بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين
انعمت عليهم غير المغضوب عليهم
ولا الضالين

١١٦٢٢٢

دانشگاه زنجان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه برق و کامپیوتر

## پایان‌نامه کارشناسی ارشد

گرایش : الکترونیک دیجیتال

# ردیابی اهداف متحرک در دنباله ای از تصاویر

نگارش : حامد مرادی پور

استاد راهنما : دکتر سعید فضلی

مرکز اطلاعات مدارک علمی ایران
ثبت و مدارک
۱۳۸۸/۶/۱۱

بهار ۱۳۸۸

۱۱۶۲۶۶

شماره: ت-م-۶۰۰

تاریخ: ۸۸/۳/۱۰

پیوست:

بسمه تعالی

دانشگاه زنجان

## صورتجلسه دفاع پایان‌نامه تحصیلی دوره کارشناسی‌ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای حامد مرادی پور

رشته : مهندسی برق( الکترونیک)

تحت عنوان : رد یابی اهداف متحرک در دنباله ای از تصاویر

که در تاریخ ۸۸/۳/۱۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید به شرح زیر است:

قبول (با درجه: عالی امتیاز: ۲۰ بیست تمام ) دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱. عالی (۲۰-۱۸)

۲. بسیار خوب (۱۷/۹۹-۱۶)

۳. خوب ( ۱۵/۹۹-۱۴)

۴. قابل قبول (۱۳/۹۹-۱۲)

| ردیف | عضو هیأت داوران | نام و نام‌خانوادگی | رتبه علمی | امضاء |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | استاد راهنما | دکتر سعید فضلی | استادیار | |
| ۲ | استاد ممتحن | دکتر شهرام محمدی | استادیار | |
| ۳ | استاد ممتحن | دکتر فرشاد مریخ بیات | استادیار | |
| ۴ | نماینده تحصیلات تکمیلی | دکتر رضا تیموری فعال | استادیار | |

مهندس محمد مصطفوی
معاون آموزشی دانشکده مهندسی

دانشگاه زنجان
دکتر سیدحسین میرموسوی
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه
و
استعدادهای درخشان

تقدیم به پدر و مادرم

# تشکر و قدردانی

این تحقیق حاصل روح چالشی در من بوده که توسط افراد بسیاری حمایت و تشویق گردیده است. تشکرات عمیق قلبی ام را به آنها در اینجا تقدیم می‌کنم.

در ابتدا از استاد راهنمای خود، جناب آقای دکتر سعید فضلی تشکر می‌نمایم. بدون راهنمایی و حمایت‌های به‌جای ایشان این تحقیق هرگز انجام نمی‌گرفت. کلاس درس ایشان (پردازش تصویر) در انجام این تحقیق بسیار موثر بود. اینجانب نه‌تنها از نحوه تدریس ایشان، بلکه از نحوه نگرشی که در من ایجاد نمودند تا چگونه مسائل را تحلیل نموده و همچنین نوشته‌هایم را طبقه‌بندی نمایم، بسیار متشکر و سپاسگزارم.

همچنین از اساتید خود جناب آقای دکتر شاپور علیرضایی، جناب آقای دکتر وحید رشتچی، جناب آقای دکتر شهرام محمدی، جناب آقای دکتر ابوالفضل جلیلوند و جناب آقای دکتر حبیب ا... زلفخانی که افتخار شاگردی کلاس درس آنها نصیب اینجانب گردید، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از تمام دوستانی که در طول این دو سال، افتخار آشنایشان نصیب اینجانب گردید، متشکرم. جا دارد از دوستان هم دوره‌ای خود، دوستان هم اتاقی و همچنین دوستان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، به نحوی ویژه سپاسگزاری نمایم، دوستانی که باعث گردیدند تا خاطرات بسیار خوش و به یادماندنی ای از این دوره در ذهن اینجانب نقش گیرد.

در آخر نیز سپاسگزاری خود را به خانواده‌ام تقدیم می‌نمایم. کلمات دیگری را نمی‌توان یافت که بتوان فداکاری و توجه آنها را توصیف نمود. از خانواده‌ام بسیار متشکرم. این مجموعه را به آنها تقدیم می‌کنم.

اردیبهشت ۱۳۸۸
حامد مرادی پور

# چکیده

امروزه مسأله ردیابی اهداف در دنباله ای از تصاویر از نمونه مسائلی است که با توجه به کاربرد های متنوع آن در حوزه های مختلف در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق ردیابی اهداف متحرک در دنباله ای از تصاویر با استفاده از فیلتر کالمن بسط داده شده است که حاصل آن ابزاری کارآمدتر برای مسائل پردازش تصویر و سیستم های مراقبتی می باشد. این تحقیق از دو بخش اصلی تشکیل شده است. در مرحله اول ابتدا بایستی هدف مورد نظر آشکار سازی شود. در این تحقیق برای آشکارسازی هدف از روش مدل های مخلوط گوسی[۱] (GMM) استفاده شد و برای بهبود کارایی آن از روش های ترکیبی بهره گرفتیم. در مرحله بعد بایستی با استفاده از فیلتر های ردیابی، هدف یا اهداف مورد نظر را فریم به فریم دنبال کرد. فیلتر کالمن یکی از فیلترهایی است که برای ردیابی کاربرد وسیعی دارد. اما مسئله ای که با آن مواجه هستیم، مسئله ردیابی اهداف چند گانه و مسئله ارتباط اطلاعات می باشد. روش ارتباط اطلاعات نزدیکترین همسایه[۲] و نوع پیشرفته تر آن یعنی روش آزمایش فرض های چندگانه[۳]، از ابزارهای آماری جهت انتساب نواحی آشکار شده[۴] و ردگیری های پیش بینی شده[۵]، به یکدیگر بهره می برند. محدودیت روش های فوق این است که هر ناحیه آشکار شده، تنها می تواند به یک هدف ردگیری شده منتسب شده و آن را بروز نماید و نیز هر هدف ردگیری شده تنها می تواند با یک ناحیه آشکار شده به روز گردد. روش های جایگزینی مانند JPDAF [۶] ، وجود دارند. در این پایان نامه هدف، طراحی سیستم ردیابی اهداف چند گانه می باشد. به همین منظور از تکنیک کالمن فیلتر استفاده شده است. در سیستم ردیابی ارائه شده، از پیاده سازی الگوریتمJPDAF برای حل مشکل تخمین حالت و ارتباط اطلاعات استفاده شده است که قادر به ردیابی اهداف چندگانه در محیط های نویز آلود و پارازیتی است.

---

[1] *Gaussian Mixture Model(GMM)*
[2] *Nearest Neighborhood Association*
[3] *Multiple Hypothesis Tracking*
[4] *Detected Blobs*
[5] *Predicted Track*
[6] *Joint Probabilistic Data Association*

در حالت دیگر در بسیاری از کاربردها ی ردیابی هدف ( در محیط های شلوغ مانند فرودگاه ها، موزه ها، بانک ها و غیره) نیاز است شخص خاصی که مورد نظر است ، ردیابی شود. برای این حالت نیز روش های گوناگونی وجود دارد که بیشتر مبتنی بر ردیابی ویژگی هایی است که از هدف استخراج شده است. در این تحقیق از چندین روش استفاده شده است. در یکی از این روش ها که نتایج خوبی حاصل شد، ترکیبی از الگوریتم پارتیکل فیلتر(Particle Filter) و تبدیل موجک(Wavelet Transform) استفاده شده است. در انتها نتایج شبیه سازی الگوریتم های پیاده سازی شده آورده شده است.

# فهرست مطالب


**۱–مقدمه** ..... ۱

۱-۱-مقدمه ..... ۲

۱-۲-کلیات پژوهش ..... ۸

۱-۲-۱-ردیابی اهداف چند گانه ..... ۸

۱-۲-۲-ردیابی تک هدفی ..... ۱۰

۱-۳-چیدمان پایان نامه ..... ۱۲

۱-٤-نتیجه ..... ۱۲

**۲–بررسی منابع و روش های ردیابی اهداف** ..... ۱۴

۲-۱-دورنمایی از ردیابی اهداف متحرک ..... ۱۵

۲-۲-ارائه اشیاء ..... ۱٦

۲-۲-۱-ارائه مبتنی بر شیء ..... ۱٦

۲-۲-۱-۱-ارائه به صورت نقطه ..... ۱۷

۲-۲-۱-۲-ارائه با مستطیل و حباب ..... ۱۷

۲-۲-۱-۳-ارائه با کانتور ..... ۱۸

۲-۲-۱-٤-ارائه با کلیشه ..... ۱۸

۲-۳-ارائه مبتنی بر تصویر ..... ۱۸

۲-۳-۱-انتخاب ویژگی برای ردیابی ..... ۱۹

۲-٤-آشکارسازی شیء ..... ۱۹

۲-۵-ردیابی اهداف ..... ۲۱

۲-۵-۱-روشهای آماری برای مطابقت ..... ۲۲

۲-۵-۲-تخمین حالت یک شیء ..... ۲۵

۲-۵-۲-۱-فیلتر کالمن ..... ۲۵

۲-۵-۲-۲-دلایل استفاده از فیلتر کالمن ..... ۲٦

۲-۵-۲-۳-پارتیکل فیلتریا فیلتر بیزی بازگشتی ..... ۲۷

۲-۵-۲-٤-ردیابی مبتنی بر ناحیه ..... ۲۹

۲-۵-۲-۵-ردیابی مبتنی بر کانتور ..... ۳۰
۲-۵-۲-٦-ردیابی مبتنی بر ویژگی ..... ۳۱
۲-۵-۲-۷-ردیابی مبتنی بر مدل ..... ۳۵
۲-۵-۲-۸-ردیابی مدل مبتنی بربدن انسان (non rigid object tracking) ..... ۳٦
۲-۵-۲-۹-مدل بدن انسان ..... ۳۷
۲-۵-۲-۹-۱-روش های دو بعدی(2-D Contour) ..... ۳۷
۲-۵-۲-۹-۲-مدل حجمی ..... ۳۸
۲-۵-۲-۹-۳-مدل حرکت ..... ۳۸
۲-۵-۲-۹-٤-تکنیک های جستجو ..... ۳۹
۲-۵-۲-۱۰- ردیابی مبتنی بر مدل اهداف صلب ..... ٤۰
۲-۵-۳-ردیابی درحوزه ی فرکانس ..... ٤۱
**۲-٦-کاربرد ردیابی اشیاء متحرک در دنباله ای از تصاویر ..... ٤۳**
۲-٦-۱-کنترل بر روی مکان های حساس ..... ٤۳
۲-٦-۲-شناسایی افراد مجرم در مکان های خاص ..... ٤٤
۲-٦-۳-شمارش افراد و آنالیز تراکم در مکان ها ..... ٤٤
۲-۷-نتیجه ..... ٤۵
**۳-آشکار سازی هدف ..... ۴۶**
۳-۱-مقدمه ..... ٤۷
۳-۲-شارنوری ..... ٤۸
**۳-۳-تخمین دقیق بردارهای حرکتی ..... ٤۹**
۳-۳-۱-معادلات تخمین بردارهای حرکتی بر مبنای شار نوری ..... ٤۹
۳-۳-۲-تخمین بردارهای حرکتی چندسطحی ..... ۵۲
**۳-٤-تفریق دو تصویر ..... ۵۳**
۳-٤-۱-تخمین پس زمینه به کمک مدل مخلوط گاوسی ..... ۵٤
۳-٤-۲-تئوری مدل گاوسی ..... ۵٦
۳-٤-۳-به روزرسانی مدل مخلوط گاوسی ..... ۵۷
۳-٤-٤-آشکار سازی پیش زمینه ..... ۵۸
۳-٤-۵-حذف نویزدر روش GMM ..... ۵۹

۳-٤-٥-۱-تفاضل همسایگی ..... ٦۱
۳-٤-٥-۲-طبقه کننده ی اشتراک ..... ٦۲
۳-٤-٥-۳-معادلات مشتقات جزئی ..... ٦۳
۳-٤-٥-٤-معادلات گرما ..... ٦٥
۳-٤-٥-٥-معادله نفوذ ..... ٦۷
۳-٤-٥-٦-حل معادلات نفوذ ..... ٦۹
۳-٥-نتیجه ..... ۷۱
**۴-مبانی و روش های ردیابی** ..... ۷۲
٤-۱-فیلترینگ تصادفی ..... ۷۳
٤-۱-۱-فیلترینگ بازگشتی بیزین غیر خطی ..... ۷٤
٤-۲-الگوریتم های اپتیمم ..... ۷٦
٤-۲-۱-فیلتر کالمن ..... ۷٦
٤-۲-۱-۱-تخمین حالت بازگشتی ..... ۷۷
٤-۲-۲-الگوریتم های زیر اپتیمم ..... ۸۰
٤-۲-۲-فیلتر کالمن بسط یافته ..... ۸۱
٤-۲-٤-پارتیکل فیلتر ..... ۸۲
٤-۲-٤-۱-الگوریتم SIS ..... ۸۲
٤-۳-ردیابی اهداف چندگانه ..... ۸٥
٤-۳-۱-فرمول بندی بیزین عمومی برای ردیابی اهداف چندگانه ..... ۸٦
٤-۳-۱-۱-روش اول: ردیابی فرضیات چندگانه(MHT) ..... ۸۸
٤-۳-۱-۲-روش دوم: استفاده از الگوریتم *JPDAF* ..... ۸۹
٤-۳-۱-۳-مثال: ارتباط *MHT* و *JPDAF* ..... ۹۰
٤-۳-۲-ردیابی اهداف چندگانه با استفاده از الگوریتم *JPDAF* ..... ۹۱
٤-۳-۲-۱-توصیف مدل های به کاررفته در *JPDAF* ..... ۹۲
٤-۳-۲-۲-چارچوبJPDAF ..... ۹۷
٤-٤-نتیجه ..... ۹۹
**۵-ردیابی تک هدفی** ..... ۱۰۰

۵-۱-ردیابی اهداف تکی ..... ۱۰۱
۵-۲-روش تبدیل ویژگی های مستقل از تغییر مقیاس..... ۱۰۳
۵-۳-تبدیل ویولت..... ۱۰۵
۵-۳-۱-آنالیز ویولت چیست؟..... ۱۰۵
۵-۳-۲-تعداد ابعاد..... ۱۰۶
۵-۳-۳-تبدیل ویولت پیوسته (CWT) ..... ۱۰۶
۵-۳-٤-تبدیل wavelet در تصاویر دو بعدی ..... ۱۰۷
۵-۳-۵-تولید بردار ویژگی..... ۱۰۹
۵-۳-٦-تئوری الگوریتم..... ۱۱۰
۵-۳-۷-ردیابی ویژگی ها..... ۱۱۰
۵-٤-نتیجه..... ۱۱۲
**۶-نتایج، بحث و پیشنهادات**..... ۱۱۳
٦-۱-مقدمه..... ۱۱٤
٦-۲-نتایج ردیابی اهداف چندگانه..... ۱۱۸
٦-۳-نتایج ردیابی تک هدفی..... ۱۲۳
٦-٤-پیشنهادات..... ۱۳۲
٦-۵-خلاصه فصل..... ۱۳٤
**فهرست منابع**..... ۱۳۵

# فهرست اشکال


شکل ۱-۱ ساختار بلوکی سیستم فیلتر ردیاب ..... ۴

شکل ۱-۲ دو حالت مختلف حرکت دو شیء ..... ۴

شکل ۱-۳ مشکل ارتباط اطلاعات ..... ۹

شکل ۲-۱ ارائه شیء ..... ۱۷

شکل ۲-۲ ارائه با مستطیل و حباب ..... ۱۸

شکل ۲-۳ تکنیک تطبیق بلوک a) بلوک جاری برای تطبیق b) محدوده مورد نیاز برای جستجوی بهترین تطبیق ..... ۴۱

شکل ۲-۴ بلوک دیاگرام روش همبستگی فاز ..... ۴۲

شکل ۳-۱ بردار های حرکتی پیشرو و پسرو ..... ۵۰

شکل ۳-۲ تخمین بردار حرکت چندسطحی ..... ۵۲

شکل ۳-۳ تقریب بردارهای حرکتی به کمک روش چندسطحی ..... ۵۳

شکل ۳-۴ چگالی مربوط به یک پیکسل در هزار فریم متوالی ..... ۵۶

شکل ۳-۵ آشکارسازی هدف توسط روش GMM ..... ۵۹

شکل ۳-۶ بلوک دیاگرام روش حذف نویز ..... ۶۰

شکل ۳-۷ حذف نویز از روش GMM ..... ۶۲

شکل ۳-۸ حذف نویز از روش GMM ..... ۷۱

شکل ۴-۱ مراحل پیش بینی و به روزرسانی در تئوری بیزین ..... ۷۶

شکل ۴-۲ مراحل فیلتر کالمن ..... ۸۰

شکل ۴-۳ مثال ارتباط اطلاعات. الف) دو هدف (دایره ها) به همراه دو دیتای مشاهده شده(مثلث ها)، جهت ایجاد ارتباط. ب)حالت اول: مسئله ی ارتباط اطلاعات. ج) حالت دوم برای مسئله ی ارتباط اطلاعات. ..... ۸۵

شکل ۵-۱ هرم تصویر ..... ۱۰۴

شکل ۵-۲ آنالیز ویولت ..... ۱۰۵

شکل ۵-۳ شکل موج ویولت ..... ۱۰۵

شکل ۵-۴ تجزیه ویولت برای تصویر ..... ۱۰۸

شکل ۵-۵ فرآیند تجزیه ویولت ..... ۱۰۹

شکل ۵-۶ دیاگرام بلوکی الگوریتم ..... ۱۱۰

شکل ۶-۱ آشکارسازی هدف توسط روش GMM ..... ۱۱۶
شکل ۶-۲ شکل بلوک دیاگرام روش حذف نویز ..... ۱۱۶
شکل ۶-۳ حذف نویز از روش GMM ..... ۱۱۷
شکل ۶-۴ حذف نویز از روش GMM ..... ۱۱۸
شکل ۶-۵ فریم های مربوط به ردیابی اهداف در دیتابیس گرفته شده از دانشکده فنی دانشگاه زنجان .... ۱۲۱
شکل ۶-۶ ردیابی اشخاص در دیتابیس One Leave Shop Reenter front2 ..... ۱۲۲
شکل ۶-۷ دیاکرام بلوکی الگوریتم ..... ۱۲۴
شکل ۶-۸ فریم های مربوط به ردیابی اهداف در دیتابیس گرفته شده از دانشکده فنی دانشگاه زنجان .... ۱۲۵
شکل ۶-۹ فاصله بین دو ویژگی در فریم های تصویر برای دو ویژگی رنگ و ویولت ..... ۱۲۷
شکل ۶-۱۰ فریم های مربوط به ردیابی اهداف در دیتابیس EnterExitCrossingPaths1cor ..... ۱۲۷
شکل ۶-۱۱ فریم های مربوط به ردیابی شخص در متروی تهران ..... ۱۳۰
شکل ۶-۱۲ فاصله بین دو ویژگی در فریم های تصویر برای دو ویژگی رنگ و ویولت مربوط به ردیابی شخص در متروی تهران ..... ۱۳۱
شکل ۶-۱۳ فریم های مربوط به ردیابی شخص در متروی تهران با وجود نویز گاسین ..... ۱۳۲

# فصل اول

## مقدمه

در این فصل ابتدا به لزوم استفاده از سیستم های مراقبتی و ردیابی پرداخته و سپس مختصری در مورد اجزای تشکیل دهنده یک سیستم ردیابی صحبت خواهیم کرد. توضیحاتی در مورد آشکار سازی هدف در تصاویر خواهیم گفت که از مراحل اصلی و پایه در سیستم های ردیابی می باشد. سپس مسئله ردیابی و ارتباط اطلاعات توضیح داده می شود که در سیستم های ردیابی اهداف چندگانه مطرح می شود.

**۱-۱- مقدمه**

در طول دو دهه اخیر، فناوری اطلاعات به شکل حیرت انگیزی باعث تحول در زندگی انسانی شده است. در این بین افزایش توان پردازشی سخت افزارها باعث مطرح شدن کاربردهای گسترده ای در حوزه چندرسانه ای گردیده است. مسأله ردگیری اهداف در دنباله ای از تصاویر و ویدئو از نمونه مسائلی است که با توجه به کاربردهای متنوع آن در حوزه های مختلف در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. ردگیری اتوماتیک هدف، ناوبری بصری و سیستم های نظارتی و مراقبتی از نمونه کاربرد های مسأله ردگیری اهداف می باشد.

قابلیت تعقیب از ضروریات سیستمهای امنیتی در بسیاری از کاربردها می باشد. بعنوان مثال، در کاربردهای نظامی جهت طراحی سیستم های دفاع موشکی، سیستمهای شناسایی مواضع و تأسیسات در مناطق جنگی و سیستم های ردیابی اهداف در زیر دریا و کاربردهای غیر نظامی روز افزون از کنترل هوایی و بازرسی اموال و تأسیسات در اماکن گرفته تا کنترل و مدیریت حیات وحش می توان نام برد. در حالت کلی راه حل مسأله ردگیری اهداف در دنباله ای از تصاویر و ویدئو عبارت از تولید ویژگی‌های سطح پایین تصویری مانند لبه، رنگ، بافت در یک شکل و به کارگیری این ویژگی‌ها در قاب بعدی برای یافتن محل جدید شکل مورد نظر است. در خصوص نحوه انتخاب، تولید و ترکیب این ویژگی های تصویری و چگونگی ارتباط بین آنها به جهت تولید یک نتیجه مطلوب و نحوه جستجو روش های مختلفی مطرح است. تفاوت روش های ردگیری در فرضیات صحنه، نوع حرکت شیء، مدل حرکت و ... می باشد. بعضی از روش ها نیز به مسائل خاصی مانند حرکت، تغییر و مقیاس پذیری شکل، تغییر در رنگ، حرکت غیر یکنواخت شکل و تغییر در پس زمینه می پردازند. در تمامی

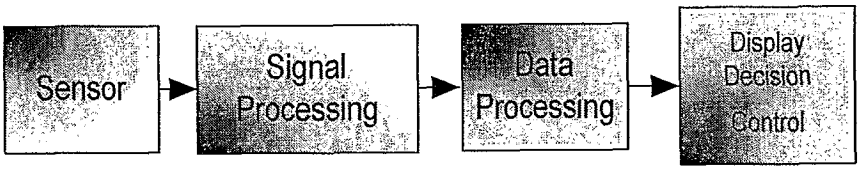
کاربردهای مذکور، هدف از عمل ردیابی ادغام تمامی اطلاعات دریافت شده و مسیر تکامل حالت هدف[1] جهت دستیابی به مکان دقیق و لحظه به لحظه هدف یا اهداف مورد نظر می باشد. عمل ردگیری اهداف متحرک طی سه مرحله انجام می گیرد. در ابتدا باید هدف مورد نظر از تصویر زمینه جدا شود. مثلاً انسان یا اتومبیل موجود در تصویر از زمینه آشکار گردد. سپس این نواحی آشکار شده باید به منظور کاهش حجم اطلاعات یا متناسب کردن اطلاعات با یک الگوریتم خاص به شکل دیگری ارائه شوند. در نهایت اطلاعات ارائه شده باید از یک تصویر به تصویر بعدی تعقیب و دنبال شوند.

آشکار سازی هدف متحرک[2] از مراحل پایه و اساسی در این سیستمها می باشد. در آشکارسازی، هدف از زمینه تصویر قطعه بندی می شود. یک عامل بسیار تأثیر گذار در سیستم های ردگیری شرایط محیطی است که ردگیری در آن انجام می پذیرد. مهمترین خصوصیت این محیط ثابت یا متغیر بودن آن است. در جاییکه زمینه یا محیط ثابت باشد عمل استخراج هدف و ردیابی به مراتب ساده تر خواهد بود. متغیر بودن زمینه باعث مشکل تر شدن آشکار سازی هدف می شود. مثلاً در محیط بیرون شرایط دینامیکی محیط مانند تغییرات روشنایی ، سایه ها و حرکت برگ درختها در اثر وزش باد آشکار سازی هدف را با مشکل روبرو می کند. معمولاً از روش هایی مثل به روز کردن تدریجی زمینه برای حل مشکل استفاده می شود.

مرحله بعدی در این سیستم ها ردیابی می باشد که به دنبال هدف در هر فریم می باشد. ردیابی اهداف مانور دهنده[3] و فیلترهای ردیاب یکی از مسائلی است که در ۳۰ سال گذشته به واسطه حساسیت های نظامی و مراقبتی توجه دانشمندان زیادی را به خود جلب نموده است. فیلتر های ردیاب معمولاً جزئی از یک سیستم بزرگ می باشند که وظیفه نهایی آن سیستم عملیات کنترل، تصمیم گیری یا نمایش است. ساختار بلوکی آن به صورت زیر است:

---

[1] *Target state evolution history*
[2] *Moving object detection*
[3] *Maneuvering Target Tracking*

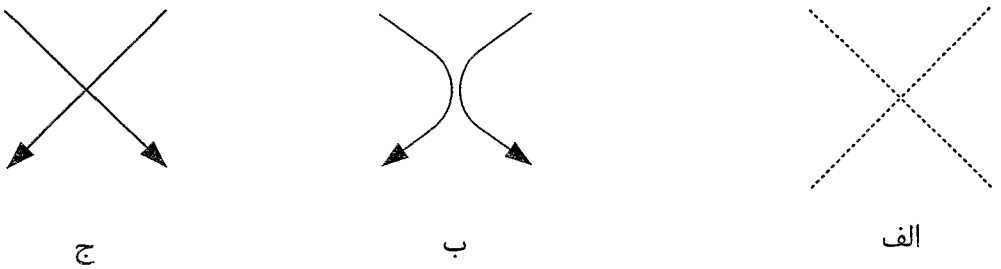



شکل ۱-۱ ساختار بلوکی سیستم فیلتر ردیاب

عملیات ردیابی جزئی از بلوک پردازش سیگنال است که می تواند توسط پردازنده های عمومی تحقق یابد. عملکرد کلی فیلتر ردیاب بدینگونه است:

سنسور، کمیتی نویزی وابسته به موقعیت هدف را اندازه گیری کرده، فیلتر ردیاب سعی دارد که تخمین دقیقی از موقعیت با حداقل نویز به دست آورد. این فیلتر معمولاً براساس مدل حرکت هدف طراحی می گردد. کاربرد اصلی ردیابی در سیستم های مراقبت نظیر کنترل ترافیک هوایی مراقبت دریایی جنگ هوایی و... می باشد. یکی از کاربرد های نظامی ردیابی اهداف در کنترل سیستم آتش سلاح (FCS)[1] است.

فرض کنیم یک رادار فضا را با تناوب ۱۰ sec پوشش می دهد و در نتیجه نقاط منفصل زیر از موقعیت دو هدف به دست می آید: (شکل ۱-۲-الف)




شکل۱-۲ دو حالت مختلف حرکت دو شیء

دو فرض در مورد مسیر حرکت اهداف بالا می توان در نظر گرفت یکی شکل(۱-۲ ب) و دیگری شکل(۱-۲ ج) قطعاً یکی از دو فرض فوق با کاهش نویز اندازه گیری و نیز استفاده از مسیر قبلی حرکت و دینامیک آن به عنوان مسیر واقعی پذیرفته می شود.

همانطور که گفته شد عمل فیلتر کردن بر اساس مدل حرکت انجام می شود. بدین صورت که ابتدا مدلی برای حرکت هدف در نظر می گیرند سپس با استفاده از اطلاعات اندازه گیری شده و بر

[1] *Fire Control System*

پایه مدل حرکت هدف بهترین تخمین از موقعیت هدف را به دست می آورند. به این عمل تخمین بر پایه مدل[1] می گویند. معروف ترین این فیلتر ها فیلتر کالمن[2] می باشد. فیلتر کالمن یک تخمین زن بهینه براساس معیار حداقل میانگین مربعات[3] می باشد. این فیلتر در سال ۱۹۶۰ توسط کالمن به فرم زمان گسسته مطرح شد. فیلتر کالمن زمان پیوسته که به نام فیلتر کالمن-بوسی[4] مطرح می باشد به همان خوبی فیلتر زمان گسسته کار می کند. استفاده از این فیلتر شرایطی را می طلبد. این شرایط عبارتند از این که:

- مدل فضای حالت سیستم در دسترس باشد.
- مدل سیستم مشخص باشد.
- سیستم خطی باشد.
- نویزهای اندازه گیری و حالت، سفید، گوسی، با میانگین صفر و کواریانس مشخص باشند.
- نویزهای اندازه گیری و حالت نا همبسته باشند.

در روش های مرسوم ردیابی متمرکز[5] عمل ردیابی اهداف چند گانه با مشکلاتی مواجه است که از جمله آنها مسئله ارتباط اطلاعات[6] می باشد. مشکل ارتباط اطلاعات به معنی نحوه ارتباط اطلاعات دریافتی از سنسور با اهداف مربوطه است. به همین علت مسئله ارتباط اطلاعات از اولین چالش های موجود در ردیابی اهداف چند گانه محسوب می شود. مشکل دیگر تداخل اطلاعات مربوط به اهداف نزدیک هم است. که پردازش اطلاعات در فضای توأم با ابعاد بالاتر را الزامی می نماید و این امر پیچیدگی سیستم ردیابی را افزایش می دهد. به دلایل فوق مسئله ردیابی اهداف هنوز به عنوان یک مسئله مطرح[7] موضوع تحقیق بسیاری از پایان نامه ها و مقالات اخیر می باشد.

---

[1] *Model Based Estimation*
[2] *Kalman Filter*
[3] *Minimum Mean Square Estimation*
[4] *Kalman-Bucy Filter*
[5] *Centralized Target Tracking*
[6] *Data Association*
[7] *Open Problem*

مسائل مطرح شده در بالا مربوط به سیستم هایی با ردیابی اهداف چندگانه می باشد. اما در بسیاری از مکان ها و کاربرد های مراقبتی قصد بر این است که فقط یک شخص خاصی که از قبل تعیین شده یا توسط کاربر تعیین می شود را در محیط هایی مثل فرودگاهها موزه ها بانک ها و غیره ردیابی کرد. به عنوان یک مثال در یک فرودگاه مجرمی تشخیص داده شده و قصد داریم توسط دوربین های نظارتی شخص را ردیابی کنیم. این سیستم ها نیازی به آشکار سازی هدف ندارند و معمولاً در فریم اول هدف مورد نظر با تعیین ناحیه ای مستطیلی حول هدف مورد نظر توسط کاربر مقدار دهی می شوند. در واقع در این نوع سیستم ها ویژگی هایی از هدف استخراج می شود سپس با استفاده از فیلتر های ردیابی مانند پارتیکل فیلتر[1] ، جابجایی میانگین[2] و روش های جستجوی دیگر هدف ردیابی می شود.

یکی از مسائل مهم در این سیستم ها انتخاب و استخراج ویژگی ها می باشد. در واقع چگونگی نمایش شیء به عملکرد سیستم تشخیص و استخراج ویژگی بستگی دارد. هرچه نمایش شیء در این سیستم ها دقیق تر و براساس اطلاعات و ویژگی های کامل تری باشد آن سیستم قدرت تشخیص بیشتری نیز خواهد داشت. به هر حال استخراج ویژگی مناسب از تصاویر واقعی به خاطر حضور عوامل مخرب از جمله نویز پیچیده می باشد.

سؤالی که در اینجا مطرح می شود این است که ویژگی های مناسب چه می باشند و یا چگونه می توان یک مجموعه مناسب از ویژگی ها را از ویژگی های در دسترس انتخاب نمود. به همین خاطر در زمینه تشخیص اشیاء سه بعدی در سالهای اخیر مقاله های بیشماری ارائه و روش های جدیدی معرفی شده است. بسیار مهم است توجه کنیم که عملکرد سیستم تشخیص و دسته بندی اشیاء به طرز نمایش اشیاء در آن بستگی دارد و هر چه نمایش اشیاء در سیستمی دقیق تر و بر اساس اطلاعات و ویژگی های کامل تری باشد آن سیستم قدرت تشخیص بیشتری نیز خواهد داشت. اگرچه هنوز مدلی برای تشخیص دقیق همانند توانایی های انسان وجود ندارد اما نظریه ها و مدل

---

[1] *Particle Filter*
[2] *Mean Shift*

های قابل قبول بسیاری برای تشخیص شیء پیشنهاد شده است. دو مورد از مهمترین این روش ها عبارت است از:

- روش براساس مدل
- روش براساس ظاهر

یافتن مطابقت بهینه و انتخاب یک حالت از یک شیء سه بعدی، بخش اصلی و مرکزی روش‌های مبتنی بر مدل می باشد. روش‌های مبتنی بر مدل مشکلات بسیاری را دارا می باشند. اول اینکه سیستم های براساس مدل در تشخیص انواع اشیاء محدودیت دارند و دوم آن که به دست آوردن مدل های سه بعدی دقیق از اشیاء کاری بسیار سخت و گاهی غیر ممکن می باشد.

روش های براساس ظاهر در جاهایی که کشف مدل های هندسی اشیاء مشاهده شده پیچیده و دشوار می باشد برای عمل تشخیص مناسب می باشد. روش های مبتنی بر ظاهر، اشیاء سه بعدی را به صورت یک مجموعه از تصاویر دو بعدی مدل می نمایند که هر یک از این تصاویر مربوط به یک نمای خاص از شیء می باشد. بنابراین در این روش ها دیگر نیازی به ذخیره مدل های سه بعدی در مجموعه مورد نظر نمی باشد. از آنجایی که روش های مبتنی بر ظاهر می توانند فرآیند تشخیص را سریعتر، عمومی تر و مقاوم تر سازند و نیز امکان گرفتن اطلاعات آموزشی را آسان تر سازند علاقه به استفاده از این روش ها به سرعت رشد کرده است. در نتیجه نظریه ها و شیوه های بسیاری در این زمینه پیشنهاد شده است که از مهمترین آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- الگوریتم براساس PCA[1] و ICA[2]
- الگوریتم براساس تبدیل موجک[3]
- الگوریتم براساس هیستوگرام رنگ
- الگوریتم براساس روش تبدیل ویژگی های مستقل از تغییر مقیاس[4]

[1] *Principal component analysis (PCA)*
[2] *Independent Component Analysis (ICA)*
[3] *Wavelet Transform*
[4] *Scale-Invariant Feature Transform(sift)*