فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مدیریت آموزشی
سال پنجم: شماره چهارم، تابستان ۱۳۹۳ مسلسل (۲۰)

تشخیص صحت و اصالت امضا در تصاویر الکترونیکی مدارک و اسناد آموزش عالی با به کارگیری عملیات مورفولوژیک

امیر عباس آصف نژاد[۱]
اسدالله شاه بهرامی[۲]
آرش آصف نژاد[۳]

چکیده

شناسایی جعل، یا اصل بودن اسناد و مدارک علمی، یکی از چالش های اساسی پیش رو در دوره های مختلف زمانی تا به امروز بوده است. افراد جاعل و فریبکار، با به کارگیری آخرین روش ها و شیوه های ماهرانه و نیز بهره گیری از جدیدترین فناوری های روز و نرم افزارهای کامپیوتری توانسته اند به اهداف و مقاصد غیر قانونی خود دست یابند. در اکثر مواقع سند به شکلی جعل شده است که تشخیص دادن سند اصلی از جعلی حتی برای افراد متخصص نیز با دشواری همراه بوده و گاهی کارشناسان خبره را نیز به اشتباه می اندازد. امضا و مهر درج شده پای هر سند، نشان دهنده رسمیت داشتن سند و اعتبار بخشی سند توسط سازمان صادر کننده آن می باشد. هدف از این پژوهش، شناسایی امضا موجود در تصاویر الکترونیکی مدارک تحصیلی صادر شده توسط موسسات آموزش عالی، همچون دانشنامه های تحصیلی می باشد. تحقیق پیش رو با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر و بهره گیری از عملیات مورفولوژی که بر روی تصاویر دیجیتالی مدارک صورت می گیرد انجام پذیرفته است. در ابتدا تصویر سند، بر محور X و Y منطبق و هم راستا می شود، در ادامه، در چند مرحله عملیات پیش پردازش اقدام به حذف نویز و عملیات نرمال سازی بر روی تصویر می گردد؛

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، دانشگاه گیلان، asefnejad@msc.guilan.ac.ir
[۲] دانشیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه گیلان، shahbahrami@guilan.ac.ir
[۳] مدرس دانشکده فنی و حرفه ای سما واحد دماوند arash_۱۸۲۰@yahoo.com

سپس با استفاده از عملیات مورفولوژی قسمت های جدای امضا به یک دیگر متصل می شود و امضا به صورت یکپارچه از تصویر استخراج می گردد.

در نهایت از امضای بدست آمده چند ویژگی استخراج می گردد و از طریق این ویژگی ها امضا شناسایی می شود. روش پیشنهادی با دقت شناسایی۹۱.۳۷٪ نسبت به روش های ذکر شده در این مقاله، عملکرد بهتری را نشان

می دهد.

کلمات کلیدی: عملیات مورفولوژی، شناسایی امضا، استخراج امضا، اسناد الکترونیک، پردازش تصویر

مقدمه

اسناد و مدارک تحصیلی، کاربرد وسیعی در زمینه های گوناگون اجتماعی داشته و اموری همچون استخدام، ادامه تحصیلات دانشگاهی، ارتقا رتبه و مقام، تصدی پست های سازمانی و بسیاری از امور دیگر بوسیله آن محقق می گردد. اهمیت کاربرد این مدارک سبب گردیده تا در بسیاری از مواقع، افراد جاعل، اندیشه جعل این مدارک را از ذهن خود عبور دهند.

جعل اسناد به معنای کپی کردن، تقلب، یا هر نوع تغییری در محتوای از قبل ایجاد شده و اصلی یک سند، به منظور فریب دیگران است. همچنین جعل در اسناد بازرگانی و معاملاتی هر ساله میلیون ها دلار خسارت به بار می آورد.

گسترش روز افزون حجم اسناد[۱] و مدارکی که عمدتاً دارای اهمیت مادی و معنوی برای سازمان ها، موسسات و صاحبان آنها می باشند و در نظر گرفتن این موضوع که، اسناد به شکل معمول و متداول امروزی به فرم کاغذ یا مقوا بوده و به مرور زمان و در مجاورت هوا و تاثیر سایر عناصر شیمیایی می تواند دستخوش انواع تغییرات گردیده و از بین بروند؛ مساله مهمی است که می بایست راهکاری جهت آن ارائه می شد.

از جمله مشکلاتی که نگهداری اسناد کاغذی را با دشواری همراه می سازد می توان به مواردی همچون از بین رفتن وضوح و کیفیت سند در اثر گذشت زمان، از بین رفتن یا مخدوش شدن بخش کوچک یا عمده ای از سند، مرطوب شدن و پوسیدگی سند، از بین رفتن سند در اثر مجاورت با اسید و

---

۱ Documents

سایر مواد شیمیایی، از بین رفتن سند در اثر آتش سوزی، مفقودی یا سرقت از جمله مـواردی هسـتند که لزوم ایجاد و استفاده از اسناد الکترونیکی[۱] را بوجود آورده است. سند الکترونیک، نسخه ای رقمی[۲] شده و الکترونیک از روی نسخه اصلی سند است که یا به وسیله یک دسـتگاه پویشـگر[۳] یـا دسـتگاه دیگری که قابلیت رقمی کردن سند را داشته باشد، با وضوح و کیفیت تصویری[۴] مشخص ایجـاد مـی گردد.

در دنیای تجارت و به خصوص تجارت الکترونیک، اسناد الکترونیکی از نقـش و جایگـاه ویـژه‌ای برخوردار می باشند.

یکی از مهمترین مشخصه های اعتبار سنجی[۵] یک سند، وجود امضا[۶] و مهر[۷] سازمان صادر کننده در پای سند می باشد.

اثر انگشت[۸]، مهر و امضاء از قدیمی ترین و در عین حال پر کاربرد ترین روش های احراز هویت[۹]، طی سالیان متمادی بوده است. در این بین، امضا به دلیل دارا بودن مزایایی همچون سهولت و سادگی در دریافت داده ها، مشروعیت قانونی و تجاری، بهره گیری از کمترین زمان جهت درج، عدم نیاز بـه ابزاری خاص و همچنین محترمانه تر بودن آن، در مقاسیه با عملیاتی همچون ثبـت اثـر انگشـت، از مقبولیت، محبوبیت و گستردگی بیشتری برخوردار بوده است.

امضا به شکلی فراگیر در مراودات روزمره، توسط افراد مختلف مورد استفاده قرار می گیـرد. چـک های بانکی، فرم های اداری و اسناد و مدارک حقوقی همه نیاز به امضا ما دارند.

در فرایند استخراج[۱۰] و شناسایی[۱۱] امضای موجود در سند الکترونیکی، اسـتخراج دقیـق در مرحلـه اول و سپس شناسایی صحیح امضا در مرحله دوم، یکی از مهم ترین چالش های پیش رو به حسـاب می آید. سیستم های استخراج، شناسایی و تایید امضا[۱۲]، بر دو گونه بـرون خطـی (Offline) و درون

---

۱ Electronic Documents
۲ Digital
۳ Image Scanner
۴ Image Resolution
۵ Validation
۶ Signature
۷ Stamp
۸ Fingerprint
۹ Authentication
۱۰ Extraction
۱۱ Identification
۱۲ Signature Verification

خطی (Online) می باشند. در سیستم های برون خط، از تصویر امضا که قبلا بر روی سند درج گردیده و سپس به وسیله یک دستگاه پویشگر یا دستگاهی مشابه به فرم دیجیتال درآمده استفاده می شود؛ در سیستم های درون خط، اطلاعات پویایی مانند سرعت و شتاب که در هنگام امضای فرد بر روی لوح مخصوص به دست آمده، بررسی گردیده و با بررسی ویژگی[۱] های به دست آمده، در نهایت، به شناسایی صاحب امضا و نتیجه گیری در خصوص آنکه آیا امضا جعلی[۲] یا صحیح می باشد منجر می گردد.

به منظور تعیین اینکه آیا امضا درج شده در سند، واقعی یا جعلی است، از فرایند های شناسایی و تایید امضا استفاده می شود. با عملیات شناسایی امضا و مطابقت داده شدن آن با امضای اصلی و مرجع و در نهایت، احراز اصالت امضای مرجع صادر کننده سند الکترونیک محقق خواهد گردید.

تعریف سند الکترونیکی

اسناد الکترونیکی اسنادی هستند که به روش رایانه ای تولید و نگهداری شده و قابل انتقال باشند. این اسناد یا خود از بدو تولید به وسیله دستگاه های دیجیتال به فرم رقمی یا دیجیتال به وجود آمده و یا اسنادی هستند که اساساً کاغذی یا فیزیکی بوده و سپس توسط یک دستگاه رقمی کننده مثل اسکنر[۳] یا دیجیتایزر[۴] به فرم رقمی تبدیل می شوند. بند ۷ از ماده ۲ قانون یکنواخت مبادلات الکترونیکی ایالات متحده آمریکا سند الکترونیکی را اینگونه تعریف می کند: "اسنادی که امکان تولید، ارسال، مبادله و یا ذخیره کردن آنها از طریق وسایل الکترونیک[۵] انجام گردد، اسناد الکترونیک می باشند". با استفاده از این تعریف و تعریف ارائه شده در قانون ایران می توان سند الکترونیک را اینگونه تعریف کرد: "سند الکترونیکی عبارت است از نوشته ای که از طریق وسایل الکترونیکی تولید، ارسال، دریافت و ذخیره شده و در مقام دعوی یا دفاع قابل استناد باشد". مقصود از نوشته خط یا علامتی است که روی کاغذ یا چیز دیگر رسم شده و حاکی از مطلبی باشد (صدرزاده، ۱۳۶۹). در قانون تجارت الکترونیکی[۶] ایران و همچنین در قانون نمونه آنسیترال عبارت داده الکترونیکی به کار

---

۱ Feature
۲ Signature Forgery
۳ Scanner
۴ Digitizer
۵ Electronic Device
۶ Electronic Commerce

رفته و بدین صورت تعریف شده است: "اطلاعات ایجاد، ارسال، دریافت و یا ذخیره شده از طریق ابزار الکترونیکی نوری و یا وسایل مشابه از جمله مبادله الکترونیک داده ها، پست الکترونیک[۱]، تلگرام، تلکس و یا تله کپی"؛ بدیهی است که اسناد یا تصاویر الکترونیک ممکن است توسط انسان ایجاد شده و یا حاصل عملکرد خودکار رایانه باشد؛ مانند محاسبات و تحلیل هایی که بوسیله خود رایانه و از طریق به کارگیری نرم افزار و دریافت اطلاعات از وسایل دیگر مانند حسگرهای دور و مرتبط به رایانه، دوربین های ثبت تصاویر یا دوربین های نظارتی صورت می گیرد.

مروری بر کارهای انجام شده در زمینه شناسایی و تائید امضا برون خط

روش ها و کارهای زیادی تاکنون جهت تایید امضا صورت گرفته است. در ادامه برخی از این روش ها که در این ارتباط مورد استفاده قرار گرفته اند و نیز روش های بهینه سازی شده و توسعه یافته روش های قبلی مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

جاستینو[۲]، بارتالوزی[۳] و سابورین[۴] یک سیستم تائید امضای برون خط را با استفاده از مدل مخفی مارکف[۵] ، به منظور شناسایی جعل های تصادفی، ساده و ماهرانه پیشنهاد کردند. سه ویژگی با عناوین: ۱- ویژگی چگالی پیکسل، ۲- ویژگی توزیع یک پیکسل و ۳- ویژگی شیب محوری، از یک روش قطعه بندی شبکه ای استخراج شده است. در این پژوهش از یک پایگاه داده که حاوی ۱۶۰۰ امضای واقعی است استفاده گردید تا یک کدبوک مناسب و کاربردی جهت شناسایی جعل های تصادفی جمع آوری گردد. در پایگاه داده، امضاهایی از ۶۰ نفر که شامل ۴۰ امضا جهت آموزش سیستم، ۱۰ آزمون واقعی امضاء، ۱۰ جعل ساده و ۱۰ جعل ماهرانه از هر نویسنده برای آزمایش، در دیتاست استفاده شده است. در نتیجه آزمایش های انجام گرفته، به میزان ۲/۸۳ درصد نرخ پذیرش اشتباه(FAR)۶ ، ۱/۴۴٪ نرخ رد اشتباه(FRR)۷ و ۲/۵۰ و ۲۲/۶۷ درصد به ترتیب از جعل های تصادفی، ساده و ماهرانه بدست آمد.

---

۱ E-Mail
۲ Justino
۳ Bortolozzi
۴ saburin
۵ Hidden Markov Method
۶ False Acceptance rate
۷ False Rejection rate

مهدی دهقان ، کریم فائز و محمود فتحی یک سیستم تأئید امضای برون خط را با استفاده از توصیف کننده های شکل و شبکه های عصبی چندگانه ارائه کردند. تأئید براساس مفسرهای شکل امضا مانند طرح کلی آن، بخش های بالایی و پایینی در برگیرنده امضا و منطقه فشار زیاد قلم در هنگام درج امضا. در این روش، پرسپترون چند لایه ماژول شبکه عصبی، برای تصمیم گیری جهت تایید با استفاده از روش تصمیم گیری انتگرال فازی مورد استفاده قرار گرفته است. پرسپترون چند لایه چندگانه بعنوان طبقه بندی کننده امضا برای هر شکل توصیفی انتخاب شد و شبکه نیز توسط یک الگوریتم خود اصلاح قابل گسترش آموزش داده شد. شبکه های عصبی جهت تخمین عضویت مجموعه فازی آموزش داده شده است. پایگاه داده ای مشتمل بر هزار امضا از ۵۰ نفر با جعل تصادفی و ماهرانه ایجاد شد. دقت و صحت ۹۶٪ برای جعل ساده و۹۰٪ برای جعل ماهرانه بدست آمد. سیستم امضاها را با صحت کلی ۹۸٪ تأئید کرد.

اچ. بالتزاکسیا[۱] و ان پاپامارکوس[۲]، یک تکنیک توسعه یافته تأئید امضا را بر اساس یک طبقه گر شبکه عصبی دو مرحله ای ارائه کردند. سیستم پیشنهادی بر مبنای ویژگی های مشترک و جهانی نوشتاری و بر پایه خصوصیات شبکه ای و بافتی، پیاده سازی شده است. برای هر یک از این ویژگی ها یک پرسپترون خاص دو مرحله ای با ساختار طبقه بندی شده بنام OCON[۳] در نظر گرفته شده است. در مرحله اول، طبقه بندی ترکیبی نتایج حاصل از شبکه های عصبی و فاصله اقلیدسی با استفاده از سه مجموعه از ویژگی ها به دست آمده است.

نتایج حاصل از طبقه بندی مرحله اول، تغذیه مرحله دوم را بر اساس تابع مبتنی بر پایه شعاع (RBF) از ساختار شبکه عصبی که باعث تصمیم گیری نهایی سیستم می شود، انجام می دهد. پایگاه داده ای متشکل از ۲۰۰۰ امضا از ۱۱۵ نفر (۱۵۲۵ امضا از هر کدام) گرفته شد. برای آموزش سیستم، دو زیر مجموعه از مجموعه اصلی مشتق می شود و چیزی در بین۵۰۰ تا ۱۰۰۰ امضا مورد استفاده قرار گرفت. اولین زیر مجموعه (TRS۱) برای آموزش طبقه بندی مرحله اول استفاده شد و در عین حال زیر مجموعه دوم (TRS۲) جهت آموزش طبقه بندی مرحله دوم مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد سیستم با استفاده از زیر مجموعه های باقیمانده (TS) از پانصد امضا بررسی شد. درنهایت نرخ پذیرش اشتباه (FAR) ۹/۸۱٪ و نرخ رد اشتباه ۳٪ و کارآیی کلی ۹۰/۰۹٪ بدست آمد.

---

۱ H.Baltzakisa

۲ N.Papmarkos

۳ One-Class_One_Network

اسمائیل ات آل روش شناسایی امضاء خارج از خط را توسعه داده وبهبود بخشید. در این پـژوهش، یک پایگاه داده متشکل از ۲۴۰۰ تصویر امضا به کار گرفته شد. در این مقالـه، سیسـتم از دو مرحلـه جداگانه برای تشخیص امضا و تائید آن استفاده کرده است. در مرحله اول برخی از ویژگی ها بر اساس تفسیر کلی، ویژگی ناحیه ای و چگالی تصویر، نمایش فواصل جزئی، مراکز ثقل ،خط اصلی مرکزی و ... بدست آمد در مرحله دوم برخی دیگر از ویژگی ها از قبیل ویژگی هـای خطـوط مرکـزی، ویژگـی خطوط کناری، ویژگی منحنی مرکزی، ویژگی منحنـی کنـاری و ویژگـی نقـاط اصـلی بدسـت آمـد. مجموعه ای از داده های مربوط به امضا، شامل ۲۲۰ نمونه امضای واقعی و ۱۱۰ نمونه جعلـی بـرای آزمایش استفاده شد. در نتیجه این آزمایش نرخ تشخیص ۹۵٪ و نرخ تائید ۹۸٪ به دست آمد.

محمدی در پایان نامه خودیک سیستم شناسایی امضا ارائه کرده است که براسـاس آنـالیز اجـزای اصلی PCA [۱] و شبکه عصبی MLP [۲] عمل می کند. در این تحقیق، از PCA برای استخراج ویژگی ها و کاهش ابعاد داده های ورودی به شبکه عصبی استفاده شده است؛ البته قبـل از انجـام پـردازش اصلی، ابعاد تصاویر امضا به ابعاد ۲۵۶×۲۵۶ پیکسل تغییر می یابد؛ یعنی ممکن اسـت انـدازه تصـویر امضا در یک بعد افزایش و در بعد دیگر کاهش داشته باشد.

پایگاه داده استفاده شده، شامل ۲۰ فرد مختلف است که برای هر فـرد ۲۰ امضـا وجـود دارد؛ ۱۰ امضا برای آموزش سیستم و ۱۰ امضا برای آزمایش آن استفاده شده است. در نهایـت دقـت سیسـتم ۹۱/۵٪ گزارش شده است.

فریاس مارتینز [۳] و همکارانش، یک سیستم تشخیص امضـا مبتنـی بـر SVM [۴] ارائـه کـرده و بـا سیستم مبتنی بر MLP مورد مقایسه قرار داده اند. در این مقاله، برای هر دو نوع طبقه بندی کننده دو سری ویژگی استفاده شده است. یک سری از ویژگی ها شامل ویژگـی هـای سراسـری و مبتنـی بـر لحظه [۵] تصویر(Projection) های افقی و عمودی امضا است. ویژگی های سراسری شامل مرکز ثقل امضا، تصویر(Projection) های افقی و عمودی امضا و تعدادی دیگر از ویژگی های سراسری اسـت. سری دیگر ویژگی ها در واقع همان تصویر امضا است که به طبقه بندی کننده داده می شود.

---

۱ Principal Component Analysis (PCA)

۲ Multi-Layer Perceptron (MLP)

۳ Frias Martinez

۴ Support Vector Machine

۵ Moment

برای آزمایش سیستم، سعی شده است خصوصیات یک سیستم تشخیص امضای واقعی لحاظ شود و برای آموزش سیستم فقط از یک امضا استفاده شده است. پایگاه داده، شامل ۲۲۸ امضا از ۳۸ فرد مختلف است؛ به عبارت دیگر برای هر فرد ۶ امضا وجود دارد که یکی برای آموزش سیستم و ۵ امضا جهت آزمایش سیستم استفاده می شود.

دقت بدست آمده برای شناسایی امضا با استفاده از SVM، هنگامی که کل تصویر به عنوان ورودی به آن داده شده است، برابر ۶۶/۵٪ و برای ورودی ویژگی های سراسری، برابر ۷۱/۲٪ می باشد. این در حالیست که شبکه عصبی MLP با ورودی تصویر خام امضا، به دقت ۴۶/۸٪ و با ورودی ویژگی های سراسری، به دقت ۴۵/۲٪ دست یافته است.

اوزگوندوز[۱] و همکارانش نیز یک سیستم تشخیص و تایید امضا با استفاده از SVM ارائه کرده اند. حذف پس زمینه[۲]، باینری کردن تصویر[۳]، حذف نویز، نرمال سازی عرض امضا و یکسان سازی ضخامت اثر قلم، به عنوان عملیات پیش پردازش انجام گرفته است. سپس ویژگی های سراسری، جهت دار و شبکه ای استخراج شده اند. ویژگی های سراسری، شامل مساحت امضا، نسبت طول به عرض امضا، مرکز ثقل افقی و عمودی و ... است. ویژگی های جهت دار، شیب خطوط امضا را محاسبه می کند. در ویژگی های شبکه ای نیز، تصویر امضا به ۶۰ ناحیه برابر تقسیم می شود و مساحت امضا در هر ناحیه محاسبه می گردد؛ در نهایت، از طبقه بندی کننده SVM، به منظور شناسایی و تایید امضا استفاده شده است.

برای آزمایش، تعداد ۴۰ نفر انتخاب شده و از هر فرد ۸ امضای اصلی تهیه شده است. ۳۰ نفر دیگر نیز در تهیه امضای جعلی شرکت داشته اند و برای هر کدام از ۴۰ نفر، ۴ امضای جعلی تهیه گردیده است. در نهایت، FRR ۲٪ و FAR ۱۱٪ بدست آمده است. برای شناسایی امضا نیز خطای سیستم ۵٪ گزارش شده است.

کالرا[۴] و همکارانش یک سیستم شناسایی و تایید امضا با استفاده از فاصله آماری[۵] ارائه کرده اند. در این سیستم، ابتدا نرمال سازی چرخش، به عنوان پیش پردازش بر روی امضا انجام گرفته است؛ سپس، سه ویژگی شیب[۶]، ساختار[۱] و تقعر[۲] (GSC) از آن استخراج شده است. ویژگی های مربوط به

---

۱ Özgündüz

۲ Background Elimination

۳ Image Binaries

۴ Kalera

۵ Statistics Distance

۶ Gradient

شیب، ویژگی های محلی را شامل می شوند و اطلاعات زیادی را در مورد شکل اثر قلم در مقیاس کوچک در بردارند. ویژگی های ساختاری، فواصل بزرگتری را نسبت به شیب در بر می گیرند و اطلاعات مفیدی را در مورد مسیر اثر قلم، دارا هستند. ویژگی های مربوط به تقعر برای شناسایی ارتباط بین اثرهای قلم در فواصل طولانی به کار می روند که می توانند کل تصویر را پوشش دهند. الگوریتم استخراج ویژگی ها، به کمک GSC، در مورد تصاویر دودویی به کار رفته است. تصویر امضا به ۸×۴ زیر ناحیه تقسیم می شود. ۴ زیر ناحیه در راستای عمودی، به گونه ای که هر یک از زیر نواحی ایجاد شده دارای تعداد پیکسل های سیاه برابر باشند و نیز ۸ زیر ناحیه در راستای افقی به همان طریقی که ذکر شد، ایجاد می شوند؛ سپس برای استخراج ویژگی ها برای هر یک از زیر نواحی ایجاد شده از الگوریتم GSC استفاده شده است؛ در نهایت یک بردار ویژگی ۱۰۲۴ بیتی، بدست آمده است (۱۲ بیت برای شیب، ۱۲ بیت برای ویژگی های ساختاری و ۸ بیت برای ویژگی های مربوط به تقعر، در مورد هر یک از ۳۲ بیت زیر ناحیه ایجاد شده).

برای انجام عمل تایید، توزیع های احتمال مربوط به امضاهای متعلق به یک فرد و امضاهای جعل شده محاسبه شده است، تا هر نمونه امضای ناشناخته را طبقه بندی کند. از طبقه بندی کننده بیزی۳ برای تشکیل توزیع های احتمال، به کمک اندازه گیری میانگین و واریانس، استفاده شده است. برای اندازه گیری میزان شباهت بین دو تصویر دودویی، اندازه همبستگی۴ به کار رفته است.

برای انجام عمل شناسایی امضا، از الگوریتم طبقه بندی کننده k نزدیک ترین همسایه وزن دار[۵] استفاده شده است. الگوریتم k اُمین نزدیک ترین همسایه وزن دار، بهینه تر شده الگوریتم k نزدیک ترین همسایه[۶] است.

از دو پایگاه داده[۷] A و B برای آزمایش استفاده شده است. پایگاه داده B شامل دو مجموعه ۱و ۲ است. پایگاه داده A شامل ۲۵ نفر، ۲۴ امضای واقعی و ۲۴ امضای جعل شده برای هر نفر می باشد. مجموعه ۱ از پایگاه داده B، شامل ۵۶ نفر، ۲۵ امضای واقعی و ۱۰

---

۱ Structure
۲ Concavity
۳ Bayes Classifier
۴ Correlation Measure
۵ Weighted K-Nearest Neighbor
۶ K-Nearest Neighbor
۷ Database

امضای جعل شده برای هر نفر است و در نهایت، مجموعه ۲ از پایگاه داده B، شامل ۵۰ نفر، ۳۰ امضای واقعی و ۱۰ امضای جعلی مربوط به هر نفر می باشد.

در مورد پایگاه داده A، نتایج تایید امضا، با FAR ۲۳/۱۸٪، FRR ۲۰/۶۲٪ و در مورد تشخیص امضا دقت ۹۳/۱۸٪ بدست آمده است. در مورد مجموعه ۱ از پایگاه داده B، نتایج تایید امضا، با FAR ۳۴/۹۱٪، FRR ۲۸/۳۳٪ و در مورد تشخیص امضا، دقت ۹۳/۳۳٪ حاصل شده است و در نهایت در مورد مجموعه ۲ از پایگاه داده B، نتایج تایید امضا، با FAR ۳۳/۸٪، FRR ۳۰/۹۳٪ و در مورد تشخیص امضا، دقت ۹۱/۶٪ گزارش شده است.

حذف پس زمینه از امضا با استفاده از عملیات مورفولوژی

در این روش با استفاده از عملیات مورفولوژی زمینه تصویر تخمین زده شده و از تصویر اصلی حذف می گردد؛ بدین صورت که از ابتدا، تصویر منفی تصویر اصلی محاسبه شده و این تصویر توسط فیلتر وینتر پردازش می شود. فیلتر وینتر یک فیلتر پایین گذر خطی است که بر اساس ویژگی های آماری همسایگی یک پیکسل مانند میانگین و انحراف معیار، مقدار پیکسل خروجی را به طور تطبیقی محاسبه می کند.

$$\mu = ۱/(M \times N) \sum_{n۱,n۲\in\eta} \alpha(n۱, n۲) \qquad (۱)$$

$$\sigma^۲ = \frac{۱}{N\times M} \sum_{n۱,n۲\in\eta} \alpha^۲ (n۱, n۲) - \mu^۲ \qquad (۲)$$

μ میانگین، σ۲ انحراف معیار و η یک همسایگی N×M اطراف هر پیکسل است. مقدار پیکسل خروجی به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$b(n۱, n۲) = \mu + \frac{\sigma^۲ - v^۲}{\sigma^۲} (\alpha(n۱, n۲) - \mu) \qquad (۳)$$

به طوری که V۲ واریانس نویز است. در صورتی که V۲ نا معلوم باشد، میانگین انحراف معیارهای تخمین زده شده محلی مورد استفاده قرار می گیرد. در این مرحله، فیلتر وینتر سبب می شود تفاوت بین متن و زمینه افزایش یابد؛ زمینه مات شده اما لبه ها چندان تغییری نمی کنند. این امر موجب می شود، متن در قسمت بعدی بهتر حذف شود. اثر فیلتر وینتر بر روی تصویر، همانند دیگر فیلترهای پایین گذر، آرام کردن تصویر است؛ اما این آرام سازی تطبیقی خواهد بود به طوری که در نواحی که

انحراف معیار مقادیر پیکسل۱ زیاد باشد، آرام سازی کمتر و در نواحی که انحراف معیار کوچک باشد آرام سازی بیشتر اعمال می شود

سپس تصویر به دست آمده با استفاده از عملگر مورفولوژی۲ Opening پردازش می شود. عملگر Opening با توجه به شکل و اندازه همسایگی تعریف شده برای آن، متن را از زمینه حذف می کند؛ به این وسیله، تقریبی از زمینه به دست می آید. زمینه تخمین زده شده از تصویر منفی تصویر اصلی کم می شود. نتیجه این عملیات، بار دیگر به منظور کاهش نویزهای باقی مانده از زمینه، توسط وینتر پردازش می شود. پس آن تصویر اصلاح تمایز۳ می شود؛ در این مرحله، برای افزایش تمایز تصویر، از تابع اصلاح گاما استفاده شده است. اگر گاما برابر با ۱ انتخاب شود عملیات خطی خواهد بود؛ با انتخاب گاما کوچکتر از ۱ تصویر نهایی روشن تر و گاما بزرگتر از ۱ تصویر تیره تر می شود. در پیاده سازی این الگوریتم، گاما برابر با m/L انتخاب شده است که، m میانگین تصویر پردازش شده و L تعداد سطوح خاکستری است.

عملگرهای مورفولوژی، بر اساس شکل حروف و کاراکترها، آن ها را حذف می کنند؛ بنابراین، نویزهایی که به صورت حروف ظاهر شده اند نیز حذف شده و در زمینه تخمین زده شده وارد نمی شوند؛ در نتیجه، این حرف در تصویر نهایی همچنان دیده می شوند. این حروف معمولاً نوشته های پشت صفحه هستند که بر اثر عوامل مختلف، بر روی صفحه نیز ظاهر شده اند؛ به همین دلیل، این حروف دارای لبه های ضعیف بوده و در کل کم رنگ و مات هستند. برای از بین بردن این نویز ها، فیلتر unsharp mask بسیار موثر است. در این روش، تصویر فیلتر بالا گذر شده با تصویر اصلی جمع می شود. فیلتر بالا گذر موجب می شود که مولفه های فرکانس پایین تصویر که جزئیات مات و آرام تصویر را شامل می شود، حذف شوند.

استفاده از درخت X-Y و مرکز ثقل اسناد

برومندنیا با استفاده از قطعه بندی به روش درخت X-Y و با تکیه بر مفهوم مرکز ثقل اجسام، الگوریتمی را برای تشخیص میزان کجی مستندات ارائه نموده است. این الگوریتم بر روی مستندات با میزان کجی های متفاوت در پاراگراف های مستند و مستندات چاپی و دست نوشته های فارسی نتایج مطلوبی ارائه می دهد. مراحل این الگوریتم به صورت زیر می باشد:

---

۱ Pixel

۲ Morphology

۳ Contrast Adjustment

۱- مشخص کردن پاراگراف های مستند
۲- قطعه بندی۱ پاراگراف های مستند
۳- مشخص کردن حوزه واقعی هر پاراگراف مستند
۴- پیدا کردن مرکز ثقل هر پاراگراف مستند
۵- شناسایی خط زمینه مبنای هر پاراگراف مستند
۶- محاسبه مقدار زاویه کجی خط زمینه مبنا برای هر پاراگراف مستند
۷- چرخاندن پاراگراف های مستند به اندازه زاویه کجی تشخیص داده شده برای هر پاراگراف در جهت عقربه های ساعت

الگوریتم ارائه شده، علاوه بر سادگی، دارای ویژگی های بسیار خوب دیگری مانند عدم مقید بودن به کیفیت تصویر بالا می باشد؛ از طرف دیگر نویز تاثیر چندانی در صحت نتایج این شیوه ندارد، در حالی که نویز تاثیر بسزایی در نتایج الگوریتم هایی که از سایر شیوه ها استفاده می کنند می گذارد.

تشخیص زاویه انحراف اسناد توسط الگوریتم مسیر یابی خطوط متنی

ژیایوری[۲]، لی[۳] و چانگ جیانگ[۴]، الگوریتم جدیدی را برای تشخیص سریع زاویه انحراف اسناد اسکن شده ارائه می دهند؛ در این روش، ابتدا تصویر شیب افقی با تصویر ورودی محاسبه می شود، سپس بلوک های خطوط متنی را ادغام می کند تا خطوط متنی معتبر با استفاده از روش فیلتر طول، استخراج[۵] شوند، پس از آن می توان تصویر را نازک کرد و فقط لبه۶ های فوقانی و تحتانی خطوط متنی را حفظ کرد. الگوریتم مسیر یابی خطوط متنی در واقع الگوریتم عنوان گذاری خطوط متنی پیوسته به منظور تعیین نقطه شروع و نقطه پایان خط می باشد. بعد از به کارگیری الگوریتم مسیریابی خطوط متنی، می توان تایید کرد که به عنوان مثال، شروع و پایان که با t نام گذاری می شوند (ys ,xs) و (xe, ye) بوده و زاویه انحراف خط متن به شکل زیر تخمین زده می شود:

$$\theta_t = (y_e - y_s) / (x_e - x_s) \qquad (۴)$$

---

۱ segmentation
۲ QI Xiaorui
۳ MA Lei
۴ SUN Changjiang
۵ Extraction
۶ Edge

$$\theta = \sum_{t=0}^{m-1} p_t \,/\, \sum_{t=0}^{m-1} c_t \qquad (۵)$$

الگوریتم تشخیص کجی بر مبنای حداکثر اختلاف شیب

دن[۱] و ژیچانگ وانگ[۲] الگوریتم جدیدی بر مبنای اختلاف شیب ماکزیمم و تبدیل هاف[۳] پیشنهاد می دهد. در این روش، ابتدا خطوط متنی با استفاده از حداکثر اختلاف شیب برچسب گذاری می شوند، سپس از روش فیلترینگ غیر متنی برای رها شدن از نقاط و خطوط متنی کوتاهتر استفاده می کند؛ در نهایت، اطلاعات لبه پس از پالایش خطوط و با روش نازک کردن خطوط متن، استخراج می شوند و فرآیند تبدیل هاف دو مرحله ای بر روی اطلاعات لبه استخراج شده انجام می گیرد. زاویه انحراف تصویر با میانگین گیری از چند خط طولانی تثبیت می شود. نتایج به دست آمده نشان می دهد که این الگوریتم، زوایای انحراف تصویر سند را سریع تر و دقیق تر از روش تبدیل هاف به تنهایی آشکار سازی می کند.

جدول ۱: مقایسه پیچیدگی زمانی بین تبدیل هاف و الگوریتم ارائه شده

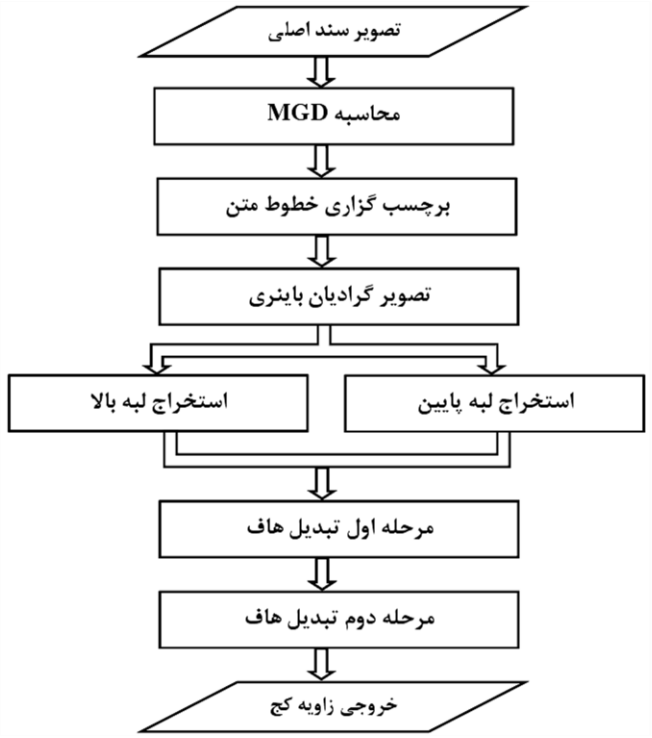
الگوریتم پیشنهادی زمان (ثانیه S)	تبدیل هاف زمان (ثانیه S)	تصویر سایز (پیکسل P)	الگوریتم پیشنهادی زمان (ثانیه S)	تبدیل هاف زمان (ثانیه S)	تصویر سایز (پیکسل P)
۰.۷۸	۲.۱۳	۶۹۰×۴۳۷	۰.۴۱	۱.۳۲	۳۵۰×۲۳۰
۰.۸۱	۲.۳۰	۷۸۰×۴۸۰	۰.۵۴	۱.۵۲	۵۵۸×۲۸۳
۰.۸۴	۲.۳۴	۸۰۰×۵۰۰	۰.۴۸	۱.۴۲	۳۸۰×۲۶۰
۰.۸۵	۲.۳۷	۸۵۰×۶۰۰	۰.۵۲	۱.۶۵	۴۵۵×۲۹۱
۰.۹۱	۲.۵۳	۹۵۰×۶۵۳	۰.۵۶	۱.۷۳	۵۱۱×۳۱۶
۱.۰۳	۲.۷۳	۱۰۹۸×۵۹۸	۰.۶۰	۱.۸۱	۳۰۶×۳۷۰

۱ Dan WANG

۲ Xichang WANG

۳ Hough Transform

شکل ۱ فلوچارت الگوریتم اساسی را نشان می دهد؛ البته در این الگوریتم مشکلاتی به چشم می خورد؛ به طور مثال، زمانی که زاویه انحراف کمتر از ۵ درجه باشد، نتیجه آشکار سازی مطلوب نیست. مرحله بعدی ارتقا دقت تشخیص زاویه انحراف به هنگامی است که این زاویه در گستره کوچک و محدود می باشد.



در امضای فارسی، چون از یک نماد یا شکل خاص به عنوان امضا استفاده می شود، لزوماً عـرض امضا بیشتر از ارتفاع آن نیست. برخی از امضا ها دارای ارتفاع بیشتر و برخی عرض بیشتری دارند. بـا توجه به این موضوع و چالش، راه حل مناسبی برای نرمال سازی ارائه شده است. در این روش، ابتـدا عرض و ارتفاع امضا محاسبه شده و بزرگترین بعد امضا انتخاب می شود. یک عدد ثابت نیز به عنوان

اندازه نرمال انتخاب خواهد شد. حال ابعاد تصویر به شکل متناسب به گونه ای تغییر خواهد کرد که بزرگترین بعد امضا برابر با اندازه نرمال شود. به این ترتیب در تصاویر با عرض بیشتر، نرمال سازی بر اساس عرض و در تصاویر با ارتفاع زیاد، نرمال سازی بر اساس ارتفاع انجام خواهد شد. در این مقاله، اندازه نرمال برابر با ۲۰۰ پیکسل است.

گسترش افقی و عمودی تصویر

این عمل جهت اتصال قسمت های جدا از هم در یک امضا انجام می گیرد. عمل گسترش به صورت زیر صورت می گیرد:

$$A \oplus B = \{w \mid reflection(B) \cap A \neq NULL, W \in A\} \qquad (۶)$$

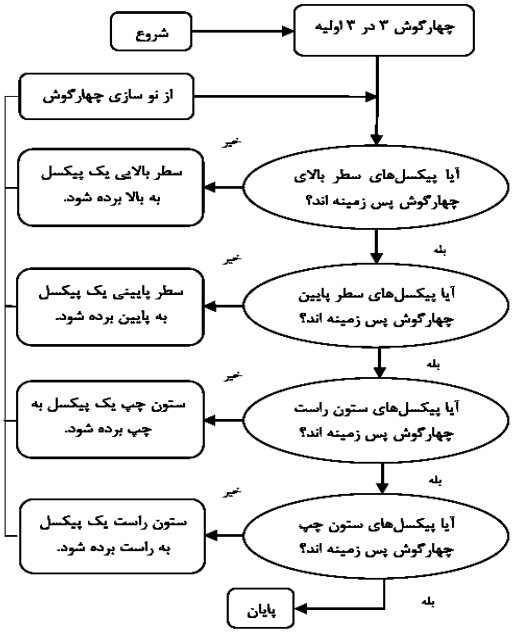
در اینجا عمل گسترش، عنصر ساختمانی B را حول مرکز خود قرینه می کند؛ به عبارت دیگر گسترش A با عنصر ساختمانی B بدین معنی است که اگر عنصر ساختمانی B را بر روی پیکسل های A حرکت دهیم و در هر بار حرکت، اشتراک عنصر ساختمانی با محدوده زیر عنصر ساختمانی در تصویر A تهی نباشد، مقدار پیکسل مرکزی که عنصر ساختمانی بر روی آن قرار گرفته است، برابر ۱ خواهد شد. شکل ۲ نتیجه این عملیات را نشان می دهد. بعد از اعمال این عملیات مورفولوژی، قطعات کاندید امضا بودن، از تصویر بدست می آید.

الف: قبل از اعمال گسترش ب: بعد از اعمال گسترش

شکل ۲: نتیجه حاصل از اعمال عملیات مورفولوژی بر روی تصویر

استخراج امضا کاندید

بعد از یافتن نواحی کاندید امضا، به طور جداگانه، الگـوریتم نشـان داده شـده در شـکل ۳ ، بـرای استخراج دقیق امضا بکار گرفته می شود.روند کلی الگوریتم گسترش مرز چهار گوش ویژگی به ایـن ترتیب می باشد که ابتدا از طریق جاروب بالا به پایین تصویر، اولین پیکسل پـیش زمینه(مشـکی)که یافت شد، دور آن یک چهار گوش ۳ در۳ تشکیل می شود. این چهار گوش را، چهار گوش ویژگی می نامند و طبق تعریف، کوچکترین پنجره ای است که ناحیه کاندید امضا را در بر می گیرد و چهار گوشه آن شامل پیکسل های پس زمینه(سفید) بوده و کمترین مساحت را دارد. این چهارگوش بـا گسـترش مرز ناحیه کاندید امضا بزرگ شده تا اینکه تمامی ناحیه را در بر بگیرد. یکی از فواید این روش بـرای استخراج امضا در این است که، این روش مستقل از شکل امضا می باشد. در روش پیشنهادی به جای جاروب کلی، الگوریتم مذکور فقط بر روی نواحی بدست آمده از مرحله قبل اعمـال مـی گـردد؛ پس سرعت اجرای الگوریتم بالا می رود؛ از طرف دیگر، قطعـات بدسـت آمـده در بخـش قبـل کـه الگوریتم بر روی آنها اعمال می شود، قطعاتی به هم پیوسته می باشند، بدین ترتیب امضاهای جـدا از هم نیز در این روش قابل استخراج هستند.



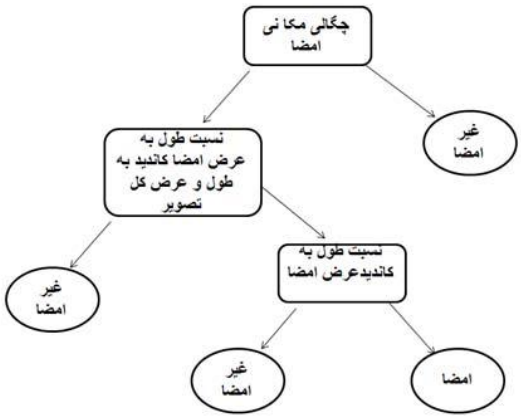
شکل ۳: روند کار گسترش مرز مستطیلی ویژگی

کشف امضا منتخب

بعد از اجرای الگوریتم مرحله قبل، چند امضای کاندید بدست می آید که از بین آنها باید امضای اصلی استخراج شود. برای این کار از درخت تصمیم استفاده می شود. این درخت براساس یک سری از ویژ گی های امضا، مانند: موقعیت امضا، اندازه و نسبت طول و عرض امضا به طول عرض کل تصویر و همچنین چگالی مکانی امضا، آموزش می بیند. درخت تصمیم توسط مجموعه امضاهای آموزشی، آموزش می بیند. جدول شماره ۲ ویژگی هایی که از مجموعه امضا های آموزشی استخراج شده است را نمایش می دهد. شکل ۴ نمایش یک درخت تصمیم ساده می باشد که برای شناسایی امضا، از میان مجموعه امضاهای کاندید، از آن استفاده می شود:

جدول ۲: قوانین تصمیم گیری برای هر گره درخت تصمیم

شماره گره	ویژگی	محدوده مقدار
گره اول	چگالی مکانی	[0.69,0.83]
گره دوم	عرض چهار گوش / عرض تصویر سند	[0.030,0.29]
	ارتفاع چهار گوش / ارتفاع تصویر سند	[0.025,0.18]
گره سوم	نسبت طول به عرض چهار گوش	[0.28,0.85]



شکل ٤: درخت تصمیم آموزش داده شده

بلوک بندی قاب محصور کننده ناحیه تصویر

در این مرحله، قاب محصور کننده ناحیه تصویر را بلوک بندی می کنیم. انتخاب اندازه بلوک یک پارامتر اساسی در این روش می باشد. برای نمونه، اگر اندازه بلوک خیلی کوچک در نظر گرفته شود، در تصاویر نویزی دچار خطا شده و اگر اندازه بلوک خیلی بزرگ در نظر گرفته شود، نمودار فراوانی امضا فرق چندانی نخواهد کرد.

پس از انجام آزمایش های مختلف این نتیجه حاصل شد که اگر اندازه بلوک متناسب با اندازه قاب محصور کننده ناحیه امضا باشد، عمل شناسایی به بهترین عملکرد منتج خواهد شد. ضریب تناسب میان اندازه بلوک و اندازه قاب محصور کننده ناحیه امضا را α می نامیم. اگر اندازه طول و عرض قاب محصور کننده ناحیه امضا را به ترتیب با xr و yr و اندازه طول و عرض بلوک را به ترتیب با xb و yb نشان دهیم، روابط میان اندازه بلوک و اندازه قاب محصور کننده ناحیه امضا را به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$x_b = \alpha \times x_r \quad (۷)$$

$$y_b = \alpha \times y_r \quad (۸)$$

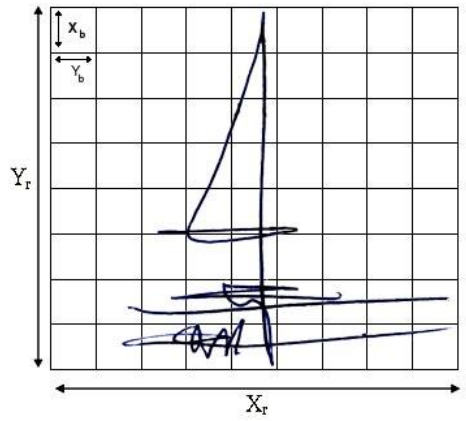
بر اساس آزمایش های انجام شده، بهترین مقدار α برابر ۰.۱۶ است.

استخراج ویژگی در هر بلوک و نمایش نمودار آن جهت مقایسه

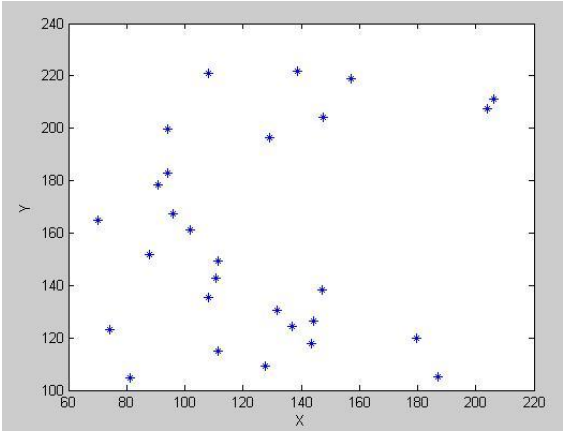
در مرحله بعد، بردار ویژگی مورد نیاز جهت عمل طبقه بندی استخراج می شود. شیوه استخراج ویژگی بدین صورت است که، ابتدا میانگین پیکسل های پیش زمینه را توسط فرمول زیر برای هر بلوک بدست می آوریم؛ سپس توسط طبقه بندk نزدیک ترین همسایه، الگوی امضا مورد نظر شناسایی می شود.

$$f_{ij} = \frac{\sum_{i=m}^{m+k} \sum_{j=l}^{l+k} p(i,j)}{x_{\mathrm{b}} \times y_{\mathrm{b}}} \qquad (۸)$$

شکل ۵ بلوک بندی قاب محصور کننده ناحیه الگو امضا را نشان می دهد. شکل ۶ نمودار ویژگی حاصل از شکل ۵، با استفاده از الگوریتم استخراج ویژگی و همچنین با استفاده از چگالی ناحیه ای هر بلوک را نشان می دهد. لازم به ذکر است، این نمودار ویژگی، برای هر شکل منحصر به فرد می باشد.



شکل ۵ : بلوک بندی قاب محصور کننده ناحیه امضا



شکل ٦ : نمودار ویژگی حاصل از شکل ٥

نتایج پیاده سازی

برای ارزیابی الگوریتم پیشنهادی، از پایگاه داده TOBACOO۸۰۰ استفاده شده است که پایگاه داده آن، شامل ۵۲۳ تصویر امضا می باشد. روش ارائه شده پیشنهادی در این مقاله را با چند روش ذکر شده در این مقاله از جمله روش ارائه شده در مقاله[۲۱] بر روی این پایگاه داده اعمال کردیم و در نهایت، نتایج بدست آمده را با یکدیگر مقایسه گردیدند. نتایج این آزمایشات در جدول شماره ۳ آمده است. بر اساس این جدول می توان مشاهده نمود. روش پیشنهادی جدید در ۹۱.۳۷٪ موفق بوده، در حالی که روش [۲۱] در ۸۳.۹ ٪ موفق بوده است که این نشان دهنده بهبود یافتن نتیجه روش پیشنهادی ما نسبت به روش [۲۱] می باشد. از جمله مزایای روش پیشنهادی جدید نسبت به روش های دیگر، مقاوم بودن روش پیشنهادی، نسبت به نویز فلفل نمکی است زیرا در روش پیشنهادی، به دلیل استخراج یکپارچه امضا از تصویر، با استفاده از الگوریتم پیشنهادی، نویز فلفل نمکی بر روی فرایند شناسایی امضا تاثیری نخواهد گذاشت و اثر آن خنثی خواهد شد.

جدول ۳ : مقایسه نرخ شناسایی امضا در روش

نرخ شناسایی روش [۲۱]	نرخ شناسایی روش پیشنهادی	تعداد امضاهای آزمایشی	نوع امضاهای آزمایشی
٪ ۸۳.۹	٪۹۱.۳۷	۵۲۳	امضا اصلی

نتیجه گیری

در این مقاله روشی جهت استخراج و شناسایی امضا ایستا در تصاویر الکترونیکی مدارک و اسناد علمی – آموزشی ارائه شده که با به کارگیری آن، جهت استخراج یکپارچه امضاء از الگوریتم پیشنهادی استفاده می شود. بدین منظور ابتدا با پیاده سازی و اجرای چند مرحله عملیات پیش پردازش اقدام به حذف نویز و عملیات نرمال سازی بر روی تصویر می گردد؛ سپس با استفاده از عملیات مورفولوژی قسمت های جدای امضا به یک دیگر متصل می شود و امضا به صورت یکپارچه از تصویر استخراج می گردد. در انتها نیز که جزو مهم ترین بخش های این فرایند است به وسیله ویژگی های به دست آمده از امضا و با کمک درخت تصمیم به کار برده شده در الگوریتم و عملیات مرتبط صحت امضا مورد شناسایی قرار می گیرد و در نهایت به احراز اصالت سند منجر می گردد. پس از آزمودن روش پیشنهادی مشاهده شد که روش جدید، با صحت شناسایی ۹۱.۳۷٪ نسبت به روش های قبلی ذکر شده در این مقاله، عملکرد بهتری داشته است.

منابع

۱- رجایی، هدی؛ "ارتقای تصاویر متن با استفاده از عملگر های مورفولوژی"؛ هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ؛ دانشگاه شهید باهنر کرمان،۱۳۸۴.

۲- صدرزاده، افشار و صدرزاده، سید محسن؛ " ادله اثبات دعوی در حقوق ایران"؛ مرکز نشر دانشگاهی تهران ؛ ۱۳۶۹؛ ص۶۱.

۳- جمالزاده بهاء آبادی کرمان، طیبه؛ " اعتبار و آثار حقوقی اسناد الکترونیکی در قراردادهای بین المللی"؛ ۱۳۹۱.

۴- سیگاری، محمدحسین و پورشهابی، محمدرضا؛ " شناسایی و تایید هویت با استفاده از امضای دستنویس ایستا"؛ پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر؛ دانشگاه فردوسی مشهد؛ تابستان ۱۳۸۵.

۵- شیری، فاطمه و رضوی ابراهیمی، سید علی؛ "جدیدترین و کارآمدترین دستاوردها در زمینه تشخیص انحراف اسناد اسکن شده؛ "هشتمین سمپوزیوم پیشرفت‌های علوم و تکنولوژی(thSASTech۸)؛ همایش ملی مهندسی کامپیوتر و توسعه پایدار؛ ۱۳۹۲.

۶- هاشمی، سید یاسر و برومندنیا، علی؛ "تشخیص و تصحیح کجی اسناد و دست نوشته های پیچیده فارسی با استفائه از درخت x-y و بر اساس مرکز ثقل اسناد"؛ ششمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصاویر ایران؛ ۱۳۸۹.

۷- آصف نژاد، امیر عباس، شاه بهرامی، اسدالله، طباطبایی ملاذی، هادی؛ " استخراج امضا از تصاویر متنی با استفاده از الگوریتم گسترش مرز چهار گوش"؛ دوازدهمین کنفرانس سیستم های هوشمند ایران؛ مجتمع آموزش عالی بم؛ ۱۵ تا ۱۷ بهمن ۱۳۹۲.

۸- صفابخش، رضا؛ " آنالیز اسناد تحلیل کج شدگی اسناد، طرح ملی بازشناسی متن فارسی"؛ گروه(ب)، گزارش سه ماهه اول؛ خرداد ۸۸.

۹- پورشهابی، محمدرضا، سیگاری، محمدحسین، پوررضا، حمیدرضا؛ " تایید امضای دستنویس برون خطی با استفاده از موجک Gabor "؛ چهاردهمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران؛ ۱۳۸۷.

۱۰- عزیزی، غلامرضا؛ "مدیریت اسناد الکترونیکی"، شابک: ۴-۲۵۰- ۴۴۶- ۹۶۴- ۹۷۸، سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران، چاپ اول ۱۳۸۹.

[۱۱] Riaz Z. Biometric Systems, Design and Applications. InTech. ۲۰۱۱.

[۱۲] Lejtman D. Z, George S.E. on-line Handwritten Signature Verification Using Wavelets and Back-Propagation Neural Networks. Sixth International Conference on Document Analysis and Recognition. ICDAR. IEEE Computer Society. pp. ۹۹۲. ۲۰۰۶.

[۱۳] Tanabe K, Yoshihara M, Kameya H, Mori S. Automatic Signature Verification Baesd On The Dynamic Feature Of Pressure. Sixth International Conference on Document Analysis and Recognition. ICDAR. IEEE Computer Society . pp. ۱۰۴۵ – ۱۰۴۹. ۲۰۰۶.

[۱۴] Tanaka M, Ishino Y, Shimada H, Inoue T, DP Matching Using Kalaman Filter as Pre-Processing in On-line Signature Verification. Eighth International workshop on Frontiers in Handwriting. pp. ۵۰۲-۵۰۷. ۲۰۰۷.

[۱۵] Yoon H.S, Lee J.Y, Yang H.S. An Online Signature Verification System Using Hidden Markov model in Polar Space. Eighth International workshop on Frontiers in Handwriting Recognition. pp. ۳۲۹-۳۳۳. ۲۰۰۷.

[۱۶] Wessels T, Omlin C.W. A Hybrid System For Signature Verification. IEEE-ENNS International Joint Conference on neural Networks. vol. ۵. pp. ۵۰۹-۵۱۴. ۲۰۰۵.

[۱۷] Pirlo G. Recent advancements in automatic signature verification. International Workshop on Frontiers in Hand- writing Recognition. ۲۰۰۹.

[۱۸] Coetzer J, Herbst M. offline signature verification using the discrete radon transform and a hidden markov model. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. ۲۰۰۴.

[۱۹] Hou W, Ye X, Wang K. A Survey of Offline Signature Verification. IEEE ۲۰۰۴.

[۲۰] Ahmed Sh, Malik M.I, Liwicki M, Dengel A. Signature Segmentation from Document Images. International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition. pp.۴۲۳-۴۲۷. ۲۰۱۲.

[۲۱] Zhu G, Zheng Y, Doermann D. Signature Detection and Matching for Document Image Retrieval. IEEE Trans- actions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. pp.۲۳-۲۷. ۲۰۰۹.

[۲۲] Finkel R.A, Zaslavsky A, Monostori K, Schmidt H. Signature extraction for overlap detection in documents. IEEE. International Joint Conference on Neural Networks. vol. ۵. pp. ۵۳۲- ۵۴۱. ۲۰۰۵.

[۲۳] Madasu V.K, Mohd M.H. Automatic Extraction of Signatures from Bank Cheques and other Documents. Proc.VIIth Digital Image Computing: Techniques and Applications. pp. ۵۹۱-۶۰۰. ۲۰۰۳.

[۲۴] Vreeken J. Spiking Neural Networks, An Introduction. Adaptive Intelligence Laboratory. Intelligence System Group. Institute for Information and Computing Sciences. Utrecht University ۲۰۰۹.

[۲۵] Jain A.K, Griess F.D, Connell S.D. On-line Signature Verification. Pattern Recognition ۳۵. ۲۰۰۷.

[۲۶] Han L.B, Mailah M. Intelligent Biometric Signature Verification System Incorporating Neural Network. Jurnal Mekanikal. No.۲۰. pp.۲۲-۴۱. ۲۰۱۱.

[۲۷] Wang H, Chen Y. Logo detection in document images based on boundary extention of feature rectangles. IEEE Computer Society. ۱۰th International Conference on Document Analysis and Recognition. pp.۱۳۳۵-۱۳۳۹. ۲۰۰۹.

[۲۸] Gonzalez R.C, Woods R.E. Digital Image Processing. Prentice Hall. ۲۰۰۱.

[۲۹] Tobacco ۸۰۰ complex Document image database.

http://www.umiac.umd.edu/~zhugy/Tobacco۸۰۰.html.ms

[۳۰] J. Singh, M. Sharma "A Survey on Offline Signature Recognition and Verification Schemes", Journal of Electronics and Communication Engineering, ISSN: ۲۲۷۸-۲۸۳۴, Volume ۲, Issue ۳, PP ۳۴-۳۸, July-Aug ۲۰۱۲.

[۳۱] Chissik michael and kelman Alistair; " electronic commerce law and material"; sweet "and Maxwell-۲۰۰۰.p"۱۷۱

[۳۲] P. Deng, H. Yuan Mark Liao & H. Tyan, "Wavelet ` Based Off-line Signature Recognition System", Proceedings ۵th Conference on Optical Character Recognition and Document Analysis, Beijing, China., ۱۹۹۶.

[۳۳] T. Kaewkongka, K. Chamnongthai, B. Thipakom, "Off-Line Signature Recognition using parameterized Hough Transform ", ISSPA Brisbane, Australia, ۱۹۹۹.

[۳۴] H. Baltzakis, N. Papamarkos, "A new signature verification technique based on a two-stage neural network classifier", Engineering Applications of Artificial Inteligence ,۲۰۰۱.

[۳۵] J Edson, R. Justino, F. Bortolozzi and R. Sabourin, "An off-line signature verification using HMM for Random, Simple and Skilled Forgeries", ۲۰۰۱.

[۳۶] J Edson, R. Justino, F. Bortolozzi and R. Sabourin, "The Interpersonal and Intrapersonal Variability Influences on Off-line Signature Verification Using HMM", Brazilian Symp, Computer Graphics and Image Processing, ۲۰۰۲.

[۳۷] Martinez, L.E., Travieso, C.M, Alonso, J.B., and Ferrer, M. Parameterization of a forgery Handwritten Signature Verification using SVM. IEEE, International Carnahan Conference on Security Technology, ۲۰۰۴.

[۳۸] Emre Özgündüz, Tülin Şentürk and M. Elif Karslıgil “Offline Signature verification and Recognition by Support Vector Machine”, EUSIPCO, ۲۰۰۵.

[۳۹] R. Abbas and V. Ciesielski, “A Prototype System for Offline Signature Verification Using Multilayered Feed forward Neural Networks”, ۱۹۹۵.

[۴۰] L. S. Oliveira, E. Justino, and R. Sabourin, “Off-line signature verification using writer-independent approach”, IJCNN, ۲۰۰۷.

[۴۱] Hanno Coetzer, Robert Sabourin “A Human-Centric Off-Line Signature Verification System”, IEEE, ICDAR, ۲۰۰۷.

[۴۲] Abhay Bansal, Bharat Gupta, Gaurav Khandelwal, and Shampa Chakraverty “Offline Signature Verification Using Critical Region Matching”, International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern, ۲۰۰۹.

[۴۳] M.A. Ismail, Samia Gad, “Off-line Arabic Signature Recognition and Verification”, ۲۰۰۰.

[۴۴] L. S. Oliveira, E. Justino, and R. Sabourin, “Off-line signature verification using writer-independent approach”, IJCNN, ۲۰۰۷.

[۴۵] P. Deng, H. Yuan Mark Liao & H. Tyan, “Wavelet Based Off-line Signature Recognition System”, Beijing, China, ۱۹۹۶.

[۴۶] Vu Nguyen, Michael Blumenstein, Vallipuram Muthukkumarasamy, Graham Leedham. “Off Line Signature Verification using Enhanced Modified Direction Features in conjuction with Neural Classifiers and Support Vector Machine”, ICDAR, ۲۰۰۷.

[۴۷] V A Bharadi, H B Kekre “Off-Line Signature Recognition Systems”, International Journal of Computer Applications, ۲۰۱۰.

[۴۸] Neeraj Shukla, Dr. Madhu Shandilya “Invariant Features Comparison in Hidden Markov Model and SIFT for Offline Handwritten Signature Database”, International Journal of Computer Applications, ۲۰۱۰.

[۴۹] Manasjyoti Bhuyan, Kandarpa Kumar Sarma and Hirendra Das”, Signature Recognition and Verification using Hybrid Features and Clustered Artificial

Neural Network (ANN) s", International Journal of Electrical and Computer Engineering, ۲۰۱۰.

[۵۰] O.C Abikoye, M.A Mabayoje, R. Ajibade Offline "Signature Recognition & Verification using Neural Network", International Journal of Computer Applications , ۲۰۱۱.

[۵۱] Minal Tomar and Pratibha Singh "A Directional Feature with Energy based Offline Signature Verification Network" International Journal on Soft Computing (IJSC), ۲۰۱۱.

[۵۲] B. Majhi, Y. Reddy, D. Babu, "Novel Features for Off-line Signature Verification", International Journal of Computers Communications & Control, ۲۰۰۶.

[۵۳] H B kekre, V.A. Bharadi, "Specialized Global Features for Off-line Signature Recognition", Annual National Conference on Biometrics RFID and Emerging Technologies for Automatic Identification, ۲۰۰۹.

[۲۴] V A Bharadi, H B kekre, "Off-line Signature Recognition Systems", International Journal of Computer Applications, ۲۰۱۰.

[۲۵] B. Kovari, Z. Kertesz, A. Major, "Off-Line Signature Verification Based on Feature Matching", International Conference on Intelligent Engineering Systems, ۲۰۰۷.

[۵۴] Mehdi Dehghan, Karim Faez & Mahmood Fathi "Offline signature verification system using shape descriptors & multiple neural networks" , IEEE , ۱۹۹۷.