دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق (مخابرات)

آشکارسازی و ردیابی اهداف در فضای سه بعدی با استفاده از دید استریو

به کوشش

محمد جواد عباس پور

اساتید راهنما

دکتر مهران یزدی

دکتر محمدعلی مسندی شیرازی

شهریور ۹۲

بسم الله الرحمن الرحیم

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب محمد جواد عباس پور دانشجوی رشته‌ی مهندسی برق گرایش مخابرات- سیستم دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر اظهار می‌کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: محمد جواد عباس پور

تاریخ و امضا:

به نام خدا

آشکارسازی و ردیابی اهداف در فضای سه بعدی با استفاده از دید استریو

به کوشش

محمد جواد عباس پور

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی

مهندسی برق (مخابرات)

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته‌ی پایان‌نامه، با درجه‌ی: عالی

دکتر مهران یزدی، دانشیار بخش مخابرات و الکترونیک، دانشگاه شیراز (استاد راهنما) .....

دکتر محمدعلی مسندی شیرازی، استاد بخش مخابرات و الکترونیک، دانشگاه شیراز (استاد راهنما) .....

دکتر مهرزاد بیغش، دانشیار بخش مخابرات و الکترونیک، دانشگاه شیراز (استاد مشاور) .....

دکتر عباس شیخی، دانشیار بخش مخابرات و الکترونیک، دانشگاه شیراز (داور متخصص داخلی) .....

شهریور ۹۲

چکیده

آشکارسازی و ردیابی اهداف در فضای سه بعدی با استفاده از دید استریو

به کوشش

محمد جواد عباس پور

ردیابی تصویری اهداف از زمینه های پر کاربرد بینایی ماشین است. ردیابی سه بعدی اهداف توسط سیستم‌های شامل دو یا چند دوربین صورت می‌پذیرد. در این پایان‌نامه دو روش برای ردیابی اهداف سطحی در فضای سه بعدی پیشنهاد شده است که توسط سیستم دید استریو پیاده‌سازی می‌شود. این روش‌ها در قسمت‌های آشکارسازی و ردیابی اهداف مشترک هستند. در قسمت استخراج و تطبیق نقاط کلیدی دو روش پیشنهاد گردیده است. در روش اول از یک الگوریتم معتبر در حوزه استخراج و تطبیق نقاط استفاده شده است. اما در روش دوم که روش اصلی این پایان‌نامه است، از قیدهای موجود در سیستم استریو در جهت تطبیق نقاط بهره‌برداری شده است. آشکارسازی اهداف با تخمین تابع چگالی احتمال نقاط کلیدی میسر شده است و ردیابی اهداف مبتنی بر پیش بینی موقعیت آنها در فریم بعد است. نتایج روش اول و دوم بسیار به هم نزدیک هستند، با این تفاوت که در روش دوم بار محاسباتی بسیار کمتر است و سرعت اجرای روش بسیار کاهش پیدا کرده است. این یک نکته ای اساسی در بهره برداری از روش‌های ردیابی در کاربردهای بر خط است.

کلمات کلیدی: ردیابی اهداف، دید استریو، تطبیق نقاط کلیدی، آشکارسازی اهداف، تخمین تابع چگالی احتمال

فهرست مطالب

فصل ۱ معرفی ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- کاربردهای ردیابی تصویری سه بعدی ۳

۱-۳- بخش‌های اصلی در یک سیستم ردیابی ۵

۱-۴- چالش‌های پیش روی آشکارسازی و ردیابی اهداف ۵

۱-۵- حل چالش‌های پیش روی آشکارسازی و ردیابی اهداف ۷

۱-۶- سرفصل‌ها ۸

فصل ۲ پیشینه تحقیق ۱۲

۲-۱- مقدمه ۱۳

۲-۲- بررسی روش‌های آشکارسازی و ردیابی از لحاظ قابلیت پیش بینی ۱۴

۲-۲-۱- روش‌های ردیابی با قابلیت پیش بینی ۱۴

۲-۲-۲- روش‌های ردیابی فاقد قابلیت پیش بینی ۱۹

۲-۳- بررسی روش‌های ردیابی از لحاظ فاصله بین دوربین‌ها ۲۱

۲-۴- بررسی سایر روش‌های آشکارسازی و ردیابی سه بعدی ۲۳

فصل ۳ پیش زمینه‌ها ۲۴

۳-۱- مقدمه ۲۵

۳-۲- معرفی فیلتر کالمن و انواع آن ۲۵

۳-۲-۱- معرفی ۲۵

۳-۲-۲- فیلتر کالمن خطی ۲۶

۳-۲-۳- فیلتر کالمن توسعه یافته ۲۸
۳-۲-۴- فیلتر کالمن بدون بو ۲۹
۳-۳- دید استریو ۲۹
۳-۳-۱- سیستم شامل یک دوربین ۳۰
۳-۳-۲- سیستم شامل دو دوربین ۳۱
فصل ۴ استخراج و تطبیق نقاط کلیدی و مدل سازی سه بعدی ۳۵
۴-۱- استخراج نقاط کلیدی ۳۶
۴-۱-۱- آشکارساز گوشه هریس ۳۷
۴-۱-۲- SIFT ۴۰
۴-۱-۲-۱- تعیین اکسترمم‌های مقیاس-مکان ۴۱
۴-۱-۲-۲- تعیین نقاط کلیدی در تصویر DoG ۴۴
۴-۱-۲-۳- محل یابی نقاط کلیدی و حذف نقاط ناپایدار ۴۵
۴-۱-۲-۴- اختصاص دادن جهت به نقاط کلیدی ۴۷
۴-۱-۲-۵- اختصاص خصیصه به نقاط کلیدی ۴۸
۴-۲- تطبیق نقاط کلیدی در جفت تصویر استریو ۵۰
۴-۲-۱- مقدمه ۵۰
۴-۲-۲- روش ارائه شده اول برای تطبیق استریو ۵۱
۴-۲-۳- روش ارائه شده دوم برای تطبیق استریو ۵۲
۴-۳- بازسازی سه بعدی و بازتاب نقاط کلیدی روی صفحه زمین ۵۵
فصل ۵ الگوریتم آشکارسازی ۶۰
۵-۱- تفکیک نقاط کلیدی مربوط به هدف از سایر نقاط ۶۱

۵-۲- روش آشکارسازی مبتنی بر کرنل تخمین تابع چگالی ۶۳
۵-۲-۱- معرفی روش ۶۳
۵-۲-۲- جداسازی اهداف موجود در یک دسته ۶۷
۵-۲-۳- ساخت کرنل ۶۹
فصل ۶ الگوریتم ردیابی ۷۲
۶-۱- بررسی روش‌های ممکن ردیابی ۷۳
۶-۲- استفاده از روش ردیابی مبتنی بر فیلتر کالمن خطی ۷۴
فصل ۷ نتایج و مقایسه ۷۷
۷-۱- نتایج تطبیق تصاویر استریو و آشکارسازی اهداف ۷۸
۷-۲- نتایج ردیابی اهداف ۸۶
۷-۳- مقایسه نتایج ۹۲
۷-۳-۱- مقایسه نتایج تطبیق تصاویر استریو ۹۲
۷-۳-۲- مقایسه نتایج آشکارسازی و ردیابی ۹۳
نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات ۹۷
منابع ۱۰۰

فهرست جداول

جدول ۴-۱ مقادیر واریانس در مقیاس‌ها و اکتاوهای مختلف روش SIFT ۴۴
جدول ۷-۱ مقایسه بین تطبیق در روش ارائه شده و SIFT ۹۳

فهرست اشکال

شکل ۳-۱ تصویر و فضای سه بعدی در یک دوربین ۳۰

شکل ۳-۲ حالت کلی یک سیستم استریو ۳۲

شکل ۳-۳ سیستم استریو با صفحات عدسی موازی ۳۳

شکل ۴-۱ فیلتر گوسی و مقیاس‌ها در روش SIFT ۴۳

شکل ۴-۲ همسایگی اطراف هر نقطه ۴۵

شکل ۴-۳ هیستوگرام برداری و تقسیم بندی هشت گانه ۴۹

شکل ۴-۴ هیستوگرام برداری در پنجره ۱۶ در ۱۶ ..... ۴۹

شکل ۴-۵ نقاط تطبیق یافته ساده ۵۴

شکل ۴-۶ نمایش فضای سه بعدی با مرکزیت دوربین ۵۶

شکل ۴-۷ جفت تصویر استریو از پیش زمینه ۵۷

شکل ۴-۸ نقاط کلیدی تطبیق یافته روی تصویر و در فضای سه بعدی ۵۸

شکل ۴-۹ نمایش نقاط تطبیق یافته روی سطح زمین ۵۹

شکل ۵-۱ نقاط تطبیق یافته مربوط به پیش زمینه ۶۲

شکل ۷-۱ نقاط استخراجی و تطبیق یافته برای یک هدف ۷۸

شکل ۷-۲ نمایش نقاط تطبیق یافته در فضای سه بعدی برای یک هدف ۷۹

شکل ۷-۳ نمایش نقاط تطبیق یافته روی سطح زمین برای یک هدف ۷۹

شکل ۷-۴ نمایش ناحیه مطلوب ۸۰

شکل ۷-۵ آشکارسازی در دو فریم برای یک هدف ۸۰

شکل ۷-۶ نتیجه اجرای KDE برای یک هدف ۸۱

شکل ۷-۷ نقاط استخراجی و تطبیق یافته برای دو هدف ۸۲

شکل ۷-۸ نمایش نقاط تطبیق یافته در فضای سه بعدی برای دو هدف ۸۲

شکل ۷-۹ نمایش نقاط تطبیق یافته روی سطح زمین برای دو هدف ۸۳

شکل ۷-۱۰ نمایش ناحیه مطلوب ۸۳
شکل ۷-۱۱ آشکارسازی در دو فریم برای دو هدف ۸۴
شکل ۷-۱۲ نتیجه اجرای KDE برای دو هدف ۸۴
شکل ۷-۱۳ موردی شامل جداسازی اهداف ۸۵
شکل ۷-۱۴ نتیجه حاصل از جداسازی اهداف ۸۵
شکل ۷-۱۵ موردی شامل در هم رفتگی ۸۶
شکل ۷-۱۶ مسیر ردیابی شده و مسیر واقعی برای یک هدف روی تصویر ۸۷
شکل ۷-۱۷ مسیر ردیابی شده و مسیر واقعی برای یک هدف در فضای سه بعدی ۸۸
شکل ۷-۱۸ مسیر ردیابی شده و مسیر واقعی برای یک هدف روی سطح زمین ۸۸
شکل ۷-۱۹ مسیر ردیابی ، اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده برای یک هدف روی زمین ۸۹
شکل ۷-۲۰ مسیر ردیابی، پیش‌بینی شده و واقعی برای یک هدف روی زمین ۸۹
شکل ۷-۲۱ مسیر ردیابی شده و مسیر واقعی برای دو هدف روی تصویر ۹۰
شکل ۷-۲۲ مسیر ردیابی شده و مسیر واقعی برای دو هدف در فضای سه بعدی ۹۰
شکل ۷-۲۳ مسیر ردیابی شده و مسیر واقعی برای دو هدف روی سطح زمین ۹۱
شکل ۷-۲۴ مسیر ردیابی ، اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده برای دو هدف روی زمین ۹۱
شکل ۷-۲۵ مسیر ردیابی، پیش‌بینی شده و واقعی برای دو هدف روی زمین ۹۲
شکل ۷-۲۶ مقایسه بین آشکارسازی در روش ارائه شده و روش مبتنی بر SIFT ۹۴
شکل ۷-۲۷ مقایسه بین ردیابی در روش ارائه شده و روش مبتنی بر SIFT ۹۵
شکل ۷-۲۸ مقایسه بین آشکارسازی در روش ارائه شده و روش مبتنی بر نقشه عمق ۹۵
شکل ۷-۲۹ مقایسه بین ردیابی در روش ارائه شده و روش مبتنی بر نقشه عمق ۹۶

فصل ۱ معرفی

۱-۱- مقدمه

امروزه به کارگیری فن‌آوری‌های جدید حاصل از پیشرفت‌های علمی نقش مهمی را در تغییر سبک زندگی بشر بازی می‌کند. با ورود هر چه بیشتر ابزار آلاتی که بر پایه این تکنولوژی‌ها ساخته شده‌اند ، گرایش به سمت بکارگیری آنها در عرصه‌های بیشتر بالا رفته است. بینایی ماشین[۱] یکی از این زمینه‌های تکنولوژی است که کاربردهای فراوانی را می‌توان برای آن ذکر کرد. یکی از شاخه‌های بینایی ماشین ردیابی تصویری[۲] است. در دو دهه اخیر همزمان با رشد روزافزون قدرت پردازش کامپیوترها، اصول و روش ها در زمینه پردازش تصویر رشد و توسعه یافته‌اند. در [۱] نویسندگان مروری بر این روش‌ها کرده‌اند. در این میان روش‌های متعددی نیز در زمینه ردیابی تصویری ارائه شده است.

در واقع ردیابی اهداف فرایند مکان یابی آنها در طول زمان است. بیشتر این تحقیقات بر پایه ردیابی اهداف توسط یک دوربین است و از آنجا که در این حالت اطلاعات مربوط به عمق از بین می‌رود، می‌بایست ردیابی به صورت دو بعدی انجام شود. البته اطلاعات سه بعدی را می‌توان توسط یک دوربین با تصویر برداری از زوایای مختلف نیز استخراج کرد. مارگاریت و تران[۲] از همین روش برای آشکارسازی اهداف[۳] در فضای سه بعدی کمک گرفتند. روش دیگری که اطلاعات سه بعدی را حفظ می کند، استفاده از دو یا چند دوربین است. این سیستم‌ها را سیستم‌های استریو[۴] می‌نامند. در این سیستم‌ها به جای استفاده از یک دوربین از دو یا حتی تعداد بیشتری دوربین استفاده می‌شود. از مزایای این سیستم‌ها نسبت به سیستم‌های شامل یک دوربین این است که عملکرد بهتری در زمان تغییر شدید میزان نور که ظاهر هدف را تحت تاثیر قرار می دهد، دارند. همچنین از مهمترین تفاوت‌های دیگری که این سیستم‌ها ایجاد می‌کنند بر طرف کردن چالش جدی سیستم های شامل یک دوربین است که همان پنهان شدن هدف توسط

---

[۱] Machine Vision
[۲] Visual Tracking
[۳] Target Detection
[۴] Stereo

یک جسم یا هدف دیگر است که به آن در هم رفتگی[۵] گویند. از نوع خاصی از این سیستم‌ها که دارای دو دوربین با فاصله کم است برای بدست آوردن فاصله هدف مورد نظر استفاده می‌شود.

۱-۲- کاربردهای ردیابی تصویری سه بعدی

ردیابی تصویری در فضای سه بعدی در زمینه‌های مختلفی به کار گرفته شده است. در این قسمت به تشریح بعضی از این کاربردها می‌پردازیم.

نظارت بر ترافیک و مدیریت شهری[۶]

نظارت تصویری بر ترافیک بزرگراه‌ها امری سودمند در مدیریت ترافیک می‌باشد و منجر به کاهش آمار تصادفات می‌شود. ردیابی تصویری قابلیت نظارت هوشمند بر ترافیک را نیز فراهم می‌سازد و در تشخیص تخلفاتی نظیر رانندگی با سرعت غیر مجاز و یا انجام حرکت های خطرناک نظیر زیگ زاگ رفتن، به خوبی عمل می‌کند. همچنین قادر به پیش بینی بعضی از تصادفات و مدیریت ترافیک با تشخیص مسیرهای پر تردد وکم تردد است[۳،۴،۵].

تحلیل رفتار انسان[۷]

از ردیابی سه بعدی برای ردیابی کل بدن انسان و یا قسمتی از آن نظیر سر و یا چشم در کاربردهای مختلف استفاده می‌شود. به عنوان مثال از ردیابی چشم برای درک این موضوع که کدام بخش از صحنه نظر اشخاص را جلب می‌کند، در تجارت و مراکز خرید می‌توان استفاده کرد. ردیابی انسان به منظور تشخیص و تحلیل نوع راه رفتن افراد به عنوان یک خصیصه بیولوژیک را می‌توان به عنوان نمونه‌ای دیگر در بخش شناخت نوع اهداف نام برد[۶،۷].

---

[۵] Occlusion

[۶] Traffic Monitoring and Management

[۷] Human Behavior Analysis

راهبری روبات[۸]

راهبری روبات‌ها از مهترین زمینه‌های کاربرد ردیابی تصویری سه بعدی است. ردیابی تصویری سه بعدی، روبات را قادر به تشخیص موانع موجود در مسیر می‌کند و بدین ترتیب روبات می‌تواند مسیر درستی را برای رسیدن به هدف و یا ادامه مسیر انتخاب کند. بدین ترتیب استفاده از روبات در جایی که حضور در آنجا برای انسان خطرناک است، ممکن می‌شود[۸،۹].

واقعیت مجازی[۹] و صنعت بازی های رایانه ای

اخیرا ردیابی سر و دست در زمینه بازی‌های رایانه‌ای و برقراری ارتباط بین انسان و رایانه بکار رفته است. در این کاربردها با ردیابی یک شی و یا قسمتی از بدن انسان مانند سر و دست، می‌توان به رایانه فرمان‌هایی اعمال نمود[۱۰].

نظارت و امنیت

از ردیابی سه بعدی در نظارت بر اماکن عمومی مانند ادارات و ایستگاه‌های مترو استفاده می‌شود. نظارت می‌تواند شامل تشخیص حرکات مشکوک و تجمعات در اماکن ممنوع باشد. این کاربرد از معمول‌ترین کاربردهای ردیابی سه بعدی است [۱۱،۱۲].

۱-۳- بخش‌های اصلی در یک سیستم ردیابی

ردیابی تصویری اهداف شامل دو مرحله اصلی است.

۱. آشکارسازی هدف
۲. ردیابی هدف

---

[۸] Robot Navigation
[۹] Virtual Reality

مرحله اول این است که بتوان هدف را شناخت و محل آن را در فریم اول پیدا کرد و در مرحله دوم این هدف ردیابی می‌شود. به این صورت که در هر فریم، کاندیدایی را برای محل هدف پیدا کرده تا بوسیله آشکارسازی، محل دقیق هدف در آن فریم مشخص گردد. پیش بینی محل هدف در فریم بعد و آشکارسازی بر اساس این پیش بینی، مرحله ردیابی را کامل می‌کند. روش‌های زیادی برای هر دو مرحله پیشنهاد شده است که در فصل بعد به آنها پرداخته می‌شود.

در این پایان نامه نوع هدف، انسان است و با تغییرات کوچکی در الگوریتم ارائه شده، می‌توان آن را برای ردیابی انواع دیگر اهداف نیز استفاده نمود. از این رو در ادامه به بررسی چالش‌های پیش روی ردیابی انسان و روش های مقابله با این چالش ها می‌پردازیم.

۱-۴- چالش‌های پیش روی آشکارسازی و ردیابی اهداف

روش‌های موجود آشکارسازی و ردیابی اهداف معمولا در شرایط زیر دچار مشکل می‌شوند و کارایی آنها پایین می‌آید. در قسمت مقدمه اشاره‌ای به بعضی از این چالش‌ها شد.

یکی از مهمترین چالش‌ها در هم رفتگی است. در این حالت هدف یا قسمتی از آن در چند فریم از دید خارج می‌شود. این در هم رفتگی می تواند به دلیل وجود یک جسم در پس زمینه باشد و در این حالت یک جسم بین دوربین و هدف قرار می‌گیرد و یا ممکن است که در سیستم اهداف چندگانه این مشکل بین دو هدف بوجود آید. اگر این شرایط منجر به گم کردن هدف حتی در یک فریم شود منجر به بروز خطا در ردیابی آن هدف می‌شود. یکی از ایرادات روش‌های مبتنی بر پارتیکل فیلتر[۱۰][۱۳] و Mean Shift[۱۴] این است که با ارتقا آنها از ردیابی یک هدف به چند هدف کارایی پایینی را در شرایط در هم رفتگی از خود نشان می‌دهند و در قسمت

[۱۰] Particle Filter

جداسازی و ادغام کردن[۱۱] دچار مشکل می شوند. در[۱۵] مشکل ادغام اهداف با ارائه یک قاعده حذف احتمالات[۱۲] برای معادله مشاهده[۱۳] در پارتیکل فیلتر حل شده است.

چالش دیگری که در آشکارسازی و ردیابی اهداف وجود دارد، تغییر میزان نور محیط است. تغییر میزان نور محیط باعث تغییر در رنگ اجسام می‌شود. در این شرایط ممکن است مرحله آشکارسازی دچار مشکل شود و نهایتا بازدهی سیستم را پایین آورد. برای این منظور محققان فضای رنگ[۱۴]هایی از قبیل RGB، HSV، YIQ و YUV را بکار برده‌اند ولی تعداد کمی از آنها موفق به کسب نتایج رضایت بخش شده‌اند. در[۱۶] و [۱۳] هم از خصیصه‌های مقاوم در برابر تغییر میزان نور استفاده شده است.

در سیستم‌های ردیابی نباید سایه اهداف به عنوان یک هدف شناخته شود. این مشکل نیز یکی از چالش‌هایی است که می تواند بازدهی سیستم ردیابی را کاهش دهد. اگر تمهیدات لازم اندیشیده نشده باشد به دلیل متحرک بودن سایه هدف، سیستم آن را به عنوان یک هدف مجزا می شناسد و یا اینکه آن را نیز جز ناحیه هدف قلمداد می‌کند. در[۱۷] یک مدل رنگ جدید ارائه شده است که تفاوت بین درخشدگی و رنگی بودن[۱۵] را تشخیص می‌دهد که منجر به تشخیص سایه می‌شود. در[۱۸] با در نظر گرفتن تاثیر سایه بر رنگ پیکسل‌ها و بکارگیری محدودیت فضایی ناشی از وصل بودن سایه و هدف، سعی در تشخیص ناحیه سایه شده است.

در سیستم‌های ردیابی که تعداد اهداف از قبل مشخص نیست، با دو مشکل اساسی برخورد می‌کنیم. ممکن است در مرحله آشکارسازی یک هدف را به عنوان دو هدف تشخیص دهیم و یا دو یا چند هدف به عنوان یک هدف شناخته شود. در این صورت اتخاذ یک روش جداسازی و ادغام مناسب لازم است.

---

[۱۱] Splitting and Merging
[۱۲] Probabilistic Exclusion Principle
[۱۳] Observation Equation
[۱۴] Color Space
[۱۵] Chromaticity

۱-۵- حل چالش‌های پیش روی آشکارسازی و ردیابی اهداف

در هم رفتگی از اصلی‌ترین چالش‌ها در این زمینه می‌باشد. در تصاویر دو بعدی، عمق جزو اطلاعات از دست رفته محسوب می‌شود. از این رو از زاویه دید دوربین اگر جسمی پشت جسم دیگری قرار بگیرد، محو شده است در حالی که در فضای سه بعدی آن جسم محو نشده است و قابل ردیابی است. همانطور که قبلا نیز گفته شد با استفاده از دید استریو می‌توان به اطلاعات سه بعدی دست یافت. حال این بحث مطرح می‌شود که ردیابی نیز باید به صورت سه بعدی انجام شود یا خیر ؟ قابل ذکر است که در این ردیابی در هر مرحله مختصات سه بعدی محل هدف کشف می‌شود. اما در جواب سوال بالا باید گفت که علاوه بر ردیابی سه بعدی که دارای پیچیدگی محاسباتی بیشتر است، با تغییر زاویه دید از زاویه دوربین به زاویه دید بالا[۱۶] نیز می‌توان ردیابی را انجام داد که در این صورت به دلیل اینکه از نمای بالا در هم رفتگی وجود ندارد، ردیابی دو بعدی نیز میسر خواهد شد.

تغییر میزان نور زمینه از دیگر چالش‌های مطرح شده در سیستم‌های ردیابی اهداف است. در یک سیستم استریو با دوربین‌هایی که دارای فاصله کوتاه باشند، تغییر میزان نور زمینه برای هر دو یکسان است. با بکارگیری معیار همبستگی برای دو پیکسل متناظر در دو تصویر که با تغییر میزان نور در دو فریم تغییر نخواهد کرد، مشکلی در قسمت آشکارسازی ایجاد نخواهد شد.

جلوگیری از شناخت سایه اهداف به عنوان بخشی از هدف و یا حتی هدفی مجزا موضوع بسیار مهمی در افزایش کارایی یک سیستم ردیابی است. در سیستم ردیابی سه بعدی، اطلاعات سه بعدی اهداف قابل دستیابی است. با دانستن معادله صفحه زمین، ناحیه زمین قابل شناسایی است و از آنجا که سایه به عنوان یک ناحیه متحرک در صحنه روی زمین تشکیل می‌شود به راحتی قابل تشخیص است و مشکلات ناشی از تشخیص آن به عنوان ناحیه ای از هدف قابل حذف است.

---

[۱۶] Top View

همچنین در مواردی که سایه روی دیوار می‌افتد نیز با تعیین یک ناحیه مطلوب می‌توان سایه را که جز این ناحیه نخواهد بود، حذف کرد.

همان طور که گفته شد ایجاد دید بالا کمک مهمی در راستای حل مشکل در هم رفتگی می‌کند. از مزیت‌های دیگر این روش این است که انسان را که به عنوان هدف در اینجا فرض شده است، از دید بالا می‌توان با یک بیضی نمایندگی کرد. اندازه این بیضی بر اساس اندازه هدف تغییر کمی دارد. از طرف دیگر در هم رفتگی در نمای بالا وجود ندارد و در صورت نزدیکی بیش از حد دو هدف به هم، روش جداسازی و ادغام نه چندان پیچیده‌ای را می توان برای آشکارسازی اهداف و تعیین تعداد آنها ارائه داد.

۱-۶- سر فصل‌ها

این پایان نامه در هفت فصل ارائه شده است. در این قسمت به مرور سر فصل مطالب فصل‌های بعد می‌پردازیم و توضیح اجمالی در مورد هر فصل را ارائه می‌دهیم.

فصل دوم : پیشینه تحقیق

در این فصل به معرفی کارهای انجام شده مرتبط با ردیابی اهداف می‌پردازیم. روش‌های مختلف را از دیدگاه‌های متفاوت مورد بررسی قرار می‌دهیم و مزایا و معایب هر کدام را عنوان می‌کنیم. به عنوان مثال روش‌ها را از نقطه نظر تعداد دوربین‌های بکار رفته بررسی می‌کنیم و یا از لحاظ قابلیت پیش بینی قسمت ردیابی روش‌ها، آنها را مقایسه می‌کنیم.