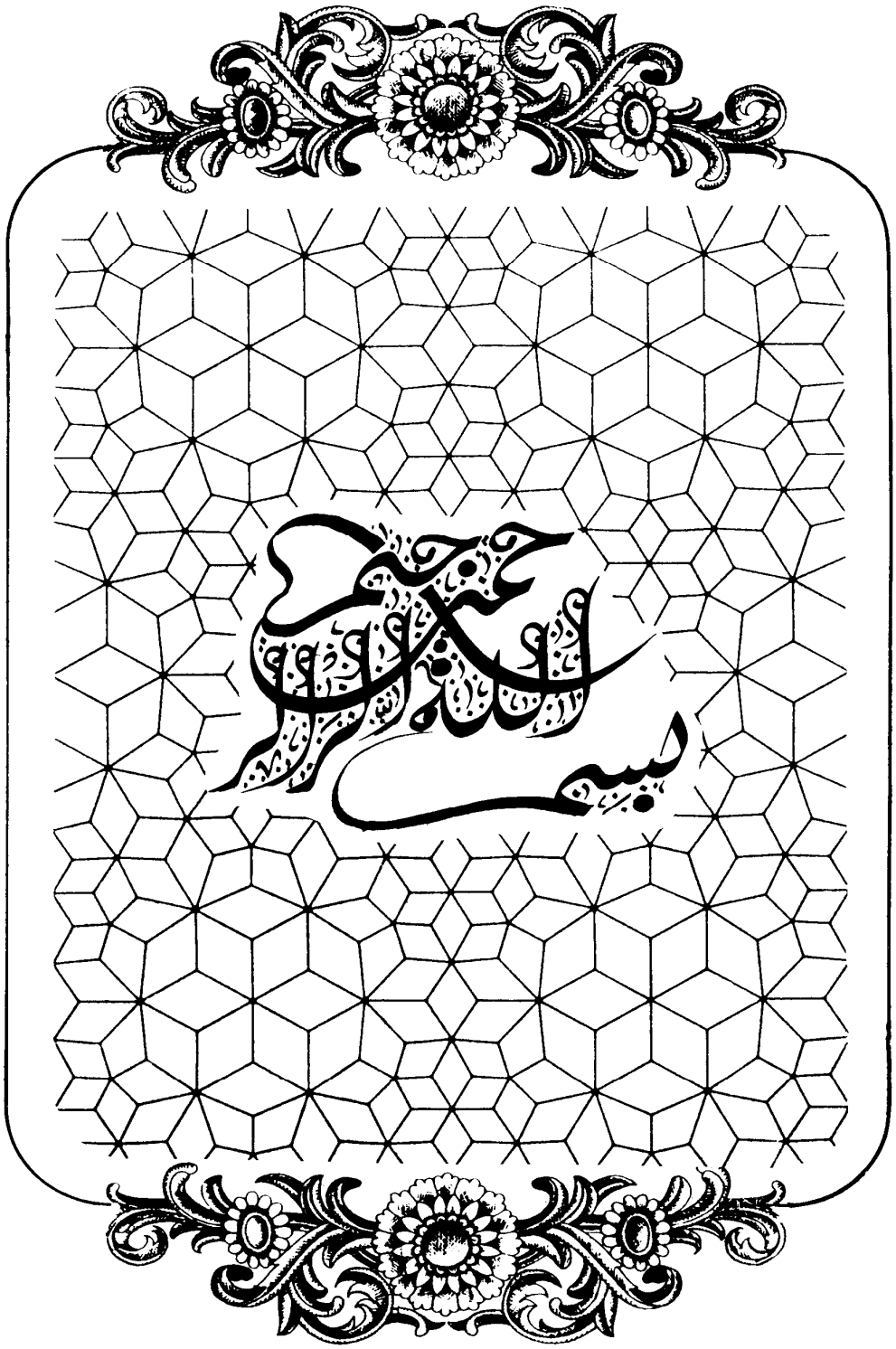

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

تشخیص بلادرنگ اهداف متحرک و جداسازی هدف از پس‌زمینه در سیستم‌های دوربین متحرک

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مخابرات سیستم

امید قهاری

اساتید راهنما

دکتر رسول امیرفتاحی

دکتر بهزاد نظری

1393

تشکر و قدردانی

در اینجا جای دارد تا از همسر گرانقدر خود مراتب قدردانی و تشکر را به جا آورم زیرا وی در راه رسیدن من به این مرحله بسیار صبور بوده و همواره پشتیبان و همیار من بوده است. همچنین لازم میدارم از پدر و مادرم که همواره چراغ هدایت من بوده و هستند کمال تشکر کرده و از ایشان طلب دعا برای موفقیت روزافزون فرزند کوچکشان را دارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم اثر

این پایان نامه را به تمام دانشجویانی که در سر فکر ارتقای سطح علمی این مرز و بوم را می‌پرورانند و برای بی-نیازی از بیگانگان تلاش می‌کنند تقدیم می‌نمایم.

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق – مخابرات

تحت عنـوان

تشخیص بلادرنگ اهداف متحرک و جداسازی هدف از پس‌زمینه در سیستم‌های دوربین متحرک

در تاریخ 1393/6/22 توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

1- استاد راهنمای پایان‌نامه	آقای دکتر رسول امیر فتاحی
2- استاد راهنمای دوم پایان‌نامه	آقای دکتر بهزاد نظری
3- استاد داور	آقای دکتر احمدزاده
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	آقای دکتر خسروی فرد

چکیده

به طور کلی آشکارسازی و ردیابی بلادرنگ اهداف متحرک، ترکیبی از پردازش تصویر، اتوماسیون و علم اطلاعات است که نوعی تکنولوژی جدیدی را شکل می‌دهد، که قادر است به سرعت هدف متحرک را در تصویر شناسایی کند و موقعیت آن را برای مقاصد ثانویه از جمله ردیابی و شناسایی اهداف مشخص کند. جستجوهای مدرن و عملیات نظارتی که توسط هواپیماهای بدون سرنشین انجام می‌شود می‌تواند بسیار پیچیده و پرهزینه باشد. این سیستم‌ها اغلب برای جستجو در سرزمین‌های پهناور از قبیل کوهستان‌ها، دریاها و یا بیابان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پایان‌نامه مسئله آشکارسازی اهداف متحرک در تصاویر هوایی مورد بررسی قرار گرفته است. از آنجایی که یافتن نواحی متحرک کاربردهای زیادی داشته و همچنان راهکارهای ارائه شده دارای دقت مناسب نیستند، این مسئله باز بوده و نیاز به تحقیق و بررسی دارد. لذا این پایان‌نامه یک روش ترکیبی شامل اطلاعات زمانی و مکانی را پیشنهاد نموده تا با این مشکل برخورد نماید. در این پایان‌نامه از اطلاعات تفاضل زمانی استفاده شده تا موقعیت تقریبی اهداف مشخص گردد و نواحی‌ای که ممکن است جسم متحرک در آن مکان‌ها وجود داشته باشد کاندید می‌نماید. سپس از اطلاعات برجستگی مکانی بر روی مکان‌های کاندید شده استفاده شده تا اطلاعات دقیق‌تری از اهداف متحرک بدست آید. اطلاعات بدست آمده از دو حالت با یکدیگر ترکیب شده تا موقعیت و مشخصات دقیق اهداف متحرک بدست آید. در بخش برجستگی زمانی تصاویر به ابعاد استاندارد 320*240 تبدیل شده تا از محاسبات اضافی این بخش کم شود. زیرا در این بخش تنها نیاز است یک آشکارسازی تقریبی از اهداف متحرک صورت گیرد. در ضمن در بخش آشکارسازی نقاط دو قید تعداد و فاصله نقاط آشکار شده اعمال شده تا علاوه بر حفظ دقت آشکارسازی سرعت آن نیز افزایش یابد و باعث افزایش سرعت بخش‌های بعدی یعنی توصیف نقاط و مقایسه و انطباق آنها گردد. در این پایان‌نامه به منظور داشتن اطلاعات بهتر در بخش برجستگی مکانی از سه برجستگی پیکسل، ناحیه‌ای و علامت استفاده شده تا علاوه بر تکراری نبودن اطلاعات باعث افزایش حجم اطلاعات و دریافت مختصات و ابعاد دقیق اهداف گردد. در نهایت این الگوریتم به زبان برنامه‌نویسی C++ کدنویسی شده و از تصاویر پایگاه داده VIVID استفاده شده تا این روش با دیگر روش‌های موجود مقایسه گردد و کارایی آن به بهترین نحو نمایش داده شود. نتایج این پایان‌نامه نشان داده است که روش پیشنهادی قادر است اهداف متحرک از تصاویر هوایی را در حدود 22 میلی ثانیه آشکار کند، به گونه‌ای که هیچ گونه گسستگی بین ناحیه مشخص شده برای هدف ایجاد نشده و دقت مناسبی نسبت به روش‌های مشابه در تعیین مختصات و ابعاد هدف‌های مختلف دارد.

کلمات کلیدی

1. تشخیص اهداف، 2. تصاویر هوایی، 3. برجستگی زمانی-مکانی 4.دوربین متحرک

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت

فهرست تصاویر ..... یازده

چکیده 1

فصل اول: **مقدمه**

1-1 مقدمه 2

2-1 مطالعات اخیر 3

3-1 روش پیشنهادی 7

فصل دوم: **تعیین برجستگی زمانی در تصاویر ویدئویی**

1-2 مقدمه 11

2-2 انطباق تصاویر 11

3-2 مراحل انطباق تصاویر با استفاده از نقاط ویژگی 12

4-2 نقاط دارای ویژگی‌های محلی 13

1-4-2 ویژگی‌های محلی چیست؟ 13

2-4-2 خواص یک ویژگی محلی ایده‌آل 14

3-4-2 دسته بندی آشکارسازهای نقاط دارای ویژگی 16

4-4-2 پیاده‌سازی و ارزیابی آشکارسازها و نکات پیشنهادی 28

5-2 توصیفگر نقاط ویژگی 32

1-5-2 توصیفگرهای تغییرناپذیر نسبت به چرخش و تغییر مقیاس 32

2-5-2 توصیف‌گرهای مبتنی بر تخمین جهت 34

3-5-2 توصیف‌گرهای تفاضلی تغییرناپذیر دودویی 35

4-5-2 آنتروپی و اطلاعات قابل حمل یک توصیف‌گر 39

2-5-5 پیاده‌سازی و مقایسه توصیف‌گرهای ویژگی 39
2-6 تطبیق نقاط مورد علاقه 41
2-6-1 الگوریتم‌های تطبیق نقاط مورد علاقه 41
2-7 محاسبه ماتریس تبدیل 43
2-8 انطباق تصویر و درون‌یابی 46
2-9 محاسبه تصویر تفاضلی 47
2-10 زمان محاسبات برجستگی زمانی 49
فصل سوم: تعیین برجستگی مکانی در نواحی کاندید شده
3-1 مقدمه 51
3-2 تکنیک‌های آشکارسازی نواحی برجسته 52
3-3 روش‌های انتخابی برای برجستگی مکانی 54
3-3-1 برجستگی پیکسل 55
3-3-2 برجستگی ناحیه‌ای 57
3-3-3 برجستگی علامت 59
3-3-4 زمان محاسبات برجستگی مکانی 61
3-4 ترکیب برجستگی‌ها 61
3-5 زمان کلی محاسبات 63
3-6 ارزیابی کمی 63
3-6-1 معیار دقت 64
3-6-2 معیار فراخوانی 64
3-6-3 نتایج ارزیابی کمی 65
فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
4-1 نتیجه‌گیری 67

2-4 پیشنهادات 69
مراجع 70
Abstract 73

فهرست تصاویر

عنوان **صفحه**

شکل 1-1 نمونه‌ای از تصاویر هوایی پایگاه داده VIVID 8

شکل 1-2 بلوک دیاگرام روش ارائه شده برای تشخیص اهداف متحرک از تصاویر هوایی..... 9

شکل2-1 اهمیت گوشه‌ها و اتصالات در شناسایی..... 14

شکل 2-2 نمایش مراحل پیاده‌سازی آشکارساز گوشه هریس..... 18

شکل 2-3 آشکارساز سوسان..... 20

شکل 2-4 دایره شامل پیکسل‌های مورد بررسی در الگوریتم فست..... 21

شکل 2-5 لاپلاسین به وسیله تفاضل دو تصویر که از دو فیلتر گوسی با سیگمای متفاوت عبور کرده..... 23

شکل 2-6 نمای کلی از الگوریتم سیفت..... 24

شکل 2-7 آشکارسازی مقاوم نسبت به تغییر مقیاس..... 26

شکل2-8 ساختار نواحی وابسته به روشنایی..... 27

شکل2-9 روش‌های متفاوت برای انتخاب نقاط تست در الگوریتم BRIEF..... 36

شکل2-10 الگوی استفاده شده توسط الگوریتم BRISK..... 37

شکل2-11 الگوی استفاده شده توسط الگوریتم FREAK..... 38

شکل2-12 جفت نواحی انتخاب شده توسط الگوریتم FREAK..... 38

شکل 2-13 ممکن است مقادیر پیکسل‌ها پس از انتقال در مختصات صحیح قرار نگیرد..... 46

شکل 2-14 نمایش روش نزدیک‌ترین همسایه..... 46

شکل2-15 یک نمونه از تصاویر هوایی و تصویر تفاضل انباشته متناسب با آن..... 48

شکل 3-1 تعیین ابعاد نواحی مرکزی CR و گسترده ER متناسب با ناحیه متحرک MR..... 56

شکل3-2 تصویر حاصل از روش برجستگی پیکسل بر روی نواحی مرکزی CR..... 57

شکل 3-3 نمونه‌ای از نتایج حاصل از روش برجستگی ناحیه‌ای..... 59

شکل 3-4 نمونه‌ای از نتایج حاصل از روش برجستگی علامت..... 61
شکل 3-5 نمایش حاصل ترکیب روش‌های زمانی و مکانی..... 62
شکل 3-6 ارزیابی کمی سه نمونه از تصاویر هوایی دیتاست VIVID..... 65

فصل اول

مقدمه

1-1 مقدمه

تصاویر شامل اهداف متحرک را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: یکی با پس‌زمینه ثابت و دیگری با پس‌زمینه متحرک. نوع اول معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که دوربین ثابت است و از یک محیط با زمینه نسبتاً ثابت تصویر می-گیرد. در این‌گونه موارد می‌توان از الگوریتم‌های مدل کردن گوسی[1] پس‌زمینه، تفاضل زمانی[2] یا روش‌های حذف وفقی[3] پس‌زمینه استفاده کرد تا تداخل پس‌زمینه را حذف کرد. در این حالت محاسبات نیز ساده‌تر است. نوع دوم معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که دوربین نیز حرکت نسبی کمی دارد بنابراین تصاویر تولید شده دارای پس‌زمینه متغیر است و لذا تغییرات حرکتی هدف با حرکت پس‌زمینه مخلوط می‌شود در این موارد پیچیده، اگر از روش‌های حذف پس‌زمینه استفاده شود نیاز است بین فریم‌های ویدئو ثبت تصاویر[4] را به کار بریم.

به طور کلی در پروژه‌های شناسایی و ردیابی اهداف متحرک 8 نکته زیر را مد نظر قرار می‌دهند[1]:

1) پس زمینه *آماری*: زمانی که فریم تصویر شامل پس‌زمینه متحرک و چندین شیئ متحرک است و هدف یکی از آنها می‌باشد و در ضمن دوربین ثابت ولی دچار لرزش‌های جزئی یا نویز است از پس زمینه آماری استفاده می‌شود.
2) *تغییرات اندازه هدف*: زمانی که هدف از دوربین دور می‌شود اندازه آن کوچک می‌شود و بالعکس زمانی که هدف به دوربین نزدیک می‌شود اندازه آن بزرگ می‌شود. بنابراین مکانیسمی برای تغییر اندازه متناسب با پنجره ردیابی مورد نیاز است.
3) *انسداد یا گم شدن موقتی هدف*: در مرحله ردیابی ممکن است هدف گم شود یا بطور موقتی پشت اهداف دیگر پنهان شود. در این موارد سیستم باید توانایی بازیابی حرکت هدف را در چند فریم بعدی داشته باشد.

---

[1] Gaussian Mixture Models
[2] temporal difference
[3] adaptive cancellation
[4] Image Registration

4) *مدل هدف:* در بعضی موارد مدل هدف برای شناسایی بهتر هدف بسیار کارآمد است. برای مثال اگر مسئله شناسایی انسان باشد می‌توان مدل هدف را با چند بیضی مدل‌سازی کرد.
5) *شناسایی هدف بطور اتوماتیک:* سیستم ردیابی باید قابلیت این را داشته باشد که تمام اهداف جدید را شناسایی کرده و ردیابی را از آن‌ها شروع کند.
6) *ردیابی بلادرنگ:* الگوریتم ردیابی باید از لحاظ محاسباتی ساده و بهینه باشد تا بتواند بصورت بلادرنگ بر روی سخت افزار مربوطه پیاده سازی شود.
7) مسیر حرکت *هدف:* حرکت هدف ممکن است از یک مسیر خاص به صورت خطی یا غیرخطی پیروی کند یا اینکه حرکت تصادفی داشته باشد. برای مثال حرکت ماشین‌ها تقریباً خطی بوده در حالی که حرکت اسپرم کاملاً تصادفی است.
8) سرعت *هدف:* سرعت حرکت هدف می‌تواند بطور ناگهانی تغییر کند. این سرعت می‌تواند کاهنده، ثابت یا افزاینده باشد.

با توجه به این نکته که این پایان نامه تنها بر روی مسئله آشکارسازی اهداف متحرک ازتصاویر دوربین هوایی کار می‌کند و در مورد ردیابی اهداف متحرک نگرانی‌ای ندارد تنها موارد 1، 4، 5 و 6 را مد نظر قرار داده است.

2-1 **مطالعات اخیر**

با توسعه تکنولوژی، نقش هواپیماهای بدون سرنشین[1] در جنگ‌های مدرن و صنعت بسیار بیشتر شده است. از طرفی یافتن اجسام متحرک در تصاویر هوایی که خود مقدمه‌ای بر اهداف بزرگتر از قبیل ردیابی و شناسایی اجسام متحرک می‌باشد برای یک هواپیمای بدون سرنشین ضروری است. در تقابل با کاربردهایی که در آنها دوربین ثابت است، مانند کنترل ترافیک، کاوش‌های هوایی فواید بیشتری دارد. زیرا محدوده بزرگتری را پوشش داده و قابلیت جابجایی بیشتری دارد. درضمن در تصاویر هوایی مسائل پیچیده‌تری وجود دارد که از جمله می‌توان ثابت نبودن پس‌زمینه و کیفیت پایین تصاویر را ذکر کرد. بنابراین توجهات بیشتری برای تشخیص اهداف متحرک در تصاویر هوایی مد نظر است.

[1] unmanned aerial vehicles (UAVs)

به طور کلی روش‌های شناسایی اهداف متحرک از دوربین متحرک در سه دسته قرار می‌گیرند[2]:

1- روش‌های مبتنی بر تفاضل‌گیری زمانی[1]
2- روش‌های مبتنی بر برجستگی اشیاء[2]
3- روش‌های مبتنی بر ترکیبی از دو روش فوق[3]

در تشخیص اهداف متحرک از تصاویر هوایی به خوبی می‌توان از اطلاعات زمانی که در طول زمان در تصاویر رخ می‌دهد استفاده نمود. این اطلاعات همان ویژگی‌های محیطی موجود در تصاویر هستند که در طول زمان ثابت هستند و می‌توان از آنها به عنوان نشانه‌هایی برای تعیین جابجایی فریم‌های تصویر استفاده نمود. لذا الگوریتم ارائه شده در این پایان‌نامه بر اساس اطلاعات زمانی پایه‌ریزی شده است. برای بدست آوردن این اطلاعات زمانی روش‌های متفاوتی تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است. از این قبیل تکنیک‌ها می‌توان به روش تفاضل پس‌زمینه اشاره نمود[3]. در این‌گونه روش‌ها معمولاً مدلی از پس‌زمینه به صورت پویا ارائه می‌گردد. در هر فریم این مدل نیز به روزرسانی می‌شود و برای تعیین اهداف متحرک هر فریم از تصویر را از این تصویر پس‌زمینه کم می‌کنند تا نواحی متحرک مشخص شود. مشکل اصلی این‌گونه روش‌ها این است که نمی‌توانند اهداف متحرکی که دارای سرعت نسبتاً پایینی هستند یا این که شدت روشنایی آنها نسبت به پس زمینه تفاوت چندانی ندارد را مشخص نمایند. دسته دیگری از روش ها که می‌توان آن را در مجموعه روش‌های تفاضل‌گیری زمانی قرار داد روش تفاضل فریم به فریم است [4]. در این‌گونه روش‌ها معمولاً بین تصاویر دو فریم متوالی از ویدئو، ثبت[4] انجام می‌گیرد تا هر دو تصویر بر یکدیگر منطبق شده و پس از تفاضل این دو تصویر از یکدیگر نواحی متحرک مشخص گردند. مشکل اصلی این گونه روش‌ها این است که نمی‌توانند ابعاد و موقعیت اهداف متحرک را به درستی تعیین نمایند به گونه‌ای که در بعضی اهداف تنها ابتدا و انتهای هدف مشخص می‌شود یا اینکه ابعاد هدف مشخص شده بزرگتر از ابعاد واقعی آن نشان داده می‌شود. در بعضی موارد نیز اهداف نزدیک به هم را یک هدف در نظر گرفته و نمی‌تواند آنها را از یکدیگر تفکیک نماید. دیگر تکنیکی که می‌توان آن را در این مجموعه قرار داد و روش خوبی بوده ولی امکان کاربرد آن به دلیل پیاده‌سازی‌های سخت افزاری کم است روش شار نوری[5] می باشد[5]. در این روش دو فریم متوالی از ویدئو انتخاب شده و هر یک از آنها به بلوک‌هایی تقسیم می‌گردند سپس با استفاده از تکنیک‌های متفاوتی جابجایی هر بلوک بین دو فریم تخمین زده می‌شود تا نقشه جابجایی کلی تعیین گردد. سپس آن دسته از

[1] Temporal differencing based methods
[2] Spatial saliency based methods
[3] Spatiotemporal saliency based methods
[4] Registration
[5] Optical Flow

بلوک‌هایی که جابجایی آن‌ها نسبت به جابجایی کلی متفاوت است به عنوان نواحی متحرک تعیین می‌گردد. مشکل اصلی این گونه روش‌ها، همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد پیاده‌سازی سخت‌افزاری آنها می‌باشد. اما این روش‌ها از لحاظ تئوری نیز یک مشکل عمده دارند که در تعیین نواحی متحرک در تصاویری که بین فریم‌های آن از لحاظ تعداد پیکسل جابجایی زیادی وجود دارد با شکست مواجه شده و اصلاً نمی‌توانند اهداف متحرک را تعیین نمایند. همانگونه که در سه دسته روش اخیر مشاهده می‌شود این سه دسته برای تعیین موقعیت اهداف خود تنها از روش‌های زمانی استفاده نموده‌اند و به دلیل عدم استفاده از اطلاعات برجستگی مکانی[1] نتایج مطلوبی بدست نیامده است. از طرف دیگر روش‌هایی که تنها برپایه اطلاعات برجستگی بنانهاده شده است اغلب برای تصاویری است که ایستا بوده و دارای اشیاء برجسته بزرگ است[2]. در علم بینایی ماشین نواحی‌ای از تصویر دارای برجستگی مکانی هستند که نسبت به اطراف خود تفاوت محسوسی داشته باشند. معیارهای متفاوت برای تعیین این تفاوت باعث شده است تا روش‌های متعددی برای روش‌های آشکارسازی نواحی برجسته ابداع گردد. در ابتدا بر اساس ویژگی‌های سطح پایین از قبیل لبه، رنگ و بافت شکل گرفت، اما روش‌های کنونی از تکنیک‌های متفاوتی استفاده می نمایند. یکی از این روش‌ها به استفاده از ویژگی‌ای همچون کانتراست کلی[2] نموده است[6]. در این روش تفاوت در کنتراست کلی در تصویر را با تجانس مکانی به صورت همزمان مورد استفاده قرار داده تا یک تکنیک آشکارسازی نواحی برجسته را پایه‌ریزی نماید. روش دیگری که تکنیکی نوین در آشکارسازی نواحی برجسته ایجاد نموده با نام تلفیق ویژگی-های نادرمحلی و کلی[3] معروف است[7]. در این روش به جز استفاده از فضای رنگ RGB از فضای رنگ Lab نیز استفاده نموده تا ویژگی‌های محلی را با ویژگی‌های کلی در این دو فضا ترکیب نماید و در نهایت نتایج هر دو فضا را نیز ترکیب نموده تا نقشه برجستگی نهایی تولید گردد. روش فوق نیز مانند روش قبل کارایی بالایی دارد اما هر دو روش فوق از اطلاعات رنگ تصاویر استفاده می‌کنند. به دلیل اینکه معمولاً لینک ارتباطی بین هواپیمای بدون سرنشین و ایستگاه زمینی دارای پهنای باند کمی می‌باشد تصاویر ارسالی از این وسایل، خاکستری می‌باشد تا بجای ارسال اطلاعات رنگ، تصویر با رزولوشن بالاتری را ارسال نمایند و لذا این دو روش کارایی‌ای در این گونه تصاویر که خاکستری می‌باشند ندارند. مشکل اصلی دیگر این روش‌ها و دیگر روش‌های آشکارسازی برجستگی این است که این‌گونه روش‌ها اصلاً به متحرک بودن یا ثابت بودن اهداف توجهی ندارند و تمامی اهداف از جمله ثابت یا متحرک را تنها به خاطر برجسته بودنشان مشخص می نمایند. روش دیگری که اخیراً برای آشکارسازی نواحی برجسته معرفی شده و با روش‌های قبلی متفاوت است روشی است که از اختلافات موجود در فضای فرکانسی بهره

[1] Spatial saliency
[2] Global Contrast
[3] Exploiting Local and Global Patch Rarities

می‌گیرد[8] . در این روش ابتدا با استفاده از تبدیل فوریه تصویر را به فضای فرکانسی برده سپس با استفاده از یک فیلتر پایین‌گذر DoG[1] نواحی برجسته را تعیین می‌نماید که با عکس تبدیل فوریه این نواحی به وضوح مشخص می‌شوند. این‌گونه روش‌ها نیز همچنان مشکلات برجسته نمودن نواحی ثابت را دارا می‌باشند. علاوه بر این، این‌گونه روش‌ها قادر هستند اهدافی را که ابعاد آنها نسبت به کل تصویر بزرگ است و نسبت به دیگر اهداف غالب است، برجسته نمایند درحالی که در بسیاری از موارد نیاز است تا اهداف کوچک نیز مشخص گردند.

در کنار این موارد به منظور توصیف بیشتر اجسام متحرک بعضی از محققین تلاش کرده‌اند تا اطلاعات زمانی را با اطلاعات برجستگی ترکیب نمایند [2] [9] [10] [11]. در [2] شن‌هاو[2] و همکارانش از روشی ترکیبی استفاده نموده است که این پایان‌نامه نیز اساس کار خود را از این روش الهام گرفته است. در این روش در ابتدا با استفاده از تطابق تصاویر و تفاضل آن‌ها اطلاعات زمانی تصاویر استخراج می‌گردد و به صورت اولیه مختصات اهداف متحرک تعیین می‌شود. سپس با استفاده از این اطلاعات نواحی‌ای که امکان وجود اهداف محرک را دارد مشخص شده و الگوریتم‌های یافتن برجستگی مکانی بر روی این نواحی کاندید شده پیاده می‌گردد تا مشخصات دقیق‌تری از اهداف بدست آید. مشکل اصلی این روش پیچیدگی محاسباتی این روش و زمان‌بر بودن آن می‌باشد. برای تشخیص اهداف متحرک به صورت بلادرنگ نیاز است تا پردازش‌ها چند فریم در میان انجام گردد. این عمل خود باعث از بین رفتن اطلاعات و بالا رفتن درصد خطا می‌گردد. در [9] این[3] و کلینز[4] از یک میدان تصادفی مارکوف(MRF)[5] سه بعدی استفاده کرده است تا درستنمایی[6] حرکت پیکسل‌ها را پیش بینی نموده و اطلاعات هر پیکسل را با 6 پیکسل اطراف خود در فضای سه بعدی(4 پیکسل در فریم جاری در 4 همسایگی پیکسل مورد نظر و 2 پیکسل در فریم‌های قبل و بعد در مکان همان پیکسل) به مدل MRF انتقال می‌دهد. از آنجایی که هر پیکسل نیاز دارد تا توسط MRF مدل شود بار محاسباتی این روش خیلی زیاد است و در کاربردهای بلادرنگ جایی ندارد. در [10] لیو[7] و همکارانش برجستگی را در آشکارسازی اجسام متحرک نشان داده‌اند. در این روش یک فرآیند مبتنی بر تئوری اطلاعات برای تولید نقشه‌های برجستگی اطلاعات[8] به کار برده شده است.

برای این‌گونه روش‌های ترکیبی نیز جنبه‌هایی وجود دارد که برای آشکارسازی اجسام متحرک در ویدئوهای هوایی نیاز به اصلاح دارد. اول اینکه اغلب روش‌های ترکیبی موجود[9] [10] [11] برای کاربردهایی مورد استفاده قرار

---

[1] Deference of Gaussian
[2] Shen Hao
[3] Yin
[4] Collins
[5] Markov random field (MRF)
[6] Likelihood
[7] Liu
[8] information saliency map (ISM)

گرفته است که دوربین ثابت است لذا این روش‌ها را به راحتی نمی‌توان به ویدئوهای هوایی منطبق کرد. دوم اینکه محاسبات مربوط به برجستگی نواحی برای تمام تصویر زمان‌بر است و نهایتاً اینکه اطلاعات جمع‌آوری شده در سطح پیکسل بوده و توصیفات سطح بالاتر از قبیل نواحی را شامل نمی‌شود[2].

با توجه به توضیحات قبلی می‌توان به اختصار سه مشکل اساسی برای روش‌های تشخیص اهداف متحرک از تصاویر هوایی به صورت زیر در نظر گرفت:

1- ثابت نبودن پس‌زمینه یا متحرک بودن دوربین
2- کوچک بودن اهداف متحرک
3- نیاز به پردازش بلادرنگ

در این پایان نامه روشی الهام گرفته از سیستم بینایی انسان ارائه گردیده تا از عهده این سه مشکل اساسی برآید. این روش از لحاظ کلی مشابه روش بیان شده در [2] می‌باشد که اطلاعات زمانی با برجستگی‌های مکانی تلفیق شده تا بتواند اجسام متحرک را شناسایی کند. به هر حال به جای استفاده از اطلاعات زمانی و برجستگی مکانی به صورت جداگانه در این پایان‌نامه یک روش ترکیبی مورد استفاده قرار داده شده است. اطلاعات زمانی به کار گرفته شده تا یک آشکارسازی اولیه و مبهم از اجسام متحرک ایجاد گردد. سپس با استفاده از برجستگی‌های مکانی جزئیات اجسام آشکار شده بدست می‌آید. پس از آن می‌توان با تلفیق اطلاعات زمانی و اطلاعات برجستگی به آشکارسازی قوی و اصلاح شده از اجسام متحرک دست یافت.

3-1 روش پیشنهادی

در این پایان‌نامه مسئله تشخیص اهداف متحرک در تصاویر متحرک هوایی مورد بررسی قرار گرفته است. در تشخیص این موضوع که کدام ناحیه از این تصاویر، متحرک است یا اینکه در کدام قسمت از تصاویر متحرک یک جسم متحرک موجود است، روش‌های بسیاری ارائه شده که در بخش قبل به تشریح بیان شد. اما این مسئله همچنان یک مسئله باز بوده و هر ساله روش‌های تکمیلی یا جدیدی ارائه می‌گردد. در این پایان‌نامه نیز روشی نوین ارائه گردیده که این مسئله را با راهکارهای بهتری حل کرده است. در این پایان‌نامه یک روش مکانی- زمانی ابداع شده که در فصل‌های بعد به تشریح آن، پرداخته می‌شود.

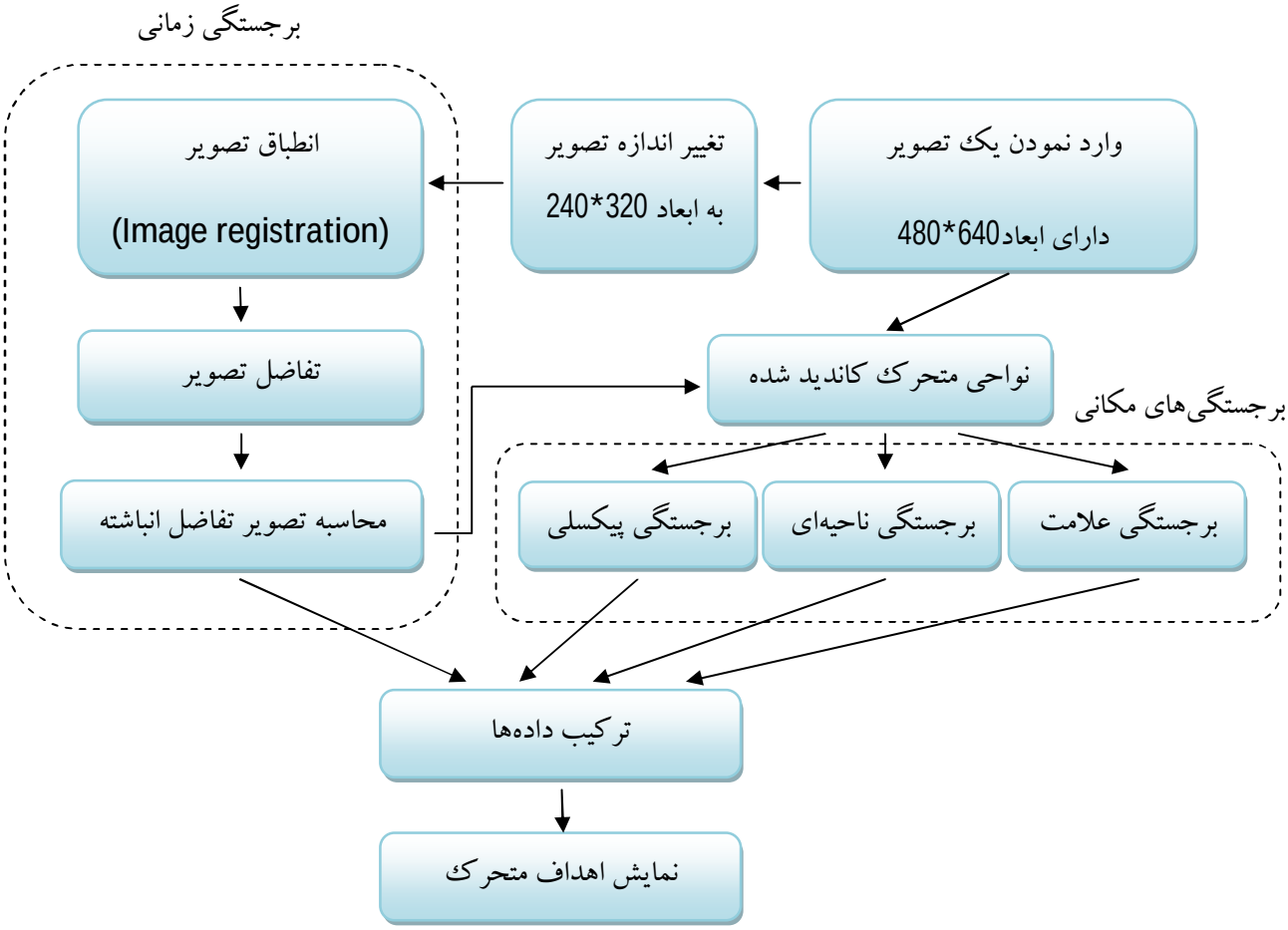
در این روش ابتدا باید با روش‌های برجستگی زمانی نواحی مستعدی را که احتمال وجود جسم متحرک در آنها زیاد است را یافت، در روش‌های پیشین[2] این بخش بیشترین مقدار محاسبات را به خود اختصاص داده است زیرا بحث

انطباق تصاویر در ابعاد واقعی انجام می‌پذیرد ولی در این پایان‌نامه ابتدا تصاویر به ابعاد کوچکتری تبدیل شده و سپس انطباق روی آن‌ها صورت می‌پذیرد تا نواحی مستعد اهداف متحرک مشخص گردند. سپس با استفاده از روش‌های مکانی در هر یک از نواحی کاندید شده به دنبال موقعیت دقیق و جزئیات این اهداف می‌گردد. در نهایت با ترکیب داده‌های مربوط به روش زمانی و داده‌های مربوط به روش مکانی می‌توان به یک نتیجه آشکارسازی بهبود یافته دست یافت.

در تصاویر هوایی مانند آنچه درشکل 1-1 مشاهده می‌شود اهداف مورد نظر بسیار کوچک هستند. این اهداف در اطراف خود دارای برجستگی بیشتری نسبت به کل تصویر می‌باشند. لذا برای بررسی برجستگی اهداف در روش مکانی نیاز است تا برجستگی این اهداف را در حوالی آن‌ها بررسی نمود. این عمل علاوه بر بالا بردن دقت نتایج، بار محاسباتی را نیز کم می‌کند. پس کافی است با استفاده از روش‌های زمانی نواحی مستعد را یافته و با استفاده از روش‌های مکانی ویژگی‌های این اهداف تعیین شود.

شکل 1-1 نمونه‌ای از تصاویر هوایی پایگاه داده VIVID در بالا و چند نمونه اهداف متحرک در ذیل آن[2]

در این پایان‌نامه از الگوریتم ترکیبی روش‌های زمانی و روش‌های مکانی استفاده شده است که در زیر می‌توان بلوک دیاگرام روش ارائه شده را مشاهده نمود.



شکل 1-2 بلوک دیاگرام روش ارائه شده برای تشخیص اهداف متحرک از تصاویر هوایی