دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده برق و کامپیوتر

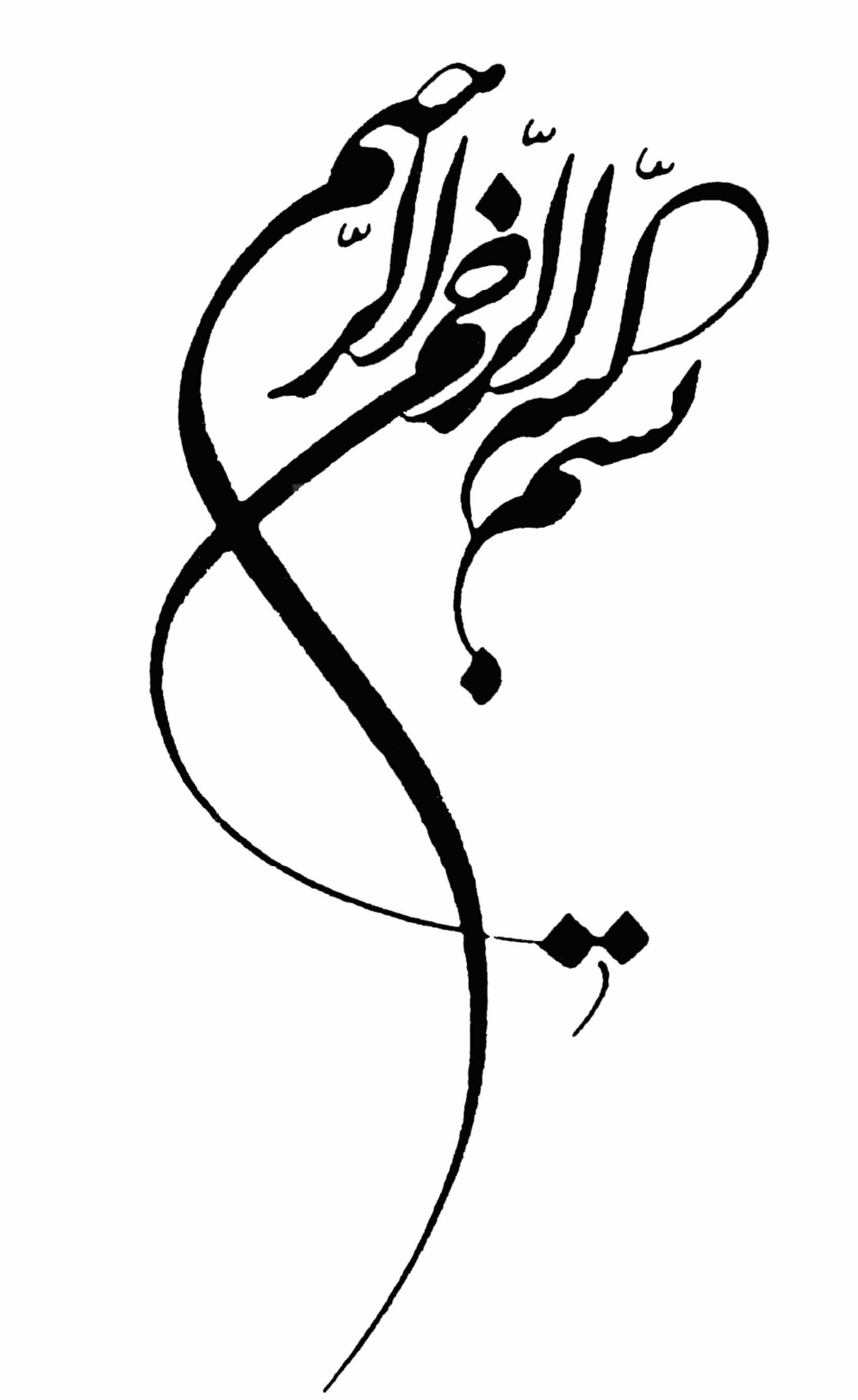
پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم‌افزار

تحلیل محیط برای تشخیص ردیابی و نظارت بر اشیاء متحرک مبتنی بر فیلتر ذره‌ای و آشکار ساز سایه

نگارنده
حمیدرضا شایق بروجنی

استاد راهنما
دکتر نصرالله مقدم چرکری

شهریور 1388


بسم الله الرحمن الرحیم

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی پایان‌نامه آقای/ خانم تحت عنوان:

تحلیل محیط برای ردیابی اشیا متحرک در شبکه‌ای از دوربین‌ها به کمک فیلترهای سه‌بعدی

را از نظر شکل (فرم) و محتوی بررسی نموده و پذیرش آن را برای دریافت درجه کارشناسی‌ارشد پیشنهاد می‌کنند.

ردیف	اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
1	استاد راهنما	نصرالله مقدم چرکری	استادیار	
2	استاد مشاور			
3	نماینده تحصیلات تکمیلی			
4	استاد ناظر			
5	استاد ناظر			

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به‌منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده 1: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به‌طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده 2: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه *کارشناسی ارشد* نگارنده در رشته *مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم افزار* است که در سال*1388*در دانشکده *فنی و مهندسی* دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر *نصرالله مقدم چرکری*، مشاوره جناب آقای دکتر *سعید جلیلی* از آن دفاع شده است.»

ماده 3: به‌منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده 4: در صورت عدم رعایت ماده 3، 50% بهای شمارگان چاپ شده را به‌عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده 5: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به‌منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده 4 را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده 6: اینجانب حمیدرضا *شایق بروجنی* دانشجوی رشته *مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم افزار* در مقطع *کارشناسی ارشد* تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم‌افزار

تحلیل محیط برای تشخیص ردیابی و نظارت بر اشیاء متحرک مبتنی بر فیلتر ذره‌ای و آشکار ساز سایه

نگارنده
حمیدرضا شایق بروجنی

استاد راهنمای اصلی
دکتر نصرالله مقدم چرکری

استاد مشاور
دکتر سعید جلیلی

شهریور 1388

تقدیم به

عزیزترینِ کسانم

که بودشان، وجودم را هستی می‌بخشد.

تشکر و قدردانی:

بر خود می‌دانم سپاسگزار عزیزان و سرورانی باشم که در لحظات زندگی و دوران تحصیل در کنارم بودند.

قدر دان زحمات اساتید گرانقدر دانشکده مهندسی کامپیوتر، بخصوص جناب آقای دکتر مقدم هستم که با صبر و بزرگواری نه‌تنها در انجام این پایان‌نامه بلکه در تمام این دوره مرا یاری نمودند.

همچنین تشکر و قدردانی می‌نمایم از جناب آقای دکتر جلیلی، سرکار خانم دکتر کسایی و جناب آقای دکتر آبادی که برای داوری این پایان‌نامه قبول زحمت نمودند و وقت گرانبهای خود را در اختیار اینجانب قرار دادند.

به جان منت پذیرم و حق گزارم

این پروژه تحت حمایت مرکز تحقیقات مخابرات ایران می‌باشد.

چکیده

توانایی کامپیوتر در شناخت اشیاء متحرک و تحلیل چگونگی حرکت آن‌ها در محیط‌های مختلف، کاربردهای فراوانی در امور نظارتی، نظامی، پزشکی، ورزشی و... دارد. امروزه با افزایش قدرت محاسباتی رایانه‌ها، امکان پردازش‌های بی‌درنگ ویدئویی همچون شناسایی و ردیابی اشیاء متحرک فراهم شده است. در این پژوهش به بررسی فرآیند ردیابی ویدئویی با رویکرد کاربردهای نظارتی پرداخته‌ایم. تمرکز اصلی این پژوهش بر بخش‌های حذف سایه و ردیابی تفکیکی اشیاء متحرک به کمک یک دوربین ثابت استوار بوده است هرچند بخش‌های تشخیص پس‌زمینه و ترکیب داده‌های دوربین‌ها نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند. در بخش حذف سایه، از ترکیب دو روش تفریق پس زمینه و تفاضل قاب‌های متوالی، که اولی بر اساس ویژگی‌های ظاهری و دومی بر اساس ویژگی‌های حرکتی عمل می‌نمایند، استفاده می‌کنیم. برای حذف سایه از یک روش یادگیری دو سطحی موسوم به اختلاط خبره‌های سلسله مراتبی استفاده می‌کنیم. در بخش ردیابی تفکیکی اشیاء متحرک، هدف بهبود چارچوب احتمالاتی فیلتر ذره‌ای با استفاده از افزودن اطلاعاتی به عنوان بعد سوم مجازی در اصلاح تصمیم احتمالاتی گرفته شده، است. در این بخش از روش سوالات نفی کننده به عنوان بعد سوم با استفاده از برخی ویژگی‌های تا حدودی ثابت برای اشیاء، استفاده کرده‌ایم. در بخش ترکیب داده‌های دوربین‌ها به بررسی رویکردهای مختلف و ارائه تئوری یک روش مناسب مبتنی بر خوشه‌بندی بر اساس گراف وزن‌دار می‌پردازیم. به طور کلی مزیت روش ردیابی پیشنهادی نسبت به روش‌های مشابه در مقاومت بیشتر در برابر تغییر شرایط محیطی و همچنین مقاومت بیشتر در برابر تغییرات حرکتی تصادفی اشیاء متحرک است. تشخیص مناسب سایه و استفاده از برخی ویژگی‌های آن، همچنین ایده افزودن بعد مجازی سوم به فیلتر ذره‌ای، مهم‌ترین نوآوری‌های روش پیشنهادی بوده‌اند. آزمایشات این پژوهش بر روی داده‌های استانداردی از جمله دنباله تصاویر PETS 2006 و PETS 2009 انجام گرفته و در هر بخش روش خود را با پیاده‌سازی روش‌های مناسب موجود بر روی همین دنباله تصاویر از لحاظ دقت و خطا مورد مقایسه قرار داده‌ایم.

واژه‌های کلیدی:

ردیابی، حذف پس‌زمینه، حذف سایه، فیلتر ذره‌ای، اختلاط خبره‌های سلسله مراتبی.

فهرست مطالب

فصل 1: مقدمه 1

1-1- پیشگفتار 2

1-2- چارچوب سامانه ردیاب 2

1-3- کاربردها و جنبه‌های مختلف فرآیند ردیابی 4

1-4- چالش‌های مطرح در فرآیند ردیابی 5

1-5- هدف پژوهش 6

1-6- ضرورت پژوهش 7

1-7- فرض‌ها و محدودیت‌های فضای مساله 8

1-8- چارچوب ادامه مستند 9

فصل 2: مروری بر تحقیقات انجام گرفته 11

2-1- مقدمه 12

2-2- ویژگی‌های مورد استفاده در فرآیند ردیابی 12

2-3- کارهای انجام شده در بخش حذف پس‌زمینه 13

2-4- کارهای انجام شده در حذف اغتشاشات متحرک 16

2-5- کارهای انجام شده در تعقیب تفکیکی اشیاء متحرک 16

2-6- کارهای انجام شده در بخش ترکیب داده‌های دوربین‌ها 21

2-7- کارهای انجام شده در بخش تحلیل حرکتی 22

2-8- جمع بندی 23

فصل 3: 24

تشخیص اشیا متحرک با حذف پس‌زمینه و سایه‌های متحرک 24

3-1- مقدمه 25

3-2- حذف پس‌زمینه ثابت 25

3-2-1- روش تفاضل قاب‌های متوالی در حذف پس‌زمینه[33] 26

3-2-2- روش تفریق پس‌زمینه برای حذف پس‌زمینه [34] 28

3-2-3- روش پیشنهادی حذف سایه مبتنی بر پنجره‌های حرکتی 29

4-2-3- نتایج تجربی 32
3-3- حذف سایه 35
1-3-3- مروری بر روش‌های تشخیص سایه 36
2-3-3- الگوریتم‌های یادگیری تجمعی 38
3-3-3- ایده اولیه روش پیشنهادی 39
4-3-3- شرح ساختار سامانه پیشنهادی 42
5-3-3- شرح فرآیند سامانه پیشنهادی 45
6-3-3- ارزیابی روش پیشنهادی 48
4-3- جمع بندی 53

فصل 4: ردیابی اشیا متحرک به کمک یک دوربین ثابت 54
1-4- مقدمه 55
2-4- چارچوب احتمالاتی سامانه ردیاب 56
3-4- چارچوب فیلتر ذره‌ای 58
4-4- روش پیشنهادی 59
2-4-4- ایده روش پیشنهادی 60
3-4-4- فرآیند کلی روش پیشنهادی 62
4-4-4- ساختار سامانه پیشنهادی 63
5-4- نتایج آزمایشات 71
6-4- مزایا و معایب روش پیشنهادی 74
7-4- جمع‌بندی 75

فصل 5: نتیجه گیری 76
1-5- خلاصه پژوهش 77
2-5- بررسی میزان حصول اهداف اولیه پژوهش 78
3-5- کارهای آینده 79
1-3-5- ردیابی در شبکه‌ای از دوربین‌ها 80

مراجع 87

فهرست جداول

فصل 1: مقدمه 1

فصل 2: مروری بر تحقیقات انجام گرفته 11

جدول (2-1) ویژگی‌های مورد استفاده در تشخیص اشیا متحرک 12

جدول (2-2) مقایسه روش‌های مختلف تشخیص اشیا متحرک 15

جدول (2-3) روش‌های ردیابی اشیا متحرک 20

جدول (2-4) روش‌های ترکیب دوربین‌ها 22

فصل 3: 24

تشخیص اشیا متحرک با حذف پس‌زمینه و سایه‌های متحرک 24

جدول (3-1) بردار ویژگی مورد استفاده در سطح اول دسته بند 43

جدول (3-2) بردار ویژگی مورد استفاده در سطح دوم دسته بند 44

جدول (3-3) دسته بندی مجموعه تصاویر مورد آزمایش به منظور مشاهده میزان کارایی روش پیشنهادی در شرایط محیطی مختلف بر اساس چارچوب معرفی شده در [70] 49

جدول (3-4) معیارهای اندازه گیری کارایی تشخیص سایه 50

جدول (3-5) نتایج آزمایشات انجام شده شامل میزان دقت، میزان تبعیض و پیچیدگی زمانی پردازش 51

فصل 4: ردیابی اشیا متحرک به کمک یک دوربین ثابت 54

جدول (4-1) ویژگی‌های مناسب در ردیابی اشیاء متحرک 64

جدول (4-2) ویژگی‌های نهایی انتخابی برای استفاده در روش پیشنهادی 67

جدول (4-3) دسته بندی مجموعه داده‌ها به‌منظور بررسی کارایی روش پیشنهادی در محیط‌های مختلف 71

جدول (4-4) معیازهای اندازه گیری کارایی روش‌های ردیابی 72

جدول (4-5) میزان دقت و خطای ردیابی برای مجموعه داده و بر اساس روش‌های مختلف 72

فصل 5: نتیجه گیری 76

جدول (5-1) بررسی میزان حصول اهداف اولیه پژوهش 79
جدول (5-2) رویکردهای مختلف در جنبه‌های مختلف فرآیند ردیابی شبکه‌ای 82
جدول (5-3) مقایسه کیفی روش‌های ردیابی شبکه‌ای 83

مراجع 87

فهرست اشکال

فصل 1: مقدمه 1

شکل (1 -1) چارچوب یک سامانه ردیاب نظارتی 3

شکل (1 -2) نمونه هایی از مجموعه دنباله تصاویر استاندارد مورد آزمایش در پژوهش. سطر اول تا چهارم به ترتیب مربوط به پایگاه‌های PETS 2006، دانشگاه آکسفورد، دانشگاه کمبریج و PETS 2009 می‌باشند. 9

فصل 2: مروری بر تحقیقات انجام گرفته 11

فصل 3: 24

تشخیص اشیا متحرک با حذف پس‌زمینه و سایه‌های متحرک 24

شکل (3 -1) خروجی الگوریتم تفاضل قاب‌های متوالی. 28

شکل (3 -2) مراحل کار برای حذف پس‌زمینه با روش پیشنهادی 30

شکل (3 -3) فرآیند پیشنهادی حذف پس زمینه 32

شکل (3 -4) نرخ خطای حذف پس زمینه برای 600 قاب 33

شکل (3 -5) نتایج نرخ خطای حذف پس‌زمینه برای مجموعه داده‌های مورد آزمایش و سه روش مورد بررسی 34

شکل (3 -6) نرخ خطا بر اساس تعداد قاب در ثانیه 34

شکل (3 -7) روش‌های تشخیص اشیاء را به‌صورت دسته‌بندی شده[70] 37

شکل (3 -8) چگونگی پراکندگی نمونه‌های متعلق به کلاس سایه را بر اساس تفاوت شرایط محیطی 39

شکل (3 -9) ساختار سامانه پیشنهادی برای تشخیص سایه 40

شکل (3 -10) شبه کد ایجاد ساختار سطح اول روش پیشنهادی 44

شکل (3 -11) شبه کد ایجاد ساختار سطح دوم روش پیشنهادی 45

شکل (3 -12) فرآیند سامانه از لحظه ورود یک قاب جدید تا حصول نتیجه 46

شکل (3 -13) مقایسه میزان دقت روش‌های تشخیص سایه 51

شکل (3 -14) مقایسه میزان تبعیض روش‌های تشخیص سایه 52

شکل (3 -15) نمونه‌هایی از نتیجه خروجی روش‌های مختلف 52

فصل 4: ردیابی اشیا متحرک به کمک یک دوربین ثابت 54

شکل (4 -1) بهبود خروجی y در فرآیند ردیابی هم با تغییر یا بهبود تابع f امکانپذیر است و هم با بهبود چگونگی توصیف شی یا همان ورودی تابع (x) 55

شکل (4 -2) روش پیشنهادی بهبود فرآیند ردیابی در دید کلی 60

شکل (4 -3) چارچوب احتمالاتی ردیابی فعلی (الف) و چارچوب احتمالاتی پیشنهادی با افزودن بعد سوم مجازی (ب) 62

شکل (4 -4) مراحل کلی روش پیشنهادی 63

شکل (4 -5) میزان تاثیر ویژگی‌های قابل استفاده به عنوان بعد سوم 66

شکل (4 -6) میزان تاثیر ویژگی‌های قابل استفاده در چارچوب فیلتر ذره‌ای 66

شکل (4 -7) نتایج ازمایشات انجام شده برای انتخاب بهترین ترکیب سه تایی از ویژگی‌های بعد سوم با بهترین ترکیب سه تایی از ویژگی‌های مورد استفاده در فیلتر ذره ای 67

شکل (4 -8) الگوریتم کامل روش پیشنهادی برای ردیابی اشیا متحرک 70

شکل (4 -9) مقایسه میزان دقت روش‌های ردیابی در انواع محیط‌ها. روش 1 فیلتر ذره‌ای مرجع [57]، روش 2 فیلتر ذره‌ای مرجع [59]، روش سه فیلتر ذره‌ای پیشنهادی بدون بعد سوم و روش 4 روش پیشنهادی است. 73

شکل (4 -10) مقایسه میزان خطا در روش های ردیابی برای انواع محیط ها. روش 1 فیلتر ذره‌ای مرجع [57]، روش 2 فیلتر ذره‌ای مرجع [59]، روش سه فیلتر ذره‌ای پیشنهادی بدون بعد سوم و روش 4 روش پیشنهادی است. 73

شکل (4 -11) نتایج خروجی روش پیشنهادی. قاب سمت چپ بالا محیط نیمه خلوت، سمت چپ پائین محیط نیمه شلوغ، سمت راست بالا محیط شلوغ(که به وضوح کارایی روش افت کرده است) و سمت راست پائین محیط خلوت 74

فصل 5: نتیجه گیری 76

شکل (5 -1) فرآیند کلی معماری پیشنهادی در این پژوهش 84

شکل (5 -2) فرآیند حذف پس زمینه 85

شکل (5 -3) فرآیند حذف پس زمینه، تشخیص و حذف سایه و ردیابی تفکیکی در برخی قاب‌های نمونه 86

مراجع 87

فصل 1:

مقدمه

1-1- پیشگفتار

یکی از شاخه‌های مهم پردازش تصویر که در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است، پردازش ویدئویی[1] است. افزایش کارایی سخت افزارهای محاسباتی و تنوع کاربردهایی که به طریقی از این فن‌آوری استفاده می‌کنند، مهم‌ترین دلایل این توجه است [1]. پردازش تصاویر ویدئویی با هدف تشخیص، تعقیب و تحلیل اشیاء متحرک موجود در صحنه، یکی از جذاب‌ترین و پرکاربردترین زمینه‌های تحقیقاتی در حوزه بینایی ماشین طی یک دهه گذشته بوده است.

تحلیل وتفسیر یک محیط متحرک با استفاده از تصویربرداری ویدئویی، بخش‌های مختلفی را شامل می‌شود که هر یک از آن‌ها، خود زمینه تحقیقاتی وسیعی است [1و 2]. این بخش‌ها شامل تشخیص حرکت[2]، بهبود تشخیص با حذف اشیاء متحرک غیر لازم (برگ درختان، سایه و...)، تعقیب مسیر حرکتی و یا ردیابی هر شی[3]، تحلیل مسیر حرکتی اشیاء[4] و روش‌های ترکیب داده‌های دوربین‌ها (در فضاهای وسیع که امکان پوشش با یک دوربین وجود ندارد) می‌باشند.

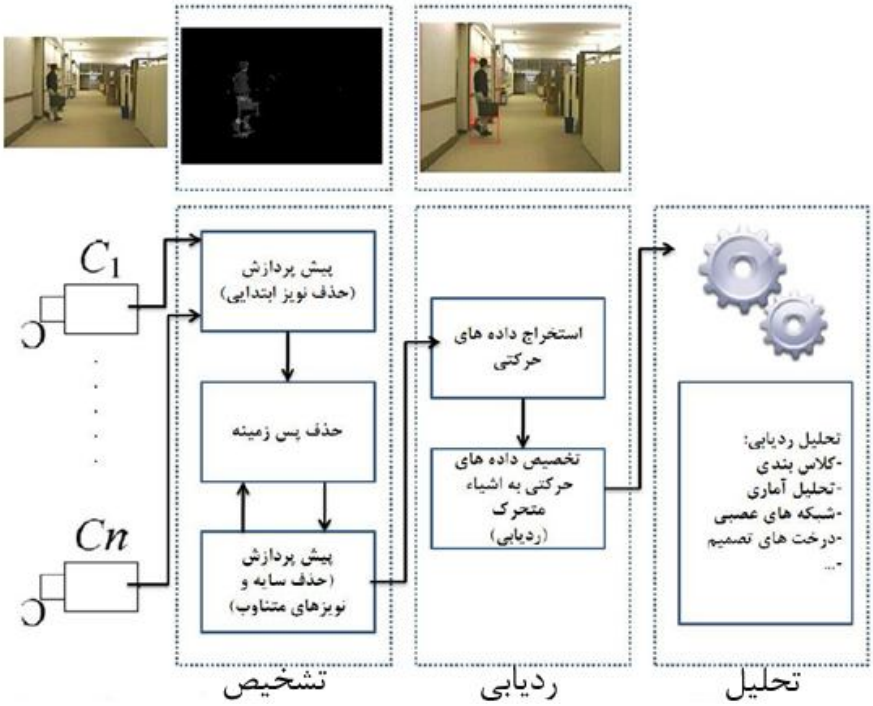
در سال‌های اخیر مطالعات فراوانی در هر یک از این بخش‌ها انجام شده است که هریک بسته به‌کاربرد مورد نظر، بر روی بخش‌هایی از معماری کلی سامانه‌های ردیابی تمرکز داشته‌اند.

2-1- چارچوب سامانه ردیاب

چارچوب یک سامانه ردیاب همان‌طور که در شکل (1-1) نشان داده شده است از اجزای مختلفی تشکیل می‌شود [2]. این اجزا مستقل از هم نبوده و در تعامل (اغلب ترتیبی) با یکدیگر قرار دارند. برای بهبود فرآیند ردیابی، بهبود هر یک از این اجزا مثمرثمر خواهد بود.

- **آشکارسازی (تشخیص) اشیاء متحرک**: چنانچه بتوان نواحی و اشیاء متحرک را از کل تصاویر ویدئویی تمیز داد، مسلماً بهتر می‌توان در ادامه به تعقیب و تحلیل آن نواحی پرداخت [1، 3و 4].
- **حذف اغتشاشات متحرک (هشدارهای دروغین):** اغلب روش‌های حذف پس‌زمینه تنها توانایی جداسازی بخش‌های متحرک از بخش‌های ثابت تصویر را دارند. به همین دلیل پس از حذف پس‌زمینه، بخش‌های متحرکی از تصاویر باقی می‌ماند که وجود آن‌ها در مراحل بعدی ایجاد اشکال نموده و بایستی حذف گردند [5، 6و 7].

[1] Video Processing
[2] Motion Detection
[3] Motion Tracking
[4] Motion Analysis



شکل (1 -1) چارچوب یک سامانه ردیاب نظارتی

- **ردیابی (تعقیب) تفکیکی اشیاء متحرک**: اصلی‌ترین بخش فرآیند ردیابی، تعقیب تفکیکی اشیاء متحرک در طول بازه زمانی تصویربرداری است. به‌عبارت دیگر پس از شناخت هر شی متحرک، سامانه ردیاب باید توانایی آن را داشته باشد که در طول حرکت شی متحرک، آن را به‌صورتی که با دیگر اشیاء متحرک اشتباه نگردد، ردیابی کند [1و2]. در برخی مراجع از ردیابی به‌عنوان تخمین حرکات بعدی شی متحرک نام برده می‌شود [8].
- **ترکیب تعقیب حرکتی دوربین‌ها**: اغلب کاربردهای نظارتی ویدئویی در فضاهای بزرگ انجام می‌گیرد. به همین دلیل نیاز است که عمل ردیابی با بیش از یک دوربین انجام گیرد. توانایی ترکیب تحلیل حرکتی داده‌های دوربین‌ها در حالت‌های همپوشان و غیر همپوشان و همچنین تعامل دوربین‌ها در تعقیب مسیر حرکتی اشیاء، از جمله مواردی است که در این بخش از فرآیند به آن پرداخته می‌شود [2و 9].
- **تحلیل حرکتی اشیاء متحرک**: در بسیاری از کاربردها لازم است پس از شناخت مسیر حرکتی شی یا اشیاء متحرک، تحلیلی بر چگونگی مسیر حرکتی انجام گیرد [10، 11و 12].

1-3- کاربردها و جنبه‌های مختلف فرآیند ردیابی

همان‌طور که عنوان شد، توانایی کامپیوتر در درک اشیاء متحرک محیط که توسط تصویر برداری ویدئویی دریافت شده است، می‌تواند کاربردهای فراوانی داشته باشد که عبارتند از:

- **روباتیک**: یکی از مهم‌ترین شاخص‌های یک روبات هوشمند، توانایی ادراک محیط اطراف توسط آن روبات است. در این راستا، اغلب از یک دوربین تصویر برداری به‌عنوان ابزار بینایی روبات استفاده می‌شود و بسته به‌کاربرد مورد نظر، محیط متحرک اطراف (موانع، اهداف و...) مورد ردیابی و تحلیل قرار می‌گیرد [13]. به‌عنوان نمونه‌ای از این روبات‌ها به کنترل کننده هوشمند اتومبیل و رانندگی خودکار می‌توان اشاره کرد که نیاز اساسی آن تشخیص بی‌درنگ اشیاء در صحنه‌های تصویربرداری است [10].
- **کاربردهای نظارتی**: امروزه در مکان‌های عمومی نظیر مترو، فردوگاه، فروشگاه‌های بزرگ و... تعداد زیادی دوربین مدار بسته کار گذاشته می‌شود تا حرکات غیرعادی افراد شناخته شده یا افراد خاصی دنبال شوند. مدیریت دستی تمامی این دوربین‌ها بسیار مشکل و پرخطاست [2و 9]. توانایی نظارت خودکار ماشین در این گونه موارد بسیار راهگشاست.
- **کاربردهای پزشکی**: تحلیل چگونگی حرکت سلول‌ها، بافت‌ها و توده‌ها در داخل بدن انسان، یکی از راه‌های شناخت بیماری است [14]. توانایی تحلیل خودکار این حرکات از کاربردهای قابل توجه در این حوزه به شمار می‌رود.
- **کاربردهای مخابراتی**: ردگیری ماهواره‌ای اشیاء متحرک در مخابرات سیار کاربرد دارد. البته اغلب از روش‌هایی جز روش‌های پردازش تصویر و یا از روش‌های ترکیبی استفاده می‌شود [2و 15].
- **کاربردهای نظامی**: پیش‌بینی حرکت موشک‌ها و مکان برخورد آن‌ها [8]، شناسایی منطقه نظامی دشمن قبل از حضور فیزیکی در مناطق و مواردی از این دست از کاربردهای نظامی ردیابی هستند.
- **کاربرد در حوزه ورزش**: تحلیل مسابقات ورزشی و استخراج نحوه حرکت یک تیم در دفاع و حمله، شناسایی نقاط آسیب‌پذیر دفاعی، شناسایی چگونگی رخنه، نحوه حرکت بازیکن در بازی‌های انفرادی و... از جمله کاربردها در این حوزه است [11و 12].
- **فشرده سازی هوشمند**: گسترش رسانه‌های ویدئویی و استفاده از اینترنت در تبادل آن‌ها نیاز به فشرده‌سازی کارای تصاویر به منظور ذخیره‌سازی و ارسال دارد. حجم زیاد

این فایل‌ها، نیاز به فشرده‌سازی خودکار آن‌ها را بر اساس محتوا باعث می‌شود [16].

- **پویا نمایی**[5]: شناخت اشیاء متحرک، چگونگی حرکت اندام و جایگزینی خودکار جسم با یک شخصیت مجازی که دقیقا مانند شی متحرک اولیه رفتار می‌کند، از جدیدترین روش‌های پویانمایی است [17].

در هر یک از کاربردهای عنوان شده جنبه‌های مختلفی در حوزه ردیابی مد نظر هستند. برخی از این جنبه‌ها در نظارت ویدئویی عبارتند از [1، 2، 10و 15]:

- تشخیص وجود یک شی متحرک (ساده‌ترین حالت)
- تشخیص وجود شی متحرک در حالت خاصی یا در مکان خاصی
- تحلیل مسیر حرکتی شی متحرک برای شناخت حرکات غیرعادی
- تحلیل تعداد اشیاء متحرک در یک مکان
- تعقیب یک یا چند شی متحرک خاص در یک فضای بزرگ

1-4- چالش‌های مطرح در فرآیند ردیابی

فرآیند ردیابی در بخش‌های مختلف خود با چالش‌های فراوانی روبه‌رو است. این چالش‌ها بسته به‌کاربرد و فرضیات مساله (مانند صلب بودن یا نبودن اجسام، متحرک یا ثابت بودن دوربین و ...) ممکن است متغیر باشند.

مشکلات تشخیص اشیاء متحرک اغلب به علت شباهت ویژگی‌های اجسام متحرک، پس‌زمینه و یا به علت متحرک بودن پس‌زمینه (دوربین‌های متحرک) و همچنین به علت وجود نویزهای متحرک متعدد در صحنه است. از جمله:

- عدم توانایی در حذف کامل پس‌زمینه
- عدم توانایی در تشخیص و حذف سایه
- عدم توانایی در کشف اشیاء ایستا
- حذف پس‌زمینه به‌صورت بی‌درنگ
- عدم کارایی در برابر تغییرات مداوم نوری و رنگی پس‌زمینه

علاوه بر این‌که اغتشاشات متحرک و سایه‌ها بخشی از چالش‌های تشخیص مناسب اشیاء متحرک محسوب می‌شوند، تشخیص و حذف آن‌ها نیز خود مشکلاتی را به همراه دارند. از جمله:

- تاثیر تغییرات روشنایی در ویژگی‌های سایه و عدم توانایی در به‌کارگیری یک مدل واحد

[5] Animation making