

## ردگیری حرکات چندگانه با استفاده از فیلتر کالمن

بهارک امین طینت<sup>۱</sup>، نصرا... مقدم<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

<sup>۲</sup> دانشگاه تربیت مدرس

### چکیده

در این مقاله، به بررسی ردگیری حرکات چندگانه با استفاده از فیلتر کالمن پرداخته شده است، که بر اساس ترکیب مدل پس زمینه هر پیکسل و مجموعه ای از مدل های پیش زمینه تک فرضی بر مبنای مدل کلی اندازه شیء، موقعیت، سرعت و توزیع رنگ می باشد. فیلتر کالمن، تخمین موقعیت هدف بر اساس اندازه گیری های قبلی، و تخمین موقعیت بر اساس اندازه گیری های فعلی را برای به دست آوردن تخمین فیلترشده موقعیت هدف، ترکیب می نماید. این ترکیب به طوری انجام می گردد که تخمینی حاصل شود که مینیمم واریانس را داراست. بعبارت دیگر، دارای بهترین دقت می باشد. یک مدل قیاسی از سرعت و جهت حرکت معمول، برای تخمین اولیه سرعت شیء بکار می رود که برای تعیین سرعت هر یک از نمونه اشیاء پیش زمینه استفاده می شود. این مدل معمولاً یک فیلتر کالمن گسترده است. سیستم، نزدیک به آهنگ فریم های ویدئویی (ما بین ۲۴ تا ۴۰ فریم در ثانیه) کار می کند. با فرض اینکه تفکیک پذیری تصویر کافی است و اندازه های شیء مورد نظر، از اندازه شیء ای که در اندازه گیری اولیه استفاده شده خیلی فراتر نمی رود. در این جا، دو مدل که شامل ردیابی پرش های انسان و ردیابی موتورسوارها می باشد، بررسی می شود و یک مدل استنتاجی خودگردان پیشنهاد شده است که فاکتورهای مربوط به هر دو مدل را در خود دارد و با توجه به دریافت چند فریم اول از یک تصویر، الگوریتم ردیابی مربوط به تصویر مذکور را با توجه به بلاک دیاگرام های مدل ها، انتخاب می نماید. سپس مقدار خطا بین ناحیه انداه گیری شده و حقیقی در دو مدل محاسبه شده و میزان دقت روش مورد استفاده در مدل های مذکور نشان داده می شود.

**کلمات کلیدی:** آشکار سازی حرکت، تحلیل دنباله تصاویر، ردگیری شیء متحرک، آستانه گیری

## مقدمه

بینایی ماشین یکی از زمینه های پر اهمیت علم کامپیوتر می باشد و سالهاست که محققان به پیشرفت و توسعه آن پرداخته اند. مهمترین هدف بینایی ماشین، شبیه سازی عملکرد سیستم بینایی انسان است و شاید به جرات بتوان گفت که بزرگترین هدف بینایی ماشین ساختن یک ماشین دارای بینایی همه منظوره می باشد. از چنین ماشینی انتظار می رود که بتواند خود را در محیط های دلخواه هدایت کند و اشیاء را در مسیر خود شناسایی نماید و به مقصدی که باید برسد، خود را برساند در واقع امروزه فاصله بینایی ماشین از بینایی انسان بسیار زیاد است و هنوز در این زمینه بسیار جای تحقیق و فعالیت دارد. سیستم بینایی انسان مانند دیگر سیستمهای موجود در بدن انسان، بسیار قوی و قدرتمند عمل می نماید و با دارا بودن توانایی آنالیز و تحلیل تصاویر به روابط فیزیکی موجود در صحنه پی می برد. هدف نهایی همه الگوریتم ها و روش های پیشنهاد شده در این تحقیقات، ایجاد یک ماشین دارای بینایی و هوش لازم برای تفسیر اطلاعات بینایی است. چنین هوشی در واقع قابلیت پردازش تصاویر اشیاء یا نواحی مورد علاقه برای سیستم می باشد. اغلب این نواحی، اشیاء دارای حرکت هستند که سیستم می خواهد آنها را تعقیب یا ردگیری نماید. یکی از مسائل بسیار مهم در بینایی ماشین، مساله بررسی حرکت اشیاء موجود در صحنه می باشد.

علاقه به روش های پردازش تصویر از دو محدوده کاربردی اصلی نشات می گیرد که عبارتند از: بهبود اطلاعات تصویری به منظور تعبیر انسانی و پردازش داده های صحنه برای ادراک ماشینی مستقل [1]. در مجموعه الگوریتم های تصویری ارائه شده طی چند دهه گذشته، هدف عمده، یافتن روش هایی است که قادر به ارتقای اطلاعات تصویری برای تعبیر و تحلیل انسان باشد. از جمله پیشینه ردگیری که توسط محققان صورت گرفته است میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

Malik [2]، سیستمی را جهت صحنه های ترافیک، نظیر تغییر خط حرکت، اتومبیل های متوقف شده و شمارش کلی اتومبیل های موجود در صحنه ارائه نمود، که مبتنی بر فیلتر کالمن می باشد و با استفاده از تقطیع حرکت با تفاضل پس زمینه و ارائه یک مدل حرکت، برای حرکت اتومبیل ها توانست بر مساله نویز غلبه کند. Coifman و همکارانش [3]، آشکارسازی و ردگیری وسائط نقلیه در شرایط نامساعد مانند تغییرات نور، رویهم افتادگی تصاویر اتومبیل ها و غیره را بررسی نمودند. در روش آنها از گوشه بعنوان نقاط ویژگی استفاده می شود. بعبارت دیگر ویژگی ها نواحی هستند که شدت سطوح خاکستری در آنها بیشتر از یک جهت تغییر کند. آنها از فیلتر کالمن برای ردگیری استفاده کردند. اگر ویژگی یافت شود، فیلتر کالمن به روز در می آید در غیر این صورت این ویژگی، دیگر ردگیری نمی شود.

Bertozzi و همکارانش یک سیستم برای آشکارسازی و ردگیری وسائط نقلیه ارائه کردند [4]. این سیستم بر روی ARGO که یک وسیله نقلیه خودکار می باشد، نصب گردیده است. این وسیله می تواند جاده را تعقیب نماید و در این مسیر صحیح حرکت کند.

الگوریتم آشکارسازی آنها بر مبنای چند پایه استوار است [5]، این که وسائط نقلیه در حالت کلی متقارن هستند و توسط یک مستطیل محیطی با نسبت طول و عرض تا حدی معین، مشخص می گردند. همچنین اتومبیل ها در یک ناحیه مشخص از تصویر واقع می شوند. روش کار به این صورت است که ابتدا با استفاده از موقعیت جاده و محدودیت های پرسپکتیو، ناحیه مورد علاقه که احتمال دارد اتومبیل در آن جا باشد، معین می شود. به دلیل وجود انعکاسات نوری احتمالی در یکی از طرفین اتومبیل موجود در صحنه، تنها استفاده از سطوح خاکستری جهت یافتن تقارن، نتیجه درستی نمی دهد. زیرا از تقارن در لبه های افقی و عمودی نیز استفاده می شود. پس از آن برای تشخیص مستطیل محیطی جستجو انجام می شود. ردگیری با محاسبه همبستگی بین محتویات مستطیل محیطی در فریم قبلی، با فریم فعلی انجام می شود.

از جمله سیستم های پیاده سازی شده می توان به سیستم Koller و همکارانش [6] اشاره نمود. مزیت استفاده از روش آن که یک ارایه مبتنی بر کانتر از شیء، می باشد، کمتر بودن پیچیدگی محاسباتی نسبت به یک ارایه مبتنی بر ناحیه است. با این وجود عدم توانایی در تقطیع اشیائی که به طور جزئی رویهم افتادگی پیدا کرده اند وجود خواهد داشت. اگر در هنگام رویهم افتادگی بتوان برای هر شیء، یک کانتر جدید ایجاد نمود، حتی در صورت رویهم افتادگی نیز می توان اشیاء را ردگیری نمود [7]. با این وجود آغاز یک کانتر جدید، قسمت پیچیده این روش می باشد.

Zhong [8] و دیگر همکارانش با استفاده از محاسبه تفاضل بین دو فریم، جهت ردگیری اشیاء متحرک، کلیشه های تغییر شکل پذیر را برای تطبیق اشیاء ایجاد کردند. در این سیستم ابتدا یک ناحیه بصورت دستی برای ردگیری انتخاب می شد. سپس کلیشه به نواحی دارای گرادیان بالا، و مرزهای حرکت جذب شده و با تشابه خود با سطح خاکستری در فریم های بعدی تغییر شکل می داد. یکی از مزیت های آن، وجود اطلاعات سراسری و کلی می باشد که این سیستم را نسبت به ضعف های ویژگی های تصویر مقاوم تر می نماید. مشکلی که در این سیستم وجود دارد، محدودیت روش تقطیع آنست که بدلیل استفاده از تقطیع مبتنی بر فیلتر سازی زمانی، محیط یا پس زمینه ثابت مورد نیاز می باشد.

Tao و همکارانش از مدل مخفی مارکوف، برای پیاده سازی الگوریتم ردگیری استفاده نمودند [9]. در روش آنها برای هر شیء متحرک موجود در صحنه، یک حالت در نظر گرفته می شود که پارامترهای موقعیت و تغییر اندازه را در خود دارد. با مشاهداتی که در تصویر انجام می گردد و بر حسب حالت قبلی و استفاده از توزیع احتمالهای پسین مربوط به اشیاء، راجع به حرکت بین حالات تصمیم گیری می شود. مساله ردگیری را می توان محاسبه یک توزیع احتمال پسین به ازاء مشاهدات انجام شده در نظر گرفت. در حالتی که توزیع های احتمالاتی بصورت تحلیلی موجود نباشند، از نوعی روش نمونه برداری استفاده شده است. در روش آن ها مسائلی نظیر اضافه شدن شیء جدید، حذف یک شیء و همچنین رویهم افتادگی و بهم چسبیدگی اشیاء نیز مدل شده است.

## ۱ معادلات دینامیکی سیستم

تصور کنید که یک شیء متحرک به طور شعاعی به رادار نزدیک یا دور می شود.  $X_n$  نشان دهنده بعد شیء در لحظه  $n$  و  $T$  زمان بین دو پویش متوالی رادار می باشد. موقعیت و سرعت بعدی شیء را در صورت ثابت بودن سرعت شیء، از معادلات زیر می توان به دست آورد.

$$\dot{X}_n = n \quad \text{سرعت شیء در لحظه } n$$

سرعت شیء ثابت است      آنگاه      اگر  $\dot{x}_n = \dot{x}_{n+1}$

$$x_{n+1} = x_n + T\dot{x}_n \quad (1-1)$$

$$\dot{x}_{n+1} = \dot{x}_n \quad (2-1)$$

این معادلات را معادلات دینامیکی سیستم گویند.

مقدار تغییر سرعت را می توان در صورتی که دلیل اختلاف، عدم دقت رادار نباشد، بصورت رابطه (۱-۱) نوشت. از آنجایی که واقعا مشخص نمی باشد که دلیل اختلاف کدامیک از موارد فوق است، به جای آنکه کل مدار فوق به سرعت تخمینی اضافه شود، کسری از آن مطابق رابطه (۱-۴) اضافه می گردد.

$$\frac{y_n - x_n}{T} \quad (3-1)$$

$$\dot{x}_n = \dot{x}_n + h_n((y_n - x_n)/T) \quad (4-1)$$

اندیس  $n$  در  $h_n$  نشان دهنده این است که مقدار می تواند به طور وابسته به زمان تغییر کند.

در رابطه (۱-۴) علامت سرعت، قبل و بعد از اندازه گیری یکسان است. لذا برای آنکه بین تخمین سرعت پس از اندازه گیری و تخمین سرعت قبل از زمان  $n$  تفاوت وجود داشته باشد از رابطه (۱-۵) می توان استفاده نمود.

$$\dot{x}_{n,n}^* = \dot{x}_{n,n-1}^* + h_n((y_n - x_{n,n-1}^*)/T) \quad (5-1)$$

اندیس دوم  $n-1$ ، نشان دهنده آنست که این تخمین سرعت در زمان  $n$ ، بر اساس اندازه گیری انجام شده در زمان  $n-1$  و قبل از آن صورت گرفته است. حال رابطه مطلوب برای به روز در آوردن موقعیت هدف ایجاد میشود.

مانند قبل عمل می‌شود، یعنی فرض می‌شود که موقعیت هدف در  $x_{n,n-1}^*$  تخمین زده شده باشد. در حالی که رادار موقعیت  $y_n$  را نشان می‌دهد. با استدلالی مشابه قبل، یعنی مشخص نبودن تغییر سرعت یا عدم دقت رادار، همه مقادیر اختلاف اضافه نشده و تنها کسری از آن به مقدار تخمینی اضافه می‌گردد. رابطه به روز در آوردن موقعیت هدف را می‌توان بصورت رابطه زیر نوشت.

$$x_{n,n}^* = x_{n,n-1}^* + g_n (y_n - x_{n,n-1}^*) \quad (6-1)$$

در نهایت زوج معادله (۷-۱) که به معادلات  $g-h$  معروفند، برای به روز در آوردن سرعت و موقعیت هدف در زمان  $n$ ، پس از اندازه گیری بعد هدف،  $y_n$  بکار می‌روند.

$$\begin{cases} \dot{x}_{n,n}^* = \dot{x}_{n,n-1}^* + h_n ((y_n - x_{n,n-1}^*)/T) \\ x_{n,n}^* = x_{n,n-1}^* + g_n (y_n - x_{n,n-1}^*) \end{cases} \quad (7-1)$$

به معادلات بالا، معادلات فیلتر سازی می‌گویند.

### ۱-۱ فیلتر سازی کالمن [10]:

فیلتر سازی کالمن، یک روش تخمین پارامتر بر مبنای مشاهدات نویزی می‌باشد. در سیستم‌های ردگیری متعددی، از این فیلتر جهت تخمین پارامترهای اشیاء متحرک استفاده شده است. پارامترهای تخمین زده شده توسط فیلتر کالمن، معمولاً موقعیت و سرعت اشیاء متحرک می‌باشد. یک مدل حرکت با سرعت ثابت، ممکن است وجود داشته باشد یا ممکن است هدف در هر لحظه شتاب داشته باشد و یا بچرخد و سرعت یک هدف در همه زمان‌ها ثابت نمی‌باشد.

کالمن، فیلتر جواب مساله را بصورت روابط (۸-۱) ارائه نمود.

$$\dot{x}_{n+1,n}^* = \dot{x}_{n,n-1}^* + h_n / T (y_n - x_{n,n-1}^*) \quad (8-1)$$

$$x_{n+1,n}^* = x_{n,n-1}^* + T \dot{x}_{n+1,n}^* + g(y_n - x_{n,n-1}^*)$$

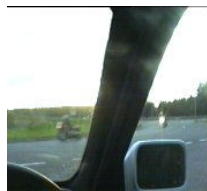
$\dot{x}_n$       سرعت شیء در لحظه  $n$   
 $y_n$       موقعیت واقعی شیء

نشان دهنده موقعیت تخمین زده شده هدف در لحظه  $n+1$  بر اساس اندازه گیری های انجام شده تا لحظه  $n$  و خود  $n$  می باشد. کالمن، در واقع تخمینی را پیدا نمود که مربع خطای تخمین را مینیمم کرد.

## ۲ انواع ردیابی های مورد بررسی

در این جا، دو نوع ردیابی مورد بررسی قرار می گیرد:

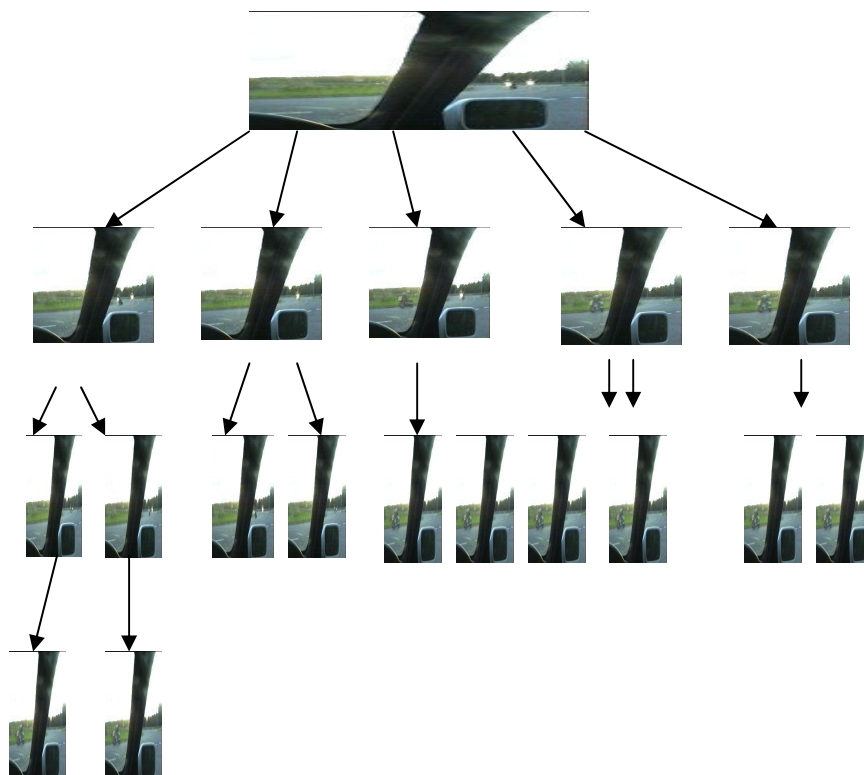
۱. ردیابی پرش های یک انسان که به صورت تصادفی در جهت های مختلف، صورت می گیرد. در این حالت، از روی میانگین شدت سطوح خاکستری و یا توزیع رنگ و همچنین محاسبه مساحت هدف مورد نظر، می توان تخمین وضعیت بعدی هدف نسبت به وضعیت قبلی آن در فریم قبلی را محاسبه نمود.
۲. ردیابی دو وسیله نقلیه (موتورسیکلت)، که توسط یک دوربین ثابت، که درون یک ماشین کار گذاشته شده است، صورت می گیرد. در این ردیابی، از حالت اولیه (در فریم اولیه)، تا چند فریم متوالی، وجود چراغ جلوی موتورسیکلت ها، در توزیع رنگ و شدت سطوح خاکستری وسائط نقلیه، تاثیر گذاشته و همچنین دور نمای هر یک از آنها، در محاسبه صحیح مساحت آنها تاثیر منفی می گذارد. چراکه یکی از آنها، در موقعیت دورتری از دیگری قرار گرفته است و هرچه به فریم بعدی نزدیک تر می شویم موتور سوارها به دوربین نزدیک تر شده و طبعاً، از لحاظ مساحت و اندازه بزرگتر از فریم های قبلی خود تصویر برداری می شوند.



تصویر شماره ۲-۱: یک نما از پیاده سازی مطالب بالا می باشد.

## راه حل

از روش دسته بندی، برای حل مساله استفاده می شود. فریم هایی که در آنها، هدف ها (موتورسیکلت ها)، از لحاظ مساحت و میانگین شدت رنگ به یک صورت بوده در یک دسته قرار می گیرند و با توجه به دسته بندی آنها، و با توجه به محاسبه میانگین رنگ، محاسبه نزدیکترین فاصله هدف در فریم قبلی نسبت به فریم بعدی انجام شده و می توان احتمال وجود هدف موردنظر را در فریم بعدی، پیشگویی نمود.



شکل ۲-۲: یک نمونه کلاسه بندی از فریم های ردیابی موتور سیکلت ها را نشان می دهد.

### ۳ جداول نواحی قابل پیش بینی

جدول زیر نواحی اندازه گیری شده و نواحی با مقادیر پیش بینی شده در فریم های مختلف ردیابی وسائط نقلیه، توسط فیلتر کالمن را نشان میدهد. با توجه به میانگین نواحی به دست آمده، مقدار درصد خطای بین این دو ناحیه محاسبه گردیده است. با توجه به جدول زیر، از فریم ۲۶ به بعد شیء دوم از صحنه خارج می شود.

شماره فریم	نواحی اندازه گیری شده میانگین (ستون و سطر)	نواحی پیش بینی شده میانگین (ستون و سطر)	مقدار خطا نسبت به نواحی اندازه گیری شده ستون و سطر
فریم ۹	۱ء شیء (۸۸ و ۱۴۵,۵) ۲ء شیء (۹۰ و ۱۳۳)	۱ء شیء (۹۷,۵ و ۱۶۹,۵) ۲ء شیء (۹۷,۵ و ۸۱,۵)	۰,۱۶    ۰,۱ ۰,۳۸    ۰,۰۸
فریم ۲۲	۱ء شیء (۸۱ و ۱۴۷,۵) ۲ء شیء (۸۱,۵ و ۱۳۰)	۱ء شیء (۱۰۶,۵ و ۱۷۵,۵) ۲ء شیء (۱۰۶,۵ و ۸۱)	۰,۱۸    ۰,۳ ۰,۳۷    ۰,۳
فریم ۲۴	۱ء شیء (۹۲,۵ و ۱۳۲,۵) ۲ء شیء (۹۷,۵ و ۶۵,۵)	۱ء شیء (۱۰۹,۵ و ۱۶۲,۵) ۲ء شیء (۱۰۹,۵ و ۷۴)	۰,۲۲    ۰,۱۸ ۰,۱۲    ۰,۱۲
فریم ۲۶	۱ء شیء (۹۰ و ۱۲۵)	۱ء شیء (۷۲,۵ و ۸۸,۵)	۰,۲۹    ۰,۱۹
فریم ۳۷	۱ء شیء (۹۲,۵ و ۵۰,۵)	۱ء شیء (۷,۵ و ۸۸,۵)	۰,۷۵    ۰,۲۱

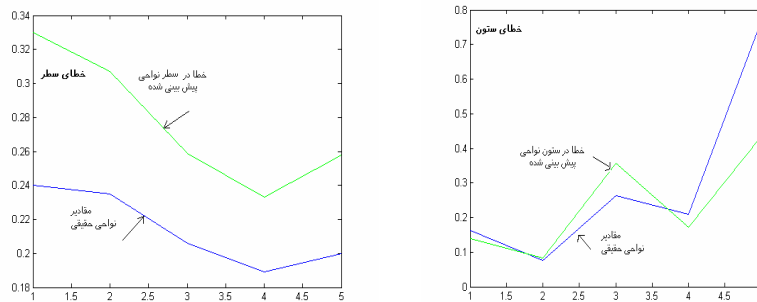
جدول ۳-۱: محاسبه مقدار خطا در ردیابی موتورسوارها نسبت به نواحی اندازه گیری شده

جدول زیر نواحی اندازه گیری شده و نواحی با مقادیر پیش بینی شده در فریم های مختلف ردیابی پرش های انسان، توسط فیلتر کالمن را نشان میدهد. با توجه به میانگین نواحی به دست آمده، مقدار درصد خطای بین این دو ناحیه محاسبه گردیده است.

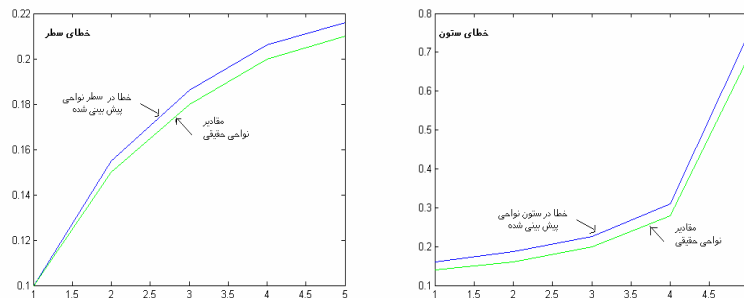
شماره فریم	نواحی اندازه گیری شده میانگین (ستون و سطر)	نواحی پیش بینی شده میانگین (ستون و سطر)	مقدار خطا نسبت به نواحی اندازه گیری شده ستون و سطر
فریم ۲	(۱۰۴,۵ و ۱۲۲,۵)	(۷۸,۵ و ۱۴۲,۵)	۰,۱۶۳    ۰,۲۴
فریم ۸	(۱۰۰ و ۱۵۵)	(۷۶,۵ و ۱۴۳)	۰,۰۷۷    ۰,۲۳۵
فریم ۱۰	(۹۷ و ۱۹۷,۵)	(۷۷ و ۱۴۵,۵)	۰,۲۶۳    ۰,۲۰۶
فریم ۱۵	(۹۵ و ۱۳۵,۵)	(۷۷ و ۱۶۴)	۰,۲۱۰    ۰,۱۸۹
فریم ۱۸	(۹۵ و ۸۰,۵)	(۷۵,۵ و ۱۴۳)	۰,۰۷۷    ۰,۲۰
فریم ۲۴	(۱۰۴,۵ و ۱۰۹)	(۷۷ و ۱۴۴)	۰,۰۳۲    ۰,۲۶
فریم ۲۶	(۱۰۳ و ۱۶۴,۵)	(۷۶ و ۱۴۲)	۰,۰۲۴    ۰,۲۶
فریم ۳۰	(۱۰۳ و ۱۱۵,۵)	(۷۸ و ۱۴۳)	۰,۰۲۳    ۰,۲۴

جدول ۳-۲: محاسبه مقدار خطا در ردیابی پرش انسان نسبت به نواحی اندازه گیری شده

#### ۴ نمودار خطای بین نواحی حقیقی و پیش بینی شده



نمودار ۴-۱: نمودار خطای موجود در ردیابی پرش های انسان نسبت به سطر و ستون



نمودار ۴-۲: نمودار خطای موجود در ردیابی حرکت موتورسوارها نسبت به سطر و ستون



## ۵ مدل استنتاجی خودگردان

در این قسمت مدلی پیشنهاد می‌گردد که می‌تواند تغییرات یکسری فاکتورهای خاص، مانند فاصله هدف از دوربین، شدت روشنایی شیء، اندازه شیء نسبت به دوربین، تغییرات پس زمینه، جهت حرکت شیء، را روی فریم اولیه ورودی، بررسی نموده و با توجه به شباهت آن‌ها به هر کدام از مدل‌های موجود، دیاگرام‌های مربوط به آنها را  $k$  انتخاب نموده و تابع مناسب را برای ردیابی حرکات چندگانه مورد بررسی، اجرا می‌نماید. خروجی حاصله، یک روش مناسب جهت ردیابی صحیح با استفاده از فیلتر کالمن و با خطای می‌نیم می‌باشد.

### ۵-۱ بررسی مدل در صورت وجود اغتشاش

در کار انجام شده، عواملی مانند گوشه‌ها، به علت اندازه وابسته اشیاء مورد نظر، قابل اطمینان نیستند. چرا که شباهت اشیاء به پس زمینه در بعضی موارد می‌تواند باعث تکه تکه شدن پیش زمینه و ایجاد تعداد زیادی پیکسل تکی شود. یک پیکسل، توسط کمترین فاصله  $D$  با مدل، مرتبط است، اگر این فاصله زیر آستانه معین باشد (معمولاً  $2/5$ ). اگر این فاصله بالای آستانه، اما زیر آستانه دوم باشد (معمولاً  $4$  یا  $5$ )، اندازه رنگ پیکسل، با ترکیب گاوسی رنگ در مدل و با گرفتن حداقل فاصله اندازه رنگ از هر میانگین ترکیب گاوسی مقایسه می‌شود. با توجه به اینکه مدل پیش زمینه ما، شامل نمونه‌هایی است برای:

**موقعیت:** تک نقطه دو بعدی، برای معرفی مرکز شیء داده شده در سطح تراز زمین.

**اندازه:** گاوسی‌های یک بعدی، برای معرفی اندازه شیء بعنوان نوسان (همتراز زمین) در جهت حرکت (بسته به موقعیت).

**سرعت:** مقادیر منفرد برای بیان میانگین چرخش بردار سرعت (در سطح تراز زمین). پیاده سازی دیگری نیز برای تخمین این مقادیر از فیلتر کالمن گسترده شده استفاده می‌کند.

**توزیع رنگ:** یک ترکیب گاوسی برای معرفی رنگ کل شیء استفاده می‌شود، دقیقاً به همان روش مدل پس زمینه.



شکل ۵-۱: نمای تکه شدن پیش زمینه

### ۵-۲ بررسی اطلاعات سرعت

در اجرای اولیه، هیچ مطلبی از اطلاعات مسیر حرکت و یا سرعت‌های معمولی داده نشده است. این امر باعث می‌شود که سرعت و جهت حرکت به صفر بر آورده شود. کمیت‌های اولیه ضعیف می‌تواند باعث شکست در مدل وسیله نقلیه شود (خصوصاً مسافتهای دور). اگر فرضیه سرعت صفر اولیه بکار برده شود، میانگین مدل در پشت قسمت مرکزی وسیله نقلیه متحرک پنهان می‌شود، تا زمانیکه سرعت باندازه واقعی تریب‌آورد شود.

جهت انتقال، بر نسبت جهت دریافتی وسیله نقلیه اثر می گذارد و این امر باعث ضعف ردیابی می شود. راه حل این مساله، ساخت یک مدل اولیه از سرعت و جهت حرکت معمولی در مسیر حرکت است. از آنجائیکه اتومبیل ها معمولاً در یک جهت با یک سرعت محدود و در همان قسمت از مسیر، حرکت می کنند، هر مورد قبلی بر مبنای مشاهدات قبلی باید بر آوردی مستدل از جهت حقیقی و سرعت یک وسیله نقلیه جدید باشد.

### ۵-۳ معیار هماهنگی متغیر

توزیع های مدل با معیار متغیر برای هر پیکسل به روز می شوند. (تقسیم صحیح معیار جریان تصویر ورودی) پیکسل های ثابت، (پیکسل هایی که با توزیع پس زمینه در تعدادی فریم تناسب دارند) با معیار پایین تری نسبت به پیکسل هایی که بعنوان پیش زمینه دسته بندی شده اند، به روز می شوند. این معیارها بدین صورت می باشند.

$$R_{update} = \begin{cases} R_{input} / N_{bgd}, & \text{where } N_{bgd} < N_{max} \\ R_{input} / N_{max}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{رابطه (۵-۱)}$$

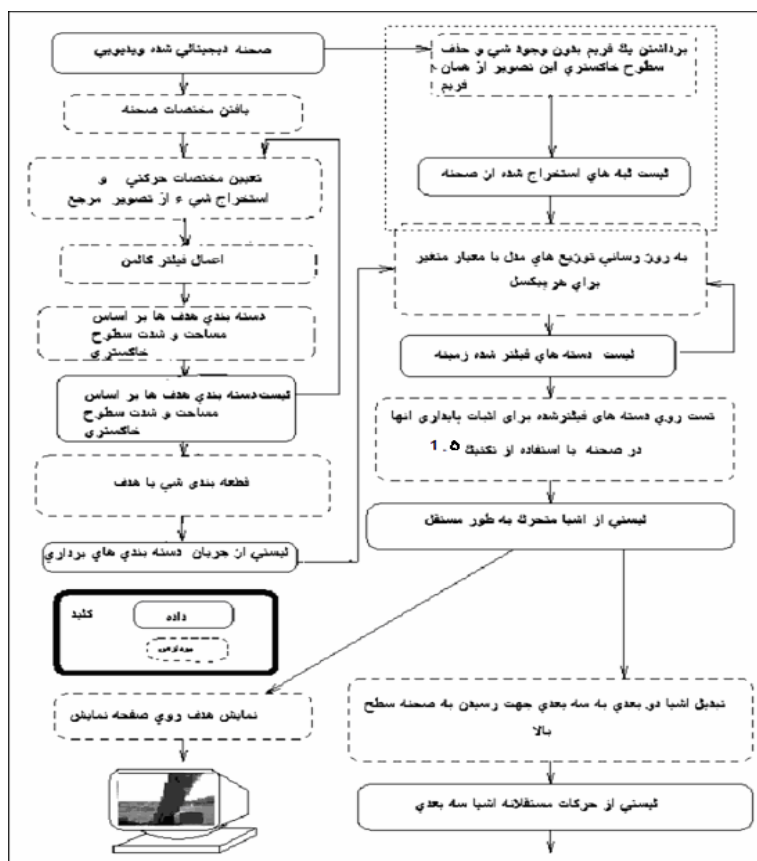
$R_{update}$  = Update rate

$R_{input}$  = Input Framerate

$N_{bgd}$  = No. of consecutive background frames

$N_{bgd}$  = Threshold on frame rate division (typically 30 frames / 1 sec)

این معیارها، بصورتی قابل توجه به کاهش هزینه های محاسباتی روش کمک می کند. باید توجه داشت که طرح شرح داده شده، تغییرات بین مدل های پیش زمینه و پس زمینه را که به صحنه وارد می شوند، از هم متمایز نمی کند. نتیجه این است که میزان هماهنگی بالایی، برای پیکسل های شی پیش زمینه بکار می رود. در نتیجه ممکن است که خودروهای با سرعت پایین، جزء مدل پس زمینه به شمار آیند. اگر روشی وجود داشته باشد که بین پیکسل های شی و پیش زمینه و پیکسل هایی که تغییرات رنگ در اثر تغییرات محیطی است، تمایز قائل شود، نرخ هماهنگی پیکسل های وابسته به اشیاء پیش زمینه ممکن است کاهش یابد. توجه به این نکته مهم است که نرخ هماهنگی هرگز نباید به صفر کاهش یابد، اگر محدوده ای از پیکسل ها بصورتی اشتباه جزء اشیاء پیش زمینه طبقه بندی شوند، تغییرات محیطی که ایجاد می شود، به مدل پس زمینه ضمیمه نخواهد شد و فرضیه خطا در طول زمان افزایش خواهد یافت. خوشبختانه در مورد ما الزام بر این بوده که آنچه بعنوان مدل پیش زمینه دسته بندی می شود، شامل سرعت غیر صفر لازم در فاز مقدار دهی اولیه باشد و این موضوع مشکلی ایجاد نکرده است.

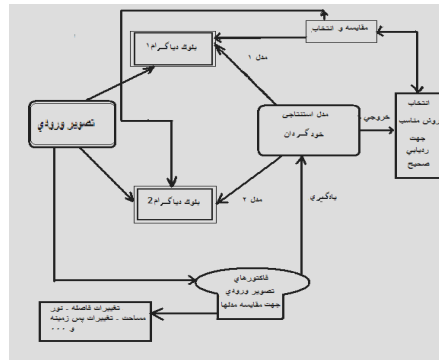


گراف ۵-۱: نمایش گراف پیاده سازی موتورسوارها

گراف ۵-۲ بیانگر مطالب بالا است به طور مثال این مدل در ۱۰ ثانیه، ۳۰۰ فریم اول را از لحاظ خصوصیات مشخص شده، مورد پردازش قرار داده و ارزیابی می نماید. هر یک از مدل هایی که خصوصیات جدول ۵-۱ در آنها صدق نماید، تصمیم گیری لازم در مورد اجرای الگوریتم مربوطه انجام می شود.

فاکتورها	مدل ۲	مدل ۱
فاصله هدف از دوربین	متغیر	ثابت
شدت روشنایی	متغیر	ثابت
اندازه شی نسبت به دوربین	متغیر	ثابت
تغییرات پس زمینه	متغیر	ثابت
جهت حرکت	معین	نامعین

جدول ۵-۱: نمونه ای از فاکتورهای مورد استفاده مدل استنتاجی خودگردان



گراف ۵-۲: نمایش گراف مدل استنتاجی خودگردان

## نتیجه گیری

در این مقاله، روش های مختلف ردیابی اشیاء متحرک بررسی گردید، که بر پایه فرض ویژگی های عمومی درباره صحنه و شیء و همچنین ثابت بودن دوربین می باشد. این فرضیات همخوانی رنگ برای پس زمینه و موقعیت محلی، اندازه و همخوانی سرعت برای شیء متحرک می باشد. نتایج کار در بخش پیاده سازی، نشان دهنده ۸۰٪ دقت در ردیابی، و ۲۰٪ خطا بین ناحیه حقیقی و تخمین زده شده با استفاده از فیلترکالمن می باشد. برای عمومی سازی کاربرد، در روش اشاره شده، با استفاده از یک مدل استنتاجی ترکیب و پیشنهاد شده است. با توجه به تحقیقات انجام شده، مبین است که در صورت وجود تغییرات آب و هوایی، این سیستم به خوبی جواب می دهد و در صورت وجود اغتشاش بعلت بکارگیری الگوریتم حذف نویز، که با بررسی وجود آن در همسایگی شیء و با استفاده از یک آستانه معین، نویز حذف می گردد، سیستم مقاوم است و دقت ردیابی مطابق با آنچه گفته شد، می باشد و در صورت عدم بکارگیری الگوریتم حذف نویز، و وجود اغتشاش در تصویر، تخمین خطا بین ناحیه حقیقی و اندازه گیری شده به ۱۰٪ افزایش می یابد که تفاوت کار این سیستم با سیستم ارایه شده Koller را نشان میدهد که در آن تشخیص و ردگیری به طور یکجا در یک حوزه زمانی و مکان قرار نداشت به طوریکه نویز می توانست باعث تشخیص اشتباه اشیاء گردد. ثابت بودن دوربین در این سیستم، پیچیدگی محاسباتی را کاهش می دهد با توجه به اینکه پردازش در ساختار درختی انجام می گیرد، پیچیدگی در سیستم موتور سوارها  $O(\log n)$  در مبنای  $m$  می باشد که  $n$  تعداد فریم های هر دسته و  $m$  تعداد دسته بندی های مورد نظر می باشد در مقابل آن، سیستم ارایه شده Bertozzi است که بعلت نصب دوربین بر روی یک وسیله نقلیه خودکار جهت ردگیری وسائط نقلیه و با توجه به حفظ فاصله قانونی بین اتومبیل ها و تنظیم سرعت خود نسبت به سرعت جاده و محیط، محاسبات پیچیده ای دارد.

## منابع

- [1] Gonzalez, R.C., Woods, R.E., "Digital Image Processing", 1987.
- [2] Z. Kim and J. Malik, "High-Quality Vehicle Trajectory Generation from Video Data Based on Vehicle Detection and Description", Proc. IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, 2003.
- [3] B. Coifman, D. Beymer, P. Mclauchlan, and J. Malik, "A real-time computer vision system for vehicle tracking and traffic surveillance," Transportation Research 6C, pp.271-288, 1998.
- [4] A. Broggi, M. Bertozzi, A. fascioli, and G. Conte. Automatic Vehicle Guidance: the erience of the ARGO Autonomous Vehicle world scientific ublishing Co. Inc., River Edge, 1998.
- [5] M. Bertozzi and A. Broggi, "Gold: A parallel real-time stereo vision system for generic obstacle and lane detection," IEEE Trans. on Image Processing, vol. 7, pp. 62–81, 1998.
- [6] D. Koller, K. Danilidis and H.H. Nagel. "Model-based object tracking in monocular image sequences of road traffic". International Journal of Computer Vision, 10:257-281, 1993.
- [7] T. Huang, D. Koller, J. Malik, G. Ogasawara, S. Russell and J.Weber ."Automatic symbolic traffic scene analysis using belief networks". In National Conference on Artificial Intelligence, AAAI Press, 1994.
- [8] Zhong, Y.[Yu], Jain, A.K.[Anil K.], and Dubuisson-Jolly, M.P.[Marie-Pierre], "Object Tracking Using Deformable Templates", May 2000.
- [9] Yue Zhou and Hai Tao, "A Background Layer Model for Object Tracking through occlusion", 2002.
- [10] R. E. Kalman. A new approach to linear filtering and prediction problems. Rans. ASME J. Basic Eng., 82:34-45, 1960.