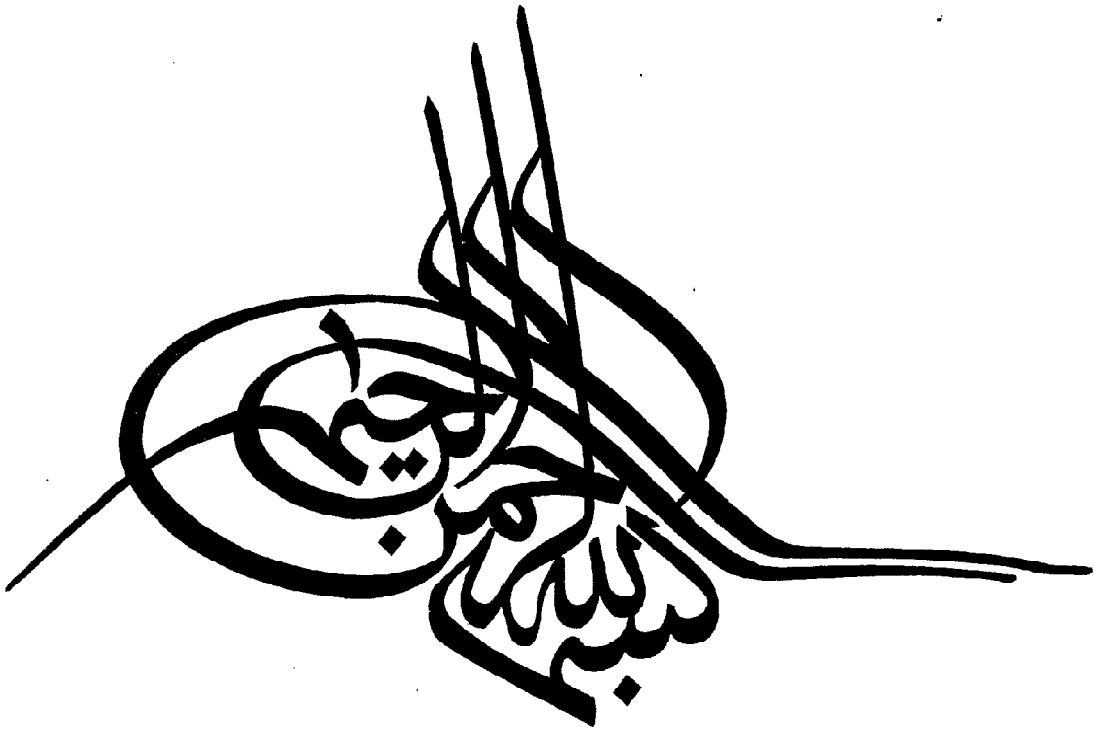
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه بیرجند

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی الکترونیک

عنوان پایان نامه:

انتخاب ویژگی برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی

توسط

نجمه قنبری

استاد راهنما:

دکتر سید محمد رضوی

استاد مشاور:

دکتر سید حسن نبوی کریزی

بهمن ماه۱۳۸۹

حمد و ستایش خدای را آنگونه که ستایشگران و ثناگویان او را حمد و ستایش می کنند. پروردگارا، ای هستی بخش وجود، مرا بر نعمات بیکرانت توان شکر نیست. بارخدایا، مرا به علمی که آموخته ای سودمند گردان و مرا به علمی رهنمون ساز که مرا سودمند افتد.

الهی، مرا مدد کن تا دانش اندکم نه نردبانی باشد برای فزونی تکبر و غرور، نه حلقه ای برای اسارت و نه دست مایه ای برای تجارت،... بلکه گامی برای تجلیل از تو و متعالی ساختن زندگی خود و دیگران.

تقدیم به پدر و مادرم:

گوهرهای گرانبهای آفرینش و حیات بخش من، که در راه تربیت و تحصیل فرزندانشان از هیچ فداکاری و کوششی دریغ نکردند. امروز هر آنچه هستم و هر آنچه دارم از آنهاست. سپاس به خاطر از خودگذشتگیها و محبت های بی دریغشان در زندگیم.

تقدیم به همسرم:

که بودنش مایه دلگرمی و آرامش من است.

تقدیم به استاد ارجمندم، جناب آقای دکتر سید محمد رضوی:

که نه تنها آموزگاری شایسته می باشد بلکه همواره اسوه اخلاق برای شاگردان خویش نیز بوده است.

تقدیم به خواهران و برادرم:

واژه های قشنگ و پرمعنای زندگی ام.

و تقدیم به همه انسانهایی که:

خوب متولد می شوند، خوب رشد می کنند، خوب می بینند، خوب می شنوند، خوب می خوانند، خوب فکر می کنند، خوب ثمر می دهند و سرانجام خوب می روند.

سپاسگزاری:

کاشکی هستی زبانی داشتی تا ز هستان پرده ها برداشتی

هرچه گویی ای دم هستی از آن پرده ای دیگر بر او بستی بدان

مولانا

سپاس نخست خداوندی را سزاست که این توفیق را به من عطا فرمود که در محضر اساتید مجرب و فرهیخته به کسب علم و دانش بپردازم و از دامن پرمهر و محبتشان خوشه های معرفت و صداقت و تلاش و پویایی را برچینم. بعد از تواضع در برابر آستان معلای خالق متعال لازم می دانم که از زحمات بسیار بزرگوارانی که در پیشبرد این رساله یاریم نمودند قدردانی نمایم.

نخست از محبت های خالصانه و حمایت های بی دریغ فرد فرد اعضای خانواده ام که همواره تکیه گاهی امن و استوار برایم بوده اند صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم. امیدوارم بتوانم با تلاش بیشتر در این راه، پاسخگوی ذره ای از زحمات آنها باشم.

این پایان نامه تحت راهنمایی های بی دریغ علمی و عملی استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر سید محمد رضوی که با راهنمایی های خود در طی مراحل مختلف این تحقیق، روشنگر راهم بوده اند، انجام شد. از تمامی محبت های این بزرگوار صمیمانه سپاسگزارم.

از استاد مشاور این پایان نامه جناب آقای دکتر سید حسن نبوی کریزی به پاس راهنمایی های علمی، ارزنده و بی دریغشان صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم.

از اساتید محترم داور جناب آقای دکتر سید حمید ظهیری و جناب آقای دکتر ناصر مهرشاد که زحمت بازخوانی این پایان نامه را بر عهده گرفتند تشکر و قدردانی می نمایم.

از اساتید محترم دوران تحصیل کارشناسی ارشد جناب آقای دکتر سید محمد رضوی، جناب آقای دکتر ناصر مهرشاد و جناب آقای دکتر سید حمید ظهیری که افتخار شاگردی در محضرشان را داشتم صمیمانه سپاسگزارم.

از ریاست محترم دانشکده مهندسی دانشگاه بیرجند جناب آقای دکتر سید محمد رضوی، مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه جناب آقای دکتر حسین فرسی و معاونت محترم پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده جناب آقای دکتر غلامرضا نوروزی تشکر و قدردانی می کنم.

یاد و خاطره دوستان و همکلاسی های خوبم خانم مهندس مریم ده باشیان و آقایان مهندس محمد علی بیگی، علیرضا سردار، امید مخلصی و فرهاد دانشمند همیشه به نیکی با من خواهد بود و نگاه سبزم را بدرقه راهشان می کنم و برای تمامی آنان از درگاه ایزد یکتا سلامتی و شادکامی آرزومندم.

چکیده

بازشناسی ارقام دستنویس فارسی یکی از مسائل مهم درحوزه 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 اخیرا در بازشناسی الگو بسیارمورد توجه قرار گرفته، انتخاب ویژگی 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. این تحقیق به مساله انتخاب ویژگی در بازشناسی ارقام دستنویس فارسی پرداخته است.

در این پایان نامه از دو طبقه بندی کننده برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی استفاده شده است. این دو طبقه بندی کننده، طبقه بندی کننده شبکه عصبی چهار لایه پرسپترون و طبقه بندی کننده فازی می باشند. با بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه بازشناسی ارقام، از ویژگی های زونینگ،گشتاور زرنیکی و مکان مشخصه برای آزمایش و مقایسه دو الگوریتم بازشناسی استفاده شده است. اما هدف اصلی که در این پایان نامه به آن پرداخته شد، بهبود سیستم بازشناسی ارقام دستنویس فارسی با انتخاب ویژگی های بهینه از میان کل ویژگی ها بود. برای انتخاب ویژگی های بهینه از الگوریتم های مبتنی بر جمعیت استفاده کردیم. این الگوریتم ها، الگوریتم جستجوی گرانشی باینری (BGSA)، الگوریتم ژنتیک باینری (BGA) و الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات باینری (BPSO) می باشند که در این میان الگوریتم جستجوی گرانشی باینری (BGSA) از همه جدیدتر است. تابع برازندگی در این الگوریتم ها تعداد خطاهای طبقه بندی کننده می باشد و هدف ما مینیمم کردن این مقدار است. با انتخاب ویژگی های بهینه از میان کل ویژگی ها هم تعداد ویژگی ها و هزینه های محاسباتی کاهش یافت و هم نرخ بازشناسی بهبود قابل ملاحظه ای پیدا کرد. همچنین در این پایان نامه از نسخه حقیقی (Real) الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات (RPSO) و الگوریتم جستجوی گرانشی (RGSA) در روش دیگری به منظور افزایش نرخ بازشناسی استفاده شده است. در این روش به جای انتخاب بعضی از ویژگی ها، به هر یک از آنها یک وزن به گونه ای اختصاص داده می شود که نرخ بازشناسی بهبود یابد.

روش های کاهش ابعاد ویژگی مبتنی بر استخراج ویژگی نیز یکی دیگر از روش های کاهش ابعاد ویژگی ها می باشند. از این رو در این پایان نامه نیز از بعضی از این روش ها به منظور کاهش تعداد ویژگی ها استفاده شده است. از میان این روش ها دو روش آنالیز مولفه های اصلی (PCA) و تبدیل موجک گسسته (DWT) را به کار بردیم. البته در استفاده از این دو روش به نرخ بازشناسی بالاتری نرسیدیم، اما با استفاده از تعداد ویژگی ها و زمان پردازش کمتر توانستیم در مورد PCA تقریبا همان نرخ بازشناسی قبلی را حفظ کنیم. در مورد DWT نرخ بازشناسی کمی خراب شد و نتایج نشان داد که PCA روش بهتری از میان این دو روش است.

دیتابیسی که در این پایان نامه از آن استفاده شد، دیتابیس هدی می باشد. این دیتابیس۶۰،۰۰۰ نمونه آموزش، ۲۰،۰۰۰نمونه آزمایش و ۲۲،۳۵۲ تا هم ارقام باقیمانده دارد. از نمونه های آموزش برای آموزش طبقه بندی کننده، از نمونه های آزمایش برای آزمایش طبقه بندی کننده و از ارقام باقیمانده در الگوریتم های مبتنی بر جمعیت استفاده شد. نتایج مربوط به این پایان نامه که در فصل چهارم گزارش شده است بدون هیچ گونه عملیات پیش پردازشی و یا پس پردازشی می باشد، لذا این نتایج برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی قابل قبول می باشد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه	۱
۲- مروری بر تحقیقات انجام شده	۴
۲-۱- مرور برخی مفاهیم مرتبط با بازشناسی الگو	۴
۲-۱-۱- یادگیری ماشینی	۴
۲-۱-۲- بازشناسی الگو	۴
۲-۱-۲-۱- انتخاب ویژگی	۵
۲-۱-۲-۲- انواع روش های یادگیری	۵
۲-۱-۲-۳- استخراج ویژگی	۶
۲-۱-۲-۴- طبقه بندی	۶
۲-۱-۳- بازشناسی شناسه های (حروف و ارقام) دستنویس	۷
۲-۱-۴- مراحل روش های سنتی بازشناسی شناسه های دستنویس	۸
۲-۱-۴-۱- پیش پردازش تصویر	۸
۲-۱-۴-۲- استخراج ویژگی ها (بازنمایی)	۱۰
۲-۱-۴-۳- فرآیند آموزش	۲۲
۲-۱-۴-۴- فرآیند شناسایی	۲۲
۲-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه بازشناسی ارقام	۲۲
۲-۳- مروری بر روش های انتخاب ویژگی	۲۷
۲-۳-۱- نکاتی در مورد انتخاب بردارهای ویژگی	۳۰
۲-۳-۲- برخی مزایای انتخاب ویژگی	۳۰
۲-۳-۳- دسته بندی روش های انتخاب ویژگی	۳۰
۲-۴- مروری برتحقیقات انجام شده در زمینه انتخاب ویژگی	۳۳
۳- روش انجام کار	۳۵
۳-۱- دیتابیس مورد استفاده برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی	۳۵
۳-۲- روش های طبقه بندی بازشناسی ارقام دستنویس	۳۵
۳-۲-۱- طبقه بندی کننده فازی	۳۶

۳-۲-۲- طبقه بندی کننده شبکه عصبی ۳۸
۳-۲-۲-۱- مقدمه ای در مورد شبکه عصبی ۳۹
۳-۲-۲-۲- شبکه عصبی به کار رفته ۴۱
۳-۳- کاهش ابعاد داده مبتنی بر دو روش انتخاب ویژگی و استخراج ویژگی ۴۳
۳-۳-۱- روش‌های کاهش ابعاد داده مبتنی برانتخاب ویژگی ۴۴
۳-۳-۱-۱- الگوریتم های مبتنی بر جمعیت ۴۴
۳-۳-۱-۱-۱- الگوریتم ژنتیک باینری (BGA) ۴۵
۳-۳-۱-۱-۲- الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات باینری (BPSO) ۴۵
۳-۳-۱-۱-۳- الگوریتم جستجوی گرانشی باینری (BGSA) ۴۷
۳-۳-۱-۲- روش های انتخاب ویژگی به کار رفته برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی ۴۹
۳-۳-۱-۲-۱- انتخاب ویژگی با الگوریتم BGA ۵۰
۳-۳-۱-۲-۲- انتخاب ویژگی با الگوریتم BPSO ۵۱
۳-۳-۱-۲-۳- انتخاب ویژگی با الگوریتم BGSA ۵۲
۳-۳-۲- روش‌های کاهش ابعاد به کار رفته مبتنی بر استخراج ویژگی ۵۳
۳-۳-۲-۱- استخراج ویژگی به روش PCA ۵۴
۳-۳-۲-۲- استخراج ویژگی به روش DWT ۵۶
۳-۴- وزندهی به ویژگی ها به جای انتخاب ویژگی با استفاده از نسخه حقیقی الگوریتم های مبتنی بر جمعیت به منظور بهبود نرخ بازشناسی ۵۶
۳-۴-۱- وزندهی به ویژگی ها با استفاده از RPSO ۵۶
۳-۴-۲- وزندهی به ویژگی ها با استفاده از RGSA ۵۷
۴- نتایج، بحث و پیشنهادها ۵۸
۴-۱- نتایج ۵۸
۴-۲- جمع بندی و پیشنهادهایی برای ادامه کار ۸۱

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول (۱): گشتاورهای زرنیکی استفاده شده ۳۸
جدول(۲): پارامترهای مورد استفاده در الگوریتم ژنتیک برای ویژگی زونینگ ۵۱
جدول (۳): نتایج به دست آمده روی ارقام با استفاده از طبقه بندی کننده فازی، تعداد کل ویژگی های مختلف و حاصل ضرب جبری برای اپراتور and ۵۸
جدول (۴): نتایج به دست آمده روی ارقام با استفاده از شبکه عصبی MLP و تعداد کل ویژگی های مختلف ۵۹
جدول (۵): نتایج به دست آمده روی ارقام در حالات مختلف انتخاب ویژگی های بهینه زونینگ با استفاده از الگوریتم های مبتنی بر جمعیت و طبقه بندی کننده فازی ۶۰
جدول (۶): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر زونینگ با الگوریتم BGSA انتخاب شده اند. ۶۱
جدول (۷): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر زونینگ با الگوریتم ژنتیک باینری انتخاب شده اند. ۶۱
جدول (۸): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر زونینگ با الگوریتم BPSO انتخاب شده اند. ۶۲
جدول (۹): نتایج به دست آمده روی ارقام در حالات مختلف انتخاب ویژگی های بهینه گشتاور زرنیکی با استفاده از الگوریتم های مبتنی بر جمعیت و طبقه بندی کننده فازی ۶۳
جدول(۱۰): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر گشتاور زرنیکی با الگوریتم ژنتیک باینری انتخاب شده اند. ۶۴
جدول (۱۱): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر گشتاور زرنیکی با الگوریتم BPSOانتخاب شده اند. ۶۴
جدول (۱۲): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر گشتاور زرنیکی با الگوریتم BGSA انتخاب شده اند. ۶۵
جدول (۱۳): نتایج به دست آمده روی ارقام در حالات مختلف انتخاب ویژگی های بهینه مکان مشخصه با استفاده از الگوریتم های مبتنی بر جمعیت و طبقه بندی کننده فازی ۶۵
جدول (۱۴): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر مکان مشخصه با الگوریتم BPSO انتخاب شده اند. ۶۶
جدول (۱۵): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر مکان مشخصه با الگوریتم BGSA انتخاب شده اند. ۶۶
جدول (۱۶): کارایی سیستم بازشناسی نهایی روی نمونه های آزمایش در حالتی که ویژگی های برتر مکان مشخصه با الگوریتم ژنتیک باینری انتخاب شده اند. ۶۷
جدول (۱۷): نتایج به دست آمده روی ارقام با استفاده از شبکه عصبی MLP در حالتیکه ابعاد هر یک از بردار های ویژگی به روش PCA کاهش یافته اند. ۷۳

جدول (۱۸): نتایج به دست آمده روی ارقام با استفاده از شبکه عصبی MLP در حالتیکه ابعاد هر یک از بردار های ویژگی به روش DWT کاهش یافته اند. ۷۴
جدول (۱۹): میزان بازشناسی در دو روش وزندهی به ویژگی های زونینگ و انتخاب ویژگی های زونینگ با RPSO ۷۸
جدول (۲۰): کارایی سیستم بازشناسی روی نمونه های آزمایش در حالتی که به هر کدام از ویژگی های زونینگ با RPSO وزن اختصاص دهیم. ۷۸
جدول (۲۱): میزان بازشناسی در دو روش وزندهی به ویژگی های زونینگ و انتخاب ویژگی های زونینگ با RGSA ۷۹
جدول (۲۲): کارایی سیستم بازشناسی روی نمونه های آزمایش در حالتی که به هر کدام از ویژگی های زونینگ با RGSA وزن اختصاص دهیم. ۷۹
جدول (۲۳): نتایج روشهای مختلفی که در زمینه بازشناسی ارقام دستنویس انجام شده است. ۸۰

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱): اضافه کردن فضای سفید جهت قرار گرفتن رقم در داخل دایره واحد ۱۶
شکل (۲): ماسکهای کریش جهت استخراج ویژگی‌های جهتی در ۴جهت ۱۸
شکل (۳): ویژگی های جهتی کانتور و ویژگی های نقاط خمش ۱۹
شکل (۴): استخراج ویژگی زونینگ ۱۹
شکل (۵): نحوه محاسبه ویژگی مکان مشخصه برای یک نقطه از تصویر ۲۰
شکل (۶): مقایسه ارقام عربی، فارسی و هندی ۲۵
شکل (۷): شبه کد مربوط به الگوریتم مورد استفاده ۴۹
شکل (۸): نمایش یک کروموزوم باینری و نحوه انتخاب ویژگی های زونینگ ۵۰
شکل (۹): بهینه سازی به روش جمعیت ذرات ۵۲
شکل (۱۰): همگرایی الگوریتم ژنتیک باینری برای انتخاب ویژگی های زونینگ ۶۸
شکل (۱۱): همگرایی الگوریتم جستجوی گرانشی باینری برای انتخاب ویژگی های زونینگ ۶۸
شکل (۱۲): همگرایی الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات باینری برای انتخاب ویژگی زونینگ ۶۹
شکل (۱۳): همگرایی الگوریتم ژنتیک باینری برای انتخاب ویژگی های گشتاور زرنیکی ۶۹
شکل (۱۴): همگرایی الگوریتم ژنتیک باینری برای انتخاب ویژگی های گشتاور زرنیکی ۷۰
شکل (۱۵): همگرایی الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات باینری برای انتخاب ویژگی های گشتاور زرنیکی ۷۰
شکل (۱۶): همگرایی الگوریتم جستجوی گرانشی باینری برای انتخاب ویژگی های گشتاور زرنیکی ۷۱
شکل (۱۷): همگرایی الگوریتم ژنتیک باینری برای انتخاب ویژگی های مکان مشخصه ۷۱
شکل (۱۸): همگرایی الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات باینری برای انتخاب ویژگی های مکان مشخصه ۷۲
شکل (۱۹): همگرایی الگوریتم جستجوی گرانشی باینری برای انتخاب ویژگی های مکان مشخصه ۷۲
شکل (۲۰): نمودار مقایسه ای نرخ بازشناسی ۲۰،۰۰۰ داده آزمایشی برای حالت های مختلف ویژگی در طبقه بندی کننده فازی . ۷۵
شکل (۲۱): نمودار مقایسه ای تعداد ویژگی های هر یک از داده های آزمایشی و آموزشی برای حالت های مختلف ویژگی در طبقه بندی کننده فازی ۷۶
شکل (۲۲): نمودار مقایسه ای نرخ بازشناسی۲۰،۰۰۰داده آزمایشی برای حالت های مختلف ویژگی در طبقه بندی کننده شبکه عصبی ۷۷
شکل (۲۳): نمودار مقایسه ای تعداد ویژگی های هر یک از داده های آزمایشی و آموزشی برای حالت های مختلف ویژگی در طبقه بندی کننده شبکه عصبی ۷۷

۱- مقدمه

بازشناسی ارقام دستنویس فارسی یکی از زمینه های پردازش تصویر و بازشناسی الگو [19] و یکی از مسائل مهم در حوزه بازشناسی نوری حروف است که تحقیقات گسترده ای را به خود اختصاص داده و هنوز هم در حال تحول است. تحقیقات در این زمینه از حدود ۵۰ سال پیش آغاز شده و هم اکنون درکاربردهای مختلفی همچون اتوماسیون ادارات، بازبینی و تایید چک، انواع تجارت های بانکی و بلیط های بانکی، فرمهای گزارش مالی، فرمهای گزارش آماری، کدهای پستی، خواندن آدرس های پستی، نام ها، شماره های ملی، مقادیر ریالی که روی صورت حساب ها و فرم ها با دست نوشته می شود وکاربردهای 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. در یک تحقیق که برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی انجام شده است، از مکانهای مشخصه، طبقه بندی بیز، و زنجیره مارکف استفاده شده است[1]. در [2] بازشناسی نهایی ارقام دستنویس فارسی به کمک روشهای فازی انجام شده است. در یک تحقیق دیگر از الگوریتم تطابق شکل و طبقه بندی نزدیکترین فاصله از نماینده یا نماینده های هر کلاس برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی استفاده شده است[3]. در [4] از طبقه بندی توسط شبکه عصبی و ترکیب سه ویژگی مکان مشخصه، گرادیان بهبودیافته و کریش برای بازشناسی ارقام استفاده شده است. در مرجع [5] از شبکه عصبی و ترکیب ده طبقه بندی کننده دو کلاسی برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی استفاده شده 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 جمعا 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. معمولا 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 بندی کننده ها در ابعاد پایین بردار ویژگی نتایج قابل قبولی ارائه می کنند. 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 کارآیی آنها نمی کاهد بلکه تاثیر مثبتی روی ذخیره سازی، بازیابی 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 مانند. پیداکردن 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. روش های جستجو مبتنی بر جمعیت روش های مناسبی برای کاهش تعداد ویژگی ها می باشند. انتخاب ویژگی با الگوریتم ژنتیک، انتخاب ویژگی با الگوریتم های هوش جمعی مانند الگوریتم جمعیت ذرات، الگوریتم جستجوی گرانشی، الگوریتم های متاهیوریستیک مانند الگوریتم مورچگان و ... نمونه هایی از این روشها هستند. اکثر این روش ها با یک جمعیت اولیه، جستجو را به شکل موازی شروع می کنند، سپس شایستگی هر یک از افراد جمعیت را بر اساس یک تابع برازندگی تعیین می کنند و با استفاده از مقادیر برازندگی، اطلاعات جمعیت را به روز می کنند. این روند تا همگرایی الگوریتم ادامه می یابد.

به عنوان مثال در یک تحقیق از الگوریتم ژنتیک برای تعیین گروهی از ویژگی ها برای بکارگیری در طبقه بندی و خوشه بندی با تابع ارزیابی K همسایه نزدیکتر استفاده شده است. این عمل سبب افزایش سرعت سیستم و حتی کارایی آن شده است[20]. عموما کیفیت ویژگی های استخراج شده روی نتایج طبقه بندی اثر مستقیم می گذارد. در طبقه بندی اثر انگشت با انتخاب بهترین ویژگی ها به کمک الگوریتم ژنتیک نتایج خوبی حاصل شده است[21].

در این پایان نامه از دیتابیس هدی [22] که یک دیتابیس بزرگ از ارقام دستنویس فارسی می باشد، استفاده می شود. تعداد کل ارقام این دیتابیس ۱۰۲۳۵۲ تا رقم است که ۶۰۰۰۰ تای آن به عنوان نمونه های آموزش، ۲۰۰۰۰ تای آن به عنوان نمونه های آزمایش، و ۲۲۳۵۲ رقم آن هم به عنوان نمونه های باقیمانده در نظر گرفته می شوند.

همچنین از روش فازی [2] به منظور طبقه بندی در مساله انتخاب ویژگی استفاده می شود[6]. در روش فازی مورد استفاده، ویژگی های نمونه های آموزشی دیتابیس استخراج شده و با استفاده از آنها توابع عضویت گوسی برای مدل فازی بدست می آیند. مدل فازی مورد استفاده در این پایان نامه یک

مدل ممدانی با ۱۰ قاعده است. هر قاعده برای یک رقم اختصاص داده می شود. در مرحله آزمایش، از این مدل فازی برای طبقه بندی نمونه های آزمایشی دیتابیس استفاده می شود.

در این پایان نامه با استفاده از سه الگوریتم مبتنی بر جمعیت جستجوی گرانشی باینری یا BGSA، ژنتیک باینری یا BGA و بهینه سازی جمعیت ذرات باینری یا BPSO به عنوان یک ابزار سعی درانتخاب موثرترین ویژگی ها در جهت کاهش ابعاد بردار ویژگی و افزایش نرخ بازشناسی خواهیم داشت. برای ارزیابی این الگوریتم ها از نمونه های باقیمانده دیتابیس استفاده می شود. نتایج نشان خواهد داد که در مرحله انتخاب ویژگی های موثر توسط الگوریتم های مورد استفاده به خاطر تکراری بودن این الگوریتم ها هزینه بالایی باید صرف شود. اما در مرحله تست (داده های آموزش و آزمایش) به علت کم شدن ابعاد مساله هزینه کاهش می یابد و همچنین نرخ بازشناسی بالاتری حاصل می شود. درپایان نتایج حاصل از این الگوریتم ها با هم مقایسه می شوند. همچنین در روش دیگری از نسخه حقیقی الگوریتم جستجوی گرانشی باینری یا RGSA و الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات باینری یا RPSO به منظور افزایش نرخ بازشناسی استفاده می شود. در این روش به جای انتخاب بعضی ویژگی ها به عنوان ویژگی های بهینه، به هر کدام از ویژگی ها یک وزن اختصاص داده می شود به گونه ای که از حاصل ضرب بردار ویژگی در بردار وزن بردار ویژگی جدیدی حاصل می شود. این وزنها با استفاده از الگوریتم های مبتنی بر جمعیت تعیین می شوند.

استفاده از شبکه عصبی به عنوان طبقه بندی کننده و کاهش ابعاد بردار ویژگی با روش های PCA و DWT کار دیگری است که انجام می شود.

ساختار بقیه فصل های این پایان نامه به این صورت است که در فصل دوم به مرور برخی مفاهیم مرتبط با بازشناسی الگو، روش‌های انتخاب ویژگی، مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه بازشناسی ارقام پرداخته می شود.

در فصل سوم روش های طبقه بندی برای بازشناسی ارقام و روش های کاهش ابعاد بردارهای ویژگی مبتنی بر انتخاب ویژگی و روشهای استفاده شده جهت استخراج ویژگی توضیح داده می‌شوند. روش وزندهی به ویژگی ها به منظور افزایش نرخ بازشناسی نیز در این فصل بیان می شود. انتخاب ویژگی با الگوریتم های مبتنی بر جمعیت BGSA، BGA و BPSO، وزن دهی به ویژگی ها با استفاده از RGSA و RPSO، و استخراج ویژگی به روش های خطی PCA و DWT انجام می شوند. در این فصل به بیان هر یک از آنها پرداخته می شود.

فصل چهارم به عنوان فصل آخر به بررسی نتایج، تحلیل و مقایسه آنها و پیشنهادهایی برای ادامه کار می پردازد.

۲-مروری بر تحقیقات انجام شده

۲-۱- مرور برخی مفاهیم مرتبط با بازشناسی الگو

۲-۱-۱- یادگیری ماشینی

یادگیری ماشینی یک شاخه مهم از گرایش هوش مصنوعی است که هدف آن تعلیم یک ماشین است بطوریکه بتواند تجربیات و نمونه های موجود را یاد بگیرد. حاصل این یادگیری ایجاد یک مدل طبقه بندی است که بر اساس آن ماشین می تواند نمونه هایی را که در آینده می بیند و مشابه نمونه های موجود هستند در کلاس مناسب خود قرار دهد [7].

۲-۱-۲- بازشناسی الگو

بازشناسی الگو امری است که در زندگی روزمره ما به وفور رخ می دهد. مانند بازشناسی و تشخیص صدای افراد مختلف، بازشناسی چهره افرادی که با آنها روبرو می شویم و یا تشخیص نوع دستخط افراد مختلف. گرچه بازشناسی الگو امری پیچیده است ولی بدلیل قابلیت های بالای مغز انسان به آسانی و در حداقل زمان انجام می شود. ما به دلیل آنکه همواره و به طور ناخودآگاه انواع مختلفی از این بازشناسی را انجام می دهیم، از پیچیده بودن این فرآیند بی خبریم. اما اهمیت توانایی انسان در بازشناسی الگو هنگامی مشخص می شود که انسان سعی می کند ساده ترین نوع های بازشناسی را که براحتی توسط مغز انجام می شود، توسط رایانه انجام دهد [3].

امروزه، با پیشرفت علوم رایانه و بالا رفتن سرعت تجزیه و تحلیل برنامه های رایانه ای، پیشرفت زیادی در زمینه اجرای الگوریتم های بازشناسی الگو به کمک رایانه صورت گرفته است. این الگوریتم ها در زمینه های گوناگونی به کار رفته اند. برای مثال در زمینه تشخیص اصوات مختلف، بازشناسی چهره افراد و یا تشخیص حروف و ارقام دستنویس از الگوریتمهای بازشناسی الگو استفاده شده است [3].

امروزه روش های بازشناسی الگو، به عنوان یک شاخه از یادگیری ماشینی، کاربردهای فراوانی در زمینه های مختلف علمی و صنعتی پیدا کرده اند.