**مقدمه:**

نظارت ویدیویی یکی از موضوعات تحقیقاتی فعال در زمینه بینایی ماشین می باشد که سعی در شناسایی ، تشخیص و ردیابی اشیا بر روی یک رشته از تصاویر را دارد و همچنین تلاش دارد تا با جایگزینی روش های قدیمی نظارت که توسط انسان ها انجام می شد با دوربین های نظارتی رفتار حرکتی اشیا را درک و بررسی کند . تشخیص اشیا و ردیابی اشیا در بسیاری از کاربردهای بینایی ماشین از جمله نظارت , ناوبری خودرو و هدایت خودکار ربات انجام می‌شود . شناسایی شی شامل پیدا کردن اشیا در قاب توالی فریم های یک ویدئو است . هر روش ردیابی نیازمند یک مکانیزم تشخیص شی در هر فریم یا زمانی است که شی ابتدا در ویدئو ظاهر می‌شود . ردیابی شی , فرآیند پیدا کردن یک شی یا چند شی در طول زمان با استفاده از یک دوربین است . کامپیوترهای با قدرت بالا , قابلیت دسترسی به دوربین‌های ویدئویی با کیفیت بالا و دوربین‌های ویدئویی ارزان و نیاز روزافزون به آنالیز خودکار ویدیو , علاقه مندی های زیادی به الگوریتم ردیابی اشیا ایجاد کرده‌است .

سه مرحله کلیدی در آنالیز ویدیویی وجود دارد , تشخیص اشیا در حال حرکت, رهگیری این اشیا در هر فریم از ویدیو و آنالیز مسیرهای حرکتی شی برای تشخیص رفتار آن‌ها. از این رو استفاده از روش های رهگیری شی در زمینه های تحقیقاتی مربوط به اشیا متحرک کاربرد دارد . تشخیص خودکار , ردیابی و شمارش تعداد اشیا هدف برای طیف وسیعی از کاربردهای خانگی , کسب‌وکار و کاربردهای صنعتی مثل امنیت , نظارت , مدیریت نقاط دسترسی , برنامه‌ریزی شهری , کنترل ترافیک و غیره بسیار مهم هستند .

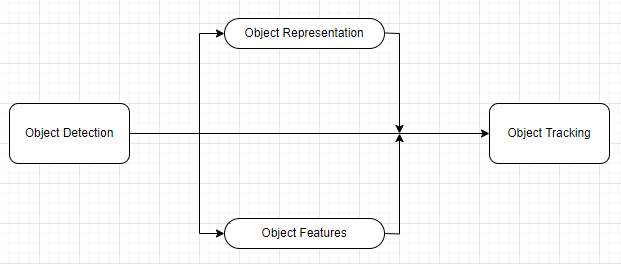
با این حال , این کاربردها هنوز نقش مهمی در سطح عملیاتی وسیعی بر عهده ندارند . دلیل اصلی این است که آن‌ها به الزامات قوی برای دستیابی به شرایط کاری رضایت‌بخش , سخت‌افزار تخصصی و گران‌قیمت , تاسیسات پیچیده و رویه‌های راه‌اندازی سخت نیاز دارند . برخی کارها بر روی توسعه روش‌های ردیابی و ردیابی خودکار متمرکز شده‌اند که ضرورت نظارت انسانی را به حداقل می‌رساند . آن‌ها نوعا از یک تابع هدف متحرک استفاده می‌کنند که هر نوع پیکربندی شی فرضی را با کمک مجموعه ای از تشخیص و رهیابی های موجود و از قبل انجام شده و بدون محاسبه مستقیم ارتباط داده‌های آن‌ها ارزیابی می‌کند . بنابراین , یک صرفه‌جویی قابل‌توجه در هزینه محاسباتی انجام می شود . علاوه بر این , تابع احتمال به گونه‌ای طراحی شده‌است که برای محیط های دارای اغتشاش و یا حتی در مواردی که شی تشخیص داده نمی شود نیز قابل اعمال کردن باشد . حوزه بینایی ماشین ( رایانه ) با مشکلاتی روبه‌رو می باشد که با محیط اطراف رایانه در ارتباط است. به عنوان مثال یکی از این مشکلات بدین گونه است که سیستم نطارتی وظیفه نطارت بر یک محیط خاص و گزارش اطلاعاتی در مورد فعالیت های مشاهده شده را دارد . در این رابطه , نظارت ویدیویی معمولا ً از حسگرهای نوری ( دوربین‌های ویدیویی ) برای جمع‌آوری اطلاعات از محیط استفاده می‌کند . در یک سیستم مراقبت معمول , این دوربین‌ها در موقعیت‌های ثابت یا روی دستگاه‌های کج شده نصب می‌شوند و ویدیو های ضبط شده را به یک مکان خاص که به آن اتاق کنترل می گویند منتقل می‌کنند . سپس ویدیو های ضبط و دریافت‌شده بر روی نمایشگر نشان داده شده و ردیابی توسط اپراتورهای انسانی انجام می‌شوند . با این حال ، اپراتورهای انسانی ممکن است با بسیاری از مشکلات مواجه شوند ، در حالی که آن‌ها این سنسورها را تحت نظر دارند . یک مشکل ناشی از این واقعیت این است که اپراتور باید از طریق دوربین ها مدام اشیا را دنبال کند ، و اگر شی مشخصی بین میدان دید دوربین ها حرکت کند هم زمان با دنبال کردن آن نباید هیچ یک از اشیا دیگر را از دید خود خارج کند. بنابراین ، پایش دوربین ها به چالش بزرگتری تبدیل می‌شود هنگامی که تعداد حسگرهای موجود در چنین شبکه نظارتی افزایش یابد. بنابراین ، سیستم‌های نظارت باید خودکار شوند تا عملکرد را بهبود بخشیده و چنین خطاهایی که ممکن است از اپراتورها یر بزند را حذف کنند .

به طور ایده‌آل ، یک سیستم نظارت خودکار باید تنها برای اهداف یک برنامه مشخص که برای آن تعریف شده است برنامه ریزی شود به گونه ای که که در آن پردازش ها به صورت زمان حقیقی1 انجام شده و پایداری2 سیستم بالا باشد. . بنابراین یکی از مهمترین چالش های موجود، ایجاد سیستم‌های نظارت دقیق و بلادرنگ با قیمت مقرون‌به‌صرفه است . با کاهش هزینه‌های سخت‌افزاری برای سنجش و محاسبه ، و افزایش سرعت پردازنده ، سیستم‌های نظارت به صورت تجاری در دسترس قرار گرفته و در حال حاضر به تعدادی از برنامه‌های کاربردی مختلف مانند نظارت ترافیک ، فرودگاه و امنیت بانک‌ها و غیره اعمال می‌شوند . با این حال , الگوریتم ‌های بینایی ماشین ( به خصوص برای یک دوربین ) هنوز هم تحت‌تاثیر بسیاری از نواقص مانند انسداد , سایه‌ها , شرایط آب و هوایی و غیره قرار دارند . اگرچه استفاده از دوربین‌های چندگانه در مقایسه با یک دوربین منجر به کنترل بهتر این مشکلات می‌شود ،متاسفانه سیستم های چند دوربینی هنوز راه‌حل نهایی نیستند .

علاوه بر مشکلات محیطی موجود برخی مشکلات چالش برانگیز در الگوریتم‌های نظارت وجود دارد , مانند مدل‌سازی زمینه تصویر , استخراج ویژگی , رهگیری , جابجایی انسداد و تشخیص رویداد . علاوه بر این , الگوریتم ‌های بینایی ماشین هنوز به اندازه کافی قوی نیستند که سیستم‌های کاملا ً خودکار را اداره کنند و بسیاری از مطالعات تحقیقاتی در مورد این پیشرفت‌ها همچنان در حال انجام هستند . کاری که در این پروژه صورت گرفته است صرفا جزو مراحل اولیه سیستم ها نظارت هوشمند شامل تشخیص اشیا و دنبال کردن مسیر حرکتی آن ها می باشد. مشکل این است که الگوریتم ‌های موجود بر روی ویدئوی تبدیل شده به کانال رنگی خاکستری کار می‌کنند . اما پس از تبدیل فریم ‌های ویدئویی RGB به خاکستری در زمان تبدیل ، مقداری از اطلاعات تصویر ا بین می روند . مشکل اصلی وقتی رخ می‌دهد که پس‌زمینه و پیش‌زمینه هر دو تقریبا ً مشابه مقادیر خاکستری داشته باشند . بنابراین برای الگوریتم نطارتی دشوار است که تشخیص دهد کدام پیکسل مربوط به پیکسل پیش‌زمینه است و کدام یک مربوط به پیکسل پس‌زمینه است. گاهی دو رنگ متفاوت مثل آبی تیره و بنفش تیره وقتی به مقیاس خاکستری تبدیل می‌شوند ، مقادیر خاکستری آن‌ها خیلی نزدیک به هم می‌شود و الگوریتم نمی‌تواند بین آن ها تمایز ایجاد کند که کدام مقدار از آبی تیره نشئت می‌گیرد و کدام یک از بنفش تیره می‌آید. با این حال ، اگر تصاویر رنگی گرفته شوند ، پس‌زمینه و رنگ پیش‌زمینه را می‌توان به راحتی متمایز کرد . بنابراین بدون از دست دادن اطلاعات رنگ این مدل پس‌زمینه اصلاح‌شده به طور مستقیم بر روی قالب‌های رنگ تصویر کار خواهد کرد .

# **2-2-الگوریتم های رهگیری هدف**

تا کنون روش های مختلف و متنوعی برای رهگیری یک هدف و یا یک شئ معرفی و پیاده سازی شده اند.تفاوت اصلی بین این روش ها در این است که آن ها چگونه به سوال های زیر که پایه و اساس یک سیستم رهگیری را تشکیل می دهند، پاسخ می دهند: نحوه بیان و معرفی یک شئ چگونه باشد؟ کدام ویژگی های تصویر باید استفاده شوند؟ حرکت، ویژگی ها و ابعاد تصویر شئ چگونه باید مدل شوند؟ پاسخ به این سوالات پایه ای، بستگی به محیط پیاده سازی سیستم و همچنین کاربرد نهایی و مورد نظر از اطلاعاتی که سیستم رهگیری به دنبال آن است دارد.با توجه به پاسخ های گوناگونی که می توان برای این سوالات در نظر گرفت، تعداد زیادی از سیستم های نظارتی و رهگیری تا کنون معرفی و پیاده سازی شده اند. بر این اساس می توان چالش های اصلی یک سیستم رهگیری و هم‌چنین مراحل اصلی پیاده سازی یک سیستم رهگیری را می‌توان به ترتیب زیر در نظر گرفت. اولین چالش و مرحله مربوط به نحوه‌ی بیان، معرفی و نشان دادن یک شئ می‌باشد. به عنوان مثال یک شئ را می‌توان به کمک یک نقطه مرکزی و یا به کمک ویژگی های ظاهری آن، بیان کرد و نشان داد. در ادامه به طور کامل درباره این موراد بحث خواهد شد. دومین مرحله و چالشی که با آن رو‌به‌رو هستیم مربوط به ویژگی‌های یک شئ می‌باشد. این که کدام یک از ویژگی های ظاهری شئ مورد نظر باید انتخاب شود تا از آن ها در رهگیری هدف مورد نظر استفاده شود. ویژگی‌هایی نظیر شکل، رنگ و غیره. این مرحله یکی از مهم‌ترین مراحل در پیاده‌سازی سیستم های رهگیری هدف می‌باشد. مرحله بعدی مربوط به تشخیص شئ مورد نظر می باشد. بسیار روشن است که برای رهگیری و ردیابی شئ و یا هدف مورد نظر ابتدا باید بتوانیم هدف مورد نظر خود را در تصویر تشخیص داده و پیدا کنیم. در نهایت و در مرحله آخر باید به کمک تمامی مراحل قبلی و یک الگوریتم مناسب بتوانیم هدف خود را رهگیری کنیم. در حالت کلی نحوه عملکرد در مراحل بیان شده بسیار بستگی به مشخصات ظاهری هدف مورد نظر، تعداد اهداف رهگیری، دوربین های مورد استفاده و شرایط محیطی دارد. در شکل 1000 شماتیک کلی از مراحل اصلی در پیاده سازی یک سیستم رهگیری را مشاهده می کنید.



شکل(1000): شماتیک کلی از مراحل اصلی در یک سیستم رهگیری

همان طور که در شکل 1000 مشاهده می کنید، ابتدا باید هدف و شئ مورد نظر تشخیص داده شود. سپس نحوه بیان و نشان دادن هدف مورد نظر و همچنین ویژگی های هدف مشخص شده، و در نهایت تمامی اطلاعات وارد الگوریتم رهگیری و یا ردیابی هدف شود. در ادامه یک به یک تمامی مراحل را به با جزئیات بیشتر مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهیم.

# **1-2-2- نحوه بیان و نشان دادن یک شئ و یا هدف**

در یک سیستم رهگیری و ردیابی هدف، یک شئ می‌تواند هر چیزی که برای ما اهمیت دارد تعریف شود. به عنوان مثال قایق روی آب، ماشین در جاده و یا آدمی که در حال راه رفتن است می تواند به عنوان یک شئ برای ما تعریف شود. این اهداف و اشیا با توجه به شکل و ظاهری که دارا می‌باشند می‌توانند به روش‌های مختلفی تعریف شده و مدل‌سازی شوند. در ادامه این روش‌ها را بررسی می‌کنیم.

* مدل نقطه‌ای1: در این روش، شئ یا هدف مورد نظر توسط یک نقطه مرکزی همانند شکل 1001-الف و یا توسط تعدادی نقطه پخش شده همانند شکل 1001-ب نشان داده شده و بیان می‌شود. در حالت کلی این نوع از بیان شئ زمانی استفاده می شود که هدف مورد نظر بخش کوچکی از تصویر را اشغال کرده باشد.
* مدل شکل و هندسه اصلی2: در این روش، شئ یا هدف مورد نظر توسط یک مستطیل همانند شکل 1001-پ و یا یک بیضی همانند شکل 1001-ت نشان داده شده و بیان می شود. در این روش هندسه و شکل کلی هدف مورد نظر داخل مستطیل و یا بیضی قرار دارد. اصطلاحا به مستطیل و بیضی در این روش باندینگ‌باکس3 گفته می شود.
* مدل سطح داخلی و خارجی4: در این روش هدف مورد نظر توسط یک منحنی مرزی بیان می‌شود. به این منحنی اصطلاحا کانتور5 گفته می شود که نمونه‌های آن را در شکل های 1001-ث و 1001-ج مشاهده می‌کنیم. همچنین نمونه‌ای از سطح داخلی هدف مورد نظر را که توسط این روش به دست می‌آید را در شکل 1001-چ مشاهده می‌کنید.
* مدل مفصلی6 : در این روش هدف مورد نظر که از قسمت های مختلفی تشکیل شده و توسط مفاصلی به هم مرتبط شده اند توسط تعدادی بیضی و یا دایره برای هر قسمت نشان داده می شوند. این بیضی ها و دایره ها نیز همانند مفاصل به هم متصل بوده و با هم زاویه مشخصی را می‌سازند. نمونه این از این روش را در شکل 1001-ح مشاهده می‌کنید.
* مدل اسکلتی7: در این روش از ساختار اسکلتی هدف مورد نظر برای نشان دادن هدف و بیان آن استفاده می‌شود. برای به دست آوردن ساختار اسکلتی هدف مورد نظر می‌توان از روش های مختلفی مانند تبدیل محور داخلی8 استفاده کرد. نمونه ای از این روش را در شکل 1001-خ مشاهده می‌کنید.

(الف) (ب) (پ) (ت)

(ث) (ج) (چ) (ح) (خ)

شکل(1001): روش های مختلف بیان هدف مورد نظر و مدل سازی آن

تا این مرحله روش‌های مدل سازی هدف بر‌اساس شکل هندسی هدف مورد نظر بیان شد. در برخی موارد می توان ویژگی‌های ظاهری را نیز مدل‌سازی کرده و به همراه مدل‌سازی هندسی برای رهگیری و ردیابی استفاده کرد. در ادامه روش های مختلف برای بیان مشخصات ظاهری و هم‌چنین مدل‌سازی مشخصات ظاهری را بیان می‌کنیم.