دانشگاه صنعتی شیراز

دانشکده مهندسی برق و الکترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق گرایش مخابرات سیستم

عنوان پایان نامه

بهبود تشخیص امضای دست نویس

به وسیله

داوود فلاحتی

استاد راهنما

دکتر محمد صادق هل فروش

اساتید مشاور

دکتر حبیب الله دانیالی، دکتر محمود رشید پور

بهمن ماه ۱۳۹۰

بسم اللہ الرحمن الرحیم

بأسمه تعالی

بهبود تشخیص امضای دست نویس

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی

توسط

داود فلاحتی

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

گروه مخابرات دانشکده مهندسی برق و الکترونیک
دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران با درجه:

دکتر محمد صادق هل فروش	**دانشیار**	**برق مخابرات**	**(استاد راهنما)**
دکتر حبیب الله دانیالی	**استادیار**	**برق مخابرات**	**(استاد مشاور)**
دکتر محمود رشیدپور	**استادیار**	**برق مخابرات**	**(استاد مشاور)**
دکتر محمد جواد دهقانی	**دانشیار**	**برق مخابرات**	**(داور)**
دکتر کامران کاظمی	**استادیار**	**برق مخابرات**	**(داور)**

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه: مهندس علی قنبری

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است

تقدیم به خانواده ام

سپاسگزاری

با نهایت سپاسگزاری و قدردانی از اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر محمد صادق هل فروش، دکتر محمود رشیدپور و دکتر حبیب الله دانیالی که در تمامی مراحل تحقیقاتی با اینجانب همکاری نموده اند.

چکیده

عنوان پایان نامه

بهبود تشخیص امضای دست نویس

به وسیله ی

داود فلاحتی

با وجود پیشرفت فناوری در عصر جدید امضای دست نویس سنتی هنوز هم پرطرفدار ترین و کم هزینه ترین روش تایید هویت است. لذا لازم است تا روش های تایید امضا نیز خود را با پیشرفت فناوری های جدید همراه کنند. از همین روی وجود سامانه ای که بتواند بدون دخالت انسان عمل تایید امضا را انجام دهد ضروری به نظر می رسد.

در این پایان نامه ساختار سامانه های تایید امضا مورد بررسی قرار گرفته است. هر سامانه تایید امضا از دو بخش استخراج ویژگی و تطابق تشکیل شده است. امضای ورودی به صورت یک تصویر دیجیتال به سامانه تایید تحویل داده می شود. وظیفه واحد استخراج ویژگی تولید بردارهای ویژگی مناسب است. هرچه روش استخراج ویژگی دقیق تر باشد اطلاعات بیشتری از تصویر به بردار ویژگی تحویل می شود. به مرور زمان و با تغییرات در شرایط محیطی امضای فرد در معرض تغییر قرار می گیرد. از همین روی روش استخراج ویژگی بایستی این تغییرات احتمالی را در نظر بگیرد.

مرحله بعدی تطابق بردارهای ویژگی است. در این پایان نامه با اضافه کردن جزئیات بیشتر به بردارهای ویژگی روش وزن پیکسل های عمودی دقت این روش در مورد امضای فارسی تا حد زیادی نسبت به روش اصلی ارتقاء داده شده است. همچنین با استفاده از گشتاورهای زرنیک و تطابق گر مدل مخفی مارکوف HMM روش جدیدی ارائه گردید که هم در برابر چرخش های ناخواسته در زمان اخذ امضا پایدار بوده و هم از دقت بالایی برخوردار می باشد. با تلفیق روش های تایید امضا به روش جزایر مستقل روش جدیدی ارائه گردید که خطای تشخیص آن بر حسب معیار نسبت خطای برابر (EER) کمتر از ٪۳ است.

کلمات کلیدی: تایید امضا، گشتاورهای زرنیک، گشتاورهای فوریه-ملین، مدل مخفی مارکوف، پیچش زمانی پویا، جزایر مستقل

فهرست مطالب

۱ مقدمه **۲**

۱.۱ معیارهای اساسی در حوزه زیست سنجی . . . ۶

۲.۱ جمع آوری امضا . . . ۸

۳.۱ تشخیص امضا . . . ۱۰

۴.۱ ضرورت انجام کار . . . ۱۲

۵.۱ ساختار پایان نامه . . . ۱۲

۶.۱ خلاصه . . . ۱۳

۲ مروری بر تحقیقات و مطالعات انجام شده بر روی امضا **۱۴**

۱.۲ مقدمه . . . ۱۴

۲.۲ مروری بر کارهای انجام شده . . . ۱۵

۳.۲ استخراج بردارهای ویژگی و مقایسه آنها . . . ۱۶

۴.۲ وزن پیکسل های عمودی . . . ۱۶

۵.۲ روش کدینگ سایه بسط یافته . . . ۱۷

۶.۲ تابع جابجایی . . . ۱۸

۷.۲ استخراج ویژگی به کمک گشتاورها . . . ۲۰

۸.۲ گشتاورهای متعامد . . . ۲۱

۱.۸.۲ گشتاورهای متعامد روی یک دیسک . . . ۲۲

۲.۸.۲ گشتاورهای زرنیک . . . ۲۲

۳.۸.۲ بازسازی تصویر . . . ۲۲

۴.۸.۲ تغییر ناپذیری گشتاورهای زرنیک نسبت به چرخش . . . ۲۳

۵.۸.۲ گشتاورهای فوریه-ملین . . . ۲۵

۶.۸.۲ بازسازی تصویر با استفاده از گشتاورهای فوریه ملین . . . ۲۶

۷.۸.۲ مقایسه گشتاورهای زرنیک و فوریه ملین در تشخیص حروف لاتین . . . ۲۷

۸.۸.۲ بردارهای ویژگی با استفاده از گشتاورها . . . ۲۸

۹.۲ روش های مقایسه بردارهای ویژگی . . . ۳۰

۱.۹.۲ مقایسه بردارهای غیر هم طول . . . ۳۰

۲.۹.۲ تابع پیچش زمانی گسسته . . . ۳۱

۱۰.۲ محدودیت های توابع پیچش . . . ۳۳

۱.۱۰.۲ نکاتی در مورد تابع وزن $w(k)$ . . . ۳۵
۲.۱۰.۲ معادلات DP . . . ۳۶
۳.۱۰.۲ نحوه عملکرد الگوریتم DP . . . ۳۸
۱۱.۲ مدل مخفی مارکوف . . . ۳۸
۱.۱۱.۲ فرآیندهای مارکوف گسسته . . . ۳۹
۲.۱۱.۲ عناصر مدل مخفی مارکوف . . . ۴۲
۳.۱۱.۲ سه مساله اساسی برای مدل مخفی مارکوف . . . ۴۳
۴.۱۱.۲ حل سه مساله اساسی مدل مخفی مارکوف . . . ۴۵
۵.۱۱.۲ الگوریتم روبه جلو-روبه عقب . . . ۴۶
۱۲.۲ خلاصه . . . ۵۱

۳ روش های پیشنهادی و بررسی نتایج حاصل **۵۲**
۱.۳ مقدمه . . . ۵۲
۲.۳ جمع آوری امضا . . . ۵۲
۱.۲.۳ معرفی پایگاه داده مورد استفاده . . . ۵۳
۳.۳ پیش پردازش . . . ۵۴
۱.۳.۳ یافتن مرکز ثقل پیکسل ها . . . ۵۷
۲.۳.۳ یافتن مراکز تصاویر با استفاده از گشتاورها . . . ۵۸
۳.۳.۳ ملاحظات مدل مخفی مارکوف . . . ۵۹
۴.۳.۳ دنباله هایی با چندین مشاهده مختلف . . . ۵۹
۵.۳.۳ فرض مستقل بودن وقوع هر دنباله . . . ۶۰
۶.۳.۳ ضریب مقیاس . . . ۶۱
۴.۳ معرفی روش های پیاده سازی شده ی موجود . . . ۶۱
۱.۴.۳ روش سبورین . . . ۶۱
۲.۴.۳ روش فنگ . . . ۶۲
۳.۴.۳ روش میزوکامی . . . ۶۲
۵.۳ روش های پیشنهادی . . . ۶۴
۱.۵.۳ استفاده از گشتاورهای زرنیک برای استخراج ویژگی ها و همینطور کاربرد تطابق گر HMM . . . ۶۴
۲.۵.۳ روش بهبود یافته وزن پیکسل های عمودی برای امضاهای فارسی . . . ۶۶
۶.۳ تشخیص امضا با استفاده از جزایر مستقل . . . ۶۸
۱.۶.۳ معرفی . . . ۶۹
۲.۶.۳ معرفی جزایر استفاده شده . . . ۷۰
۳.۶.۳ نحوه انتخاب ضرائب وزن دهی . . . ۷۱
۷.۳ نتیجه گیری . . . ۷۲

۴ نتیجه گیری و پیشنهاد برای کارهای آینده **۷۵**
۱.۴ نتیجه گیری . . . ۷۵
۲.۴ پیشنهادها و آینده تحقیق . . . ۷۶

لیست جداول

۱.۱ عوامل وابسته به فناوری که موجب افزایش FTE می شوند. ۷

۲.۱ مقایسه روشهای جمع آوری امضای پویا و سنتی. ۱۰

۳.۱ مقایسه امضاهای برخط و ایستا بر اساس مزایا و معایب آنها. ۱۱

۱.۲ اثر چرخش بر روی اندازه گشتاورهای زرنیک. ۲۵

۲.۲ تعداد حضور حروف در آزمون تشخیص حرف. ۲۷

۳.۲ مقایسه بردارهای ویژگی در مورد روش های فوریه-ملین و زرنیک. ۳۰

۱.۳ EER های متناظر با ۵ جزیره استفاده شده ۷۲

۲.۳ ضرائب وزن دهی مختلف و تاثیر آنها روی EER نهایی. ۷۳

۳.۳ عملکرد جزایر ۱ تا ۵ در رویارویی با ۲۰ امضای نمونه. ۷۴

لیست تصاویر

۱.۱ امضای اصلی فردA. ۵

۲.۱ جعل تصادفی از امضای فرد A. ۵

۳.۱ جعل ماهرانه از امضای فرد A. ۵

۴.۱ منحنی ROC، وضعیت نقطه به نقطه معیارهای FMR و FNMR. ۸

۵.۱ دو نمونه از دستگاه های جمع آوری امضای پویا. شکل سمت راست یک نمونه کامل دستگاه؛ شکل سمت چپ تبلت شرکت اپل ۹

۱.۲ دیاگرام بلوکی یک سیستم تشخیص امضا. ۱۴

۲.۲ نمایش روش وزن پیکسل های عمودی. مجموع پیکسل های سیاه در هر ستون عمودی در زیر آن نوشته شده است. ۱۷

۳.۲ نمونه ای از بردار ویژگی تشکیل شده با استفاده از روش وزن پیکسل های عمودی. ۱۸

۴.۲ نمایش منابع نوری در روش کدینگ سایه بسط یافته. ۱۹

۵.۲ محاسبه بردار ویژگی در هر بلوک به روش کدینگ سایه بسط یافته. ۱۹

۶.۲ نمایش بردارهای u, v در روش میزوکامی. از طریق تکرار متوالی بهترین و نزدیکترین مقادیر برای u, v بدست می آید. ۲۰

۷.۲ تصویر بازسازی شده توسط گشتاورهای زرنیک. ۲۳

۸.۲ تصویر بازسازی شده به وسیله گشتاورهای زرنیک بعد از آستانه گذاری. ۲۴

۹.۲ مقایسه چندجمله ای های فوریه-ملین و زرنیک. بالا، چندجمله های فوریه-ملین. پایین گشتاورهای زرنیک. برگرفته از [۷]. ۲۶

۱۰.۲ بازسازی تصویر حرف C به وسیله گشتاورهای فوریه ملین. ۲۷

۱۱.۲ نمایش حروف استفاده شده برای مقایسه دقت تشخیص دهنده های زرنیک و فوریه-ملین. ۲۸

۱۲.۲ عملکرد روش های تشخیص حرف به روش های زرنیک و فوریه-ملین. ۲۹

۱۳.۲ عملکرد روش های تشخیص حرف به روش های زرنیک و فوریه-ملین. ۲۹

۱۴.۲ نمایش صفحه i, j برای نشان دادن اختلاف زمانی بین دو دنباله دلخواه. ۳۱

۱۵.۲ نمایش نقاط شروع و پایان در صفحه $i - j$ به منظور محاسبه اختلاف زمانی بین دو دنباله فرضی. ۳۲

۱۶.۲ نمایش گرافیکی شرط روی پنجره تنظیم. همانطور که می بینیر تابع F قادر نخواهد بود که از ناحیه محدود شده توسط دو خط مایل عبور کند. ۳۴

۱۷.۲ نمایش یک نمونه از محدودیت شیب می نیمم. همانطور که می بینید تابع پیچش نمی تواند به مقدار دلخواه حرکت خود را در جهت افقی ادامه دهد. ۳۴

۱۸.۲ نمایش یک نمونه از محدودیت شیب ماکزیمم. همانطور که می بینید تابع پیچش نمی تواند به مقدار دلخواه حرکت خود را در جهت عمودی ادامه دهد. ۳۵
۱۹.۲ ضرائب وزن با توجه به جهت آنها برای حالت متقارن. ۳۷
۲۰.۲ ضرائب وزن با توجه به جهت آنها برای حالت نا متقارن. ۳۷
۲۱.۲ نمایش عملکرد DP در مورد دو دنباله با طول های نا مساوی. ۳۸
۲۲.۲ یک مدل مارکوف ۵ حالته که یک فرآیند گسسته فرضی را توصیف می کنند. a_{ij} ها احتمال گذار از حالت i به حالت j هستند. ۳۹
۲۳.۲ نمایش گرافیکی الگوریتم روبه جلو برای محاسبه $\alpha_{t+1}(j)$. ۴۷

۱.۳ فرم استفاده شده جهت جمع آوری امضای افراد. ۵۴
۲.۳ نمایش ادعاهای داخل کلاسی یا ادعاهای درست. ۵۵
۳.۳ ادعاهای بین کلاسی و یا ادعاهای نادرست. ۵۶
۴.۳ نحوه مشخص کردن ابعاد قاب تصویر. ۵۷
۵.۳ یافتن مرکز تصویر با استفاده از مرکز ثقل پیکسل ها در راستای عمودی. ۵۷
۶.۳ ۲۰ امضای هم مرکز شده به وسیله روش سبورین ترسیم شده در یک مختصات واحد. ۵۸
۷.۳ منحنی ROC برای روش سبورین. ۶۲
۸.۳ منحنی ROC برای روش فنگ. ۶۳
۹.۳ تاثیر تغییرات λ بر روی EER روش میزوکامی. ۶۳
۱۰.۳ منحنی های ROC بازای تغییرات λ که در یک نمودار ترسیم شده اند. ۶۴
۱۱.۳ مدل مارکوف غیر ارگودیک استفاده شده به عنوان روش پیشنهادی. ۶۵
۱۲.۳ دیاگرام بلوکی روش پیشنهادی بر اساس گشتاورهای زرنیک و تطابق گر HMM. ۶۵
۱۳.۳ منحنی ROC برای روش پیشنهادی استفاده از گشتاورهای زرنیک در کنار تطابق گر HMM. ۶۵
۱۴.۳ نحوه شکستن تصویر به دو زیر تصویر بالایی و پایینی به روش $Split-DTW$. ۶۷
۱۵.۳ نمونه ای از بردار ویژگی تشکیل شده با استفاده از روش پیشنهادی. ۶۷
۱۶.۳ دیاگرام بلوکی روش $Split-DTW$. ۶۸
۱۷.۳ منحنی ROC برای روش پیشنهادی $Split-DTW$. ۶۸
۱۸.۳ چندین چگالی احتمال نرمال با متوسط صفر و واریانس های مختلف. ۷۱
۱۹.۳ تاثیر ضرائب وزن دهی بر روی چگالی احتمال برآیند. ۷۲
۲۰.۳ نمایش گرافیکی نسبت های رد کردن خطا $(FNMR)$ و قبول کردن خطا (FMR) برای یک سیستم تشخیص. ۷۳

فصل ۱

مقدمه

یکی از اصلی ترین مسائلی که همه روزه در امور مالی، قضایی و اداری با آن روبرو هستیم مساله تایید هویت و شناسایی صاحب و یا مالک قانونی یک سند است. یکی از ابتدایی ترین راه های تایید هویت یک فرد استفاده از کارت های شناسایی معتبر و حاوی تصویر صاحب کارت است ولی ایراد اساسی که بر این نوع تشخیص هویت وارد است مساله سهولت جعل و کپی برداری از این نوع مدارک است. برای مثال با در اختیار داشتن یک دستگاه چاپگر نه چندان گران قیمت که تهیه آن برای عموم بسیار آسان می باشد، عمل جعل حتی برای اشخاص غیر حرفه ای نیز ممکن شده است. یکی از راهکارهای مقابله با عمل جعل استفاده از ویژگی هایی است که وابسته به خصوصیات زیستی انسان می باشند. این روشها که به زیست سنجی [۱] مشهور هستند بر استفاده از ویژگیهایی استوار هستند که به نحوی برای هر فرد متمایز می باشند. از آشنا ترین انواع این خصوصیات، اثر انگشت [۲] افراد می باشد که می توان گفت اثر انگشت برای هر انسانی منحصر به فرد است. از انواع دیگر این خصوصیات که به تازگی مورد استفاده قرار گرفته است می توان به ساختار عنبیه [۳] اشاره کرد. تحقیقات نشان می دهد که حتی در مورد دوقلوهای یکسان نیز الگو های عنبیه کاملا متفاوت است.
مشخصه های زیستی انسان به دو دسته کلی تقسیم می شوند. دسته اول آن مشخصاتی هستند که با گذشت زمان تغییر نمی کنند مانند اثر انگشت، عنبیه چشم، شبکیه[۴]، DNA کف دست، شکل صورت. از این ویژگیهای زیستی انسان با عنوان ویژگی های غیر رفتاری[۵] یا فیزیولوژیکی [۶] یاد می شود.

گروه دوم ویژگی هایی هستند که با مرور زمان تغییر می کنند و وابستگی های دیگری به

[۱] Biometrics
[۲] Fingerprint
[۳] Iris
[۴] Retina
[۵] Non-behavioural biometrics
[۶] Physiological biometrics

حالت روانی فرد (خوشحالی، ناراحتی، هیجان، افسردگی و ...) و همچنین به سن افراد دارند. به این گروه از ویژگی ها، ویژگی های زیستی رفتاری [۷] می گویند. از جمله این ویژگی ها که تا به حال مورد استفاده قرار گرفته اند، صحبت، دستخط و امضا می باشند. در اینجا ممکن است تضادی را در تعاریف ارائه شده برای ویژگی های رفتاری و غیر رفتاری یا فیزیولوژیکی احساس شود. برای مثال فرم صورت در اثر گذشت زمان تغییر می یابد ولی آنرا عضو گروه اول در نظر گرفتیم. علت این است که می توان گفت فرم صورت اولا تا زمان به نسبت زیادی برای افراد بالغ بدون تغییر باقی می ماند و همچنین حالات روانی فرد روی استخوان بندی صورت وی تاثیر گذار نمی باشند.
ویژگی های فیزیولوژیکی در برابر ویژگی های رفتاری از دقت سنجش بسیار بهتری برخوردار هستند به نحوی که می توان آنها را حتی در سامانه های تشخیص هویت با اطمینان بالا استفاده کرد. ولی دارای این ضعف می باشند که جمع آوری این ویژگی های زیست سنجی به سهولت ممکن نیست. برای مثال ممکن است اشخاصی که از عنبیه چشمشان نمونه گیری می شود احساس کنند که این عمل به سامانه بینایی آنها آسیب وارد خواهد کرد. پس ویژگی مهم به کار گیری مشخصات زیست سنجی مقبولیت عام [۸] آن سامانه است. به عنوان مثالی دیگر اشخاصی که اثر انگشت آنها جهت احراز هویت آنها گرفته می شود دیدی کاملا منفی به این عمل دارند و احساس می کنند که به آنها به عنوان مجرم نگاه می شود.
با وجود اینکه ویژگی های رفتاری دارای دقت به مراتب پایین تر ی از ویژگی های فیزیولوژیکی هستند ولی جمع آوری بسیار ساده تر و مقبولیت عام به مراتب بیشتر این ویژگی ها است که هنوز هم استفاده از آن ها را مطرح می سازد.
مزایای اساسی که زیست سنجی در بر دارد عبارتند از:

۱. کشف تقلب های احتمالی

۲. باز دارندگی از تقلب

می توان گفت که علاوه بر دقت بالاتر و قابلیت فریب کمتر یکی دیگر از مزایای سامانه های زیست سنجی بازدارندگی از تقلب و جعل توسط افراد است . برای مثال اگر سامانه تایید امضایی با خطای صفر به وجود بیاید احتمالا هیچ جاعلی دست به جعل امضا نخواهد زد.
در حوزه زیست سنجی دو مقوله کاملا مجزا وجود دارد که هدف از به کارگیری سامانه را مشخص می کند. سامانه مورد نظر به چه منظور به کار گرفته می شود؟ تشخیص[۹] هویت یا تایید [۱۰] هویت؟ این سوالی است که بایستی قبل از طراحی سامانه بدان پاسخ داده شود. تایید امضا پاسخ به این سوال است: "آیا من همانی هستم که ادعا می کنم؟" [۱۱] و تشخیص هویت

[۷] Behavioural biometrics

[۸] Public approval

[۹] Identification

[۱۰] Verification

[۱۱] Am I who I claim to be?

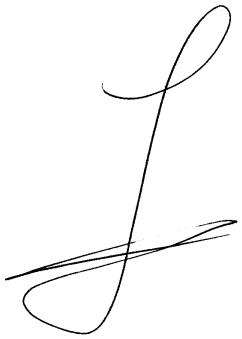
به این سوال پاسخ گو است: " من که هستم؟" [۱۲]. در تشخیص هویت اثر زیست سنجی یک نفر بایستی با همه نمونه های موجود در پایگاه داده مقایسه شود و حجم محاسبات به مراتب بالا می رود ولی در تایید یک اثر بایستی تنها با نمونه ادعا شده مقایسه شود که وسعت محاسبات را کمتر می کند.
در این رساله تمرکز بر روی یکی از پر استفاده ترین ویژگی های زیست سنجی رفتاری که همان امضا ی دست نویس است، معطوف می شود.

در اینجا لازم است که بار دیگر مساله تایید هویت [۱۳] تشریح شود.

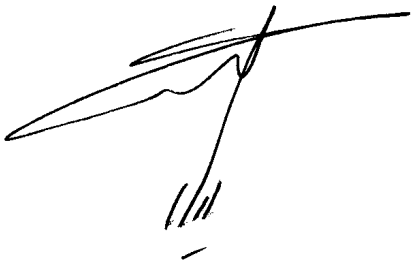
- برای اولین بار فردی به نام "A" مراجعه می کند.
- "A" با ارائه مدارک خود کاربر شناسایی می شود.
- مقرر می شود که او فردی دیگر را هر روز برای استفاده از منافع و اعتباراتی که نزد کاربر دارد، گسیل دارد.

حال مسئله این است که چگونه باید به فرستاده "A" اطمینان شود؟ . ممکن است هر فرد دیگری خود را فرستاده او بنامد. ساده ترین راه حل استفاده از نشانه یا امضایی از "A" است. فرض بر این است او تنها به فرستاده مورد اعتمادش نشان ویا امضایی از خود می دهد و با دریافت امضای او و مقایسه با امضایی که از قبل از او ثبت کرده ایم می توان فرستاده قانونی او را شناسایی شود.
پس تایید امضا [۱۴] که گاهی از آن به عنوان تشخیص امضا نیز یاد می شود عمل تایید صحت ادعای یک فرد در مورد داشتن هویتی است که آن هویت را به عنوان یک هویت قانونی شناسایی می شود.
متاسفانه عمل جعل امضا هم به همان راحتی گردآوری امضا می باشد. جدی ترین تهدید برای سامانه های تایید امضا همین عمل جعل است. برای روشن تر شدن قضیه لازم است که به مسئله ۱ رجوع کنیم.
مفروض است که شخص A از قبل امضای شکل ۱.۱ را در اختیار کاربر قرار داده است. شخصی ادعا می کند که همان نماینده شخص A است و امضای شکل ۲.۱ را ارائه می کند. پر واضح است که ادعای این شخص صحت ندارد. شخص دیگری با ارئه امضای شکل ۱. ۳ مدعی می شود که نماینده شخص A است. در این مورد تشخیص این که این امضا جعلی است یا نه عملی دشوار است.
با توجه به این موضوع می توان انواع جعل را اینگونه بر شمرد:

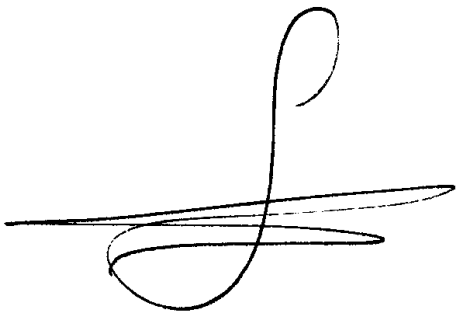
[۱۲] Who am I?
[۱۳] Identity verification
[۱۴] Inature verification



شکل ۱.۱ : امضای اصلی فردA.



شکل ۲.۱ : جعل تصادفی از امضای فرد A.



شکل ۳.۱ : جعل ماهرانه از امضای فرد A.

۱. جعل تصادفی مانند شکل ۲.۱.

۲. جعل با مهارت مانند شکل ۳.۱.

البته در بعضی از مراجع جعل امضای بدون مهارت نیز در نظر گرفته می شود که همانگونه که از نام آن پیداست نوعی کپی برداری بدون مهارت از امضا است و در اینجا از پرداختن به آن صرفنظر می کنیم.
توانایی سامانه در شناسایی و کشف هر نوع از این جعل ها دقت سامانه را تعیین می کند. در ادامه به بررسی معیارهای اساسی سامانه های تشخیص امضا و به طور کلی سامانه های فعال در حوزه زیست سنجی خواهیم پرداخت.

۱.۱ معیارهای اساسی در حوزه زیست سنجی

معیارهایی که بتواند به اختصار رفتار یک سامانه تشخیص زیست سنجی را توصیف کنند معیارهایی هستند که تعریف متناسبی عملکرد سامانه از لحاظ خطا و دقت تشخیص ارائه می دهند [۱]. اولین معیار نسبت تطبیق خطا[۱۵] است.

نرخ تطابق جعلی

نرخ تطابق جعلی یا FMR برابر است با احتمال قبول یک نمونه نادرست به عنوان نمونه ای اصلی. از این معیار به نسبت قبول نادرست یا FAR [۱۶] نیز یاد می شود. به بیان ساده تر این معیار یعنی احتمال اینکه اثر فرد B به اشتباه به عنوان اثر فرد A شناخته شده باشد . FMR بیان می کند که چگونه یک فرد غیر قانونی می تواند سامانه را منحرف کرده و فریب دهد.

نرخ خطای عدم تطابق

معیار دیگر که به نحوی مکمل FMR است FNMR یا نرخ خطای عدم تطابق نام دارد. به تعبیر دیگر FNMR احتمال رد شدن اشتباه یک نمونه از فرد قانونی یا اصلی است . در بسیاری از موارد به FNMR به عنوان نسبت رد شدن نادرست یا FRR [۱۷] نیز اطلاق می شود. بسته به کاربرد سامانه می توان FNMR و یا FMR را جهت نیل به اهداف مورد نظر تغییر داد. برای مثال در مواردی که احتمال ورود امضای جعلی به سامانه بالاتر است بایستیFMR پایین نگاه داشته شود. از سوی دیگر در کاربرد های که راحتی سامانه برای کاربران اهمیت دارد مانند بانک ها FMR پایین ممکن است مشکلاتی را از قبیل نارضایتی مشتریان ایجاد کند.

[۱۵] False Match Rate(FMR)

[۱۶] False Acceptance Rate

[۱۷] False Rejection Rate

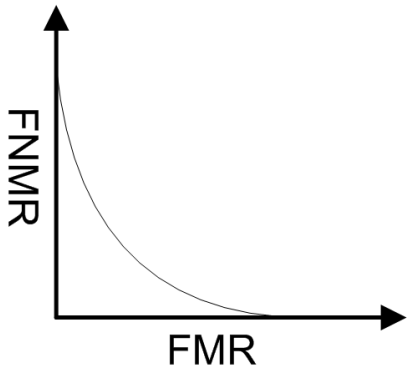
معیار دیگری وجود دارد که با عملکرد سامانه مرتبط نبوده ولی با تکنولوژی مورد استفاده در زیست سنجی در ارتباط است. این معیار به شکست در ثبت نام [۱۸] یا FTE مشهور می باشد و بیانگر احتمال قادر نبودن افراد به دادن نمونه زیست سنجی خود به سامانه است.
به طور کلی دو عامل در بالا رفتن FTE موثر هستند. نخست ناتوانی های فرد شرکت کننده در آزمون زیست سنجی. برای مثال ممکن است شخص شرکت کننده در آزمون تشخیص گفتار قادر به صحبت کردن نباشد و یا ساختار عنبیه فرد شرکت کننده در آزمون تشخیص عنبیه از بین رفته باشد.
عامل دوم محدودیت های فناوری های موجود است. جدول ۱.۱ محدودیت های فناوری را برای چندین روش زیست سنجی بررسی می کند.

جدول ۱.۱: عوامل وابسته به فناوری که موجب افزایش FTE می شوند.

فناوری مورد استفاده	عواملی که FTE را افزایش می دهند
تشخیص اثر انگشت	سر خوردن انگشت و یا تصویر کم کیفیت از اثر انگشت.
تشخیص صورت	نور کم، عینک کلاه یا هر نوع پوشش سر. آمیخته شدن پس زمینه با تصویر صورت.
تشخیص صدا	سروصدای محیط، نا هماهنگ بودن تلفظ کلمات مانند کشیدگی و رسایی صدا.
تشخیص عنبیه	دشواری پیدا کردن و گرفتن نمونه از عنبیه مثلا فاصله از دوربین.وجود عینک.
تشخیص امضا	امضاهای با ابعاد و اشکال نا هماهنگ .
تشخیص دست	دشواری پیدا کردن موضع دست با توجه به مرزهای پویشگر.
تشخیص شبکیه	مشکلات نمونه گیری مثلا برای هر نفر چندین ثانیه وقت لازم است.
تشخیص الگوی تایپ	وجود الگوهای ناهماهنگ شخص در موارد و مواضع مختلف.

فرض شود مدیر یک شرکت با ۱۰۰۰ پرسنل سعی دارد برای ورود و خروج کارمندان شرکت از نمونه زیست سنجی آنها استفاده کند. در اینجا علاوه بر معیارهایی که دقت سامانه مورد استفاده را تعیین می کنند FTE فناوری های مورد استفاده نیز اهمیت بسزایی دارد. به عنوان مثال طبق گزارش های جمع آوری شده از کارمندان یک شرکت فرضی با ۱۰۰ نفر کارمند FTE برای یک روش زیست سنجی خاص ۴ درصد است. این بدان معنی است که ۴ نفر از کارمندان قادر به شرکت کردن در این آزمون زیست سنجی نمی باشند.
با وجود اینکه دو معیار اخیر اطلاعات زیادی از کارایی سامانه به ما می دهد ولی این اطلاعات کافی نبوده و اطلاعات بیشتری مورد نیاز است. هر FMR با یک FNMR متناظر است بنابراین وضعیت جامعی از این معیارها در قالب یک منحنی که به نام ROC معروف است برای هر سامانه ارائه می شود. شکل ۴.۱ نمونه ای از این منحنی است.
با وجود اینکه این منحنی کلیه اطلاعات در مورد کارایی سامانه را در اختیار ما قرار می دهد ولی در بسیاری از موارد لازم است که کارایی سامانه در یک عدد خلاصه شود. شاید بتوان گفت ROC تنها در مرحله طراحی و تنظیم مورد استفاده قرار می گیرد و برای مصرف

[۱۸] Failure to Enroll



شکل ۱.۴: منحنی ROC، وضعیت نقطه به نقطه معیارهای FMR و FNMR.

کننده جذابیتی ندارد.
خوشبختانه استانداردی دیگر برای سامانه های زیست سنجی تحت عنوان میزان خطای برابر[۱۹] یا EERتعریف شده است و به نقطه ای روی منحنی ROC اطلاق می شود که در آن FMR و FNMR با یکدیگر برابرند. اگرچه این معیار هیچ گونه اطلاعاتی در مورد چگونگی پذیرش سامانه توسط عموم مردم یا سرعت اجرای محاسبات توسط کامپیوتر به ما نمی دهد ولی نحوه عملکرد سامانه را به خوبی به چالش می کشد.
معیار دیگری که به نحوی هم مرتبط با چگونگی دقت سامانه زیست سنجی و هم مرتبط با امکان استفاده از روش مورد استفاده برای افراد شرکت کننده در آزمون است به نام توانایی برای تایید[۲۰] یا ATV خوانده می شود.نحوه محاسبه ATV بدین صورت است:

$$ATV = (۱ - FTE)(۱ - FNMR) \qquad (۱.۱)$$

همانطور که مشاهده می شود FTE نیز در معادله (۱.۱) دخیل است و تنها دقت سامانه نیست که ATV را تغییر می دهد.

۲.۱ جمع آوری امضا

به طور کلی می توان گفت که یکی از قسمت های اساسی سامانه های تشخیص، قسمت جمع آوری داده ها است. پر واضح است که در اینجا مراد از داده همان امضا است. جمع آوری داده ها می تواند به دو صورت انجام شود، نخست حالت برخط[۲۱] که در آن اطلاعات به صورت همزمان از صاحب امضا گرفته شده و در سامانه ذخیره می شود. ابزار جمع آوری این نوع امضا یک صفحه دیجیتال و یک قلم است که می تواند اطلاعاتی را از چگونگی ثبت امضا فراهم آورد. در شکل ۵.۱ دو نمونه رایج از دستگاه های اخذ امضای پویا را مشاهده

[۱۹] Equal Error Rate
[۲۰] Ability to Verify
[۲۱] Online

شکل ۵.۱: دو نمونه از دستگاه های جمع آوری امضای پویا. شکل سمت راست یک نمونه کامل دستگاه؛ شکل سمت چپ تبلت شرکت اپل

می کنید. مزیت اصلی این روش جمع آوری اطلاعاتی اضافه بر شکل امضا است ولی ایراد این روش این است که برای جمع آوری این نوع امضا بایستی دستگاه های مزبور در دسترس باشند که خود می تواند کارایی این روش را کمتر کند.
در مقابل روش جمع آوری امضای سنتی یا ایستا قرار دارد. این روش که آشناترین روش ثبت اثر زیست سنجی برای افراد است دارای نقاط ضعف زیادی می باشد که در ادامه به آنها اشاره می کنیم.
اولین و بارزترین ضعف امضای سنتی که در همه انواع زیست سنجی رفتاری مشترک است تغییر پذیری با زمان و شرایط محیطی است. در مورد امضای سنتی شرایط حاد تر است زیرا تنها اطلاعاتی که در مورد شخص امضا کننده در دسترس ما قرار می گیرد همین شکل امضا است.
مورد دوم سهولت در جعل امضا است. شاید بتوان گفت که آسانترین راه برای جعل هویت یک فرد، جعل امضای وی می باشد که به مراتب در مورد امضای سنتی به صورت ساده تری انجام می پذیرد.
می توان ادعا کرد که از میان همه روش های زیست سنجی به منظور تایید یا تشخیص هویت، امضای سنتی ضعیف ترین روش باشد ولی سوالی که پیش می آید این است که با وجود روش های قابل اتکاتر و امن تر، چرا این روش هنوز منسوخ نشده است؟
ساده ترین پاسخ برای این سوال این است که این روش به صورت گسترده ای در تمامی کشورها اعم از توسعه یافته و یا درحال توسعه مورد استفاده قرار می گیرد. تصور کنید که اگر در یک روز کاری قرار بر این بود که به جای امضا، تصویر عنبیه خود را ارائه دهید چه مشکلاتی به وجود می آمد!. با وجود بسیاری مشکلات و معایب این روش هنوز هم اقبال عمومی به سوی امضای سنتی است و این مقبولیت وزنه سنگینی است که بر معایب این روش می چربد. در جدول ۲.۱ مقایسه ای میان امضای سنتی و امضای پویا صورت گرفته است که بیانگر اهمیت

جدول ۲.۱: مقایسه روشهای جمع آوری امضای پویا و سنتی.

پارامتر کارایی	امضای پویا	امضای سنتی
دقت	بالا	پایین
سهولت جعل	پایین	بالا
پیچیدگی ابزار جمع آوری	بالا	پایین
دسترسی به ابزار جمع آوری	پایین	بالا
میزان کابرد	پایین	بالا
مقبولیت عام	پایین	بالا

امضای سنتی است. در این جدول توجه به این نکته لازم است که معیارهای «بالا» و « پایین » برای یک پارامتر صرفا به منظور مقایسه بهتر نوشته شده و منظور مقایسه دو روش امضای پویا و سنتی بر اساس یک پارامتر کارایی است.

در این تحقیق تمرکز ما بر روی امضای سنتی یا ایستا قرار دارد ولی نتایج این مطالعات قابل اعمال بر روی امضای پویا نیز می باشد. محور اصلی هر روش زیست سنجی اطلاعات خام مناسب برای سنجش عملکرد سامانه و یا الگوریتم است. سامانه های زیست سنجی فیزیولوژیکی از این حیث در وضعیت مناسبی قرار دارند زیرا مشخصات فیزیولوژیکی مبرا از زبان و مشخصات اقلیمی انسان است و لذا مجموعه های زیادی از انواع اثرات زیست سنجی گردآوری شده و در دسترس محققین در سراسر گیتی قرار داده شده است.

متاسفانه در مورد زیست سنجی رفتاری مشکل در دسترس نبودن نمونه ای استاندارد برای بررسی عملکرد سامانه وجود دارد. این مشکل دو جنبه دارد: نخست اینکه مشخصات رفتاری مانند امضا برای هر زبان و هر نوع نوشتاری تا حد زیادی متفاوت است، مثلا امضای چینی با فارسی تفاوت ساختاری بسیاری دارد. و دوم اینکه به علت سوء استفاده های قضایی که ممکن است از امضا صورت پذیرد، افراد مایل نیستند امضای خود را در دسترس عموم قرار دهند. بنابراین هر محقق بنا به نیاز خود ملزم است که پایگاه داده ای را به صورت مستقل جمع آوری نموده و عواقب هر گونه سوء استفاده از این امضا بر عهده محقق است.

بعد از نیاز به اطلاعاتی برای محک زدن روشهای مورد بررسی ما نیز بر آن شدیم تا به جمع آوری پایگاه داده شخصی خودمان بپردازیم. جمع آوری پایگاه داده نیز پروسه ای است که نکات و ظرائف خاص خود را می طلبد. در زیر به چند و چون این کار می پردازیم.

۳.۱ تشخیص امضا

همانطور که گفته شد تشخیص امضا یعنی رفع ابهام کردن از یک ادعا یا به طور کلی رد کردن آن ادعا بر اساس مستندات موجود. در این راستا آزمون هایی می بایست بر روی یک امضای مورد ادعا انجام گرفته و نتیجه حاصل از آزمون اعلام گردد. عمل تشخیص امضا به