بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه بیرجند

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک

شناسایی و تأیید هویت شخص با استفاده از سیستم بیومتریک مبتنی بر اطلاعات تصویری چهره

استاد راهنما:

دکتر ناصر مهرشاد

استاد مشاور:

دکتر سید محمد رضوی

دانشجو:

نسرین علیزاده

تابستان ۱۳۹۳

دانشگاه شهید بهشتی
مدیریت تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

فرم شماره ۱۰

با تاییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد خانم / آقای نسرین علیزاده
به شماره دانشجویی : ۹۱۱۳۳۱۶۰۰۹ رشته: برق گرایش: الکترونیک دانشکده: مهندسی
تحت عنوان: شناسایی و تأیید هویت شخص با استفاده از سیستم بیومتریک مبتنی بر اطلاعات تصویری چهره

به ارزش : ۶ واحد درساعت: ۱۷:۳۰ روز : دوشنبه مورخ: ۱۳۹۳/۰۶/۳۱

با حضور اعضای محترم جلسه دفاع و نماینده تحصیلات تکمیلی به شرح ذیل تشکیل گردید:

سمت	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنمای اول	دکتر ناصر مهرشاد	دانشیار	
استاد راهنمای دوم			
استاد مشاور اول	دکتر سید محمد رضوی	دانشیار	
استاد مشاور دوم			
داور اول	دکتر محسن فرشاد	استادیار	
داور دوم	دکتر رمضان هاونگی	استادیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر بیجاری	استادیار	

نتیجه ارزیابی دفاع که منوط به ارائه اصلاحات پیشنهادی توسط هیئت داوران حداکثر ظرف مدت یکماه پس از تاریخ دفاع می باشد، به شرح زیر مورد تایید قرار گرفت:

☒ قبول (با درجه : عالی و امتیاز :۱۹/۳) ☐ دفاع مجدد ☐ غیر قابل قبول

۱- عالی (۲۰- ۱۹) ۲- بسیار خوب (۱۸/۹۹- ۱۸) ۳- خوب (۱۷/۹۹- ۱۶) ۴- قابل قبول (۱۵/۹۹- ۱۴)

(بدیهی است عواقب آموزشی ناشی از عدم ارائه به موقع اصلاحات مزبور به عهده دانشجو می باشد)

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود، پس از پروردگار، مایه هستی ام بوده اند دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند. آموزگارانی که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند.

تقدیم به وجود با ارزشتان...

سپاس و ستایش ویژه خداست که هیچ زبانی از عهده آن برنیاید...

با تشکر و سپاس از استاد فرزانه و دلسوز جناب آقای دکتر ناصر مهرشاد که از محضر پر فیض تدریس‌شان، بهره‌ها برده‌ام و در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند.

با امتنان بیکران از مساعدت‌های بی‌شائبه‌ی جناب آقای دکتر سید محمد رضوی که زحمت مشاوره‌ی این پایان نامه را متقبل شدند.

و جناب آقای دکترمحسن فرشاد و جناب آقای دکتر رمضان هاونگی که زحمت داوری این رساله را بر عهده گرفتند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

با تقدیر و درود فراوان خدمت مادر و پدر بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده‌ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من بوده است.

چکیده

در این پژوهش ابتدا یک الگوریتم سریع برای بازشناسی هویت با استفاده از تصاویر مادون قرمز چهره شخص ارائه شده است. الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر محاسبه سریع میزان تشابه دو تصویر حرارتی چهره با استفاده از معیار شباهت برگرفته از مفهوم ضرب داخلی سیگنال‌های دوبعدی توسعه یافته است. همچنین برای بهبود نتایج مربوط به بازشناسی هویت روشی برای ترکیب اطلاعات تصاویر مادون قرمز و تصاویر مرئی نیز ارائه شده است. در این روش ابتدا یک الگوریتم تثبیت برای یکسان‌سازی اندازه تصاویر مرئی و حرارتی پیشنهاد شده است. در ادامه با اعمال تبدیل موجک گسسته بر روی تصاویر مرئی و حرارتی، مؤلفه‌های جزئیات و ضرایب تقریب محاسبه شده و سپس تلفیق اطلاعات مرئی و حرارتی با توجه به وزن‌های اختصاص یافته به این ضرایب انجام می‌شود. با اعمال معکوس موجک روی ضرایب تلفیقی، بهترین تصویر ترکیب جهت بازشناسی انتخاب می‌شود. روش پیشنهادی برای بازشناسی هویت با استفاده از تصاویر مادون قرمز چهره بر روی دو بانک داده‌ی Terravic و UTK-IRIS آزمایش شده است. نرخ بازشناسی برای بانک داده Terravic، ۹۶/۶٪ و برای بانک داده UTK-IRIS، ۸۹٪ به‌دست آمده است. در ادامه با تلفیق اطلاعات مرئی و حرارتی نرخ بازشناسی برای بانک داده UTK-IRIS به ۹۵/۵٪ افزایش یافته است. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهند که الگوریتم ارائه شده علیرغم محاسبات کم، در مقایسه با سایر الگوریتم‌های موجود، از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد.

کلید واژه‌ها: بازشناسی هویت، ترکیب تصاویر حرارتی و مرئی چهره، ضرب داخلی، معیار شباهت.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جداول ..... أ

فهرست شکل‌ها ..... ب

فصل ۱- پیشگفتار ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- بررسی ساختار کلی روش پیشنهادی ۴

۱-۳- نوآوری پایان‌نامه ۴

۱-۴- سازمان پایان‌نامه ۵

فصل ۲- معرفی سیستم‌های بیومتریک و تشریح مفاهیم مورد نیاز ۶

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- سیستم‌های تشخیص هویت ۶

۲-۳- سیستم‌های بیومتریک ۷

۲-۳-۱- بیومتریک چیست؟ ۷

۲-۳-۲- معماری سیستم‌های بیومتریک ۹

۲-۳-۳- خطا در سیستم بیومتریکی ۱۰

۲-۳-۴- حمله بر علیه سیستم‌های بیومتریک ۱۰

۲-۳-۵- کاربرد سیستم‌های بیومتریک ۱۲

۲-۳-۶- امتیازات فناوری بیومتریک ۱۲

۲-۴- تکنولوژی‌های بیومتریک ۱۳

۲-۴-۱- شناسایی از طریق اثر انگشت ۱۳

۲-۴-۲- شناسایی از طریق عنبیه ۱۴

۲-۴-۳- شناسایی از طریق شبکیه ۱۵

۲-۴-۴- شناسایی از روی نحوه راه رفتن ۱۵

۲-۴-۵- شناسایی از روی هندسه دست ۱۵

۲-۴-۶- شناسایی از طریق چهره ۱۶

۲-۴-۷- معرفی سیستم خودکار شناسایی چهره ۱۹

۲-۴-۸- روش‌های مدل گرا ۱۹

۲-۴-۹- روش‌های ظاهرگرا ۲۲

۲-۴-۱۰- آنالیز اجزای اصلی(PCA) ۲۴

۲-۴-۱۱- آنالیز تفکیک‌پذیری خطی (LDA) ۲۷

۲-۴-۱۲- آنالیز اجزای مستقل (ICA) ۲۸

۲-۴-۱۳- یادگیری منیفولد ۲۹

۲-۴-۱۴- ماشین‌های هسته ۳۰
۲-۴-۱۵- شناسایی با استفاده از نمودار حرارتی چهره ۳۲
۲-۵- ترکیبات بیومتریک ۴۲
۲-۶- تلفیق تصاویر مرئی و مادون قرمز ۴۴
فصل ۳- بررسی کارهای انجام شده در زمینه تشخیص هویت از طریق چهره ۴۵
۳-۱- مقدمه ۴۵
۳-۲- مرور کارهای انجام شده در زمینه تصاویر حرارتی چهره ۴۵
۳-۲-۱- شناسایی بر اساس رگ‌های صورت در تصاویر مادون قرمز حرارتی ۴۵
۳-۲-۲- شناسایی تصاویر مادون قرمز حرارتی بر اساس الگوریتم ICP ۴۸
۳-۳- مرور کارهای انجام شده در زمینه تصاویر مرئی چهره ۵۰
۳-۴- مرور کارهای انجام شده در زمینه ترکیب تصاویر مرئی و حرارتی چهره ۵۲
۳-۴-۱- شناسایی با استفاده از ترکیب تصاویر مادون قرمز حرارتی و بینایی بر اساس الگوریتم ژنتیک ۵۲
۳-۴-۲- شناسایی با استفاده از ترکیب تبدیل موجک تصاویر مرئی و مادون قرمز حرارتی ۵۴
فصل ۴- ارائه روش پیشنهادی ۵۶
۴-۱- مقدمه ۵۶
۴-۲- بازشناسی هویت با استفاده از تصاویر مادون قرمز چهره ۵۶
۴-۲-۱- پیش‌پردازش ۵۸
۴-۲-۲- استخراج تصویر به‌هنجار شده صورت ۶۰
۴-۲-۳- حذف مؤلفه فرکانس صفر صورت به‌هنجار شده ۶۱
۴-۲-۴- سنجش شباهت و فاصله ۶۲
۴-۲-۵- ضرب داخلی جهت سنجش شباهت الگوریتم پیشنهادی برای تشخیص هویت بر اساس تصویر حرارتی چهره ۶۵
۴-۳- بازشناسی هویت با استفاده از ترکیب تصاویر مادون قرمز چهره و تصاویر مرئی ۶۵
۴-۳-۱- استخراج تصویر به‌هنجار شده صورت ۶۷
۴-۳-۲- حذف مؤلفه فرکانس صفر صورت به‌هنجار شده ۶۹
۴-۳-۳- تثبیت تصاویر مرئی و حرارتی ۶۹
۴-۳-۴- مروری بر تبدیل موجک ۷۴
۴-۳-۵- ادغام اطلاعات تصاویر حرارتی و مرئی چهره با استفاده از تبدیل موجک ۷۹
۴-۳-۶- بازسازی تصویر ترکیب با استفاده از معکوس موجک ۸۱
۴-۳-۷- ضرب داخلی جهت سنجش شباهت الگوریتم پیشنهادی برای تشخیص هویت بر اساس ترکیب تصاویر حرارتی و مرئی چهره ۸۱
فصل ۵- نتایج شبیه‌سازی ۸۲
۵-۱- جمع‌آوری داده ۸۲
۵-۱-۱- بانک داده Terravic ۸۲

۵-۱-۲- بانک داده UTK-IRIS ۸۳
۵-۱-۳- نتایج شبیه‌سازی الگوریتم پیشنهادی برای تشخیص هویت بر اساس تصاویر حرارتی چهره.... ۸۴
۵-۲- نتایج شبیه‌سازی الگوریتم پیشنهادی برای تشخیص هویت بر اساس ترکیب تصاویر حرارتی و مرئی چهره ۸۷
فصل ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۹
۶-۱- نتیجه‌گیری ۸۹
۶-۲- پیشنهادات ۸۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲–۱- مزایا و معایب روش شناسایی از طریق عنبیه ۱۴
جدول ۲–۲- مزایا و معایب روش شناسایی از طریق شبکیه ۱۵
جدول ۲–۳- مقایسه روش‌های PCA,ICAوKPCA توسط ۳۲
جدول ۲–۴- طول‌موج امواج مادون قرمز در محدوده‌های طیفی مختلف ۳۳
جدول ۵–۱- نتایج الگوریتم پیشنهادی جهت شناسایی تصاویر حرارتی در ۲۰ حالت مختلف بر روی بانک دادهTerravic ۸۵
جدول ۵–۲- ماتریس درهم ریختگی نتایج آزمایش بر روی بانک داده Terravic ۸۶
جدول ۵–۳- ماتریس درهم ریختگی نتایج آزمایش بر روی بانک داده UTK-IRIS ۸۶
جدول ۵–۴- نرخ بازشناسی نتایج الگوریتم بر روی بانک داده‌های تصاویر حرارتی ۸۷
جدول ۵–۵- نرخ بازشناسی روش پیشنهادی برای ترکیب‌های مختلف تصاویر با در نظر گرفتن وزن‌های مختلف بر روی بانک داده UTK-IRIS ۸۸
جدول ۵–۶- مقایسه نرخ بازشناسی روش پیشنهادی بر روی تصاویر حرارتی، تصاویر مرئی و ترکیب تصاویر مرئی و حرارتی بانک داده UTK-IRIS ۸۸
جدول ۵–۷- مقایسه اجمالی نرخ بازشناسی برخی از مقالات در زمینه تشخیص هویت از طریق تصاویر حرارتی ۸۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲–۱- تأیید هویت ۸
شکل ۲–۲- تشخیص هویت ۸
شکل ۲–۳- مکان حمله‌هایی که سیستم‌های بیومتریک را تهدید می‌کنند ۱۱
شکل ۲–۴- تابلویی که توسط بلدسو برای اولین ماشین خودکار شناسایی چهره به کار گرفته شد. ۱۶
شکل ۲–۵- سمت چپ فرد حالت عادی و سمت راست حالت عصبی دارد[۲۹] ۱۸
شکل ۲–۶- شماتیک عمومی یک سیستم شناسایی چهره ۱۹
شکل ۲–۷- شناسایی چهره از طریق اطلاعات هندسه صورت ۲۰
شکل ۲–۸- موجک گبور در هشت جهت فضایی ۲۱
شکل ۲–۹- موجک گبور در پنج مقیاس مکانی ۲۱
شکل ۲–۱۰- مثال‌هایی از گراف چهره در مدلEBGM [۳۲] ۲۱
شکل ۲–۱۱- شمای عمومی سیستم‌های شناسایی چهره در روش‌های یادگیری آماری ۲۳
شکل ۲–۱۲- دسته‌بندی روش‌های ظاهرگرا در شناسایی چهره ۲۴
شکل ۲–۱۳- تعدادی از تصاویر بسط پایه PCA از بانک داده ORL ۲۵
شکل ۲–۱۴- شکل سمت چپ توزیع دوبعدی داده‌ها و جهت‌های بردارهای ویژه ماتریس کوواریانس داده ها را نشان می‌دهد و شکل سمت راست نگاشت داده‌ها بر روی جهت اول بسط PCA را نشان می‌دهد. ۲۶
شکل ۲–۱۵- مقایسه بین پایه‌های فضای ICA و PCA ۲۹
شکل ۲–۱۶- مقایسه چهره‌های لاپلاسی با چهره‌های ویژه و چهره‌های فیشر ۳۰
شکل ۲–۱۷- مثالی از نگاشت غیرخطی داده‌ها برای افزایش تفکیک‌پذیری ۳۱
شکل ۲–۱۸- یک نمونه دوربین حرارتی ۳۷
شکل ۲–۱۹- مقایسه سیستم‌های مختلف بیومتریک(برگرفته از http://www.biometricgroup.com) ۴۳
شکل ۲–۲۰- طرحی برای تصویربرداری هم‌زمان مادون قرمز و مرئی[۴۸] ۴۴
شکل ۳–۱- الگوریتم شناسایی بر اساس رگ‌های صورت در تصاویر مادون قرمز حرارتی ۴۶
شکل ۳–۲- نحوه استخراج شبکه رگی. (الف) تصویر اولیه، (ب) پس از اعمال فیلتر نرم‌کننده، (ج) پس از اعمال الگوریتم WTH[۱۶] ۴۶
شکل ۳–۳- ساختار تشکیل بردار خاص حرارتی[۴۹] ۴۷
شکل ۳–۴- الگوریتم شناسایی تصاویر مادون قرمز حرارتی بر اساس الگوریتمICP ۴۸
شکل ۳–۵- نمونه‌ای از رگ‌های تقلبی (الف) حاصل از موی سر (ب) حاصل از عینک [۲۷] ۴۹
شکل ۳–۶- تفاوت انتشار دما در رگ‌های تقلبی و واقعی[۲۷] ۴۹
شکل ۳–۷- الگوریتم شناسایی با استفاده از ترکیب تصاویر مادون قرمز حرارتی و بینایی بر اساس الگوریتم ژنتیک ۵۳

شکل ۳–۸- نحوه ترکیب تصاویر بینایی و مادون قرمز حرارتی بر اساس الگوریتم ژنتیک. (الف) تصویر بینایی، (ب) تصویر مادون قرمز حرارتی، (ج) ترکیب بر اساس الگوریتم ژنتیک[۲۵] ۵۴
شکل ۳–۹- الگوریتم شناسایی با استفاده از ترکیب تبدیل موجک تصاویر بینایی و مادون قرمز حرارتی ۵۵
شکل ۴–۱-بلوک دیاگرام روش پیشنهادی برای تشخیص هویت بر اساس تصویر حرارتی چهره..... ۵۷
شکل ۴–۲- متوسط مقادیر هیستوگرام‌های به‌دست آمده از نواحی داری شدت روشنایی یکنواخت در تصاویر منتخب بانک داده به‌عنوان تخمین تابع احتمال نویز ۵۸
شکل ۴–۳- (الف) رسم پرسپکتیو تابع انتقال GLPF، (ب) فیلتر پایین گذر گوسی، (ج) سطوح مقطع شعاعی فیلتر برای مقادیر مختلف [۵۵] ۵۹
شکل ۴–۴-(الف) تصویر اصلی، (ب) تصویر بعد از اعمال فیلتر گوسی، (ج) تصویر بعد از اعمال عملگر مورفولوژی، (د) ماسک استخراج شده، (ه) تصویر حاصل از اعمال ماسک ۶۱
شکل ۴–۵- (الف) تصویر حاصل از اعمال ماسک، (ب) تصویر حاصل از حذف مؤلفه فرکانس صفر ۶۲
شکل ۴–۶- بلوک دیاگرام روش پیشنهادی برای تشخیص هویت بر اساس ترکیب تصاویر حرارتی و تصاویر مرئی چهره ۶۶
شکل ۴–۷- طبقه‌بند آبشاری جهت طبقه‌بندی چهره ۶۸
شکل ۴–۸- چهره آشکارشده توسط الگوریتم ویولا و جونز ۶۸
شکل ۴–۹- (الف) ماسک استخراج شده از تصویر مرئی، (ب) چهره استخراج شده حاصل از اعمال ماسک ۶۸
شکل ۴–۱۰- (الف) تصویر حرارتی حاصل از اعمال ماسک، (ب) تصویر حرارتی حاصل از حذف مؤلفه فرکانس صفر ۶۹
شکل ۴–۱۱- (الف) تصویر مرئی حاصل از اعمال ماسک، (ب) تصویر مرئی حاصل از حذف مؤلفه فرکانس صفر ۶۹
شکل ۴–۱۲- (الف) ماسک تصویر مرئی، (ب) ماسک تصویر حرارتی، (ج)ماسک تصویر حرارتی بعد از فرایند تثبیت ۷۳
شکل ۴–۱۳- تصویر حرارتی بعد از اعمال مدل انتقال بدست آمده از فرایند ثبت بر روی ماسک ها..... ۷۳
شکل ۴–۱۴- (الف) ترکیب تصاویر مرئی و حرارتی قبل از اعمال فرآیند تثبیت، (ب) ترکیب تصاویر مرئی و حرارتی بعد از فرآیند تثبیت ۷۴
شکل ۴–۱۵- تجزیه موجک تا سطح سوم ۷۵
شکل ۴–۱۶- یک تصویر و تجزیه آن تا سه سطح ۷۵
شکل ۴–۱۷- آنالیز چند توان تفکیک تصویرA0 در سطوح اول و دوم ۷۶
شکل ۴–۱۸- نمودار بلوکی تبدیل موجک گسسته دو بعدی ۷۸
شکل ۴–۱۹- انواع موجک مادر ۷۸

شکل ۴–۲۰- یک مثال از تبدیل موجک بر روی یکی از تصاویر بانک داده. (الف) تبدیل موجک بر روی تصویر مرئی، (ب) تبدیل موجک بر روی تصویر حرارتی ۷۹
شکل ۴–۲۱-(الف)تصویر مرئی اصلی. (ب)تصویر حرارتی اصلی ۸۰
شکل ۴–۲۲- (الف)ترکیبA. (ب)ترکیب B. (ج)ترکیب C. (د)ترکیبD. (ه)ترکیبE. (ی)ترکیبF..... ۸۱
شکل ۵–۱- نمونه هایی از تصاویر بانک داده Terravic ۸۲
شکل ۵–۲- نمونه هایی از تصاویر بانک داده UTK-IRIS..... ۸۳
شکل ۵–۳- نحوه تصویربرداری توسط دوربین‌های مرئی و حرارتی(برگرفته از http://www.vcipl.okstate.edu/otcbvs/bench) ۸۴
شکل ۵–۴- نمونه ای از تصاویر یک فرد از بانک داده Terravic جهت انجام آزمایش اول ۸۴

فصل ۱– پیشگفتار

۱–۱– مقدمه

تشخیص هویت یکی از زمینه‌های مهم تحقیقاتی است که توجه زیادی را به خود جلب کرده است و دارای کاربردهای گسترده‌ای می‌باشد. در این زمینه می‌توان به کاربردهای قضایی، مطابقت تصاویر در پاسپورت یا گواهینامه رانندگی، دسترسی به شبکه‌های امنیتی کامپیوتری، ساختمان‌های دولتی و دادگستری، تصدیق هویت برای بانکداری و تبادلات ایمن مالی، چهره‌یابی در فرودگاه‌ها برای یافتن اشرار و تروریست‌ها و نظارت ویدویی اشاره کرد[۱]. بدیهی است که روش‌های قدیمی مورد استفاده برای این کار مانند کارت‌های شناسایی و رمزهای عبور به اندازه کافی قابل اطمینان و مناسب نیستند [۲] و[۳]. امروزه علاوه بر ارائه روش‌ها و الگوریتم‌های متنوع برای تشخیص هویت، تکنولوژی‌های مورد استفاده برای این منظور نیز توسعه‌ی قابل توجهی داشته‌اند. بازدهی روش‌های تشخیص هویت از طریق زیست‌سنجی که بر مبنای مشخصه‌های فیزیولوژیکی انسان هستند، مانند اثر انگشت، الگوهای شبکیه و عنبیه، هندسه‌ی دست و صدا، بستگی به مشارکت افراد دارند اما تشخیص هویتی که از طریق بازشناسی چهره انجام می‌شود بدون مشارکت افراد و یا دانش قبلی، به خودی خود می‌تواند مؤثر باشد. تکنولوژی‌های مختلف برای تشخیص چهره و الگوریتم‌های مورد استفاده در هر یک از آنها بسیار گسترده است. با وجود موفقیت‌های تکنولوژی‌های خودکار تشخیص چهره در کاربردهای عملیاتی، تشخیصی که بر پایه طیف مرئی نور است همواره دارای مشکلاتی در محیط‌های مختلف و غیر قابل کنترل نیز بوده است. کارایی تشخیص چهره مرئی حساس به تغییرات شرایط نوری است[۴]. همچنین فاکتورهای دیگری مانند حالات چهره [۵]و تغییرات ژست [۶]عملیات تشخیص چهره را دشوارتر می‌کنند زیرا روش‌های تشخیص چهره برای مواردی مانند تفسیر حالات چهره، احساسات انسانی، قصد و غرض و رفتار، امری ضروری و مؤلفه‌ای کلیدی در سامانه‌های هوشمند است[۷].

دوربین‌های مادون قرمز می‌توانند داده‌های تصویری واضحی در طول روز و شب و حتی شرایط هوایی نامناسب مانند مه‌آلودگی تهیه کنند. از آنجا که صورت به خودی خود تشعشعات حرارتی دارد، نیازی به منبع خارجی تأمین تابش نور وجود نخواهد داشت در حالی‌که سنسورهای طیف مرئی برای دید در شب نیازمند منبع نور مصنوعی هستند ودر بسیاری موارد کارا نخواهند بود. زیرا موجب حواس‌پرتی سوژه انسانی می‌شوند. در اکثر موارد نمودار حرارتی صورت از محیط اطراف قابل تمیز بوده و نیازمند ناحیه‌بندی نیست. در مقابل با فرایند ناحیه‌بندی دشواری در تصاویر مرئی روبرو هستیم و این به خاطر تغییرات فیزیکی است که مرتبط با روشنایی، رنگ و اثرات سایه است. تشخیص چهره‌های جعلی، برای سیستم‌های تشخیص چهره با کاربردهای امنیتی ضروری است. تشخیص چهره حرارتی مخصوصاً زمانی می‌تواند مفید باشد که هدف جامه‌ی مبدل پوشیده باشد و در تاریکی کامل قرار داشته باشد. استفاده از مواد مصنوعی و جراحی دو روش مختلف برای تغییر مشخصه‌ی چهره هستند. مواد مصنوعی می‌توانند مواردی نظیر بینی مصنوعی، آرایش و یا کلاه‌گیس باشند. جراحی نیز ظاهر چهره را از طریق جراحی

پلاستیک تغییر می‌دهد. هویت‌یابی افراد بعد از مبدل‌سازی و پنهان‌کاری با استفاده از تصاویر مرئی تقریباً بدون دانش قبلی از ظاهر چهره‌ی یک شخص ناممکن است. اما مبدل‌سازی به سادگی با طیف مادون قرمز قابل ردیابی است. زیرا بیشتر مواد مصنوعی نمودار حرارتی صورت را تغییر می‌دهند[۸]. باند بالای امواج SWIR[1] در محدود۱/۴ تا ۲/۴ میکرومتر می‌تواند اطلاعات مفیدی را برای ردیابی چهره‌های تغییریافته نتیجه دهد[۹] و این امر به دلیل یکتایی مشخصه‌ی پوست انسان در باندهای میانی است. جراحی ممکن است مسیر جریان خون در رگ را نیز تغییر دهد که به صورت خال‌های سرد متمایز شده در تصاویر حرارتی ظاهر می‌شوند. در سال‌های اخیر محققان به پتانسیل تصاویر مادون قرمز حرارتی برای شناسایی انسان با استفاده از ساختار رگ‌های دست[۱۰]و[۱۱]، الگوی رگ‌های انگشت [۱۲]و[۱۳] وساختار رگ‌های صورت انسان[۱۴]و[۱۵]پی برده‌اند[۱۶]. همچنین تصاویر حرارتی برای شناسایی حالات عاطفی انسان مورد توجه قرار گرفته‌اند[۱۷]. به‌علاوه، تلفیق تصاویر مرئی و حرارتی چهره در زمینه‌ی شناسایی استفاده شده است [۱۸]،پژوهش انجام گرفته توسط گروه تحقیقاتی[۱۹] اولین تلاش در توسعه‌ی یک روش الگوریتمیک برای تشخیص چهره با استفاده از اطلاعات فیزیولوژیکی به‌دست آمده از تصاویر مادون قرمز حرارتی را نشان می‌دهد. با وجود تمام مزایای تصاویر مادون قرمز نسبت به تصاویر مرئی، ممکن است نمودار حرارتی چهره تحت شرایط محیطی مختلف [۲۰-۲۲]، سوخت و ساز بدن[۲۳]، الگوی نفس کشیدن و مصرف الکل دچار تغییرات اندکی گردد، همچنین بسیاری از عوامل دیگر مانند شرایط تصویربرداری، شرایط فیزیولوژیکی(دندان‌درد، سردرد و ...) وشرایط روحی و روانی (خشم، استرس و...) نیز می‌تواند بر روی تصویر حرارتی تأثیرگذار باشد. همین‌طور به‌دلیل تنوع اطلاعات موجود در تصاویر چهره، استخراج ویژگی‌های منحصربه‌فرد از چهره کاری بسیار دشوار است[۱۶].

در تحقیق[۲۴] یک روش جهت شناسایی با استفاده از ترکیب تصاویر مادون قرمز حرارتی و بینایی بر اساس الگوریتم ژنتیک بیان شده است که از ترکیب دو تصویر در حوزه بینایی و مادون قرمز حرارتی جهت افزایش نرخ شناسایی صحیح استفاده می‌شود. در این روش تصاویر بینایی و مادون قرمز حرارتی به دو فضای موجک و PCA[2] منتقل شده و از بردارهای حاصله جهت شناسایی صورت استفاده می‌شود. الگوریتم ژنتیک نیز چگونگی ترکیب دو داده را مشخص می‌کند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مقاله نرخ شناسایی صحیح افراد با عینک ۸۵٪ و نرخ شناسایی صحیح افراد با تغییر نور نیز ۹۵٪ می‌باشد. به‌طور کلی ویژگی این روش تأثیرناپذیری کم بردارهای استخراج شده نسبت به تغییرات نور می‌باشد، اگر چه تغییرات شدید نور می‌تواند تأثیر نامطلوب بر روی این بردارها بگذارد. همچنین عامل ریش در این راهکار مشکل‌ساز بوده و شناسایی را با خطا روبرو خواهد نمود. زیرا کد کروموزومی که هم بر عامل عینک و هم بر عامل ریش مقاوم باشد، باعث واگرا شدن الگوریتم ژنتیک شده و نمی‌توان به این کد دست یافت.

در روش [۲۵] از تصاویر مادون قرمز حرارتی برای شناسایی استفاده نمی‌شود بلکه این تصویر عاملی جهت شناسایی صحیح در حوزه بینایی است، در این روش با یک نگاشت مناسب، دو تصویر مادون قرمز حرارتی و بینایی بر هم منطبق می‌گردند. با انجام این کار تغییرات نور در تصاویر بینایی کاهش یافته و

[1] Short Wavelength Infrared
[2] Principal component analysis

سیستم شناسایی نسبت به تغییرات نور مقاوم می‌گردد. نوآوری این روش حذف عامل عینک در تصاویر مادون قرمز حرارتی است. در این روش نرخ شناسایی صحیح افراد با عینک قبل ار حذف عینک ۴۵٪ بوده که پس از حذف عینک و جاگذاری چشم‌ها به ۸۵٪ رسیده است.

این روش عملاً با شناسایی صورت تصاویر بینایی تفاوت چندانی نداشته و تنها عاملی مثل تغییرات نور مهار شده است، در حالی که مشکلات دیگر تصاویر بینایی، مثل تغییر حالات صورت، کهولت و ...که در تصاویر بینایی تأثیرگذار می‌باشد همچنان پابرجاست، بنابراین به‌نظر می‌رسد ترکیب این دو تصویر تنها قسمتی از مشکلات تصاویر بینایی را بر طرف نموده در حالی که مشکلات دیگر تصاویر بنایی همچنان برطرف نشده‌اند.

در [۲۶] شناسایی تصاویر مادون قرمز حرارتی بر اساس الگوریتم ICP[1] صورت گرفته است، در این روش شناسایی صورت به‌طور مستقیم از رگ‌های صورت و بدون کمک از تصاویر بینایی انجام شده است. به‌طور کلی این روش از دو قسمت استخراج شبکه رگی و مقایسه بر اساس الگوریتم ICP تشکیل شده است. با توجه به نتایج ارائه شده، نرخ شناسایی روش پیشنهادی ۹۷٪ بوده است. مشکل این روش بر روی تصاویر با عینک و ریش می‌باشد. با توجه به روشی که نویسندگان این مقاله ارائه نموده‌اند، مقایسه تصاویر افراد با عینک با خطای بسیار زیاد مواجه خواهد شد. علت آن نیز حذف رگ‌های اطراف چشم بوده که دارای اطلاعات بسیار مهمی می‌باشند. همین مشکل نیز برای افراد با ریش به‌وجود آمده و رگ‌های اطراف چانه و گونه‌ها از بین می‌رود.

روش پیشنهادی در [۱۵] از قسمت‌هایی با عنوان‌های رهگیری صورت، استخراج شبکه رگی، انتخاب نقاط خاص حرارتی، استخراج بردار ویژگی و مقایسه تشکیل شده است. با توجه به نتایج ارائه شده، نرخ شناسایی صحیح ۸۴ ٪ می‌باشد. در این مقاله تصاویر افراد، بدون عینک و بدون ریش و با حالت معمولی می‌باشند.

در این روش عواملی مثل وجود عینک، عرق و ریش باعث از بین رفتن اطلاعات بسیاری در تصاویر مادون قرمز گردیده و موانع بزرگی در شناسایی صحیح بوده و به‌عنوان مشکلات این راهکار معرفی شده‌اند. در این مقاله مقایسه بر اساس الگوریتم شناسایی اثر انگشت انجام شده که خود این امر باعث افزایش خطای شناسایی می‌گردد. در شناسایی اثر انگشت، تغییرات غیر خطی وجود ندارد و بنابراین الگوریتم طراحی شده برای آن برای شناسایی‌های مبتنی بر رگ‌های صورت مناسب نمی‌باشد.

در تحقیق ارائه شده روشی جامع و بسیط به‌منظور بازشناسی هویت از طریق تصاویر حرارتی چهره و همچنین ترکیب تصاویر حرارتی و مرئی جهت بهبود نتایج ارائه شده است. الگوریتم پیشنهادی در این پژوهش در مقایسه با روش‌های به‌کار گرفته شده در سایر پژوهش‌ها، ساده و سریع بوده و دقت بازشناسی قابل توجهی را نیز ارائه می‌کند.

[1] Iterative Closest Point

۱-۲- بررسی ساختار کلی روش پیشنهادی

منظور از شناسایی صورت، یافتن شبیه‌ترین تصویر صورت یک فرد در بین تصاویر صورت موجود در پایگاه داده می‌باشد. در روش پیشنهادی، ویژگی‌هایی مانند تأثیرناپذیر بودن تصاویر نسبت به نور محیط، عامل عینک، عدم تأثیر وجود تصاویر با زوایای مختلف در بازشناسی صحیح چهره و همچنین تشخیص تصاویر واقعی از تقلبی تأمین می‌گردد. مراحل شناسایی در این تحقیق به شرح زیر است.

پیش‌پردازش: در مرحله پیش‌پردازش، حذف نویز و به‌هنجار کردن تصاویر و حذف مؤلفه صفر این تصاویر به‌هنجار شده انجام می‌شوند. مؤلفه فرکانس صفر تصویر حاوی کلیات تصویر است که با حذف این مؤلفه تغییرات شدت روشنایی محیط برای تصاویر مرئی و اثر تغییرات دما در تصاویر حرارتی حذف می‌شوند.

استخراج تصویر به‌هنجار شده صورت: در این تحقیق استخراج تصویر به‌هنجار شده صورت هم برای تصاویر مرئی و هم برای تصاویر حرارتی انجام می‌شود. در استخراج ناحیه صورت در تصاویر مرئی از الگوریتم شناخته شده ویولا و جونز[1] استفاده شده است. برای استخراج ناحیه صورت در تصاویر حرارتی نیز یک روش پیشنهاد شده است.

ادغام تصاویر مرئی و حرارتی: قبل از ادغام دو تصویر مرئی و حرارتی، با استفاده از تبدیلی که از روی تثبیت ناحیه تصویر حرارتی روی ناحیه تصویر مرئی به‌دست آمده، تصویر حرارتی روی تصویر مرئی تثبیت شده و اطلاعات این دو تصویر با استفاده از تبدیل موجک با یکدیگر ادغام شده‌اند و در ادامه با اعمال معکوس موجک تصاویر ترکیب حاصل شده‌اند.

سنجش شباهت: در این پژوهش جهت سنجش شباهت، ابتدا مؤلفه فرکانس صفر تصاویر ناحیه صورت حذف شده و سپس ضرب داخلی ناحیه صورت مورد آزمون با هر یک از صورت‌های بانک داده محاسبه شده است که در فصل ۴ تشریح خواهد شد.

۱-۳- نوآوری پایان‌نامه

وجه تمایز روش پیشنهادی در این پژوهش عدم استفاده از مرحله استخراج ویژگی می‌باشد لذا الگوریتم ارائه شده در مقایسه با سایر روش‌ها بسیار ساده و سریع است. همچنین بر خلاف سایر پژوهش-ها که شناسایی را مبتنی بر مرز (استخراج شبکه رگی) انجام می‌دهند، در این روش شناسایی مبتنی بر ناحیه انجام می‌شود. زمانی که روش بر پایه مرزها صورت می‌پذیرد، فرآیند شناسایی به تعداد پیکسل‌های کمی محدود می‌شود لذا مقاوم به نویز نیست و به واسطه عواملی مانند عینک یا ریش درصد بسیاری از پیکسل‌ها از بین رفته و شناسایی را با خطای زیادی روبرو خواهد کرد. اما در این روش که شناسایی بر اساس نواحی صورت گرفته، تصاویر با عینک و همچنین تصاویر همراه با چرخش سر اختلال قابل توجهی در بازشناسی ایجاد نکرده است.

[1] Viola Jones

همچنین روش پیشنهادی اطمینان می‌دهد که تغییرات لحظه‌ای عروق با گذر زمان، مانع از فرایند تطبیق نمی‌شوند. یک جنبه مهم هر تکنیک بیومتریک این است که بتواند تغییرات آنی تصویربرداری حرارتی را که منجر به پیچیدگی سنجش شباهت و فرایند تعیین هویت می‌شود مدیریت کند که تکنیک استفاده شده در این پژوهش بر این مشکل فائق آمده است.

۱-۴- سازمان پایان‌نامه

این پایان‌نامه در شش فصل سازماندهی شده است. در فصل دوم به بیان مفاهیم مورد نیاز پرداخته شده است، در فصل سوم جدیدترین روش‌های شناسایی صورت با استفاده از تصاویر مادون قرمز حرارتی و تصاویر بینایی و همچنین ترکیب این دو مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل چهارم با عنوان سیستم پیشنهادی روش پیشنهاد شده برای شناسایی با استفاده از تصاویر مادون قرمز حرارتی صورت و همچنین روش پیشنهادی برای تشخیص هویت از طریق ترکیب اطلاعات تصاویر حرارتی و مرئی بررسی شده است. در فصل پنجم نتایج پیاده‌سازی روش‌های پیشنهادی بر روی بانک داده‌ها بیان شده و نهایتاً در فصل ششم نیز به جمع‌بندی پرداخته و پس از آن پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی در این زمینه مطرح شده است.

فصل ۲– معرفی سیستم‌های بیومتریک و تشریح مفاهیم مورد نیاز

۲–۱– مقدمه

امروزه به علت اهمیت روزافزون اطلاعات و تمایل افراد به امنیت بیشتر اطلاعات، به‌خصوص با ایجاد تجارت الکترونیک و خرید و فروش اینترنتی مسئله امنیت نه تنها برای شرکت‌ها و بانک‌ها بلکه برای عموم افراد مهم شمرده شده است. بنابراین متخصصان به‌دنبال راه‌های مطمئن‌تری می‌گردند. یکی از موفق‌ترین راه‌های یافته‌شده استفاده ازعلم بیومتریک است.

بیومتریک روش‌های قابل اطمینان و غیرقابل جعل یا کپی‌برداری را ارائه می‌دهد، مخصوصاً در مواردی که اطلاعات حیاتی مانند اطلاعات تجاری مربوط به یک شرکت است و یا در حساب‌های بانکی این روش بسیار موفق است. از این روش در انتخابات الکترونیک نیز می‌توان بهره جست. این روش کاربردهای فراوانی دارد و از طرق مختلفی مانند تعیین و تأیید هویت از طریق اثر انگشت، امضاء، چهره و اسکن چشم و صدا و ... صورت می‌پذیرد.

تشخیص چهره برای مواردی مانند تفسیر حالات چهره، احساسات انسانی، قصد و غرض و رفتار، امری ضروی است که مؤلفه‌ای کلیدی برای محیط‌ها و سامانه‌های هوشمند است. روش‌های تصدیق هویت زیستی که تقریباً بر مبنای مشخصه‌های فیزولوژیکی هستند(مانند اثر انگشت، الگوهای شبکیه و عنبیه، هندسه‌ی دست و صدا)، بستگی به ارتباط و مشارکت بین افراد دارند اما تصدیق هویتی که از طریق تشخیص چهره انجام می‌شود به‌طور مستقیم است به عبارت دیگر آنالیز پروفایل یا نمای چهره بدون مشارکت افراد و یا دانش قبلی به خودی خود می‌تواند مؤثر باشد.

۲–۲– سیستم‌های تشخیص هویت

توکن[1]: توکن معمولاً چیزی است که شما به همراه خود دارید و می‌توان گفت سند هویت شماست، مانند:کارت‌های هوشمند، کارت‌های مغناطیسی، کلید، پاسپورت، شناسنامه و ...

این سری از اشیاء دارای نواقصاتی از جمله گم شدن، عدم همراه بودن شخص، فرسوده شدن و جعل شدن می‌باشد.

دانش[2]: دومین نوع سیستم‌های شناسایی دانش نام دارد، یعنی چیزی که شما بخاطر می‌سپارید مانند: رمز عبور[3]. البته این سری نیز دارای نواقصاتی مثل فراموش کردن و لو رفتن هستند.

[1] Token
[2] Knowledge
[3] password

بیومتریک: دسته سوم سیستم‌های مبتنی بر بیومتریک است. این سیستم‌ها از خصیصه‌های فیزیولوژیکی و رفتاری انسان جهت شناسایی استفاده می‌کنند. این روش دیگر معایب روش‌های قبل را ندارد و امنیت و دقت را تا حد بسیا زیادی افزایش داده است.

۲-۳- سیستم‌های بیومتریک[1]

سیستم‌های بیومتریک باید با درصد قابل‌توجهی قابل‌اعتماد باشند تا سیستم در تشخیص افراد و اجازه دسترسی آنها اشتباه نکند. در مقایسه با روش‌های سنتی تشخیص هویت مانند رمز عبور و کارت شناسایی می‌توان به مزایای بیومتریک از جمله اینکه قرض داده نمی‌شوند، دزدیده نمی‌شوند، خراب نمی شوند وگم یا فراموش نمی‌شوند اشاره کرد.

۲-۳-۱- بیومتریک چیست؟

بیومتریک را می‌توان اندازه‌گیری خودکار خصوصیات فیزیولوژیکی و / یا رفتاری به منظور تعیین یا تأیید هویت تعریف کرد.

اندازه‌گیری خودکار: اندازه‌گیری خودکار به معنی این است که نیازی به دخالت انسان ندارد. بیومتریک‌ها خودکار هستند زیرا فرآیند جمع‌آوری نمونه، استخراج ویژگی، بازیابی ضبط، و تطبیق بر پایه الگوریتم، کامپیوتری یا مبتنی بر ماشین هستند.

خصوصیات رفتاری و / یا فیزیولوژیکی: در نوع اول یعنی خصوصیات رفتاری، یکی از الگوهای رفتاری فرد مثل سنجش فرد از طریق صدا، امضاء یا راه رفتن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اما در دسته دوم که غالباً سنجش محکم‌تری است، اساس شناسایی اندازه‌گیری و آنالیز مشخصه‌های ثابت یک شخص شامل اسکن عنبیه، اثر انگشت، اسکن شبکیه، هندسه دست و اسکن صورت می‌باشد.

تعیین یا تأیید هویت: آخرین بخش از تعریف "تعیین یا تأیید هویت "، که دو اصطلاح مهم در بیومتریک هستند. در فیلد تأیید هویت[2] بررسی می‌کنند که آیا فرد مطابق با هویت ادعا شده هست یا خیر؟ در حالت تأیید، سیستم تأییدکننده، مشخصه بیومتریکی یک فرد را با مشخصه بیومتریکی ذخیره شده خود فرد در پایگاه داده مقایسه می‌نماید. در چنین سیستمی، فردی که بخواهد احراز هویت شود، به وسیله یک شماره شناسایی شخصی یا نام کاربری و یا یک کارت هوشمند به سیستم مقایسه یک به یک معرفی می‌شود. با دریافت این شماره، سیستم ابتدا از پایگاه داده، اطلاعات بیومتریک را استخراج می‌کند و سپس با اطلاعات بیومتریک فرد که توسط سنسور بیومتریک تهیه می‌شود مقایسه می‌کند. نتیجه مقایسه می‌تواند مثبت یا منفی باشد. در این روش ابتدا هویت فرد احراز می‌شود و سپس مشخصات بیومتریک فرد احراز هویت‌شده با مشخصات بیومتریک موجود در پایگاه داده مقایسه می

[1] Biometrics
[2] Verification