ردیابی و شناسایی‌مجدد افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها با دید مجزا بر مبنای سیستم فازی در محیط‌های بسته

علی قنبری سرخی[1] حمید حسن‌پور[2]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی کامپیوتر – دانشگاه صنعتی شاهرود- شاهرود- ایران
ali.ghanbari289@gmail.com
۲- استاد، دانشکده مهندسی کامپیوتر – دانشگاه صنعتی شاهرود- شاهرود- ایران
h.hassanpour@shahroodut.ac.ir

چکیده: انتخاب یک ویژگی مناسب جهت شناسایی و ردیابی در سیستم‌های نظارتی با شبکه‌ای از دوربین‌ها به معیارهایی مانند سرعت و دقت به دلیل بلادرنگ بودن این نوع از سیستم‌ها بستگی دارد. به همین منظور در این مقاله از ویژگی هیستوگرام رنگ به عنوان یک روش ساده و درعین حال موثر برای ردیابی و انطباق افراد در بین دوربین‌های مختلف استفاده شده است. ولی استفاده از این ویژگی در بعضی از موارد به دلیل تغییر شدت روشنایی محیط و تغییر اندازه افراد نسبت به دوربین‌های مختلف، نتایج رضایت بخشی را از خود نشان نمی‌دهند. در این مقاله برای کاهش تغییر شدت روشنایی در هنگام عبور افراد در بین دوربین‌ها از تابع انتقال روشنایی تجمعی استفاده شده است. از آنجایی که تغییر اندازه افراد با توجه به فاصله‌ی آنها نسبت به دوربین، عملکرد ویژگی رنگ را در مکان‌های متفاوت از محیط تحت تاثیر قرار می‌دهد، به همین منظور، با به کارگیری یک سیستم فازی محیط تحت پوشش هر دوربین به قسمت‌های متفاوت تقسیم شده است. در ادامه، به منظور مقایسه رنگ ظاهر افراد، بدن هر فرد با استفاده از فاصله نسبی قسمت‌های مختلف به سه قسمت سر، نیم‌تنه و پایین‌تنه (پاها) تقسیم می‌شود. برای ردیابی در یک دوربین و شناسایی‌مجدد افراد در بین دوربین‌ها، از ویژگی هیستوگرام قسمت‌های مختلف بدن با توجه به موقعیت قرار گرفتن افراد نسبت به هر دوربین استفاده شده که نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی نشان دهنده بهبود عملکرد این نوع از سیستم‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: ردیابی انسان، شبکه‌ای از دوربین‌ها، زاویه دید بدون همپوشانی، سیستم فازی، هیستوگرام رنگ، تابع انتقال روشنایی تجمعی.

تاریخ ارسال مقاله : ۱۳۹۱/۹/۱۹
تاریخ پذیرش مشروط مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۱۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۰۸
نام نویسنده‌ی مسئول: علی قنبری سرخی
نشانی نویسنده‌ی مسئول: ایران – شاهرود – میدان هفت تیر – دانشگاه صنعتی شاهرود - پردیس مهندسی– دانشکده‌ی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016

۱- مقدمه

تجزیه و تحلیل رفتار افراد کاربردهای زیادی در مسائل مختلفی چون بررسی رفتار افراد در مراکز خرید و امنیت بانک‌ها و فرودگاه‌ها دارد. ردیابی افراد اولین و مهمترین مرحله در این نوع از سیستم‌ها می‌باشد. به دلیل وسعت محدود دید دوربین‌ها، بررسی تمام محیط مورد نظارت با استفاده از تنها یک دوربین امکان پذیر نمی‌باشد. بر این اساس معمولا شبکه ای از دوربین‌ها با زاویه دید غیرهم‌پوشان جهت نظارت مورد استفاده قرار می‌گیرند. ردیابی افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها به دلیل خصوصیات ظاهری افراد و عواملی از قبیل نور محیط، موقعیت افراد نسبت به دوربین، زاویه‌ی دید و غیره، بسیار پیچده خواهد بود. معمولا برای ردیابی در چنین سیستم‌های از ویژگی‌های چون مدل حرکت، مدل‌های هندسی و ظاهر افراد استفاده می‌شود. به طور کلی، در سیستم‌های که از ویژگی‌های مبتنی بر حرکت برای ردیابی افراد استفاده شده‌است، نتایج قابل قبولی در ردیابی از خود نشان نداده‌اند[۱] زیرا حضور افراد در زمان و مکان‌های مختلف در مقابل دید دوربین‌ها تابع قانون خاصی نبوده و افراد می‌توانند به صورت غیر یکنواخت در زمان‌های مختلف در مکان‌های متفاوتی قرار گیرند و از آنجایی که ویژگی حرکت وابستگی زیادی به مکان و زمان افراد در فریم‌های قبلی دارد فیلترهای حرکت نمی‌توانند افراد را در مواقع انسداد[1] و در زمان ورود به زاویه دید دوربین به خوبی شناسایی و ردیابی نمایند.

دسته دیگر از ویژگی‌ها که برای ردیابی افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها استفاده شده، مبتنی بر مدلی هندسی افراد می‌باشد، در این ویژگی، شناسایی لبه یک بخش اساسی را به خود اختصاص می‌دهد که به دلیل کیفیت پایین تصاویر ویدیوی نظارتی، نویز سنسورها و مشکلات قطعه‌بندی تصاویر، استخراج این ویژگی با مشکل روبرو می‌شود. مدل هندسی و ویژگی‌های آن در اشیاء غیرصلب به دلایلی مثل اندازه کوچک، شکل متفاوت در توالی از ویدیو در قسمتی از اجسام متحرک، نتایج قابل قبولی از خود نشان نمی‌دهند.

در سال‌های اخیر سیستم‌های مبتنی بر ظاهر افراد عملکرد بهتری برای شناسایی و ردیابی در زمانی که آنها وارد زاویه دید دوربین‌ها می‌شوند از خود نشان داده‌اند. رنگ به عنوان مهمترین ویژگی استخراج شده از ظاهر افراد معرفی شده که عموما به دلیل ساده‌گی و سرعت محاسبات به صورت هیستوگرام در ردیابی افراد، بکار گرفته می‌شود. اما دقت این روش در یک سیستم با شبکه‌ی از دوربین‌ها، بخصوص با دید غیرهم‌پوشان، پایین می‌باشد. دو علل اساسی این امر تغییر احتمالی ظاهر افراد و شرایط نوری محیط در دوربین‌های مختلف می‌باشد. در این مقاله، به منظور بالا بردن دقت روش هیستوگرام و بهبود این تکنیک، در ردیابی و شناسایی‌مجدد افراد، پیشنهاد شده که هیستوگرام قسمت‌های مختلف بدن بطور مجزا مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور با استفاده از فاصله نسبی قسمت‌های مختلف بدن انسان، به سه قسمت کلی سر، نیم‌تنه و پایین تنه تقسیم‌شده است. از آنجایی که رنگ هر یک از این قسمت‌ها می‌توانند در فواصل متفاوت از دوربین عملکرد متفاوتی از خود نشان دهد در این مقاله از یک سیستم فازی با استفاده از پنج ویژگی ارتفاع، عرض، فاصله پیکسلی، زاویه و حجم هر فرد استفاده شده و محیط تحت مراقبت هر دوربین به شش وضعیت دور-رو به دوربین، متوسط-رو به دوربین، نزدیک-رو به دوربین، دور-پشت به دوربین، متوسط-پشت به دوربین و نزدیک-پشت به دوربین تقسیم شده است، و از رنگ قسمت‌های مختلف بدن افراد با توجه به مکان قرار گرفتن آنها نسبت به دوربین‌ها به صورت جدا استفاده نموده‌ایم. در این مقاله برای کاهش تاثیر تغییر شدت روشنایی محیط در هنگام عبور افراد از بین دوربین‌ها از یک تابع انتقال روشنایی تجمعی استفاده شده است.

ساختار مقاله به این صورت است که در قسمت دوم مقاله، ابتدا روش‌های موجود ردیابی مبتنی بر یک دوربین و چند دوربین مورد بررسی قرار میگیرد. سپس روش‌های پیشنهادی مقاله ارائه می‌شود. در روشهای پیشنهادی، ابتدا ویژگی هیستوگرام رنگ و همچنین چگونگی قسمت‌بندی بدن انسان با استفاده از فاصله نسبی اجزای متفاوت بدن مورد بحث قرار می‌گیرد. سپس، ویژگی مورد نیاز برای شناسایی موقعیت افراد نسبت به دوربین بیان می‌شود. در همین راستا، سیستم فازی و قواعد فازی برای استخراج موقعیت افراد مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. ادامه بحث، روش هیستوگرام تجمعی برای کاهش تغییر شدت روشنایی، معیارهای شباهت و روش شناسایی مجدد افراد با استفاده از پارامترهای استخراج شده از روش پیشنهادی بیان می‌شود. در قسمت‌های انتهایی، مجموعه داده، معیار ارزیابی و آزمایشات انجام شده در این مقاله مورد تحلیل قرار گرفته و در نهایت نتیجه‌گیری مقاله بیان می‌شود.

۲- روش‌های موجود در ردیابی

ردیابی در یک ویدئو به معنی شناسایی پیوسته‌ی موقعیت شی و به روز رسانی حرکت آن در زمانی است که هدف یا دوربین در حال حرکت می‌باشند. با وجود اینکه کارهای زیادی در این زمنه

Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers - Vol.13- No.2 Summer 2016

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]

انجام شده ولی ردیابی به دلایل مختلف نظیر، پایین بودن وضوح دوربین‌ها و فشرده‌گی زیاد فیلم، ماهیت پیچیده حرکت و هندسه جسم، هم‌پوشانی، تغییر در شرایط روشنایی، فرایند بلادرنگ، متفاوت بودن ظاهر اشیاء در محیط‌های با چند دوربین کار بسیار پیچیده‌ای بوده که همین دلایل، نیاز به تحقیقات بیشتر و ارائه راهکارهای جدید همچنان نیاز بوده است.

سیستم‌های که در سال‌های اخیر برای ردیابی معرفی شده‌اند عموماً از سه نوع ویژگی مدل حرکت، مدل‌های هندسی و ظاهر افراد استفاده کرده‌اند. هریک از این ویژگی‌ها می‌توانند عملکرد متفاوتی در ردیابی و انطباق افراد در زمان ورود به زاویه دید دوربین‌ها داشته باشد. در همین راستا در این مقاله به معرفی مطالعاتی که برای ردیابی در یک دوربین و شناسایی‌مجدد در شبکه‌ای از دوربین‌ها با دید مشترک و مجزا انجام شده‌است، پرداخته خواهد شد.

۱-۲- ردیابی بر پایه حرکت

در ردیابی بر پایه حرکت، یک حباب به فردِ، فریم فعلی که پارامترهای حرکتش مانند مکان، سرعت[۲] و شتاب شبیه پارامترهای حرکت فریم قبلی هستند تقسیم‌بندی می‌شود. در این نوع از ردیابی‌ها از مرکز جرم هندسی افراد که به آن، مرکز ثقل نیز گفته می‌شود، استفاده می‌شود. مرکز ثقل ویژگی بسیار ثابتی می‌باشد که اگر تغییر کمی در شکل افراد به وجود بیاید تاثیر چندانی در آن به وجود نخواهد آمد. در ریابی بر اساس مدل حرکت جنبه‌های متفاوتی مانند؛ چگونگی حرکت اشیا در بین فریم‌ها، موقعیت زمانی و ظاهر شی در فریم‌های پی در پی و چگونگی تغییر سرعت اجسام متحرک باید در نظر گرفته شود.

[۲] روشی جدید به منظور بازشناسی خودکار اهداف متحرک زمینی و طبقه‌بندی آنها به گروه‌های انسان، خودرو و حیوان با استفاده از تحلیل نقشه‌های زمان-فرکانس پیشنهاد داده است. از جمله معروف‌ترین روش‌های مبتنی بر حرکت می‌توان به فیلتر کالمن، فیلتر ذرات و جریان‌های نوری۳ اشاره نمود. حرکت فرد با استفاده از فیلترهای خطی و گاهی اوقات غیرخطی مدل می‌شود و هر فرد با استفاده از مدل حرکت ردیابی می‌شود. برچسب‌ها به افراد به طور مداوم بر اساس، موقعیت واقعی و تخمین‌زده شده، اختصاص داده می‌شوند. اگر افراد زیادی در نزدیکی یکدیگر جابجا شوند، فرد با ویژگی‌های حرکت تخمینی و واقعی نزدیک، به عنوان فرد تطبیق داده شده در نظر گرفته می‌شود. در سیستم‌های ردیابی بر پایه ویژگی حرکت به منظور کاهش پیچیدگی این نوع از سیستم، فرض‌های بر روی سیستم و محیط تحت نظارت اعمال می‌نمایند. به عنوان مثال در[۳] فرض شده که سرعت (نرخ) فریم از دنباله ویدئو به اندازه کافی بالا باشد بنابراین موقعیت فرد به میزان قابل توجه‌ای بین فریم‌ها تغییر نمی‌کند. به طور مشابه در [۴] فرض شده که ظاهر فرد بین فریم و سرعت راه رفتن، متوقف شدن یا شروع به راه رفتن به صورت تدریجی تغییر می‌کند. [۶-۴] سرعت افراد را ثابت فرض کرده‌اند. این روش‌ها، در محیط‌های بدون محدودیت بی‌اعتبار است. به عنوان مثال، فرض سرعت ثابت به طور کلی برای عابر پیاده درست نیست. زیرا ممکن است تغییر مسیر و متوقف شدن افراد به طور ناگهانی و غیرقابل پیش بینی انجام شود[۷]. در ردیابی برپایه حرکت مانند فیلتر کالمن [۸] از توانایی پیش‌بینی مکان افراد در فریم بعدی با استفاده از تاریخچه حرکت آن استفاده می‌شود. همچنین در [۹] یک فیلتر ذره‌ای با دوام معرفی شده که این روش با نمونه‌گیری آماری برای کاهش تعداد نمونه‌های مورد نیاز ترکیب می‌شود. مشکل اصلی در ردیابی انسان با فیلتر ذره‌ای رشد نمایی ذرات به منظور تخمین صحیح مسیر حرکت افراد می‌باشد[۱۰، ۱۱]. به همین دلیل این روش برای ردیابی چندین فرد در کاربردهای بلادرنگ مناسب نیست.

۲-۲- ردیابی بر پایه مدل هندسی

در مدل‌های هندسی از ویژگی‌های شکل برای شناسایی و ردیابی استفاده شده‌است. تشخیص لبه، تطبیق مرز شی، گشتاور، مساحت، اندازه، از جمله ویژگی‌های شی محسوب می‌شوند که برای ردیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل‌های هندسی از افراد و ویژگی‌های استخراج شده از آن در دامنه وسیعی برای شناسایی افراد مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی‌های مانند گشتاورها، لبه، اسکلت، مساحت، محیط و مدل شکل به صورت دوبعدی و سه‌بعدی بیشتر برای ردیابی استفاده شده است. الگوریتم‌های که نسبت به اندازه، انتقال و چرخش، متغیر نباشند، می‌توانند برای ردیابی و انطباق افراد استفاده شوند. گشتاورها به عنوان معیارهای کمی از اشکال در مجموعه‌ای از نقاط هستند. گشتاور نوع صفر (مساحت)، نوع یک (میانگین داده یا مرکز ثقل) و نوع دوم (پراکندگی داده) می‌باشند که برای آنالیز آماری در بسیار از موارد استفاده می‌شوند. برای انطباق اشکال اشیاء از n گشتاور استفاده می‌شود. [۱۲] گشتاور ثابت که ترکیب خطی از گشتاور مرکزی هستند را معرفی کرد. [۱۳] شناسایی و ردیابی اشیاء را با استفاده برداری شامل سه گشتاور ثابت انجام داده است، و از فاصله اقلیدسی برای انطباق آنها استفاده کرده است. به طور مشابه [۱۴] از ویژگی‌های گشتاورهای اندازه، انتقال و

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016

چرخش با فرض انحراف نسبی اشیاء استفاده کرده‌اند. [۱۵] گشتاورهای در بُعدهای دلخواه از دو، سه و n بُعد را پیشنهاد دادند. مشاهدات استفاده از گشتاورهای دوبعدی موفقیت خوبی در کاربردهای بینایی از خود نشان داد. [۱۶] ناحیه‌های مرزی بسته را استخراج کرد و نمایش آنها با استفاده از محیط، مساحت، فشردگی و گشتاورها را پیشنهاد نمود. روش‌های بر پایه گشتاور به انحراف‌های اشیاء مانند غیر یکنواخت بودن شدت روشنایی و تغییر شکل اشیاء اگر اشیا غیرصلب و یا از مرز شی برای شناسایی اشیاء استفاده شود حساس می‌باشند. مرز شی معمولا با تکنیک‌های شناسایی لبه پیدا می‌شود. در [۱۹-۱۷] مرز شکل اشیاء با استفاده از نقاط لبه پشت‌سرهم بدست آمده است. نقاط مرزی با دید گرافی که هر لبه را به هم متصل کرده می‌تواند پویش شود [۲۰].

۳-۲- ردیابی بر پایه ظاهر

اطلاعات ظاهر اشیاء به طور مکرر در شناسایی و ردیابی استفاده شده است. در بسیاری از مقالات که در سال‌های اخیر در زمینه ردیابی اجسام غیرصلب منتشر شده از این ویژگی استفاده شده است. از جمله مهمترین روش‌های موجود به منظور شناسایی افراد با استفاده از ظاهر آنها، می‌توان به تابع چگالی احتمال، مدل‌های ظاهری یک‌بعدی و دوبعدی، چندین نقطه ثابت در افراد و مدل ظاهری از چند زاویه دید، اشاره کرد. تابع چگالی احتمال از ویژگی‌های ظاهری افراد به مانند رنگ و بافت محاسبه می‌شود و این تابع می‌تواند به صورت پارمتری مثل گوسین [۲۱] و ترکیبی از گوسین‌ها [۲۲] و به طور روش‌های غیر پارامتری برپایه کرنل [۲۳] و نمودار هیستوگرام [۲۴] باشند. نمودار هیستوگرام در دهه‌اخیر بسیار مورد استفاده قرار گرفته است به دلیل اینکه نسبت به چرخش، مقاومت از خود نشان می‌دهد و هنوز هم یکی از روش‌های معروف برای شناسایی می‌باشد. در [۲۴] از تکنیک جابجایی میانگین برای ردیابی استفاده شده، آنها از نمودار هستوگرام رنگ و فاصله Bhattacharyya برای پیدا کردن بهترین انطباق موقعیت افراد استفاده کرده‌اند.

جمله کارهای که در آن، روش‌های ردیابی به صورت اتوماتیک نمی‌باشد می‌توان به [۲۵] اشاره کرد یعنی مرحله آموزش به صورت off-line می‌باشد. آنها تعدادی از binهای هیستوگرام را در فضای رنگی RGB انتخاب کرده‌اند و مسیر بهینه را با برنامه‌نویسی پویا بدست آورند. در [۲۶] از فشرده‌سازی بردار تردیجی برای تصاویر استفاده شده و سپس با فاصله اقلیدسی میزان شباهت هیستوگرام بین این بردارها بدست آمده است.

تکنیک‌های غیرپارامتری مانند تخمین شدت کرنل برای مدل‌کردن ظاهر افراد مانند روش‌های قبلی بسیار محبوب هستند. در [۲۳] ارتفاع افراد به سه قسمت تقسیم شده که هر قسمت سر، نیم تنه و پایین تنه با تابع شدت کرنل گوسین مدل شده است با استفاده از این روش هزینه محاسبه تخمین شدت کرنل بهبود یافته است. در این مقاله برای تقسیم‌بندی قسمت‌های مختلف بدن از تفاوت رنگ هر قسمت استفاده شده است. در واقع فرض شده که نیم تنه و پایین تنه باید کاملاً یک رنگ و با هم متفاوت باشد.

۴-۲- شبکه ای از دوربین‌ها با دید مشترک

بسیاری از محققان برای بالا بردن عملکرد ردیابی از چندین دوربین با دید مشترک استفاده کرده‌اند [۲۹-۲۷]. در [۳۰] حدود ۴۰۰ مقاله در زمینه ردیابی مورد بررسی قرار گرفته‌است و به مشکل ردیابی افراد و روش‌های غلبه بر آنها در حرکت انسان پرداخته‌است، که شامل مدل اولیه ظاهری انسان، ردیابی، تخمین مکان و شناسایی رفتار می‌باشد. در [۳۱] جزئیات بسیاری از تکنیک‌های موجود در ردیابی فرد معرفی و بطور خلاصه گزارشی از این تکنیک‌ها بیان شده است. در مقاله دیگر برخی از تکنیک‌های ردیابی مرور و عملکرد آنها مورد مقایسه قرار گرفت [۳۲]. در [۳۳] به بررسی بخش‌های مختلف سیستم شناسایی و ردیابی انسان پرداخته شده، و الگوریتم‌های ردیابی به بخش‌های، پیش‌پردازش(Preprocessing)، استخراج پیش‌زمینه، طبقه‌بندی شی، تطبیق(Verification) / پالایش(Refinement) و ردیابی تقسیم شده‌است. در این تحقیق الگوریتم‌های مربوط به بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت و نقاط قوت و محدودیت‌های آنها توضیح داده شده است.

از مزایای محیط با چند دوربین با زاویه دید مشترک می‌توان به داشتن چندین نما از یک فرد اشاره کرد، که می‌توان برای انطباق افراد در مواقع انسداد در زاویه دید یک دوربین، از زاویه دید دوربین‌های دیگر استفاده شود و همچنین در این نوع از سیستم‌ها دسترسی به پارامتر عمق، راحتر می‌باشد. ولی این نوع از سیستم‌ها مشکلاتی به مانند کالیبره شدن دوربین‌ها با هم و کم بودن محدوده دید تحت پوشش را دارند و همچنین در این نوع از سیستم‌ها تغییر در فضای دید یک دوربین موجب تغییر در بقیه دوربین‌ها می‌شود که می‌تواند کل سیستم را با مشکل

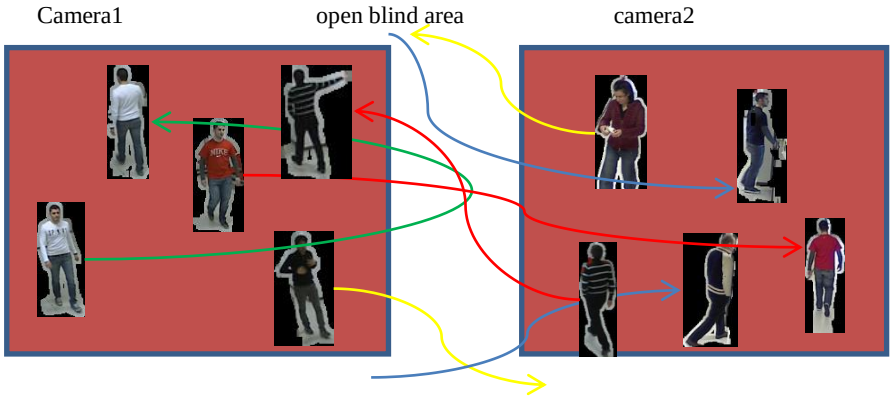
[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]

روبه‌رو نمایید. به همین منظور در سال‌های اخیر برای ردیابی از شبکه‌ای از دوربین‌ها با دید مجزا استفاده شده‌است.

۵-۲- شبکه ای از دوربین‌ها با دید گسسته

عمل مشاهده یک فرد در زاویه دید یک دوربین و شناسایی-مجدد آن در زاویه دید همان دوربین یا دوربین دیگر را شناسایی مجدد گویند. که یک مرحله بسیار مهم در محیط‌های با چندین دوربین با زاویه دید مجزا می‌باشد. یک فرد ممکن است در زاویه دید دوربین، یک یا چندبار وارد شود. اگر بتوان کار شناسایی-مجدد یک فرد و اطلاعات مربوط به زمان و تعداد دفعات ورود یا خروج آن فرد از زاویه دید یک دوربین را بدست آورد، کمک بسیار مهمی برای شناسای و آنالیز رفتار افراد انجام می‌گیرد.

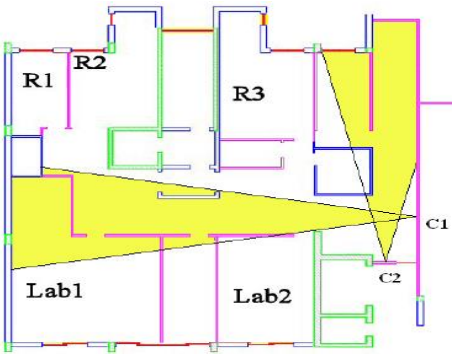
در [۳۴] از پارامترهای مکانی و مدل حرکت فراد برای ردیابی در این نوع از محیط‌ها استفاده شده است. در این مقاله این پارامترها با مدل‌های ظاهری (appearance models) افراد ترکیب شدند و نشان داده شد که این کار سبب بالا رفتن عملکرد سیستم در شناسایی‌مجدد افراد می‌شود. برخی از محققان از ویژگی حرکت به مانند مکان، سرعت و شتاب، استخراج شده از افراد در دوربین‌های قبلی برای شناسایی‌مجدد در شبکه دوربین بدون هم‌پوشانی استفاده کرده‌اند. آنها برای ردیابی، ویژگی‌های حرکت را با اطلاعات مکانی دوربین‌ها ترکیب کرده‌اند. برای نمونه در [۳۵-۳۷] از اطلاعات مکان و سرعت افراد متحرک در دوربین‌ها با دید مجزا برای تعیین ارتباط زمان و مکان افراد استفاده شده‌است. در [۳۶] فرض شده که ارتباط بین افراد در بین این دوربین‌ها مشخص است، و برای مدل کردن دینامیک افراد از یک مدل مارکف استفاده شده‌است. و همچنین در [۳۸] از ترکیب اطلاعات زمانی و مکانی به همراه ویژگی رنگ، تابع انتقال روشنایی برای برقراری ارتباط بین افراد استفاده شده است. این روش‌ها برای مواقعی مناسب می‌باشند که فاصله بین دوربین‌ها کم بوده و افراد ملزم به حفظ وضعیت حرکتی خود از جمله سرعت و جهت حرکت باشند. در صورتی که افراد بین دو دوربین مکث نموده و یا حرکت آزادانه‌ی دیگر انجام دهند سیستم دچار اختلال در تشخیص می‌گردد. در بسیاری از مقالات منتشر شده از تکنیک‌های انطباق هیستوگرام فرد مانند هیستوگرام رنگ به عنوان یک مشخصه(Signature) استفاده شده است [۳۹]. تحقیقات دیگری نیز اخیرا انجام شده است که از تکنیک‌های هیستوگرام برای شناسایی‌مجدد افراد در چندین دوربین بدون هم‌پوشانی استفاده شده‌است [۴۰ و ۴۱]. بعضی دیگر از محققان از ویژگی‌های دیگر به همراه هیستوگرام و همچنین چهره افراد [۴۲] استفاده نموده‌اند. در مقاله [۴۳] از احتمالات برپایه شبکه باور بیزین (BBN) برای بالابردن عملکرد هیستوگرام برای شناسایی و یا شناسایی‌مجدد افراد استفاده شده‌است. از بیزین برای ردیابی انسان در چندین دوربین با دید مجزا در [۴۴] استفاده شده است. در این تحقیق فرض شده که سرعت افراد یکنواخت است و اگر فردی، برای چند لحظه متوقف شود سیستم قادر به شناسایی آن در دوربین بعدی نخواهد بود. برای ردیابی در محیط‌هایی که از شبکه‌ای از دوربین‌ها با دید مجزا استفاده می‌شود ویژگی حرکت نمی‌تواند برای شناسایی-مجدد افراد مفید باشد. زیرا در این نوع از محیط‌ها نقاط ورود و خروج زیادی وجود دارند این در حالی است که ویژگی حرکت به مکان شی بستگی دارد. این امکان وجود دارد که افراد از یک مکان خارج شوند و دوباره در همان صحنه، ولی این بار از مکان دیگر، وارد شوند. شکل (۱) حالت‌های مختلف از ورود و خروج افراد را در این نوع از سیستم‌ها نشان می‌دهد که با توجه به متغیر بودن زمان و مکان افراد در هنگام ورود و خروج، می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های مبتنی بر زمان- مکان نمی‌توانند مناسب باشند. به طور مشابه خواص هندسی نمی‌توانند



شکل(۱): تمام حالت‌های ممکن از خروج و ورود افراد در دو دوربین با دید گسسته

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016



شکل(۲): توپولوژی کلی از سیستم‌های نظارتی با چند دوربین بدون هم‌پوشانی[۴۶]

نتایج خوبی برای شناسایی‌مجدد افراد به دلیل، کیفیت پایین تصاویر و تغییر اندازه بسیار زیاد (دور و نزدیک شدن شی نسبت به دوربین‌های متفاوت)، از خود نشان دهند[۴۵]. شکل(۲) یک نمایش کلی از محیط با چند دوربین با زاویه دید غیرهم‌پوشان می‌باشد. در این شکل، دو دوربین در یک ساختمان برای نظارت نصب شده‌است.

در ادامه این مقاله، روشی برای طراحی یک سیستم یک‌پارچه ردیابی افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها با دید مجزا بیان می‌شود. این سیستم برپایه هیستوگرام قسمت‌های مختلف بدن انسان براساس فاصله نسبی اجزای متفاوت بدن می‌باشد. همچنین در ادامه، برای تشخیص موقعیت افراد نسبت به هر دوربین بدون در نظر گرفتن محل نصب دوربین، یک سیستم فازی با استفاده از ویژگی‌های ارتفاع، عرض، اندازه (حجم)، فاصله پیکسلی و زاویه افراد پیشنهاد شده است. سیستم پیشنهادی بر روی مجموعه داده استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفته و قابل اطمینان بودن آن با معیارهای رایج در این نوع از سیستم‌ها به صورت دقیق نشان داده می‌شود. این سیستم که در بخش‌های بعدی به تفصیل بیان شده از نظر بار محاسباتی (زمان اجرا) برای سیستم‌های بلادرنگ به دلیل استفاده از هیستوگرام رنگ با روش جدیدی که در استفاده از آن ارائه شده بسیار مناسب بوده و می‌توان در کاربردهای متفاوت در دنیای واقعی از آن استفاده نمود.

۳- هیستوگرام قسمت‌های مختلف بدن انسان

در بسیاری از تحقیقات از هیستوگرام رنگ ظاهر افراد جهت شناسایی در دوربین‌های مختلف استفاده شده است[۲۴ و ۴۷]. در این مطالعات از هیستوگرام رنگ کل بدن انسان برای ردیابی بهره گرفته شده است. زمانی که هیستوگرام رنگ دو فرد، بدلیل شباهت رنگی بخش‌های متناظر به هم، نزدیک باشد می‌توان بجای کل بدن انسان به مقایسه قسمت‌های متناظر به صورت جداگانه پرداخت. برای این منظور نیاز به استفاده از روشی

جدول(۱): اندازه نسبی قسمت‌های مختلف

قطعه	طول نسبی (به واحد)
قد	۸
ساعد	۲
بازو	۱,۵
گردن و سر	۱,۲۵
بدن (بالاتنه)	۱,۲۵
فاصله بین دو شانه	۲
فاصله بین دو لگن	۲
ران	۲
ساق پا	۲
پا (از مچ به پایین)	۱

قدرتمند برای تقسیم‌بندی قسمت‌های مختلف بدن انسان می‌باشد که در هنگام تغییر اندازه کل بدن افراد قسمت‌های مختلف را به درستی از هم جدا کند که در ادامه روشی که از فاصله نسبی قسمت‌های مختلف بدن استفاده می‌کند معرفی می‌شود.

۳-۱- شناسایی قسمت‌های مختلف بدن انسان

قسمت‌های مختلف بدن انسان نظیر سر، نیم‌تنه و پایین‌تنه (پاها) از نظر اندازه هریک ضریب ثابتی از طول قد افراد می‌باشند. این عامل می‌تواند به ما در شناسایی قسمت‌های مختلف بدن انسان کمک نماید.

برای تقسیم‌بندی قسمت‌های مختلف بدن انسان به اندازه نسبی این قسمت‌ها با توجه به کل قد انسان نیاز است. در این مقاله، برای این منظور از فواصل نسبی، مطالعات کلینیکی[۴] استفاده شده که این مطالعات بیشتر برای آنالیز حرکات انسان و نسبت‌های موجود در بدن انجام گرفته است[۴۸ و ۴۹]. با توجه به این مطالعات، در مجموع می‌توان بدن انسان را به ارتفاع ۸ سر مدل کرد و نسبت هر یک از اعضاء را نسبت به قد بیان نمود. جدول (۱) این نسبت‌ها را بیان می‌کند. در این مقاله ما بدن انسان را با توجه به نسبت‌های موجود در جدول (۱) به سه قسمت سر، نیم‌تنه و پایین‌تنه (پاها) تقسیم می‌نماییم. شکل (۳) نتایج حاصل از قسمت‌بندی بدن انسان برای دو فرد را نشان می‌دهد.

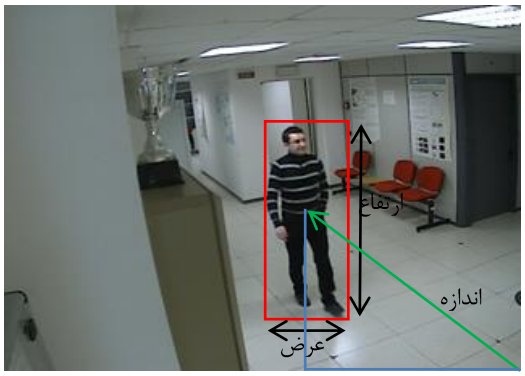


شکل(۳): قسمت‌بندی بدن دو فرد با اندازه (قد) متفاوت با روش پیشنهادی

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]

۴- موقعیت یا وضعیت افراد نسبت به دوربین‌ها

یکی دیگر از مشکلات استفاده از ویژگی‌های مبتنی بر ظاهر برای شناسایی افراد، تغییر اندازه آنها در زاویه‌ی دید دوربین‌ها می‌باشد و چنانچه بتوان اطلاعاتی از موقعیت افراد نسبت به دوربین‌ها بدست آورد و از ویژگی‌های هر قسمت برای آن قسمت به صورت جدا استفاده نمود، سبب بهبود عملکرد سیستم ردیابی و شناسایی‌مجدد می‌شود. به همین منظور در این مقاله به معرفی روشی بر پایه یک سیستم فازی برای تخمین موقعیت افراد نسبت به دوربین با استفاده از تقسیم‌بندی محیط تحت پوشش هر دوربین پرداخته شده است. انسان معمولا برای تشخیص اینکه یک فرد نسبت به او چه فاصله‌ای دارد از خصیصه‌های مثل اندازه و حجم ظاهر آن استفاده می‌کند به همین منظور در این سیستم برای اینکه بتوان موقعیت افراد نسبت به دوربین‌ها را بدست آورد اطلاعاتی از ارتفاع، عرض، اندازه (حجم)، فاصله پیکسلی و زاویه افراد نسبت به دوربین‌ها به عنوان ورودی‌های سیستم فازی در نظر گرفته شده است.



شکل(۴) نمایشی از ویژگی‌های طول، عرض و فاصله برای یک فرد

۴-۱- ارتفاع و عرض

ویژگی ظاهری افراد مثل قد در واقع، فاصله بین ابتدای سر تا انتهای پا و همچنین پهنای بدن انسان یا عرض افراد می‌باشد که در شکل (۴) نمونه‌ای از این ویژگی‌ها را نشان می‌دهد. البته ویژگی عرض یا پهنا با توجه به زاویه دید فرد نسبت به دوربین می‌تواند تا حدودی متغیر باشد.

۴-۲- اندازه

برای بدست آوردن حجم یا اندازه افراد از تصویر نیم‌رخ باینری استخراج شده از افراد استفاده شده است، که شکل (۵) نمونه‌ی از تصویر نیم‌رخ باینری یک شخص را نشان می‌دهد. با استفاده از رابطه (۱) اندازه هر فرد استخراج شده محاسبه می‌شود. در رابطه زیر n و m ابعاد تصویر فرد می‌باشد.

$$Z=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}B(i,j) \qquad (۱)$$



شکل(۵): نمایشی از افراد استخراج شده به همراه تصویر نیم‌رخ باینری

۴-۳- فاصله پیکسلی

ویژگی فاصله پیکسلی می‌تواند به عنوان یک پارامتر بسیار مؤثر برای بدست آوردن موقعیت افراد در تصاویر ویدیویی بکار رود. برای بدست آوردن این فاصله نیاز به اطلاعاتی اضافه‌ای مثل محل قرار گرفتن دوربین نسبت به محیط یا یک نقطه ثابت از تصویر می‌باشد. برای بدست آوردن فاصله افراد نسبت به دوربین‌ها معیارهای زیادی وجود دارد، که در اینجا از فاصله اقلیدسی استفاده شده است. فاصله محل مورد نظر دوربین، نسبت به مرکز شی استخراج شده با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود. شکل (۴) یک نمونه از ویژگی‌های ارتفاع، عرض و فاصله برای یک فرد را نشان می‌دهد.

$$dist=\sqrt{(x_2-Cx_1)^2+(y_2-Cy_1)^2} \qquad (۲)$$

در رابطه (۲) Cx_1 و Cy_1 مختصات مرکز فرد مورد نظر برای شناسایی و ردیابی می‌باشد.

۴-۴- زاویه

یکی دیگر از ویژگی‌های که در این مقاله به عنوان ورودی سیستم‌فازی برای شناسایی موقعیت استفاده شده، زاویه قرار گرفتن افراد نسبت به دوربین می‌باشد بخصوص زمانی که از ویژگی‌های بیومتریک مثل صورت افراد یا طریقه راه رفتن برای ردیابی استفاده می‌شود. تشخیص این نکته که شخص روبه دوربین یا پشت به دوربین می‌باشد، برای استخراج ویژگی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. برای این منظور ابتدا بردار حرکت هر پیکسل فرد نسبت به فریم‌های قبلی محاسبه می‌شود و با بدست آوردن برآیند بردارها، زاویه بردار حاصل نسبت به مبدا در نظر گرفته می‌شود. در این مقاله برای بدست آوردن بردار حرکت از روش جریان نوری استفاده شده است. جریان نوری با دو روش معروف Horn-Schunck و Lucas-Kanade شناخته می‌شود که در این مقاله از روش Horn-Schunck استفاده شده است.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016

برای محاسبه جریان نوری در دو تصویر رابطه (۳) را باید محاسبه نمود.

$$I_x u+I_y v+I_t=0 \quad (۳)$$

که در رابطه بالا I_x، I_y و I_t مشتق روشنایی و u ، v به ترتیب جریان نوری افقی و عمودی می‌باشد. در روش Horn-Schunck برای تخمین سرعت u ، v رابطه (۴) را باید مینیمم نمود.

$$E=\iint (I_x u+I_y v+I_t)^2 dxdy+\alpha \iint \left\{(\frac{\partial u}{\partial x})^2+(\frac{\partial u}{\partial y})^2+(\frac{\partial v}{\partial x})^2+(\frac{\partial v}{\partial y})^2\right\} dxdy \quad (۴)$$

بردار حرکت در مرحله بعدی با استفاده از رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$u_{x,y}^{k+1}=u_{x,y}^{-k}-\frac{I_x[I_x u_{x,y}^{-k}+I_y v_{x,y}^{-k}+I_t]}{\alpha^2+I_x^2+I_y^2} \quad (۵)$$

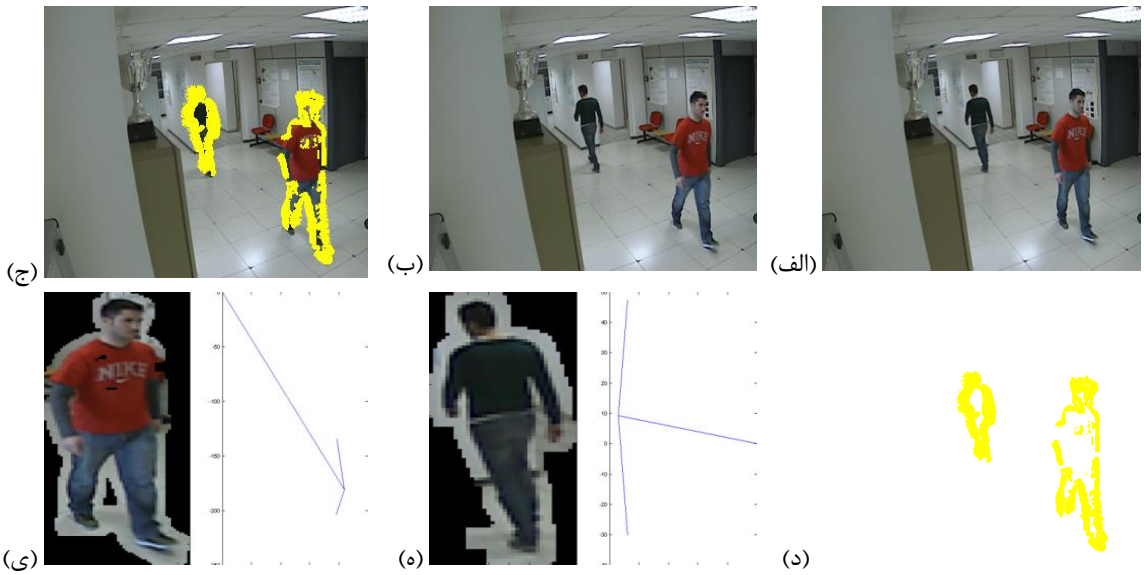
$$v_{x,y}^{k+1}=v_{x,y}^{-k}-\frac{I_x[I_x u_{x,y}^{-k}+I_y v_{x,y}^{-k}+I_t]}{\alpha^2+I_x^2+I_y^2} \quad (۶)$$

در این رابطه، $[u_{x,y}^{k}\ v_{x,y}^{k}]$ سرعت تخمینی برای پیکسل (x,y) می‌باشد و $[u_{x,y}^{-k}\ v_{x,y}^{-k}]$ میانگین همسایه‌های این پیکسل می‌باشد. برای k=0 سرعت اولیه صفر در نظر گرفته شده است. در رابطه (۳)، I_x، I_y با کرنل سوبل [۱ ۲ ۱ ; ۰ ۰ ۰ ; ۱- ۲- ۱-] و I_t بین دو تصویر ۱ و ۲ از کرنل [۱ ۱-] استفاده شده است. شکل (۶) نمونه‌ای از جریان نوری بدست آمده با استفاده از روش Horn-Schunck را نشان می‌دهد.

۵- قواعد فازی برای وضعیت افراد

در این مقاله، موقعیت و محل قرار گرفتن افراد نسبت به دوربین به شش وضعیت که در جدول (۳) نشان داده شده تقسیم شده‌است. در این جدول پنج ویژگی اندازه، طول، عرض، زاویه و فاصله پیکسلی به صورت اندازه‌های کیفی به صورت کوچک (small)، متوسط(avg) و بزرگ(big) مطرح شده است. از آنجایی که محیط تحت مراقبت توسط سیستم نظارتی در این مقاله بسته می‌باشد و مشخصات فیزیکی محیط تا حدودی قابل تشخیص می‌باشد. بازه‌های این ویژگی‌ها برای افراد متفاوت را می‌تواند در زمان آموزش محاسبه نمود.

برای بدست آوردن مقادیر این ویژگی‌ها بعد از نصب دوربین در مرحله راه‌اندازی یا آموزش، یک فرد در محیط حرکت کرده مقادیر بیشینه و کمینه هر ویژگی برای آن محاسبه می‌شود سپس با توجه به این مقادیر، پارامترهای جدول وضعیت به صورت کمی بدست آورده می‌شود. برای بدست آوردن مقدار ویژگی‌ها که با پارامترهای کوچک، متوسط و بزرگ مشخص می‌شود از رابطه‌های (۷) تا (۹) استفاده شده است.



شکل(۶): بردار حرکت بدست آمده با روش Horn-Schunck. (الف) و (ب) دو فریم پشت سرهم از ویدیو (فریم‌های۶۲۲-۶۲۳). ج) بردارهای حرکت در فریم ۶۲۳ (بردارهای حرکتی که از یک حدآستانه کمتر بودن را نمایش نداده‌ایم). (د) بردار حرکت بدون پس‌زمینه. (ه) و (ی) جهت حرکت افراد بعد از بدست آوردن برآیند بردار حرکت مخصوص به هر فرد به صورت جدا را نمایش می‌دهد.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]

جدول(۳): جدول وضعیت و مقادیر ویژگی‌های معرفی شده

وضعیت	ارتفاع	عرض	فاصله	اندازه	زاویه
وضعیت ۱ (نزدیک – روبه دوربین)	Big	Big	Small	Big	Negative
وضعیت ۲ (متوسط – روبه دوربین)	Big	Avg	Avg	Big	Negative
وضعیت ۳ (دور – رو به دوربین)	Avg	Small	Big	Avg	Negative
وضعیت ۴ (نزدیک – پشت به دوربین)	Big	Big	Small	Big	Positive
وضعیت ۵ (متوسط – پشت به دوربین)	Big	Avg	Avg	Big	Positive
وضعیت ۶ (دور– پشت به دوربین)	Avg	Small	Big	Avg	Positive

در این رابطه‌ها Feature مبین هر یک از ویژگی‌های معرفی شده به عنوان ورودی‌های جدول وضعیت می‌باشد.

$$big_Feature > Min_Feature + \frac{2}{3}(Max_Feature - Min_Feature) \pm \varepsilon \quad (۷)$$

$$Min_Feature + \frac{1}{3}(Max_Feature - Min_Feature) \pm \varepsilon$$

$$< Ave_Feature < \ldots \quad (۸)$$

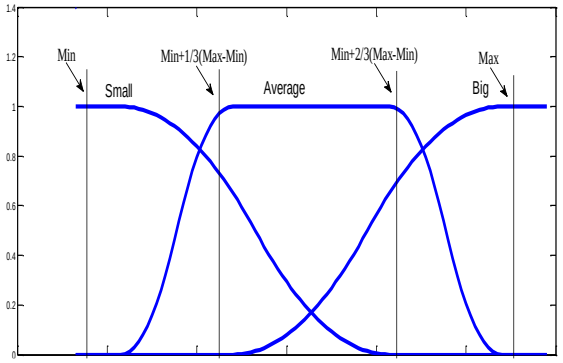
$$Min_Feature + \frac{2}{3}(Max_Feature - Min_Feature) \pm \varepsilon$$

$$small_Feature < Min_Feature + \frac{1}{3}(Max_Feature - Min_Feature) \pm \varepsilon \quad (۹)$$

وضعیت افراد با استفاده از ویژگی‌های معرفی شده نسبت به دوربین به شش قسمت تقسیم شده است.

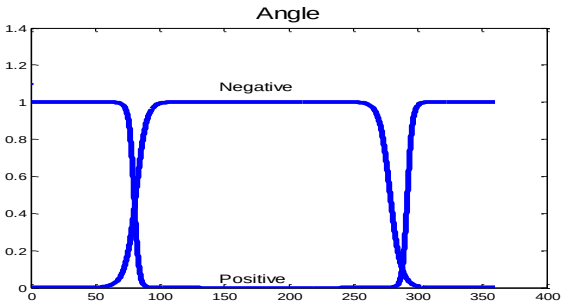
۱-۵- استفاده از روش فازی برای بدست آوردن وضعیت افراد نسبت به دوربین‌ها

در این سیستم فازی ورودی‌ها، پنج ویژگی معرفی شده می‌باشد و خروجی این سیستم یکی از شش وضعیت افراد نسبت به دوربین می‌باشد. بعضی از این وضعیت‌ها در حالت‌های مختلف با یکدیگر هم‌پوشانی دارند. ابتدا باید قواعد حاکم بر این سیستم را بدست آورد. برای این منظور از پایگاه دانش که در جدول (۳) وجود دارد استفاده شده است. این جدول براساس مشاهداتی که افراد نسبت به محیط دارند بدست آمده است. با توجه به این که در این جدول هر یک از ویژگی‌ها به صورت مجموعه‌ای از عبارات فازی Small، Avg و Big در نظر گرفته شده در این مقاله از توابع فازیی که در شکل (۷) نشان داده شده برای این ویژگی‌ها استفاده شده است.



شکل(۷): توابع فاری به کار رفته برای ویژگی‌های طول، عرض، حجم و فاصله پیکسلی به عنوان ورودهای سیستم فازی

ویژگی زاویه به صورت شکل (۸) در نظر گرفته شده است و اگر زاویه‌ی برایند بردارهای حرکت در حالت مثبت باشد فرد رو به دوربین و در غیر این صورت پشت به دوربین در نظر گرفته می‌شود



شکل(۸): تابع فاری به کار رفته برای ویژگی زاویه به عنوان ورودی سیستم فازی

بعد از بدست آوردن متغیرهای ورودی سیستم فازی نوبت به قواعد مورد استفاده از سیستم می‌رسد که در اینجا از شش قاعده جدول (۳) استفاده شده است.

قاعده ۱: اگر ارتفاع فرد بزرگ(Big) و مقدار عرض آن بزرگ (Big) و مقدار فاصله آن کوچک (Small) مقدار حجم آن بزرگ (Big) و زاویه پشت به دوربین (Negative) وضعیت ۱ می‌باشد.

قاعده ۲: اگر ارتفاع فرد بزرگ (Big) و مقدار عرض آن متوسط (Avg) و مقدار فاصله آن متوسط (Avg) و مقدار حجم آن بزرگ (Big) و زاویه پشت به دوربین (Negative) وضعیت ۲ می‌باشد.

قاعده ۳: اگر مقدار ارتفاع فرد متوسط (Avg) و مقدار عرض آن کوچک (Small) و مقدار فاصله آن بزرگ (Big) و مقدار حجم آن متوسط (Avg) و زاویه پشت به دوربین (Negative) وضعیت ۳ می‌باشد.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

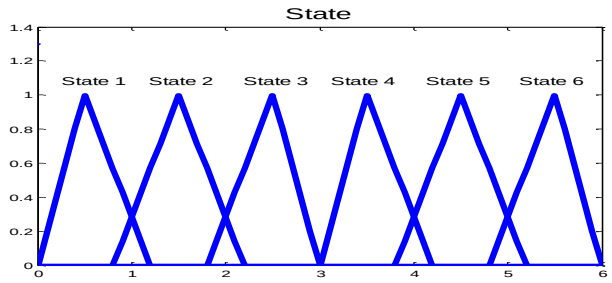
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016

قاعده ۴: اگر ارتفاع فرد بزرگ(Big) و مقدار عرض آن بزرگ (بزرگ) و مقدار فاصله آن (Small) و مقدار حجم آن بزرگ (Big) و
زاویه رو به دوربین (Positive) وضعیت ۴ می‌باشد.

قاعده ۵: اگر ارتفاع فرد بزرگ (Big) و مقدار عرض آن متوسط (Avg) و مقدار فاصله آن متوسط (Avg) و مقدار حجم آن بزرگ (Big) و زاویه رو به دوربین (Positive) وضعیت ۵ می‌باشد.

قاعده ۶: اگر مقدار ارتفاع فرد متوسط (Avg) و مقدار عرض آن کوچک (Small) و مقدار فاصله آن بزرگ (Big) و مقدار حجم آن متوسط (Avg) و زاویه رو به دوربین (Positive) وضعیت ۶ می‌باشد.

در شکل (۹) تابع عضویت مربوط به مقادیر زبانی متغیر خروجی نشان داده شده است. خروجی فازی را با شش وضعیت مشخص می‌کنیم.



شکل(۹): تابع فازی برای وضعیت افراد نسبت به دوربین به عنوان خروجی سیستم فازی

پس از بدست آوردن قواعد حاکم بر سیستم و تشکیل پایگاه دانش، نیاز به سیستم استنتاج داریم تا با پذیرفتن ورودی‌های فازی براساس قواعد پایگاه معرفت، خروجی فازی مناسب را ایجاد نماییم. این امکان وجود دارد که قواعد فازی با یکدیگر هم-پوشانی داشته باشند. به عبارت دیگر، تابع عضویت متغیر ورودی با دو یا سه تابع عضویت از عبارت متغیر زبانی تطابق نسبی داشته باشد که در این نتیجه با دو یا سه قاعده از قواعد پایگاه معرفت، قابل استنتاج خواهد شد. در این حالت باید یک استراتژی رقابتی برای استنتاج وجود داشته باشد تا بتوان خروجی فازی مناسب را ایجاد کرد که برای این منظور در این مقاله از روش ممدانی استفاده شده است. تا کنون مقادیر بدست آمده از این روش مقادیر فازی می‌باشند و لازم است تا این مقادیر یا مجموعه‌های فازی را به مقادیر غیرفازی مناسب تبدیل نماییم. روش‌های زیادی برای غیرفازی کردن وجود دارد که از مهمترین این روش‌ها می‌توان به مرکز ثقل، مرکز مجموعها، ارتفاع، بزرگترین سطح، متوسط ماکزیمم و ... اشاره نمود. در این مقاله، از روش ارتفاع به دلیل سادگی و سرعت آن استفاده نموده‌ایم. در این روش اگر هر قاعده، خروجی c_i را داشته که ارتفاع آن (α_i) قدرت آن قاعده را در رقابت مشخص می‌نماید و مقدار قله c_i برابر مقداری از z است که در آن، c_i بیشترین مقدار را داراست که با $z^{(i)}$ نمایش داده می‌شود. در این روش برای بدست آوردن خروجی قطعی از رابطه (۱۰) استفاده می-شود.

$$z^* = \frac{\sum_{k1}^{n} \alpha_k . z^k}{\sum_{k1}^{n} \alpha_k} \qquad (۱۰)$$

۶- تابع انتقال روشنایی تجمعی معکوس

همواره استفاده از رنگ یا مشتقات رنگی به دلیل حساسیت به شرایط نوری و پارامترهای دوربین باعث ایجاد محدودیت‌های در تشخیص و ارتباط صحیح بین مشاهدات می‌شود [48]. یکی از مشکلاتی در شناسایی افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها، تغییر شدت روشنایی در زمانی که افراد از یک دوربین به دوربین دیگر منتقل می‌شوند، می‌باشد که یکی از راه حل‌های ارائه شده برای حل این مشکل استفاده از تابع انتقال رنگ یا تابع انتقال روشنایی قبل از محاسبه‌ی میزان شباهت می‌باشد[۴۱ و ۵۱]. به همین منظور در این مقاله، برای برای کم کردن تاثیر شدت روشنایی از یک تابع انتقال روشنایی که در مرجع [۴۰] پیشنهاد داده شده، استفاده شده است. در این مرجع از تکنیک هیستوگرام تجمعی معکوس استفاده شده است. برای محاسبه هیستوگرام تجمعی از رابطه (۱۱) استفاده کرده‌ایم.

$$\hat{H}(B_m) = \sum_{k=1}^{m} \sum_{l=1}^{N} I(B_k) \qquad (۱۱)$$

در رابطه بالا، N تعداد نمونه‌های ورودی و $B_1,...B_m,...,B_M$ مقدار روشنایی از binهای هیستوگرام H_i و H_j می‌باشد. در اینجا هیستوگرام تجمعی با استفاده از مجموع پیکسل‌های مجموعه آموزش برای کم کردن تاثیر تفاوت اندازه‌ی زاویه دید نرمال می‌شود. $\hat{H}i$ هیستوگرام تجمعی برای H_i می‌باشد. برای پیدا کردن بهترین انطباق بین binهای هیستوگرام از تابع انتقال روشنایی تجمعی (CBTF) که در رابطه (۱۲) نشان داده شده استفاده شده است.

$$f_{i,j} = \hat{H}_j^{-1}(\hat{H}i(B_m)) \qquad (۱۲)$$

تابع $f_{i,j}(B_m)$ به صورت زیر بیان می‌شود:

۱. پیدا کردن بهترین انطباق بین bin، B_m از $\hat{H}i$ با همه‌ی binهای هیستوگرام $\hat{H}_j$

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]



شکل(۱۰): افراد موجود در مجوعه داده- ۱۲ مرد و ۳ زن

۲. اگر bin، B_m از $\hat{H}_i$ با B_n از $\hat{H}_j$ انطباق داشت سپس $\hat{H}_i(B_{m+1})$ می‌تواند فقط با $\hat{H}_j(B_w)$ انطباق داشته باشد.($w \geq n$)

۷- معیار شباهت

معیارهای زیادی برای مقایسه شباهت‌های بین هیستوگرام‌های رنگ وجود دارد. انتخاب معیار مناسب می‌تواند تاثیر زیادی بر کارایی سیستم‌ردیابی و شناسایی‌مجدد افراد داشته باشد. یکی از معیارهای که در انطباق افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها نتایج مناسبی از خود نشان داده معیار Bahhatecheryya می‌باشد [۴۶ و ۴۷]. به همین منظور در این مقاله ما از این معیار برای ارزیابی میزان شباهت هیستوگرام افراد استفاده می‌کنیم که در رابطه (۱۳) تعریف شده است.

$$S(O_{i,k},O_{j,l})=1-D_B(O_{i,k},O_{j,l}) \quad (۱۳)$$

در رابطه بالا $O_{i,k}$ و $O_{j,l}$ نشان دهنده دو مشاهده از افراد در دوربین‌های i و j، و در فریم های k و l می‌باشد. اگر H_i و H_j را هیستوگرام این افراد باشد. D_B [۵۱] به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$D_B\left(H_i,H_j\right)=\sqrt{1-\sum_{v=1}^{m}\sqrt{H_i(v).H_j(u)}} \quad (۱۴)$$

در رابطه (۱۴) m نشان دهنده تعداد bin در هیستوگرام می‌باشد. رابطه (۱۳) عددی در بازه صفر تا یک را بر می‌گرداند و در صورتی که مقدار صفر را برگرداند به معنایی آن می‌باشد که ظاهر آن دو شخص هیچ شباهتی باهم ندارند.

۸- شناسایی‌مجدد افراد

برای شناسایی‌مجدد افراد، میزان شباهت فرد با افرادی که قبلا شناسایی شده محاسبه می‌شد، برای این منظور فردی که با توجه به معیار Bahhatecheryya بیشترین شباهت را دارد با استفاده از رابطه (۱۵) بدست می‌آوریم.

$$\arg\max_{j} similarity(Similarity(H_i,H_j)) \quad (۱۵)$$

در رابطه (۱۵)، H_i هیستوگرام فردی که تازه وارد زاویه دید دوربین شده و باید شناسایی شود، H_j مربوط به هیستوگرام افرادِ موجود در پایگاه‌داده می‌باشد که در این رابطه j، تعداد افرادی که تا کنون شناسایی شده، را نشان می‌دهد. این امکان وجود دارد که از افراد موجود در پایگاه‌داده چندین نمونه در قسمت-های مختلف از محیط وجود داشته باشد که در این مقاله برای بالا بردن دقت شناسایی افراد در زمان ورود آنها به زاویه دید دوربین، ابتدا موقعیت مکانی فرد نسبت به دوربین با استفاده از سیستم فازی محاسبه می‌شود و در صورت وجود از نمونه‌های از افراد برای شناسایی استفاده می‌شود که در این موقعیت مکانی بوده‌اند. در مرحله بعدی میزان شباهت فردی که بیشترین شباهت را با فرد جدید داشته، با در نظر گرفتن یک حدآستانه، با استفاده از رابطه (۱۶) که در [۴۶] معرفی شده مقایسه می‌شود.

$$\prod_{ch\in\{R,G,B\}} \gamma e^{-\gamma D(H_i^{ch},H_k^{ch})} > Threshold \quad (۱۶)$$

در رابطه (۱۶)، D تفاوت هیستوگرام دو فرد می‌باشد که با استفاده از رابطه (۱۴) محاسبه شده و γ عدد ثابت می‌باشد. k فردی می‌باشد که با فرد جدید بیشترین شباهت را دارد ($k \leq j$). در این رابطه، اگر میزان معیار شباهت بیشتر از حدآستانه باشد مبین این مطلب می‌باشد که فرد جدید قبلا در فریم‌های قبلی در این دوربین یا دوربین‌های دیگر مشاهده شده و همان فردی می‌باشد که در رابطه (۱۵) بیشترین انطباق را داشته است(فرد k). اما در صورتی که میزان شباهت از حدآستانه کمتر باشد این فرد به عنوان یک فرد جدید شناخته می‌شود(فرد j+1). در این مقاله برای اینکه بتوان مقایسه‌ای بین هیستوگرام قسمت‌های مختلف مثل نیم‌تنه و پایین‌تنه بدست بیاوریم از رابطه (۱۷) استفاده می‌نماییم.

$$\left(\prod_{ch\in\{R,G,B\}} \gamma e^{-\gamma D(H_i^{ch},H_{k1}^{ch})} \;\&\; \prod_{ch\in\{R,G,B\}} \gamma e^{-\gamma D(H_i^{ch},H_{k2}^{ch})}\right) > Threshold \quad (۱۷)$$

در رابطه (۱۷)، k1 و k2 به ترتیب مبین قسمت‌های، نیم تنه و پایین تنه بدن می‌باشد.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016

۹- مجموعه داده

در این مقاله از مجموعه داده‌ی معرفی شده در مقاله [۴۶] استفاده شده است. شکل (۲) نقشه‌ای از محیط تحت مراقبت این مجموعه داده را نشان می‌دهد که در آن دو دوربین در قسمت متفاوت یک اداره نصب شده و زاویه دید این دوربین‌ها هیچ هم-پوشانی باهم ندارد. شکل (۱۱) دو نمونه از محیط تحت مراقبت این مجموعه داده را نشان می‌دهد. تعداد افرادی که در این مجموعه وجود دارد ۱۵ نفر می‌باشد. که ۱۲ مرد و ۳ زن می-باشند شکل (۱۰) نمونه‌هایی از افراد موجود در این مجموعه داده را نشان می‌دهد. اندازه تصاویر ۶۴۰×۸۴۰ پیکسل بوده که برای بالا بردن سرعت محاسبات ما از تصاویر با ابعاد ۲۴۰×۳۲۰ استفاده کرده‌ایم.



شکل(۱۱): دو نمونه از تصاویر مجموعه داده در دو دوربین متفاوت[44]

۱۰- بدست آوردن پارامترهای سیستم ردیاب در مرحله آموزش

برای بدست آوردن پارامترهای مورد نیاز برای جدول وضعیت و همین طور برای بدست آوردن تابع انتقال روشنایی تجمعی در مرحله آموزش یا راه‌اندازی یک فرد از زاویه دید دو دوربین در محیط‌های متفاوت عبور می‌کنند و مقدار بیشترین و کمترین مقدار هر یک از ویژگی‌های مطرح شده در قسمت‌های قبل و تابع انتقال روشنایی در هر دوربین محاسبه می‌شود. با توجه به آزمایشات انجام شده مقدار بیشینه و کمینه ویژگی‌های مطرح شده برای این مجموعه داده، در جدول (۴) نشان داده شده است. لازم به ذکر می‌باشد که از تصاویر مربوط به یک فرد در هنگام عبور از زاویه دید دو دوربین استفاده شده‌است و این فرد در مجموعه آزمون یا تست از زاویه دید دوربین‌ها عبور نمی‌کند.

جدول(۴): مقادیر کمینه و بیشینه ویژگی‌های جدول وضعیت

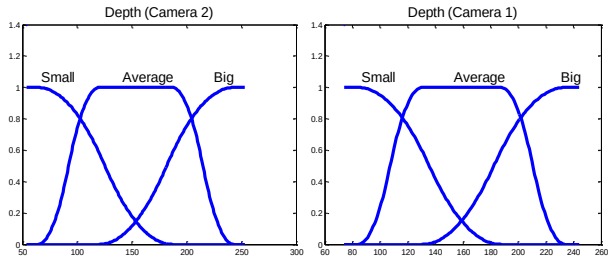
	ارتفاع	عرض	اندازه	فاصله
کمینه دوربین ۱	۵۳	۲۲	۹۷۸	۷۴
بیشینه دوربین ۱	۱۵۸	۷۹	۶۶۷۲	۲۴۴
کمینه دوربین ۲	۵۱	۲۳	۱۰۲۲	۵۴
بیشینه دوربین ۲	۲۰۷	۱۱۷	۱۴۱۱۳	۲۵۳

با توجه مقادیر بدست آمده از جدول (۴) می‌توان جدول وضعیت و ورودی‌های سیستم فازی را محاسبه نمود که مقادیر بدست آمده برای پارمترهای ورودی فازی با استفاده از رابطه‌های (۷) تا (۹) به ترتیب برای دوربین‌های ۱ و ۲ در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول(۵): مقادیر بدست آمده برای جدول وضعیت در دو دوربین

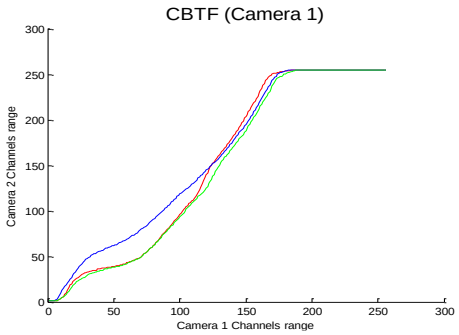
	دوربین ۱				دوربین ۲			
	ارتفاع	عرض	اندازه	فاصله	ارتفاع	عرض	اندازه	فاصله
Small	۸۳>	۴۱>	۲۸۷۶>	۱۳۰>	۵۱>	۲۳>	۱۰۲۲>	۵۴>
Average	۸۳> & <۱۲۳	۴۱> & <۶۰	۲۸۷۶> & <۴۷۷۴	۱۳۰> & <۱۸۷	۵۱> & <۲۰۷	۲۳> & <۱۱۷	<۱۰۲۲ & ۱۴۱۱۳>	۵۴> & <۲۵۳
Big	<۱۲۳	<۶۰	<۴۷۷۴	<۱۸۷	<۲۰۷	<۱۱۷	<۱۴۱۱۳	<۲۵۳

شکل (۱۲) دو نمونه از تابع فازی برای عمق افراد نسبت به دوربین با استفاده از مقادیر جدول (۵) را نشان می‌دهد.



شکل (۱۲): تابع فازی برای عمق افراد با استفاده از روش پیشنهادی

تابع انتقال روشنایی بدست آمده فرد در مرحله آموزش در هنگام عبور از دوربین یک به دو به صورت شکل (۱۳) می‌باشد.



شکل(۱۳): تابع انتقال روشنایی بدست آمده برای دو دوربین در مرحله آموزش

۱۱- نتایج بدست آمده از محاسبه وضعیت افراد نسبت به دوربین‌ها

با توجه به پارامترهای بدست آمده از آزمایشات قبل می‌توان وضعیت افراد نسبت به دوربین‌ها را بدست آورد به همین منظور در شکل (۱۶) نمونه‌های از وضعیت افراد در دو محیط جدا نسبت به دوربین‌ها را نشان می‌دهیم. همانطور که از جدول

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]

وضعیت مشخص می‌باشد وضعیت افراد نسبت به هر دوربین به شش قسمت تقسیم می‌شود که سه قسمت زمانی که افراد روبه دوربین و سه قست دیگر عکس آن در زمانی که پشت به دوربین می‌باشد.

۱۲- معیار ارزیابی

برای نشان دادن عملکرد روش پیشنهادی در شناسایی مجدد افراد از معیارهای کمی دقت و یادآوری و F1 که در بسیاری از مطالعات برای این منظور معرفی شده استفاده می‌نماییم[۴۳].رابطه‌های استفاده شده برای این معیارها به صورت زیر می‌باشد.

$$PR=\frac{TP}{TP+FP} \quad (۱۸)$$

$$RE=\frac{TP}{TP+FN} \quad (۱۹)$$

$$F1=\frac{2*RE*PR}{PR+RE} \quad (۲۰)$$

True positive (TP): اگر یک برچسب قدیمی به درستی به یک شی نسبت داده شود یا برچسب جدید به یک شی جدید داده شود.

False positive (FP): اگر یک برچسب قدیمی به به یک فرد به اشتباه نسبت داده شود.

False negative (FN): اگر برچسب جدید برای یک شی که قبلا شناسایی شده و دارای برچسب بوده نسبت داه شود.

یکی دیگر از معیارهای در شناسایی مجدد افراد برای ارزیابی مورد استفاده قرار گرفته، معیار Accuracy می‌باشد[۴۰ و ۴۱] که در این معیار نسبت تعداد افرادی که به درستی شناسایی شده به کل افراد محاسبه می‌شود. البته شایان به ذکر است که در این مقاله برای سه معیار اول معرفی شده در صورتی که برای یک فرد به اشتباه دو برچسب در پایگاه داده در نظر گرفته شده باشد و همین فرد دوباره وارد زاویه دید دوربین‌ها شود اگر سیستم برچسب فرد جدید را یکی از این دو برچسب در نظر گیرد در این معیارها، سیستم به درستی عمل شناسایی‌مجدد را انجام داده است. ولی برای معیار Accuracy اولین برچسب که برای هر فرد منتسب شده مهم می‌باشد. مثلا اگر برای فرد a دو برچسب ۱ و ۲ نسبت داده شده باشد یعنی برای این شخص دو رکورد متفاوت قرار داده شده که در اینجا یک اشتباه رخ داده است ولی اگر همین شخص a دوباره وارد زاویه دید یکی از دوربین‌ها شود و هر یک از برچسب‌های ۱ یا ۲ به آن نسبت داده شود در سه معیار اول عمل شناسایی‌مجدد به درستی رخ داده است. ولی در معیار Accuracy فقط برچسب ۱ تا پایان شناسایی باید برای این فرد در نظر گرفته شود.

۱۳- نتایج ردیابی

جهت ارزیابی الگوریتم‌های ارائه شده برای ردیابی افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها با دید مجزا، در مجموع از ۲۶۴۲ توالی مختلف از مجموعه‌داده معرفی شده استفاده نموده‌ایم همانطور که معرفی شده ۱۵ فرد مختلف در حال رفت و آمد می‌باشند از این مجموعه‌داده ۲۰۸ توالی برای مرحله آموزش در نظر گرفته شده که یک شخص خاص در این مرحله از زاویه دید دو دوربین عبور می‌کند (۱۰۴ توالی در دوربین شماره ۱ و ۱۰۴ توالی در دوربین شماره دو). از ۲۴۳۴ توالی دیگر برای مرحله آزمون استفاده شده است که ۱۴ فرد (بدون فرد استفاده شده در مرحله آموزش) در این مرحله از زاویه‌های دید دوربین‌های مختلف عبور کرده و محل ورود و خروج این افراد در مجموع متفاوت می‌باشد. شکل(۱۷) نتیجه‌ی به دست آمده برای ردیابی افراد در این سیستم را به صورت تصویری نشان می‌دهد. نتایج نشان دهنده عملکرد قابل قبول سیستم ردیابی در شبکه‌ای از دوربین‌ها می‌باشد.

برای نشان دادن عملکرد سیستم برای شناسایی‌مجدد از معیارهای کمی معرفی شده برای ارزیابی استفاده شده که جدول (۶) نتایج بدست آمده از سیستم با استفاده ار روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

جدول (۶) نتایج بدست آمده با استفاده از روش پیشنهادی برای شناسایی‌مجدد افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها با دید مجزا در محیط بسته

روش‌ها	PR	RE	F1	Accuracy
روش پیشنهادی در فضای رنگی RGB	۸۷٪	۷۶٪	۸۱٪	۵۸٪
مقاله [۴۶] بدون CBTF در فضای رنگی RGB	-	-	-	۳۲,۰۴٪
مقاله [۴۶] بدون CBTF در فضای رنگی HSV	-	-	-	۳۴,۴۴٪
مقاله [۴۶] بعد از اعمال CBTF در فضای رنگی RGB	-	-	-	۵۴,۱۶٪
مقاله [۴۶] بعد از اعمال CBTF در فضای رنگی HSV	-	-	-	۲۳,۴۳٪

آزمایشاتی که در مرجع [۴۶] بر روی همین مجموعه داده انجام شد، ردیابی و شناسایی‌مجدد را فقط برای چهار فرد در نظر گرفته است.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]

۱۴- نتیجه‌گیری

استفاده از شبکه‌ای از دوربین با دید مجزا می‌تواند تاثیر بسیار زیادی در پوشش ناحیه‌ای وسیع و کاهش هزینه‌ها ناشی از تعداد دوربین‌ها داشته باشد. امکان شناسایی‌مجدد افراد تاثیر بسزایی در کارایی این نوع از سیستم‌ها دارد. در همین راستا، در این مطالعه، از ویژگی هیستوگرام رنگ قسمت‌های مختلف بدن انسان با توجه به فواصل نسبی اجزای بدن استفاده شده است. در این مقاله برای بهبود عملکرد سیستم ردیابی و شناسایی‌مجدد به تقسیم‌بندی محیط تحت پوشش توسط هر دوربین با استفاده از سیستم فازی پرداخته‌ایم و از ویژگی هیستوگرام رنگ قسمت-های مختلف بدن افراد با استفاده از فاصله نسبی قسمت‌های مختلف استفاده شده است. در این مقاله، به منظور برطرف کردن تغییر شدت روشنایی در هنگام عبور افراد در بین دوربین‌ها از تابع انتقال روشنایی تجمعی استفاده شده است. نتایج بدست آمده از ردیابی و شناسایی‌مجدد افراد نشان دهنده بهبود عملکرد سیستم پیشنهادی می‌باشد.

مراجع

[۱] یوسف‌زاده، ر.، ردیابی افراد در شبکه‌ای از دوربین‌ها با دیدهای مجزا در محیط‌های بسته، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۹.

[۲] علائی، م.، امینداور، ح. ر.، "روشی جدید در بازشناسایی خودکار اهداف متحرک زمینی با استفاده از رادارهای مراقبت زمینی پالس- داپلر،" مجله انجمن مهندسین برق و الکترونیک ایران- سال ششم- شماره دوم- پائیز و زمستان ۱۳۸۸.

[3] Elgammal, A. E., Davis, L. S., "Probabilistic framework for segmenting people under occlusion," In IEEE International Conference on Computer Vision, ICCV001, pp. 145–152, 2001.

[4] Cai, Q., Mitiche, A., Aggarwal, J. K., "Tracking human motion in an indoor environment," In IEEE International Conference on Image Processing, ICIP03, pp. 215–218, 1995.

[5] Yasutomi, S., Mori, H., "A method for discriminating of pedestrian based on rhythm," In International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 988-995, 1994.

[6] Xu, L. Q., Hogg, D. C., "Neural networks in human motion tracking- an experimental study," Image and Vision Computing, vol. 15, pp. 607-615, 1997.

[7] Elzein, H., Lakshmanan, S., Watta, P., "A motion and shape-based pedestrian detection algorithm," In IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 500–504, 2003.

[8] Kalman, R. E., "A new approach to linear filtering and prediction problems," T-ASME, pp. 35–45, 1960.

[9] Doucet, A., Godsill, S., Andrieu, C., "On sequential monte carlo sampling methods for bayesian filtering," Statistics and Computing, vol. 10, no. 3, pp. 197–208, 2000.

[10] Czyz, J., Ristic, B., Macq, B., "A particle filter for joint detection and tracking of color objects," IVC, vol. 25, no. 8, pp. 1271–1281, 2007.

[11] Martinez-Del-Rincon, J., Orrite-Urunuela, C., Herrero-Jaraba, JE., "An efficient particle filter for color-based tracking in complex scenes," In Advanced Video and Signal Based Surveillance AVSS07, pp. 176–181, 2007.

[12] Hu, M., "Visual pattern recognition by moment invariants," IRE Transactions on Information Theory, vol. 8, pp. 179–187, 1962.

[13] Dailianas, A., Allen, R. B., England, P., "Comparison of automatic video segmentation algorithms," In SPIE Conference on Integration Issues in Large Commercial Media Delivery systems, pp. 2–16, 1995.

[14] Kadyrov, A., Petrou, M., "Object descriptors invariant to affine distortions," In British Machine Vision Conference, BMVC01, pp. 391–400, 2001.

[15] Xu, D., Li, H., "Geometric moment invariants," Pattern Recognition Journal, vol. 41, no. 1, pp. 240–249, 2008.

[16] Holm, M., "Towards automatic rectification of satellite images using feature based matching," In International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 2439–2442, 1991.

[17] Martelli, A., "Edge detection using heuristic search methods," Computer Graphics and Image Processing, vol. 1, no. 2, pp. 169–182, 1972.

[18] Rosenfeld, A., Kak, A. C., Digital Picture Processing. Academic Press, USA, 1976.

[19] Cederberg, R. L. T., "Chain-link coding ans segmentation for raster scan devices," Computer Graphics and Image Processing, vol. 10, no. 3, pp. 224–234, 1979.

[20] Cootes, T., EDWARDS, G., TAYLOR, C., "Robust real-time periodic motion detection, analysis and applications," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI, vol. 23, no. 6, pp. 681-685, 2001.

[21] Zhu, S., Yuille, A., "Region competition: unifying snakes, region growing, and bayes/mdl for multiband image segmentation," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI, vol. 18, no. 9, pp. 884–900, 1996

[22] Parragios, N., Deriche, R., "Geodesic active regions and level set methods for supervised texture segmentation," International Journal of Computer Vision, vol. 46, no. 3, pp. 223–247, 2002.

[23] Elgammal, A. M., Duraiswami, R., Davis, L. S., "Efficient kernel density estimation using the fast gauss transform with applications to color modeling and tracking," PAMI, vol. 25, no. 11, pp. 1499–1504, 2003.

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]

occurrences of people," In International Conference on on Smart Distributed Cameras, 2007.
[40] Prosser, B., Gong, S. G., Xiang, T., "Multi-camera matching using bi-directional cumulative brightness transfer functions," In BMVC08, 2008.
[41] Orazio, T. D., Mazzeo, P. L., Spagnolo, P., "Color brightness trasfer function evaluation for non overlapping multi camera tracking," In International conference on distributed cameras (ICDS*09*), pp. 1–6, 2009.
[42] Seyedarabi, H., Aghagolzadeh, A., Khanmohammadi, S., Kabir, E., "Analysis and Synthesis of Facial Expressions by Feature Points Tracking and Deformable Model," Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers - Vol.4- No.1- Spring and summer 2007.
[43] Porikli, F., Divakaran, A., "Multi-camera calibration, object tracking and query generation," In ICME 03, pp. 653–656, 2003.
[44] Kettnaker, V., Zabih, R., "Bayesian multi-camera surveillance," In Proceedings of the Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 253–259, 1999.
[45] Ilyas, A., Object Tracking and Re-Identification in Multi-Camera Environments, Phd Thesis, 2011.
[46] Mazzeo, P. L., Giove, L., Moramarco, G. M., Spagnolo, P., Leo, M., "HSV and RGB color histograms comparing for objects tracking among non-overlapping FOVs, using CBTF." Workshop on Activity monitoring by multi-camera surveillance systems (AMMCSS) in conjunction with 8th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-Based Surveillance, 2011.
[47] Krumm, J., Harris, S., Meyers, B., Brumitt, B., Hale, M., Shafer, S., "Multi-camera multi person tracking for easy living," In Proceedings of the Third IEEE International Workshop on Visual Surveillance (VS'2000), pp. 3–10, 2000.
[48] Remondino, F., Roditakis, A., "Human Figure Reconstruction and Modeling from Single Image or Monocular Video Sequence", 4th International Conference on 3D Digital Imaging and Modeling (3DIM), October (2003).
[49] Remondino, F., Roditakis, A., "3D Reconstruction of Human Skeleton from Single Images or Monocular Video Sequences," 25th Pattern Recognition Symposium, Lecture Notes in Computer Science, Springer, DAGM 03, pp. 100-107, 2003.
[50] Jeon, k., Object Matching in Disjoint Cameras Using a Color Transfer Approach, 2006.
[51] Madden, C., Cheng, E. D., Piccardi, M., "Tracking people acroos disjoint camera views by an illumination-tolerant appearance representation," Machine Vision and Application, vol. 18, p.233-247, Mar, 2007.
[52] Comaniciu, D., Ramesh, V., Meer, "Kernel-based object tracking," IEEE Transaction on Pattern
[24] Comaniciu, D., Ramesh, V., Meer, P., "Real-time tracking of non rigid objects using mean shift," In CVPR, pp. 142–149, 2000.
[25] Wei, Y., Sun, J., Tang, X., Yeung, H., "Interactive offline tracking for color objects," In ICCV07, pp. 1–8, 2007.
[26] Walder, C. J., and Lovell, B. C., "Face and object recognition and detection using color vector uantization," In Fourth Australasian Workshop on Signal Processing and Applications, pp. 27–30, 2002.
[27] Mittal, A., Davis, L. S., "M2tracker: A multi-view approach to segmenting and tracking people in a cluttered scene," In IJCV, vol. 51, no. 3, pp. 189–203, 2003.
[28] Khan S. M., Shah, M., "Tracking multiple occluding people by localizing on multiple scene planes," PAMI, vol. 31, no. 3, pp. 505–519, 2009.
[29] Kim, K., Davis, L., "Multi-camera tracking and segmentation of occluded people on ground plane using search-guided particle filtering," In Ninth European Conference Computer Vision, 2006.
[30] Moeslund, T. B., Hilton, A., Krüger, V., "A survey of advances in vision-based human motion capture and analysis," Computer Vision and Image Understanding, vol. 104, no. 2, pp. 90–126, 2006.
[31] Yilmaz, A., Javed, O., Shah, M., "Object tracking: A survey," ACM Computer Survey, vol. 38, no. 4, pp. 1–45, 2006.
[32] Enzweiler, M., Gavrila, D. M., "Monocular pedestrian detection: Survey and experiments," PAMI, vol. 31, no. 12, pp. 2179–2195, 2009.
[33] Geronimo, D., Lopez, A. M., Sappa, A. D., Graf, T., "Survey of pedestrian detection for advanced driver assistance systems," IEEE Transactions ON Pattern Analysis and Machine Intelligence, (PAMI), vol. 32, no. 2, pp. 1239–1258, 2010.
[34] Javed, O., Shafique, K., Rasheed, Z., Shah, M., "Modeling inter-camera space-time and appearance relationships for tracking across non-overlapping views," Computer Vision Image Understanding, vol. 109, no. 2, pp. 146–162, 2008.
[35] Makris, D., Ellis, T. J., Black, J. K., "Bridging the gaps between cameras," In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004.
[36] Rahimi, A., Darrell, T., "Simultaneous calibration and tracking with a network of nonoverlapping sensors," In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004.
[37] Zhu, L. J., Hwang, J. N., Cheng, H. Y., "Tracking of multiple objects across multiple cameras with overlapping and non-overlapping vie," In IEEE International Symposium on Circuits and Systems, (ISCAS), pp. 1056–1060, 2009.
[38] Javed, O., Shafique, K., Shah, M., "Appearance modeling for tracking in multiple nonoverlapping cameras," In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 26–33, 2005.
[39] Pham, T., Worring, M., Smeulders, A., "A multi-camera visual surveillance system for tracking re-

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016

564–575, May 2003. Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, pp.



(الف)



(ب)

شکل(۱۶): نتایج بدست آمده از روش فازی به منظور تخمین موقعیت افراد نسبت به دوربین‌ها. الف) موقعیت افراد در دوربین ۱ و ب) موقعیت افراد در دوربین ۲



[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]



شکل(۱۷): نمونه‌ای از نتایج شناسایی و ردیابی افراد با روش‌های پیشنهادی در شبکه‌ای از دوربین‌ها

زیرنویس‌ها

[1] Occlusion
[2] Velocity
[3] Optical flow
[4] Clinical Studies

[Downloaded from jiaeee.com on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.26765810.1395.13.2.6.2]
Journal of Iranian Association of Electrical and Electronics Engineers Vol13 No.2 Summer 2016