بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه حکیم سبزواری

دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه جهت دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ الکترونیک

شناسایی سه بعدی انسان از روی تصاویر دیجیتال

استاد راهنما:

دکتر جواد حدادنیا

پژوهشگر:

محمدناظم جعفری

مهرماه 1392

فرم چکیده‌ی پایان‌نامه‌ی دوره‌ی تحصیلات تکمیلی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

دانشگاه حکیم سبزواری

نام خانوادگی دانشجو: جعفری	نام: محمد ناظم	ش دانشجویی: 8843305013
استاد راهنما: دکتر جواد حدادنیا	استاد مشاور:	
دانشکده: برق و کامپیوتر	رشته: برق	گرایش: الکترونیک
مقطع: کارشناسی ارشد	تاریخ دفاع: 1392/7/14	تعداد صفحات: 67 صفحه

عنوان پایان‌نامه: شناسایی سه بعدی انسان از روی تصاویر دیجیتال

کلیدواژه‌ها: شناسایی و ردیابی انسان، دوربین‌های استریو، شناسایی سه بعدی، هم‌پوشانی یا انسداد، توزیع گوسی، لبه‌گیری

چکیده:

شناسایی و ردیابی انسان یکی از مهم‌ترین موضوعات در بینایی ماشین می‌باشد که در کاربردهایی نظیر نظارت ویدئویی، تحلیل جمعیت، تحلیل حرکت و رفتار انسان و تعامل انسان و کامپیوتر استفاده می‌شود. برای اینکه شناسایی بهتر و دقیق‌تر صورت گیرد، زوایای دید بیشتر و همچنین فن آوری بهتر نیاز است. افزایش تعداد دوربین‌های ناظر و فن آوری در سامانه شناسایی و ردیابی لزوم استفاده از یک سامانه شناسایی و ردیابی خودکار را بیش از پیش نشان می‌دهد. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در ردیابی خودکار انسداد یا هم پوشانی اشیاء می‌باشد. روش‌های مختلفی برای حل این مسئله ارائه شده است. یکی از روش‌های قدرتمند استفاده از دوربین‌های سه بعدی (استریو)است. این دوربین‌ها از صحنه تصویری می‌دهند که با توجه به فاصله شیء تا دوربین، روشنایی تصویر آن متغیر است، یعنی هر چه شیء نزدیک‌تر به دوربین باشد روشن‌تر است.

در این پژوهش روشی جدید و کارا برای شناسایی و ردیابی انسان با استفاده از دوربین استریو که محیط را نظارت می‌کند، ارائه شده است. در ابتدا پیش زمینه از پس زمینه تفریق می‌شود. سپس پردازش‌های اولیه روی تصویر به دست آمده انجام می‌شود تا نویزهای احتمالی را حذف شود. با استفاده از روش لبه گیری (canny)، لبه‌های ناحیه‌ها را به دست می‌آوریم. با استفاده از الگوریتم شناسایی نواحی (افراد) را شناسایی می‌شوند. در مرحله بعد افراد شناسایی شده را بر اساس نزدیکی به دوربین مرتب می‌کنیم تا ردگیری بهتر صورت گیرد. ردگیری با استفاده از تابع توزیع گوسی صورت می‌گیرد. برای اینکه ردگیری دقیق‌تر صورت گیرد از اطلاعات شدت روشنایی نیز استفاده می‌شود. در نهایت افراد با توجه به فاصله‌شان نسبت به دوربین با یک کادری که متناسب با این کمیت است، نشان داده می‌شود.

امضای استاد راهنما

فهرست مطالب:

1 *مقدمه* 1

2 *پیشینهٔ کارهای انجام شده و مفاهیم اولیه* 9

2-1 روش‌های انجام کار: 10

2-2 موقعیت دوربین: 11

2-2-1 دوربین بالای سر: 11

2-2-2 دوربین افقی زاویه دار: 12

2-3 فضای ردیابی: 13

2-3-1 ردیابی در فضای دید دوربین: 13

2-3-2 ردیابی در فضای نقشهٔ کف: 14

2-3-3 ترکیب دید دوربین با نقشهٔ کف: 16

2-4 شاخص‌های ردیابی: 17

2-4-1 موقعیت: 17

2-4-2 رنگ: 18

2-4-3 ویژگی‌های محلی عکس: 18

2-4-4 ارتفاع و اشغال فضا: 18

2-5 الگوریتم‌های ردیابی: 19

2-5-1 فیلتر کالمن: 19

2-5-2 پارتیکل فیلتر: 20

2-5-3 توزیع احتمال: 20

2-6 حذف نویز و پیش پردازش: 21

2-6-1 گسترش: 21

2-6-2 سایش: 21

2-6-3 ترکیب گسترش و سایش: 22

2-6-4 عملگر باز کردن: 22

2-6-5 عملگر بستن: 22

2-7 شناسایی لبه: 22

2-7-1 آشکارساز لبهٔ کنی: 24

3 *شناسایی سه بعدی* 25

3-1 مدل دوربین: 26
3-2 مدل خطی دوربین: 30
3-3 بازسازی سه بعدی: 31
3-3-1 روابط دو دوربین در یک صحنهٔ ثابت: 33
3-4 نحوه قرار گرفتن دو دوربین: 34
3-5 مثلث بندی: 35
3-6 هم پوشانی: 36
3-7 بیش از دو دوربین: 38

4 *روش پیشنهادی* 40

4-1 سامانهٔ اصلی: 41
4-2 تفریق پیش زمینه از پس زمینه : 42
4-3 حذف نویز و پیش پردازش: 43
4-4 لبه گیری: 44
4-5 شناسایی: 46
4-5-1 اتصال راست: 46
4-5-2 اتصال چپ: 46
4-5-3 الگوریتم شناسایی: 47
4-6 ردیابی: 52
ویژگی‌های الگوریتم: 55

5 *جمع بندی و پیشنهادات* 59

5-1 جمع بندی: 60
5-2 پیشنهادات: 61

منابع و مآخذ: 63

فهرست شکل‌ها:

شکل1-1: دوربین استریو در کاوش‌های فضایی[8] 4

شکل1-2: انواع دوربین‌های استریو [8]..... 6

شکل1-3: عملکرد یک سامانه استریو [2] 6

شکل2-1: دوربین بالای سر [2] 11

شکل2-2: دوربین افقی زاویه دار 12

شکل2-3: نقشه کف..... 15

شکل3-1 : ساختار دوربین 26

شکل3-2 : ساختار مورد استفاده دوربین در محاسبات 27

شکل3-3: مرکز صفحهٔ تصویر و دوربین..... 28

شکل3-4 : انتقال مبدأ مختصات 28

شکل3-5 : دستگاه محورهای مختصات 31

شکل3-6: تصویر یک نقطه صحنه در یک و دو دوربین 32

شکل3-7: تصویر نقاط متناظر در دو دوربین 33

شکل3-8: راستگری تصویر 35

شکل3-9: مثلث بندی 35

شکل3-10: هم پوشانی گروهی..... 37

شکل3-11: خود هم پوشانی 37

شکل3-12: چهار دیدی 38

شکل4-1: نمودار الگوریتم مورد استفاده..... 41

شکل4-2: الف)پس زمینه ب)پیش زمینه 42

شکل4-3: الف)تصویر پس زمینه ب)تصویر پیش زمینه ج)تصویر تفریق پیش زمینه از پس زمینه 43

شکل4-4: پس از عمل باز کردن و بستن..... 44

شکل4-5: آشکارسازی لبه‌ها توسط لبه گیر کنی 45

شکل4-6: اعمال عملگرهای باز کردن و بستن روی لبه‌ها..... 45

شکل4-7: اتصال راست (ساعت گرد)..... 46

شکل4-8: اتصال چپ (پاد ساعت گرد) 46

شکل4-9: شناسایی..... 51

شکل4-10: ردگیری الف)فرم اول ب)فرم دوم..... 54

شکل4-11: عملکرد الگوریتم در یک صحنهٔ مزدحم 57

شکل4-12: عملکرد الگوریتم در یک صحنهٔ دیگر 58

فصل اول:

مقدمه

با پیشرفت فن آوری و توسعه روز افزون و پیچیده شدن جامعه‌های بشری نیاز به طراحی سامانه‌های خودکار برای مسائل اجتماعی و فردی بیش از پیش اهمیت پیدا کرده است. یکی از نیازهای جامعه‌های امروزی داشتن سامانه‌های نظارت ویدئویی برای کاربردهایی نظیر شناسایی و ردیابی و کنترل عبور و مرور می‌باشد. در گذشته نظارت ویدئویی توسط کاربر انسانی انجام می‌شد. خطای کاربر در تشخیص و ردیابی به همراه مشکلاتی که با افزایش تعداد دوربین‌ها و پیچیدگی مجموعه برای تشخیص به وجود می‌آید، در کنار نیاز به یک دوره آموزشی برای یادگیری کاربر انسانی باعث شده است تا سامانه‌های خودکار نظارت ویدئویی، جایگزین سامانه‌های سنتی نظارت شوند.

از جمله کاربردهای یک سامانه نظارت ویدئویی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کنترل ترافیک و حمل و نقل
- بررسی آماری میزان جا بجایی‌ها برای طراحی و معماری مناطق شهری
- کنترل امنیتی اماکن عمومی نظیر بانک، فرودگاه‌ها و فروشگاه‌ها
- کاوش‌های فضایی
- شناسایی و ردیابی افراد مجاز در یک مجموعه صنعتی
- شناسایی رفتارهای مشکوک به منظور مقابله با حملات تروریستی
- نظارت بر عملکرد افراد یک سازمان و یا گروه کاری توسط مدیران
- ردیابی و بررسی تحلیلی بازیکنان یک مسابقه ورزشی مانند فوتبال
- استفاده در ساخت گوینده خودکار مسابقات ورزشی

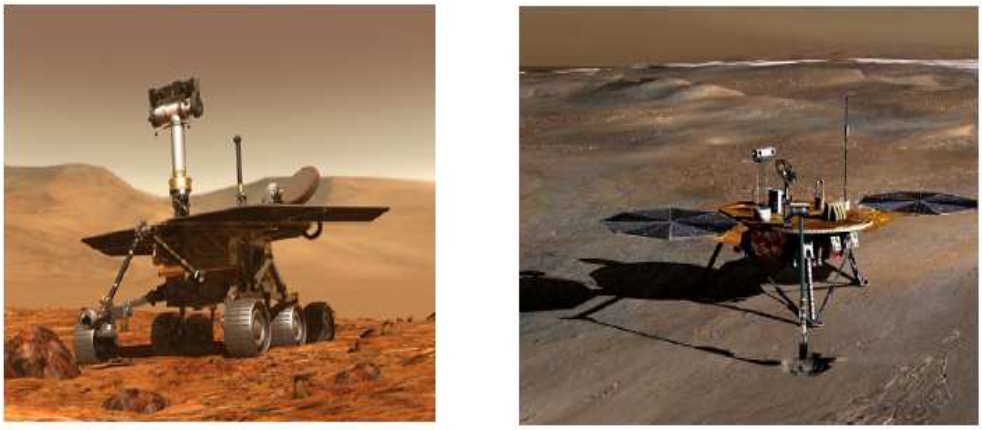
- فشرده سازی ویدئو مبتنی بر اشیاء با مدل حرکت و مؤلفه‌های حرکتی

در کاربردهای نظارت ویدئوی پرکاربردترین مسئله شناسایی و ردیابی اشیاء می‌باشد. شناسایی و ردیابی بر اساس موضوع مورد نظر، به چند دسته کلی می‌توان تقسیم کرد:

- شناسایی و ردیابی خودرو
- شناسایی و ردیابی انسان
- شناسایی و ردیابی اشیاء در محیط‌های صنعتی

در بیشتر کاربردهای اشاره شده، شناسایی و ردیابی با استفاده از دوربین‌های ثابت انجام شده و بیش از همه ردیابی انسان مورد توجه قرار گرفته است. ردیابی انسان از آن جهت مهم می‌باشد که در بیشتر کاربردهای نظارت ویدئویی کنترل رفت و آمد افراد و حرکات آن‌ها برای حفظ امنیت یا داشتن عبور و مرور روان مد نظر می‌باشد. ویژگی‌های حرکتی و ظاهری خاص انسان نسبت به خودرو و یا اشیاء در حالت کلی، لزوم طراحی با بهره گیری از ویژگی‌های فوق را برای کاربرد شناسایی و ردیابی انسان را بیش از پیش مشخص می‌سازد. در شناسایی و ردیابی باید به محدودیت‌های موجود در فضای مسئله نیز توجه کرد. محیط ردیابی در نظر گرفته شده ممکن است خارج یا داخل ساختمان باشد که وابسته به آن شرایط نوری و نوع حرکت افراد می‌تواند متفاوت باشد. از محدودیت‌های دیگر مسئله شرایط حوزه دید دوربین‌ها می‌باشد. حوزه دید دوربین‌ها می‌تواند هم پوشانی داشته باشد یا دوربین‌های بدون هم پوشانی حوزه‌ی دید استفاده شده باشد. روش‌های موجود برای حل مسئله در هر حالت متفاوت بوده و شرایط مختلفی را در نظر باید گرفت. تصاویری که در این پروژه استفاده شده دارای حوزه دید افقی زاویه دار است. محدودیتی هم روی محیط تصاویر برای داخل یا خارج ساختمان بودن قرار داده نشده است.

در بعضی از کاربردها نظیر کاوش‌های فضایی یا رباتها از دوربین‌های استریو که روی رباتها نصب شده‌اند، استفاده می‌شود. در این حالت دوربین‌ها دیگر ثابت نیست شکل(**1–1**).



شکل1-1: دوربین استریو در کاوش‌های فضایی[1]

از جمله چالش‌های اصلی در طراحی یک سامانه شناسایی و ردیابی به خصوص شناسایی و ردیابی انسان، به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

- وجود سایه
- تغییر شرایط نوری محیط
- مسئله انسداد یا هم پوشانی
- فاصله نسبت به دوربین

سایه زمانی رخ می‌دهد یک شیء مانع رسیدن نور مستقیم به شیء دیگر یا قسمتی از خودش شود. در پژوهش‌های انجام شده، مسئله سایه با در نظر گرفتن اثر آن در تغییر شرایط نوری مشاهده یک شیء، بررسی و سعی در حل آن می‌شود. سایه باعث می‌شود که ناحیه‌های از یک شئ با مدل آن سازگار نبوده و ممکن است به عنوان شئ متحرک در شناسایی و ردیابی نقش جداگانه‌ای از شئ ایفا کند. همچنین وجود سایه ممکن است باعث شود که اشیاء با یکدیگر هم پوشانی در سایه یکدیگر داشته باشند و جداسازی اشیاء متحرک را با مشکل مواجه کند.

تغییر شرایط نوری یکی دیگر از مشکلاتی است که در شناسایی و ردیابی و به صورت کلی‌تر در تحلیل حرکت اشیاء مشکل ایجاد می‌کند. با توجه به این که در کاربردهای ذکر شده برای نظارت ویدئویی، دوربین‌های ثابت استفاده می‌شود، معمولاً از مدل‌سازی صحنه برای تشخیص اشیاء متحرک صحنه استفاده می‌شود. مشکل تغییر شرایط نوری نیز در مدل‌سازی صحنه تأثیر می‌گذارد و برای حل

آن سعی می‌شود از مدل‌های مستقل از روشنایی یا مدل‌هایی پویا با تطبیق پذیری بالا استفاده شود. تحمل تغییر شرایط نوری بالا ممکن است باعث کم شدن حساسیت تشخیص شئ متحرک شود و شئ متحرک و یا قسمتی از آن جزء نواحی متحرک به حساب آورده نشود.

یکی دیگر از مشکلات در شناسایی و ردیابی انسداد است. انسداد زمانی رخ می‌دهد که یک شئ در صحنه مانع از مشاهده شیء متحرک شود. شیء مانع می‌تواند، متحرک یا ثابت باشد به این معنی که شیء متحرک در پشت یک شیء ثابت از صحنه قرار گرفته و مشاهده نشود یا شیء متحرک دیگری در جلوی آن قرار گرفته و مانع مشاهده شدن آن شود.

رویکرد جدیدی که در حل مسئله انسداد در سال‌های اخیر مطرح شده است، استفاده از دیدهای چندگانه با به کار گیری دوربین‌های ناظر با ناحیه دید مشترک می‌باشد. در این حالت، چند دوربین از زوایای مختلف از یک ناحیه تصویربرداری کرده و شناسایی و ردیابی با ترکیب اطلاعات دوربین‌ها برای اشتراک ناحیه دید به منظور افزایش کارایی و حل مشکلاتی نظیر انسداد انجام می‌شود. استفاده از چند دوربین دو دلیل عمده دارد: یک، پیدا کردن عمق برای استفاده در شناسایی و ردیابی برای حل مشکل هم پوشانی؛ دوم، افزایش حوزه دید دوربین‌ها. دوربین‌های سه بعدی (استریو) یک نمونه از دید چندگانه است. که در آن دو دوربین در فاصله معین و در یک صفحه قرار دارند. قرار دادن دوربین‌ها بدین طریق، ساده‌ترین حالت برای شناسایی پیکسل‌های متناظر در دو تصویر است شکل (**2–1**).

افزایش تعداد دوربین‌ها و تغییر در محل قرار گرفتن آن‌ها نسبت به هم، با وجود شناسایی بهتر و دقیق‌تر، مسئله پیچیده‌تر شده و محاسبات بیشتری نیاز است. در نتیجه، دیگر سیستم عملکرد آنی[1] نخواهد داشت.

[1] Real time

شکل1–2: انواع دوربین های استریو [1]

استفاده از چند دوربین برای شناسایی و ردیابی در حالت کلی به دو صورت انجام می‌شود: دوربین‌های هم پوشان و غیر هم پوشان. در حالت اول، دیدهای چندگانه در حالتی در نظر گرفته می‌شود که دوربین‌ها دارای هم پوشانی در حوزه دید بوده و از یک صحنه مشترک تصویر گرفته می‌شود. از دیدهای غیر هم پوشان نیز در کاربردهایی نظیر کنترل حمل و نقل در یک مسیر پیوسته و یا ردیابی در مسیر طولانی استفاده می‌شود. در اینجا منظور از دیدهای چندگانه (استریو) استفاده از دوربین‌های هم پوشان برای حل مسائلی نظیر انسداد افراد یا تشخیص عمق می‌باشد شکل (1–2).

شکل1-3: عملکرد یک سامانه استریو [2]

همان طور که در شکل(1-3) دیده می‌شود، دوربین استریو ابتدا از صحنه تصویر را گرفته، سپس تصویر نقشه‌ی عمق آن را به دست می‌آورد. با استفاده از این تصویر اطلاعات سه بعدی را به دست می‌آورد. استفاده از دوربین‌های استریو در شناسایی و ردیابی، با کاهش قیمت تجهیزات تصویربرداری و نظارت ویدئویی، کاربردی روز افزون پیدا کرده است. چالش‌های اصلی در شناسایی و ردیابی چند دیدی شامل موارد زیر می‌باشد:

- ارتباط هندسی بین دیدهای مختلف متناظر با دوربین‌ها
- افزایش پیچیدگی محاسباتی و روش‌ها
- انطباق اشیاء در دیدهای مختلف
- تفاوت مشخصات و در نتیجه کیفیت تصاویر دوربین‌های به کار رفته

با استفاده از چند دید از یک صحنه می‌توان عمق نقاط را به صورت نسبی یا دقیق به دست آورد. در برخی پژوهش‌های انجام شده ، ردیابی با استخراج محل اشیاء در فضای اقلیدسی سه بعدی با استفاده از چند دید از صحنه، انجام شده است. در این حالت استخراج موقعیت شیء در فضای سه بعدی با استفاده از دو یا چند دوربین انجام می‌شود. در این حالت، استخراج مؤلفه‌های عملکرد دوربین شامل مؤلفه‌های داخلی و خارجی دوربین لازم می‌باشد که خود، بر پیچیدگی روش افزوده و کاربرد آن را محدود می‌کند.

برای غلبه با چالش‌های ذکر شده، فن آوری استفاده از دوربین‌های سه بعدی تا حدودی این چالش‌ها را حل کرده است. این دوربین‌ها می‌توانند به طور خودکار مراحل بالا را انجام دهند، تصویری می‌دهند که با توجه به فاصله شیء تا دوربین شدت روشنایی تصویر متغیر است. اشیاء نزدیکتر روشن‌تر است. در این پژوهش، شناسایی ردیابی انسان با استفاده از دوربین استریو به منظور حل مشکلاتی نظیر انسداد و همچنین به دست آوردن اطلاعات عمقی افراد بررسی شده است. سامانه‌ی طراحی شده می‌تواند برای شناسایی و ردیابی افراد در محیطی که نسبتاً شلوغ است، مورد استفاده قرار گیرد.

در ادامه، در فصل2 پیشینهٔ تاریخی موضوع مورد بررسی قرار گرفته است. در این فصل، علاوه بر کارهای انجام شده در حوزه شناسایی و ردیابی انسان، ردیابی از لحاظ دید دوربین و شاخص‌های ردیابی مورد بررسی قرار گرفته است. در آخر هم حذف نویز و پیش پردازش، گسترش، سایش، عملگرهای باز کردن و بستن، شناسایی لبه از مفاهیمی است که در این پایان نامه مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بیان شده است.

در فصل3 مفاهیم شناسایی سه بعدی مورد بررسی قرار گرفته است. در این فصل ابتدا نحوه گرفتن تصویر و روابط آن مورد بحث قرار گفته، در انتهای فصل به مفاهیم استریو و چند دیدی پرداخته شده است.

در فصل4 کارهایی که در این پایان نامه انجام شده توضیح داده شده است. این فصل مراحل مختلف سامانه را مورد بررسی قرار داده است. در انتهای فصل نتایج عملکرد سامانه در چند مکان مختلف که از لحاظ تعداد و قرار گفتن افراد متفاوت است، آمده است.

در فصل5 خلاصه‌ای از پایان نامه و کارهایی که در آینده در این زمینه بهتر است صورت گیرد، بیان شده است.

فصل دوم:

پیشینهٔ کارهای انجام شده

و مفاهیم اولیه

در این فصل ابتدا به بررسی و مرور پژوهش‌های که در زمینه شناسایی و ردیابی انسان، توسط افراد مختلف در سال‌های اخیر صورت گرفته است، می‌پردازیم. سپس بعضی از مفاهیمی را که بیشتر در این پایان نامه مورد استفاده قرار گرفته را مطرح و به بیان آن‌ها می‌پردازیم.

2-1 روش‌های انجام کار:

ردیابی و شناسایی اشیاء یکی از مسایل اساسی در بینایی ماشین بوده و تحقیقات زیادی در این زمینه در سال‌های اخیر صورت گرفته است.

این پیشرفت‌ها با روش‌های متفاوت انجام شده است:

- شکل(کانتور)[1] [3] و [4]
- زیرفضا[2] [5] و [6] و [7]
- الگو[3] [8] و [9] و [10]
- ویژگی‌های محلی[4] [11] و [12] و [13]

بیشتر این روش‌ها برای ردیابی افراد در محیط‌های شلوغ که هم پوشانی دارند، مناسب نیست. زیرا این روش‌ها بر اساس اطلاعات دو بعدی عمل می‌کنند. ولی روش‌هایی که بر اساس استفاده از اطلاعات عمق تصویر(استریو) هستند، مناسب‌تر هستند و می‌توانند بر مشکلاتی نظیر هم پوشانی غلبه نمایند. بنا بر این، در این بخش بیشتر روی الگوریتم‌هایی که بر اساس روش استریو هستند، تمرکز می‌کنیم. اولین دسته بندی روش‌هایی که بر اساس استریو کار می‌کنند، موقعیت دوربین است.

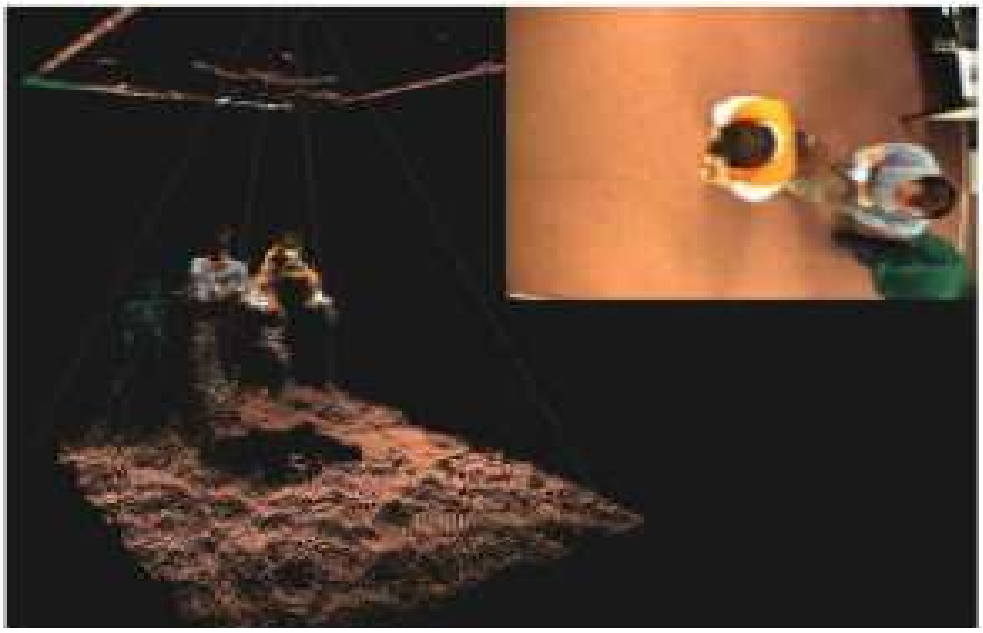
[1] contour-based
[2] subspace-based
[3] template-based
[4] local feature based

2-2 موقعیت دوربین:

مکان قرار گرفتن دوربین استریو، در حالت کلی می‌تواند به صورت: "بالای سر"[1] یا "افقی زاویه دار"[2] باشد.

2-2-1 دوربین بالای سر:

در این روش دوربین استریو بالای صحنهٔ ردیابی، قرار داده می‌شود تا از افراد تصویر بگیرد شکل(2-1).



شکل2-1: دوربین بالای سر [2]

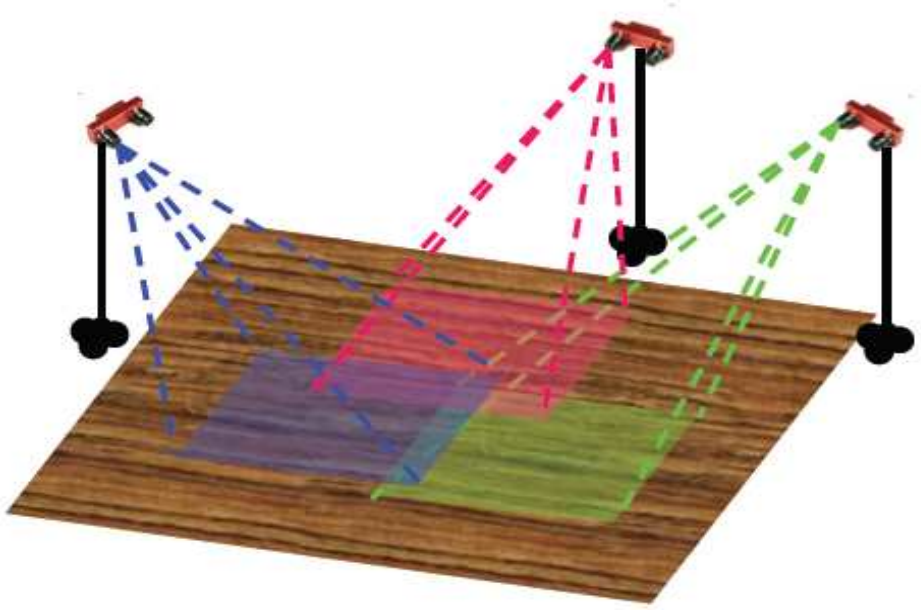
یکی از کارهای انجام شده با استفاده از این روش، الگوریتم ردیابی که بر اساس استریو کار می‌کرد. توسط انگلبین[3] و همکارانش ارائه شد [14]. یک دوربین استریو بالای سر افراد قرار داده می‌شود و به طور مستقیم از بالا به پایین صحنه را تحت پوشش قرار می‌دهد. تصاویر استریویی که به دست می‌آید، دارای هم پوشانی کمی است. یکی دیگر از الگوریتم‌هایی که در این زمینه وجود دارد

[1] Overhead Camera
[2] Forward-Pointing Camera
3Englebienne

[15] است. که در آن لیندا[1] و همکارانش برای ساختن نواحی مجزا، از یک روش ساده که دور نواحی را یک مستطیل فراگرفته، استفاده می‌شود، سپس ردیابی انجام می‌گیرد. این روش برای کاربردهایی که در آن نیاز به شمردن افراد است، مناسب است. زیرا در این حالت هم پوشانی کمتر اتفاق می‌افتد. ولی به دلیل محدودیت‌های آن: ارتفاع، دید کم، دید فقط بالاتنه، باعث استفاده کمتر آن در مقایسه با روش دیگر شده است.

2-2-2 دوربین افقی زاویه دار:

در این وضعیت دوربین در حالی که نسبت به زمین در ارتفاعی قرار گرفته، ناحیه مورد نظر را تحت پوشش قرار می‌دهد شکل (2-2). معمولاً در این حالت دوربین موازی با سطح زمین نیست. از بالا به پایین با یک زاویه‌ای نسبت به افق قرار دارد. زیرا اشیاء مورد نظر روی سطح زمین قرار دارند.



شکل2-2: دوربین افقی زاویه دار

[1] Linda

در مقایسه با روش دوربین بالای سر، این روش برتری‌هایی دارد:

- عمق بیشتری از صحنه را تحت پوشش قرار می‌دهد.
- میدان دید بیشتر است.
- چون افرادی که در حال قدم زدن هستند از پهلو دیده می‌شوند، قسمت‌هایی بیشتری از بدن آن‌ها دیده می‌شود.

بنا بر این، روش" دوربین افقی زاویه دار" بیشتر از روش "دوربین بالای سر"در سیستم‌های "امنیتی" و"روابط بین کامپیوتر و انسان" مورد استفاده قرار می‌گیرد. از کارهایی که در این زمینه‌ها با استفاده از روش دوربین" افقی زاویه دار" صورت گرفته به: [16] و [17] و [18] و [19] و [20] و [21] و [22] و [23] و [24] و [25] و [26] و [27] و [28] و [29] می‌توان اشاره نمود. استفاده از روش "افقی زاویه دار" با استفاده از دوربین‌های استریو باعث می‌شود که هم پوشانی که در مکان‌های شلوغ اتفاق می‌افتد، خیلی خوب مدیریت شود و همچنین فاصله افراد نسبت به دوربین به دست می‌آید.

2-3 فضای ردیابی[1]:

فضای ردیابی اشیاء با استفاده از روش استریو به دو دسته متفاوت تقسیم می‌شود، "دید دوربین"[2] و"نقشهٔ‌کف"[3].

2-3-1 ردیابی در فضای دید دوربین:

اشیاء به وسیله دوربین استریو ضبط می‌شوند. بنا بر این ردیابی به طور مستقیم می‌تواند صورت گیرد. در این جا با استفاده از اطلاعات مربوط به عمق اشیاء می‌توان به مسایلی مانند: هم پوشانی جزیی و ابهام در ردیابی رسیدگی کرد. از کارهایی که در این زمینه صورت گرفته، به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

[1] Trackingspace
[2] Camera-view
[3] plan-view

کار ناندا[1] و همکارانش می‌تواند یک مثال در این زمینه باشد [30]. آن‌ها یک الگوریتمی ارائه دادند که بر اساس اطلاعات عمق(استریو) عمل می‌کرد. بالا تنه و دست افراد را مورد شناسایی قرار می‌داد. مشکلی که الگوریتم آن‌ها داشت، استفاده از دوربین استریویی بود که فقط افراد ثابت در فاصله کم را مورد شناسایی قرار می‌داد. ولی ایده آن‌ها تا هنوز مورد توجه است.

در سال 2007 موناز–سالیناس[2] و همکارانش، یک الگوریتم شناسایی انسان که بر اساس "دید دوربین" با فن آوری استریو عمل می‌کرد، ارائه دادند [24]. این الگوریتم برای کاربردهای روباتیک که دوربین در حال حرکت است، پیشنهاد شد.

در این الگوریتم نیاز به مدل پس زمینه نبود. آن‌ها با استفاده از روش فیلترینگ جزئی، توأم با یک مدل از انسان که شامل دو بیضی یکی برای سر و دیگری برای نیم تنهٔ بالایی بود، افراد را شناسایی می‌کردند. در این روش آن‌ها از فیلترینگ جزئی برای شناسایی افراد به صورت مجزا استفاده می‌کردند، یعنی تک تک افراد جداگانه پردازش می‌شد.

در سال 2011 سونگمین جیا[3] و همکارانش ردیابی را با استفاده از فضای دید دوربین انجام داده بودند. این الگوریتم که برای کاربردهای روباتیک طراحی شده بود، مناسب فضای بیرون و داخل ساختمان بود [29] .

2-3-2 ردیابی در فضای نقشهٔ کف:

احتمالاً برای اولین بار از بینایی استریو به صورت از بالا به پایین یعنی "نقشهٔ کف"، بایمر[4] در سال 2000 استفاده کرده است [20]. در این کار او از یک دوربین استریو برای شناسایی و شمردن افراد استفاده کرد. به جایی که تصاویر استریو که از محل دید دوربین به دست می‌آمد را بررسی نماید، از تلفیق نقشهٔ محل قرار گرفتن افراد با اورتوگرافیگ[5] محیط، تصویری به دست آورد، که آن را "نقشهٔ کف" نامید شکل (2-3). او متوجه شد که تصویری که به این طریق به دست آمده و محل قرار

[1] Nanda
[2] Munoz-Salinas
[3] Songmin Jia
[4] Beymer
[5] orthographic