

تشخیص هویت از روی رگ‌های پشت دست در تصاویر فرو سرخ با استفاده از طبقه‌بندی SVM

حسن مسلمی^۱، ایمان عباس‌پور کازرونی^{۲*}، احمد ربانی نژاد^۳

۱- مربی، ۲- استادیار، دانشکده برق و کامپیوتر، مجتمع آموزش عالی فنی مهندسی اسفراین ۳- کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون

(دریافت: ۹۵/۰۶/۲۱، پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۵)

چکیده

در این مقاله روشی برای تشخیص هویت افراد، مبتنی بر تصویر رگ‌های پشت دست ارائه خواهد شد. این بررسی در سه مرحله صورت گرفته است: مرحله ثبت، مرحله گردآوری داده‌ها و مرحله تأیید. در مرحله ثبت، تعداد M تصویر دست با استفاده از روش تصویربرداری نزدیک به مادون قرمز برای افراد مختلف به‌عنوان نمونه‌های اصلی آموزشی جمع‌آوری شده است. این تصاویر طی مراحل پیش‌پردازش، استخراج ویژگی و مدل‌سازی مورد پردازش قرار می‌گیرند تا نمونه‌های قابل تطبیق، ایجاد شوند و سپس برای مرحله تأیید از دسته‌بندی SVM استفاده خواهد شد. در این روش زیست‌سنجی از رگ‌های پشت دست فرد تصویر تهیه می‌شود و ساختار آن‌ها مورد پردازش و تحلیل قرار می‌گیرند. ساختار این رگ‌ها برای افراد مختلف منحصربه‌فرد است. ارزیابی این سیستم حاکی از عملکرد بالای آن در تشخیص هویت به میزان ۹۲٪ و خطای ارزیابی ۰٪ روی نمونه‌های ورودی است.

واژه‌های کلیدی: تصاویر مادون قرمز، رگ‌های خونی، تشخیص هویت، طبقه‌بندی

۱- مقدمه

انسان همواره در قرون و اعصار گذشته به‌دنبال روش‌هایی بود تا از داده‌های خود محافظت نماید. در عصر حاضر، پیشرفت علم و فن‌آوری چنان سرعت و شتاب فزاینده‌ای به خود گرفته است که دیگر به سادگی نمی‌توان بر زمان دقیق پایان یک عصر و آغاز یک دوره جدید اتفاق نظر داشت [۱]. پدیده‌های جدید پی در پی در حال ظهورند و هر یک به‌شدت بر ساختارهای فرهنگی، اجتماعی، جغرافیایی و سیاسی زندگی انسان‌ها تأثیر می‌گذارند و به‌علت گستردگی این تأثیر و عمق نفوذ آن و تفاوت کشورهای مختلف در میزان توجه و اهتمام به هر مورد، شکاف میان کشورهای فقیر و غنی از هر لحاظ از جمله علمی، صنعتی و اقتصادی روز به روز در حال افزایش است [۲].

از جمله این پدیده‌ها می‌توان فن‌آوری بیومتریک را نام برد که اگرچه از تخصص‌هایی سود می‌جوید که هریک از آن‌ها سابقه دیرینه در علم و صنعت دارند ولی دارای تعاریف، مفاهیم و کاربردهای نو و جدیدی است [۳]. این فن‌آوری که در واقع روش‌های تشخیص هویت افراد به‌صورت خودکار، طبق شناسه‌های فیزیولوژیکی یا رفتاری است. در سال‌های گذشته، بیش‌تر در فیلم‌های سینمایی به‌عنوان یک فن‌آوری پیشرفته علمی-تخیلی نمود داشته است و در عین حال در تعدادی از

مراکز حساس که نیازمند به ضریب امنیتی بالایی بوده‌اند نیز به‌کار گرفته شده است [۴]. پیچیدگی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری سامانه‌ها و کاربرد آن‌ها، هزینه‌های ساخت و راه‌اندازی گزافی را به مجریان چنین طرح‌هایی تحمیل می‌کرده است. تشخیص هویت برای کنترل دسترسی آن‌ها به منابع امنیتی همواره مورد توجه بشر حتی از زمان‌های بسیار قدیم بوده است [۵]. در هر عصری، پیشرفته‌ترین تفکر و فن‌آوری در این راه به‌کار رفته و تلاش‌های زیادی در جهت بهبود روش‌های موجود و ابداع روش‌های بهتر انجام گرفته است [۶]. امروزه نیز تأمین امنیت یکی از شاخه‌های بسیار فعال علوم و تحقیقات است و با گسترش هرچه بیش‌تر ارتباطات و اشتراک منابع مالی، فنی و ... نیاز به آن بیش‌تر احساس می‌شود [۷].

روش‌های به‌کار رفته در هر دوره قوت و ضعف فن‌آوری آن‌را به همراه دارد. به‌طور کلی، می‌توان گفت که در هر دوره‌ای پیشرفت‌های حاصل‌شده در روش‌های تشخیص هویت در جهت بالابردن دقت و هماهنگی بیش‌تر فرایندهای لازم، بوده است [۸]. دستگاه‌های رایانه‌ای سرعت، دقت و برنامه‌ریزی‌های پیچیده را برای ما به ارمغان آورده است [۹]. در عصر ما روی اتوماسیون روش‌های سنتی و بهبود آن‌ها با استفاده از توان پردازشی بسیار بالا و نسبتاً ارزان سیستم‌های کامپیوتری متمرکز شده است [۱۰]. از مدت‌ها قبل مشخصاتی مثل قیافه، رنگ چشم، قد، رنگ موی سر و ... برای تشخیص هویت به‌کار می‌رفته و معمول بوده

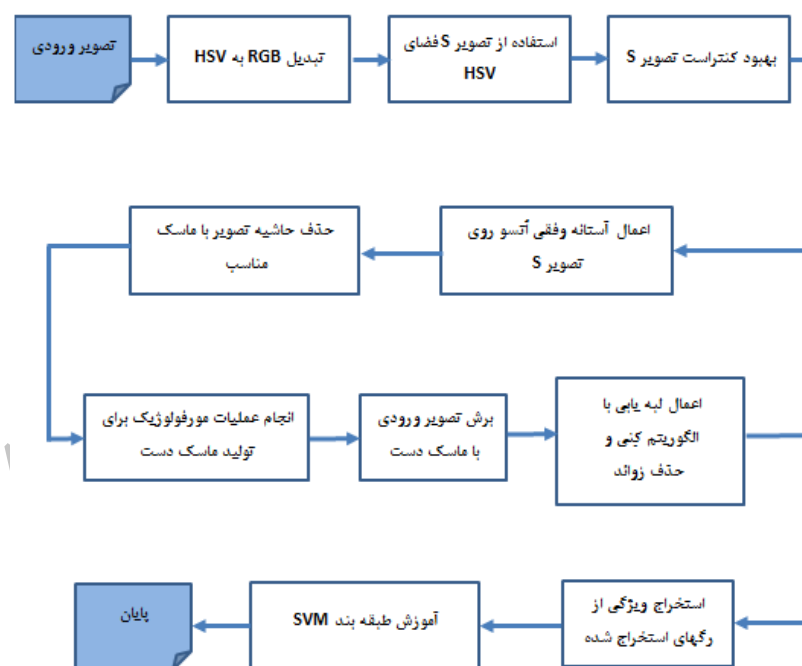
به این که موضوع شناسایی افراد از روی الگوی رگ‌های خونی پشت دستان در تصاویر مادون قرمز می‌باشد، نیاز است که هم به شناسایی رگ‌ها و هم تشخیص هویت افراد بپردازیم، لذا الگوریتم پیشنهادی، به چهار مرحله تقسیم می‌شود. در مرحله اول، عملیات حذف زمینه پرداخته خواهد شد تا تنها دست از عکس‌ها جدا گردد. سپس توسط عملیات ریخت‌شناسی^۲ به رگ‌های پشت دست از تصاویر مادون قرمز بیرون کشیده خواهد شد تا در مرحله بعد از آن‌ها استفاده گردد. در مرحله سوم هم ویژگی‌های هندسی این رگ‌های خونی استخراج خواهد شد که این ویژگی‌ها مبنای آموزش کلاسیفایر ما خواهند بود. در آخرین مرحله ویژگی‌های مستخرج از مرحله قبل توسط SVM^۳ که در ادامه معرفی خواهد شد مورد دسته‌بندی قرار خواهند گرفت تا افراد از هم تمیز داده شوند. روش پیشنهادی نهایتاً بر روی پایگاه داده موجود تست خواهد شد و نتایج در فصل بعد بررسی خواهد شد. فلوجارت این روش در شکل (۱) نشان داده شده است:

است که این مشخصات همانند نام و نام خانوادگی افراد در شناسنامه یا کارت‌های شناسایی آن‌ها ثبت شود [۱۱]. ویژگی‌های یادشده به‌همراه مشخصات فیزیولوژیکی و زیستی و مشخصات رفتاری مجموعه روش‌هایی را دربرمی‌گیرد که به زیست‌سنجی^۱ معروفند [۱۲].

ایم و همکارانش [۱۳] براساس الگوی داده‌های آماری به جداسازی رگ‌های پشت دست در تصاویر گرمایی پرداخته‌اند. آن‌ها در این روش با استفاده از داده‌هایی هم‌چون میانگین، واریانس و ... اطلاعات دست هر فرد را ثبت کرده و براساس روش جداسازی اسکلت‌بندی رگ‌های پشت دست و مقایسه با پایگاه داده خود تشخیص هویت را انجام می‌دهند. روش مورد استفاده آن‌ها به دلیل وجود خطاهای آماری دارای دقت تشخیص بالایی نمی‌باشد.

۲- الگوریتم پیشنهادی

در این قسمت الگوریتم روش پیشنهادی بیان خواهد شد. با توجه



شکل (۱): فلوجارت روش ارایه‌شده برای تشخیص افراد از روی الگوی رگ‌های پشت دست توسط تصاویر مادون قرمز

۳۰۰×۲۴۰ به صورت خاکستری رنگ می‌باشد که به صورت ۸ بیتی ذخیره شده‌اند. این تصاویر به صورت مونوکروم و با دوربین WAT-902H2 ULTIMATE گرفته شده‌اند. در ابتدا تصویر ورودی را باید طوری تغییر داد که اطلاعات زمینه اثری در پردازش‌های بعدی نگذارند. لذا به نحوی باید زمینه را حذف نمود. تصویر ورودی مادون قرمز یک تصویر RGB است که برای

۲-۱- مرحله اول: حذف زمینه

برای تحلیل روش پیشنهادی از دیتا بیس Bosphorus که در زیر تصاویر آن نشان داده شده است، استفاده شده است. این دیتا بیس شامل ۷۵ تصویر از ۲۵ نفر مختلف شامل ۱۵ مرد و ۱۰ زن می‌باشد که از هر نفر، سه تصویر مادون قرمز از پشت دست آن‌ها گرفته شده و با فرمت BMP ذخیره شده است. اندازه تصاویر

2- Morphological
3- Support Vector Machine

1- Biometri



شکل (۳): بهبود کنتراست تصویر S نمونه

در ادامه فرایند حذف زمینه، باید تصویر به دست آمده از مرحله قبل آستانه‌گذاری شود تا طرح کلی دست بیرون کشیده شود. برای این کار با استفاده از روش آستانه‌یابی اتسو^۱ استفاده خواهد شد. این روش، روشی بسیار ساده در پردازش تصویر به منظور آستانه‌گذاری اتوماتیک تصاویر می‌باشد [۱۵]. این روش همانند روش، حد آستانه‌ای براساس هیستوگرام تصاویر استخراج می‌کند. نحوه عملکرد روش‌های آستانه‌گذاری تصاویر بدین صورت است که تصویر به دو کلاس اصلی پس‌زمینه و پیش‌زمینه فرض می‌گردد و روش سعی در یافتن بهترین آستانه برای تقسیم هیستوگرام به دو کلاس می‌باشد [۶]. با اعمال این روش روی تصویر نمونه، به نتیجه شکل زیر رسیدیم. همان‌طور که مشاهده می‌گردد هنوز این تصویر زوائیدی دارد که باید اصلاح گردد. دایره‌ای مشکی رنگ اطراف الگوی دست را پوشانیده است که باید حذف گردد. برای حذف آن از یک ماسک دایره‌ای باید استفاده کنیم که تنها پیکسل‌های داخل دایره را حفظ کند و بقیه را دور بریزد. برای این کار از یک روش مبتکرانه استفاده نمودیم به طوری که برای ساخت بهترین ماسک دایره‌ای، تمام تصاویر را بعد از این که با روش اتسو آستانه‌گذاری نمودیم با هم میانگین گرفتیم و سپس سطح مشکی را از آن جدا نمودیم. شکل (۵) این مجموع و نتیجه ماسک تولید شده را نشان می‌دهد. در این مرحله کافی است تا ماسک تولید شده روی تصویر شکل (۴) اعمال گردد و طرح دست استخراج شود. شکل (۶) سمت چپ نتیجه این مرحله را نشان می‌دهد. زوائید موجود را هم توسط عملیات مورفولوژیک می‌توان حذف نمود به طوری که پیکسل‌های متصل به هم با مساحت کم‌تر از مقدار مشخصی حذف خواهند شد. الگوریتم‌های پرکردن حفره‌های تصویر، جزو عملگرهای مورفولوژیک روی تصاویر هستند. عملگرهای مورفولوژی روی تصاویر شامل مجموعه وسیعی از الگوریتم‌هایی است که تصاویر را براساس شکل آن‌ها پردازش می‌کنند. در عملیات مورفولوژیک

تشخیص صحیح رگ‌ها بهتر است به فضای HSV تبدیل شود [۱۴].

یکی از مشکلات فضای رنگ RGB این است که نمی‌توان تعریف دقیقی از پیکسل‌ها داشت و نمونه‌های مختلفی از رنگ نیاز است تا بتوانی به خوبی رگ‌ها را تشخیص داد. به علاوه در فضای رنگ RGB بین هر سه مولفه آن هم‌بستگی وجود دارد. این بدین معناست که در صورت تغییر روشنایی تصویر هر سه مولفه R، G و B تغییر خواهد کرد. اما در فضای رنگ HSV خیلی ساده و قابل فهم می‌توان بازه رگ‌ها را به طور دقیق تعریف کرد. با توجه به این که تعریف رنگ در این فضا بسیار آسان و قابل فهم هست در پردازش تصویر عموماً از این فضای رنگ استفاده می‌گردد. فضای رنگ HSV هم مثل RGB شامل سه مولفه H رنگ، S اشباع و V روشنایی می‌شود. ما در این جا از تصویر S برای پردازش‌های آتی استفاده خواهیم نمود.

در شکل (۲) یک نمونه تصویر RGB از دیتا بیس مذکور و تصویر S آن دیده می‌شود. در ادامه کنتراست تصویر S به صورت اتوماتیک تنظیم خواهد شد تا در این فرایند حداقل و حداکثر شدت روشنایی پیکسل‌های آن حتماً بین ۰ تا ۲۵۵ قرار گیرند. تصویر شکل (۳) خروجی این مرحله را روی تصویر نمونه نشان می‌دهد.



شکل (۲): تصویر RGB نمونه (بالا) و تصویر S آن (پایین)



شکل (۴): نتیجه اعمال ماسک روی تصویر شکل (۴) (بالا) و نتیجه حذف زوائد با عملیات مورفولوژیک (پایین)

برای پرکردن مساحت داخل دست نیز باز هم از عملیات مورفولوژیک استفاده خواهیم نمود تا حفره‌های داخل دست پر شوند. چون در این عملیات از انبساط تصویر هم استفاده شده است، لذا باید تصویر دوباره منقبض گردد. از طرفی لبه‌یابی در مرحله بعد هم تولید خطوطی دقیقاً در مرز ماسک دست خواهد نمود که با منقبض کردن تصویر ماسک دست باید از آن جلوگیری کرد. شکل (۷) پایان تولید ماسک دست در این مرحله با استفاده از عملگر انقباض حجم مورفولوژیک را نشان می‌دهد. هم‌چنین شکل (۸) اعمال ماسک منقبض‌شده را روی تصویر اصلی نشان می‌دهد.

۲-۲- مرحله دوم: لبه‌یابی

در این مرحله تصویر به دست آمده از مرحله قبل توسط الگوریتم Canny لبه‌یابی خواهد شد. الگوریتم‌های زیادی به منظور آشکارسازی لبه‌ها در مبحث پردازش تصویر ارائه شده‌اند. اساس بسیاری از این الگوریتم‌ها و روش‌های مشتق‌گیری از تصویر می‌باشد. شناسایی لبه در روش Canny شامل شش مرحله است. مرحله اول فیلتر کردن تصویر اولیه و حذف نویز از تصویر است.

نتیجه عملیات یک تصویر دقیقاً هم‌اندازه تصویر اصلی است. در یک عملگر مورفولوژی مقدار هر پیکسل در تصویر خروجی با مقایسه آن پیکسل در تصویر ورودی با همسایه‌های آن تعیین می‌شود. شکل (۶) سمت راست نتیجه این فرایند را معرفی می‌کند.



شکل (۴): نتیجه اعمال آستانه اتسوری تصویر s نمونه



شکل (۵): تصویر میانگین مجموع تصاویر دیتا بیس بعد از آستانه (بالا) و ماسک تولیدشده (پایین)

گرادیان در هر نقطه است که برای این منظور معمولاً از ماسک Sobel استفاده می‌شود.

$$|G| = |G_x| + |G_y| \quad (1)$$

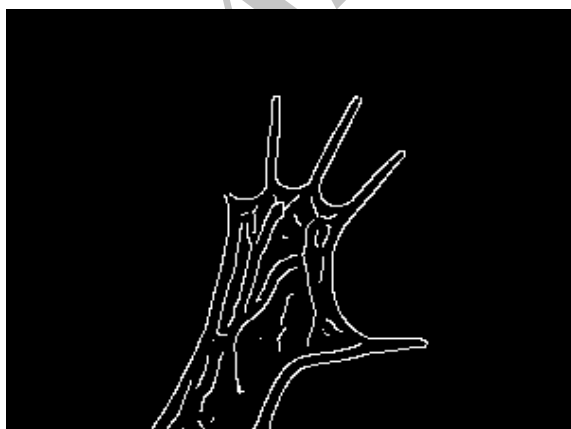
مرحله سوم، به دست آوردن جهت لبه‌های تصویر، با استفاده از مقدار gradient در راستای x و y که در مرحله قبل محاسبه شده است. فرمول زیر برای محاسبه جهت لبه‌ها استفاده می‌شود:

$$\text{Theta} = \text{invtan} (G_y / G_x) \quad (2)$$

مرحله چهارم، اختصاص دادن جهت‌های قابل قبول در تصویر به جهت‌های به دست آمده است. برای هر پیکسل در تصویر فقط چهار جهت ۰ و ۴۵ و ۹۰ و ۱۳۵ درجه امکان پذیر می‌کنیم. بنابراین جهت‌های به دست آمده را به یکی از این چهار جهت هدایت می‌کنیم.

مرحله پنجم، حذف ماکزیمم است. این مرحله جهت لبه‌ها را بررسی می‌کند و از بین آن‌ها، لبه‌هایی را که نمی‌شود به عنوان لبه در نظر گرفت را حذف می‌کند. این مرحله یک خط باریک را در تصویر نهایی می‌دهد.

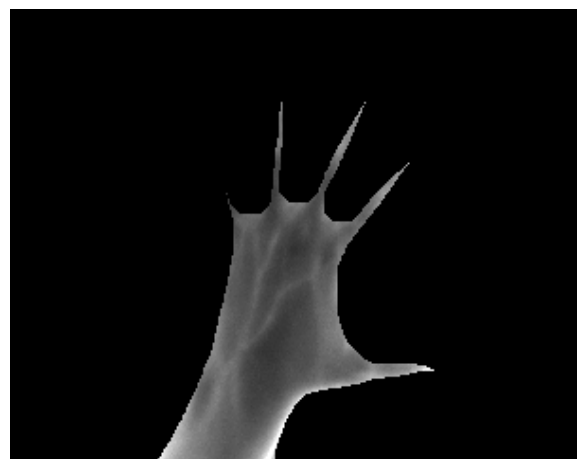
مرحله ششم، آستانه‌گیری در تشخیص لبه است. در Canny از روشی به نام هستیزیس^۱ استفاده می‌گردد. برای این منظور دو آستانه بالا و پایین تعریف می‌کنیم، هر پیکسل که دارای گرادیان بیش‌تر از حد بالا باشد به عنوان لبه پذیرفته می‌شود و در صورتی که دارای مقدار کم‌تر از حد پایین باشد رد می‌شود و در صورتی که دارای مقداری بین این دو حد باشد در صورتی پذیرفته می‌شود که یکی از همسایه‌های آن پذیرفته شده باشد. الگوریتم Canny در مقایسه با الگوریتم‌های دیگر از دقت بالایی برخوردار است ولی پیچیدگی محاسباتی بالاتری دارد. نتیجه خروجی الگوریتم کینی بر روی تصویر به دست آمده از مرحله قبل در شکل (۹) نشان داده شده است.



شکل (۹): نتیجه اعمال الگوریتم لبه‌یابی کینی



شکل (۷): نتیجه اعمال خروجی ماسک دست (بالا) و نتیجه انقباض آن (پایین)



شکل (۸): نتیجه اعمال ماسک روی تصویر اصلی

برای این منظور، فیلتر گوسین با یک ماسک ساده قابل استفاده است که به طور انحصاری در الگوریتم Canny استفاده می‌شود. مرحله دوم، یافتن لبه‌های قوی با استفاده از مقدار



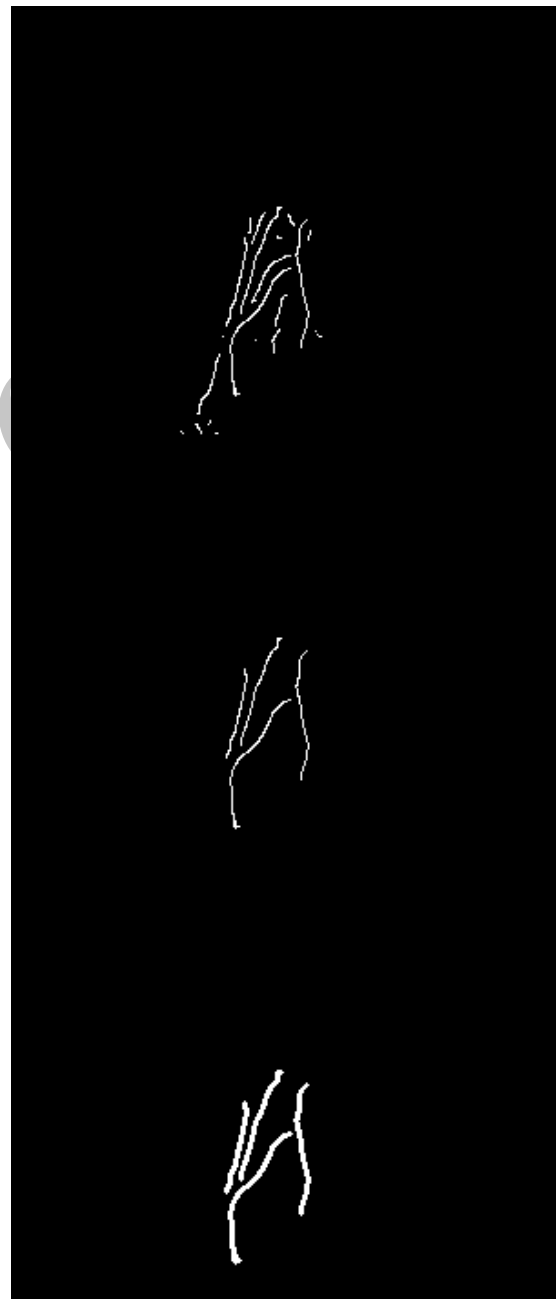
شکل (۱۱): مسیر رگ‌های شناسایی شده روی تصویر اصلی

۲-۳- مرحله سوم

در این مرحله از الگوی رگ‌های شناسایی شده در مرحله قبل ویژگی‌های هندسی و ساختاری به دست خواهد آمد تا آن‌ها را در دسته بندی طبقه بندی نمود. این ویژگی‌ها برخلاف کارهای گزارش شده پیش از این نیازی به تصحیح چرخش دست ندارد بلکه ویژگی‌ها به گونه‌ای انتخاب می‌گردند که این نیاز را مرتفع نمایند. در مرحله قبل توانستیم الگوی رگ‌ها را پشت دست‌ها تشخیص دهیم. حال اگر فاصله اقلیدسی نقاط مختلف رگ‌های خونی را نسبت به یک مرجع ثابت که داخل خود دست باشد و در افراد مختلف هم تفاوت نداشته باشد، به دست آوریم، خواهیم توانست که ویژگی‌های غیرمتغیر با چرخش دست را معرفی کنیم. بهترین مرجع برای این کار نوک انگشتان دست می‌باشد. به تعداد پنج انگشت نقطه مرجع انتخاب کرده و سپس فاصله اقلیدسی را نسبت به این نقاط انتخاب می‌کنیم. برای به دست آوردن نقاط نوک انگشتان هم از تبدیل هاف استفاده خواهیم کرد.

تبدیل هاف که به انگلیسی Hough transform نام دارد، روشی برای استخراج ویژگی‌ها در آنالیز تصاویر، بینایی رایانه‌ای و پردازش تصویر دیجیتال است. این روش در یک تصویر به دنبال نمونه‌هایی از یک الگو می‌گردد. این نمونه‌ها ممکن است کامل نباشند و هم‌چنین تا حدی دچار اعوجاج شده باشند. به عنوان نمونه از کاربردهای این روش می‌توان به تشخیص وجود خط مستقیم یا دایره در یک تصویر اشاره کرد. نرم افزار متلب، یک تابع پیش فرض برای یافتن دایره دارد که تنظیم پارامترهای آن خواهد توانست پنج تا از بزرگ‌ترین دایره‌هایی که در تصویر استخراج می‌کند را گزارش دهد. از طرفی مرکز جرم رگ‌های استخراج شده به عنوان یک الگوی باینری، برای محاسبه تعدادی دیگر از ویژگی‌ها مورد نیاز است که آن را نیز توسط تابع تعیین نواحی به دست خواهیم آورد. شکل (۱۲) خروجی مورد نظر بعد از استخراج این نقاط است.

همان‌گونه که مشاهده می‌گردد لبه‌های زیادی از جمله رگ‌ها و حاشیه دست تشخیص داده شده است که باید از هم جدا گردند. طی دو مرحله توسط عملیات مورفولوژی حذف حاشیه دور دست، حذف پیکسل‌های مساحت کم و ضخیم نمودن خطوط به جای مانده، به مسیر رگ‌های خونی پشت دست خواهیم رسید. شکل (۱۰) سه مرحله فوق را نشان می‌دهد. در پایان، رگ‌ها را می‌توان روی دست مشاهده نمود. شکل (۱۱) این نتیجه را نمایش خواهد داد.



شکل (۱۰): سه مرحله حذف زوائد از خطوط لبه‌یابی شده در الگوریتم Canny

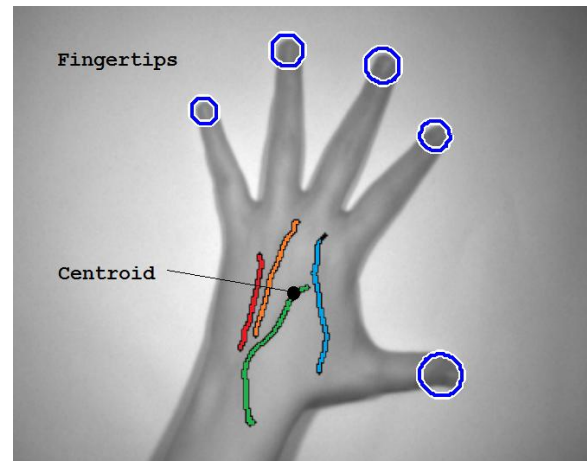
این ویژگی‌ها شامل پنج دسته ویژگی است که به صورت زیر تعریف می‌گردند دسته‌بندی آن‌ها را در تصاویر مختلف باید بتوان به خوبی از هم جدا نماییم:

- متوسط و انحراف معیار فواصل نقاط رگ‌ها از نوک انگشتان (5×2 ویژگی)
- فواصل مرکز جرم رگ‌ها از نوک انگشتان (5×1 ویژگی)
- متوسط و انحراف معیار فواصل نقاط رگ‌ها از مرکز جرم رگ‌ها (5×2 ویژگی)
- تعداد کل ویژگی‌ها $5 \times 5 = 25$ می‌باشد.

۲-۴- مرحله چهارم: آموزش با کلاسیفایر SVM

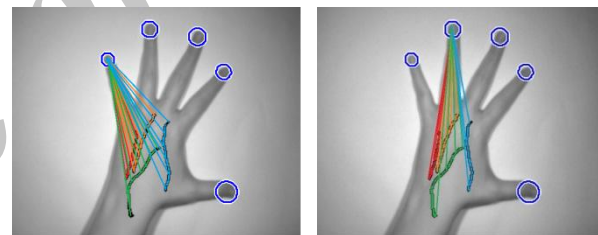
در این مرحله نهایتاً با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبانی یا SVM، ویژگی‌های به دست آمده از همه تصاویر دیتا بیس را تحت فرآیند آموزش و تست قرار داده و نتیجه جداسازی ویژگی‌های هر فرد، به صورت دقت کلاسیفایر در تشخیص هویت به دست خواهد آمد. در فرآیند آموزش ۷۰٪ داده‌های دیتا بیس برای آموزش و ۳۰٪ باقی‌مانده برای تست صحت کلاسه‌بندی استفاده خواهد شد. چون در دیتا بیس برای هر شخص سه تصویر از دست فرد گرفته شده است، دو تصویر اول را برای آموزش و تصویر آخر را برای تست استفاده خواهیم نمود. ماشین بردار پشتیبانی یکی از روش‌های یادگیری با نظارت است که از آن برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌کنند. این روش از جمله روش‌های نسبتاً جدیدی است که در سال‌های اخیر کارایی خوبی نسبت به روش‌های قدیمی‌تر برای طبقه‌بندی از جمله شبکه‌های عصبی پرسپترون نشان داده است. مبنای کاری دسته‌بندی‌کننده SVM دسته‌بندی خطی داده‌ها است و در تقسیم خطی داده‌ها سعی کرده خطی را انتخاب کنیم که حاشیه اطمینان بیشتری داشته باشد.

SVM از یک شیوه که کرنل تریک نامیده می‌شود، برای تبدیل داده‌ها استفاده می‌کند و سپس براساس این تبدیل، مرز بهینه بین خروجی‌های ممکن را پیدا می‌کند. به عبارت ساده، تبدیلات بسیار پیچیده را انجام می‌دهد، سپس مشخص می‌کند چگونه داده‌هایتان را براساس برجسب‌ها یا خروجی‌هایی که تعریف کرده‌اید، جدا کنید. یکی از روش‌هایی که در حال حاضر به صورت گسترده برای مسئله دسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) است. الگوریتم SVM، جزو الگوریتم‌های تشخیص الگو دسته‌بندی می‌شود. از الگوریتم SVM، در هر جایی که نیاز به تشخیص الگو یا



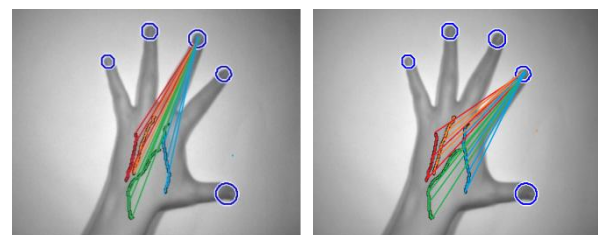
شکل (۱۲): نوک انگشتان شناسایی شده توسط تبدیل هاف و مرکز جرم به دست آمده در روش پیشنهادی

همان‌طور که گفته شد اگر فواصل اقلیدسی بین نقاط رگ‌ها از تک تک انگشتان محاسبه شود (مطابق شکل ۱۳) قادر خواهیم بود ویژگی‌های آماری را از این فواصل بیرون آورده و با آن‌ها به استخراج ویژگی‌های این روش بپردازیم.



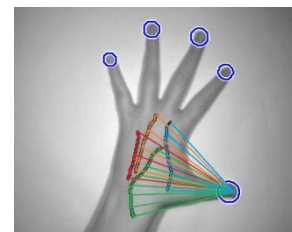
فواصل تا انگشت اول

فواصل تا انگشت دوم



فواصل تا انگشت سوم

فواصل تا انگشت چهارم



فواصل تا انگشت پنجم

شکل (۱۳): فواصل رگ‌ها از نوک انگشتان برای استخراج تعدادی از ویژگی‌ها

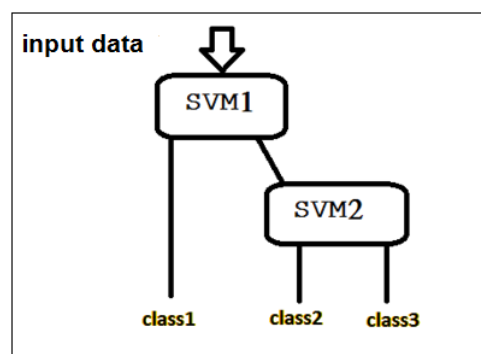
صورت که ویژگی‌های هر گروه را محاسبه نموده و آن را به‌عنوان ورودی به‌همراه برچسب گروه (از ۱ تا ۲۵) به کلاسیفایر خواهیم داد تا مدل مورد نظر از آموزش این کلاسیفایر به‌دست آید. مدل حاصل از این کار را ذخیره کرده و از آن برای مقایسه با دادگان تست استفاده می‌کند. نتیجه صحت تفکیک هم در نهایت نتیجه حاصل از دقت تفکیک در کل هسته‌های SVM می‌باشد. در صورت بالا بودن تعداد تصاویر پایگاه داده و افزایش تعداد هسته‌های SVM، تنها سرعت پردازش پایین‌تر می‌آید و درصد خطای تشخیصی افزایش نمی‌یابد. هم‌چنین می‌توان در صورتی که سرعت بالای تشخیصی مورد نیاز است تعداد هسته‌های SVM را کاهش داد که در این صورت دقت تشخیصی تا حدودی پایین‌تر می‌آید و بهتر است حتی در صورت بالا بودن تعداد تصاویر، تصاویر را به دسته‌های کوچک‌تر تقسیم‌بندی کرد تا در این صورت دقت و سرعت بالا برای تشخیص هویت افراد حاصل شود.

۳- بحث

در این قسمت به ارزیابی روش ارائه‌شده برای تشخیص رگ‌ها پرداخته شده است. همان‌طور که در بخش قبل گفته شد در ابتدا تصویر ورودی را باید طوری تغییر داد که اطلاعات زمینه اثری در پردازش‌های بعدی نگذارند و لذا به‌نحوی باید زمینه را حذف نمود که تصویر ورودی مادون قرمز یک تصویر RGB است که برای تشخیص صحیح رگ‌ها بهتر است به فضای HSV تبدیل شد. با توجه به این‌که تعریف رنگ در این فضا بسیار آسان و قابل فهم است. پس، از این فضای رنگ استفاده شد که در این‌جا از تصویر S برای پردازش‌های آتی استفاده نمودیم. در ادامه کنترل‌رست تصویر S به‌صورت اتوماتیک تنظیم شد تا در این فرایند حداقل حداکثر شدت روشنایی پیکسل‌های آن حتماً بین ۰ تا ۲۵۵ قرار گیرند. سپس فرایند حذف زمینه انجام گردید. برای این‌کار از روش آستانه‌یابی اتسو استفاده شد. چون هنوز این تصویر زوائدی داشت که باید اصلاح می‌گشت که از یک روش مبتکرانه استفاده شد. به‌طوری‌که برای ساخت بهینه‌ترین ماسک دایره‌ای، تمام تصاویر را بعد از این‌که با روش اتسو آستانه‌گذاری کردیم با هم میانگین گرفته و سپس سطح مشکی را از آن جدا نمودیم. زوائد ریز باقی‌مانده را هم توسط عملیات مورفولوژیک حذف شدند. شکل (۱۵) پایان تولید ماسک دست را برای کل تصاویر موجود در دیتا بیس نشان می‌دهد.

دسته‌بندی اشیاء در کلاس‌های خاص می‌توان استفاده کرد. بدین صورت که با فرض این‌که دسته‌ها به‌صورت خطی جداپذیر باشند، ابرصفحه‌هایی با حداکثر حاشیه را به‌دست می‌آورد که دسته‌ها را جدا کنند. در مسایلی که داده‌ها به‌صورت خطی جداپذیر نباشند، داده‌ها به فضای با ابعاد بیش‌تر نگاشت پیدا می‌کنند تا بتوان آن‌ها را در این فضای جدید به‌صورت خطی جدا نمود.

در یک فرایند یادگیری که شامل دو کلاس می‌باشد، هدف SVM پیدا کردن بهترین تابع برای طبقه‌بندی می‌باشد به نحوی که بتوان اعضای دو کلاس را در مجموعه داده‌ها از هم تشخیص داد. معیار بهترین طبقه‌بندی به‌صورت هندسی مشخص می‌شود، برای مجموعه داده‌هایی که به‌صورت خطی قابل تجزیه هستند، به‌طور حسی آن مرزی که به‌صورت بخشی از فضا تعریف می‌شود یا همان تفکیک بین دو کلاس به‌وسیله صفحه چندتایی تعریف می‌شود. هدف آن هم پیدا کردن بهترین خط (ابر صفحه) که دو دسته را از هم جدا کند، می‌باشد. در بیش‌تر کاربردها تنها با دو کلاس سروکار نداریم لذا لازم است که به‌نحوی این دسته‌بندی‌کننده را برای تعداد کلاس‌های بیش‌تر استفاده کنیم. یکی از این روش‌ها، روش درختی می‌باشد. در این روش برای n کلاس، به $n-1$ ماشین بردار پشتیبان نیاز است. مثلاً اگر تعداد کلاس‌ها سه باشد، به دو ماشین بردار پشتیبان است. همان‌طور که در شکل (۱۴) نیز این مفهوم نشان داده شده است.



شکل (۱۴): ساختار کلاسیفایر SVM برای آموزش چندکلاسی

در این‌جا برای تقسیم‌بندی برای ۲۵ کلاس (به اندازه افراد مورد آزمایش)، به ۲۴ عدد هسته SVM نیاز داریم که برای این منظور مجموعه ویژگی‌های به‌دست‌آمده از قسمت قبل را به کمک جعبه ابزار^۱ PRTTools دسته‌بندی خواهیم نمود. بدین

۱- این جعبه‌ابزار با کاربرد اصلی آنالیز داده و تشخیص الگو توسط دانشگاه Delft هلند در سال ۲۰۰۵ معرفی شد و هم‌اکنون بهترین ابزار نرم‌افزار MATLAB برای تحلیل آماری می‌باشد.

که به‌طور قابل توجهی نقاط انگشتان و رگ‌ها در موقعیت درست خود استخراج شده‌اند. تعداد کل ویژگی‌ها ۲۵ عدد می‌باشد که در مرحله بعد توسط یک کلاسیفایر آن‌ها را در تصاویر مختلف باید بتوان به‌خوبی از هم جدا نماییم. ویژگی‌های مورد نظر پس از استخراج همگی در یک بردار ذخیره می‌گردند تا برای آموزش و تست در کلاسیفایر آماده شوند.

در قسمت دسته‌بندی نتایج حاصل از دسته‌بندی توسط کلاسیفایرها، مورد بررسی قرار می‌گیرد. مسئله‌ای که در این تحقیق وجود دارد دسته‌بندی چندکلاسه است. در این مرحله با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبانی، ویژگی‌های به‌دست‌آمده از همه تصاویر دیتابیس را تحت فرایند آموزش و تست قرار داده و نتیجه جداسازی ویژگی‌های هر فرد، به‌صورت دقت کلاسیفایر در تشخیص هویت به‌دست آمد.

در فرایند آموزش ۷۰٪ داده‌های پایگاه داده برای آموزش و ۳۰٪ باقی‌مانده برای تست صحت کلاسه‌بندی استفاده شد که چون در دیتا بیس برای هر شخص سه تصویر از دست فرد گرفته شده است، ما دو تصویر اول را برای آموزش و تصویر آخر را برای تست استفاده شد. در مقالات مختلف بر روی تصاویر متفاوتی این تست انجام شده است که برای مقایسه این کار با کارهای گذشته از نتایج آن‌ها استفاده نموده که جدول زیر نتایج حاصل از دقت تشخیص و خطای ارزیابی را به‌صورت جدول (۱) گزارش نموده‌اند. الگوریتم پیشنهادی علاوه بر پایگاه داده مستقل بر روی پایگاه داده دیگری [۲۱] نیز تست شده است تا نتایج به‌دست‌آمده قابلیت ارزیابی و مقایسه را با سایر شیوه‌های موجود را داشته باشد. در روش پیشنهادی، درصد خطا در مقایسه با سایر گزارشات ارائه‌شده بسیار پایین‌تر است. در این روش، چرخش دست و زاویه‌دار بودن انگشتان دست مورد بررسی قرار گرفته و در تمامی تصاویر الگوریتم پیشنهادی موفقیت‌آمیز بوده است. هم‌چنین به‌دلیل عدم استفاده از داده‌های آماری هم‌چون میانگین، واریانس و خطای مربوط به نویز و عدم کیفیت تصاویر در الگوریتم پیشنهادی وجود ندارد [۲۲].

شاخص خطای ارزیابی برای این پژوهش، خطای میانگین مربعات می‌باشد و از معادله زیر استفاده می‌شود.

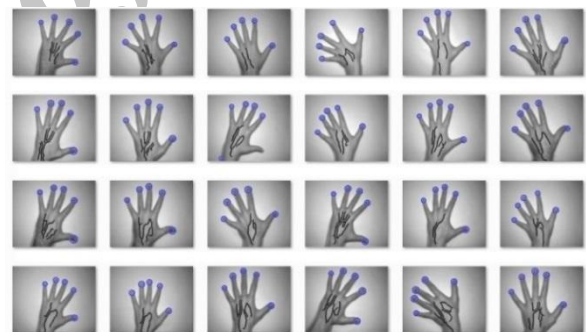
$$MSE = \frac{1}{n} \sum (f_i - y_i)^2 \quad (3)$$

که در آن، f_i معادل خروجی سیستم و y_i معادل پاسخ صحیح می‌باشد.



شکل (۱۵): نتایج مرحله حذف زمینه روی تصاویر دیتا بیس

تصویر به‌دست‌آمده از مرحله قبل توسط الگوریتم کنی لبه‌یابی شد. مشاهده لبه‌های زیادی از جمله رگ‌ها و حاشیه دست در این مرحله به‌طور اضافی تشخیص داده شد که باید از اصل کار جدا می‌شدند که طی دو مرحله توسط عملیات مورفولوژی حذف حاشیه دوردست، حذف پیکسل‌های مساحت کم و ضخیم‌نمودن خطوط به‌جای مانده، به مسیر رگ‌های خونی پشت دست رسیدیم. به‌دنبال آن هم باید نوک انگشتان به‌دست می‌آمد که نتایج حاصله در شکل (۱۶) روی کل تصاویر دیتا بیس نشان داده شده است.



شکل (۱۶): نتایج مرحله لبه‌یابی روی تصاویر دیتا بیس

بعد از انتخاب دیتابیس مورد نظر، باید به استخراج ویژگی‌هایی از دست انسان‌ها پرداخت که در همه آن‌ها مشترک می‌باشند. این ویژگی‌ها در این کار تنها فاصله اقلیدسی بین نقاط مرجع تا الگوی رگ‌ها به‌دست آمده بودند. الگوریتم به‌کاررفته روی غالب تصاویر دیتا بیس به‌خوبی جواب می‌دهد ولی در تعداد اندکی از تصاویر شرایط اندکی متفاوت است چون الگوریتم استخراج نوک انگشتان به خطا نقاطی را روی دست تشخیص می‌دهد که از لحاظ موقعیت اشتباه هستند. این ایراد به‌خاطر تفاوت در دایره‌های به‌دست‌آمده در تبدیل هاف می‌باشد که در الگوریتم شناسایی نقاط نوک انگشتان به‌کار رفته است.

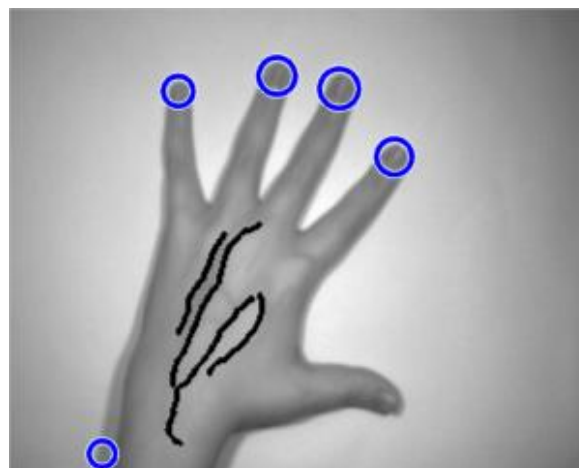
شکل (۱۷) یک نمونه از این نوع خطا را نشان می‌دهد. این خطاها غیرقابل گریز هستند ولی در اکثر موارد مشاهده می‌شود

بیانگر این حقیقت خواهد بود. خطای ارزیابی هم در این روش به ۰٪ رسیده است که در مقایسه با نتایج جدول قبل نتایج شایان ذکر می‌باشد.

لازم به ذکر است که روش پیشنهادی مذکور در این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است که از آن جمله می‌توان به عدم کاربردی بودن این شیوه برای افراد فاقد انگشتان دست است که می‌توان در پژوهش‌های آینده این محدودیت را رفع کرد.

۵- مراجع

- [1] C. Lin and K. Fan, "Biometric Verification Using Thermal Images of Palm-Dorsa Vein Patterns," IEEE Trans. on circuits and systems for video technology, vol. 14, no. 2, 2004.
- [2] Y. Yoshitomi, T. Miyaura, S. Tomita, and S. Kimura, "Face identification thermal image processing," in Proc. 6th IEEE Int. Workshop Robot and Human Communication, SENDAI, pp. 374-379, 2005.
- [3] A. J. Rice, "A quality approach to biometric imaging," Proc. Image Processing for Biometric Measurement IEEE Colloq., pp. 41-45, 1994.
- [4] J. M. Cross and C. L. Smith, "Thermographic imaging of the subcutaneous vascular network of the back of the hand for biometric identification," in Proc. IEEE 29th Annu. Int. Carnahan Conf. Security Technology, pp. 20-35, 1995.
- [5] B. Miller, "Vital sign of identify," IEEE Spectrum, vol. 31, pp. 22-30, 1994.
- [6] C. C. Han, H. L. Cheng, C. L. Lin, and K. C. Fan, "Personal authentication using palm print features," Patt. Recognit., vol. 36, no. 2, pp. 371-381, 2003.
- [7] J. You, W. Li, and D. Zhang, "Hierarchical palmprint identification via multiple feature extraction," Patt. Recognit., vol. 35, pp. 847-859, 2002.
- [8] H. J. Lin, H. H. Guo, F.W. Yang, and C. L. Chen, "Handprint identification using fuzzy inference," in Proc. 13th IPPR Conf. Computer Vision Graphics and Image Processing, pp. 164-168, 2000.
- [9] C. C. Han, P. C. Chang, and C. C. Hsu, "Personal identification using hand geometry and palm-print," in Proc. 4th Asian Conf. Computer Vision (ACCV), pp. 747-752, 2000.
- [10] A. K. Jain and N. Duta, "Deformable matching of hand shapes for verification," in Proc. ICIP, pp. 857-861, 1999.
- [11] D. P. Zhang and W. Shu, "Two novel characteristics in palm print verification: datum point invariance and line feature matching," Patt. Recognit., vol. 32, pp. 691-702, 1999.
- [12] D. G. Joshi, Y. V. Rao, S. Kar, V. Kumar, and R. Kumar, "Computer-vision- based approach to personal identification using finger crease patterns," Patt. Recognit., vol. 31, pp. 15-22, 1998.
- [13] S. K. Im, H. M. Park, S. W. Kim, C. K. Chung, and H. S. Choi, "Improved vein pattern extracting algorithm and its implementation," in Int. Conf. Consumer Electronics Dig. Tech., pp. 2-3, 2000.



شکل (۱۷): یک نمونه از تشخیص نادرست نقاط نوک انگشتان

جدول (۱): نتایج ارزیابی روش‌های تایید هویت از روی الگوی رگ‌های پشت دست

مرجع	دیتا بیس	دقت تشخیص	خطای ارزیابی
C.-L. Lin [۱۶]	32 users, 30 samples/subjects, total 960 images	٪۶۹	۰/۳۷۵
K. A. Toh [۱۷]	50 users, left and right hands, 10 samples/subjects, total 1000 images	٪۸۶	۰/۱۳
L. Wang [۱۸]	30 users, 9 samples/subjects, total 270 images	٪۹۱	۰/۰
Y. Ding [۱۹]	48 users, 5 samples/subjects, total 240 images	٪۹۹/۱	۰/۰۵
Z. Wang [۲۰]	100 users, 5 samples/subjects, total 500 images	٪۷۴	۰/۲۵
A. Y`uksel [۲۱]	100 users, 3 samples/user, 4 conditions, total 1200 images	٪۸۸	۰/۵۴
This work for another Database [۲۱]	100 users, 3 samples/user, 4 conditions, total 1200 images	٪۹۱	۰/۳۶
This work	25 users, 3 samples/subjects, total 75 images	٪۹۲	۰

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله، روشی برای تشخیص هویت، مبتنی بر تصویر رگ‌های پشت دست ارائه شد. در روش پیشنهادی که به‌طور ویژه‌ای از روش جدیدی برای تشخیص هویت استفاده کرده است، نتایج به‌طور قابل توجهی بهبود یافته است که خروجی کلاسیفایر

- [19] Y. Ding, D. Zhuang, and K. Wang. "A study of hand vein recognition method", Proceedings of IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, 2005.
- [20] Z. Wang, B. Zhang, W. Chen, and Y. Gao. "A performance evaluation of shape and texture based methods for vein recognition", Congress on Image and Signal Processing, vol. 2, no. 659–661, 2008.
- [21] A. Yuksel, L. Akarun and B. Sankur "Biometric Identification Through Hand Vein Patterns", International Workshop on Emerging Techniques and Challenges for Hand-Based Biometrics (ETCHB), 2010.
- [22] S. M. Khorashadzadeh, V. Azadzadeh and A. M. latif " Detection of Pornographic Digital Images Using Support Vector Machine and Neural Network", Journal Of Electronical & Cyber Defence, vol. 4, no. 4, pp. 79-88, 2017.(in Persian)
- [14] S. K. Im, H. M. Park, Y. W. Kim, S. C. Han, S.W. Kim, and C. H. Hang, "An biometric identification system by extracting hand vein patterns," J. Korean Phys. Soc., vol. 38, pp. 268–272, 2001.
- [15] A. J. Mehnert, J. M. Cross, and C. L. Smith, "Thermal graphic Imaging: Segmentation of the Subcutaneous Vascular Network of the Back of the Hand (Research Report)," Edith Cowan University, Australian Institute of Security and Applied Technology, Perth, Western Australia, 1993.
- [16] C.-L. Lin and K.-C. Fan, "Biometric verification using thermal images of palm-dorsa vein patterns," IEEE Trans. Circuits and Sys. For Video Technology, vol. 14, no. 2, pp. 199–213, 2004.
- [17] K. A. Toh, H. L. Eng, Y. S. Choo, Y. L. Cha, W. Y. Yau, and K.S. Low, "Identity verification through palm vein and crease texture," Lecture Notes In Computer Science, 2005.
- [18] L. Y. Wang, G. Leedham, and D. S. Y. Chu, "Infrared imaging of hand vein patterns for biometric purposes," The Institution of Engineering and Technology, Computer Vision, vol. 1, pp. 113–122, 2007.

Archive of SID

Hand Vessels Authentication Using SVM Classification in Infrared Images

H. Moslemi, I. Abaspor Kazerouni*, A. Rabaninejad

*Esfarayan University of Technology, Esfarayen, North Khorasan, Iran

(Received: 11/09/2016 , Accepted: 13/02/2017)

ABSTRACT

In this paper, a method is proposed for authentication using hand vessels images. This research has three steps: database collection, simulation and verification process. In the database collection step, M hand infrared images have been collected from different people for the main train cases. The images have been processed in the pre-processing, feature extraction and modeling steps and then verified by the SVM classifier. The structure of hand vessels are unique for different people; thus in this bioassay method, hand vessels images have been used for processing and analysis. This assessment showed its high performance in the authentication of 92% and 0% error of assessment on the input samples.

Keywords: Infrared Images, Hand Vessels, authentication and Classification

* Corresponding Author Email: i.abaspor@esfarayen.ac.ir