



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



بازشناسی مبلغ چک بانکی از روی مبلغ دست نوشته به عدد با استفاده از

ویژگیهای آماری و ماشین بردار پشتیبان

رامین ابوحوزه، معاون دایره پشتیبانی انفورماتیک بانک تجارت استان مازندران، r.abouhamzeh@tejaratbank.ir

محسن جاودانی اولیایی، کارشناس ارشد انفورماتیک معاونت فناوری بانک تجارت، m.javdani@tejaratbank.ir

چکیده

چک‌های بانکی^۱ امروزه به صورت گسترده در تراکنش مالی بکار می‌روند. تعداد بسیار زیادی از این چک‌ها، همه‌روزه و بصورت سنتی در بانک‌ها، وصول می‌شوند. در این فرآیند سنتی که بصورت دستی صورت می‌پذیرد، دست نوشته‌های مشتریان شامل تاریخ، امضا و مقادیر عددی و حروفی مبلغ چک، باید بصورت دستی مورد تأیید قرار گیرد.

امروزه در بسیاری از کشورها از دستگاه‌های چک خوان^۲ استفاده می‌شود که اگر تمام فرآیند تایید چک در آن‌ها بتواند بصورت خودکار صورت گیرد، در هزینه و زمان صرفه‌جویی زیادی خواهد شد. در نتیجه وجود یک سیستم خودکار خواندن اطلاعات می‌تواند کمک شایانی در سیستم بانکی باشد. حتی با وجود پیشرفت‌هایی که در زمینه تشخیص کاراکترها در سال‌های اخیر حاصل شده، تشخیص دستخط و امضاها روی چک‌ها هنوز یکی از مشکلات مهم در زمینه پردازش تصویری اسناد است.

در این پایان‌نامه، هدف پردازش خودکار تصویر مبلغ چک عددی است. پس از استخراج فیلد "مبلغ به عدد" از تصویر چک و جداسازی تصویر هر عدد، پیش پردازش‌های اولیه بر روی هر تصویر صورت می‌گیرد، بر روی هر تصویر ۳ مرحله موجک هار گرفته که در نهایت بردار ویژگی آن از تصویر تقریب سطح ۳ بدست می‌آید. در این تحقیق برای طبقه‌بندی از ماشین بردار-پشتیبان چند کلاسه به روش یکی در مقابل بقیه استفاده شده است، تعداد ۱۱ دسته‌بندی کننده برای اعداد ۰ تا ۹ و ممیز جداکننده ساخته می‌شود. از دو کرنل چند جمله‌ای و گاوسی استفاده شده است. نتایج نشان داده که کرنل گاوسی درصد خطای کمتری را نشان می‌دهد و درصد تشخیص ۹۶/۲ می‌باشد.

¹ Bank cheques (checks)

² Cheque Truncation System (CTS)



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



برای ارزیابی الگوریتم ۵۰۰۰ نمونه چک مشتریان بانک به صورت رنگی و با دقت تفکیک ۳۰۰ نقطه‌براینج و فرمت Tif اسکن شد استفاده می‌شود این مجموعه داده شامل ۳۵۰۰ نمونه آموزش و ۱۵۰۰ نمونه آزمایش است.

واژه‌های کلیدی: بازشناسی ارقام فارسی، استخراج ویژگی، موجک، ماشین بردار پشتیبان

۱- مقدمه

شبیه‌سازی ماشین برای خواندن اطلاعات مثل انسان، امروزه به یکی از مباحث مهم در دانش کامپیوتر تبدیل شده است. علت اصلی این اهمیت توانای توسعه سیستم‌های پردازش متن برای انتقال اطلاعات از اسناد مهم مثل چک‌های بانکی، فرم‌های تجاری و نامه‌ها به ماشین‌هایی دارای توانایی خواندن از اسناد می‌باشد. چک‌های بانکی هنوز نقش بسیار مهمی را در تراکنش‌های مالی غیرنقدی به عهده دارند. با وجود این که امروزه ابزارهای جدیدتری مثل کارت‌های اعتباری، کارت‌های عابر بانک و غیره به بازار آمده‌اند ولی هنوز از اهمیت چک‌های بانکی کم نشده است [۱].

در بسیاری از کشورهای در حالت توسعه، برای فرآیند پردازش چک حضور یک نیروی انسانی که بتواند چک را بخواند و اطلاعات موجود بر روی چک را بصورت دستی وارد سیستم و همینطور امضا و تاریخ آن را تصدیق کند الزامی است. برای حجم زیادی از چک‌ها این امر به اتلاف هزینه و نیروی انسانی می‌انجامد. در نتیجه وجود یک سیستم خودکار خواندن اطلاعات می‌تواند کمک شایانی در سیستم بانکی باشد. حتی با وجود پیشرفت‌هایی که در زمینه تشخیص کاراکترها در سال‌های اخیر حاصل شده، تشخیص دستخط و امضاها روی چک‌ها هنوز یکی از مشکلات مهم در زمینه پردازش تصویری اسناد است.

برای صرفه‌جویی در هزینه و زمان فرآیند کلرینگ^۳ (تسویه) چک‌های بانکی، بسیاری از کشورهای جهان سیستم‌های کوتاه سازی چکها^۴ را بکار برده‌اند یا سیستم های تسویه متنی بر تصویر^۵ بجای انتقال فیزیکی چک‌ها برای تسویه، بسیاری از بانک‌ها، از تصویر چک‌های گرفته شده برای تراکنش‌های مالی استفاده می‌کنند.

تصویر جایگزین اسناد^۶ از نظر قانونی برای چک‌های اصلی جهت ارائه به رسمیت شناخته شده‌اند [۲]. مقدار عددی^۷، مقدار حرفی^۸، تاریخ، دریافت کننده وجه چک^۹ و امضاء چک، مواردی هستند که باید در یک چک بانکی توسط دارنده حساب جاری لحاظ شود تا چک قابل پرداخت باشد.

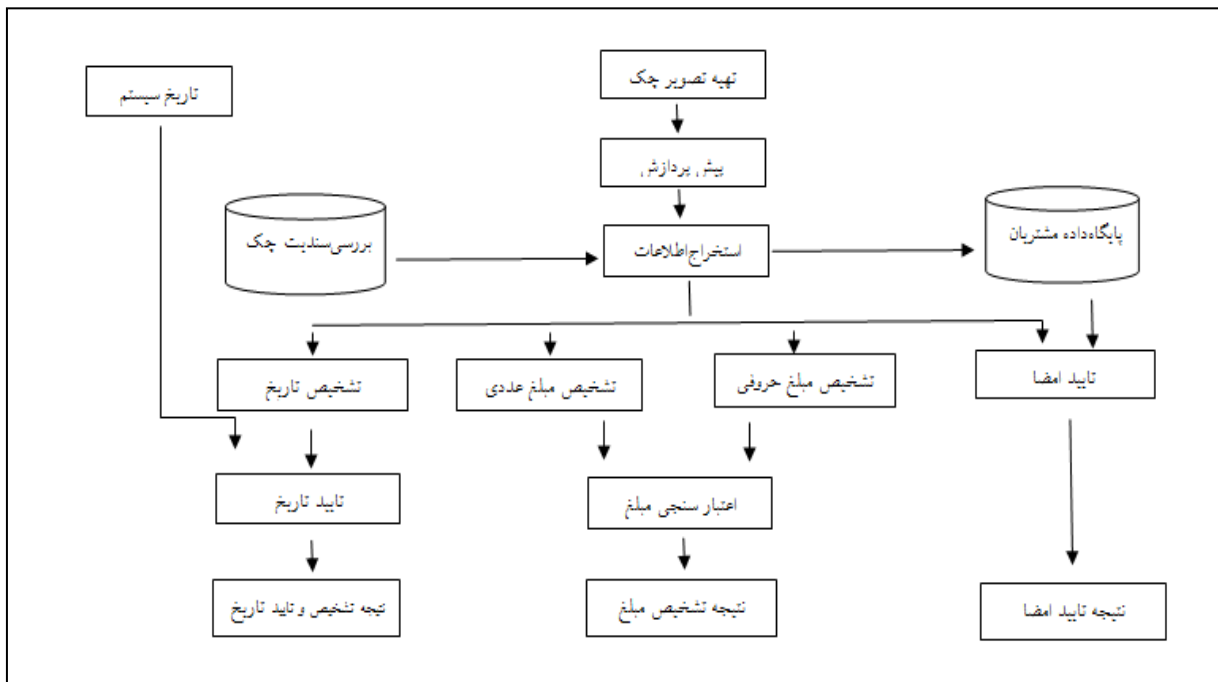
³ clearing

⁴ Cheque Truncation System(CTS)

⁵ Image-Based Clearing System(ICS)



امضای ارائه شده روی چک، صحت اطلاعات مندرج در چک را تایید می کند. بانکها می توانند برخی از قسمتهای چک را آزادانه تغییر دهند مثل رنگ پس زمینه چک می توانند از رنگها و کلمات متفاوت استفاده کنند. دیگر تغییرات می تواند شامل فونتها، سمبل های خاص، لگوی بانک و غیره باشد.



شکل ۱- گام های اصلی پردازش خودکار چکهای بانکی

گام اول، بدست آوردن تصویر چک بانکی با استفاده از اسکن آن است. پیش پردازش و ماژول های قطعه بندی بعد از مرحله بدست آوردن تصویر چک قرار دارند. تأیید و تشخیص اطلاعات مختلفی که روی چک قرار دارند، پس از فاز استخراج اطلاعات صورت می گیرد.

با توجه به تحقیقات بسیار کمی که در زمینه تشخیص مبلغ چکهای بانکی در دنیا انجام گرفته است، پرداختن به این موضوع، خود زمینه مناسبی را برای ایجاد نوآوری در بخش های مختلف آن فراهم می سازد. بررسی روشهای استخراج ویژگی از

⁶ Image Replacement Document (IRD)

⁷ Legal amount

⁸ Courtesy amount

⁹ Payee detail



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



ارقام، تشخیص سه صفر متوالی بهم چسبیده در مبلغ و همچنین تعیین اتصالها یا چسبیدگی‌های ناخواسته ارقام متوالی با یکدیگر و یا ارقام با ممیز جداکننده می‌توانند از جمله زمینه‌های نوآوری در این تحقیق باشند.

۲- ادبیات موضوع

۱-۲ پایگاه داده

برای ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی لازم است تا از پایگاه داده‌هایی استفاده شود که قابل استناد و به نفع هیچ‌کدام از الگوریتم‌ها نباشد. پایگاه داده باید از پوشش مناسبی برخوردار بوده و بتواند ویژگیها و محدودیت‌های الگوریتم‌ها را مورد ارزیابی قرار دهند بدون آنکه به سمت هیچ‌کدام از روشهای استخراج ویژگی یا دسته‌بندی متمایل باشند. معمولاً اکثریت پایگاه داده‌ها تصاویر را در دو بخش آموزش و آزمون ارائه نموده و تعداد تصاویر به ازای هر کدام از اعداد ۰ تا ۹ را ثابت می‌گیرند. در اکثریت مقالات چند پایگاه داده به عنوان پایگاه داده‌های استاندارد مورد استفاده و استناد قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱-۱-۲ پایگاه داده CENPARMI

این پایگاه داده توسط دانشگاه کونکورديا و مشتمل بر ۶۰۰۰ تصویر با کیفیت ۱۶۶ نقطه بر اینچ جمع‌آوری گردید. در این پایگاه داده ۴۰۰۰ تصویر (معادل ۴۰۰۰ تصویر به ازای هر رقم) برای آموزش و ۲۰۰۰ تصویر برای آزمون سیستم ارایه شده است.

۲-۱-۲ پایگاه داده CEDAR

این پایگاه داده توسط دانشگاه بوفالو که تصاویر موجود در آن با کیفیت ۳۰۰ نقطه بر اینچ و توزیع تعداد تصاویر به ازای هر رقم برابر نیست عرضه گردید. این پایگاه داده شامل ۱۸۴۶۸ تصویر آموزشی و ۲۷۱۱ تصویر آزمون که برخی از آنها به خوبی جدا سازی نشده و با سایر اعداد تداخل دارند، می‌باشد.

۳-۱-۲ پایگاه داده MNIST

این پایگاه داده‌ها تحت حمایت مؤسسه NIST آمریکا تهیه و شامل پایگاه داده بسیار بزرگی است که برای اولین کنفرانس OCR تهیه شده بود. بخشی از این پایگاه داده شامل پایگاه‌های SD7, SD3 بر روی اعداد دست نوشته تکیه دارند. هر کدام از این دو پایگاه داده مشتمل بر تصاویر هستند که توسط افراد متفاوتی نوشته شده‌اند و در نتیجه از نظر الگو با



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



یکدیگر مشابه نیستند به همین دلیل شخصی به نام لسون پایگاه‌داده جدیدی بر اساس این پایگاه‌داده که در آن تمامی تصاویر به ابعاد ۲۰ در ۲۰ پیکسل نرمال و به صورت سیاه و سفید بوده ایجاد کرد. این پایگاه‌داده شامل ۶۰۰۰۰ تصویر آموزشی و ۱۰۰۰۰ تصویر آزمون است.

۲-۱-۴ پایگاه داده هدی

مجموعه داده هدی شامل ۶۰۰۰۰ نمونه آموزش و ۲۰۰۰۰ نمونه آزمایش است. این مجموعه داده از فرم‌های پرشده (توسط افراد دیپلم شرکت کننده در کنکور سراسری) استخراج شده و قدرت تفکیک‌پذیری نمونه‌های آن ۲۰۰ نقطه بر اینچ است [۳].

۲-۱-۵ IFHCDB پایگاه داده

این پایگاه‌داده در دانشگاه امیرکبیر که تصاویر آن شامل ۵۲۳۸۰ کاراکتر و ۱۷۷۴۰ رقم با کیفیت ۳۰۰ نقطه بر اینچ به صورت خاکستری تهیه شد [۴].

۲-۲ پیش‌پردازش^{۱۰}

یکی از چالش‌های مهم در فرآیند تسویه چک بر پایه تصویر آن، نیاز به اطمینان از این مسأله است که تصویر چک با کیفیت بالا انتقال داده شود. اگر کیفیت تصویر پایین باشد بانک گیرنده ممکن است نتواند تصویر را پردازش کند و منجر به رد چک شود. در حقیقت در مرحله پیش‌پردازش، حذف نویز و افزایش کیفیت تصویر ورودی هم ممکن است صورت گیرد. بدون پیش‌پردازش در بسیاری از موارد، به علت کیفیت پایین تصویر و یا حتی خطاهای مثل روشن و تاریک بودن تصویر، انحنای تصویر چک و غیره عملیات پردازش تصویر چک به درستی صورت نخواهد گرفت.

۲-۳ باینری کردن^{۱۱}

باینری کردن یک تصویر ورودی چک، اولین گام در سیستم‌های پردازش چک‌هاست. باینری کردن، فرایندی است که در آن، پیکسل‌های پیش زمینه و پس زمینه بوسیله ۱ و ۰ نشان داده می‌شوند.

¹⁰ preprocessing

¹¹ binarization



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



بمنظور کاهش حجم ذخیره سازی مورد نیاز و افزایش سرعت پردازش، مطلوب است که با انتخاب یک سطح آستانه^{۱۲}، تصاویر سطح خاکستری یا رنگی را به تصاویر باینری تبدیل نمود.

به طور کلی در روش‌های باینری سطح آستانه را میتوان به دو دسته طبقه بندی کرد که عبارتند از سراسری^{۱۳} و محلی^{۱۴}. در روش اعمال سطح آستانه سراسری، مقدار سطح آستانه برای کل تصویر انتخاب می‌شود. این مقدار اغلب بر مبنای تخمینی از سطح پس زمینه که از هیستوگرام سطح روشنایی تصویر محاسبه می‌گردد، سنجیده می‌شود و در روش اعمال سطح آستانه محلی براساس اطلاعات نواحی محلی، از مقادیر متفاوتی برای هر پیکسل استفاده می‌کند. پس الگوریتم آستانه‌گیری محلی، برای هر پیکسل با توجه به همسایگان، از چندین آستانه مختلف استفاده می‌کند [۵].

۲-۴ کاهش نویز:

نویز ایجادشده بواسطه دستگاه‌های اسکنر نوری منجر به ایجاد نقطه‌های لک مانند، قطعه خط‌های گسسته^{۱۵}، اتصال بین خطوط، فضاهای خالی در خطوط متن، پرشدن حفره های موجود در تصویر و ... می‌گردد. قبل از مرحله بازشناسی، لازم است که این نقایص برطرف شوند. مهم‌ترین دلیل برای کاهش نویز، کم کردن خطا در مراحل قطعه بندی و بخصوص بازشناسی می‌باشد. کاهش نویز همچنین سبب کم شدن اندازه فایل تصویر می‌شود که به نوبه خود، کاهش زمان مورد نیاز برای پردازش‌ها و ذخیره سازی های آینده را در پی خواهد داشت.

۲-۵ تصحیح انحراف و انحنا کاراکترها^{۱۶}

به دلیل بی‌دقتی در مرحله اسکن یا بی‌دقتی نویسنده در هنگام نوشتن چک، ممکن است خطوط متن نسبت به تصویر، اندکی انحراف یا چرخش داشته باشند که این موضوع ممکن است کارایی الگوریتم‌های بکار رفته را تحت تاثیر قرار دهد لذا لازم است این نقیصه، آشکار و تصحیح گردد.

انحراف^{۱۷} عبارت است از زاویه ای که خط راهنمای کاراکتر با محور X می‌سازد.

¹² thresholding

¹³ global

¹⁴ local

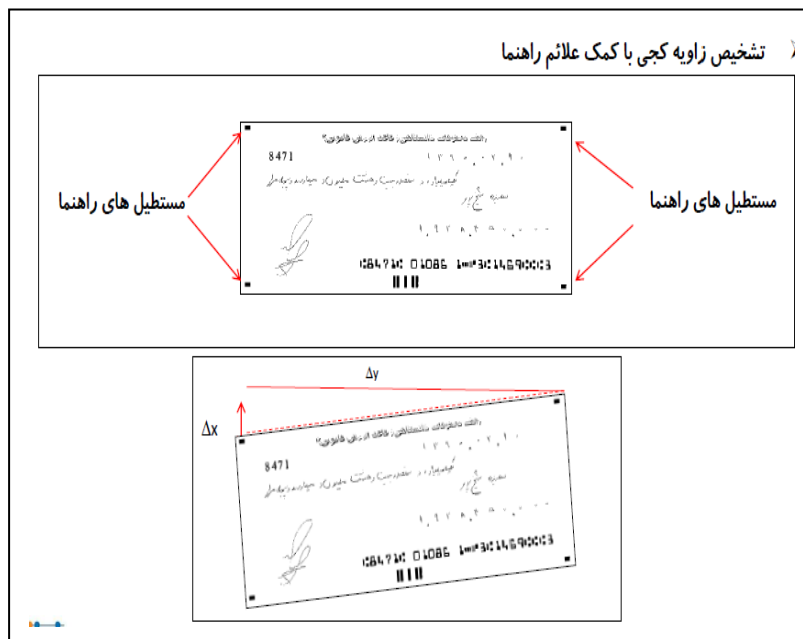
¹⁵ Disconnected line segments

¹⁶ Skew and slant correction

¹⁷ skew



انحنای^{۱۸}، عبارتست از انحراف دست نوشته‌ها از محور عمودی (y ها) با توجه به انواع خطوط مختلف است. انحنای باید برای قطعه‌بندی موفق و تشخیص درست کاراکترها، تصحیح شود. مثلاً در [۶] یک نمایش در زنجیره‌ای برای اطلاع زاویه انحنای اطلاعات دست نوشته استفاده شده است.



شکل ۲- تصحیح انحراف و انحنای کاراکترها

اغلب پس از آشکارسازی کجی، تصویر صفحه در جهت اصلی چرخانده می‌شود تا عملیات تحلیل قالب بندی متن با سهولت و دقت بیشتری انجام پذیرد. نمونه برداری مجدد مورد نیاز برای این منظور که باید بر روی صفحات دوگانی شده (باینری) اعمال گردد، ممکن است الگوی کاراکترها را تغییر دهد. در این حالت به جای چرخاندن تصویر می‌توان الگوریتم‌های پردازشی را به نحوی اصلاح نمود که اثر چرخش در آن‌ها لحاظ گردد [۷].

همچنین می‌توان تصویر سند را قبل از دوگانی کردن، چرخش داد یا این که مقدار چرخش را از روی انتقال‌های کوچک و بدون اعوجاج کل بلوک‌های متنی، تقریب زد [۸].



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



۲-۶ نرمال سازی^{۱۹}

یک مرحله مهم از پیش‌پردازش نرمال‌سازی اندازه تصویر است. مرحله نرمال‌سازی، تلاش دارد تا اختلاف مقیاس تصاویر ارائه شده را حداقل کند. نرمال‌سازی، تبدیل یک تصویر ورودی با اندازه‌های مختلف به یک تصویر خروجی با اندازه از پیش تعیین شده، بدون حذف جزئیات ساختاری آن است. در تکنیک نرمال‌سازی بر اساس نسبت، ارزش هر پیکسل تصویر خروجی، بوسیله محاسبه میانگین وزن دار پیکسل‌های هم‌پوشان تصویر ورودی محاسبه می‌شود. در نرمال‌سازی مقیاس بندی ساده، یک فاکتور مقیاس در ابتدا بوسیله مقایسه نسبت ارتفاع تصویر اصلی با تصویر جدید محاسبه می‌شود. بر اساس این فاکتور مقیاس تصویر اولیه تغییر می‌کند.

۲-۷ استخراج فیلدهای دست‌نوشته^{۲۰}:

پس از مرحله پیش‌پردازش، لازم است که فیلدهای دست‌نویس را قبل از تشخیص آن‌ها از متن چک، استخراج کرد. در [۹] برای چک‌های آمریکایی، استخراج مبلغ حروفی و مبلغ عددی شامل استخراج بخش‌های «دلار» و «سنت» مبلغ است. این فرآیند، بدین صورت آغاز می‌شود که یک خط یکنواختی جستجو می‌شود که اغلب قبل از قسمت دلار یا ریال نوشته می‌شود. اگر چنین خطی موجود نباشد، سمت راست تصویر جستجو می‌شود تا خط تیره و یا اسلش‌هایی که قسمت سنت را معین می‌کنند، بدست آیند. تشخیص مبلغ عددی هم بدین‌صورت است که محل رشته عددی دست‌نویس بر اساس محل تعیین شده نوشتن عدد بدست می‌آید. حذف خطوط و کادری‌ها بدون استفاده هم صورت می‌گیرد. بخش‌های دلار و سنت مبلغ عددی با توجه به مشخصات مثل اندازه، شکل و غیره از هم جدا می‌شود.

۲-۸ تشخیص مبلغ عددی چک

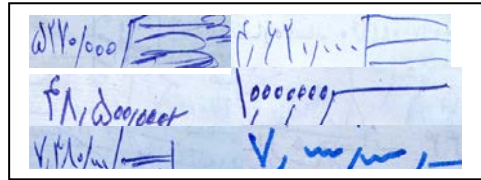
مبلغ عددی روی چک‌ها بطور معمول به شکل رشته‌ای از اعداد به همراه سمبل‌های خاص نوشته می‌شوند. علامت‌های مثل (/)، کاما (،)، خط تیره (-) و غیره که ممکن است بسته به نوع نوشتن کاربران استفاده شوند. در هنگام نوشتن مقادیر عددی ممکن است اعداد به هم چسبیده باشند. در نتیجه، باید این گونه اعداد بطور مناسب از هم جدا شوند.

¹⁹ normalization

²⁰ Extraction of handwritten fields



شکل ۳ نشان دهنده برخی از انواع نوشتن است که از چک‌های مختلفی استخراج شده‌اند. تعداد مقالات زیادی برای این موضوع وجود دارد. یک مقاله مروری برای جداسازی کاراکترهای عددی دست نویس ارائه شده است [۱۰].



شکل ۳- جداسازی اعداد متداخل

۲-۹ جداسازی اعداد متداخل^{۲۱}

بخط طرز نوشتارهای بسیار متنوع، برخی از اعداد نوشته شده در مبلغ چک ممکن است با هم تداخل پیدا کنند. لذا قبل از مرحله تشخیص اعداد این گونه اعداد باید به طرز مناسبی از هم جدا شوند. برای این امر، دو روش وجود دارد: کلی و محلی.

در روش محلی نقاط برش بین دو عدد متداخل استخراج می‌شود و در روش کلی، بعد از بررسی تجزیه و تحلیل کل رشته اعداد، نقطه‌های مهم برای جدا سازی کل رشته تعیین می‌شود.

۲-۱۰ تشخیص رقم^{۲۲}:

دقت در تشخیص اعداد اصلی نقش مهمی در تشخیص مبلغ عددی چک دارد. بعد از جداسازی موفق رقم‌های منفرد از رشته عددی، باید به درستی تشخیص داده شوند تا رقم واقعی چک مشخص شود. با توجه به مطالعات انجام شده تکنیک‌های تشخیص رقم، به طور کلی به تکنیک‌های مبتنی بر شبکه عصبی و تکنیک‌های مهم دیگر گروه بندی می‌شوند. یک شبکه عصبی ساختار خود را بر اساس اطلاعات داخلی یا خارجی که در شبکه جریان دارد در طول فاز یادگیری، تغییر می‌دهد. ماژول تشخیص رقم در [۱۱] بر اساس ترکیب تابع بر پایه شعاعی^{۲۳} و شبکه عصبی با تاخیر^{۲۴} بنا شده است. تابع بر پایه شعاعی یک نوع شبکه عصبی با سه لایه و شبکه عصبی با تاخیر یک مفهوم با چند لایه است.

²¹ Segmentation of touching numerals

²² Digit recognition

²³ Radial basis function(RBF)

²⁴ Time delay neural network(TDNN)



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



۲-۱۱ تشخیص مبلغ حروفی چک ۲۵

تشخیص مبلغ حروفی اولویت بالاتری نسبت به مبلغ عددی دارد. تشخیص مبلغ حروفی چک‌ها امری مشکل است چون بصورت ساختاری کاراکترهای حرفی پیچیده‌ترند و همچنین انواع سبک نوشتن با هم فرق می‌کنند. اساساً دو روش برای این امر وجود دارد: تحلیل و کلی.

در روش تحلیلی، هر کلمه دست نویس از مبلغ حروفی بر اساس شناسایی کاراکترهای تشکیل دهنده آن، شناسایی می‌شود. یک کلمه به اجزای خود مثل کاراکترها و یا حروف تجزیه می‌شود و سپس آن‌ها شناسایی می‌شوند. روش تحلیلی همچنین می‌تواند به روش شناسایی کل کاراکتر و روش شناسایی زیر کاراکتر تقسیم شود. در روش کلی، کلمه به عنوان یک بخش واحد در نظر گرفته می‌شود و تشخیص بودن قطعه بندی حروف صورت می‌گیرد.

۲-۱۲ تحقیقات مرتبط

در این بخش به تعدادی از روشهای شناسایی ارقام و حروف فارسی و عربی که در پایان نامه‌های کارشناسی ارشد و دکترای داخل کشور و مقالات داخلی و خارجی معرفی شده اند، اشاره می‌کنیم.

حسن سلطان زاده در [۱۲] شناسایی ارقام دستنویس فارسی با استفاده از گرادیان و دسته بندی کننده ماشین بردار پشتیبان ارائه کرد، در این مقاله روشی برای شناسایی اعداد دستنویس فارسی ارائه شده که در آن از ویژگیهای استخراج شده از گرادیان تصویر استفاده می‌شود. در این روش، ابتدا تصویر به اندازه استاندارد نرمال شده و گرادیان تصویر محاسبه می‌گردد. سپس برای هر نقطه از تصویر، زاویه گرادیان محاسبه شده و به 4 یا 8 زاویه استاندارد، تبدیل می‌گردد. از روی تصویر گرادیان حاصل، 4 یا 8 تصویر مجزا ساخته می‌شود که هر کدام از این تصاویر مقادیر گرادیان مربوط به یکی از زوایای استاندارد را در خود نگه میدارد. با نمونه برداری از تصاویر فوق ویژگیهای نهایی استخراج می‌شوند. در روش ارائه شده، عمل دسته بندی با استفاده از ماشینهای بردار پشتیبان صورت گرفته است. روش معرفی شده، با استفاده از 3939 نمونه آزمایشی، مورد آزمون قرار گرفته است که میزان تشخیص 99/59 درصد بدست آمده است.

²⁵ Legal amount recognition



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۳ و ۲ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



اسماعیل میری، در [۱۳] بهبود بازشناسی ارقام دستنویس فارسی به کمک خوشه بندی را ارائه کرد. در این پایان نامه از سه طبقه بندی کننده فازی، شبکه عصبی چند لایه‌ی پرسپترون و شبکه عصبی احتمالاتی برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی استفاده شده است. پایگاه داده‌ی مورد استفاده در این پایان نامه پایگاه داده هدی است. این پایگاه داده شامل ۱۰۲۳۵۲ نمونه است که از ۶۰،۰۰۰ نمونه برای آموزش و تصدیق طبقه بندی کننده و ۲۰،۰۰۰ نمونه جهت آزمایش استفاده شده است.

محسن مشکی، در [۱۴] بهینه‌سازی پارامترهای موثر در استخراج ویژگی از ارقام دستنویس فارسی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ارائه کرد. در آن یک روش مبتنی بر الگوریتم ژنتیک برای انتخاب بهینه پارامترهای مربوط به استخراج ویژگی از ارقام دستنویس فارسی ارائه شده است.

صالح پور، در [۱۵] بازشناسی ارقام دستنویس فارسی مقاوم در برابر چرخش و تغییر مقیاس توسط طبقه‌بندی کننده SVM فازی مبتنی بر خوشه‌بندی K-means ارائه کرد. روشی برای تشخیص ارقام معرفی کرد که در برابر چرخش و تغییر مقیاس تا حد قابل قبولی مقاوم می‌باشد. همچنین برای استخراج ویژگی و هم برای طبقه بندی از دو روش مجزا استفاده کرد. نرخ بازشناسی بر روی ۷۶۰۰ نمونه آموزشی در حالت بدون چرخش، 97/3 درصد بدست آمده است.

"مجید زیارتبان" در [۱۶] یک ساختاری جدید برای استخراج ویژگی از اعداد فارسی/عربی دست نوشته، ارائه شده است. پس از پیش پردازش اولیه و تبدیل تصویر به تصویر باینری، ابتدا رقم دست نوشته، نازک شده و اسکلت آن از تصویر استخراج می‌شود. سپس نقاط مهم تصویر بدست آمده، مشخص می‌شوند. رقم نازک شده به قطعه خطی تقسیم می‌شود و از هر قطعه، کدهای اولیه استخراج می‌شود. در نهایت یک بردار ویژگی بدست می‌آید که طول آن به تعداد قطعه خطها بستگی دارد. درصد تشخیص با این ویژگی ها و با طبقه‌بندی کننده مبتنی بر نزدیکترین همسایه، ۹۴/۴۴ درصد بدست آمد. این آزمایشات بر روی دادگانی شامل ۴۸۰ نمونه برای هر رقم انجام شد که ۲۸۰ نمونه برای آموزش و ۲۰۰ نمونه برای آزمایش بکار گرفته شدند.

در [۱۷] برای چک‌های چینی، یک روش استخراج بر اساس ماشین بردار پشتیبان^{۲۶} ارائه شده است. در ابتدا لوگوی بانک با استفاده از ماشین بردار پشتیبان که از اطلاعات لایه ای و خصیصه‌های اصلی تصویر است، تشخیص داده می‌شود. کاراکترهای

²⁶ Support vector machine(SVM)



نوع چک سپس با استفاده از ماشین بردارپشتیبان تشخیص داده می‌شود. بعد از تشخیص بانک و نوع چک، یک الگوی خالی چک از چک واقعی مورد نظر حذف می‌شود تا مقادیر مورد نظر بدست آیند.

در [۱۸] یک روش محلی آستانه‌گیری برای جداکردن دست نوشته‌ها از پس‌زمینه مورد بحث قرار گرفته است.

در [۱۹] برای چک‌های ایرانی، یک روش جداسازی با استفاده از هم‌ریختی ریاضی و اجزای بهم پیوسته ارائه شده است.

در [۲۰] از ایده جدول مخفی مارکوف^{۲۷} برای جداکردن دست نوشته‌ها از کلمات چاپی روی چک استفاده می‌شود.

۴ - روش تحقیق :

در این تحقیق از جعبه ابزاری که با استفاده از این روش و برای نرم‌افزار متلب نوشته شده استفاده شده است. کدهای برنامه استخراج ویژگی (موجک) و طبقه‌بندی (ماشین بردار پشتیبان) در نرم‌افزار متلب نوشته شده و برای استخراج فیلهای دست-نویس چک و ذخیره در پایگاه داده برای ارزیابی تحقیق، از نرم‌افزار C# و Sql server 2008 R2 استفاده شده است.

برای ارزیابی الگوریتم پیشنهادی با توجه به حساسیت موضوع (تشخیص صحیح مبلغ چک) لازم است که از پایگاه داده ای استفاده شود که داده های آن توسط افراد (مشتریان بانکی) تحت هیچ شرایطی و بدون اطلاع قبلی به آنان، اطلاعات درج و از آن اطلاعات برای داده‌های پایگاه داده استفاده گردد.

به دلیل عدم پایگاه داده با ویژگیهای فوق برآمدیم که پایگاه داده با با ویژگیهای ذیل ایجاد کنیم:

- ۵۰۰۰ برگ چک تکمیل شده مشتریان به صورت رنگی اسکن شده واز تصویر اسکن شده فیلهای مورد نظر استخراج و در پایگاه داده ذخیره گردید
- فرمت اولیه تمامی چکهای اسکن شده به صورت Tif، با دقت تفکیک ۳۰۰ نقطه بر اینچ و به صورت رنگی اسکن می‌شود
- این پایگاه داده شامل تصاویر: کل چک و فیلهای استخراج شده از آن (شماره چک، مبلغ به عدد، مبلغ به حروف و در وجه) می‌باشد. لازم بذکر است که قسمت امضا محو شده است.



- مجموعه داده شامل ۳۵۰۰ نمونه آموزش و ۱۵۰۰ نمونه آزمایش که در آن توزیع تعداد تصاویر به ازای هر رقم برابر نبوده و برخی از آنها به خوبی جداسازی نشده اند.

این نمونه ها به صورت رنگی در پایگاه داده ذخیره گردید. شکل ۴ استخراج فیلهای دسته چک و ثبت در پایگاه داده و شکل ۵ نمایش از پایگاه داده را نمایش می دهد.



شکل ۴- استخراج فیلهای دسته چک



شکل ۵- نمایش از پایگاه داده

در این تحقیق پس از دریافت اسکن تصویر چک و تبدیل تصویر اسکن شده به باینری، محل درج مبلغ چک به عدد استخراج و جداسازی ارقام از فیلد مربوطه انجام می شود. پیش پردازش های مناسب برای کاهش نویز روی تصویر اعمال و بعد از نرمال سازی، آن تصاویر در مرکز قابی قرار گرفته می شوند، سپس از روی تصویر حاصل ویژگی های مناسب استخراج می گردند و در نهایت در

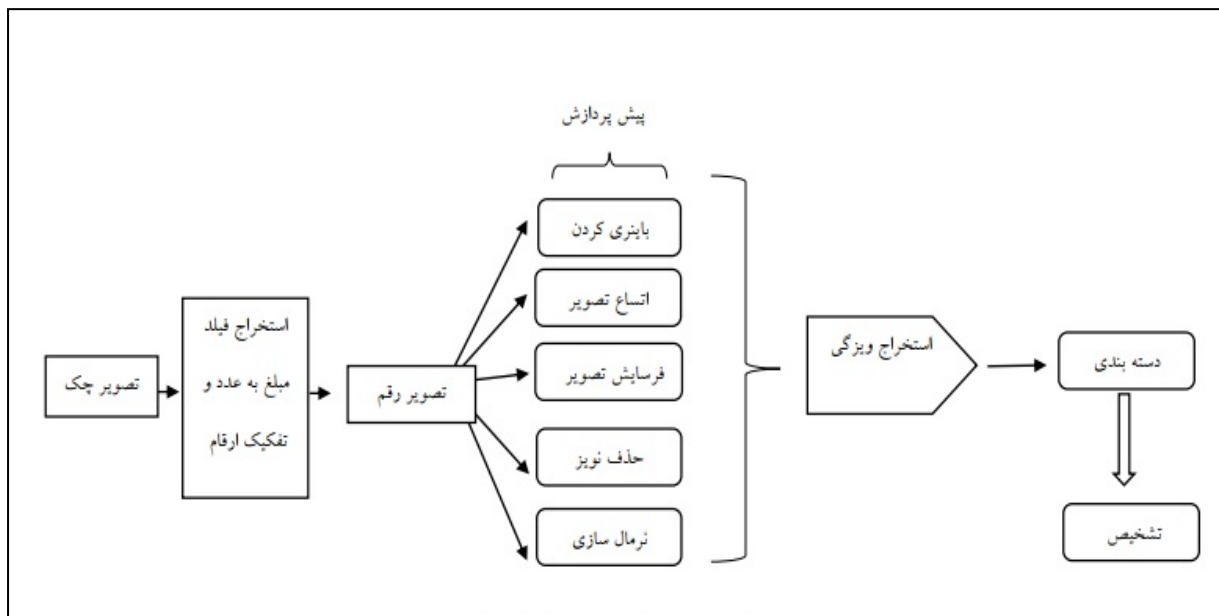


مرحله طبقه بندی، مرزبندی صحیحی بین بردارهای ویژگی ایجاد شده و بدین ترتیب بازشناسی نمونه ورودی به سیستم انجام می شود. در مرحله طبقه بندی از طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان استفاده می شود. اما دلیل اهمیت بسیار زیاد موضوع، کوچکترین نرخ خطا هم در تشخیص مبلغ چک نباید وجود داشته باشد. به همین دلیل بهتر است در مواردی که احتمال خطا وجود دارد، سیستم، عمل تشخیص را انجام نداده و بعبارت دیگر، نمونه ورودی را رد^{۲۸} نماید. با این روش، نرخ تشخیص قابل قبول و مطمئنی به دست می آید.

به طور کلی کیفیت و کارایی روش های شناسایی اعداد دست نوشته مستقل از زبان و نوع نوشتار به الگوریتم های انتخابی برای استخراج ویژگی و الگوریتم های انتخابی برای دسته بندی وابسته است.

شکل ۶ دیگرام کلی روش ارائه شده برای تشخیص اعداد دستنویس مبلغ چک به عدد را نشان می دهد.

در مرحله استخراج ویژگی، به هر نمونه پیش پردازش شده یک بردار ویژگی اختصاص داده شده و در نهایت در مرحله طبقه بندی، مرز بندی صحیحی بین بردارهای ویژگی ایجاد شده و بدین ترتیب بازشناسی نمونه ورودی به سیستم انجام می شود. بنابراین مرحله پیش پردازش تاثیر به سزایی در صحت نتایج سیستم بازشناسی ارقام دارد.



شکل ۶- مراحل تشخیص مبلغ چک بانکی



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۳ و ۲ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کاربری در کسب و کار مالی



در بخش طبقه بندی باید مرزبندی صحیحی بین بردارهای ویژگی انجام شود بنحوی که نمونه های هر الگو با مرز مشخصی از بقیه نمونه‌ها تفکیک شوند

در این تحقیق به شناسایی مبلغ به عدد بر روی چک با استفاده از روشهای آماری می پردازیم که در مرحله پیش پردازش مشکلات اساسی در چک های موجود وجود دارد که به موارد زیر می توان اشاره کرد:

- عدم حذف پیش زمینه کاغذ با روشهای ساده و حذف برخی اطلاعات مفید چک در مرحله پیش پردازش به دلیل نوع رنگ به کار رفته در پیش زمینه کاغذ چک
- محدود نکردن فضای مورد نیاز برای بخش های مختلف چک
- عدم وجود راه حلی برای پیدا کردن محل دقیق بخش های مورد نظر و جداسازی آنها به صورت خودکار
- تفاوت زیاد ساختار و تنوع چکها در بانکها و موسسات اعتباری از نظر مکان قرارگیری بخشها
- عدم وجود راه حلی ساده برای تصحیح کجی چکهای اسکن شده

برای ارزیابی الگوریتم‌های شناسایی ارقام، لازم است تا از پایگاه داده‌هایی استفاده شود که قابل استناد و کلیه کاراکترها را تحت پوشش و بتواند ویژگیها و محدودیت‌های الگوریتم‌ها را مورد ارزیابی و سنجش قراردهد بدون آنکه به سمت هیچ کدام از روشهای استخراج ویژگی و دسته بندی متمایل باشد.

۵ - یافته ها و نتایج :

۱-۵ پیش پردازش های استفاده شده

تمرکز این مقاله بر ارقام دست نوشته فارسی است و با توجه به پایگاه داده های موجود، پیش پردازش ها صرفا شامل باینری کردن، حذف نویز، تشخیص ارقام از فیلد مبلغ عددی، و یکسان کردن اندازه تصاویر آنهاست و شامل حذف چرخش یا اعوجاج و ... نمی‌شود.

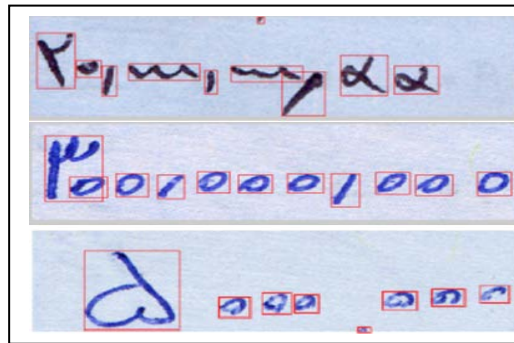
۲-۵ استخراج ارقام

بعد از باینری و حذف نویز تصویر که برای کاهش آن از فیلتر میانه استفاده شده، در این مرحله از پیش پردازش از تصویر فیلد مبلغ عددی به رقم، محدوده هر رقم از تصویر کلی مشخص و استخراج می‌گردد.



برای این کار ابتدا آن قدر ستون به ستون پیش می رویم تا به ستونی برسیم که حداقل یک نقطه سیاه درون آن باشد. وقتی که ستون شروع کاراکتر پیدا شد آنقدر در عرض تصویر اولیه پیش می رویم که به ستونی برسیم که هیچ پیکسل سیاهی در آن نباشد و آن ستون به عنوان آخرین ستون کاراکتر در نظر گرفته می شود. حال که ستون ابتدایی و انتهایی کاراکتر را داریم از ستون اول تا ستون آخر به دنبال اولین سطر و آخرین سطر کاراکتر می گردیم.

باید اضافه کنم که الگوریتم تفکیک رقم می توان طوری تغییر داد که سطر اول و سطر آخر کاراکتر در هنگام یافتن ستون اول و ستون آخر بدست آید و در این صورت از پردازشهای اضافی در دو مرحله قبل جلوگیری می شود.



شکل ۷- استخراج ارقام از مبلغ دست نویس

۳-۵ یکسان کردن اندازه تصاویر

پس از حذف نویز و پس زمینه نوبت به نرمال کردن اندازه تصاویر است. یک روش که ما آن را نرمال سازی ساده می نامیم، این است که فارغ از متحوی تصویر و طول و عرض آن، تصویر را به اندازه دلخواه مثلاً ۶۴ در ۶۴ نرمال کنیم. نتیجه ی این روش نرمال سازی در شکل ۸ آمده است.



شکل ۸- تصویر ارقام شکل ۳ که به روش نرمال سازی ساده، هم اندازه شده اند.



مشکل این روش این است که چون ارقام از هر طرف کشیده می‌شوند، در ارقامی که طول و عرض آنها متفاوت است، به دلیل کشیده شدن تصویر رقم نتیجه کار مناسب نخواهد بود. تصویر ارقام ۲ و ۱ در شکل ۸ نمونه‌هایی از این مشکل است.

در روش دیگر با نام نرمال متناسب تصویر رقم، برای نرمال کردن تصویر رقم با عرض w و طول l به تصویری با ابعاد مثلا

$$64 \times 64, \text{ اگر } \frac{l}{w} \text{ بوده, } l_{\text{new}} \text{ به } 64 \text{ نرمال شده و } w_{\text{new}} = 64 * \frac{l}{w} \text{ و اگر } w > l \text{ بوده } w_{\text{new}} \text{ به } 64 \text{ نرمال و } l_{\text{new}} = 64 * \frac{w}{l}$$

نرمال می‌شود سپس این تصویر در مرکز یک تصویر 64×64 که تمام درایه‌های آن هم رنگ پس زمینه تصویر اصلی نرمال شده هستند، قرار می‌گیرد. استفاده از این روش برای نرمال سازی ابعاد تصویر باعث می‌شود که ابعاد تصاویر بطور متناسب تغییر اندازه داده شوند و تصویر حاصل، مشابهت بیشتری به تصویر اصلی داشته باشد. این روش نسبت به روش تغییر مقیاس همزمان طولی و عرضی تصویر تاثیر بسزایی در بهبود نتایج طبقه بندی به همراه دارد. در شکل ۹ ارقام نرمال شده با این روش نشان داده شده‌اند.



شکل ۹- تصویر ارقام که به روش نرمال سازی متناسب، هم اندازه شده اند.

با توجه به توضیحات ارائه شده در این پایان نامه و در موارد مورد نیاز، از روش آستانه‌گیری پویا و نرمال سازی متناسب تصویر برای حذف نویز و هم اندازه کردن تصویر استفاده شده است.

۴-۵ استخراج ویژگی^{۲۹}

پس از دریافت تصویر ورودی ارقام بصورت مجزا و با فرم باینری، پیش پردازشهای مناسب برای کاهش نویز روی آنها صورت می‌گیرد و سپس از روی تصویر حاصل ویژگیهای مناسب استخراج می‌گردند. برای استخراج ویژگی تصاویر نرمال شده از تبدیل موجک گسسته^{۳۰} با موجک هار^{۳۱} استفاده می‌کنیم در این مرحله، تبدیل موجک سه سطحی بر روی تصویر نرمال شده اعمال

²⁹ Feature extraction

³⁰ Discrete Wavelet Transform



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام های پرداخت

تهران، مرکز همایش های بین المللی برج میلاد - ۳ و ۲ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



می شود و ضرایب باند LL از سطح سوم استخراج می شود. در انتها ماتریس ضرایب باند LL به صورت برداری در آمده، یک فیلتر پایین گذر^{۳۲} به منظور هموارسازی بیشتر ضرایب، به آن اعمال می شود. عبارتی از تصویر تقریب^{۳۳} سطح ۳ استفاده و آنرا با الحاق ستون به بردار ویژگی تبدیل می کنیم. در مرحله پیش پردازش مقیاس هر تصویر ۶۴*۶۴ است بنابراین تصویر تقریب آن در سطح ۳، ۸*۸ می شود که بدان معنی است که طول بردار ویژگی ۶۴ است.

۵-۵ طبقه بندی

هر رقم (نمونه آموزشی)، بصورت یک تصویر باینری ۸*۸ پیکسل ذخیره شده است. تعداد دادگان آموزشی ۳۵۰۰ رقم و تعداد دادگان آزمایشی ۱۵۰۰ رقم است. دسته بندی کننده مورد استفاده در این تحقیق، ماشین بردار پشتیبان می باشد. برای مسائل M کلاسه باید از ترکیب دسته بندی کننده های دوتایی استفاده نمود. برای این منظور می توان از روش یکی در مقابل بقیه و یا روش یکی در مقابل دیگری و یا از روشهای سلسله مراتبی استفاده نمود. در این تحقیق از ماشین بردار پشتیبان چند کلاسه به روش یکی در مقابل بقیه استفاده شده است. در این روش تعداد ۱۱ دسته بندی کننده ساخته می شود که هر کدام از آنها یکی از اعداد ۰ تا ۹ و/ یا از بقیه جدا می کند، برای بدست آوردن جواب برای یک نمونه ورودی، نمونه مذکور به هریک از دسته بندی های فوق داده می شود. دسته بندی کننده ای که بزرگترین مقدار خروجی را تولید کند، کلاس نمونه ورودی را معین خواهد کرد.

در این تحقیق از دو نوع کرنل چند جمله ای و کرنل گاوسی استفاده شده است. در اولین آزمایش صورت گرفته، از کرنل چند جمله ای برای دسته بندی کننده استفاده شده است. همچنین برای درجه چند جمله ای (p)، در هر حالت، مقادیر ۱ تا ۵ بطور جداگانه مورد آزمایش قرار گرفته اند و بهترین مقدار با توجه به خطای نمونه های آزمایشی، انتخاب شده است. مقدار پارامتر جریمه C نیز برابر ۱۰ انتخاب شده است. در آزمایش دیگری از کرنل RBF، بجای کرنل چند جمله ای استفاده شده است. مقدار پارامتر



با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ مشاهده میشود که میزان تشخیص حاصل با استفاده از کرنل RBF بجای کرنل چند جمله ای افزایش یافته است. بهترین میزان تشخیص حاصل در این حالت برابر ۹۶ درصد می باشد.

Kernel function	c	p	σ	میزان تشخیص	میزان خطا
Linear	۱	—	—	۸۸	۴/۴
Linear	۱۰	—	—	۸۶	۳/۹
Linear	۱۰۰	—	—	۸۶	۳/۹
RBF	۱۰	—	۰,۲۵	۹۳	۲/۲۷
RBF	۱۰	—	۰,۱	۹۵	۱/۰۴
RBF	۱۰	—	۰,۰۵	۹۴	۰/۸۹
RBF	۱۰	—	۰,۰۶	۹۶	۰/۵۱
Polynomial	۱۰	۲	—	۹۳	۲/۰۳
Polynomial	۱۰	۳	—	۹۵	۰/۹۹

جدول ۱ - نتایج بازسناسی حاصل از سیستم ارائه شده

در شکل ۱۰ تصویر کاراکترهایی که در آزمایش فوق (بهترین حالت در جدول ۱) بدرستی شناسایی نشده اند، نشان داده شده است. با توجه به شکل مشاهده میشود که عمده خطای حاصل مربوط به تفکیک اعداد ۲،۳،۴ و نیز اعداد ۰ و ۵ از یکدیگر بوده است که برای حل مشکل از ارتفاع محیطی^{۳۴} استفاده شد. نمونه های که ارتفاع آنها از مقدار L_T با توجه به حداقل ارتفاع ممکن برای اعداد، تعیین میگردد کمتر باشد جز یکی از آن دو دسته می باشند

³⁴Bounding box



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



1-4	2-3	2-3	3-2	3-2	3-2	3-4	4-2	4-2	5-0
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۰
5-4	6-9	6-1	9-6	0-5	0-5	0-1	0-8	0-8	0-1

شکل ۱۰ تصویر کاراکترهایی که در سیستم ارائه شده، بصورت اشتباه شناسایی شده. عدد نوشته شده در سمت چپ بالای هر حرف کلاس صحیح نمونه و عدد سمت راست، کلاس شناسایی شده را مشخص می‌کند.

مقدار L_T با توجه به حداقل ارتفاع ممکن برای اعداد غیر صفر، تعیین می‌گردد. با اعمال این روش میزان تشخیص به ۹۷,۵۹ درصد رسیده است. در جدول ۲-۵ درصد شناسایی هر کدام از ارقام آمده است.

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۹۰,۵	۹۳	۹۱	۹۰	۹۲	۹۰	۹۲,۵	۹۸,۵	۹۷	۹۸,۵

جدول ۲-۵ درصد شناسایی ارقام در سیستم ارائه شده

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

در این تحقیق پایگاه داده جدیدی جهت ارزیابی الگوریتمهای شناسایی اعداد دستنویس فارسی بر روی چک بانکی ارائه شد.

ابتدا اعداد از رشته عددی (فیلد مبلغ به عدد) استخراج و تصویر هر رقم جدا شده به ابعاد 64×64 نرمال و بر روی تصویر نرمال شده برای استخراج ویژگی از موجک هار استفاده شده است. همچنین دو کرنل RBF و کرنل چندجمله‌ای برای دسته بندی‌کننده ماشین بردار پشتیبان بصورت جداگانه مورد آزمایش قرار گرفتند. روش فوق با استفاده از ۳۵۰۰ نمونه آموزش و ۱۵۰۰ نمونه آزمایش مورد بررسی قرار گرفته که بهترین میزان تشخیص ۹۶/۹ درصد بوده است.

با توجه به اینکه روشهای مختلفی برای شناسایی اعداد فارسی، عربی، انگلیسی ارائه شده ولی از پایگاه داده ثابتی استفاده نکرده‌اند، که نمی‌توان براحتی آنها را با روش ارائه شده مقایسه کرد.



هفتمین همایش سالانه
بانکداری الکترونیک
و نظام‌های پرداخت

تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی برج میلاد - ۲ و ۳ بهمن ۱۳۹۶

7th Annual Conference
on Electronic Banking
and Payment Systems

نوآوری، بازیگران جدید و کارایی در کسب و کار مالی



۷- تحقیقات آینده

- تشخیص مبلغ حروفی و اعتبار سنجی مبلغ و تایید آن
- محاسبه پارامترهای کرنل ماشین بردار پشتیبان با الگوریتمهای تکاملی
- بهینه کردن پایگاه داده

[۳] علیرضا ختن زاده، "تشخیص حروف و ارقام دست‌نویس فارسی با استفاده از گشتاورهای "شبه زرنیکی" و به کمک شبکه‌های عصبی"

[۴] مسروی کیوان، "شناسایی برون خط کلمات دست‌نویس فارسی در یک مجموعه محدود" پایان نامه دکتری به راهنمایی: دکتر احسان اله کبیر دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۷۹

[۸] شکوهی زینب، "تشخیص دست نوشته اعداد فارسی با استفاده از استخراج ویژگی ها به صورت غیر خطی" در ششمین کنفرانس داده کاوی ایران آذر ۹۱

[۱۲] سلطان زاده حسن، "شناسایی ارقام دست‌نویس فارسی با استفاده از گرادیان و دسته بندی کننده ماشین بردار پشتیبان"، ششمین کنفرانس داده کاوی ایران، آذر ۹۱

۱۳ میری اسماعیل، "بهبود بازشناسی ارقام دست‌نویس فارسی به کمک خوشه بندی"، دانشگاه بیرجند دانشکده مهندسی ۹۰
[۱۴] مشکی محسن، "بهینه‌سازی پارامترهای موثر در استخراج ویژگی از ارقام دست‌نویس فارسی با استفاده از الگوریتم ژنتیک"، اولین کنفرانس مشترک سیستمهای فازی و هوشمند ایران

[۱۵] صالح پور مهدی، "بازشناسی ارقام دست‌نویس فارسی مقاوم در برابر چرخش و تغییر مقیاس توسط طبقه بندی کننده SVM فازی مبتنی بر خوشه بند K-means پ، نخستین کنفرانس بین‌المللی پردازش خط و زبان فارسی، شهریور ۹۱



[۱۶] زیارتیان مجید، "ارائه یک روش ساختاری جدید مبتنی بر قطعه بندی تصویر نازم شده برای شناسایی اعداد دست نویس فارسی / عربی" در سومین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران

[1] Palacios, R., Gupta, A.: A system for processing handwritten bank checks automatically. (2008)

[2] <http://www.banknetindia.com/banking/chqtruncationb.htm>

[5] www.a2ia.com/Addon_Site/Upload/Autres/checkreader_3.4.pdf

[6] Lin, X.: Quality assurance in high volume document digitization: a survey. In: Proceedings of 2nd International Conference on Document Image Analysis for Libraries, pp. 312-319 (2006)

[7] Boutros, G.: Automating Degraded Image Enhancement Processing (DIEP), Symposium on Document Image Understanding Technology, College Park, Maryland (2005)

[8] Garain, U., Halder, B.: Machine authentication of security documents. In: Proceedings of 10th International Conference on Document Analysis and Recognition, pp. 718-722 (2009)

[9] Dawoud, A., Kamel, M.: Iterative model-based binarization algorithm for cheque images. Int. J. Document Anal. Recognit. **5**, 28-38 (2002)

[10]. Guillevic, D., Suen, C.Y.: Recognition of legal amounts on bank cheques. Pattern Anal. Appl. **1**(1), 28-41 (1998)

[11] Nagy, G., Twenty years of document image analysis in PAMI. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, pp. 38-62, Jan 2000.

[17]. Dzuba, G., Filatov, A., Gershuny, D., Kil, I., Nikitin, V.: Check amount recognition based on the cross validation of courtesy and legal amount fields. Int. J. Pattern Recognit. Artif. Intell. **11**(4), 639-655 (1997)

[18]. Casey, R.G., Lecolinet, E.: A survey of methods and strategies in character segmentation.

[19]. Zhang, L.Q., Suen, C.Y.: Recognition of courtesy amounts on bank checks based on a segmentation approach. In: Proceedings of the Eighth International Workshop on Frontiers in Handwriting

[20]. Dimauro, G., Impedovo, S., Salzo, A.: Automatic bank check processing: a new engineered system