

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران



مروری بر الگوریتم های استخراج ویژگی و روش های طبقه بندی در سیستم های بازشناسی ارقام دستنویس فارسی برون خط

مهدی علیپور

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
Eng.m.alipoor69@gmail.com

کاظم نیک فرجام

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
Nikfarjam@iaubir.ac.ir

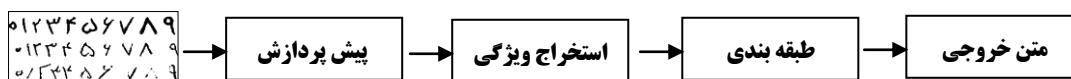
چکیده

در دهه های اخیر مسأله ی بازشناسی الگوهای نوشتاری در تصاویر اسناد مکتوب به زبان های مختلف، مورد توجه محققین مختلفی قرار گرفته است که نتایج این تحقیقات بعضاً منجر به پیدایش مجموعه ای سریع و تا حد زیادی مطمئن، موسوم به بازشناسی نوری کاراکتر شده است. بازشناسی ارقام دستنویس فارسی یکی از مسائل مهم در حوزه بازشناسی الگو می باشد. تحقیقات در این زمینه چندین دهه است که آغاز شده و هنوز هم در حال تحول می باشد. یکی از مواردی که اخیراً در بازشناسی الگو بسیار مورد توجه قرار گرفته، انتخاب ویژگی و انتخاب طبقه بند مناسب است. با پیدا کردن بهترین گروه ویژگی ها از میان کل ویژگی هایی که استخراج می شوند، می توان علاوه بر کاهش تعداد ویژگی ها و هزینه های محاسباتی، نرخ بازشناسی را به میزان قابل توجهی بهبود بخشید. روش این پژوهش توصیفی - مروری است و از منابع کتابخانه ای و پژوهش های قبلی استفاده شده است. این تحقیق به مساله الگوریتم های انتخاب ویژگی و طبقه بندی بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. همچنین بیان گردید که ادغام چند الگوریتم استخراج ویژگی تاثیر مستقیمی در افزایش کارایی سیستم، کیفیت و نرخ بازشناسی در بازشناسی ارقام دستنویس فارسی دارد.

واژگان کلیدی: بازشناسی ارقام دستنویس فارسی، استخراج ویژگی و طبقه بندی

مقدمه

بازشناسی ارقام دستنویس فارسی یکی از فیلدهای پردازش تصویر و بازشناسی الگو و یکی از مسائل مهم در حوزه بازشناسی حروف نوری است که تحقیقات گسترده ای را به خود اختصاص داده و هنوز هم در حال تحول است. تحقیقات در این زمینه از حدود 50 سال پیش آغاز شده و هم اکنون در کاربردهای مختلفی همچون اتوماسیون ادارات، بازرینی و تایید چک، انواع تجارت های بانکی و بلیط های بانکی و فرم ها با دست نوشته می شود و کاربردهای واردسازی داده ها از آن استفاده می شود. روش های مختلفی برای بازشناسی استفاده شده است که از جمله آنها می توان به روشهای آماری، ساختاری، روش های شبکه عصبی و فازی اشاره کرد. در زمینه بازشناسی ارقام دستنویس، کارهای زیادی صورت گرفته است. استفاده از یک سیستم بازشناسی ارقام دستنویس در عمل، با چالش هایی مواجه است که مهمترین آنها ضرورت بالا بودن نرخ بازشناسی است. در حوزه زبان فارسی، به دلیل شباهت زیادی که ارقام به هم دارند و همچنین تفاوت در شیوه رسم آنها، ایجاد یک سیستم بازشناسی با دقت قابل قبول برای استفاده عملی با مشکلاتی مواجه است. از این رو توسعه روش هایی برای بهبود دقت در آنها ضروری است. یکی از موثرترین عوامل بهبود دقت در یک سیستم بازشناسی ارقام دستنویس، انتخاب ویژگی های بهینه از بین مجموعه کل ویژگی های استخراج شده است. انتخاب ویژگی یعنی انتخاب مجموعه کوچکی از ویژگی ها که جمعاً برای توصیف الگوهای خاص مورد نظر ایده آل باشند. با این کار از استخراج ویژگی های غیرضروری اجتناب می شود. در بازشناسی الگو، از هر الگوی دنیای واقعی، مجموعه ای از صفات به صورت مقادیر کمی اندازه گیری می شود. این مجموعه، مجموعه ویژگیها برای توصیف آن الگو در دنیای دیجیتال است. معمولاً از الگوهای دنیای واقعی خصوصیات مختلفی را می توان اندازه گیری کرد. اما در نهایت استفاده از کل ویژگیهای استخراج شده، مقرون به صرفه نیست و به خاطر بزرگ بودن طول بردار ویژگی باعث کاهش کارایی سیستم بازشناسی می شود. همه طبقه بندها در ابعاد پایین بردار ویژگی نتایج قابل قبولی ارائه می کنند اما در ابعاد بزرگ بردار ویژگی گیج و سردرگم شده و با مشکل مشهور نفرین بعدیت رو به رو می شوند. با افزایش طول بردار ویژگی، هزینه بازشناسی بالاتر رفته و بیشتر باعث خطا در بازشناسی می شود. بنابراین یک مساله اساسی در بازشناسی، برای رسیدن به نرخ بازشناسی مطلوب و افزایش سرعت بازشناسی، کاهش ابعاد بردار ویژگی است و انتخاب خوب ویژگی ها نه تنها از ارزش ویژگی ها و کارایی آنها نمی کاهد بلکه تاثیر مثبتی روی ذخیره سازی، بازرایی و پردازش اطلاعات دارد. انتخاب ویژگی می تواند تاثیر قابل توجهی بر نرخ بازشناسی درست الگوریتم طبقه بندی، داشته باشد. هدف اصلی از انتخاب ویژگی، کاهش ابعاد بردار ویژگی در طبقه بندی می باشد به گونه ای که نرخ طبقه بندی قابل قبولی حاصل شود. در این شرایط ویژگی های با قدرت تمایز کم برای کلاسهای الگو حذف و ویژگی هایی با قدرت تمایز بالا باقی می ماند. پیدا کردن زیرمجموعه ای از ویژگی ها، از بین یک مجموعه بزرگ ویژگی، مسئله ای است که در بسیاری موارد با آن مواجه می شویم. در حالت عمومی مشخص نیست که کدام زیر مجموعه از ویژگی ها بیشترین تمایز را برای کلاسهای الگو مورد نظر ایجاد می کنند و از طرف دیگر امکان بررسی تمام زیرمجموعه های موجود، مقرون به صرفه نیست. عموماً کیفیت ویژگی های استخراج شده روی نتایج طبقه بندی اثر مستقیم می گذارد. مراحل اصلی یک سیستم بازشناسی ارقام دستنویس در شکل 1 آورده شده است.



شکل 1. سامانه‌ی بازشناسی ارقام دستنویس فارسی



به طور کلی ، اولین مرحله از یک سیستم بازشناسی ارقام، مرحله پیش پردازش است. هدف از اعمال انجام شده در مرحله پیش پردازش، ایجاد تمایز بهتر الگوها در فضای ویژگی است. مرحله پیش پردازش شامل اعمالی از قبیل: باینری سازی، حذف نویز، هموارسازی و نرمالیزه کردن می شود. در مرحله استخراج ویژگی، به هر نمونه پیش پردازش شده یک بردار ویژگی اختصاص داده شده و در نهایت در مرحله طبقه بندی به مرزبندی صحیحی بین بردارهای ویژگی ایجاد شده و بدین ترتیب بازشناسی نمونه ورودی به سیستم انجام می شود. (نحوی و همکاران، 1387)

استخراج ویژگی

مرحله استخراج ویژگی در بازشناسی الگو بسیار مهم است به دلیل اینکه نتایج حاصل از این مرحله، مستقیماً بر روی کیفیت و نرخ مرحله بازشناسی اثر می گذارد. در مرحله استخراج ویژگی، به هر الگوی ورودی، یک بردار ویژگی نسبت داده می شود که معرف آن الگو در فضای ویژگی ها است و آن را از سایر الگوها متمایز می سازد. در زیر به توضیح برخی ویژگی های استخراج شده از حروف و ارقام می پردازیم. به طور کلی روش های مختلف استخراج ویژگی از تصاویر اسناد به سه گروه اصلی تقسیم می شوند که به طور خلاصه بیان می شود:

1- تبدیل سراسری (بسط سری)

یک سیگنال پیوسته معمولاً حاوی اطلاعات بیشتری از میزان مورد نیاز برای استخراج ویژگی جهت اهداف طبقه بندی است. یک روش برای استخراج ویژگی یک سیگنال، بسط سری به صورت ترکیب خطی از توابع ساده تری (دارای پیچیدگی کمتر) که به نحو مناسبی تعریف شده اند، می باشد. به عبارتی ضرایب ترکیب خطی، سیگنال را به صورت فشرده تری کد می کنند

2- آماری

استخراج ویژگی یک تصویر سند بوسیله توزیع آماری آن تا اندازه ای تغییرات نگارشی را مورد توجه قرار می دهد. این روش استخراج ویژگی، بازسازی تصویر اولیه را امکان پذیر نمی سازد ولی از آن در جهت کاهش ابعاد مجموعه ویژگی ها استفاده می شود که بدین وسیله سرعت بالاتر و پیچیدگی کمتری حاصل می گردد

3- هندسی و توپولوژیکی

خصوصیات مختلف سراسری و محلی کاراکترها را می توان بوسیله ویژگی های هندسی و توپولوژیکی که از تحمل پذیری بالایی نسبت به اعوجاج ها و تغییرات سک نگارشی برخوردارند، باز نمایی نمود. این روش باز نمایی ممکن است برخی دانشها در مورد ساختار شیئی را نیز کد نماید و یا امکان دارد اطلاعاتی را فراهم نماید که بواسطه آن بتوان تشخیص داد که چه نوع از اجزاء ساختار شیئی را تشکیل می دهند.

طبقه بندی

یکی از مراحل اصلی فرآیند بازشناسی طبقه بندی است. مرحله طبقه بندی شامل روش هایی برای متناظر ساختن هر یک از الگوهای به دست آمده از مرحله استخراج ویژگی ها، با یکی از کلاس های فضای الگوهای مورد بحث است که از طریق کمینه ساختن فاصله بردار ویژگی های هر الگوی ورودی نسبت به یکی از بردارهای مرجع، انجام می گیرد. بردارهای مرجع، بردارهایی هستند که که قبلاً از نمونه های آموزشی اخذ شده اند. تکنیک های عرضه شده برای مرحله طبقه بندی را می توان در روش های مربوط به چهار گروه عمومی مبحث شناسایی الگو جستجو نمود.

1- تطابق قالبی

2- تکنیک های آماری

3- تکنیک های ساختاری

4- شبکه های عصبی



چهار گروه فوق لزوماً مستقل یا مجزا از یکدیگر نمی باشند و گاهی می توان تکنیک های یک گروه را در میان تکنیک های مربوط به دیگر گروه ها یافت ، در یک سیستم بازشناسی الگو می توانیم از یک یا چند طبقه بند استفاده کنیم.

مروری به تحقیقات انجام شده در زمینه بازشناسی ارقام دستنویس فارسی برون خط

در (Vahid. Moradi et al, 2016) برای بازشناسی ارقام دستنویس از فیلتر گابور در مرحله استخراج ویژگی بهره برده است. در مرحله طبقه بندی از ترکیب الگوریتم SVM و همچنین مدل مخفی مارکوف جهت تشخیص استفاده شده است. در این کار پژوهشی نتایج بر روی بانک اطلاعاتی هدی مورد بررسی قرار گرفته است که در نهایت نرخ بازشناسی 98/75 درصد به دست آمده است.

در (Ebrahimpour et al, 2010) برای بازشناسی الگو ارقام دستنویس فارسی از ویژگی مکان مشخص به عنوان ویژگی اصلی و mixture of RBF experts در مرحله طبقه بندی و از بانک اطلاعاتی هدی استفاده شده است. نرخ بازشناسی این روش 97/52 درصد گزارش شده است.

در (باسایی وحاتم، 1395) نیز به منظور بهبود نرخ بازشناسی، از میان کل ویژگی ها، ویژگی های مؤثر در افزایش نرخ بازشناسی انتخاب شده است. به منظور انتخاب ویژگی از الگوریتم تکاملی ژنتیک استفاده شده است. در روش مذکور از ویژگی گرادیان و طبقه بندی کننده شبکه عصبی پرسپترون چندلایه استفاده شده است. نرخ بازشناسی خوب 98/85 با استفاده از پایگاه داده هدی به دست آمده است. در این تحقیق از 40000 نمونه آموزشی و 20000 نمونه آزمایشی استفاده شده است.

در (صدیقی ناو و همکاران، 1387) ویژگی هیستوگرام گرادیان و مکان مشخصه توسعه یافته به صورت ترکیبی استفاده شده است. طبقه بندی کننده مورد استفاده SVM بوده است. در روش مذکور به منظور بهبود نرخ بازشناسی، ویژگی های تأثیرگذار بر افزایش نرخ بازشناسی از میان کل ویژگی های استخراج شده، با استفاده از الگوریتم بهینه سازی گروه ذرات باینری بهبود یافته (INBPSO) انتخاب شده است. بردار ویژگی اولیه استخراج شده دارای 400 ویژگی است و بعد از انتخاب ویژگی تا 64 تا ویژگی نیز کاهش یافته است. از پایگاه داده هدی که یک پایگاه داده بزرگ برای ارقام دستنویس فارسی می باشد، استفاده شده است. در این روش نرخ بازشناسی خوب 99/4 حاصل شده است.

در (خسروی و کبیر، 1385) به منظور افزایش سرعت استخراج ویژگی و افزایش نرخ بازشناسی دو ویژگی جدید به نام های گرادیان بهبود یافته و هیستوگرام گرادیان معرفی شده است. این دو ویژگی جدید بر مبنای ویژگی گرادیان روشنایی و برای تصاویر دوسطحی و خاکستری بوده است. با استفاده از طبقه بندی کننده شبکه عصبی و پایگاه داده هدی نرخ بازشناسی خوب 99/02 (گرادیان بهبود یافته) و 98/80 (هیستوگرام گرادیان) حاصل شده است. سرعت استخراج ویژگی گرادیان بهبود یافته و برای ویژگی هیستوگرام گرادیان نسبت به گرادیان روشنایی به ترتیب 2 برابر و 10 برابر شده است.

در (Khorashadizadeh and Latif, 2016) برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی از دو روش chain code و هیستوگرام گرادیان در مرحله استخراج ویژگی و از ماشین بردار پشتیبان به عنوان طبقه بند بهره برده است و برای ارزیابی روش خود از بانک اطلاعاتی هدی استفاده کرده است. نرخ بازشناسی برای ارقام فارسی 99/58 درصد گزارش شده است.

در (Javadi et al, 2011) برای تشخیص ارقام دستنویس فارسی در مرحله طبقه بندی از دو طبقه کننده شبکه های عصبی پرسپترون چندلایه بهره برده است. و در نهایت آزمایش های خود را بر روی دو پایگاه داده انجام داده اند، یک پایگاه داده به نام SRU که شامل 8600 رقم که توسط 860 نویسنده مختلف تهیه شد بود که از این تعداد 5000 نمونه جهت آموزش و 1450 رقم جهت آزمایش استفاده شده بود و همچنین از پایگاه داده هدی نیز جهت انجام آزمایش ها استفاده شده است. نرخ بازشناسی به دست آمده از پایگاه داده های SRU و هدی به ترتیب 97/73 درصد و 96/48 درصد می باشد.

در (Azmi et al, 2011) از روش مثلث هندسی که بر پایه مختصات سه گوش آن می باشد جهت مرحله استخراج ویژگی استفاده شده است که در نهایت 6 ویژگی استخراج می شوند. از ماشین بردار پشتیبان و شبکه های عصبی جهت طبقه بندی کننده استفاده شده است. در نهایت نتایج بر روی پایگاه داده هدی آزمایش و نرخ بازشناسی 98/07 درصد را گزارش می دهد.

در (Shayagan and chan, 2012) پژوهش بیشترین تمرکز را بر روی مرحله استخراج ویژگی قرار داده است از دیاگرام توزیع استاندارد و دوبعدی در مرحله استخراج ویژگی استفاده شده است که از بردار ویژگی آن 58 ویژگی استخراج گردیده است. در مرحله طبقه بندی از شبکه های عصبی استفاده شده است. ارزیابی نتایج نیز بر اساس پایگاه داده اعداد هدی انجام گرفته و بهترین نرخ تشخیص اعداد دستنویس فارسی برای 95/70 درصد گزارش گردیده است.

در (Safdari, Reza and Moin Mohamad-sahram, 2016) از ویژگی های auto coder و یادگیری وزن در مرحله استخراج ویژگی و از رگرسیون soft max جهت مرحله طبقه بندی استفاده شده است. در نهایت با استفاده از آزمایش هایی روی بانک اطلاعاتی هدی صورت گرفته است نرخ بازشناسی 98/22 درصد به دست آمده است.

در (میری و همکاران، 1392) روشی ارائه شده که بازشناسی فازی ارقام دستنویس فارسی را بهبود بخشیده بود. روشی فازی اولیه دارای یک قاعده فازی برای هر رقم بوده است. در روش فازی بهبود یافته داده های آموزشی مربوط به هر رقم به چند خوشه تقسیم و با توجه داده های هر خوشه یک قاعده فازی استخراج شده بود. تعداد خوشه های بهینه را الگوریتم بهینه سازی گروه ذرات به طور تصادفی انتخاب کرده است. نرخ بازشناسی خوب 96/20 حاصل شده است در این مقاله نیز از پایگاه داده هدی استفاده شده است.

در (Karimi et al, 2015) برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی بعد از اعمال مراحل پیش پردازش از قبیل نازک سازی، ترمیم فاصله برای تصویر و آماده شده برای مرحله استخراج ویژگی حدود 115 ویژگی از هر تصویر استخراج گردید و در مرحله طبقه بندی از گروهی از طبقه بند ها جهت تفکیک کلاس های اعداد استفاده شد، در این پژوهش از بانک اطلاعاتی TMU استفاده شد و در پایان نرخ بازشناسی 95/28 به دست آمده است.

در (Montazer et al, 2017) از شبکه های عصبی در مرحله طبقه بندی و در مرحله استخراج از Bag of Visual Words (BoVW) استفاده گردیده است و برای ارزیابی سیستم پایگاه داده جهت انجام آزمایش ها استفاده شده است. نرخ بازشناسی 97/10 درصد به دست آمده است.

در (Abdi and Salimi, 2010) از الگوریتم بهینه سازی گروهی ذرات (psa) جهت مرحله طبقه بندی و در مرحله استخراج از ویژگی مکان مشخصه استفاده گردیده است و برای ارزیابی سیستم پایگاه داده جهت انجام آزمایش ها استفاده شده است. نرخ بازشناسی 97/10 درصد به دست آمده است.

در (Chandio et al, 2017) در ابتدا حذف نویز صورت گرفت بعد در مرحله استخراج ویژگی، ویژگی هر تصویر استخراج شد و در مرحله طبقه بندی از شبکه های عصبی (SOM) بهره برده است. در این پژوهش از پایگاه داده 4000 نمونه ای از اعداد 10 تا 50 که توسط 50 فرد تکمیل شده بود، جهت ارزیابی نتایج استفاده شده است که در نهایت نرخ بازشناسی 86/89 به دست آمده است.

در (مهدی علیپور، 1396) از شبکه های عصبی پرسپترون در مرحله طبقه بندی و در مرحله استخراج از فیلتر گابور و فیلترینگ پویای نمادین استفاده گردیده است و برای ارزیابی سیستم پایگاه داده هدی جهت انجام آزمایش ها استفاده شده است. نرخ بازشناسی خوب 98/30 درصد به دست آمده است.

در (کریم زاده بجستانی و محمدی عنبران، 1385) برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی از طبقه بندی کننده ماشین بردار باینری و پایگاه داده هدی استفاده شده است. و برای استخراج ویژگی با استفاده از تبدیل موجک دوبعدی و الگوریتم PCA صورت گرفته است. نرخ بازشناسی قابل قبول 91/75 درصد حاصل شده است.

در (Parseh and Meftahi, 2017) برای بازشناسی ارقام دستنویس از روش های zoning, hole size, crossing counts در مرحله استخراج ویژگی بهره برده است. در مرحله طبقه بندی از ماشین بردار پشتیبان جهت طبقه بندی کلاس ها استفاده شده است. در این کار پژوهشی نتایج بر روی بانک اطلاعاتی هدی مورد بررسی قرار گرفته است که در نهایت نرخ بازشناسی 99/07 درصد به دست آمده است.

در (طالبیان و همکاران، 1393) برای بهبود بازشناسی ارقام از ترکیب توصیفگرهای HOP و LBP استفاده شده است. یک مزیت این روش این بود که اطلاعات و ویژگی کوچک بوده و محاسبات سریع انجام شده است. با استفاده از پایگاه داده هدی نرخ بازشناسی 99/03 درصد حاصل شده است.

در (Viragkumar and Shailendra, 2014) با استفاده از شبکه های عصبی برای شناخت اعداد دست نویس بروی gpu جهت کاهش زمان آموزش استفاده شده است. در این پژوهش از 60000 نمونه تصویر برای مرحله آموزشی و برای مرحله آزمایشی از 10000 تصاویر استفاده شده است. در نهایت دقت 97/7 و 98 درصد به ترتیب برای داده های واقعی و آزمایشی بدست آمده است.

یافته ها

در این مقاله به بررسی اجمالی نرخ های بازشناسی ارقام دستنویس و مقایسه تمام الگوریتم های استخراج ویژگی و روش ها طبقه بندی پرداختیم. نشان داده شد که یکی از مهمترین مراحل در سیستم بازشناسی ارقام دستنویس فارسی استفاده از یک الگوریتم مناسب جهت استخراج ویژگی تصاویر می باشد که باعث می شود در مرحله طبقه بندی تصاویر در کلاس مربوط به خود قرار گیرد و درصد خطا کاهش یابد.

جدول شماره 1: مقایسه روش های بازشناسی ارقام دستنویس فارسی براساس استخراج ویژگی و طبقه بندی

محقق	روش استخراج ویژگی	زبان	روش طبقه بندی	پایگاه داده	نرخ بازشناسی
Sedighi et al	هیستوگرام گرادیان و مکان مشخصه	فارسی	ماشین بردار پشتیبان	هدی	99.04 %
Javadi et al.	جایگاه مؤلفه، تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی	فارسی	Mixture of MLP experts	هدی (21437 نمونه)	96.48 %
Karimi, Hossein et al.	115 ویژگی از هر تصویر استخراج شده	فارسی	ترکیبی از چند طبقه بند	TMU	95.28 %
Khosravi & kabir,	گرادیان بهبود یافته و هیستوگرام گرادیان	فارسی	شبکه عصبی	هدی	99.02 % و 99.80 %
Azmi et al.	Side and angles of tiangle like ratio of 3 sides, 3 angles and gradient of 3 angles	فارسی و عربی	ماشین بردار پشتیبان	هدی	98.07 %
Chandio et al	-	فارسی	شبکه عصبی (som)	4000 نمونه	86.89 %
Vahid et al (Morad	فیلتر گابور	فارسی	ماشین بردار پشتیبان و مدل مخفی مارکوف	هدی	98.75 %
Safdari, Reza and Moin Mohamad-sahram	Auto coder و یادگیری وزن	فارسی	رگرسیون soft max	هدی	98.22 %
Ebrahimpour et al.	تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی	فارسی	mixture of RBF experts	هدی	95.30 %
Abdi ,& Salimi H. M.J.	تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی	فارسی	mixture of RBF experts & PSO	هدی	97.10 %
,& Hamedi S. Ebrahimpour R.	تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی	فارسی	Classifier Fusion	هدی	97.99 %



٪ 95/70	هدی	شبکه عصبی انتشار به عقب (-Back Propagation Neural Networks)	فارسی	جایگاه مؤلفه، تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی	& Chan Shayegan M.A.,C.
٪ 99/07	هدی	ماشین بردار پشتیبان	فارسی	zoning, hole size, crossing counts	Parseh et al
٪ 99/30	هدی	شبکه عصبی	فارسی	Bag of Visual Words	Montazer et al,
٪ 99/58	هدی	ماشین بردار پشتیبان	فارسی	Code code و هیستوگرام گرادیان	and Latif , Khorashadizadeh
٪ 98/85	هدی	شبکه عصبی	فارسی	الگوریتم تکاملی ژنتیک	یاسایی و خاتم
٪ 98.3	هدی	شبکه های عصبی	فارسی	فیلتر گابور و فیلترینگ پویای نمادین	مهدی علیپور
٪ 99/3	هدی	-	فارسی	ترکیب توصیف گرهای lbp و hog	طالبیان و همکاران
٪ 90/01	هدی	زونینگ	فارسی	طبقه بندی کننده فازی	قنبری و همکاران
٪ 96/20	هدی	زونینگ، مکان مشخصه و گشتار زرنیکی	فارسی	طبقه بندی کننده فازی	اسماعیل میری و همکاران
٪ 91/75	هدی	تبدیل موجک دوبعدی PCA و	فارسی	ماشین بردار پشتیبان (BSVM)	سلمان کریم زاده بچستانی، علیرضا محمدی عنبران

بحث و نتیجه گیری

در دهه های اخیر مسأله ی بازشناسی ارقام دستنویس فارسی علاقه محققان زیادی جهت تحقیق در این زمینه به سمت خود جذب کرده است. همان طور که در بخش یافته ها بررسی گردید، نتایج حاصل استخراج ویژگی ها از تصاویر می تواند تاثیر مستقیمی در افزایش کارایی سیستم، کیفیت و نرخ بازشناسی تاثیر داشته باشند. نکته ای در مقالات کمتر به آن پرداخته شده است بررسی پژوهش های گوناگون در این زمینه نشان داد استفاده از ترکیب چند الگوریتم استخراج ویژگی باعث افزایش عملکرد سیستم بازشناسی ارقام، نرخ بازشناسی و کاهش میزان خطا خواهد شد. جدول 1 نتایج مربوط به روش های مختلفی که در زمینه بازشناسی ارقام دستنویس فارسی انجام گرفته و ارزیابی تمام روش ها برای استخراج ویژگی بوده است را نشان می دهد. با توجه به جدول 1 می بینیم که در زمینه بازشناسی ارقام دستنویس فارسی، نرخ بازشناسی بسیار خوبی به دست آمده است. بنابراین توسعه روش هایی برای تجاری سازی آن ها امری ضروری است.

منابع

- میری، اسماعیل، رضوی، محمد و صدیقی، جواد، بهبود نرخ بازشناسی یک طبقه بندی کننده ی فازی ارقام دستنویس با خوشه بندی k-means و بهینه سازی گروه ذرات، نشریه رایانش نرم و فناوری اطلاعات، جلد دوم، شماره اول، 1392
- خسروی، حسین، کبیر، احسان الله، معرفی دو ویژگی سریع و کارآمد برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی، چهارمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران در دانشگاه فردوسی مشهد، بهمن 1385
- کریم زاده بچستانی، سلمان و محمدی عنبران، علیرضا، بازشناسی ارقام دستنویس فارسی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان، مجله علمی پژوهش در علوم رایانه، دوره دوم، شماره دوم، تابستان 1395، 29-36
- علیپور، مهدی، بازشناسی ارقام دستنویس فارسی برون خط مبتنی بر ابزارهای جدید در سیستم های دینامیکی، پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد، شهرپور 1396



- نحوی محمد، رفیعی مهدی، ابراهیم پور رضا، کبیر احسان الله، ترکیب طبقه بندهای دو کلاسی برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی، شانزدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران، 1387
- صدیقی ناو، محسن، سلیمانی ایوری، علی و خسروی، حسین، کاهش ویژگی توسط ذرات دودویی برای شناسایی ارقام دستنویس فارسی، نشریه هوش محاسباتی در مهندسی برق، سال پنجم، شماره اول، بهار 1393
- طالبیان، رضا، محمد پور، مجتبی، خسرو آبادی، محمد مهدی، بازشناسی ارقام دستنویس فارسی با استفاده از توصیفگر HOP-LBP، اولین کنفرانس سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران در دانشگاه گلستان، آذر 1393
- یاسایی، ساناز، حاتم، احمد، انتخاب ویژگی های مؤثر در بازشناسی ارقام دستنویس فارسی با الگوریتم تکاملی ژنتیک، اولین کنفرانس بین المللی دستاوردهای نوین پژوهشی در مهندسی برق و کامپیوتر، اردیبهشت 1395
- یاسایی، ساناز، حاتم، احمد، انتخاب ویژگی های مؤثر در بازشناسی ارقام دستنویس فارسی با الگوریتم تکاملی ژنتیک، اولین کنفرانس بین المللی دستاوردهای نوین پژوهشی در مهندسی برق و کامپیوتر، اردیبهشت 1395
- قنبری، یعقوب، عسگری، سجاد، گلزاری، شهرام، بازشناخت اعداد دستنویس فارسی با استفاده از فیلتر گابور، تحلیل مؤلفه اصلی و الگوریتم نزدیک ترین همسایه، هفتمین کنفرانس بین المللی فناوری اطلاعات و دانش در دانشگاه ارومیه، تابستان 1394
- Shayegan, Mohammad Amin and Chan, Chee Seng . (2012). A new approach to feature selection in handwritten farsi/arabic character recognition. In *Advanced Computer Science Applications and Technologies (ACSAT)*. pp. 506-511
- Ebrahimpour, Reza and Hamed, Samaneh. (2009). Hand written digit recognition by multiple classifier fusion based on decision templates approach. *World Academy of Science. Engineering and Technology*. 57. 560-565
- Abdi, Mohammad Javad. and Salimi, Hamid. (2010). Farsi handwriting recognition with mixture of RBF experts based on particle swarm optimization. *International Journal of Information Science and Computer Mathematics*. 2(2). 129-136
- Ebrahimpour, Reza and Esmkhani, Alireza. and Faridi, S. (2010). Farsi handwritten digit recognition based on mixture of RBF experts. *IEICE Electronics Express*. 7(14). 1014-1019
- Safdari, Reza and Moin Mohamad-sahram. (2016). A Hierarchical Feature Learning for Isolated Farsi Handwritten Digit Recognition Using Sparse Autoencoder
- Moradi, Vahid. Razzazi Farbod and Behrad Alireza. (2016). Recognition of Handwritten Persian Two-digit Numerals Using a Novel Hybrid SVM/HMM Algorithm. *Majlesi Journal of Electrical Engineering*. Vol. 10, No. 3
- Montazer, Gholam Ali. Soltanshahi, Mohammad Ali and Giveki, Davar . (2017). Farsi/Arabic handwritten digit recognition using quantum neural networks and bag of visual words method. *Optical Memory and Neural Networks*. 26(2). 117-128
- Chandio, Aoghar ali. Jalbani, Akhtarhussain. Leghari, Mehwish and Awan, Shafique Ahmed (2017). A method based on decision trees and neural network for recognition of farsi handwritten digits. *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*, Volume 36, No. 4
- Azmi, Mohd Sanusi . Nasrudin, Mohammad Faizul . Omar, Khairuddin . Ahmad, Che Wan Shamsul Bahri Che. and Ghazali, Khadijah Wan Mohd . (2013). Exploiting features from triangle geometry for digit recognition. In *Control. Decision and Information Technologies* . 2013 International Conference on .pp. 876-880.
- Javidi, Mohammad Masoud. Ebrahimpour, Reza. and Sharifzadeh, Fatemeh. (2011). Persian handwritten digits recognition: A divide and conquer approach based on mixture of MLP experts. *International Journal of Physical Sciences*. 6(30). 7007-7015
- Khosravi, Hossein and Kabir, Ehsanollah. (2007). Introducing a Very Large Dataset of Handwritten Farsi Digits and a Study on Their Varieties. *Pattern Recognition Letter*. Vol. 28(10). PP. 1133-1141
- Parseh, Mohammad Javad and Meftahi, Mojtaba. (2017). A new combined feature extraction method for Persian handwritten digit recognition. *International Journal of Image and Graphics* Vol. 17. No. 2
- Karimi, Hossein. Esfahanimehr, Azadeh. Mosleh, Mohammad . Mohammadian, Faraz. Ghadam, jadval. Salehpour, Simintaj and Medhati, Omid (2015). Persian handwritten digit recognition using ensemble classifiers. *The International Conference on Advanced Wireless, Information, and Communication Technologies*
- Khorashadzadeh, Seyyed and Latif, Ali. (2016). Arabic/Farsi Handwritten Digit Recognition using Histogram of Oriented Gradient and Chain Code Histogram. *The International Arab Journal of Information Technology*, Vol. 13, No. 4
- Viragkamar, Jagtap. and Shailendra K. Mishra. (2014). Fast Efficient Artificial Neural Network for Handwritten Digit Recognition. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. vol.5(2).pp.2302-2306

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تازه های آموزش
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تازه های آموزش
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تازه های آموزش
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران