراه مقداری نویز بوده و در مواردی نیز دارای مشکل محوشدگی مرزهای نمونه‌های داخل تصویر می‌باشند که موجب کاهش وضوح تصویر دریافتی می‌گردند. مجموعه عملیات و روش‌هایی که به منظور کاهش عیوب و افزایش کیفیت ظاهری تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد، جز عملیات پردازش تصویر محسوب می‌شوند. اگرچه حوزه‌های کار با تصویر بسیار وسیع است ولی عموماً محدوده مورد توجه در چهار زمینه ی بهبود کیفیت ظاهری[1]، بازسازی تصاویر مختل شده[2]، فشرده گی و رمزگذاری تصویر[3] و درک تصویر توسط ماشین [4] متمرکز می‌گردد. بهبود تصاویر شامل روش‌هایی مثل استفاده از فیلتر محو کننده و افزایش تضاد برای بهتر کردن کیفیت دیداری تصاویر و اطمینان از نمایش درست آن‌ها در محیط مقصد است. بینایی ماشین به روش‌هایی می‌پردازد که به کمک آن‌ها می‌توان معنی و محتوای تصاویر را درک کرد تا از آن‌ها در کارهایی چون رباتیک استفاده شود. پردازش تصویر از هر دو جنبه نظری و عملی پیشرفت‌های چشمگیری داشته است و بسیاری از علوم به آن وابسته اند. کاربردهای متنوعی را می‌توان برای الگوریتم‌های پردازش تصویر مثال زد، از جمله آن در اتوماسیون صنعتی، آنالیز تصاویر پزشکی، فشرده سازی ویدئو وتصویر، حمل ونقل، هواشناسی، شهرسازی، صنعت، کشاورزی, علوم نظامی و امنیتی، نجوم، پزشکی، باستان شناسی، سینما، زمین شناسی، صنایع غذایی و حتی روان‌شناسی اشاره کرد. بطور مثال در شهرسازی، با مقایسه عکس‌های مختلف از سال‌های مختلف یک شهر می‌توان میزان گسترش و پیشرفت آن را مشاهده کرد. قبل از ساختن یک شهر می‌توان آن را توسط کامپیوتر شبیه سازی کرد که به صورت دو بعدی از بالا و حتی به صورت سه بعدی از دیدهای مختلف، یک شهرک چطور ممکن است به نظر برسد. تصاویر

1. Enhancement
2. Restoration
3. Compression and Coding
4. Understanding

ماهواره‌ای که از شهرها گرفته می‌شود، می‌تواند توسط فیلترهای مختلف پردازش تصویر فیلتر شود و اطلاعات مختلفی از آن استخراج شود. به طور مثال، این که شهر در چه قسمت‌هایی دارای ساختمان‌ها، آب‌ها یا راه‌های بیشتری است و همین طور می‌توان جاده‌هایی که داخل یا خارج از شهر کشیده شده اند را تحلیل کرد و یا با گرفتن عکس‌های هوایی از زمین، ترافیک هر قسمت از شهر مشخص می‌شود. در اینجا مایلیم بیشتر در مورد کاربرد پردازش تصویر در حوزه حمل و نقل و ترافیک توضیحاتی را مطرح و روش جدیدی را برای تشخیص شاخص‌های ترافیکی ارائه کنیم و کنکاش درمورد سایر حوزه‌های پردازش تصویر را به آینده موکول می‌کنیم.

بعضی از مهم ترین روش‌های پردازش تصویر برای تشخیص خودروهای در حال حرکت و محاسبه سرعت آنها با بکارگیری دوربین‌های ثابت نظارت تصویری در زیر آورده شده است.

۱.۱. تعیین مقدار آستانه بر روی تصاویر ترافیکی[1]

این روش ساده ترین روش در تشخیص خودرو در حال حرکت است، و براساس این حقیقت است که شی متحرک دارای شکل چگالی نوری مختلف از تصویر پس زمینه خواهد بود. با تعیین یک آستانه شدت نور در یک ناحیه کوچک از تصویر می‌توان خودرو را از تصویر پس زمینه تشخیص داد. این روش به شدت به مقدار آستانه وابسته است، که این مقدار نیز بر اساس چگالی نوری تصویر مربوط به یک خودرو مشخص و مدل تصویر پس زمینه آن تعیین می‌شود (استوارت و دیگران، ۱۹۹٤)[2]. برای بهینه کردن مقدار آستانه می‌توان از شمارش تغییرات نوری استفاده کرد اما، آشکارسازی و تشخیص اشتباه خودروها به دلیل سایه‌های درحال حرکت همراه با خودرو در طول روز، که دارای شدت نور یکسانی با محیط اطراف هستند، اجتناب ناپذیر است (انکلمان[3]، ۱۹۹۰؛ پارک[4]، ۲۰۰۱).

---

1. Thresholding
2 . Stewart
3 . Enkelmann
4 . Park

۲.۱. آشکارسازی لبه‌های تصاویر ترافیکی[1]

عملکرد این روش بر اساس ویژگی‌هایی است که در لبه‌های شی مورد نظر در تصاویر دیجیتالی گرفته شده از دوربین‌های نظارت تصویری مثل خودرو وجود دارد (بلوس‌ویل[2] و دیگران، ۱۹۹٤). این روش با توجه به اینکه، روش مقایسه‌ای بین دو تصویر مربوط به دو فریم نمی باشد، می‌تواند خودروهای متوقف شده را نیز تشخیص دهد. روش‌های آشکارسازی لبه‌های شی متحرک مورفولوجیکال[3] کاربردهای وسیعی دارند (وان، نام و لی،[4] ۲۰۰۱). در این روش لبه‌های خودروها، نسبت به لبه‌های جاده برجسته نمایش داده می‌شوند. با استفاده از هیستگرام تصویر، به همراه یک سری عملیات‌های مورفولوجیکال می‌توان ویژگی‌های لبه‌های تصویر را در حوزه مکانی بدست آورد. روش‌های آشکارسازی سه نوع گسستگی اساسی در شدت تصویر یعنی نقطه، خط و لبه در این روش قابل ارزیابی است (لی، لیو، لونگ[5]، ۲۰۰۲؛ مون، چلاپا و روسنفلد[6]، ۲۰۰۳). متداول ترین روش برای جستجوی گسستگی در این روش، اعمال ماسک به تصویر است. به طور مثال در این روش با اعمال یک ماسک ۳×۳ می‌توان مجموع حاصل‌ضرب مقادیر سطوح شدت ناحیه احاطه شده توسط ماسک، در ضرائب ماسک را محاسبه کرد. آشکارسازی یک نقطه منفرد در ناحیه ای از تصویر با شدت ثابت یا تقریبا ثابت، از نظر مفهومی بسیار ساده است. فقط نکته اینجاست که بیشترین پاسخ ماسک هنگامی می‌باشد که مرکز ماسک واقع بر نقطه منفرد است (سالیوان و دیگران[7]، ۲۰۰٤؛ آک و کاپ[8]، ۱۹۹۵). همچنین هنگامی که مرکز ماسک در نواحی با شدت یکسان قرار گیرد مقدار پاسخ صفر است.

---

1. Edge-based detection (spatial differentiation)
2. Blosseville
3. Morphological
4. Won, Nam & Lee
5. Li, Liu & Leung
6. Moon, Chellapa &Rosenfeld
7. Sullivan, et. al
8. Aach & Kaup

۳.۱. روش تجمیع ویژگی‌ها و دنبال کردن شی متحرک[1]

این روش براساس ابعاد و شکل خودرو، و یا بطور کلی ویژگی‌های هندسی خودرو، تشخیص الگویی را سبب می‌شود. سپس کد گذاری‌هایی بر روی این ویژگی‌های هندسی خودرو گذاشته خواهد شد (کیم[2]، ۲۰۰۱؛ دوبوسون و جن[3]، ۱۹۹۵). این کدها می‌توانند بر اساس سیگنال زمانی شدت نور هر نقطه از تصویر ایجاد شوند. سپس با بکارگیری این کدها و ارتباط آن با مفاهیم فیزیکی حرکت می‌توان پیش بینی در زمینه تغییرات رفتار مدل بدست آمده از خودروها را داشت.

٤.۱. روش جریان نوری[4]

رویکردهای موجود در روش جریان نوری (OF) از این امر بهره می‌جویند که ظاهر هر شی در حین حرکت اندکی تغییرات کوچک دارد، حال آنکه تغییر اساسی در گوشه‌هایی از تصویر رخ می‌دهد که شی مورد نظر در حال حرکت به داخل و خارج از پس زمینه است (تکمر[5]، ۲۰۰۱). جریان نوری (OF) در واقع نگاشت مکانی پیکسل تصویر در یک فریم و در زمان خاص است به مکان و زمان دیگر از فریم بعدی ویا قبلی (جیاکتی، کامپانی و توره[6]، ۲۰۰۰). به عبارت دیگر، تغییرات موقتی ساختار سطح خاکستری را در سری تصاویر نشان می‌دهد. همچنین این روش، اطلاعات مربوط به جابه جایی نسبی پیکسل‌ها و ساختار فضایی تصویر را ارائه می‌دهد. رویکردهای گوناگونی برای تخمین صحیح و موثر جریان نوری (OF) ارائه شده‌اند (لانا و ژیان‌لی[7]، ۲۰۱٤). در حالت کلی می‌توان آنها را به گروه‌های زیر تقسیم بندی نمود. ۱- Gradient Base ۲- Correlation Base ۳- ویژگی محور و روش‌های چند گانه تقسیم نمود.

---

1. Feature aggregation and object tracking
2. Kim
3. Dubuisson & Jain
4. Optical Flow
5. Techmer
6. Giachetti, Campani & Torre
7. Jinhui Lana

تمامی شبیه سازی‌های این مقاله با برنامه مطلب انجام شده است.

۲. الگوریتم پیشنهادی

برخی از مسائل و موضوعات در کنترل و نظارت یک سیستم ترافیک اتوماتیک وجود دارند که رعایت فاکتورها باعث بالاتر رفتن دقت و کارایی بهتر سیستم می‌گردند. از جمله این فاکتورها محل قرار گرفتن دوربین، شرایط ترافیکی و تعداد وسایل نقلیه عبوری، شرایط جوی و نوری است که بر روند طراحی الگوریتم تاثیر مستقیم دارد. به عنوان مثال، فاکتور ازدحام بیش از حد خودرو ممکن است سیستم را دچار اشتباه در شمارش خودرو و محاسبه حجم ترافیکی کند یا شرایط جوی و نوری مناسب حاکم نباشد و یا با قرارگیری یک کامیون در کنار یک خودرو دید دوربین را دچار اشکال کند، از این رو در تشخیص خودرو سیستم دچار اشکال شود. اما در الگوریتم پیشنهادی توسط ما به دلیل اینکه بعد از تشخیص خودرو، از روش ترکیب کردن بلوک‌ها استفاده می‌کنیم، در تمام موارد ذکر شده مشکل برطرف می‌شود و در برابر تغییرات ناگهانی نیز سیستم مقاوم خواهد بود.

در این بخش توضیحات روش پیشنهادی باجزئیات کامل آمده است. روش پیشنهادی برای تخمین وضعیت ترافیکی شامل چهار مرحله کلی است.

۱.۲. توضیح کلی ساختار روش پیشنهادی

شکل ۱ را ببینید. اطلاعات ویدئویی که توسط دوربین‌های نظارت تصویری به مرکزکنترل ترافیک می‌رسند در گام نخست به تصویر یا فریم تبدیل شده و توسط الگوریتم مخلوط گوسی، تصویر پس زمینه ایجاد می‌شود. اعمال مدل مخروط گوسی به هر تصویر از ویدئو، تا آنجا ادامه می‌یابد که تمام فریم‌های یک ویدئو را شامل شود. در چنین حالتی تصویر پس زمینه دقیقی ایجاد خواهد شد. این مرحله را مرحله training می‌نامیم. در گام دوم، با مقایسه ای که تصویرپس زمینه با تصویر اصلی دارد خودروهای در حال حرکت شناسایی می‌شوند. در گام سوم، دور هر خودرو در حال

حرکت کادر سبز رنگی جهت تشخیص چشم انسان کشیده می‌شود. بنا به دو دلیل ممکن است الگوریتم پیشنهادی در تشخیص خودروها دچار اشکال شود. ۱- با توجه به اینکه در طول روز، خودروها دارای سایه ای هستند، که با خودرو در حال حرکت است، روش پیشنهادی ممکن است در تشخیص دچار اشکال شود ویک خودرو را دو خودرو و یا بیشتر تشخیص دهد.۲- اگر تصویر پس زمینه به خوبی آموزش نبیند یا به اصطلاح train نشود، باعث ایجاد خطا در تشخیص و شمارش خودرو می‌شویم. بنابراین برای حل این مشکل در گام چهارم روش پیشنهادی، از الگوریتم ترکیب کردن[1] بلوک‌ها استفاده می‌کنیم. در این روش، بر اساس فاصله اقلیدسی هر بلوک، بلوک‌هایی که با هم هم‌پوشانی دارند را با هم ترکیب می‌کنیم. بنابراین علاوه بر حل دو مشکل بالا سرعت محاسبات نیز بالا خواهد رفت. به دلیل آنکه اگر بخواهیم از الگوریتم‌های حذف سایه[2] استفاده کنیم، باعث افزایش حجم محاسبات و کاهش سرعت محاسباتی می‌شویم و علاوه بر این مشکل دوم نیز تا حد زیادی بر قوت خود باقی می‌ماند. بنابراین از روش نوین ترکیب کردن بلوک‌ها استفاده شده است. و در نهایت با استفاده از الگوریتم جریان نوری با ترکیب کردن روش‌های Horn-Schunck و Lucas- Kanade سرعت لحظه ای هر خودرو تخمین زده می‌شود.

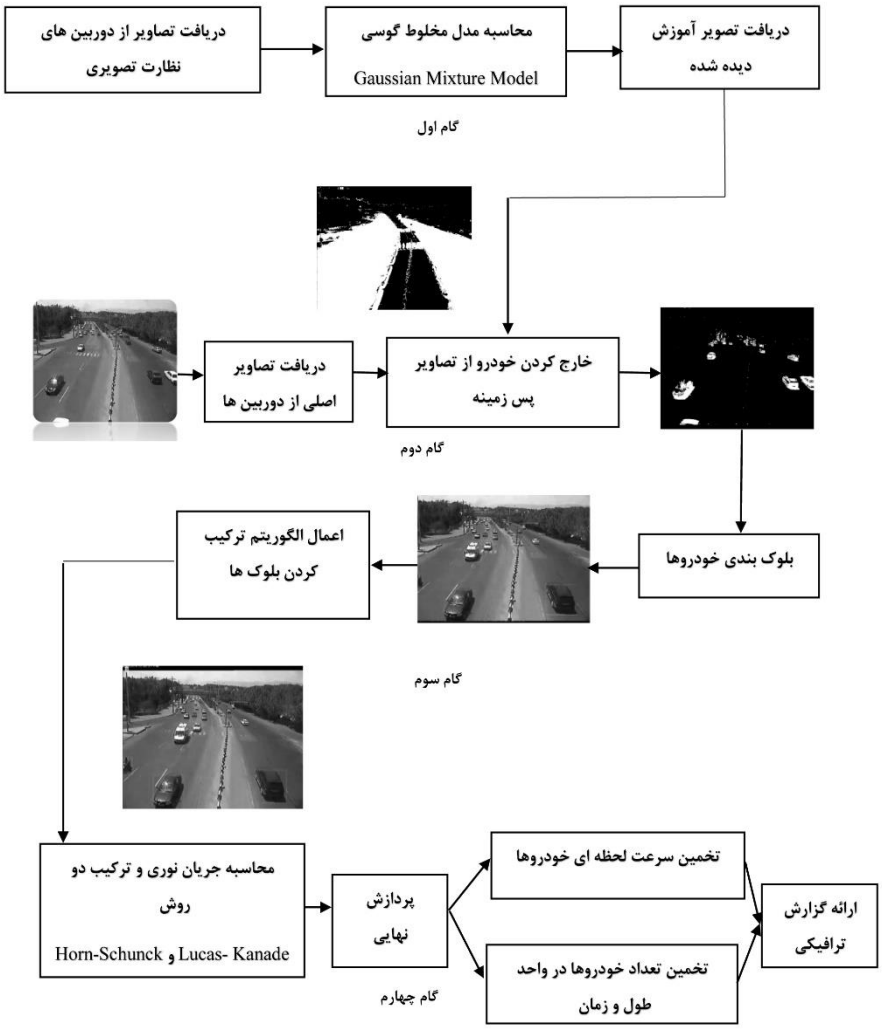
۲.۲. محاسبه مدل مخلوط گوسی[3]

تفریق پس زمینه از تصویر اصلی یک تکنیک موثر وساده برای استخراج اشیای در حال حرکت است. اما روشی که می‌تواند پس زمینه ای برای تصویر ایجاد کند که دارای دقت زیاد باشد و صحت الگوریتم را تضمین کند استفاده از روش مخلوط گوسی است. برطبق شکل شماره ۲، نحوه محاسبه مدل مخلوط گوسی به قرار زیر است. هر تابع گوسی بر اساس دو پارامتر مقدار میانگین و انحراف معیار شناخته می‌شود. ابتدا براساس دو پارامتر مقدار میانگین و انحراف معیارمربوط به

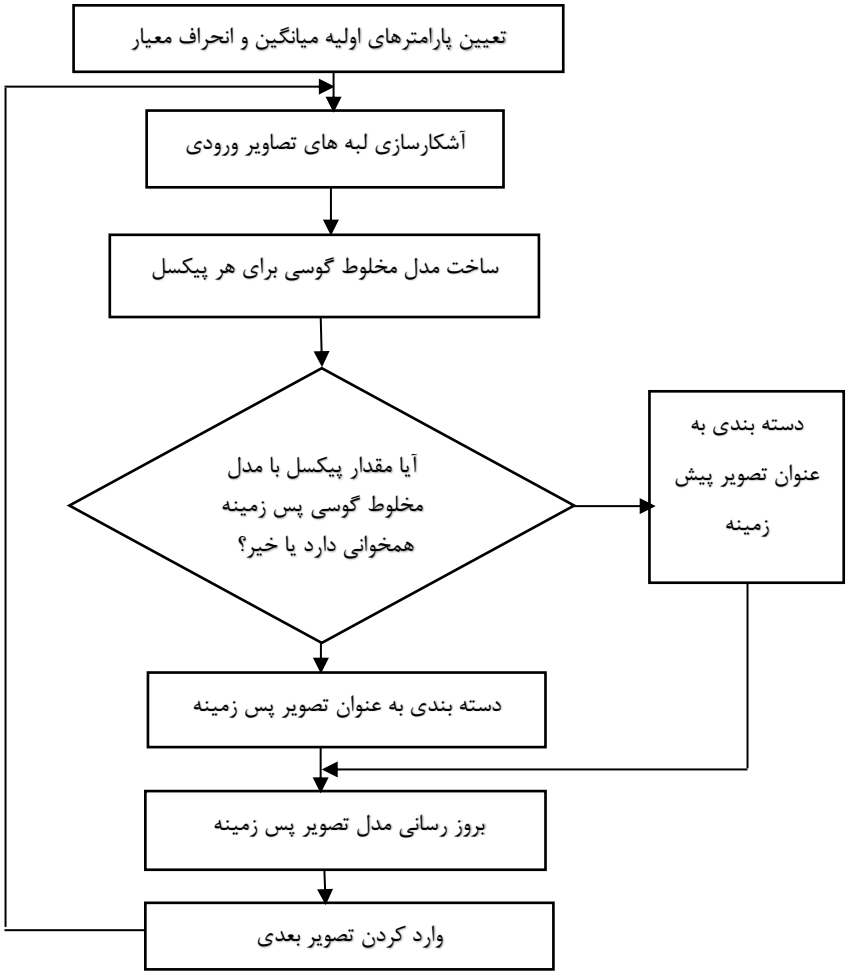
1. Merging Algorithm
2. Shadow Removing
3. Gaussian Mixture Model

تصاویر ترافیکی و مقایسه آنها با هر پیکسل از تصویر وزنی را ایجاد می‌کنیم. به این صورت که با محاسبه اختلاف مقدار میانگین با پیکسل ورودی به سیستم و مقایسه این اختلاف با مقدار انحراف معیار وزن را ایجاد و دائم بروز رسانی می‌کنیم. سپس لبه‌های هر تصویر را آشکارسازی می‌کنیم. یک مدل مخلوط گوسی را برای هر پیکسل لبه از تصویر، ایجاد می‌کنیم. سپس بررسی می‌کنیم که آیا پیکسل با مقادیر وزن ایجاد شده همخوانی دارند یا خیر. اگر همخوانی لازم وجود داشت آنرا به عنوان تصویر پس زمینه[1]دسته بندی کرده و در صورتی که همخوانی ایجاد نشود پیکسل را به عنوان تصویر پیش زمینه[2]دسته بندی می‌کنند. این کار برای تمامی پیکسل‌های تصویر و برای تمامی تصاویر اطلاعات ویدئویی تکرار می‌شوند (وان[3]، ۲۰۱٤؛ انگوین و وو[4]، ۲۰۱۳؛ ما و دیگران[5]، ۲۰۰۷).

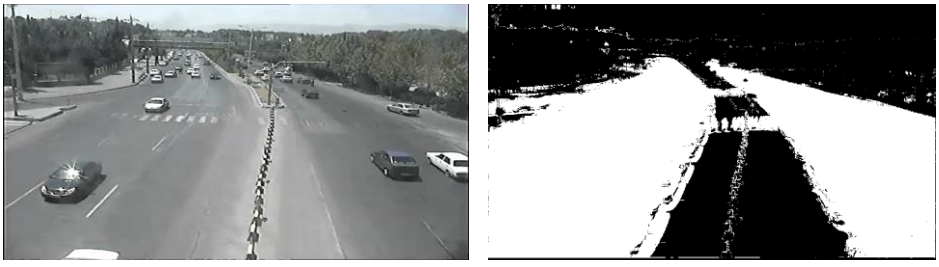
1. Background Image
2. Foreground Image
3. Wan
4. Nguyen, Wu
5. Ma, et al



شکل ۱: ساختار روش پیشنهادی

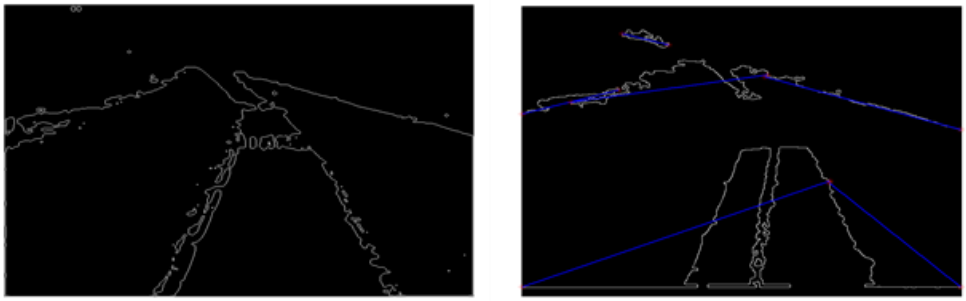


شکل ۲: ساختار مدل مخلوط گوسی

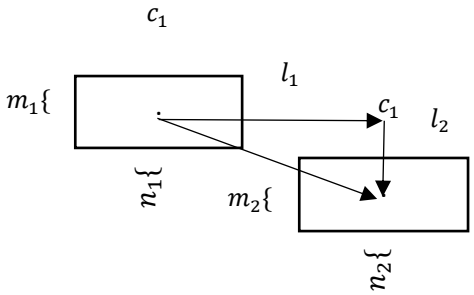


(۱) (۲)

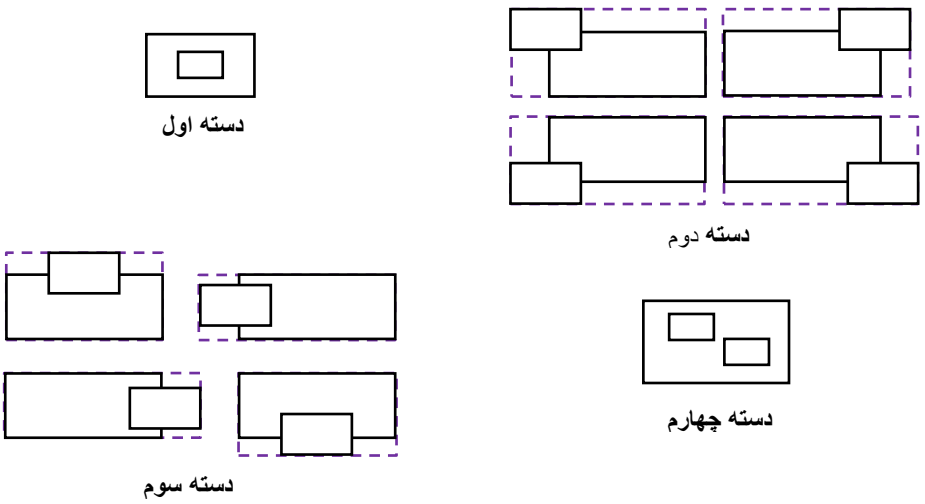
شکل ۳: نمونه‌ای از تصویر پس زمینه ایجاد شده توسط روش پیشنهادی



شکل ٤: تخمین هندسه جاده (طول، عرض و لبه جاده) به همراه نمونه‌ای از تصویر پیش زمینه



شکل ٥: تصویر گام ترکیب دو بلوک



شکل ٦: دسته بندی الگوریتم ترکیب Merging

نمونه‌ای از تصویر پس زمینه به همراه اصل تصویر در شکل شماره ۳ قابل مشاهده است. همچنین در شکل شماره ٤، تصویر تخمین هندسه جاده به همراه تصاویر پیش زمینه ای قابل مشاهده است که دارای ۲ اشکال مطرح شده در مطالب قبل است. به این معنی که کیفیت تصویر پیش زمینه به خوبی آنچه در نظر گرفته شده، نیست. برای رفع این مشکلات علاوه بر یک سری عملیات‌های مورفولوجیکال، از اعمال روش ترکیبی استفاده خواهیم نمود (اوانجلیو[1]، ۲۰۱٤؛ یین‌گونگ و دیگران[2] ۲۰۱۱؛ ژو و دیگران[3]، ۲۰۰۷)

۳.۲. الگوریتم ترکیب (Merging Algorithm)

در این گام بررسی می‌کنیم که آیا بلوک‌هایی که دور هر خودرو جهت شناسایی کشیده شده است هم‌پوشانی دارند یا خیر. اگرهم‌پوشانی اتفاق افتاده باشد آن را با محاسبات زیر تبدیل به یک بلوک مشخص جهت شمارش خودرو خواهیم کرد. همان

1 . Evangelio
2 . Yinghong, et al
3 . Zhou, et al

طور که در شکل شماره ۵ نمایش داده شده است، اگر مختصات a و b به عنوان مرکز بلوک در نظر گرفته شود، بر اساس رابطه اقلیدسی خواهیم داشت:

$$l1 = l_{c_1c_2}\cos(\theta) \quad , \quad l2 = l_{C_1c_2}\sin(\theta),$$

$$l_{c_1c_2} = \sqrt{(y_b - y_a)^2 + (x_b - x_a)^2} \qquad (1)$$

که در رابطه ۱، $l1$ و $l2$ فاصله طولی و عرضی، و $l_{c_1c_2}$ فاصله اقلیدسی بین دو بلوک است. اگر طبق رابطه ۲، فاصله عرضی و طولی کمتر از نصف مجموع طول و عرض مستطیل (بلوک) باشد بنابراین بین دو بلوک همپوشانی اتفاق افتاده است در غیر اینصورت، هیچ‌گونه هم‌پوشانی اتفاق نیفتاده و مدل گوسی مخلوطی جهت تشخیص خودرو درست عمل کرده است.

$$l2 < (m_1 + m_2)/2 \quad \text{یا} \quad l1 < (n_1 + n_2)/2 \qquad (۲)$$

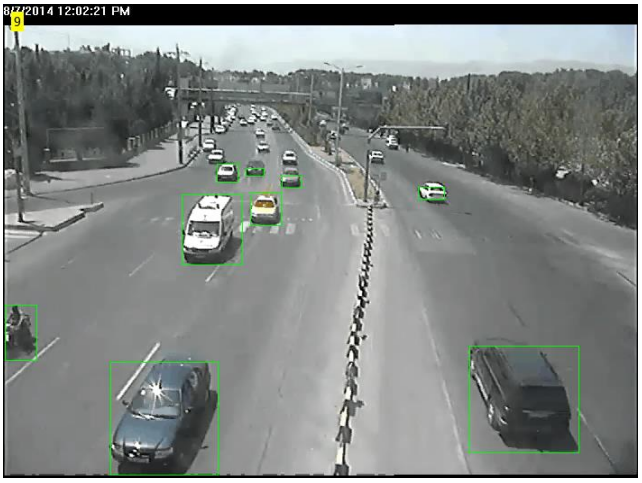
در صورتی که هم‌پوشانی اتفاق افتاده باشد تنها در چهار حالت زیرممکن خواهد بود. شکل شماره ٦ را ببینید.

اما در صورتی که یکی ازدسته‌های دوم و سوم برای بلوک‌ها اتفاق بیفتد، همان طور که در شکل مشخص است بلوک خط چین به عنوان بلوک مرجع جهت شمارش خودرو انتخاب می‌شود. با این دسته بندی دیگر مشکلی که ممکن است در تشخیص خودروها جهت شمارش آنها و تخمین میزان چگالی و حجم ترافیک ممکن بود ایجاد شود بر طرف خواهد شد و ما شمارش دقیقی از تعداد خودروها را به صورت کاملا مکانیزه خواهیم داشت. در شکل شماره ۷ نمونه ای از تصویر را قبل وبعد از اعمال گام ترکیب کردن بلوک‌ها مشاهده می‌کنید. همان طور که در شکل مشخص است، تعداد خودروها در یک عمق مشخصی از تصویر قابل شمارش است. عدد گوشه سمت چپ- بالای تصویر تعداد خودروها در تصویر را در عمق مورد نظر نشان می‌دهد. در دسته بندی شکل شماره ٦، هر گاه یکی از حالت‌های دسته اول ویا چهارم اتفاق بیفتد، بلوکی که در داخل قرار گرفته است حذف می‌شود و بلوک بیرونی جایگزین آنها خواهد شد و به عنوان بلوک مرجع جهت شمارش خودرو استفاده می‌شود.

به عنوان مثال الگوریتم مدل مخلوط گوسی در تشخیص خودرو آمبولانس دچار ایراد

شده است و آن را دوبارشمارش کرده است. بلوک خودرو آمبولانس جزء دسته چهارم شکل شماره ٦ است. بنابراین با حذف بلوک داخلی و مرجع قرار دادن بلوک بیرونی به

تصویر قبل از اعمال الگوریتم ترکیب



تصویر بعد از اعمال الگوریتم ترکیب

عنوان بلوک وارد شده در شمارش خودرو، شمارش دقیق تر خواهد شد.

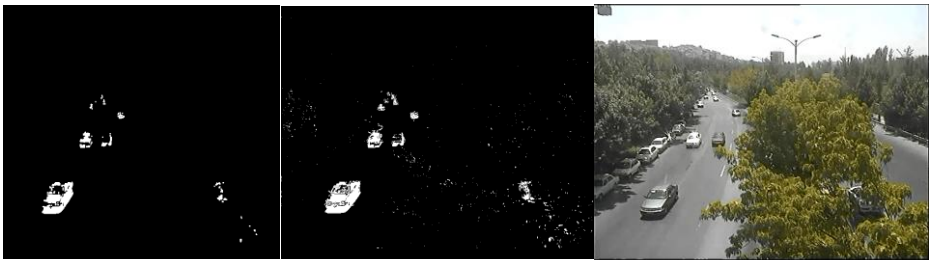
شکل ۷: نمونه‌ای از تصویر قبل و بعد از اعمال الگوریتم ترکیب (Merging Algorithm)

۳. نتایج شبیه سازی

بخش نتایج شبیه سازی به دو بخش ارائه کیفیت و کمیت نتایج مربوط به روش پیشنهادی و بخش مقایسه‌ای بین روش پیشنهادی با روش دیگر مشابهه تقسیم بندی شده است.

در بخش نخست، برای تخمین عملکرد روش پیشنهادی، نتایج حاصل از تصاویر پیش زمینه و اصلی ارائه شده است. روش پیشنهادی را به بیش از ۵۰ ویدئو ترافیکی اعمال کرده ایم و نتایج دیداری آن در شکل شماره ۸ آمده است. با توجه به اینکه تصاویر آموزش دیده شده پس زمینه به درستی و دقیق از اصل تصویر بیرون کشیده شده است، بنابراین کیفیت خوبی در تصاویر پیش زمینه یا Foreground Image دیده می‌شود. همچنین در صورت هر گونه تشخیص نادرست با پیش بینی‌های صورت گرفته در روش پیشنهادی که همانا استفاده از الگوریتم ترکیب بلوک‌ها است، هر گونه خطا در محاسبه شاخص‌های ترافیکی را به حداقل ممکن می‌رسانیم.

ویدئو پل باغ صفا شیراز به همراه تصاویر پیش زمینه



ویدئو بلوار چمران شیراز به همراه تصاویر پیش زمینه

شکل ۸: تشخیص خودرو به روش مدل مخلوط گوسی به همراه الگوریتم ترکیب کردن بلوک‌ها، تصاویر پیش زمینه و اصلی

جدول ۱: مقایسه الگوریتم پیشنهادی با روش‌های مرجع ۲۱ و ۲۵ در خصوص شمارش خودرو و تخمین دقت

نمونه‌ها	تعداد واقعی خودروها در ۱۵۰ دقیقه	روش پیشنهادی		روش مرجع**		روش مرجع*	
		تعداد خودرو (TF)	دقت محاسبات (%)	تعداد خودرو (TF)	دقت محاسبات (%)	تعداد خودرو (TF)	دقت محاسبات (%)
ویدئو خیابان زند	۹۰۱	۸۵۹	۹۵,٤٤	۸۳۲	۹۲,۳٤	۸۰۱	۸۸,۹۰
ویدئو پل باغ صفا	۸۵٦	۸۱۲	۹٤,۸۵	۷٦۵	۸۹,۳٦	۷۵۲	۸۷,۸۵
ویدئو بلوار چمران	٦۳۵	۵۸٤	۹۱,۹٦	۵٤۹	۸٦,٤۵	۵۱۲	۸۰,٦۲
ویدئو – میدان دانشجو	۵۹۹	۵۷۹	۹۱,٦٦	۵٤۲	۹۰,٤۸	۵۱۲	۸۵,٤۷
ویدئو نیایش	۵۰۱	٤۸۵	۹٦,۸۰	٤۲۵	۸٤,۸۳	٤۰۱	۸۰,۰۳
ویدئو خیابان گمرک	۳۸۹	۳۷۵	۹٦,٤۰	۳۵٦	۹۱,۵۱	۳۱۵	۸۰,۹۷

* یین‌گونگ لی و دیگران[1]، (۲۰۱۱)　　** لیانو و دیستانس[2]، (۲۰۰۷)

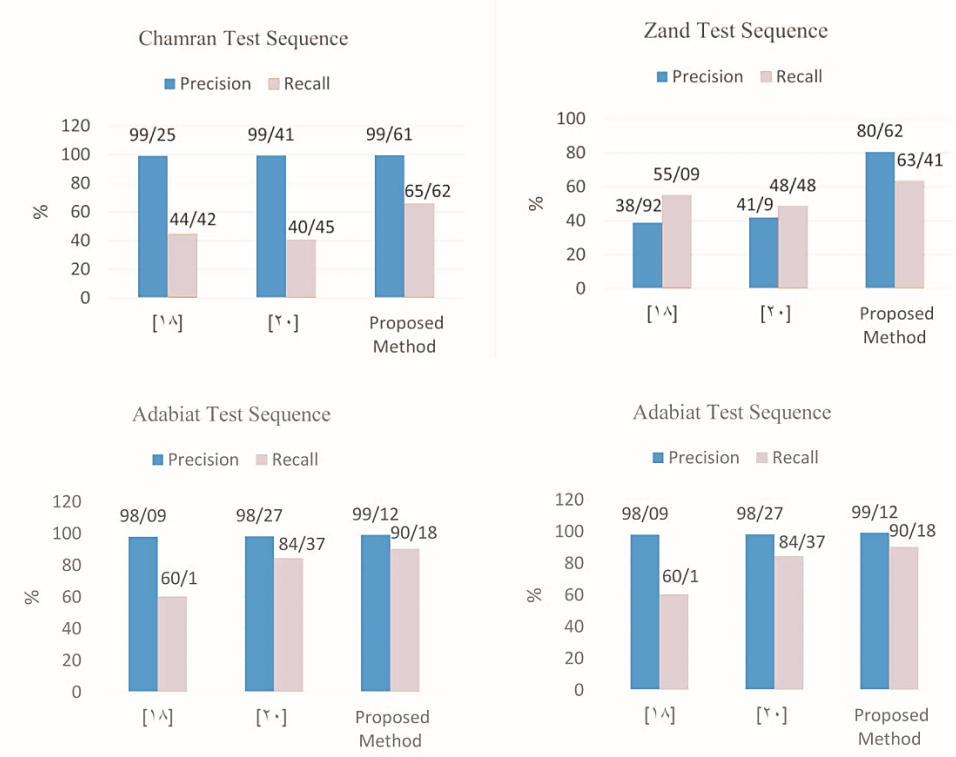
1. Yinghong Li, et al
2. Leano, C, Distance

جدول فوق مقایسه‌ای است بین الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم مربوط به روش‌های مراجع ۲۱ و ۲۵. همان طور که ملاحظه می‌شود دقت محاسبات و تشخیص روش پیشنهادی در موارد بسیاری بالاتر است از الگوریتم مراجع دیگر. برای تخمین دقیق تر الگوریتم، ۲ پارامتر دیگر نیز مثل Recall و Precision تعریف می‌گردد. بنا به تعریف Recall عبارست است از نرخ آشکار سازی خودرو درحال حرکت و Precision نرخ پذیرش اشتباه تشخیص است. نتایج نشان دهنده این است که دقت تشخیص خودروها بالای ۹۹ در صد است.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \qquad (3)$$

و

$$\text{Precision} = \frac{TN}{FP+TN} \times 100 \qquad (4)$$



شکل ۹: مقایسه کمی روش پیشنهادی بر اساس ۲ پارامتر دقت شمارش و تشخیص خودرو با روش‌های دیگر

نتیجه‌گیری

یکی از ابزارهای مهم اندازه گیری حجم ترافیکی استفاده از الگوریتم‌های پـردازش تصاویر است که می‌تواند همزمـان، تخمـین خـوبی از حجـم، چگـالی، طـول ترافیـک متوقف شده و در جریان، اندازه جریان ترافیک، سرعت متوسط و لحظـه ای خودروهـا به همراه ویژگی‌های دیگری مثل تشـخیص تصـادف، تشـخیص عبـور از چـراغ قرمـز، تشخیص قطع مداوم لاین‌ها و رفتار پر خطر و انحراف‌های غیر مجاز را ارائـه دهـد. در این مقاله یک روش محاسبه سرعت لحظه‌ای خودروها به همـراه تشـخیص و شـمارش خودروها جهت محاسبه برخی شـاخص‌های ترافیکـی ارائـه شـده اسـت. نتـایج شـبیه سازی‌های انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از الگوریتم‌های پـردازش تصـویر بسـیار دقیق و دارای کارایی بالایی هستند و به خوبی می‌تواند خـودرو در حـال حرکـت و یـا متوقف شده را بطور مکانیزه تشخیص و شمارش کند. در نتیجه رد پای پردازش تصویر در بسیاری از علوم و صنایع مشـاهده می‌شـود و بعضـی از ایـن کاربردهـا آنچنـان بـه پردازش تصویر وابسته هستند که بدون آن، اساساً قابل استفاده نمی باشند.

منابع

1- B.D. Stewart, I. Reading, M.S. Thomson, T.D. Binnie, K.W. Dickinson, C.L. Wan, (1994). Adaptive lane finding in road traffic image analysis, Proceedings of Seventh International Conference on Road Traffic Monitoring and Control, IEE, London.

2- W. Enkelmann, (1990). Obstacle detection by evaluation of optical flow field from image sequences, Proceedings of European Conference on Computer Vision, Antibes, France 427. 134–138.

3- Y. Park, (2001), Shape-resolving local thresholding for object detection, Pattern Recognition Letters 22. 883–890.

4- J.M. Blosseville, C. Krafft, F. Lenoir, V. Motyka, S. Beucher, (1994). New traffic measurements by image processing, IFAC Transportation systems, Tianjin, Proceedings.

5- Y. Won, J. Nam, B.-H. Lee, (2001). Image pattern recognition in natural environment using morphological feature extraction, in: F.J. Ferri (Ed.), SSPR&SPR 2000, Springer, Berlin, pp.806–815.

6- X. Li, Z.-Q. Liu, K.-M. Leung, (2002). Detection of vehicles from traffic scenes using fuzzy integrals, Pattern Recognition 35. 967–980.
7- H. Moon, R. Chellapa, A. Rosenfeld, (2003). Performance analysis of a simple vehicle detection algorithm, Image and Vision Computing 20. 1–13.
8- G.D. Sullivan, K.D. Baker, A.D. Worrall, C.I. Attwood, P. M. Remagnino, (2004) Model-based vehicle detection and classification using orthographic approximations, Image and Vision Computing 15. 649–654.
9- T. Aach, A. Kaup, Bayesian algorithms for adaptive change detection in image sequences using Markov random fields, Signal Processing: Image Communication 7 (1995) 147–160.
10- J.B. Kim, H.S. Park, M.H. Park, H.J. Kim, A real-time region-based motion segmentation using adaptive thresholding and K-means clustering, in: M. Brooks, D. Corbett, M. Stumptner (Eds.), AI 2001,Springer, Berlin, 2001, pp. 213–224.
11- M. Dubuisson, A. Jain, Contour extraction of moving objects in complex outdoor scenes, International Journal of Computer Vision14 (1995) 83–105.
12- A. Techmer, (2001) Real-time motion based vehicle segmentation in traffic lanes, in: B. Radig, S. Florczyk (Eds.), DAGM 2001, Springer, Berlin, pp. 202–207.
13- A. Giachetti, M. Campani, V. Torre, (2000). The use of optical flow for road navigation, IEEE Transactions on Robotics and Automation 14 (1).
14- Jinhui Lana,∗, Jian Li a,∗, Guangda Hua, Bin Ranb, Ling Wanga, (2014). Vehicle speed measurement based on gray constraint optical flow algorithm. Optic 125. 289- 295.
15- Yanli Wan, Zhenjiang Miao, Xiao-Ping Zhang, Zhen Tang, and Zhifei Wang. (2014), Illumination Robust Video Foreground Prediction Based on Color Recovering IEEE Transaction on Multimedia, VOL. 16, NO. 3.
16- Thanh Minh Nguyen and Q. M. Jonathan Wu, (2013) Fast and Robust Spatially Constrained Gaussian Mixture Model for Image Segmentation. IEEE Transaction on Circuit and Systems for Video Technology, VOL. 23, NO. 4.
17- Ma Y., W. Zhu et al. (2007). Improved moving objects detection

method based on Gaussian mixture mode, Computer Applications, 27(10):2544-2548.Beijing, China.
18- Chen Z., R. Zhou, et al. (2007) Simulation of an Improved Gaussian Mixture Model for Background Subtraction. Computer Simulation, 24(11):190-192. Beijing, China.
19- Yinghong Li, Zhengxi Li, HongfangTian, Yuquan Wang (2011). Vehicle Detecting and Shadow Removing Based on Edged Mixture Gaussian Model. Preprints of the 18th IFAC World Congress Milano (Italy).
20- Rubén Heras Evangelio, Michael Pätzold, Ivo Keller, and Thomas Sikora, (2014). Adaptively Splitted GMM with Feedback Improvement for the Taskof Background Subtraction. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol. 9, No. 5.
21- A. Leano, C, Distance, (2007). Shadow detection for moving objects based on texture analysis, pattern recognition. 40, 1222-1223.