استفاده از پردازش تصویر برای شناخت رفتار خرد ترافیک *

سید محمد سادات حسینی، دانشجوی دکتری، پژوهشکده حمل و نقل، تهران، ایران
رسول جوادیان، کارشناس، پژوهشکده حمل ونقل، تهران، ایران
منوچهر وزیری، استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
E-mail: sadathoseini@yahoo.com

چکیده

برای شناخت رفتار حرکتی وسایل نقلیه در قسمت اصلی آزادراه از دیدگاه خرد لازم است، موقعیت این وسایل در آزاد راه در هر بازه زمانی مشخص باشد. در این پژوهش سیستمی ابداع شده است که با استفاده از الگوریتم های ساده پردازش تصاویر موقعیت هر یک از وسایل نقلیه در آزاد راه را تعیین می کند. سادگی الگوریتم های بکار رفته، زمان اجرای نرم افزار پردازش تصویر تهیه شده را کاهش می دهد و دقت تشخیص موقعیت وسایل نقلیه نیز در حد ابعاد یک وسیله نقلیه است که برای اکثر تحقیقات خرد ترافیک کافی است. ورودی سیستم تهیه شده یک فیلم ویدیویی از حرکت وسایل نقلیه و خروجی آن جدول موقعیت هر یک از وسایل نقلیه مشاهده شده در فیلم مورد نظر است. به عنوان یکی از کاربردهای این سیستم، نحوه تشخیص وسیله نقلیه ای که فاصله مطمئنه را رعایت نکرده معرفی شده است.

واژه های کلیدی: پردازش تصویر،جابجایی وسایل نقلیه، رفتار حرکتی وسایل نقلیه، خصوصیات کلان ترافیک، خصوصیات خرد ترافیک، ردیابی وسایل نقلیه

1. مقدمه

همراه با پیشرفت فناوری پردازش تصاویر در رایانه، امکان بکارگیری این فنآوری در مهندسی حمل و نقل نیز مطرح شده است. هم‌اکنون سیستم های مختلفی برای شمارش تعداد وسایل نقلیه عبوری، توزیع حرکت آنها در تقاطع ها و محاسبه سرعت وسایل نقلیه تهیه شده است که در بعضی نقاط جهان مشغول

به کار هستند [1،2،3]. در سیستم های متداول پردازش تصاویر در ترافیک، بیشتر پارامترهای کمی یا کیفی کلان ترافیک مورد توجه بوده اند و توجه کمتری به رفتار هر یک از رانندگان در بزرگراه ها شده است و گزارش های محدودی در این زمینه ارایه شده است. اکثر روشهایی که برای تعیین موقعیت خودروها ارایه شده اند، بر اساس استفاده از الگوریتم هایی بوده است که حجم محاسباتی زیادی داشته و پیاده سازی آنها دشوار بوده است. غالب این روشها بر اساس پردازش کل تصویر ایجاد شده و امکان پیاده سازی آنها را با مشکل مواجه می‌کند[4،5،6،7]. در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از پردازش تصاویر، وسایل نقلیه در خیابان تشخیص داده شوند و موقعیت هر یک از آنها در هر لحظه مشخص شود. به این ترتیب علاوه بر این که خصوصیات کلان ترافیک نظیر تعداد وسایل نقلیه و سرعت آنها مشخص می‌شود، نحوه حرکت هر یک از آنها نیز به دست خواهد آمد و بر اساس این اطلاعات، می توان مدل هایی برای توصیف حرکت وسایل نقلیه پیشنهاد کرد تا برای پیش‌بینی رفتار حرکتی وسایل نقلیه در موارد دیگری مانند شبیه‌سازی مورد استفاده قرار

* تاریخ دریافت: 85/04/1 – تاریخ پذیرش: 85/07/24
1385

گیرند[8،9،10،11]. همچنین برخی تخلفات رانندگی مانند سرعت غیر مجاز ،سبقت غیر مجاز و عدم رعایت فاصله مطمئنه، قابل تشخیص خواهند بود. استفاده از پردازش تصاویر به جای روشهای دستی قدیمی باعث افزایش دقت محاسبات می‌شود و از آن جهت که یک کار یکنواخت و خسته‌کننده توسط ماشین انجام می‌شود، امکان انتخاب نمونه آماری بزرگ تر و در نتیجه به دست آوردن نتایج دقیق تر فراهم می‌شود. علاوه بر این، نتایج به دست آمده قابل استناد خواهند بود و جمع‌آوری اطلاعات هزینه کمتری در برخواهد داشت.

2. تشخیص موقعیت وسایل نقلیه

برای تشخیص موقعیت وسایل نقلیه، ابتدا فیلمی از حرکت وسایل نقلیه تهیه می شود، سپس نرم افزار پردازش تصویر، موقعیت هر وسیله نقلیه در هر زمان را تشخیص داده و در جدول موقعیت وسایل نقلیه ذخیره می کند.

2-1 تهیه فیلم از وسایل نقلیه و تبدیل آنها به تصاویر دیجیتالی

باتوجه به این که الگوریتم های پردازش تصاویر بر روی تصاویر دیجیتال قابل پیاده سازی است، لازم است فیلم ویدیویی تهیه شده تبدیل به یک فیلم دیجیتال شود. در حال حاضر با استفاده از تجهیزات موجود در بازار می‌توان فیلم های ویدیوییVHSرا به سادگی به فیلمهای دیجیتالVCD تبدیل کرد. فیلم های دیجیتال با فرمت dat به صورت فایل های رایانه ای با پسوند dat ذخیره می‌شوند. عکس های دیجیتال به صورت فایلهای رایانه ای هستند که اطلاعات مربوط به یک عکس دیجیتال را ذخیره می‌کنند. این فایل ها انواع مختلفی دارند که از آن میان می‌توان به فایلهای Bitmap اشاره کرد. در این نوع فایل ها اطلاعات مربوط به هر تصویر به صورت یک ماتریس ذخیره می‌شود که در آن مقدار هر عنصر ماتریس، مشخص کننده رنگ نقطه متناظر آن از تصویر دیجیتال است. برای تبدیل یک فیلم دیجیتال با فرمت dat به یک سری عکس دیجیتال به صورت فایل های دیجیتال با فرمت bitmap می‌توان از نرم‌افزارهای گوناگونی که برای نمایش فیلم های دیجیتال در رایانه ها وجود دارند استفاده کرد. به عنوان یکی از این نرم‌افزارها می‌توان به نرم‌افزار Super Decoder اشاره کرد که برای نمایش فیلمهای دیجیتال بکار می‌رود و دارای قابلیت‌های مختلفی است که از آن جمله می توان به قابلیت تبدیل فیلم به یک سری عکس های دیجیتال با فرمت مورد نظر اشاره کرد.

2-2 نحوه عملکرد برنامه پردازش تصویر

در تصاویر دریافتی از خیابان، معمولاً علاوه بر وسایل نقلیه در مسیر مورد نظر، وسایل نقلیه دیگری که در باندهای دیگر حرکت می کنند، نیز درحرکت اند، به همین سبب تشخیص وسایل نقلیه مشکلاتی را پدید می آورد. یکی از روش هایی که برای رفع این مشکل وجود دارد استفاده از روش پنجره است که در آن، قسمتهایی از تصویر که مسیر حرکت وسایل نقلیه است به عنوان پنجره انتخاب شده و تنها همان بخش‌ها از تصویر پردازش می‌شوند. انتخاب پنجره‌ها به نحوی است که بتواند معرف تصویر کامل ترافیکی با دقت کافی باشد. با توجه به نگاشت غیر خطی سه بعدی ترافیک به تصویر دو بعدی فاصله پنجره‌ها به صورت غیرخطی تعیین می شوند. روابط استفاده شده برای فاصله پنجره‌ها در بخشهای بعدی توضیح داده شده است. شکل 1 نمونه‌ای از توزیع پنجره‌ها روی تصویر ترافیکی را نشان می‌دهد. توزیع پنجره‌ها به نحوی است که فاصله دو پنجره افقی نمایانگر یک فاصله معین در تصویر واقعی سه بعدی باشد. بر روی هر پنجره انتخاب شده، عملیات مختلفی برای تشخیص خودرو صورت می‌گیرد و با توجه به وضعیت پنجره می‌توان تشخیص داد که وسیله نقلیه ای از زیر آن پنجره عبور کرده یا خیر. به این ترتیب، اطلاعات لازم برای هر پنجره به دست می‌آید. برای تمام پنجره هایی که انتخاب شده‌اند همین پردازش انجام می شود و به این ترتیب شناختی از کل خیابان به دست می آید. به عنوان مثال در شکل 1 مشاهده می‌شود که 20 ردیف پنجره که هر یک شامل 12 پنجره بودند روی مسیر حرکت وسایل نقلیه قرار گرفتند. تعداد پنجره‌ها و تعداد ردیف های آنها بر مبنای دقت مورد نیاز برای محاسبه فاصله‌های طولی و عرضی توسط کاربر انتخاب می‌شوند. سپس با عملیات پردازش تصویر چنان که خودرویی در هر یک از این پنجره‌ها قرار گیرد، پنجره مربوطه یک و در غیر این صورت صفر خواهد شد. به این ترتیب به ازای هر مقطع از فیلم حرکت وسایل نقلیه در خیابان یک ماتریس20×12 تشکیل می‌شود که در آن اعداد 1 نمایانگر حضور خودرو و اعداد 0 نمایانگر عدم حضور خودرو هستند. به ازای هر مقطع از تصویر یک فایل حاوی ماتریس

مقطع مورد نظر را ذخیره کرده و بقیه عملیات به جای آن که روی تصویر انجام شوند روی ماتریس انجام می رسند.

شکل1. نمایی از موقعیت پنجره ها روی مسیر یک بزرگراه (بزرگراه همت - نوری)

3-2 انطباق وسایل نقلیه

برای محاسبه برخی پارامترها مثل سرعت وسایل نقلیه، لازم است که موقعیت وسیله نقلیه در چند فریم دانسته شود. برای این کار باید هر وسیله نقلیه با همان وسیله نقلیه در فریم بعدی انطباق داده شود. برای این کار از فاصله استفاده می‌شود و هر وسیله نقلیه با نزدیک ترین وسیله در فریم بعدی انطباق داده می شود. برای این که روش انطباق بر مبنای موقعیت درست کار کند، لازم است که فاصله برداشت فریم های متوالی حتی المقدور کم باشد تا جابه جایی وسایل نقلیه کم بوده و موقعیت هر وسیله نقلیه نسبت به فریم های بعدی تغییر اندکی بنماید.

4-2 کالیبراسیون دوربین

برای این که بتوان از تصاویر به دست آمده از دوربین مختصات نقاط تصویر را بر مبنای مختصات خیابان به دست آورد، باید دوربین کالیبره شود. منظور از کالیبره کردن دوربین به دست آوردن موقعیت دوربین از لحاظ محل قرار گرفتن، زاویه دید، میزان بزرگنمایی و از این قبیل است. اگرچه از دیدگاه نظری برای کالیبراسیون دوربین نیاز به داشتن مختصات 6 نقطه به عنوان مرجع است، ولی اگر مختصات چنان تعریف شوند که دوربین روی محور Z قرار گیرد و خیابان روی صفحه XY مانند شکل2 قرار گیرد، در این صورت به کمک چهار نقطه می‌توان دوربین را کالیبره کرد، مشروط بر این که دو نقطه از این چهار نقطه روی یک خط افقی از تصویر دوربین قرارگیرند. در این صورت برای کالیبره کردن دوربین باید به ترتیب زیر عمل کرد:

الف) چهار نقطه از تصویر با مختصات معلوم *(Xsi, Ysi)* *i=1,2,3,4* به نحوی که دو نقطه از این چهار نقطه روی یک خط افقی از تصویر دوربین قرار گیرند و مقدار *Ys* آنها برابر باشد، انتخاب شوند. این چهار نقطه با استفاده از فواصل طولی و عرضی خط کشی بزرگراه به سهولت و با خطای مطلوبی قابل محاسبه است.

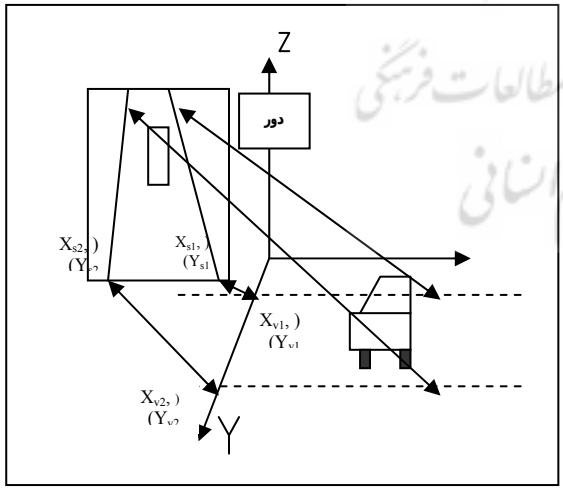
ب) این نقاط با نقاط متناظر خود در خیابان تطبیق داده می‌شوند تا چهار نقطه *(Xvi,Yvi)* *i=1,2,3,4* به دست آیند.

ج) با توجه به روابط موجود برای کالیبراسیون دوربین ها به ازای هر نقطه که *(Xvi, Yvi)* درخیابان و *(Xsi, Ysi)* در تصویر دوربین برای آن مشخص است، دو معادله زیر تشکیل می‌شوند:

$$X_{si} = \frac{C_1 X_{vi} + C_2 Y_{vi} + C_3}{C_4 X_{vi} + C_5 Y_{vi} + 1} \qquad (1)$$

$$Y_{si} = \frac{C_6 X_{vi} + C_7 Y_{vi} + C_8}{C_4 X_{vi} + C_5 Y_{vi} + 1} \qquad (2)$$

معادلات 1 و 2 نحوه انطباق نقاط تصویر با نقاط خیابان را نشان می‌دهند. به این ترتیب به ازای چهار نقطه تعیین شده، هشت معادله خواهیم داشت و با داشتن این هشت معادله می‌توان هشت مجهول (ضرایب $C_1 \ldots C_8$) را به دست آورد. در شکل 2 خیابان و تصویری که از دوربین به دست می‌آید نشان داده شده است.



شکل2. محورهای مختصات در محیط واقعی

در شکل 2 نقطه (X_{v1}, Y_{v1}) در خیابان و نقطه متناظر آن در تصویر دوربین (X_{s1}, Y_{s1})، همچنین نقطه (X_{v2}, Y_{v2}) در خیابان و نقطه متناظر آن در تصویر دوربین (X_{s2}, Y_{s2})نیز

نشان داده شده است. برای دو نقطه دیگر نیز نقاط متناظر آنها تعیین می‌شود. پس از کالیبره شدن دوربین، امکان مشخص کردن مختصات هر نقطه از تصویر در جهان واقعی فراهم می‌شود. با انتخاب قسمت مستقیمی از آزادراه در این پژوهش فرض شده است که حاشیه خیابان به صورت خط راست می باشد، در آن صورت ابتدای همه ردیف پنجره ها روی یک خط راست قرار می گیرد. به همین ترتیب انتهای آنها هم روی یک خط راست دیگر قرار می گیرد. به عبارتی فرض شده که قسمت مستقیمی از آزادراه مورد توجه است. با داشتن دو نقطه از یک خط راست می توان معادله آن خط را به دست آورد. بنابراین برای معادله خط هر حاشیه خیابان ، دو نقطه آن در نظر گرفته می شود و معادله خطی که از آن دو می گذرد، محاسبه می شود. به این ترتیب اگر مختصات این دو نقطه به ترتیب (X_{s1}, Y_{s1}) و (X_{s2}, Y_{s2}) باشد، در آن صورت معادله 3 معادله خط خواهد بود:

(3)

$$Y = \frac{Y_{s1} - Y_{s2}}{X_{s1} - X_{s2}}(X - X_{s2}) + Y_{s2}$$

معادله 3 نشان دهنده خطی است که از دو نقطه *1,2* می‌گذرد. به همین ترتیب معادله خط حاشیه دیگر هم به دست می آید. فاصله پنجره ها از یکدیگر باید چنان تعیین شود که فاصله هر دو پنجره در تصویر معادل فواصل مساوی در خیابان باشد، تا هر رقم یک یا صفری که در ماتریس خیابان می گذاریم، اگر $d = X_{vi} - X_{v(i+1)}$ باشد که در آن d مقدار ثابتی است، یعنی فاصله مشخصی از آزادراه را مورد توجه قرار دهیم، باید مقدار $X_{s\,i} - X_{s(i+1)}$ محاسبه شود.با استفاده از معادله 1 می توان به رابطه 4 دست یافت:

(4)

$$X_{si} - X_{s(i+1)} = \frac{C_1 X_{vi} + C_3}{C_4 X_{vi} + 1} - \frac{C_1 X_{v(i+1)} + C_3}{C_4 X_{v(i+1)} + 1}$$

با در نظر گرفتن یک خط عمودی در خیابان یعنی برابر بودن عرض دو نقطه انتخابی(مثلاً با فرض $Y_{vi}=0$ و $Y_{v(i+1)}=0$) رابطه 5 به دست می آید:

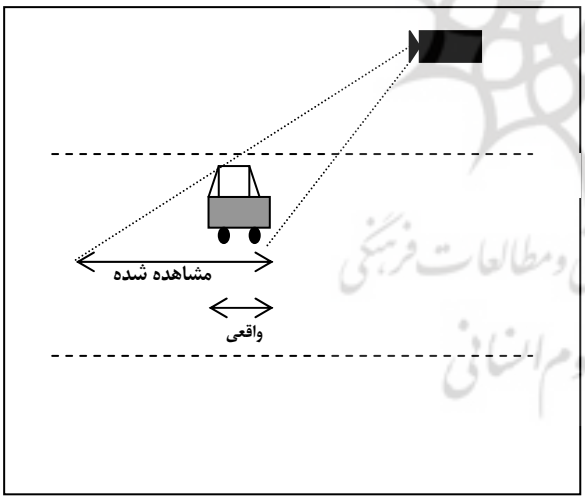
(5)

$$X_{si} - X_{s(i+1)} = \frac{(C_1 - C_4 C_3)d}{C_4^2 X_{vi}^2 + (2C_4 - dC_4^2)X_{vi} - C_4 d + 1}$$

همان گونه که در رابطه 5 مشاهده می‌شود، فاصله پنجره‌ها در تصویر از یک رابطه عکس مجذوری نسبت به فاصله واقعی نقاط در خیابان به دست می‌آید و به تدریج با افزایش فاصله از دوربین، فاصله پنجره‌ها باید کاهش یابد.به این ترتیب پس از کالیبراسیون دوربین که C_iها مشخص می شوند و انتخاب فاصله مورد نظر d طبق معادله فوق می‌توان فاصله پنجره‌ها روی تصویر را تعیین کرد[12].

5-2 انطباق الگو برای تفکیک وسایل نقلیه

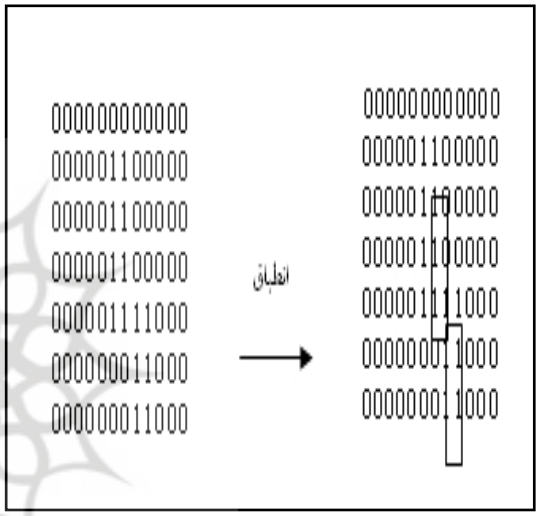
اگر به ماتریس حاصل از وسایل نقلیه توجه شود، مشاهده می شود که طول وسایل نقلیه بیش از مقدار واقعی آن نشان داده می شود. علت بروز این مشکل زاویه دید دوربین است که قسمتی از پشت وسیله نقلیه را نیز به عنوان خودرو در نظر می‌گیرد. شکل3 این مطلب را نشان می دهد. هر چه فاصله وسیله نقلیه از دوربین بیشتر باشد، مشکل فوق شدت می یابد.



شکل 3. طول واقعی و طول مشاهده شده

همان گونه که در شکل 3 دیده می‌شود، طول واقعی وسایل نقلیه از طول مشاهده شده آنها در تصویر بیشتر است که این موضوع به دلیل زاویه دید دوربین رخ میدهد. برای رفع این مشکل بهتر است برای تعیین موقعیت وسایل نقلیه به موقعیت لبه جلویی آنها توجه شود و مرکز وسایل نقلیه با توجه به طول تقریبی یک وسیله نقلیه معمولی نسبت به لبه جلویی آن محاسبه شود. به این ترتیب

در ماتریس حاصل از خیابان، ردیف اول هرمجموعه از یکها به عنوان قسمت جلوی وسیله نقلیه در نظر گرفته می شود و الگوی یک وسیله نقلیه در محل آن منطبق می شود. وسایل نقلیه ای که از یک وسیله نقلیه معمولی بزرگترند، مثل اتوبوس ها و کامیون ها، عرض بیشتری نیز دارند و با توجه به عرض آنها باید الگوی یک وسیله نقلیه بزرگ را در محل جلوی آنها انطباق داد. به کمک روش بالا می توان تا حدی مشکل تداخل تصویر وسایل نقلیه مختلف را بر طرف کرد و به این ترتیب اگر تصویر دو وسیله نقلیه با یکدیگر تداخل پیدا کرده باشند، با تشخیص قسمت جلویی آنها و انطباق هر یک از آنها با الگوی یک وسیله نقلیه می توان آنها را از هم تفکیک کرد.



شکل4. نحوه تفکیک دو وسیله نقلیه که قسمتی از تصویر آنها روی هم قرار گرفته است.

همان گونه که در شکل 4 دیده می‌شود، مجموعه یکهای مربوط به دو وسیله نقلیه در ماتریس به دست آمده، به یکدیگر چسبیده‌اند و یک مجموعه یک را تشکیل داده‌اند، اما با توجه به این که لبه جلوی آنها مشخص است، با انطباق الگوی یک وسیله نقلیه در محل لبه از هم تفکیک شده‌اند و دو وسیله نقلیه قابل تشخیص اند. همچنین دیده می‌شود که وسیله نقلیه عقبی یک ردیف بزرگتر از جلویی است که با انطباق الگو از آن ردیف اضافی چشم پوشی شده است.

6-2 نحوه تشخیص وسایل نقلیه در هر تصویر

برای تشخیص وسایل نقلیه متحرک از پیکسلهای واقع در هر پنجره در تصاویر مختلف، پیکسل به پیکسل میانگین گرفته می‌شود. به این ترتیب که میانگین مقدار هر پیکسل که در یکی از پنجره ها قرار دارد، در تمام تصاویر محاسبه می‌شود. مثلاً اگر از q تصویر استفاده کنیم و مقدار یک پیکسل مشخص در این تصاویر $a_{ij,1}$ تا $a_{ij,q}$ باشد، میانگین این پیکسل از معادله 6 به دست می‌آید:

$$a_{ij,av} = \frac{\sum_{k=1}^{q} a_{ij,k}}{q} \qquad (6)$$

که در آن $a_{ij,k}$ مقدار پیکسلی است که در تصویر k در سطر i و ستون j قرار دارد و $a_{ij,av}$ مقدار میانگین پیکسلی است که در q تصویر در سطر i و ستون j قرار دارد. با محاسبه مقدار میانگین تمام پیکسلهای پنجره مورد نظر یک ماتریس میانگین پیکسل ها خواهیم داشت، که مشخص کننده زمینه هر پنجره است. به طور مثال اگر پنجره ای از20 در 3 پیکسل تشکیل شده باشد، یک ماتریس 20 در 3 خواهیم داشت. برای تشخیص شیء متحرک در تصویر از روش قطعه بندی مبتنی بر حرکت استفاده می‌شود، به این ترتیب که هر یک از پیکسل های ماتریس هر پنجره، از پیکسل متناظر خود در ماتریس میانگین کم می شود و نتیجه در ماتریس تفاضل ذخیره می شود. عناصر ماتریس تفاضل از رابطه 7 به دست می آیند:

$$a_{ij,k,dif} = abs(a_{ij,av} - a_{ij,k}) \qquad (7)$$

که در آن $a_{ij,k,dif}$ مقدار عنصر سطرi و ستون j در تصویر K در ماتریس تفاضل است. عناصر این ماتریس بسته به این که از یک مقدار آستانه بیشتر یا کمتر باشند، صفر یا یک می‌شوند. به این ترتیب مقادیر ماتریس تفاضل به وسیله رابطه 8 تغییر می یابند.

$$IF: \ a_{ij,k,dif} < threshold : \ a_{ij,k,dif=0} \qquad (8)$$
$$ELSE : \ a_{ij,k,dif=1}$$

که در آن *threshold* مقدار آستانه است.

نقاطی که مقدار تفاضل در آنها زیاد باشد، به این معنی است که تفاوت بین زمینه و تصویر در آن نقطه زیاد بوده و این به معنی قرار گرفتن شیء متحرک در آن محل است. به این ترتیب نقاطی که شیء متحرک در آن قرار گرفته است، مشخص می‌شوند. هر گاه تعداد نقاطی از پنجره که شیء متحرک در آنها قرار گرفته است از یک درصد مشخص بیشتر شود، حضور خودرو در محل پنجره تشخیص داده می‌شود. به طور مثال اگر تعداد یکها از 60٪ تعداد پیکسل ها در هر پنجره بیشتر شود، در محل پنجره حضور خودروتشخیص داده می‌شود. در نرم افزار تهیه شده، به ازای

هر پنجره یک عدد اختصاص داده شده است که در هنگام وجود خودرو مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر خواهد گرفت. به این ترتیب به ازای پنجره‌هایی که در هر تصویر در نظر گرفته می‌شوند یک ماتریس متشکل از صفر و یک به وجود می آید.

در مورد تشخیص وسایل نقلیه در خیابان، مشخص شده است که فاصله مکانی بهترین نتیجه را می‌دهد. در این نرم افزار هر شیء

$$d_{ij,i'(j+1)} = C_1 abs\,(x_{ij} - x_{i'(j+1)}) + C_2 abs\,(y_{ij} - y_{i'(j+1)})$$

متحرک با شیئی از تصویر قبلی منطبق می‌شود که کمترین فاصله مکانی را با آن دارد. اگر مقدار فاصله بین وسیله نقلیه i در تصویر j با وسیله نقلیه i' در تصویر $j+1$ از فاصله وسیله نقلیه i با هر یک از وسایل نقلیه در تصویر $j+1$ کمتر باشد، وسیله نقلیه i در تصویر j با وسیله نقلیه i' در تصویر $j+1$ انطباق داده می‌شود، فاصله بین وسیله نقلیه i در تصویر j با وسیله نقلیه i' در تصویر $j+1$ از رابطه 9 به دست می‌آید:

(9)

که درآن:

C_1: ضریب فاصله طولی،

C_2: ضریب فاصله عرضی،

x_{ij}: طول موقعیت وسیله نقلیه i در تصویر شماره j،

y_{ij}: عرض موقعیت وسیله نقلیه i در تصویر شماره j،

abs: علامت قدر مطلق

$d_{ij,i'(j+1)}$: فاصله بین وسیله نقلیه i در تصویر j با استفاده از i' در تصویر $j+1$

بنابراین با توجه به این که وسایل نقلیه به سمت جلو حرکت می‌کنند و کمتر به چپ و راست منحرف می‌شوند، جابه جایی در جهت افقی و عمودی دارای ضرایب مختلفی است. چون ضریب C_1 مربوط به فاصله طولی و C_2 مربوط به فاصله عرضی است، ضریب C_2 بزرگ تر از ضریب C_1 در نظر گرفته می شود. به عنوان مثال در برنامه ضریب C_1 برابر 1 و ضریب C_2 برابر 2 در نظر گرفته شده است. به این ترتیب برای محاسبه فاصله دو شیء، برای جابه جایی عرضی فاصله بیشتری در نظر گرفته می‌شود.

3. نحوه اجرای نرم افزار

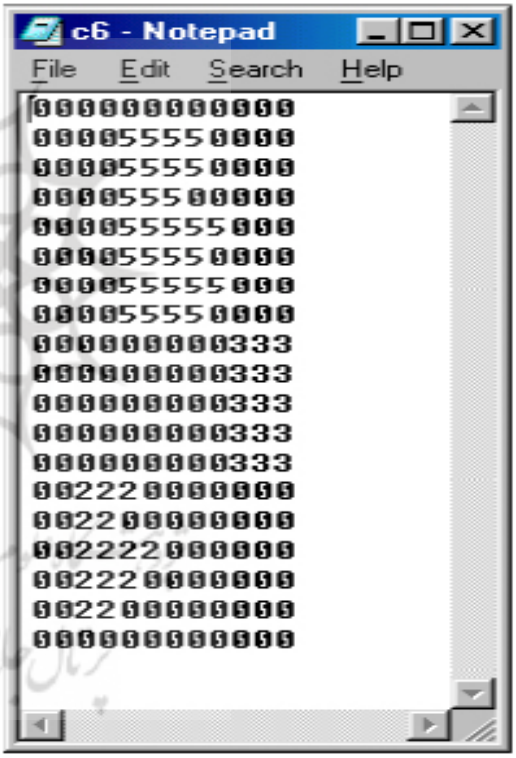
ابتدا فیلم ویدیویی تبدیل به فیلم دیجیتال با فرمت dat می شود. هر ثانیه فیلم دیجیتال از 25 عکس تشکیل می شود، با استفاده از نرم افزار Decoder Blaster ، هر ثانیه از فیلم به 25 فایل Bitmap تبدیل می شود. این فایل ها به ترتیب باز شده و با استفاده از برنامه پردازش تصاویر، موقعیت وسایل نقلیه در هر تصویر تبدیل به یک ماتریس 20 در12 می‌شود. هر یک از این ماتریسها در یک فایل از نوع text و با نامهای b*.txt ذخیره می‌شود.

شکل5 ماتریس ایجاد شده از تصویر شکل 1 که در فایل b6.txt ذخیره شده است را نشان می‌دهد.

شکل5. ماتریس ایجاد شده از یک تصویر نمونه که در فایل b.txt ذخیره شده

پس از این که فایل های اولیه که متشکل از 0 و 1 هستند، تشکیل شدند، لازم است 1های مربوط به هر وسیله نقلیه از بقیه تفکیک و نویزها حذف شوند. برای این کار به هر وسیله نقلیه به ترتیب شماره‌ای اختصاص داده می‌شود که آن را از بقیه متمایز می‌کند. این شماره‌ها تنها به عنوان علامت مشخصه بکار برده می‌شوند و با شماره ای که به هر وسیله نقلیه در کل سلسله تصاویر برای دوره فیلمبرداری اختصاص داده می‌شود

تفاوت دارند. در این مرحله هنوز وسایل نقلیه در تصاویر مختلف انطباق داده نشده‌اند و هر وسیله نقلیه تنها در همان تصویر تشخیص داده شده و شماره به آن برای تفکیک از بقیه وسایل نقلیه در همان تصویر اختصاص داده شده است. به این ترتیب هر وسیله نقلیه به صورت مجموعه‌ای متصل به هم از شماره‌های مختلف مشخص می‌شود. پس از آن که در برنامه تهیه شده هر یک از وسایل نقلیه از بقیه تفکیک شد، ماتریس های حاصل در یک سری فایل از نوع text و با نامهای c*.txt ذخیره می‌شوند که هر یک از این فایلها متناظر با یکی از تصاویر سلسله تصاویر عبور خودروها است. در این ماتریس ها هر مجموعه از اعداد نشانگر یک وسیله نقلیه است. شکل 6 ماتریس ایجاد شده از فایل b6.txt که در فایل c6.txt ذخیره شده و در آن هر وسیله نقلیه با شماره ای از بقیه تفکیک شده را نشان می‌دهد.



شکل 6. ماتریسی که در آن هر وسیله نقلیه از بقیه تفکیک شده

همان گونه که در شکل 6 دیده می شود، اعداد 2، 3 و 5 به وسایل نقلیه در شکل اختصاص داده شده اند، علت این که به جای 1، 2و 3 این اعداد اختصاص داده شده این است که اگرچه نرم افزار تهیه شده برای شماره گذاری از عدد 1 شروع میکند، ولی برخی از مجموعه شماره ها مربوط به وسایل نقلیه نیستند و مربوط به نویزهای ایجاد شده اند. این نویزها که اندازه آنها از یک وسیله نقلیه کوچک تر است، توسط نرم افزار تشخیص داده و حذف می شوند. به این ترتیب با حذف نویزها برخی از اعداد اختصاص داده شده نیز حذف می شوند و ترتیب اعداد به هم می خورد که با توجه به کاربرد مورد انتظار ما از نرم افزار تهیه شده اهمیتی نیز ندارد. پس از این که هر وسیله نقلیه در هر تصویر از بقیه وسایل نقلیه تفکیک شد، لازم است موقعیت آن به صورت یک آرایه (ID,X,Y,k,t) مشخص شود که در آن:

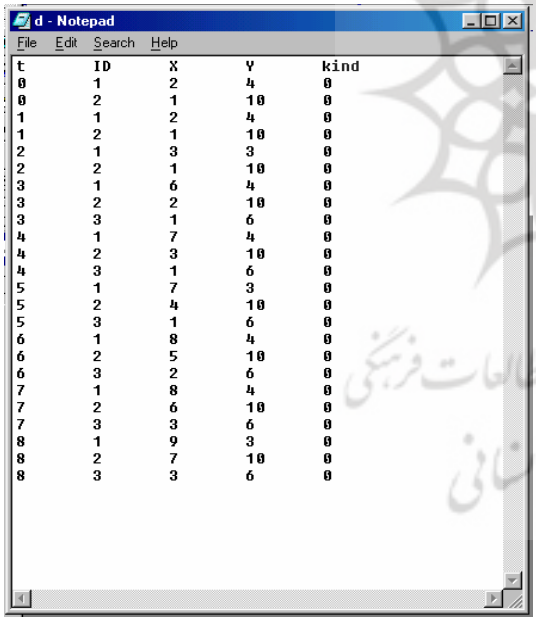
ID: شماره مشخصه وسیله نقلیه،

X, Y: طول و عرض موقعیت وسیله نقلیه،

k: نوع وسیله نقلیه از لحاظ بزرگی و کوچکی،

t: زمانی که وسیله نقلیه در موقعیت مذکور بوده است.

برای ذخیره اطلاعات مربوط به سلسله تصاویر برداشتی لازم است تا جدولی تهیه شود که آرایه‌های مذکور برای هر وسیله نقلیه در هر تصویر در آن ذخیره شوند. این جدول به صورت یک فایل از نوع text تحت عنوان d.txt ذخیره می‌شود. شکل ذخیره اطلاعات در فایل d.txt در شکل 7 آمده است.



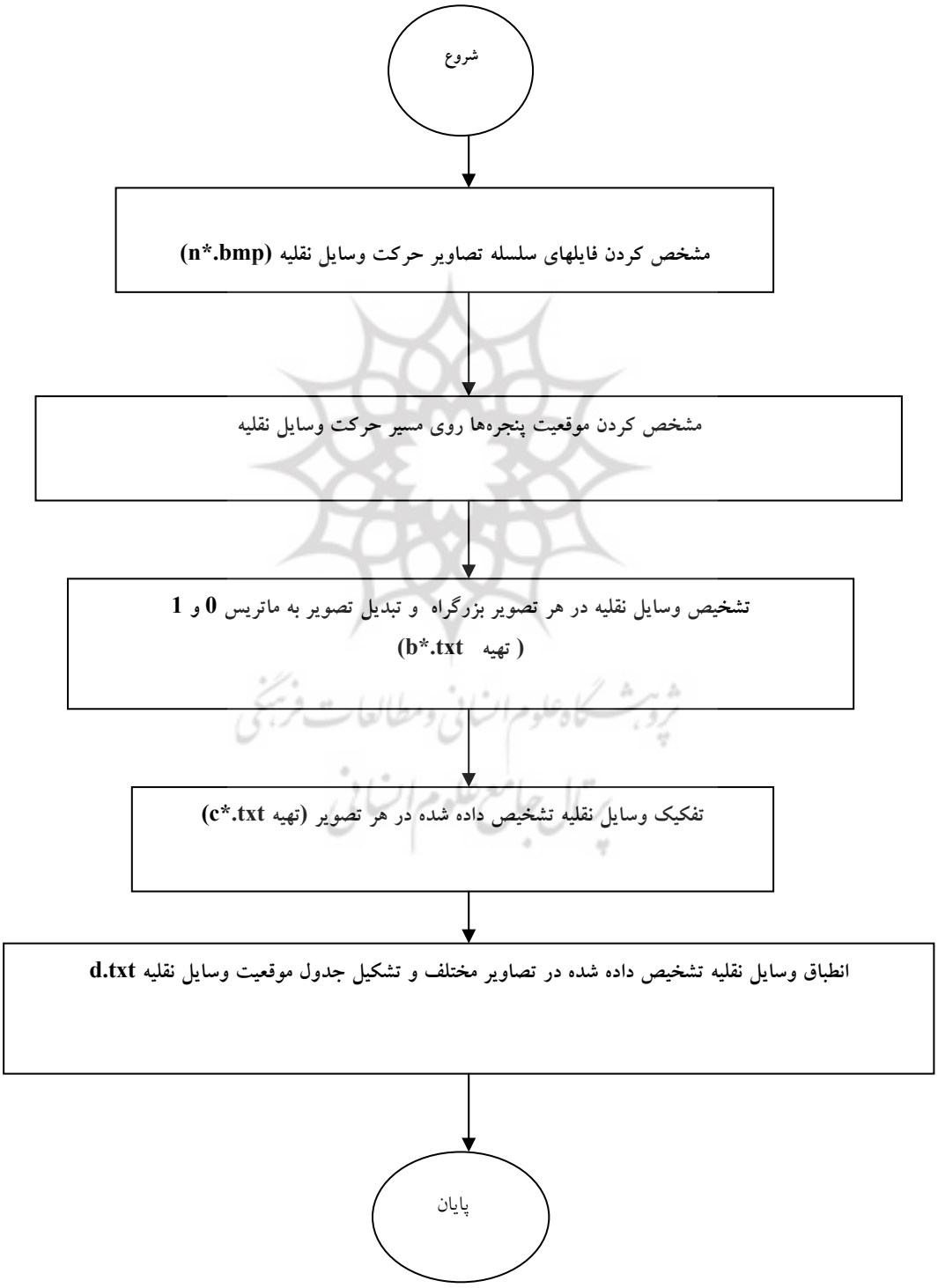
شکل7. جدول خروجی برنامه که در فایل d.txt ذخیره شده

پارامترهای ترافیکی وسایل نقلیه با استفاده از این جدول قابل محاسبه اند. مثلا در شکل 7 وسیله نقلیه با شماره 1 در بازه زمانی t=0 در موقعیت x=2 و در بازه زمانی t=8 در موقعیت x=9 قرار داشته است.

با توجه به این که هر بازه زمانی در این مورد 1/25 ثانیه بوده است، سرعت وسیله نقلیه 1 در این مدت حدود 21/87 متر معادل 78/75 کیلومتر محاسبه می شود.به همین ترتیب پارامترهای دیگر برای تمام وسایل نقلیه قابل محاسبه است.

جدول ذخیره شده در فایل d.txt موقعیت هر یک از وسایل نقلیه در هر بازه زمانی را نشان می‌دهد و به عنوان ورودی برای قسمت مدلسازی و شبیه‌سازی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

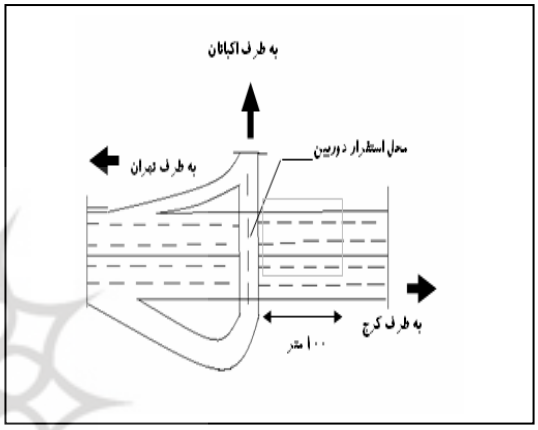
در شکل 8 مراحل مختلف این نرم‌افزار نشان داده شده است.



شکل8. فلوچارت مراحل اجرای نرم‌افزار پردازش تصاویر

4. کاربرد نرم افزار در تشخیص تخلفات رانندگی

در این قسمت جمع آوری اطلاعات موقعیت وسایل نقلیه به عنوان یک نمونه از کاربرد نرم افزار پردازش تصاویر تهیه شده معرفی می شود. برای آمار برداری از موقعیت وسایل نقلیه در یک مقطع از آزاد راه تهران کرج که در آن پلی برای استقرار دوربین وجود داشته، مورد استفاده قرار گرفته است. شکل های 9 و10 موقعیت محل فیلمبرداری و نحوه قرار گرفتن پنجره ها روی تصویر برداشتی را نشان می دهند.



شکل 9. موقعیت محل فیلمبرداری

حدود 100 متر از آزادراه که در آن وسایل نقلیه در تصویر برداشتی به خوبی قابل تشخیص بوده اند، مورد بررسی قرار گرفته اند که موقعیت این 100 متر در شکل 9 با مستطیل خاکستری رنگ مشخص شده است. فیلم های ویدیویی تهیه شده با استفاده از دستگاه های دیجیتایزر موجود در بازار تبدیل به فایلهای فیلمهای دیجیتال از نوع dat شده اند. این فایلها با استفاده از نرم افزار decoder blaster تبدیل به تعدادی فایل عکس از نوع bitmapشده و این فایلها به عنوان ورودی برنامه پردازش تصاویر مورد استفاده قرار گرفته اند.

پس از این که پنجره ها در موقعیت مناسب قرار داده شدند، برنامه اجرا شده و ماتریس های b*.txt و c*.txt محاسبه شده و در نهایت جدول موقعیت وسایل نقلیه در فایل d.txt ذخیره می شود.

به عنوان مثال طبق آیین نامه رانندگی در ایران، رانندگان برای رعایت فاصله مطمئنه موظفند به ازای هر 15 کیلومتر بر ساعت سرعت، به اندازه طول وسیله نقلیه خود از وسیله جلویی فاصله بگیرند. در شکل 10 دو وسیله نقلیه دیده می شوند. وسیله نقلیه عقبی با سرعت 90 کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است، با فرض این که طول هر وسیله نقلیه 4 متر باشد، طبق آیین نامه رانندگی این وسیله باید حدود 6 برابر طول خود یعنی 24 متر از وسیله جلویی فاصله بگیرد، حال آن که وسیله نقلیه عقبی تنها در حدود فاصله سه ردیف پنجره با وسیله نقلیه جلویی فاصله دارد. با توجه به این که در این مورد ردیف های پنجره ها حدود 5 متر از یکدیگر فاصله دارند، مشخص می شود که وسیله نقلیه عقبی از وسیله نقلیه جلویی حدود 15 متر فاصله دارد. این فاصله از فاصله 24 متر که در آیین نامه رانندگی مشخص شده کمتر است. بنابراین وسیله نقلیه عقبی مرتکب تخلف شده و شکل 10 صحنه تخلف را مشخص می‌کند. با استفاده از سیستم تهیه شده می توان تخلفاتی نظیر رعایت نکردن فاصله مطمئنه، سرعت غیر مجاز و از این قبیل را تشخیص داده و به همراه تصویری از صحنه تخلف به ارگانهای ذیربط ارسال کرد.

شکل 10. موقعیت پنجره ها در تصویر محل فیلمبرداری

5. مقایسه روش پیشنهادی با یکی از سیستمهای مشابه در جهان

از میان روشهای موجود در زمینه شناسایی وسایل نقلیه با استفاده از پردازش تصاویر، اکثراً به موضوعات مورد استفاده در کنترل ترافیک از قبیل تشخیص سرعت غر مجاز، تشخیص تصادف و شمارش وسایل نقلیه پرداخته شده است.

شرکت Traficon محصولات متنوعی برای شناخت وضعیت ترافیک با استفاده از روشهای پردازش تصویر تولید کرده که از آن میان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد[2]:

- سیستم شمارش خودروهای عبوری،
- سیستم تشخیص سرعت وسایل نقلیه، و
- سیستم تشخیص تصادف.

Traficon مانند روش پیشنهادی در این پژوهش با استفاده از پنجره‌هایی که در تصویر حرکت وسایل نقلیه قرار می‌دهد، پارامترهای مورد نظر را استخراج می‌کند، با این تفاوت که هر یک از محصولات این شرکت کاربرد خاص خود را دارند و در زمینه‌های دیگر قابل استفاده نیستند. حال آن که در روش پیشنهادی با استفاده از تعداد زیادی پنجره، موقعیت تمام وسایل نقلیه محاسبه شده و به این ترتیب امکان محاسبه انواع پارامترهای مورد نیاز فراهم می شود.

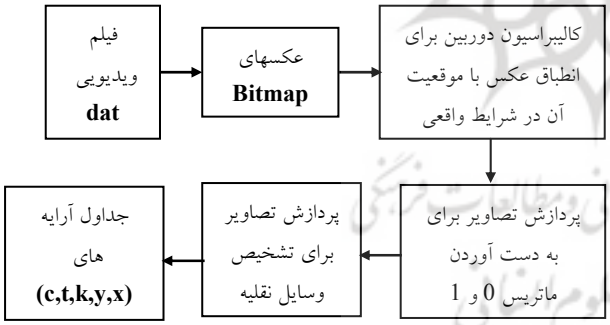
از لحاظ سهولت استفاده، با توجه به تخصصی بودن محصولات Traficon استفاده از آنها ساده‌تر است، ولی انعطاف‌پذیری روش پیشنهادی بیشتر بوده و امکان استخراج پارامترهای مختلف ترافیکی با استفاده از آن وجود دارد.

روش پیشنهادی در حال حاضر به صورت off-line طراحی شده که با توجه به کاربرد فعلی آن در کارهای تحقیقاتی و ثبت تخلف عدم رعایت فاصله مطمئنه، کاملاً قابل استفاده است، ولی محصولات Traficon به دلیل کاربرد در کنترل همزمان ترافیک به صورت on-line طراحی شده‌اند. سیستم تهیه شده و متن برنامه پردازش تصویر مربوطه در اختیار پژوهشگران قرار دارد. در حالی که هزینه تهیه هر یک از محصولات Traficon در حدود 3000 تا 4000 دلار آمریکاست و متن برنامه‌های مورد استفاده نیز در قایل دستیابی نیستند.

6. خلاصه و نتیجه گیری

برای اندازه‌گیری پارامترهای کمی و کیفی کلان ترافیک تاکنون روشهای متعددی ارایه شده است، اما برای اندازه‌گیری موقعیت مکانی خودرو، پژوهش های محدودی صورت گرفته است.

در این پژوهش ها مانند پژوهش حاضر موقعیت تک تک وسایل نقلیه در هر فریم مشخص می‌شود و بررسی اطلاعات به دست آمده بسته به نوع کاربرد در مراحل بعدی صورت می‌گیرد. همچنین در شرایطی که تداخل وسایل نقلیه زیاد می‌شود، امکان تشخیص وسایل نقلیه کاهش می‌یابد. در این پژوهش امکان تشخیص موقعیت وسایل نقلیه بدون از دست دادن قابلیت بدون تاخیر بودن سیستم یا نیاز به تجهیزات خاص فیلمبرداری مورد توجه بوده است. همچنین بدون نیاز به دانستن زاویه و بزرگنمایی و ارتفاع دوربین در هنگام فیلمبرداری تنها با دانستن مختصات 4 نقطه از تصویر در جهان واقعی می‌توان فواصل و موقعیتهای خیابان را با دقت قابل قبولی اندازه‌گیری کرد. شکل 11 مراحل مختلف پردازش تصاویروتولید بانک اطلاعاتی را به صورت خلاصه نشان می دهد.



شکل 11. مراحل مختلف پردازش تصاویر و تولید بانک اطلاعاتی

همان گونه که در شکل 11 دیده می‌شود، فیلم ویدیویی، تبدیل به عکسهای Bitmap می‌شود، سپس مرحله کالیبراسیون دوربین برای انطباق عکس با موقعیت آن در جهان واقعی انجام می شود. سپس پردازش تصاویر برای به دست آوردن ماتریس 0و1 از تصویر انجام می گیرد، پس از آن با استفاده از ماتریس‌های 0و1 هر یک از وسایل نقلیه در ماتریس های مربوطه تشخیص داده می‌شود و در نهایت با استفاده از ماتریس هایی که در آنها هر یک از وسایل

نقلیه تشخیص داده شده‌اند، موقعیت هر یک ازوسایل نقلیه مشخص و در جدول آرایه های(x,y,k,t,c) ذخیره می شوند.
نرم افزار پردازش تصاویر تهیه شده، قابلیت تشخیص وسایل نقلیه در شرایطی که تداخلی بین تصویر وسایل نقلیه وجود ندارد و تصویر وسایل نقلیه روی هم نمی افتد را دارد. اگر تصویر می توان از رایانه های شخصی معمولی استفاده کرد و به تجهیزات خاصی نیاز نیست، اما هر چه سرعت رایانه بیشتر باشد، عملیات پردازش سریعتر انجام خواهند شد. در پژوهش انجام شده از یک رایانه Pentium4 با 256 مگابایت RAM

وسایل نقلیه روی هم بیفتد، باید با یک سری اصلاحات به صورت دستی، موقعیت وسایل نقلیه را به دست آورد. برای اجرای برنامه تهیه شده

استفاده شده است.
ظرفیت دیسک سخت مورد استفاده باید به حدی باشد که بتواند حجم زیاد فایل های عکس را ذخیره کند. برای تهیه برنامه، از نرم افزارVisual C++ استفاده شده است

7. مراجع

1.Internet_TRAFICON Web Site (2004), http://videodetection.com.
Internet_ViVA Web Site, (2004),

2.http://transport.arubi.unikl.de/ViVAtraffic/English.

3. Internet_Control Traffic Web Site (2002) http://www.cttraffic.com.

4. Fathi, M. and Siyal, M. (1999) "Image processing techniques for real-time qualitative road traffic data analysis", International Journal of Real-time Imaging, Academic Press, USA, Vol. 5, pp.103-106.

5. Fathi, M. and Siyal, M. (1998) "A window based image processing technique for qualitative and quantitative analysis of road traffic parameters", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 47, No 4, pp. 1342-1350.

6. Baina, J. , LeGoff, D., Hervot, L. and Gerardin, O. (1998) "Image processing based equipment for remote traffic control", IEEE International Conference on Intelligent Vehicles.

7.Mantri, S. and Bullock, D. (1995) "Analysis of feed forward - back propagation neural networks used in vehicle detection", Transportation Research C, Vol. 3, pp.161-174.

8.Kazi Iftekhar, A. (1999) "Modeling drivers` acceleration and lane changing behavior", Massachusetts Institute of Technology.

9. Gunay, B. (1999) "Modeling lane discipline on multilane uninterrupted traffic flow", Traffic Engineering + Control, pp. 440-447.

10. Heng, W., Meyer, E. Lee, J. and Chuen, F. (2001) "Characterizing and modeling observed lane-changing behavior", Transportation Research Record, No.1710, pp. 104-113.

11.Sadat Hoseini, S. M., Shafahi,Y. and Vaziri, M.(2004) "Combination of car following and lane changing models as a drivers' optimization Process, The 8th. International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportation, ASCE, China, pp. 601-605.

12. سادات حسینی، س. (1381) "تعیین موقعیت وسایل نقلیه با استفاده از پردازش تصاویر برای بررسی رفتار حرکتی وسایل نقلیه"، دومین کنفرانس ملی ماشین بینایی و پردازش تصاویر ایران.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی