بهینه‌سازی تشخیص هویت انسان از روی تصاویر نوع راه رفتن

علی پوریزدان‌پناه کرمانی[۱]، کریم فائز[۲]
۱- کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، ali.p@iaun.ac.ir
۲- استاد دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر، kfaez@aut.ac.ir

چکیده

تجزیه و تحلیل مشخصه‌های رفتاری و روانی افراد مانند نوع راه رفتن (Gait) یا حالت ویژه راه رفتن، به فرآیند تشخیص هویت اجازه می‌دهد تا بتواند از فاصله دور از یک توالی ویدیوئی از راه رفتن افراد متفاوت، اطلاعات و مشخصه‌های نوع راه رفتن آنها را استخراج کرده و توانایی شناسایی فرد خاصی را داشته باشد. در این مقاله یک الگوریتم سریع تشخیص هویت انسان براساس میانگین تصاویر از بغل، از نوع راه رفتن انسان پیشنهاد شده است. سه نوآوری مهم در این الگوریتم باعث شده که نسبت به روش‌های قبلی موجود هم از لحاظ سرعت و هم از لحاظ نرخ شناسایی برتری داشته باشد: ۱- روش نمونه‌برداری از فریم‌ها است که باعث شده بدون تغییر در نرخ شناسایی زمان محاسباتی الگوریتم را تقریباً به نصف کاهش دهد. ۲- روش جدیدی برای تخمین پس‌زمینه است که تخمین خوب و قابل قبولی از پس‌زمینه را به ما می‌دهد. ۳- روش آستانه‌گذاری منطقه‌ای است که باعث شده تصاویر باینری حاصل، کامل‌تر و دقیق‌تر باشند. نتایج بدست‌آمده از الگوریتم پیشنهادی، کارایی بالای این الگوریتم را نسبت به روش‌های قبلی به اثبات می‌رساند.

واژه‌های کلیدی

تشخیص هویت بیومتریک، تشخیص نوع راه رفتن، تفریق پس‌زمینه، میانگین تصاویر از بغل.

۱– مقدمه

انسان‌ها دارای مشخصه‌های مجزایی هستند که می‌توان به کمک آنها هر شخص را از دیگری تفکیک کرد. بیومتریک به روش‌های اتوماتیک تشخیص هویت انسان براساس مشخصات رفتاری و روانی آن اشاره می‌کند. استفاده از بیومتریک برای تأیید هویت انسان دارای فواید زیادی است، زیرا این مشخصه‌های استخراجی، بخشی از اطلاعات افراد هستند که در اکثر شرایط غیرقابل جعل و غیرقابل اشتراک گذاشتن و غیرقابل فراموش شدن هستند. فایده دیگر بیومتریک‌ها در این واقعیت است که می‌توانند برای فرآیند شناسایی نیز بکار روند یعنی می‌توانند حتی شخصی را که هویت خود را انکار می‌کند را شناسایی کنند.

روشی که هر فرد به‌صورت عادی راه می‌رود یکی از این مشخصه‌های مجزاست که می‌توان از آن برای تشخیص افراد خاص استفاده کرد. Gait، یک روش ویژه برای راه رفتن اشخاص و یک بیومتریک Spatiotemporal پیچیده است. اصطلاح Gait را به نوع و حالت راه رفتن یا چگونگی حالت جابجاشدن بر روی پاها گویند. پتانسیل تشخیص نوع راه رفتن انسان توسط مطالعات در زمینه‌های مختلفی مانند علم دارو، ریاضیات، روانشانسی پشتیبانی شده که این‌ها همه تصریح می‌کنند که نوع راه رفتن، یک مشخصه خاص و ویژه‌ی هر فرد است.

این موضوع ابتدا در سال ۱۹۷۰ توسط Johansson اثبات شد [2]. وی اعلام کرد که افراد شبیه به هم را می‌توان از طریق نوع راه رفتن آنها شناخت. این کار با تحلیل کردن توالی‌های ویدیوئی از راه رفتن افراد ممکن بود، در حالی که افراد در این توالی‌های ویدویی با یک چراغ روشن که در بخش خاصی از بدن خود جا داده بودند،

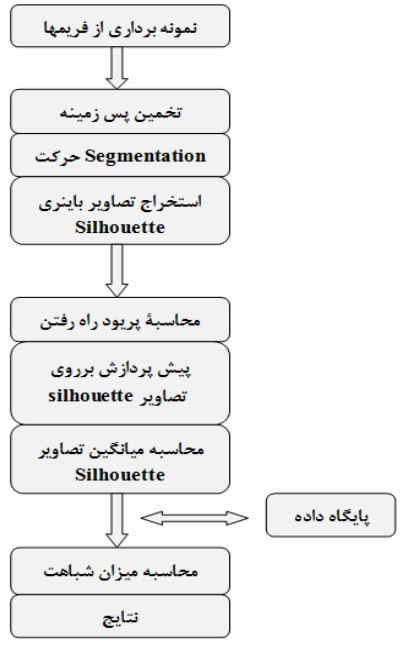
حرکت می‌کردند. مزیت بزرگ و اولین مزیت تشخیص نوع راه رفتن انسان از این واقعیت برمی‌آید که می‌توان این کار را از فواصل دور نیز بکار برد. این نسبت به دیگر مشخصه‌های بیومتریک مثل صورت و عنبیه چشم و... یک مزیت محسوب می‌شود.

برای افراد، خیلی مشکل است که نوع راه رفتن خودشان را پنهان کنند زیرا آنها برای وارد شدن به هر جایی مجبور هستند به‌صورت عادی راه بروند. با این وجود تشخیص نوع راه رفتن افراد در شرایط معمولی نسبتاً ساده است. اما یک تغییر کوچک در این شرایط ممکن است نتایج خیلی بدی را حاصل کند. برای مثال یک تغییر در لباس ممکن است در نوع جابه‌جایی هر فرد تأثیر بگذارد و همچنین تغییرات روشنایی می‌تواند تأثیر منفی بر روی کارایی سیستم ما بگذارند. علاوه بر این‌ها زاویه دید هم خیلی فاکتور مهمی است. زیرا فرد مورد نظر باید در همان مسیری راه برود که در تصاویر ویدیویی پایگاه داده ما، راه رفته است و در این حالت است که شناسایی ما موفقیت‌آمیز خواهد بود. در نهایت سرعت راه رفتن یک فاکتور مؤثر دیگر در تشخیص است، این فاکتور بر جنبه فیزیکی و مشخصه‌های تحلیل شده هر فرد، به شدت تأثیر می‌گذارد.

اکثر الگوریتم‌های تشخیص هویت انسان، از پریود راه رفتن که در ادامه توضیح داده خواهد شد، به‌عنوان یک معیار مهم استفاده می کنند همچنین فرض می‌کنند که سرعت راه رفتن ثابت است و برای هر شخص یکی است. نوع راه رفتن هر شخص با فاکتورهایی از قبیل: وزن، طول دست و پا، نوع کفش و حالت ژست انسان معین می‌شود. این فاکتورها بر روی مشخصه‌هایی که عملاً در شناسایی نوع راه رفتن بکار رفته‌اند. مانند: آهنگ راه رفتن، طول گام‌ها و زاویه قسمت‌های دست و پا و... تأثیر می‌گذارند.

یک نمونه از لیست کارهای انجام شده در رابطه با تشخیص هویت انسان از روی تصاویر نوع راه رفتن آن در [۳]، [۴]، [۵]، [۶]، [۷]، [۸]، [۹]، [۱۰] وجود دارد. برای نمونه، در [۴]، یک تکنیک براساس تطبیق تصاویر نیم‌رخ استخراج شده‌ی ۲ بعدی از فریم‌های کلیدی (Key Frames) در یک توالی ویدیویی از راه رفتن انسان‌ها، پیشنهاد شده است. در [۵]، یک روش مبتنی بر دید(view-based) برای شناسایی هویت افراد از روی نوع راه رفتنشان، پیشنهاد شده است. در [۸]، یک روش ساده اما موثر برای شناسایی اتوماتیک هویت افراد از روی تصاویر نیم‌رخ بدنشان و نوع راه رفتنشان، پیشنهاد شده است. در [۹]، یک روش ساده و موثر که براساس محل‌یابی مفاصل بدن از روی تصاویر نوع راه رفتن افراد، است، برای شناسایی هویت افراد، پیشنهاد شده است. در [۱۰]، یک تکنیک استخراج مشخصه جدید و ارتقا یافته براساس تبدیل ویولت گسسته، برای شناسایی هویت افراد از روی نوع راه رفتنشان، پیشنهاد شده است.

شناسایی براساس تحلیل عملی نوع راه رفتن، با استخراج تصاویر silhouette راه رفتن اشخاص و با تحلیل این توالی تصاویر بر روی زمان انجام می شود. تصاویر silhouette به تصاویر نیم‌رخی (از بغلی) گفته می‌شوند که یک شخص یا شیئی را با نشان دادن شکل وطرح کلی آن توصیف می‌کند. ما دراین مقاله یک روش سریع تشخیص هویت انسان براساس میانگین تصاویر silhouette یک شخص بر روی پریودهای مختلف راه رفتن را پیشنهاد کرده‌ایم. الگوریتم پیشنهادی شامل ۴ بخش اساسی است. ۱- نمونه‌برداری از فریم‌ها. ۲- استخراج تصاویر silhouette. ۳- استخراج مشخصه‌های فردی. ۴- شناسایی فرد. یک شمای کلی از الگوریتم پیشنهادی ما در شکل ۱ ارائه شده است. هرکدام از قدم‌های الگوریتم در بخش‌های مربوطه‌اش توضیح داده شده است.



شکل ۱- شمای کلی از الگوریتم پیشنهادی پیاده‌سازی شده

۲– اجزای روش پیشنهادی

۲–۱– نمونه‌برداری از فریم‌ها

اولین قدم در الگوریتم پیشنهادی نمونه‌برداری از فریم‌های توالی ویدیویی موجود است. نوآوری که برای اولین بار برای افزایش سرعت الگوریتم پیشنهادی بکار رفته به این صورت است که ما به‌جای استفاده از تمامی فریم‌های موجود در توالی ویدیوئی (۲۴ فریم در هر ثانیه) از توالی فریم‌های فیلمبرداری شده به‌صورت یک در میان نمونه‌برداری می‌کنیم (۱۲ فریم در هر ثانیه) که این کار معادل آن است که سرعت فیلمبرداری دوربین را نصف کنیم. در بخش نتایج

شبیه‌سازی نشان خواهیم داد که با این تکنیک نه تنها توانسته‌ایم سرعت الگوریتم را تقریباً دو برابر افزایش دهیم بلکه در نرخ شناسایی ما هیچ‌گونه تغییری حاصل نشده است.

۲-۲- استخراج تصاویر silhouette

بعد از نمونه‌برداری از فریم‌ها، قدم اصلی در تجزیه و تحلیل نوع راه رفتن، با فرض اینکه دوربین ثابت باشد، جدا کردن توالی ویدیوئی به دو قسمت پیش زمینه و پس‌زمینه است. انجام این بخش باعث می‌شود که بتوانیم شکل باینری اشیاء پیش‌زمینه (foreground) که همان فرد در حال حرکت است را استخراج کنیم. استخراج تصاویر از بغل شامل ساخت یک تخمین خوب از تصویر پس زمینه (background) و جدا کردن فرد متحرک از آن است. یک روش جدید برای این‌کار ارائه شده است که در ادامه جزئیات آن را بررسی می‌کنیم.

۲-۲-۱- تخمین پس زمینه

روش جدیدی که برای تخمین پس زمینه از آن استفاده کرده‌ایم به این صورت است که برای تخمین هر پیکسل از تصویر پس‌زمینه، ابتدا باید در تمامی فریم‌های توالی ویدیوئی برای آن پیکسل مشخص، یک بردار درست کنیم، یعنی درایه اول این بردار شامل روشنایی پیکسل در محل (x,y) از فریم اول است و درایه دوم این بردار شامل روشنایی پیکسل در محل (x,y) از فریم دوم و به همین ترتیب تا آخرین فریم. سپس مقدار میانه این بردار، میزان تخمین تصویر پس زمینه در محل این پیکسل را به ما می‌دهد.

$$\text{Background}_{xy} = \text{median}_T\ (\acute{I}_{xy}) \qquad (۱)$$

Background_{xy} مقدار پس زمینه برای هر پیکسل، در محل (x,y) است. $\acute{I}$ فریم‌های موجود در توالی ویدیوئی است و T تعداد کل فریم‌ها در توالی ویدیوئی ورودی است. برای یک دوربین ثابت، میانه‌ی مقدار روشنایی پیکسل در محل (x,y) در تمام فریم‌ها، متناظر با مقدار پس‌زمینه در محل پیکسل می باشد. استفاده از این روش جدید، تخمین خوبی از پس‌زمینه را به ما می‌دهد. مزیت این روش نسبت به روش‌های موجود در زمینه‌ی تخمین پس‌زمینه، شامل زمان محاسباتی کمتر به دلیل عدم وجود پیچیدگی در محاسبات و تخمین نسبتاً خوبی از پس زمینه می‌باشد. در شکل (۲) تصویر پس زمینه از همین روش بدست آمده است. فرآیند بالا مستقلاً برای هر کدام از اجزاء RGB تصویر (قرمز، سبز و آبی)، برای بهبود نتیجه در جداسازی پیش‌زمینه از پس‌زمینه، انجام می‌شود .

شکل ۲- تصویر بالایی، تخمین پس‌زمینه از تصویر پایینی است.(تصویر پایینی از [۱۱] بدست آمده است)

۲-۲-۲- قطعه‌بندی (segmentation) حرکت

یک روش ساده این است که به راحتی از هر تصویر از توالی ویدیویی،تصویر پس‌زمینه را کم کنیم که این کار برای تشخیص پیش‌زمینه کافی است . با این وجود در این حالت، برای ساخت تصویر باینری silhouette انتخاب یک مقدار مناسب آستانه معمولاً خیلی سخت است و اغلب باعث از دست دادن بخش‌های مهم تصاویر silhouette می شود. این مشکل توسط یک تابع تفریق که به آن differencing [۸] می‌گویند، حل شده است. که عمل تفریق را براساس مقدار روشنایی هر پیکسل در تصویر پس‌زمینه تطبیق می‌دهد:

$$F(i,b) = 1 - \frac{2\sqrt{(i+1)(b+1)}}{(i+1)+(b+1)} * \frac{2\sqrt{(256-i)(256-b)}}{(256-i)+(256-b)} \qquad (۲)$$

I(x,y)، b(x,y) به ترتیب مقدار روشنایی تصویر فعلی و تصویر پس‌زمینه در هر پیکسل (x,y) است و رنج آنها از ۰ تا ۱ است و F معرف مقدار روشنایی هر پیکسل در تصویر تفریق شده‌ی حاصل است. تصویر silhouette نهایی از ترکیب هر ۳ جزء RGB تصویر (قرمز، سبز و آبی) بدست می آید. اگر هرکدام از این سه جز تصویر تعیین کنند که یک پیکسل در توالی ویدیویی جا به جا شده است، آن پیکسل به‌عنوان پیش‌زمینه بکار می‌رود .

۲-۲-۳-استخراج تصاویر silhouette باینری

این کار با آستانه‌گذاری بر نتایج segmentation حرکت، حاصل می‌شود. مقدار روشنایی فرد جابجا شده برای همه تصاویر silhouette در تصاویر تفریق شده ثابت نیست. در واقع این مقدار

می‌تواند به دلایل مختلفی به میزان زیادی تغییر کند، مانند: کنتراست مختلف لباس اشخاص نسبت به پس‌زمینه، تغییرات در شرایط نوردهی. برای افزایش کیفیت تصاویر silhouette باینری، روش جدیدی را پیشنهاد کرده‌ایم که در این روش به جای اعمال یک آستانه بر روی کل تصویر از چندین آستانه مختلف برای قسمت‌های مختلف تصویر استفاده شده است.

این آستانه‌گذاری با تقسیم محیط حرکت به پنجره‌های مستطیل شکلی با پهنای ۱ پیکسل و با ارتفاع مشخصی از پیکسل‌ها و اعمال یک آستانه مناسب برای هر کدام از این پنجره‌ها به جای اعمال آن آستانه بر روی کل تصویر، انجام می‌شود.جدول (۱) میزان صحت وکامل بودن تصویر silhouette باینری را با استفاده از بکارگیری پنجره‌ها با ارتفاع‌های مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که در خود پایگاه داده‌ی CASIA [۱۱]، برای مقایسه، برای تعداد اندکی از توالی‌های ویدیویی، تصاویر silhouette باینری کامل آنها وجود دارد، ما برای بررسی روش آستانه‌گذاری منطقه‌ای، این روش را در حالت‌های مختلف بر روی یک توالی ویدیویی که تصاویر silhouette باینری کامل آن موجود بوده، تست کرده‌ایم.

معیار صحت وکامل بودن تصویر silhouette باینری در جدول(۱)، حاصل مقایسه‌ی نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی نسبت به تصاویر silhouette باینری کامل موجود در پایگاه داده می‌باشد. این جدول صراحتاً نشان می‌دهد که هر چه پنجره‌ی ما دارای ارتفاع کمتری باشد تصویر silhouette باینری حاصل کامل‌تر و با کیفیت‌تر می‌باشد. ما در این مقاله از پنجره با ارتفاع دو پیکسل استفاده کرده‌ایم. بنابراین با این روش از، از دست دادن قسمت‌های مهم بدن در تصویر باینری جلوگیری کرده‌ایم. مزیت این روش بالا بردن کیفیت تصویر silhouette باینری و کامل‌تر کردن تصویر باینری حاصل می‌باشد که این مزایا خود نیز باعث افزایش صحت سیستم پیشنهادی می‌شوند.

جدول ۱- درصد کامل بودن تصویر باینری حاصل توسط پنجره‌ها با ارتفاع‌های مختلف.

کامل بودن تصویر باینری حاصل	ارتفاع پنجره (پیکسل)
%۹۸	۲
%۹۴	۴
%۸۷	۶
%۸۰	۸
%۶۲	کل تصویر

تصویر حاصل توسط فیلتر median برای صاف شدن لبه‌ها، فیلتر می‌شود. شکل (۳)، تصویر حاصل از یک نمونه‌ی در حال راه رفتن را، پس از عملیات فوق نشان می‌دهد. وقتی که برای تمامی فریم‌های توالی ویدیوئی تصاویر silhouette باینری‌شان، بدست آمدند حال تمامی این تصاویر باینری در جهت حرکت نرمالیزه می‌شوند (از راست به چپ یا از چپ به راست)، بنابراین روش‌های پیاده‌سازی، می‌توانند نسبت به جهت راه رفتن مستقل باشند.

شکل ۳- تصویر حاصل از استخراج تصاویر silhouette باینری

۲-۳- استخراج مشخصه‌های شخص

مشخصه اصلی که توسط الگوریتم شناسایی نوع راه رفتن استخراج می‌شود، میانگین تصاویر silhouette انسان در طول یک پریود راه رفتن است بنابراین پریود راه رفتن ابتدا باید تخمین زده شود و سپس میانگین تصاویر silhouette حساب شود .

۲-۳-۱- چگونگی محاسبه‌ی پریود راه رفتن

یک پریود راه رفتن فاصله زمانی است که افراد در حین راه رفتن، ۲ گام(قدم) را طی می‌کنند. هر یک از پاها در امتداد ۲ فاز مخالف حرکت می‌کنند. برای محاسبه‌ی این پریود از روش بکار گرفته شده در [۸] استفاده می‌کنیم. این روش با تحلیل نسبت مستطیل محاط شده بر فرد در حال حرکت بدست می‌آید. مستطیل محاطی هنگامی که پاها از هم دور می‌شوند، بزرگ‌تر و کوتاهتر می‌شود و هنگامی که پاها به هم نزدیک می‌شوند، نازک‌تر و بلندتر می‌شود.

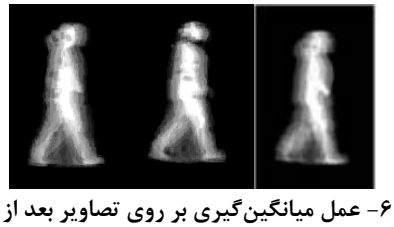
۲-۳-۲- پیش پردازش برروی تصاویر silhouette باینری

بر روی تصاویر silhouette باینری بدست آمده از مراحل قبل، مستقیماً نمی‌توان عمل میانگین‌گیری را انجام داد، زیرا شخصی که در این تصاویر حرکت می‌کند دائماً موقعیت خود را (از لحاظ پیکسل‌ها) در تصویر عوض می‌کند، بنابراین اگر بر روی تصاویر سه پریود راه رفتن، عمل میانگین‌گیری را انجام دهیم تصویر حاصل بر روی هر پریود، تصویری مانند هر کدام از سه تصویر شکل (۴) خواهد شد که برای مقاصد شناسایی مفید نیست. برای همین ابتدا توسط روش جدید و ساده‌ای که ما پیشنهاد کرده‌ایم، می‌توان در هر

فریم، فردی که در داخل تصاویر باینری در حال حرکت است را تشخیص داد (با تشخیص پیکسل‌های سفید رنگ از محیط سیاه رنگ) و از بقیه تصویر جدا کرد، سپس آن را در مرکز تصویر جدیدی که تمام پیکسل‌هایش سیاه است، جا داد. شکل (۵) مراحل پیش پردازش را به‌صورت کامل برای یک فریم تصویر نشان می‌دهد. پس از اعمال این الگوریتم بر روی تمامی فریم‌های توالی ویدیوئی، به‌راحتی می‌توان بر روی هر پریود راه رفتن عمل میانگین‌گیری را انجام داد، که نتیجه عمل به‌صورت شکل (۶) در می‌آید.

شکل ۴- عمل میانگین‌گیری بر روی تصاویر قبل از مرحله پیش پردازش بر روی سه پریود راه رفتن

شکل ۵- مراحل پیش‌پردازش برای یک فریم تصویر



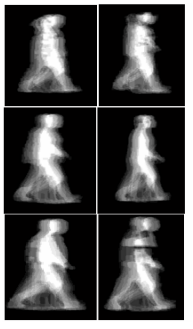
شکل ۶- عمل میانگین‌گیری بر روی تصاویر بعد از مرحله پیش‌پردازش بر روی سه پریود راه رفتن

۲-۳-۳- محاسبه میانگین تصاویر silhouette

برای محاسبه میانگین تصاویر silhouette یک شخص، ابتدا باید توالی تصاویر silhouette باینری که از توالی راه رفتن فرد استخراج شده است را، در یک ردیف قرار داد. توالی تصاویر silhouette باینری به چند زیر توالی تقسیم می‌شود. برای هر زیر توالی(که مربوط به یک پریود راه رفتن مجزا است)، میانگین تصاویر silhouette، از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$AS(i) = \frac{1}{Gperiod} \sum_{k=1}^{Gperiod} S_{sub}{}^{i}(k) \qquad i = 1,.....,\left[\frac{M}{Gperiod}\right] \qquad (۳)$$

M تعداد کل فریم‌های در توالی است و G_{period}: تعداد فریم‌ها در یک پریود راه رفتن است، k اندیس فریم (فریم k ام) است، AS مجموعه‌ای از میانگین تصاویر silhouette گرفته شده است و(S^{i}_{sub}) زیر توالی iام است. شکل (۷) مثالی از میانگین تصاویر silhouette سه شخص بر روی دو پریود راه رفتن را نشان می‌دهد. با این شکل می‌توان نشان داد که در میانگین تصاویر silhouette سه فرد متفاوت، تفاوت زیادی وجود دارد که باعث تفکیک افراد از هم می‌شود. توالی‌های ویدیویی استفاده شده در این مقاله طبق روش [۸] دارای ۳ پریود راه رفتن می‌باشند.



شکل ۷- تصاویر هر ردیف مربوط به میانگین تصاویر silhouette یک شخص متفاوت بر روی دو پریود راه رفتن است

۲-۴- مرحله شناسایی

این مرحله اساساً شامل محاسبه شباهت بین تصاویر میانگین silhouette استخراج شده از توالی ویدیوئی راه رفتن تحت تست و تصاویر میانگین silhouette که قبلاً در پایگاه داده ما ذخیره شده‌اند، می‌باشد. برای محاسبه شباهت بین داده ورودی و یک توالی موجود در پایگاه داده باید میانه‌ی فاصله اقلیدسی بین میانگین تصاویر silhouette ورودی و داده‌های موجود در پایگاه داده را محاسبه کرد.

$$D(AS_{probe}, AS_{Gallery}) = median_{1}^{Nprobe}(\min_{j=1}^{Ngallery} \| AS(i)_{prc} \qquad (۴)$$

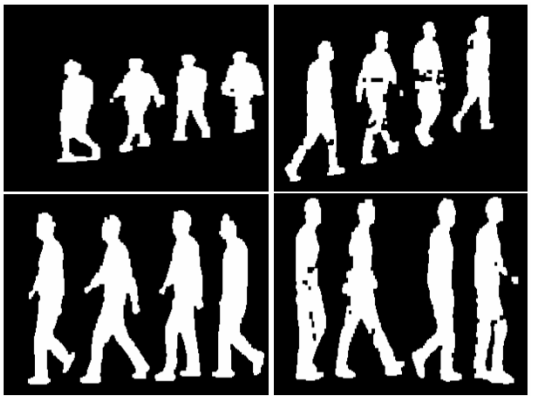
$AS_{gallery}$ و AS_{probe}، مجموعه میانگین تصاویر silhouette داده ورودی و داده‌های موجود در در پایگاه داده است . $N_{gallery}$، N_{probe}، تعداد پریود راه رفتن در داده‌های موجود در پایگاه‌داده و داده‌های تست (ورودی)، هستند. بنابراین تعداد میانگین تصاویر silhouette هر توالی به‌این‌ترتیب تطبیق داده می‌شود. فردی از پایگاه داده که مجموعه‌ی میانگین تصاویر silhouette آن با مجموعه‌ی میانگین تصاویر silhouette داده ورودی، دارای کمترین مقدار برای D باشد و یا داده‌ی موجود در پایگاه داده که نزدیکترین میانگین تصاویر silhouette به داده ورودی را داشته باشد، به‌عنوان محتمل‌ترین هویت فرد برای داده ورودی انتخاب می‌شود.

۳– نتایج شبیه‌سازی

الگوریتم پیشنهادی تحت Matlab 7.6 نوشته شده و اجرای آن توسط یک کامپیوتر قابلِ حمل با پردازشگر Centrino 2.2 با 4GB حافظه انجام شده است. کارایی الگوریتم سریع شبیه‌سازی شده ما، توسط پایگاه داده CASIA [۱۱]، تست شده است ،این پایگاه داده حاوی توالی‌های ویدیوئی هم دید از بغل(دید جانبی) و هم دید مورب است.

توالی‌های ویدیوئی دید از بغل شامل راه رفتن فرد در یک خط به موازات صفحه تصویر از سمت راست به چپ هستند که به آنها توالی راه رفتن فرد با زاویه ۰ درجه می‌گوییم و همچنین توالی‌های ویدیوئی دید از بغل شامل راه رفتن فرد در یک خط به موازات صفحه تصویر از سمت چپ به سمت راست نیز هستند که به آنها توالی راه رفتن فرد با زاویه ۱۸۰ درجه می‌گوییم.

توالی‌های ویدیوئی دید مورب، شامل توالی‌های راه رفتن افراد تحت زاویه‌های ۴۵ و ۱۳۵ درجه هستند. در شکل (۹) تمام توالی‌های راه رفتن با زاویه‌های مختلف را می‌بینید. این پایگاه داده(CASIA)، شامل سه بخش مجزاست (A,B,C)، که ما برای بررسی نتایج الگوریتم پیشنهادی از تمام توالی‌های ویدیویی در بخش A که به‌ازای هر زاویه‌ی مختلف نام برده شده در بالا، توالی‌های ویدیویی مربوط به ۲۰ شخص مختلف را دارا می‌باشد، استفاده کرده‌ایم. در این پایگاه داده نیز به ازا هر فرد ودر هر زاویه، دو نمونه توالی ویدیوئی از راه رفتن هر فرد وجود دارد که ما برای پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی خود، یک نمونه از توالی ویدیوئی را به‌عنوان داده تست (ورودی) در نظر گرفته‌ایم و نمونه دیگر را توسط الگوریتم پیشنهادی خود به‌عنوان داده آموزشی برای پایگاه داده، در نظر گرفته‌ایم.



شکل ۸– تصویر بالا سمت راست توالی با زاویه ۱۳۵ درجه است، تصویر بالا سمت چپ توالی با زاویهٔ ۴۵ درجه است، تصویر پایین سمت راست توالی با زاویهٔ ۱۸۰ درجه است، تصویر پایین سمت چپ توالی با زاویه ۰ درجه است

برای توالی‌های دید از بغل ۳ نوع آزمایش انجام شده است.

۱- آزمایش در جهت یکسان: جهت داده‌های تست با جهت داده‌های موجود در پایگاه داده یکی است، یعنی به‌طورمثال داده تست ما توالی راه رفتن فرد با زاویه ۰ درجه است که با توالی راه رفتن فرد با زاویه ۰ درجه‌ی موجود در پایگاه داده مقایسه می‌شود، یا به همین صورت برای توالی راه رفتن فرد با زاویه ۱۸۰ درجه.

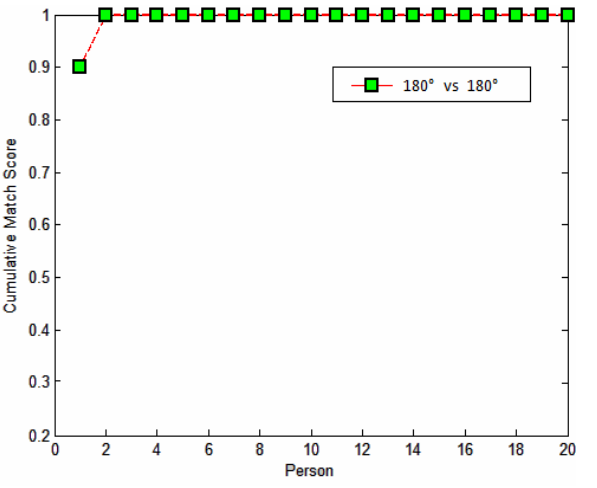
۲- آزمایش در جهت مخالف: جهت داده‌های تست با جهت داده‌های موجود در پایگاه داده مخالف هم هستند. یعنی مثلاً داده تست ما توالی راه رفتن فرد با زاویه ۰ درجه است که با توالی راه رفتن فرد با زاویه ۱۸۰ درجه موجود در پایگاه داده، مقایسه می‌شود و یا بلعکس. برای انجام این آزمایش همان‌گونه که قبلاً ذکر شد بایستی تصاویر silhouette باینری نسبت به جهت حرکت نرمالیزه شوند.

۳- آزمایش در هر دو جهت: در این آزمایش داده تست ما فقط توالی راه رفتن فرد با یک زاویه خاص مانند ۰ درجه یا ۱۸۰ درجه است، که با داده‌های موجود در پایگاه داده که شامل توالی راه رفتن فرد با هر دو زاویه ۰ و ۱۸۰ درجه هستند، مقایسه می‌شود.

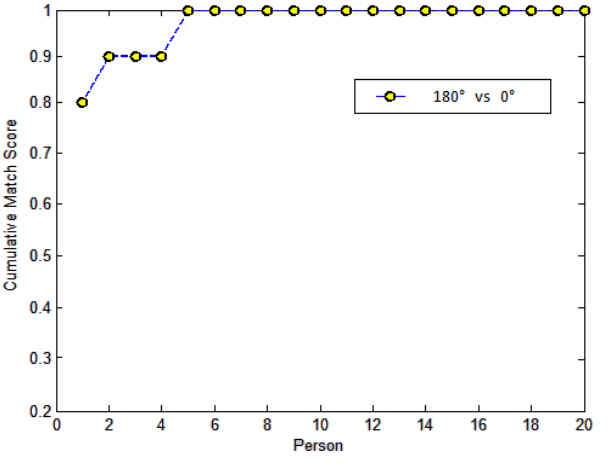
با پیاده‌سازی آزمایش شماره ۱ توسط الگوریتم پیشنهادی، نرخ تشخیص ٪۹۵ (۱۹ نفر از ۲۰ نفر) بدست آمده که البته باید ذکر کرد که در این آزمایش توالی راه رفتن داده تست و توالی راه رفتن داده موجود در پایگاه داده، هر دو توالی‌های راه رفتن با زاویه ۱۸۰ درجه هستند. با پیاده‌سازی آزمایش شماره ۲ توسط الگوریتم پیشنهادی، نرخ تشخیص ٪۸۰ بدست آمده که در این آزمایش توالی راه رفتن داده تست دارای زاویه ۱۸۰ درجه است و داده‌های موجود در پایگاه داده دارای توالی راه رفتن با زاویه ۰ درجه هستند.

در نهایت با پیاده‌سازی آزمایش شماره ۳ توسط الگوریتم پیشنهادی، نرخ تشخیص مانند آزمایش شماره‌ی یک، ٪۹۵ شده است . شکل (۹) و (۱۰) و (۱۱) کارایی روش پیشنهادی را در سه آزمایش اول ودوم و سوم مربوط به توالی‌های دید از بغل را به‌ترتیب نشان می‌دهند. در این اشکال پارامتر Cumulative Match Score، احتمال شناسایی صحیح هویت افراد را با نسبت بالاترین رتبه (Top Rank) به ما می‌دهد. یعنی افرادی که دارای Cumulative Match Score برابر با ۱ هستند با نسبت بالاترین رتبه، درست تشخیص داده شده‌اند.

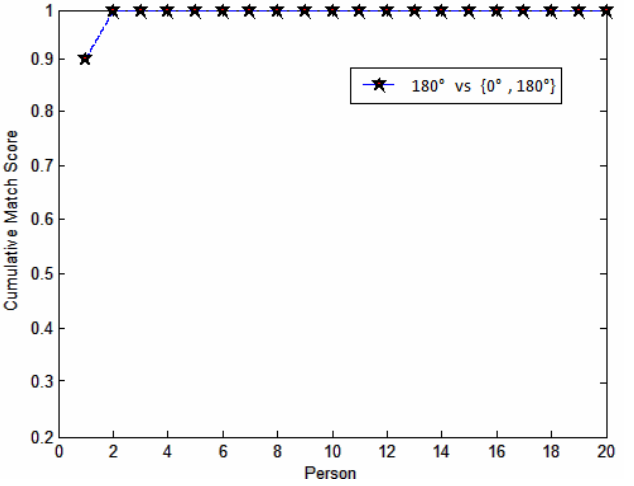
برای توالی‌های ویدیوئی دید مورب فقط توالی‌های راه رفتن با زاویه‌های یکسان (۴۵ درجه در برابر ۴۵ درجه یا ۱۳۵ درجه در برابر ۱۳۵ درجه) با هم قابل مقایسه‌اند، یعنی مثلاً وقتی داده موجود در پایگاه‌داده، توالی راه رفتن با زاویه ۴۵ درجه باشد، داده ورودی نمی‌تواند توالی راه رفتن با زاویه ۱۳۵ درجه باشد.



شکل ۹- کارایی روش پیشنهادی در آزمایش اول (جهت یکسان)



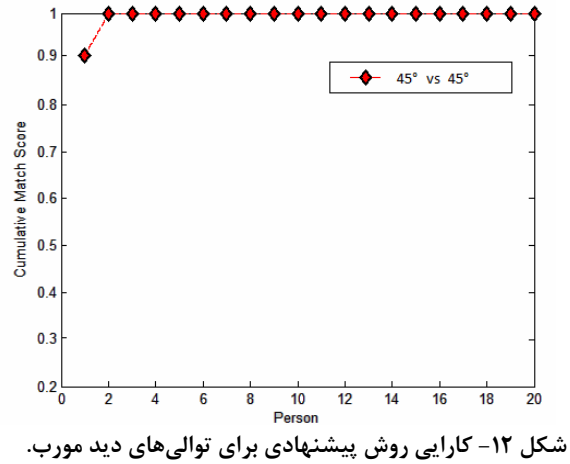
شکل ۱۰- کارایی روش پیشنهادی در آزمایش دوم (جهت مخالف)



شکل ۱۱- کارایی روش پیشنهادی در آزمایش سوم

برای توالی‌های ویدیوئی دید مورب فقط توالی‌های راه رفتن با زاویه‌های یکسان (۴۵ درجه در برابر ۴۵ درجه یا ۱۳۵ درجه در برابر ۱۳۵ درجه) با هم قابل مقایسه‌اند، یعنی مثلاً وقتی داده موجود در پایگاه‌داده، توالی راه رفتن با زاویه ۴۵ درجه باشد، داده ورودی نمی‌تواند توالی راه رفتن با زاویه ۱۳۵ درجه باشد. یا به زبان دیگر، آزمایشات انجام شده برای توالی‌های ۴۵ درجه در برابر توالی‌های ۱۳۵ درجه متقارن نیستند. به‌خاطر این‌که در توالی راه رفتن با زاویه ۴۵ درجه، فرد به سمت دوربین حرکت می‌کند ولی در توالی راه رفتن با زاویه ۱۳۵ درجه، فرد از دوربین دور می‌شود. نتایج برای دید مورب نیز دارای نرخ ٪۹۵ است که این نرخ بسیار خوبی است. شکل (۱۲) کارایی روش پیشنهادی را برای توالی‌های دید مورب نشان می‌دهد. برای اثبات افزایش سرعت الگوریتم توسط تکنیک جدید، ابتدا در حالت اول تمام این آزمایشات را توسط الگوریتم پیشنهادی بدون انجام قسمت اول این الگوریتم (نمونه برداری از فریم‌ها) انجام می‌دهیم سپس در حالت بعد تمام این آزمایشات را توسط الگوریتم پیشنهادی با در نظر گرفتن قسمت اول این الگوریتم (نمونه‌برداری از فریم‌ها) انجام می‌دهیم. به‌دلیل اینکه روش شناسایی ما روشی بر مبنای میانگین‌گیری از تصاویر است بنابراین وقتی که عمل میانگین‌گیری بر روی نصف تعداد فریم‌های ما انجام گیرد باز هم تصویر میانگین‌گیری شده بسیار شبیه به تصویر میانگین‌گیری شده‌ی حاصل از تمام فریم‌های ماست.

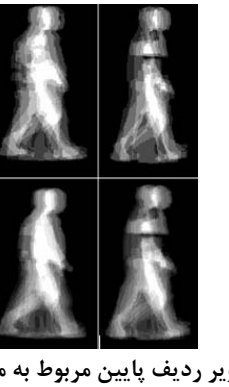
شکل (۱۳) میانگین تصاویر silhouette فریم‌ها را در دو حالت بالا نشان می‌دهد. از این شکل می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت زیادی در میانگین تصاویر silhouette فریم‌ها در دو حالت فوق وجود ندارد. ولی باید ذکر کرد که با افزایش فواصل نمونه‌برداری از فریم‌ها مانند ۳ فریم در میان یا بیشتر، نرخ شناسایی ما نسبت به مقدار اولیه‌اش به‌تدریج کاهش می‌یابد.



شکل ۱۲- کارایی روش پیشنهادی برای توالی‌های دید مورب.

جدول ۲- نتایج کامل شبیه‌سازی الگوریتم پیشنهادی در دوحالت مختلف

زمان محاسباتی سپری شده برای هر آزمایش در حالت دوم	نرخ شناسایی (Recognition Rate) هر آزمایش در حالت دوم	زمان محاسباتی سپری شده برای هر آزمایش در حالت اول	نرخ شناسایی (Recognition Rate) هر آزمایش در حالت اول	نوع آزمایش
۲,۰۱ ثانیه	95%	۳,۸ ثانیه	95%	180° در برابر 180° (دید از بغل)
۲,۰۱ ثانیه	80%	۳,۸ ثانیه	80%	180° در برابر 0° (دید از بغل)
۲,۵۲۲ ثانیه	95%	۴,۷ ثانیه	95%	180° در برابر $\{0^\circ$ و $180^\circ\}$ (دید از بغل)
۲,۰۱ ثانیه	95%	۳,۸ ثانیه	95%	45° در برابر 45° (دید مورب)



شکل ۱۳- تصاویر ردیف پایین مربوط به میانگین تصاویر silhouette فریم‌ها در حالت اول است و تصاویر ردیف بالا مربوط به میانگین تصاویر silhouette فریم‌ها در حالت دوم است

جدول (۲)، نتایج کامل شامل زمان سپری شده برای انجام محاسبات و نرخ شناسایی هر آزمایش در هر کدام از دو حالت بالا را نشان می‌دهد. به راحتی از جدول (۲) می‌توان دید که روش اعمالی علاوه بر اینکه باعث کاهش زمان محاسباتی تقریباً به اندازه نصف زمان اولیه شده است بلکه نرخ شناسایی ما در تمامی آزمایشات ثابت باقی مانده است. جدول (۳)، مقایسه‌ای بین ماکزیمم نرخ شناسایی بدست آمده در روش‌های قبلی با ماکزیمم نرخ شناسایی الگوریتم پیشنهادی را نشان می‌دهد. در مقایسه‌ی الگوریتم پیشنهادی با روش‌های قبلی طبق جدول (۳) به وضوح خواهیم دید که الگوریتم پیشنهادی از لحاظ ماکزیمم نرخ شناسایی نسبت به روش‌های پیشین، برتری دارد.

جدول ۳- مقایسه بین ماکزیمم نرخ شناسایی بدست‌آمده از روش‌های قبلی با ماکزیمم نرخ شناسایی الگوریتم پیشنهادی.

نرخ شناسایی (Recognition Rate)	روش استفاده شده
%۸۵	[۹]
%۹۱	[۱۰]
%95	روش‌های پیشنهادی دراین مقاله

۴- نتیجه

در این مقاله یک الگوریتم سریع تشخیص هویت انسان براساس میانگین تصاویر از بغل، از نوع راه رفتن انسان پیشنهاد شده است. در الگوریتم حاضر برای سریعتر کردن این الگوریتم و کاهش زمان محاسباتی آن، توسط روش پیشنهادی نمونه‌برداری از فریم‌ها، سرعت این الگوریتم را افزایش داده‌ایم. علاوه بر روش نمونه‌برداری از فریم‌ها، دو روش جدید دیگر نیز ارائه شده‌است. اولی روشی برای تخمین پس‌زمینه است که برای بدست‌آوردن تخمین خوب و قابل قبولی از پس‌زمینه بکار رفته‌است و دیگری روش آستانه‌گذاری منطقه‌ای است که برای بدست‌آوردن تصاویر باینری کامل‌تر و با کیفیت‌تر بکار رفته‌است. نهایتاً مهمترین مزیت این الگوریتم پیشنهادی این است که نرخ شناسایی الگوریتم حاضر نسبت به

روش‌های پیشین افزایش چشمگیری یافته است.

۵– تقدیر و تشکر

در این مقاله از پایگاه داده CASIA Gait Database [۱۱] که توسط انسیتو اتوماسیون Chinese Academy of Sciences جمع‌آوری شده، استفاده شده است که از آنها کمال تشکر را داریم.

۶– مراجع

[1] Anil K. Jain, Patrick Flynn, Arun A. Ross; "**Handbook of Biometrics**", Springer, USA, 2008

[2] G. Johansson; "**Visual motion perception**",Scientific American, pp. 76-88, 1975.

[3] C. BenAbdelkader, R. Cutler, and L. Davis; "**Motion-based Recognition of People in EigenGait Space**", Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 20-21, pp. 254-259, May 2002.

[4] R. T. Collins, R. Gross, J. Shi; "**Silhouette-based human identification from body shape and gait**", International Conference on Face and Gesture, pp. 351- 356, May 2002.

[5] A.Kale, A. Sundaresan, A. N. Rajagopalan, N. P. Cuntoor, A. K. Roy-Chowdhury, V. Kruger, and R. Chellappa; "**Identification of humans using gait**", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 13, Issue. 9, pp. 1163–1173, Sept. 2004.

[6] L. Lee, W. E. L. Grimson; "**Gait analysis for recognition and classification**" , roceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 148-155, May 2002.

[7] P. J. Phillips, S. Sarkar, I. Robledo, P. Grother, and K. Bowyer; "**Baseline Results for the Challenge Problem of Human ID Using Gait Analysis**", Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.137-142, 2002.

[8] L. Wang, T. Tan, H. Ning, and W. Hu; "**Silhouette analysis-based gait recognition for human identification**", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Volume: 25 No.12, pp. 1505-1518, December 2003.

[9] Ai-hua Wang, Ji-Wei Liu; "**A Gait recognition method based on positioning human body joints**", IEEE International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition 2007

[10] Bo Ye, Yu-Mei Wen; "**Gait recognition based on DWT and SVM**", IEEE International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition 2007.

[11] Chinese Academy of Sciences, Institute of Automation Gait Database: **http://www.sinobiometrics.com/**