بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه بیرجند

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق (الکترونیک)

بازشناسی ارقام دستنویس فارسی با استفاده از SIFT

استاد راهنما:

دکتر سید محمد رضوی

استاد مشاور:

مهندس مهدی خوش باطن

نگارش:

عباس محمودزاده

زمستان ۱۳۹۳

تعهدنامه

اینجانب **عباس محمودزاده** تایید می‌نمایم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی این جانب بوده و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن‌ها استفاده شده است، مطابق مقررات، ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلا برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

همه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه بیرجند می‌باشد.

تقدیم به:

پدرم

که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی،

ایستادگی را تجربه نمایم

تقدیم به مادری که پدر بود برایم

دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود

و وجودش برایم همه مهر

تقدیم به همسرم

اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم

تقدیم به برادران و خواهرم که همواره در طول تحصیل

متحمل زحماتم بودن و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلاتم،

و وجودشان مایه دلگرمی من می باشد.

تشکر و قدردانی

نخستین سپاس و ستایش از آن خداوندی است که بنده کوچکش را در دریای بیکران اندیشه، قطره ای ساخت تا وسعت آن را از دریچه اندیشه های ناب آموزگارانی بزرگ به تماشا نشیند. لذا اکنون که در سایه سار بنده نوازی هایش پایان نامه حاضر به انجام رسیده است، بر خود لازم می دانم تا مراتب سپاس را از بزرگوارانی به جا آورم که اگر دست یاریگرشان نبود، هرگز این پایان نامه به انجام نمی رسید.

ابتدا از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر سید محمد رضوی که زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند، کمال سپاس را دارم.

از استاد عالی قدرم جناب آقای دکتر ناصر مهرشاد که در طول تحصیل از تجربیات ایشان استفاده کردیم تشکر می کنم.

و از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر حمید ظهیری که در طول تحصیل ما را یاری نموده کمال تشکر و سپاس را دارم

بازشناسی ارقام دستنویس فارسی با استفاده از SIFT

به وسیله‌ی:

عباس محمودزاده

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 مسأله انتخاب ویژگی در بازشناسی ارقام دستنویس فارسی پرداخته است.

هدف یک سیستم بازشناسی الگو، قرار دادن الگوها با کمترین خطا، در کلاس مربوط به خودشان 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 است و هنوز هم در حال تحول می باشد. روش های مختلفی برای استخراج ویژگی از ارقام دستنویس فارسی ارائه شده است، که در این پایان نامه به منظور استخراج ویژگی از ارقام دستنویس فارسی بر روی روش جدید SIFT تمرکز صورت گرفته است.

پایگاه داده ای که در این پایان نامه از آن استفاده شده، توسط نویسنده جمع آوری شده است و شامل ۲۷۰۰ نمونه رقم از دست خط ۹۰ نفر می باشد. که در اینجا از ۶۰۰ نمونه آن برای انجام آزمایش ها استفاه شده است. نتایج مربوط به این پایان نامه که در فصل ششم گزارش شده است بسته به تعداد نمونه های آموزش و آزمون ، نرخ بازشناسی ۴۰ الی ۴۷,۳۳ درصدی را نشان می دهد.

کلمات کلیدی: استخراج ویژگی، بازشناسی ارقام، نرخ بازشناسی، توصیفگر ویژگی مستقل از مقیاس(SIFT).

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست علائم و نشانه‌ها ..... خ

فهرست جدول‌ها ..... د

فهرست شکل‌ها ..... ذ

فصل ۱- مقدمه ۱

۱-۱- پیشگفتار ۱

۱-۲- هدف از انجام تحقیق ۳

۱-۳- نوآوری تحقیق ۴

۱-۴- ساختار پایان‌نامه ۴

فصل ۲- مفاهیم اولیه ۵

۲-۱- بازشناسی الگو ۵

۲-۱-۱- پیش پردازش تصویر ۵

۲-۱-۲- کاهش نویز ۶

۲-۱-۳- نرمالیزه کردن داده ها ۶

۲-۱-۴- فشرده سازی ۷

۲-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده (روش های بازشناسی شناسه های دستنویس) ۷

۲-۳- روش های استخراج ویژگی ۷

۲-۳-۱- تبدیل سراسری (بسط سری) ۸

۲-۳-۱-۱- تبدیلات فوریه (توصیف کننده های فوریه) ۸

۲-۳-۱-۲- تبدیل کسینوسی گسسته(DCT) ۹

۲-۳-۱-۳- موجک ها ۱۱

۲-۳-۱-۴- تبدیل گابور ۱۲

۲-۳-۱-۵- گشتاورها ۱۳

۲-۳-۲- ویژگی های آماری ۱۵

۲-۳-۲-۱- ویژگی کریش ۱۶

۲-۳-۲-۲- ناحیه بندی یا زونینگ یا بلوک بندی ۱۷

۲-۳-۲-۳- ویژگی مکان مشخصه ۱۸

۲-۳-۲-۴- پروفایل مرزی ۱۹

۲-۳-۲-۵- افکنش ۲۰

۲-۳-۲-۶- تلاقی ها و فاصله ها ۲۰
۲-۳-۲-۷- هیستوگرام‌ها ۲۰
۲-۳-۳- ویژگی های هندسی و توپولوژیکی ۲۰
۲-۳-۳-۱- فرآیند آموزش ۲۱
۲-۳-۳-۲- فرآیند شناسایی ۲۱
۲-۴- مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه بازشناسی ارقام ۲۱
۲-۵- مروری بر روش های انتخاب ویژگی ۲۷
۲-۵-۱- نکاتی در مورد انتخاب بردارهای ویژگی ۳۰
۲-۵-۲- برخی مزایای انتخاب ویژگی ۳۱
۲-۵-۳- دسته بندی روش های انتخاب ویژگی ۳۱
۲-۵-۳-۱- روش های کامل ۳۱
۲-۵-۳-۲- روش های اکتشاف ۳۲
۲-۵-۳-۳- روش های تصادفی ۳۳
۲-۶- جمع بندی: ۳۴

فصل ۳- روش انجام کار(آزمایشات، مدل) ۳۵

۳-۱- مقدمه ای در مورد شبکه عصبی ۳۵
۳-۲- الگوریتم ژنتیک ۳۷
۳-۲-۱- الگوریتم های مبتنی بر جمعیت ۳۹
۳-۲-۲- الگوریتم ژنتیک باینری (BGA) ۴۰
۳-۲-۳- الگوریتم بهینه سازی جمعیت ذرات باینری (BPSO) ۴۰
۳-۳- روشهای ادغام ویژگی ۴۳
۳-۳-۱- انتخاب ویژگی ۴۴
۳-۳-۲- استخراج ویژگی ۴۵
۳-۳-۳- ترکیب ویژگی ۴۵

فصل ۴- روش پیشنهادی ۴۶

۴-۱- مقدمه ۴۶
۴-۲- روند اجرای روش پیشنهادی ۴۶
۴-۳- پیش‌پردازش ۴۶
۴-۳-۱- برچسب زنی ارقام ۴۷
۴-۳-۲- حذف نویز ۴۷
۴-۴- بهبود تصویر ۴۷
۴-۴-۱- تسهیم هیستوگرام ۴۸

۴-۵- استخراج ویژگی ۴۸
۴-۵-۱- استخراج ویژگی با استفاده از تبدیل ویژگی مستقل از مقیاس(SIFT) ۴۸
۴-۵-۱-۱- آشکارسازی اکسترمم فضا-مقیاس ۵۰
۴-۵-۱-۲- آشکارسازی اکسترمم محلی ۵۳
۴-۵-۱-۳- تخصیص جهت ۵۴
۴-۵-۱-۴- توصیفگر تصویر محلی ۵۶
۴-۵-۱-۵- نمایش توصیفگر ۵۸
۴-۵-۲- کاربرد در بازشناسی ارقام دستنویس فارسی ۶۰
۴-۵-۲-۱- تطبیق نقطه‌ی کلیدی ۶۰
۴-۵-۲-۲- اندیس‌گذاری مؤثر نزدیک‌ترین همسایه ۶۰
۴-۶- مراحل اعمال گام استخراج ویژگی ۶۲
۴-۶-۱- مراحل اعمال گام بازشناسی ارقام دسنویس فارسی ۶۲
۴-۷- نتیجه‌گیری ۶۳
فصل ۵- شبیه‌سازی ۶۴
۵-۱- بانک‌های داده‌ی مورد استفاده ۶۴
۵-۲- ارقام حاصل‌شده پس از برچسب زنی و حذف نویز ۶۷
۵-۳- نتایج حاصل‌شده در مرحله استخراج ویژگی ۶۸
فصل ۶- نتایج، بحث و پیشنهادات ۷۲
۶-۱- ماتریس آسیمگی ۷۲
۶-۲- نتایج ۷۳
۶-۳- جمع بندی ۷۶
۶-۴- پیشنهادات ۷۷
فهرست مراجع ۷۸
واژه نامه انگلیسی به فارسی ۸۳

فهرست علائم و نشانه‌ها

عنوان	علامت اختصاری
تبدیل ویژگی مستقل از مقیاس	SIFT
دقت	ACC

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۵-۱ نمونه ارقام پس از برچسب زنی ۶۷
جدول ۵-۲ نقاط تطبیق یافته دو تصویر از دو کلاس متفاوت ۷۰
جدول ۶-۱ ماتریس آسیمگی ۷۲
جدول ۶-۲ نتایج روشهای مختلفی که در زمینه بازشناسی ارقام دستنویس انجام شده است۷۳
جدول ۶-۳ نتایج حاصل از روش پیشنهادی ۷۶

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ مراحل سیستم بازشناسی الگو ۱

شکل ۲-۲ ویژگی های جهتی کانتور و ویژگی های نقاط خمش ۱۷

شکل ۲-۳ استخراج ویژگی زونینگ ۱۸

شکل ۲-۴ نحوه محاسبه ویژگی مکان مشخصه برای یک نقطه از تصویر ۱۹

شکل ۲-۵ مقایسه ارقام عربی، فارسی و هندی ۲۵

شکل ۳-۱ فلوچارت الگوریتم ژنتیک ۳۹

شکل ۳-۲ مدل سلسله مراتبی روش های متفاوت از ادغام ویژگی ۴۴

شکل ۴-۱ نمونه تصاویر پایگاه داده قبل از برچسب زنی ۴۷

شکل ۴-۲ هرم فضا-مقیاس و تخمین لاپلاسین آن ۵۱

شکل ۴-۳ مکان‌یابی نقاط پایدار در خروجی تفاضل گوسی ۵۳

شکل ۴-۴ درصد انتخاب مجدد با مکان و مقیاس نقاط کلیدی برحسب نویز، افزودن جهت و تطبیق با بانک داده ۵۶

شکل ۴-۵ ساخت توصیفگر نقاط کلیدی با محاسبه‌ی دامنه و جهت گرادیان در هر نقطه‌ی نمونه‌ی تصویر ۵۸

شکل ۴-۶ روند نمای استخراج ویژگی SIFT از تصاویر ۶۲

شکل ۵-۱ نمونه ارقام جمع آوری شده برای پایگاه داده توسط نویسنده ۶۶

شکل ۵-۳ نمایش نقاط کلیدی و توصیفگر نقاط کلیدی ۶۹

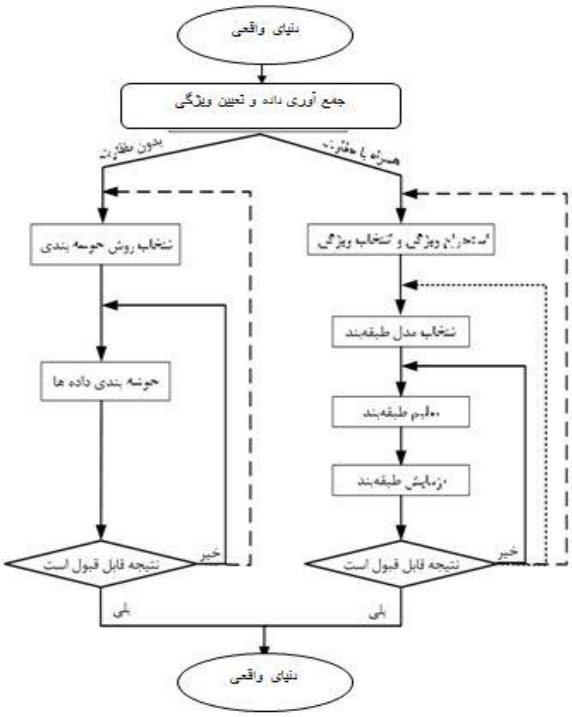
شکل ۵- ۴ نقاط تطبیق یافته دو تصویر از یک کلاس ۷۰

فصل ۱– مقدمه

۱–۱– پیشگفتار

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[۱]. بازشناسی ارقام دستنویس فارسی یکی از زمینه های پردازش تصویر و بازشناسی الگو 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 چندین سال قبل آغاز شده و هم اکنون درکاربردهای مختلفی همچون اتوماسیون ادارات، کدهای پستی، فرم ها و ..... استفاده می شود.

در فرآیند بازشناسی الگو، الگوهای ورودی در کلاس ها و دسته های از پیش تعیین شده ای طبقه بندی می شوند[۲]. مراحل بازشناسی الگو، (در شکل ۱-۱) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ مراحل سیستم بازشناسی الگو

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.

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. 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.

پایگاه داده ای که در این پایان نامه از آن استفاده شده، توسط نویسنده جمع آوری شده است و شامل ۲۷۰۰ نمونه رقم از دست خط ۹۰ نفر می باشد. که در اینجا از ۶۰۰ نمونه آن برای انجام آزمایش ها استفاه شده است. نتایج مربوط به این پایان نامه که در فصل ششم گزارش شده است بسته به تعداد نمونه های آموزش و آزمون، نرخ بازشناسی ۴۰ الی ۴۷,۳۳ درصدی را نشان می دهد، لذا این نتایج برای بازشناسی ارقام دستنویس فارسی قابل قبول می باشد.

۱-۲-هدف از انجام تحقیق

هدف این پایان نامه بهبود بخشیدن به نرخ بازشناسی و زمان محاسباتی ارقام دستنویس فارسی است که روش های مختلفی برای استخراج ویژگی از ازقام دستنویس فارسی ارائه شده است، که در این پایان نامه به منظور استخراج ویژگی از ارقام دستنویس فارسی بر روی روش جدید SIFT تمرکز صورت گرفته است.

در فصل دوم در مورد مفاهیم اولیه در زمینهٔ بازشناسی ارقام، انواع روش های استخراج ویژگی و مقایسه آن‌ها، سیستم تشخیص الگو، مطالبی ارائه شده است. در فصل سوم روش انجام کار توسط الگوریتم های مختلف و مهم‌ترین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه بیان‌شده است. فصل چهارم به معرفی روش پیشنهادی در زمینهٔ بازشناسی ارقام دستنویس فارسی اختصاص یافته است، ضمن اینکه روش ویژگی مستقل از مقیاس نیز به طور مفصل تشریح شده است. فصل پنجم به شبیه‌سازی روش پیشنهادی و نتایج حاصله پرداخته است و در فصل آخر یعنی فصل ششم نتیجه‌گیری کلی بیان شده است و پس از آن پیشنهادهایی برای محققان و ادامه کار جهت تحقیق در زمینهٔ بازشناسی ارقام دسنویس فارسی ارائه شده است.

۱–۳– نوآوری تحقیق

استخراج ویژگی از مهم‌ترین قسمت‌های یک سیستم بازشناسی می‌باشد و در این پایان‌نامه بر روی این قسمت تمرکز شده است و دلیل آن هم این است که این مرحله از اساسی‌ترین مراحل یک سیستم تشخیص الگو یا یک سیستم بازشناسی می‌باشد، به طوری‌که هر ویژگی‌های استخراجی در مرحله استخراج ویژگی بهینه باشند، آنچه اتفاق خواهد افتاد بهبود نرخ بازشناسی و درنتیجه بالا رفتن کارایی سیستم خواهد بود. روش‌های مختلفی برای استخراج ویژگی توسط محققان به کار گرفته شده است. هدف از این قسمت استخراج ویژگی‌های بهینه هست به طوری که این ویژگی‌ها مستقل از مقیاس، چرخش و یا روشنایی باشند. به منظور رسیدن به این هدف از روش SIFT بهره گرفته شده است.

به منظور استخراج ویژگی‌های مستقل از مقیاس و دوران، ابتدا تصویر برچسب شده را با استفاده از روش‌های ارتقاء تصویر، بهبود داده تا بتوان ویژگی‌های بیشتر و مناسب‌تر را استخراج کرد، پس از آن با استفاده از الگوریتم نوین SIFT، ویژگی‌های ارقام را استخراج کرده و از آن‌ها برای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود.

۱–۴– ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه در شش فصل پیکره‌بندی شده است. در فصل دوم در مورد مفاهیم اولیه در زمینهٔ بازشناسی ارقام، انواع روش های استخراج ویژگی و مقایسه آن‌ها، سیستم تشخیص الگو، مطالبی ارائه شده است. در فصل سوم روش انجام کار توسط الگوریتم های مختلف و مهم‌ترین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه بیان‌شده است. فصل چهارم به معرفی روش پیشنهادی در زمینهٔ بازشناسی ارقام دستنویس فارسی اختصاص یافته است، ضمن اینکه روش ویژگی مستقل از مقیاس نیز به طور مفصل تشریح شده است. فصل پنجم به شبیه‌سازی روش پیشنهادی و نتایج حاصله پرداخته است و در فصل آخر یعنی فصل ششم نتیجه‌گیری کلی بیان شده است و پس از آن پیشنهادهایی برای محققان و ادامه کار جهت تحقیق در زمینهٔ بازشناسی ارقام دسنویس فارسی ارائه شده است.

فصل ۲–مفاهیم اولیه

۲–۱– 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. 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. امروزه روش های بازشناسی الگو، به عنوان یک شاخه از یادگیری ماشینی، کاربردهای فراوانی در زمینه های مختلف علمی و صنعتی پیدا کرده اند.

۲–۱–۱– پیش پردازش تصویر

پیش پردازش شامل کلیه اعمالی است که بر روی یک تصویر صورت می گیرد تا موجب تسهیل در روند اجرای فازهای بعدی گردد. برخی از این اعمال شامل دوگانی کردن تصویر، حذف نویز، هموار سازی، نازک سازی است. از مجموعه این پردازش ها اهداف زیر حاصل می شوند.[۳]

۱ -کاهش نویز

۲ -نرمالیزه کردن داده ها

۳-فشرده سازی میزان اطلاعاتی که باید محفوظ بماند.

۲-۱-۲- کاهش نویز

نویز ایجاد شده به واسطه دستگاه های اسکنر نوری باعث ایجاد نقطه نقطه های لک مانند، قطعه خط های گسسته، اتصال بین ارقام، فضاهای خالی بین ارقام و ... می شود. همچنین اعوجاج های دیگری مثل تغییرشکل یا خوردگی ارقام وجود دارند. بهتر است این نقایص قبل از مرحله بازشناسی برطرف شوند. این کار باعث کاهش خطای بازشناسی وکاهش اندازه فایل تصویر می شود. با کاهش اندازه فایل تصویر، زمان مورد نیاز برای پردازش داده‌ها و همچنین حجم حافظه لازم برای ذخیره سازی کاهش می یابد.

۲-۱-۳- نرمالیزه کردن داده ها

روش های نرمالیزه کردن داده ها به حذف تغییرات نگارشی کمک می کند و داده های استاندارد شده ای را نتیجه می دهد. از روش‌های نرمالیزه کردن داده‌ها، دو روش نرمالیزه کردن اندازه و هموارسازی کانتور را بررسی می‌کنیم.

الف) نرمالیزه کردن اندازه

ممکن است تصاویر ارقام خیلی کوچک یا خیلی بزرگ باشند. معمولا این تصاویر به یک اندازه استاندارد نرمالیزه می شوند تا عملیات بازشناسی، مستقل از اندازه فونت متن شود. به این روش نرمالیزه کردن اندازه گویند.

ب) هموارسازی کانتور

خط تشکیل دهنده مرز یک کاراکتر را کانتور آن کاراکتر گویند. در متون دستنویس، به واسطه لرزش یا حرکات ناخواسته دست نویسنده درهنگام نگارش، ممکن است کانتور حروف ناصاف شود. این وضعیت، درسیستم های بازشناسی متون دستنویس ممکن است به دلیل تغییر مقیاس ارقام یا وجود نویز در مرحله اسکن تصاویر ظاهر شود. هموارسازی کانتور، تعداد نقاط نمونه مورد نیاز برای نمایش کاراکتر را کاهش داده و کارایی سایر مراحل پردازشی را بهبود می بخشد.

۲–۱–۴– فشرده سازی

یکی از رایج ترین روش هایی که برای فشرده سازی به کار می رود نازک سازی می باشد. باعمل نازک سازی، تصویر کاراکترها به تصویری با عرض یک پیکسل تبدیل می شود. درست مانند اینکه کاراکترها با یک قلم نوک باریک نوشته شده باشند. نازک سازی علاوه بر این که کاهش قابل ملاحظه ای در حجم داده ها ایجاد می کند، اطلاعات شکلی کاراکتر را نیز حفظ می کند.

۲–۲– مروری بر تحقیقات انجام شده (روش های بازشناسی شناسه های دستنویس)

بازشناسی شناسه‌های دستنویس چندین دهه است که مورد مطالعه قرار گرفته است. تاکنون، تحقیقات وسیعی روی آن به انجام رسیده و هنوز از بعضی جهات به عنوان یکی از مسائل باز مطرح است. بازشناسی شناسه‌های دستنویس در واسطه بین انسان و ماشین کاربردهای گوناگونی دارد. معیارهای گوناگونی برای ارزیابی عملکرد یک روش بازشناسی شناسه‌های دستنویس (دست نوشته‌ها) وجود دارد. از جمله این معیارها می توان به اندازه ارقام، استقلال از سبک نوشتار، قابلیت اطمینان و سرعت بازشناسی اشاره نمود. بنا به دلایلی همچون سبک نوشتاری خاص افراد مختلف، بافت (محدوده) ارقام، ابزار و واسطه های نوشتاری متفاوت، تصاویر اسکن شده دستخوش تغییراتی مثل کجی و اندازه متفاوت ارقام و ضربه هایی با پهنا و شکل های متفاوت می شوند. از این رو بازشناسی ارقام دستنویس مشکل است. توسعه روش‌های کارآمد جهت بازشناسی شناسه‌های دستنویس می‌تواند درکاربردهای آن راهگشا باشد.

۲–۳– روش های استخراج ویژگی

همان گونه که در بخش های قبل گفته شد، مرحله استخراج ویژگی[۱] در بازشناسی الگو بسیار مهم است به دلیل اینکه نتایج حاصل از این مرحله، مستقیما بر روی کیفیت و نرخ مرحله

[۱] Feature Extraction

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 می‌سازد. در زیر به توضیح برخی ویژگی‌های استخراج شده از حروف و ارقام می‌پردازیم. به طور کلی روش های مختلف استخراج ویژگی از تصاویر اسناد به سه گروه اصلی تقسیم می شوند[۴].

۱-تبدیل سراسری[۱]

۲-آماری

۳.-هندسی و توپولوژیکی

۲-۳-۱- تبدیل سراسری (بسط سری)

یک سیگنال پیوسته معمولا 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. در زیر به برخی از تبدیل ها و روش های بسط سری اشاره می‌کنیم.

۲-۳-۱-۱- تبدیلات فوریه (توصیف کننده های فوریه[۲])

تبدیل فوریه گسسته[۳] (DFT) در زمینه پردازش تصویر و سیگنال اهمیت فوق العاده ای دارد. در آن معمولا از طیف دامنه بردار ویژگی در فضای اقلیدسی n بعدی به عنوان ویژگی استفاده می شود.DFT چندین ویژگی دارد که در امر شاخص گذاری[۴] یا تطبیق الگوها مفید است: اول اینکه دامنه ضرایبDFT نسبت به انتقال حساس نیست و در نتیجه با احتساب طیف دامنه به تنهایی و صرف نظر از اطلاعات فاز می توان حساسیت نسبت به تغییر مکان کاراکترها را در تصویر از بین برد. دوم اینکه همبستگی حوزه زمانی را می توان به طور موثر با استفاده از ضرایب DFT محاسبه نمود. تبدیلات فوریه به شکلهای متفاوتی در بازشناسی حروف مورد استفاده قرار گرفته اند.

---

۱ Global Transformation

۲ Fourier Descriptors

۳ Discrete Fourier Transform

۴ Indexing