بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه یزد
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
گروه مهندسی مخابرات

پایان‌نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی برق – مخابرات

پیاده سازی یک سیستم تأیید هویت مبتنی بر سیگنال‌های الکتریکی مغز

استاد راهنما :
دکتر وحید ابوطالبی

استاد مشاور :
دکتر محمد تقی صادقی

پژوهش و نگارش:
محمد شهاب شهوازیان

اسفند ۱۳۹۰

تقدیم به:

مقدس ترین فرشته الهی: مادر بی نظیرم

اسطوره صبر و تلاش: پدر بزرگوارم

تشکر و قدردانی

پروردگارا

اگر زندگیم را طلعت و طلوعی ست در پرتو مهر توست و سرسبزی خوشه هایش، لطف باران هدایت و حمایت توست

ای بی نهایت: به کدام زبان سپاست گویم؟

می هراسم از این همه نعمت که بضاعت شکرم قطره ای از دریا رانیست

«به شکرانه الطاف بی پایانت»

این فرصت را غنیمت می شمارم تا با آرزوی بهترین ها برای ایشان، مراتب تشکر و قدردانی خودرا

از استاد راهنمایم، مرد والا و معلم اخلاق: جناب آقای دکتر وحید ابوطالبی

و همچنین استاد مشاورم که همیشه مدیون ایشان بوده ام و هستم: جناب آقای دکتر محمد تقی صادقی

به محضر گرامی شان تقدیم دارم.

چکیـده

با توجه به اهمیت روزافزون امنیت اطلاعات و نیاز افراد و سازمانها به امنیت بیشتر به‌خصوص در فناوری‌های ارتباطاتی و اطلاعاتی، ابزارهای قدیمی مانند رمز عبور به‌تنهایی جوابگو و قابل اعتماد نمی‌باشند. با ظهور دانش بیومتریک روش‌های متداول تأیید هویت در سیستم‌های بیومتریک دچار دگرگونی شده و در حال جایگزینی با روش‌هایی بر پایه‌ی علایم حیاتی می‌باشند. اخیراً کاربرد سیگنال الکتریکی مغز (EEG) در سیستم‌های بیومتریک به عنوان یک شاخه پژوهشی جذاب و کاربردی مورد توجه محققین قرار گرفته است. در این پژوهش با در نظر گرفتن بیومتریک سیگنال الکتریکی مغز، مجموعه‌ای از روش‌های مختلف استخراج، انتخاب ویژگی و همچنین طبقه‌بندی‌کننده‌های متفاوت در قالب یک سیستم بیومتریک تأیید هویت بررسی می‌شود. در سیستم بیومتریک معرفی شده‌ی نهایی از سیگنال الکتریکی بیست کاربر در حین انجام فعالیت ذهنی استفاده شده است. ترکیبی از ضرایب مدل خود بازگشتی (AR)، توان باندهای فرکانسی سیگنال مغز، چگالی طیف توان، آنتروپی انرژی و آنتروپی نمونه به عنوان ویژگی‌های مستخرج از سیگنال مغز و K نزدیک‌ترین همسایه و مدل مخلوط گوسی به‌عنوان طبقه‌بندی‌کننده، مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور بهبود عملکرد سیستم تأیید هویت، علاوه بر بررسی ادغام در سطح حسگر و فضای ویژگی، امکان به‌کارگیری روش‌های انتخاب ویژگی به کمک الگوریتم ژنتیک نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج آزمایش‌های ما بر روی پایگاه داده Shalk و همکارانش بیانگر این موضوع است که با ترکیب ویژگی‌های متفاوت و استفاده از الگوریتم ژنتیک با به‌کارگیری سیگنال مغزی تک کاناله، عملکرد سیستم در دو روش تک‌بلوک و چندبلوک نسبت به سایر سیستم‌های تأیید هویت مبتنی بر سیگنال الکتریکی مغز به نحو چشمگیری بهبود می‌یابد و چشم انداز روشنی از استفاده‌ی عملی و تجاری سیگنال الکتریکی مغز در سیستم‌های تأیید هویت آینده را نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: بیومتریک، تأیید هویت، سیگنال مغز(EEG)، چگالی طیف توان، الگوریتم ژنتیک

فهرست مطالب

۱ – مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- روش‌های تشخیص هویت ۲

۱-۳- سیستم‌های بیومتریکی ۴

۱-۳-۱- تأیید هویت ۶

۱-۳-۲- تعیین هویت ۷

۱-۴- مزایای کاربردی ۸

۱-۵- سیستم های بیومتریکی چندگانه ۸

۱-۶- بیومتریک‌های دیگر ۱۰

۱-۷- بیومتریک سیگنال الکتریکی مغز ۱۱

۱-۸- روش‌های ادغام در سیستم‌های بیومتریکی ۱۲

۱-۹- اهداف پروژه ۱۳

۱-۱۰- ساختار پایان‌نامه ۱۴

۲ – سیگنال‌های الکتریکی مغز ۱۷

۲-۱- مقدمه ۱۷

۲-۲- الکتروانسفالوگرافی (EEG) ۱۸

۲-۳- تاریخچه‌ی کشف سیگنال‌هایEEG ۱۸

۲-۴- ماهیت سیگنال‌های مغزی ۲۰

۲-۵- نویزها و آرتیفکت‌های مؤثر بر EEG ۲۲

۲-۶- محل قرار دادن الکترودهای ثبت EEG ۲۳

۳ – آشنایی با سیستم‌های تأیید هویت EEG ۲۵

۳-۱- مقدمه ۲۵

۳-۲- ملاحظات پیش روی سیستم تأیید هویتEEG ۲۷

۳-۳- شمای کلی سیستم تأیید هویت EEG ۲۹
۳-۳-۱- پیش پردازش ۳۱
۳-۳-۲- استخراج ویژگی و طبقه‌بندی ۳۲
۳-۴- دادگان مربوط به بیومتریکEEG ۳۳
۳-۴-۱- شرح دادگان موجود و انواع آن ۳۴
۳-۵- مروری فهرست‌وار بر تحقیقات قبلی صورت گرفته ۳۹
۴ – بررسی کلی روش‌های شناسایی الگو در سیستم‌های بیومتریکEEG ۴۵
۴-۱- مقدمه ۴۵
۴-۲- بررسی کلی روش‌های شناسایی الگو در سیستم‌های بیومتریک EEG ۴۵
۴-۲-۱- ویژگی‌های مربوط به مدل‌های پارامتری ۴۶
۴-۲-۱-۱ مدل AR اسکالر ۴۶
۴-۲-۱-۲- مدل AR چند متغیره ۴۷
۴-۲-۱-۳- مدلMA ۴۸
۴-۲-۱-۴- مدلARMA ۴۹
۴-۲-۲-ویژگی‌های طیفی ۴۹
۴-۲-۲-۱- تخمین طیف ۵۱
۴-۲-۲-۲- تعریف ویژگی‌های طیفی ۵۲
۴-۲-۳- ویژگی‌های آماری ۵۶
۴-۲-۳-۱- ویژگی‌های آماری مرتبه پایین ۵۶
۴-۲-۴- ویژگی‌های مربوط به تبدیل‌های فرکانسی یا تبدیل‌های زمان- فرکانس ۵۷
۴-۲-۴-۱- تبدیل موجک ۵۷
۴-۲-۵- ویژگی‌های آنتروپیک ۵۹
۴-۲-۵-۱- آنتروپی شانن ۶۰
۴-۲-۵-۲- آنتروپی نمونه ۶۱

۴-۲-۵-۳- معیار پیچیدگی لمپل زیو ۶۲
۴-۲-۶- آنالیز اجزاء مستقل(ICA) ۶۳
۴-۳- بررسی کلی روش‌های طبقه‌بندی وتصمیم‌گیری در بیومتریک EEG ۶۵
۴-۳-۱- طبقه‌بندی‌کننده‌ی بیزین ۶۸
۴-۳-۲- شبکه‌ی عصبی ۶۹
۴-۳-۳- طبقه‌بندی‌کننده‌ی تحلیل خطی(LDA) ۷۲
۴-۳-۴- طبقه‌بندی‌کننده‌ی K نزدیک‌ترین همسایه(KNN) ۷۳
۴-۳-۵- طبقه‌بندی‌کننده‌ی ماشین بردار پشتیبان(SVM) ۷۳
۴-۳-۶- مدل مخلوط گوسی (GMM) ۷۶
۴-۳-۶-۱- آموزش مدل مخلوط گوسی ۷۷
۴-۳-۷- معیارهای شباهت سنجی ۷۸
۴-۳-۷-۱- آزمون نسبت شبیه‌نمایی (LRT) ۷۸
۴-۳-۷-۲- معیارهای مبتنی بر فاصله ۷۹
۴-۳-۷-۳- معیارهای مبتنی بر ضرایب همبستگی ۸۰
۴-۳-۸- مقایسه طبقه‌بندی‌کننده‌ها ۸۰

۵ – طراحی و پیاده‌سازی روش پردازشی ۸۳

۵-۱- مقدمه ۸۳
۵-۲- پیش پردازش ۸۳
۵-۲-۱- طول زمانی بلوک‌های ثبت ۸۴
۵-۳- ارزیابی و انتخاب ویژگی ۸۶
۵-۳-۱- استفاده از تجزیه و تحلیل واریانس برای ارزیابی ویژگی‌ها ۸۷
۵-۳-۲- استفاده از نتیجه‌ی طبقه‌بندی برای ارزیابی ویژگی‌ها ۸۸
۵-۳-۳- استفاده از معیار DBI در ارزیابی ویژگی‌ها ۸۸
۵-۳-۴- روش‌های انتخاب ویژگی ۸۹

۵-۳-۴-۱- الگوریتم های جستجوی ترتیبی..... ۹۰
۵-۳-۴-۲- الگوریتم ژنتیک..... ۹۱
۵-۴- استخراج ویژگی..... ۹۴
۵-۴-۱- فاز اول آزمایشات..... ۹۴
۵-۴-۲- فاز دوم و سوم آزمایشات..... ۹۶
۵-۵- عملیات کاهش بعد..... ۹۸
۵-۶- طبقه‌بندی..... ۱۰۰
۵-۶-۱- طبقه‌بندی در فاز اول..... ۱۰۱
۵-۶-۲- طبقه‌بندی در فازدوم و سوم..... ۱۰۱
۵-۷- نحوه تقسیم دادگان..... ۱۰۱
۵-۷-۱- تقسیم دادگان در فاز اول آزمایشات..... ۱۰۳
۵-۷-۲- تقسیم دادگان در فاز دوم آزمایشات..... ۱۰۴
۵-۷-۳- تقسیم دادگان در فاز سوم آزمایشات..... ۱۰۴
۵-۸- پارامترهای ارزیابی سیستم..... ۱۰۵
۵-۹- آستانه‌گذاری..... ۱۰۷
۵-۱۰- روش انتخاب کانال‌های ثبت..... ۱۰۸
۵-۱۱- معرفی روش تک‌بلوک و چند بلوک..... ۱۱۰
۵-۱۲- چگونگی انجام آزمایش‌ها..... ۱۱۱
۵-۱۲-۱- چگونگی انجام آزمایش فاز اول..... ۱۱۲
۵-۱۲-۲- چگونگی انجام آزمایش فاز دوم..... ۱۱۳
۵-۱۲-۳- چگونگی انجام آزمایش فاز سوم..... ۱۱۴
۶ - نتایج..... ۱۱۹
۶-۱- مقدمه..... ۱۱۹
۶-۲- نتایج ارزیابی ویژگی‌ها با تستANOVA..... ۱۱۹

۶-۳- درصد حضور ویژگی‌ها بعد از فرآیند انتخاب ویژگی..... ۱۲۱
۶-۳-۱- درصد حضور ویژگی‌ها در فاز دوم آزمایشات..... ۱۲۱
۶-۳-۲- درصد حضور ویژگی‌ها در فاز سوم آزمایشات..... ۱۲۳
۶-۳-۳- تحلیل نمودار میله‌ای ویژگی‌های انتخابی فاز سوم..... ۱۲۵
۶-۴- نتایج فاز اول آزمایشات..... ۱۲۸
۶-۵- نتایج فاز دوم آزمایشات..... ۱۳۰
۶-۵-۱- مقایسه روش‌های طبقه‌بندی در فاز دوم آزمایشات..... ۱۳۱
۶-۵-۲- نتایج نهایی فاز دوم آزمایشات..... ۱۳۲
۶-۶- نتایج فاز سوم آزمایشات..... ۱۳۴
۶-۶-۱- مقایسه روش‌های طبقه‌بندی در فاز سوم آزمایشات..... ۱۳۴
۶-۶-۲- نتایج نهایی فاز سوم آزمایشات..... ۱۳۵

۷ – نتیجه‌گیری و پیشنهادات..... ۱۳۹

۷-۱- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری..... ۱۳۹
۷-۲- پیشنهاداتی برای کارهای آینده..... ۱۴۴

مراجع ۱۴۵

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- نمونه‌ای از ویژگی‌های بیومتریکی..... ۴

شکل ۱-۲- شمای کلی یک سیستم بیومتریک..... ۵

شکل ۲-۱-نمایشی از سلول عصبی نورون و اجزای آن..... ۲۰

شکل ۲-۲-نحوه ایجاد میدان‌های الکترومغناطیسی در مغز..... ۲۱

شکل ۲-۳-محدوده دامنه و فرکانس برخی از سیگنال‌های حیاتی..... ۲۲

شکل ۲-۴-سیستم جهانی ۱۰-۲۰ در ثبت سیگنال الکتریکی مغز..... ۲۴

شکل ۳-۱-شمای کلی سیستم تأیید هویت EEG..... ۳۱

شکل ۳-۲-بلوک دیاگرام مدل افزایشی نویز برای سیگنال مغزی..... ۳۲

شکل ۳-۳-نمونه‌ای از شیء استفاده شده برای انجام دوران ذهنی..... ۳۶

شکل ۳-۴-محل قرار گرفتن الکترودها در آزمایشات Shalk..... ۳۹

شکل ۳-۵-دستگاه قابل حمل ثبت EEG به همراه نحوه ثبت..... ۴۴

شکل ۴-۱-چگالی طیف توان دو کاربر در ۱۲ جلسه ثبت..... ۵۰

شکل ۴-۲-سه مقدار بالای فرکانس..... ۵۴

شکل ۴-۳-مقادیر بالای فرکانس میانگین..... ۵۴

شکل ۴-۴-منطقه غیر متمرکز طیف به عنوان ویژگی در بیومتریک EEG..... ۵۵

شکل ۴-۵- درصد درستی تعیین هویت بر روی سه نفر برای سه باند فرکانسی و چهار فعالیت‌های ذهنی(۱:باند آلفا، ۲: باند بتا، ۳: باند گاما)..... ۵۶

شکل ۴-۶-دیاگرام کاری یک ویولت سه طبقه..... ۵۸

شکل ۴-۷-شبکه پرسپترون ساده..... ۷۰

شکل ۴-۸-شبکه پرسپترون دو لایه..... ۷۰

شکل ۴-۹-نمودار جعبه‌ای مقایسه طبقه‌بندی‌کننده‌های متفاوت..... ۸۱

شکل ۵-۱-نمایش فرایند تزویج ۹۳
شکل ۵-۲-نمایش فرایند جهش ۹۴
شکل ۵-۳-شکل طیف کاربران سیستم ۹۷
شکل ۵-۴- خطاهای متداول در تأیید هویت ۱۰۵
شکل ۵-۵-منحنی مشخصه ROC ۱۰۷
شکل ۵-۶-انتخاب ۲۳ کانال از ۶۱ کانال در ثبت سیگنال مغزی ۱۰۹
شکل ۶-۱-درصد حضور هر یک از ویژگی‌ها در بردار ویژگی کاهش بُعد یافته فاز دوم ۱۲۲
شکل ۶-۲-درصد اهمیت هر یک از ویژگی‌ها در بردار ویژگی کاهش بُعد یافته فاز دوم ۱۲۳
شکل ۶-۳-درصد متوسط حضور هر یک از ویژگی‌ها در بردار ویژگی کاهش بُعد یافته فاز سوم ۱۲۴
شکل ۶-۴-درصد متوسط اهمیت هر یک از ویژگی‌ها در بردار ویژگی کاهش بُعد یافته فاز سوم ۱۲۴
شکل ۶-۵- نمودار میله‌ای ویژگی‌های مربوط به ضرایب AR ۱۲۶
شکل ۶-۶- نمودار میله‌ای ویژگی‌های چگالی طیف توان ۱۲۷
شکل ۶-۷- نمودار میله‌ای ویژگی‌های آنتروپی انرژی ۱۲۷
شکل ۶-۸- نمودار میله‌ای ویژگی‌های توان باندهای فرکانسی ۱۲۸
شکل ۶-۹-مقایسه عملکرد کلی سیتم در دو حالت تک کاناله و سه کاناله در فاز دوم آزمایشات و حالت تک بلوک ۱۳۳
شکل ۶-۱۰-مقایسه میانگین خطای کل سیستم برای دو حالت تک‌بلوک و چندبلوک در فاز سوم آزمایشات ۱۳۷

فهرست جداول

جدول ۳-۱- روش‌های اصلی استخراج ویژگی به‌کار رفته در مطالعات بیومتریک EEG و قابلیت استخراج اطلاعات زمان- فرکانس آنها ۳۳

جدول ۳-۲-مشخصات داده‌های گروه Keirn-Aunon ۳۷

جدول ۳-۳-فهرستی از تحقیقات قبلی صورت گرفته ۴۰

جدول ۳-۴-تأثیر زمان ثبت سیگنال بر عملکرد سیستم ۴۴

جدول ۳-۵-تأثیر زمان ثبت سیگنال و عادت غذایی متفاوت بر عملکرد سیستم ۴۴

جدول ۴-۱-خطای میانگین کل برای ۴ نفر(S1 to S4) و پنج فعالیت ذهنی ۴۸

جدول ۴-۲-تقسیم‌بندی‌های طیف فرکانسی سیگنالEEG ۵۳

جدول ۴-۳-FAR، FRR و HTER برای تصدیق هویت ۷ نفر (S1:S7) و۵ فعالیت ذهنی (T1:T5) و ستون آخر میانگین هر سطر ۶۴

جدول ۴-۴- متوسط صحت سه طبقه‌بندی‌کننده ۸۱

جدول ۵-۱-نحوه تقسیم دادگان فاز دوم ۱۰۴

جدول ۵-۲-نحوه تقسیم دادگان فاز سوم ۱۰۵

جدول ۵-۳-آزمایشات جاعلی و کاربری فاز دوم ۱۱۴

جدول ۵-۴-آزمایشات جاعلی و کاربری فاز سوم ۱۱۶

جدول ۶-۱-نتایج ارزیابی ویژگی‌ها با تست ANOVA ۱۲۰

جدول ۶-۲-عملکرد کلی تأیید هویت برای طبقه‌بندی‌کننده‌های متفاوت در روش تک بلوک و در فاز اول آزمایشات(برحسب درصد) ۱۲۹

جدول ۶-۳-عملکرد کلی تأیید هویت برای طبقه‌بندی‌کننده‌های متفاوت در روش چند بلوک و در فاز اول آزمایشات(برحسب درصد) ۱۲۹

جدول ۶-۴-مقایسه روش‌های طبقه‌بندی در فاز دوم آزمایشات ۱۳۱

جدول ۶-۵-عملکرد کلی تأیید هویت در فاز دوم آزمایشات و با استفاده از روش تک‌بلوک (برحسب درصد)..... ۱۳۲
جدول ۶-۶-عملکرد کلی تأیید هویت در فاز دوم آزمایشات و با استفاده از روش چندبلوک (برحسب درصد)..... ۱۳۳
جدول ۶-۷-مقایسه روش‌های طبقه‌بندی در فاز سوم آزمایشات..... ۱۳۴
جدول ۶-۸-عملکرد کلی تأیید هویت در فاز سوم آزمایشات و با استفاده از روش تک‌بلوک (برحسب درصد)..... ۱۳۶
جدول ۶-۹-عملکرد کلی تأیید هویت در فاز سوم آزمایشات و با استفاده از روش چندبلوک (برحسب درصد)..... ۱۳۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

امروزه به علت اهمیت روز افزون اطلاعات و تمایل افراد به امنیت بیشتر اطلاعات مخصوصا در اینترنت، ابزارهای قدیمی مانند استفاده از رمز عبور به‌تنهایی جوابگو و قابل اعتماد نمی‌باشد، خصوصا با ایجاد تجارت الکترونیک و خرید و فروش اینترنتی مسئله امنیت نه‌تنها برای شرکت‌ها و بانک‌ها بلکه برای عموم افراد مهم شده است. بنابراین متخصصین به دنبال راه‌هایی مطمئن‌تر می‌گردند. یکی از موفق‌ترین راه‌های یافته شده استفاده از علم بیومتریک[۱] است.

بیومتریک به‌طور عام به اندازه‌گیری و تحلیل آماری داده‌های بیولوژیکی و به‌طور خاص به دانش تشخیص هویت افراد بر اساس مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و یا رفتاری آن‌ها از قبیل چهره، بو و نحوه حرکت کردن اطلاق می‌گردد. یک سیستم مدیریت هویت با قابلیت اطمینان بالا را می‌توان به عنوان یکی از بخش‌های حیاتی و هسته‌ی مرکزی در کلیه‌ی کاربردهایی که تنها به کاربران مجاز خدمات ارایه می‌کنند برشمرد. به عنوان مثال از چنین سیستم‌هایی می‌توان به امکان دسترسی به منابع رایانه‌ای به‌اشتراک گذاشته شده توسط افراد مختلف، اجازه‌ی دسترسی به

---

[۱] Biometric

مکان‌های خاص، انجام عملیات بانکی از راه دور و همچنین کنترل مسافرین در مرزها اشاره کرد. ازدیاد چشمگیر سیستم‌های خدمات‌رسانی تحت شبکه مانند بانکداری اینترنتی و همچنین به‌کارگیری مراکز خدمات‌رسانی غیر متمرکز به مشتریان مانند کارت‌های اعتباری، بر ضرورت استفاده از سیستم‌های مدیریت هویت اشخاص با قابلیت عملکرد بر روی تعداد زیادی از افراد تأکید دارد.

۱-۲- روش‌های تشخیص هویت

عوامل تشخیص هویت به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- چیزهایی که کاربر می‌داند. برای مثال، رمز عبور شخصی.

۲- چیزهایی که کاربر به‌همراه دارد. مانند کارت‌های خودپرداز و کارت‌های هوشمند.

۳- چیزهایی که مربوط به خود کاربر است. برای نمونه اثر انگشت، الگوی شبکیه و عنبیه و غیره.

هر کدام از عوامل بالا مزایا و معایبی دارند. کلمات عبور ممکن است حدس زده شوند یا لو بروند، اما به کاربر اجازه می‌دهند که قدرت خود را در اختیار شخص دلخواه دیگری قرار دهد. به‌علاوه، بسیاری از افراد به سادگی کلمات عبور را فراموش می‌کنند، مخصوصاً اگر به ندرت از آن‌ها استفاده کنند. چیزهایی که کاربران دارند می‌تواند گم یا دزدیده شود، اما می‌تواند در صورت لزوم به شخص دیگری منتقل یا قرض داده شوند. مشخصات فیزیکی انعطاف ندارند و برای نمونه، نمی‌توان آن‌ها را از طریق تلفن به شخص یا جای دیگری منتقل کرد. طراحان سیستم‌های امنیتی باید این سؤال را مطرح کنند که آیا کاربران باید توانایی انتقال اختیاراتشان را به دیگران داشته باشند یا خیر؟ پاسخ این سؤال در انتخاب نوع و روش شناسایی و تعیین هویت مؤثر است. وظیفه‌ی اصلی یک سیستم مدیریت هویت، تعیین[۱] یا تأیید[۲]هویت درخواست شده از سیستم می‌باشد. این

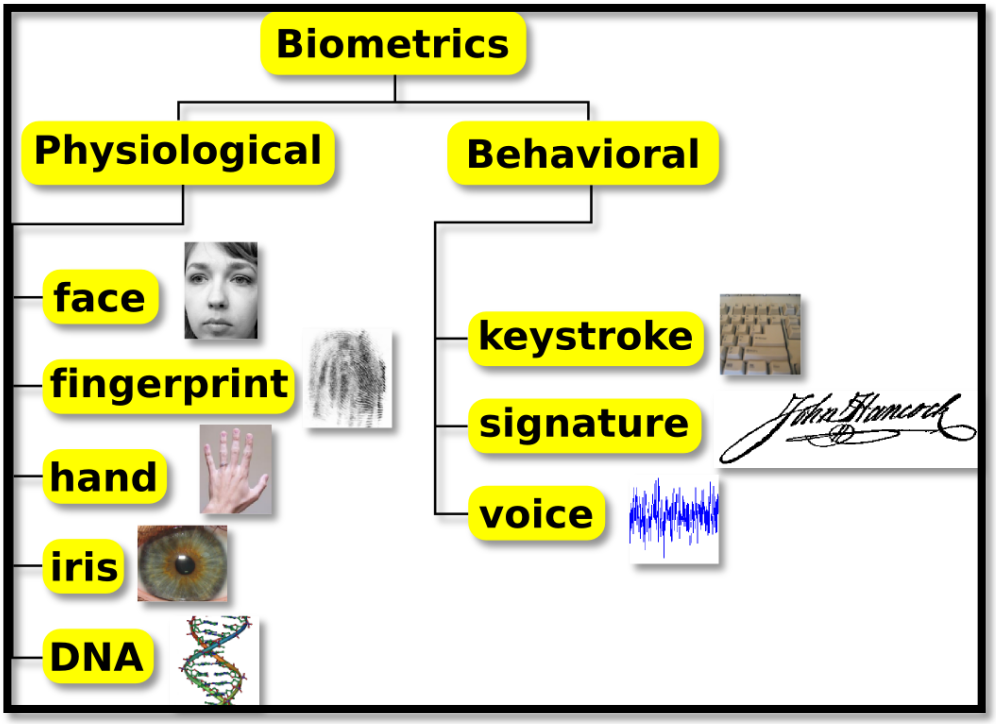
---

[۱] Identification

[۲] Authentication

عملیات به دلایل متفاوتی انجام می‌پذیرد ولی هدف اصلی از این کار در اکثریت کاربردها جلوگیری از دسترسی سارقین به منابع امن و حفاظت شده‌ی سیستم‌ها می‌باشد. شایان ذکر است که در بعضی از کاربردها بیومتریک‌ها به عنوان مکمل در کنار روش‌های سنتی قرار می‌گیرند که این امر باعث بالاتر رفتن امنیت این سیستم‌ها می‌شود. به این ترکیب عموماً شناسایی هویت دوجانبه[1] اطلاق می‌شود. سیستم‌های بیومتریکی با به‌کارگیری خصوصیات رفتاری و فیزیکی متنوعی از قبیل اثر انگشت، چهره، فرم هندسی دست/انگشت، عنبیه، شبکیه، امضاء، فرم حرکتی، اثر کلی از کف دست شخص، الگوهای گفتاری، فرم گوش، رگ‌های دست، بو و همچنین اطلاعات DNA شخص، هویت وی را مورد بررسی قرار می‌دهند. در شکل۱-۱، نمونه‌هایی از ویژگی‌های بیومتریکی نمایش داده شده است. هر یک از این خصوصیات بیومتریکی دارای نقاط قوت و ضعف متفاوتی هستند. بنابراین نمی‌توان همیشه یک خصیصه‌ی بیومتریکی را در تمامی کاربردها مورد استفاده قرار داد. انتخاب خصایص بیومتریکی با توجه به خصوصیات و نوع کاربرد آن‌ها متفاوت خواهد بود. به عبارت دیگر نمی‌توان یک ویژگی بیومتریکی را به عنوان ویژگی بهینه و مطلق در نظر گرفت. از بین خصیصه‌های بیومتریکی ذکر شده، اثرانگشت، چهره، هندسه‌ی دست، عنبیه، امضاء و الگوهای گفتاری تاکنون بیشتر در سیستم‌های خودکار شناسایی هویت مورد توجه محققین واقع شده‌اند.

[1] Dual-Factor



شکل۱-۱- نمونه‌ای از ویژگی‌های بیومتریکی

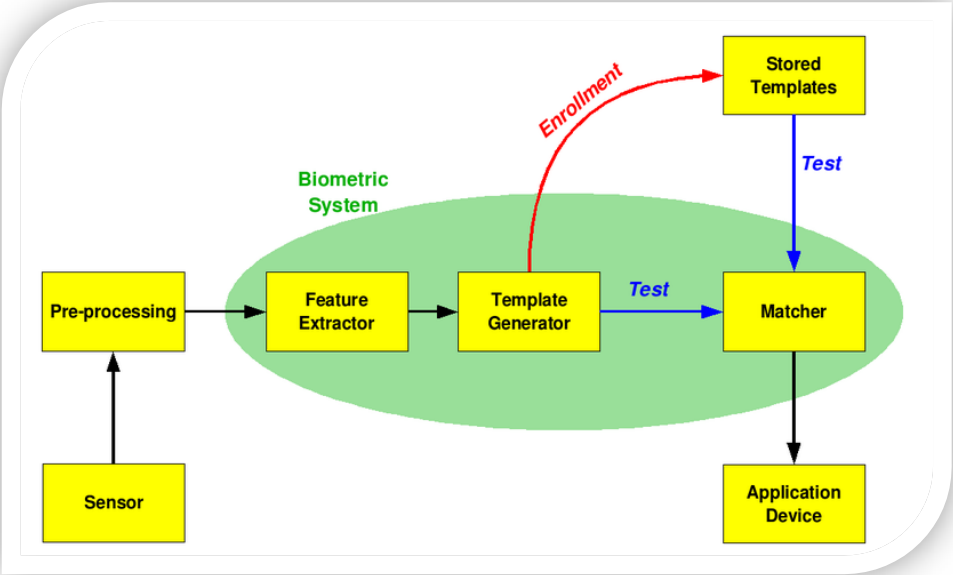
۱-۳- سیستم‌های بیومتریکی

یک سیستم بیومتریکی اساساً یک سیستم شناسایی الگو[۱] می‌باشد با این توضیح که ورودی این سیستم، خصیصه و یا خصایص بیومتریکی افراد است. در این سیستم‌ها ابتدا اطلاعات بیومتریکی افراد جمع‌آوری شده و مؤثرترین ویژگی‌های موجود در آن‌ها استخراج می‌شود. سپس با مقایسه ویژگی‌های به‌دست آمده با قالب‌های[۲] موجود در پایگاه داده سیستم، تصمیم مناسب اتخاذ می‌گردد. شکل ۱-۲ شمای کلی یک سیستم بیومتریکی را نشان می‌دهد.

---

[۱] Pattern Recognition

[۲] Template



شکل ۱-۲- شمای کلی یک سیستم بیومتریک [۱]

در حالت کلی می‌توان چهار مؤلفه‌ی اصلی برای سیستم‌های بیومتریکی در نظر گرفت[۲]:

الف-واحد حسگر[۱]: در این بخش با استفاده از یک حسگر بیومتریکی مناسب اطلاعات بیومتریکی شخص جمع‌آوری می‌گردد. به‌عنوان مثال برای به‌دست آوردن تصاویر اثرانگشت، با استفاده از یک حسگر نوری ساختار برجستگی‌های سطح پوست انگشتان جمع‌آوری می‌شوند.

ب-واحد استخراج ویژگی[۲]: در این بخش داده‌های بیومتریکی به‌دست آمده مورد پردازش قرار می‌گیرند تا مجموعه‌ای از ویژگی‌های بارز و برجسته که بیشترین قابلیت تمایز میان داده‌ها را فراهم می‌کنند و به بهترین نحو بیانگر خصیصه بیومتریکی مورد نظر می‌باشند از آن‌ها استخراج گردد. به عنوان مثال در تصاویر اثرانگشت موقعیت و جهت نقاط خاصی از قله‌ها و دره‌های تصویر توسط بخش استخراج ویژگی جمع‌آوری می‌گردد.

ج-واحد تصمیم گیری[۳]: در این بخش ویژگی‌های استخراج شده با قالب‌های موجود در

---

[۱] Sensor
[۲] Feature Extraction
[۳] Decision Making

پایگاه داده، توسط الگوریتم‌های متنوعی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و در نهایت یک امتیاز که بیانگر میزان انطباق[1] ویژگی‌ها می‌باشد محاسبه می‌گردد. به‌عنوان مثال در سیستم مبتنی بر بیومتریک اثرانگشت، تعداد نقاط انطباق یافته بین ورودی و قالب ویژگی‌های موجود در پایگاه داده تعیین شده و یک امتیاز انطباق محاسبه می‌گردد. سپس بخش تصمیم‌گیری با استفاده از امتیاز به‌دست آمده و با توجه به کاربری سیستم تصمیم‌گیری می‌نماید.

د-واحد پایگاه داده: از این بخش به عنوان مخزن داده‌های بیومتریکی استفاده می‌شود. در طول جمع‌آوری بیومتریک‌ها، ویژگی‌های استخراج شده از نمونه‌های بیومتریکی اخذ شده از کاربران، به همراه اطلاعات شناسایی ایشان مانند نام، شماره ملی، آدرس و ... در این بخش ذخیره می‌شوند.

بیومتریک‌ها در دو کاربرد کلی تأیید هویت و تعیین هویت مورد استفاده قرار می‌گیرند که در ادامه به شرح آن می‌پردازیم [۳].

۱-۳-۱- تأیید هویت

در تأیید هویت، در ابتدا فرد از طریق ذکر نام یا وارد نمودن رمز عبور و یا ارائه‌ی مدرک شناسایی (و یا از هر طریق متداول و مرسوم غیر بیومتریکی دیگر) هویت خاصی را ادعا می‌نماید. ادعای مطرح در خصوص هویت هر فرد تنها با مقایسه‌ی داده‌های بیومتریکی او با قالب فرد مورد ادعای وی که در پایگاه داده موجود است، تأیید یا رد می‌شود. در واقع این سامانه یک مقایسه‌کننده‌ی یک به یک است. حاصل این مقایسه یک امتیاز شباهت است که اگر این امتیاز شباهت که آن را S می‌نامیم از یک سطح آستانه پذیرش که آن را T می‌نامیم بزرگتر یا مساوی باشد، سیستم ادعای مطرح شده را قبول می‌کند. دو نمونه‌ی بیومتریکی که امتیاز شباهت آن ها کمتر از T باشد متعلق به دو فرد متفاوت هستند و فرد مدعی توسط سیستم رد می شود [۴]. در حقیقت تأیید هویت یک مدل از شناسایی مثبت محسوب می‌شود که امکان استفاده‌ی چندین نفر

---

[1] Matching