



دانشکده فنی مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی ارشد

بازشناسی برون خط کلمات دستنویس فارسی

با تاکید بر تشخیص نام ۳۰ شهر

مؤلف:

امید هاشمی قوچانی

استاد راهنما:

دکتر سید علیرضا سیدین

شهریور ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به:

مادر عزیز و پدر بزرگوارم

که با دعاهای خود همواره باعث دلگرمی من بودید و در طول دوران تحصیل با کمک‌های عاشقانه و صمیمانه خود نقش بسزایی در پیشرفت بنده داشتید. بسیار متشکرم و حاصل تلاش و زحمات این دوره از تحصیلم را به شما هدیه می‌کنم.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
IV.....	فهرست اشکال
VI.....	فهرست جداول
VII.....	چکیده

## فصل اول: مقدمه

۲.....	مقدمه
--------	-------

## فصل دوم: مبانی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها و بررسی کارهای قبلی

۶.....	۱-۲- بلوک دیاگرام سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها
۷.....	۲-۲- انواع تقسیم بندی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها
۷.....	۱-۲-۲- تقسیم بندی از لحاظ نوع الگوی ورودی
۸.....	۲-۲-۲- تقسیم بندی از لحاظ نوع نوشتار
۸.....	۳-۲-۲- تقسیم بندی از لحاظ نوع زبان
۸.....	۴-۲-۲- تقسیم بندی از لحاظ نوع هدف تشخیص
۹.....	۳-۲- بازشناسی کلمات
۱۰.....	۴-۲- بررسی کارها و تحقیقات قبلی در زمینه بازشناسی کلمات، نتایج و نیازها

## فصل سوم: الگوریتم پیشنهادی

- ۱-۳- اطلاعات ورودی - نحوه جمع‌آوری پایگاه داده..... ۱۴
- ۲-۳- پیش پردازش..... ۱۶
- ۱-۲-۳- باینری‌سازی..... ۱۷
- ۲-۲-۳- حذف نویز نقطه‌ای از تصاویر باینری..... ۱۸
- ۳-۲-۳- ترمیم بریدگی‌های ناخواسته..... ۱۹
- ۴-۲-۳- حذف بخش‌های اضافی ناخواسته..... ۲۰
- ۳-۳- استخراج ویژگی..... ۲۲
- ۱-۳-۳- اختصاص ویژگی‌های جهتی به کلمه از روی ویژگی‌های آماری ماتریس GLCM..... ۲۲
- ۲-۳-۳- استخراج ویژگی به کمک ممان‌های هیو..... ۳۳
- ۳-۳-۳- استخراج تعداد ۷ ویژگی ساختاری از کلمات بر اساس شکل ظاهری آنها..... ۳۴
- ۴-۳- بازشناسی..... ۳۵

## فصل چهارم: نتایج شبیه‌سازی‌ها

- ۱-۴- بکارگیری چند شبکه‌عصبی مختلف در بازشناسی کلمات و انتخاب مناسب‌ترین شبکه‌عصبی..... ۳۹
- ۲-۴- تاثیر استفاده مجزا از ویژگی‌های اختصاص داده شده به کلمات در نرخ بازشناسی..... ۴۰
- ۳-۴- تاثیر نوع شبکه‌عصبی مورد استفاده در نرخ بازشناسی از جنبه تعداد لایه‌های شبکه‌عصبی..... ۴۱
- ۴-۴- تاثیر تعداد نرون‌های لایه مخفی یک شبکه‌عصبی در نرخ بازشناسی..... ۴۲
- ۵-۴- تاثیر مرحله پیش پردازش تصاویر کلمات در نرخ بازشناسی..... ۴۳
- ۶-۴- تاثیر تعداد کلاس‌های ورودی در نرخ بازشناسی..... ۴۴
- ۷-۴- تاثیر تعداد نمونه‌های هر کلاس ورودی در نرخ بازشناسی..... ۴۵
- ۸-۴- مقایسه نرخ بازشناسی الگوریتم پیشنهادی با چند کار مشابه..... ۴۶

## فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادها

۴۸..... جمع بندی..... ۱-۵

۵۰..... پیشنهادها..... ۲-۵

۵۲..... مراجع.....

۵۶..... پیوست ۱- روابط ریاضی چند ویژگی آماری ماتریس ها.....

۵۷..... پیوست ۲- روابط ریاضی ممان های هیو.....

## فهرست اشکال

- شکل (۱-۲): بلوک دیاگرام یک سیستم بازشناسی نوری نویسه‌ها..... ۶
- شکل (۲-۲): انواع تقسیم بندی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها..... ۸
- شکل (۱-۳): نمونه‌ای از جداول نام شهرها جهت جمع‌آوری پایگاه داده..... ۱۵
- شکل (۲-۳): یک نمونه از پایگاه داده..... ۱۶
- شکل (۳-۳): بلوک دیاگرام مرحله پیش پردازش..... ۱۶
- شکل (۴-۳): چند نمونه از تصاویر ورودی قبل و بعد از باینری‌سازی..... ۱۷
- شکل (۵-۳): نويز نقطه‌ای..... ۱۸
- شکل (۶-۳): پنجره  $3 \times 3$  مورد استفاده جهت حذف نويز نقطه‌ای..... ۱۸
- شکل (۷-۳): حذف نويز نقطه‌ای..... ۱۸
- شکل (۸-۳): بریدگی‌های ناخواسته..... ۱۹
- شکل (۹-۳): پنجره  $3 \times 3$  مورد استفاده جهت ترمیم بریدگی‌های ناخواسته..... ۱۹
- شکل (۱۰-۳): حذف بریدگی‌های ناخواسته با اعمال عملگر مورفولوژیک دایلیشن..... ۲۰
- شکل (۱۱-۳): بخش‌های اضافی ناخواسته..... ۲۰
- شکل (۱۲-۳): پنجره  $5 \times 5$  مورد استفاده جهت حذف بخش‌های اضافی ناخواسته..... ۲۱
- شکل (۱۳-۳): حذف بخش‌های اضافی ناخواسته با اعمال عملگر مورفولوژیک اپنینگ..... ۲۱
- شکل (۱۴-۳): چند نمونه فاصله و زاویه فضایی مختلف بین جفت پیکسل بر حسب مقادیر (a) و (b)..... ۲۳
- شکل (۱۵-۳): یک مثال جهت نشان دادن چگونگی محاسبه ماتریس GLCM از روی یک تصویر..... ۲۴
- شکل (۱۶-۳): چهار راستای اصلی مورد استفاده در ماتریس GLCM..... ۲۵
- شکل (۱۷-۳): تصویر یک بافت..... ۲۶
- شکل (۱۸-۳): چند نمونه از ویژگی‌های جهتی حروف فارسی در چهار راستای اصلی..... ۲۷
- شکل (۱۹-۳): تصویر کلمه گناباد..... ۲۸

- شکل (۳-۲۰): راستای ۹۰ درجه و چند راستای نزدیک به آن..... ۲۸
- شکل (۳-۲۱): راستاهای انتخاب شده برای راستای اصلی ۹۰ درجه و نحوه مقدارگیری جفت پیکسل‌ها..... ۲۹
- شکل (۳-۲۲): تصویر کلمه شهر چکنه و راستاهای سرکش حرف "ک" ..... ۳۰
- شکل (۳-۲۳): راستاهای در برگیرنده سرکش حرف "ک" و ماتریس GLCM متناظر با یک تصویر باینری..... ۳۱
- شکل (۳-۲۴): تفاوت در موقعیت مکانی، زاویه کلمات و اندازه کلمات..... ۳۳



## فهرست جداول

- جدول (۱-۲): مقایسه نتایج بازشناسی کلمات..... ۱۲
- جدول (۱-۴): نتایج اعمال چند شبکه عصبی مختلف در بازشناسی کلمات..... ۳۹
- جدول (۲-۴): تاثیرات اعمال مجزای بردارهای ویژگی به شبکه عصبی در نرخ بازشناسی..... ۴۰
- جدول (۳-۴): تاثیر تعداد لایه‌های یک شبکه عصبی در نرخ بازشناسی..... ۴۱
- جدول (۴-۴): تاثیر تعداد نرون‌های لایه مخفی یک شبکه عصبی در نرخ بازشناسی..... ۴۲
- جدول (۵-۴): تاثیر مرحله پیش پردازش تصاویر کلمات در نرخ بازشناسی..... ۴۳
- جدول (۶-۴): تاثیر تعداد کلاس‌های ورودی در نرخ بازشناسی..... ۴۴
- جدول (۷-۴): تاثیر تعداد نمونه‌های هر کلاس ورودی در نرخ بازشناسی..... ۴۵
- جدول (۸-۴): مقایسه نرخ بازشناسی الگوریتم پیشنهادی با چند کار مشابه..... ۴۶

## چکیده:

سیستم‌ها و نرم‌افزارهای بازشناسی نوری نویسه‌ها (OCR) هم اکنون بسیار متداول شده‌اند و در کاربردهای فراوانی که مبتنی بر تشخیص نوری علائم و نوشتارهای تایپی و دستنویس می‌باشند مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مورد بازشناسی علائم و نوشتارهای زبان فارسی به ویژه دستنویس‌های فارسی این سیستم‌ها و نرم‌افزارها هنوز از دقت بازشناسی مناسبی برخوردار نیستند. بنابراین ما در این پایان‌نامه بر روی بازشناسی کلمات دستنویس فارسی تمرکز کرده‌ایم. کلماتی که در اینجا بازشناسی می‌شوند کلمات دستنویس نام ۳۰ شهر از شهرهای استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی می‌باشند. به علت عدم وجود چنین پایگاه داده‌ای، برای هر شهر ۵۰ نمونه دستنویس از دست‌خط ۵۰ فرد مختلف تهیه و از آنها به عنوان پایگاه داده در این پروژه استفاده کردیم. ما در این پروژه از رویکرد مبتنی بر در نظر گرفتن کل کلمه به عنوان یک عنصر واحد جهت بازشناسی کلمات استفاده کرده‌ایم و برای اولین بار از ویژگی‌های ماتریس GLCM جهت اختصاص ویژگی در سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها استفاده کردیم و به نرخ بازشناسی ۷۵٪ برای کلمات دستنویس نام ۳۰ شهر دست پیدا کردیم.

**کلمات کلیدی:** بازشناسی نوری نویسه‌ها، تشخیص برون‌خط کلمات دستنویس فارسی، پیش‌پردازش، استخراج ویژگی‌های ساختاری و آماری، ماتریس GLCM، ممان‌های هیو

# فصل اول

## مقدمه

## مقدمه:

امروزه سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها<sup>۱</sup> به یکی از بخش‌های مهم و پرکاربرد حوزه پردازش تصویر تبدیل شده است و روز به روز کاربردهای جدیدی در این زمینه شناسایی می‌شود. در این سیستم‌ها ابتدا توسط اسکنر و یا دوربین از برگه و یا ناحیه‌ای که حاوی علائم نوشتاری از قبیل ارقام، حروف، کلمات و... می‌باشد تصویر برداری شده و سپس تصویر مورد نظر به صورت یک فایل تصویری استاندارد ذخیره شده و این فایل تصویری به سیستم بازشناسی فرستاده می‌شود، سیستم بازشناسی وظیفه دارد تصویر مورد نظر را به کمک الگوریتم‌های مختلف پردازش کرده و علائم نوشتاری موجود را شناسایی و بصورت هوشمند آنها را بازشناسی و تفسیر کند. هم اکنون نرم‌افزارهای قدرتمندی در زمینه تشخیص و بازشناسی علائم، ارقام، حروف، کلمات، متون و نوشتارهایی از این قبیل در زبان‌های رایج دنیا از قبیل انگلیسی، فرانسوی، آلمانی، چینی و... طراحی و تولید شده است و بسیاری از این نرم‌افزارها کاربردی و تجاری شده‌اند و در بسیاری از کاربردها از قبیل: تشخیص مبالغ چک‌ها و تشخیص صحت امضا در بانک‌ها، تشخیص رایانه‌ای و خودکار آدرس گیرنده نامه‌های پستی در ادارات پست، تشخیص پلاک خودروها در جاده‌ها و مواردی از این قبیل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تاریخچه سیستم‌های بازشناسی نوری کاراکترها به اوایل قرن بیستم بر می‌گردد و به سه مرحله تقسیم می‌-

شود [۱]:

الف- مرحله شکل‌گیری و نیازسنجی (۱۹۰۰ الی ۱۹۸۰)

ب- مرحله توسعه (۱۹۸۰ الی ۱۹۹۰)

پ- مرحله تکوین و تجاری سازی (۱۹۹۰ تاکنون)

<sup>1</sup> Optical Character Recognition

در مورد زبان‌های فارسی و عربی به دلیل ویژگی‌های خاص این زبان‌ها که از پیچیدگی‌های نوشتاری بیشتری نسبت به زبان‌های انگلیسی، فرانسوی، آلمانی و زبان‌های مشابه برخوردارند [۲،۳،۴]، الگوریتم‌ها و نرم-افزارهای طراحی شده در زمینه تشخیص و بازشناسی نوری کاراکترها از دقت کمتر و نرخ تشخیص پایینتری برخوردارند. در مورد بازشناسی نوشتارهای تایپی زبان‌های فارسی و عربی پیشرفت‌های قابل توجهی صورت گرفته است ولی در مورد بازشناسی نوشتارهای دستنویس هنوز الگوریتم‌ها و نرم‌افزارهای موجود از دقت قابل قبولی برخوردار نیستند و به تحقیقات بیشتر و طراحی الگوریتم‌های کارآمدتر نیاز است.

در این پروژه هدف بازشناسی کلمات دستنویس فارسی نام ۳۰ شهر از شهرهای استان‌های خراسان‌های شمالی، رضوی و جنوبی به منظور استفاده در سیستم خودکار تفکیک پاکت‌های نامه‌های پستی براساس نام شهر آدرس گیرنده آنها می‌باشد. ما در این پایان‌نامه در ابتدا در یک فصل جداگانه به شرح مبانی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها می‌پردازیم و چالش‌ها و مشکلات موجود در زمینه تشخیص و بازشناسی نوشتارهای دستنویس فارسی را بررسی، تحقیقات و کارهای قبلی را مرور خواهیم کرد و در ادامه به شرح الگوریتم و روش پیشنهادی پرداخته و در انتها به ارائه نتایج شبیه‌سازی، جمع‌بندی و ارائه پیشنهادهایی در راستای کارهای آینده خواهیم پرداخت.

## فصل دوم

مبانی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها

و بررسی کارهای قبلی

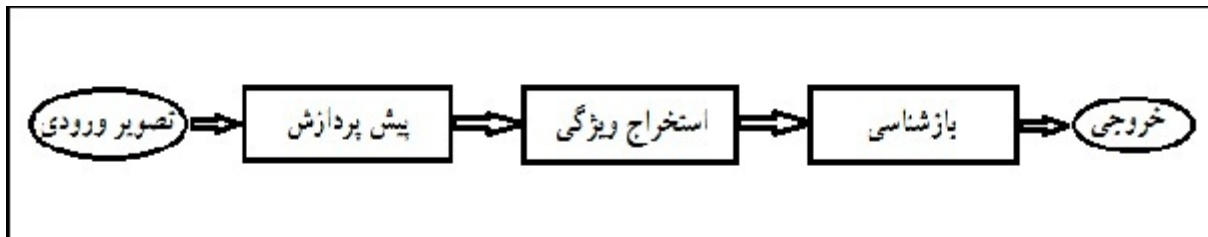
## فصل دوم- مبانی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها و بررسی کارهای قبلی

در سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها ابتدا توسط اسکنر و یا دوربین از برگه و یا ناحیه‌ای که حاوی علائم نوشتاری از قبیل ارقام، حروف، کلمات و... می‌باشد تصویر برداری شده و سپس تصویر مورد نظر به صورت یک فایل تصویری استاندارد ذخیره شده و این فایل تصویری به سیستم بازشناسی فرستاده می‌شود، سیستم بازشناسی وظیفه دارد تصویر مورد نظر را به کمک الگوریتم‌های مختلف پردازش کرده و علائم نوشتاری موجود را شناسایی و بصورت هوشمند آنها را بازشناسی و تفسیر کند.

امروزه سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها به یکی از بخش‌های مهم و پرکاربرد حوزه پردازش تصویر تبدیل شده‌اند و روز به روز کاربردهای جدیدی در این زمینه شناسایی می‌شود. هم اکنون نرم‌افزارهای قدرتمندی در زمینه تشخیص و بازشناسی علائم، ارقام، حروف، کلمات، متون و نوشتارهایی از این قبیل طراحی و تولید شده است و بسیاری از این نرم افزارها کاربردی و تجاری شده‌اند و در بسیاری از کاربردها از قبیل: تشخیص مبالغ چک‌ها و تشخیص صحت امضا در بانک‌ها، تشخیص رایانه‌ای و خودکار آدرس گیرنده نامه‌های پستی در ادارات پست، تشخیص پلاک خودروها در جاده‌ها و مواردی از این قبیل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

## ۱-۲- بلوک دیاگرام سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها

در ادامه بلوک دیاگرام کلی یک سیستم بازشناسی نوری نویسه‌ها را بررسی کرده و بخش‌های مختلف این بلوک دیاگرام را به طور جداگانه شرح می‌دهیم. در شکل (۱-۲) بلوک دیاگرام یک سیستم بازشناسی نوری نویسه‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل (۱-۲): بلوک دیاگرام یک سیستم بازشناسی نوری نویسه‌ها

بلوک دیاگرام بالا به ترتیب شامل اجزاء تصویر ورودی، پیش پردازش، استخراج ویژگی، بازشناسی و خروجی می‌باشد. در ادامه این اجزاء را جداگانه توضیح می‌دهیم.

### تصویر ورودی:

یک فایل تصویری است که حاوی نواحی‌ای از علائم نوشتاری از قبیل ارقام، حروف، کلمات و... می‌باشد.

### پیش پردازش<sup>۱</sup>:

در این قسمت یک سری از الگوریتم‌ها وظیفه تشخیص و استخراج نواحی شامل علائم نوشتاری از سایر بخش‌ها را بر عهده دارند و یک سری از الگوریتم‌ها وظیفه حذف نویز و بهبود کیفیت تصویر ورودی در راستای بازشناسی بهتر علائم نوشتاری را بر عهده دارند.

### استخراج ویژگی<sup>۲</sup>:

در این مرحله بردارهای ویژگی<sup>۳</sup> به اجزای علائم نوشتاری جهت بازشناسی اختصاص داده می‌شوند.

<sup>۱</sup> Preprocessing

<sup>۲</sup> Feature Extraction

<sup>۳</sup> Feature Vectors



## بازشناسی<sup>۱</sup>:

در این مرحله توسط الگوریتم‌های بازشناسی و طبقه‌بند<sup>۲</sup> های مختلف، علائم نوشتاری بازشناسی و تفسیر می‌شوند.

## خروجی:

خروجی یک سیستم بازشناسی با توجه به هدف آن سیستم تعیین می‌شود.

## ۲-۲- انواع تقسیم بندی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها

سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها را می‌توان از جنبه‌های مختلفی تقسیم بندی کرد. در ادامه به چهار نوع تقسیم بندی اصلی این سیستم‌ها اشاره می‌کنیم.

### ۲-۲-۱- تقسیم بندی از لحاظ نوع الگوی ورودی

برخط<sup>۳</sup>: در بازشناسی برخط، نوشتار در همان زمان نگارش توسط سیستم تشخیص داده می‌شود و دستگاه ورودی این سیستم‌ها یک قلم نوری است. در این روش علاوه بر اطلاعات مربوط به موقعیت قلم، اطلاعات زمانی مربوط به مسیر قلم نیز در اختیار است. در این روش می‌توان از اطلاعات زمانی، سرعت، فشار و زمان برداشتن و گذاشتن قلم روی صفحه در بازشناسی استفاده کرد.

برون خط<sup>۴</sup>: در بازشناسی برون خط، از تصویر دوبعدی متن ورودی استفاده می‌شود. در این روش به هیچ نوع وسیله نگارشی نیاز نیست و تفسیر داده‌ها مستقل از فرایند تولید آنها و تنها بر اساس تصویر متن صورت می‌گیرد.

---

<sup>1</sup> Recognition

<sup>2</sup> Classifier

<sup>3</sup> Online

<sup>4</sup> Offline

### ۲-۲-۲- تقسیم بندی از لحاظ نوع نوشتار

دستنویس: نوشتارهای دستنویس نوشتارهایی هستند که توسط دست‌خط افراد نوشته شده باشند. تایپی: منظور از نوشتارهای تایپی نوشتاری است که توسط نرم‌افزارهای مختلف با فونت‌های استاندارد نوشته شده باشند.

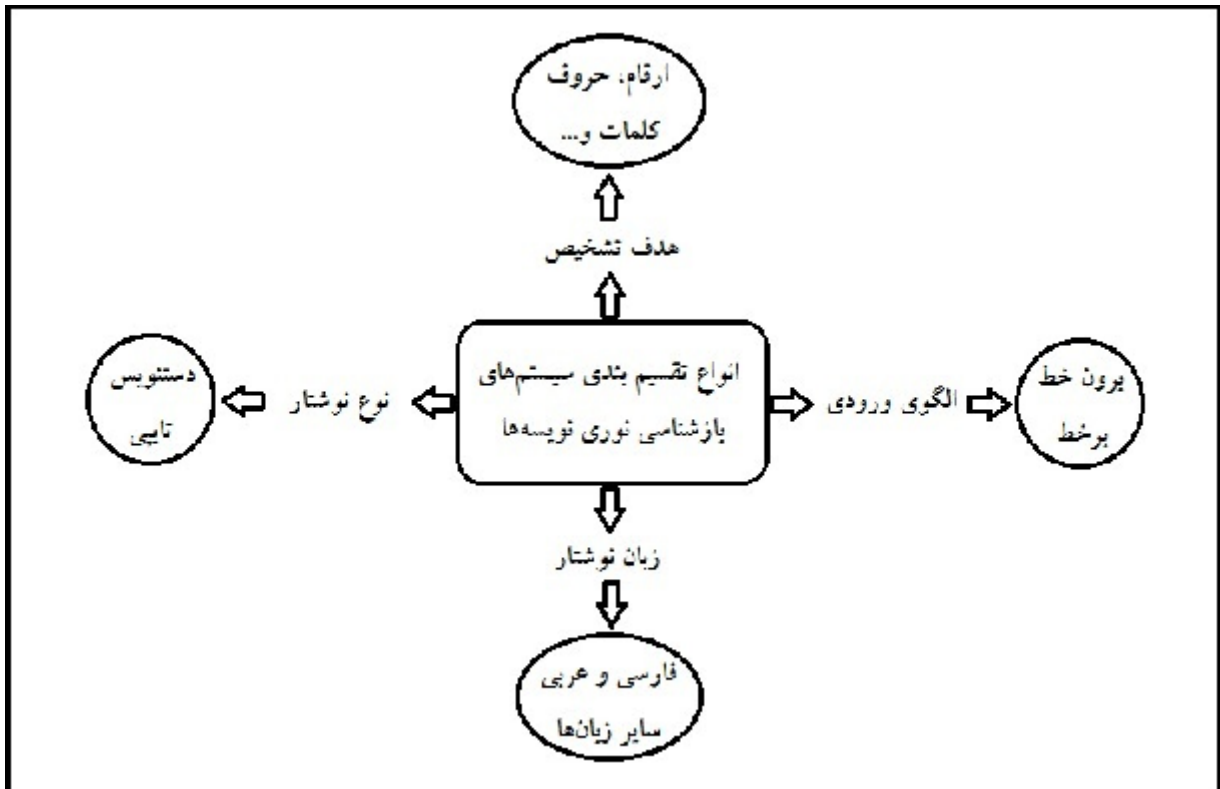
### ۲-۲-۳- تقسیم بندی از لحاظ نوع زبان

علائم نوشتاری می‌توانند به زبان‌های مختلفی از قبیل فارسی، عربی، انگلیسی و... نوشته شوند.

### ۲-۲-۴- تقسیم بندی از لحاظ نوع هدف تشخیص

هدف بازشناسی می‌تواند تشخیص مواردی از قبیل علائم، ارقام، حروف، کلمات و... باشد.

در شکل (۲-۲) انواع این تقسیم بندی‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل (۲-۲): انواع تقسیم بندی سیستم‌های بازشناسی نوری نویسه‌ها

## ۲-۳- بازشناسی کلمات

یکی از بخش‌های مهم و پرکاربرد بازشناسی علائم نوشتاری، تشخیص و بازشناسی کلمات می‌باشد. کلمات می‌توانند دستنویس و یا تایپی باشند، بازشناسی می‌تواند در یک سیستم برخط و یا برون‌خط صورت گیرد.

در بازشناسی کلمات دو رویکرد کلی وجود دارد :

### الف- رویکرد مبتنی بر در نظر گرفتن کل کلمه به عنوان یک عنصر واحد (رویکرد **Holistic**) :

در این رویکرد کل کلمه به عنوان یک عنصر واحد در نظر گرفته می‌شود، بدین معنا که کلمه مورد نظر به زیر بخش‌های آن از قبیل حروف و یا بخش‌های مجزای تشکیل دهنده آن کلمه تفکیک نمی‌شود و در مرحله استخراج ویژگی، ویژگی‌ها بر اساس ویژگی‌های کل آن کلمه تعیین و انتخاب می‌شوند.

### ب- رویکرد مبتنی بر جداسازی کلمه به عناصر سازنده آن (رویکرد **Analytical**) :

در این رویکرد کلمه مورد نظر به زیر بخش‌های تشکیل دهنده از قبیل حروف و یا بخش‌های مجزای تشکیل دهنده آن کلمه تفکیک می‌شود و در مرحله استخراج ویژگی، ویژگی‌ها از این بخش‌های مجزا استخراج می‌شود.

معمولا اگر تعداد کلماتی که بایستی بازشناسی شوند محدود باشند از رویکرد اول و در غیر این صورت از رویکرد دوم استفاده می‌شود. در مرجع [۵] دو رویکرد بالا جهت بازشناسی کلمات به طور کامل بررسی شده است و روش‌ها، مزایا، معایب و موارد استفاده هر کدام بیان شده است.

در مرحله استخراج ویژگی، دو نوع ویژگی می‌توان به کلمات اختصاص داد:

### الف- ویژگی‌های ساختاری

ویژگی‌های ساختاری مربوط به ساختار کلمه می‌باشند. از ویژگی‌های ساختاری یک کلمه می‌توان به طول و ارتفاع مستطیل محاط کننده کلمه و نسبت آنها به یکدیگر، چگونگی انحناهای بخش‌های مختلف کلمه، ویژگی‌های جهتی و زوایای بخش‌های مختلف کلمه و مواردی از این قبیل اشاره کرد.

### ب- ویژگی‌های آماری

ویژگی‌های آماری مربوط به مقادیر آماری مرتبط با کلمه می‌باشند. از جمله ویژگی‌های آماری می‌توان به تعداد پیکسل‌های کلمه، میانگین مقادیر پیکسل‌ها، چگونگی توزیع پیکسل‌های کلمه و مواردی از این قبیل اشاره کرد.

حوزه بازشناسی کلمات یکی از بخش‌های اصلی بازشناسی متون می‌باشد. یک متن از کلمات، حروف ربط، ارقام، فاصله‌ها و علائم نوشتاری تشکیل شده است و از آنجایی که کلمات یکی از بخش‌های مهم تشکیل دهنده یک متن می‌باشند، حوزه بازشناسی کلمات در بازشناسی متون نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند.

## ۲-۴- بررسی کارها و تحقیقات قبلی در زمینه بازشناسی کلمات، نتایج و نیازها

در ادامه به چند مورد از تحقیقات و کارهای انجام شده در زمینه بازشناسی کلمات اشاره می‌کنیم و به کاستی‌های موجود اشاره خواهیم کرد.

در مرجع [۶] از یک رویکرد مبتنی بر جداسازی کلمه به عناصر سازنده آن برای بازشناسی برون‌خط کلمات دستنویس انگلیسی استفاده شده است، بدین معنی که ابتدا کلمه به حروف تشکیل دهنده آن تبدیل و سپس کلمه از روی آن حروف بازشناسی می‌شود. در این مقاله از یک شبکه عصبی<sup>۱</sup> برای کلاس‌بندی و بازشناسی استفاده شده است، تعداد کلمات جهت بازشناسی ۱۹۶ کلمه می‌باشند و نرخ بازشناسی ۹۷.۱٪ گزارش شده است.

در مرجع [۷] از یک رویکرد مبتنی بر در نظر گرفتن کل کلمه به عنوان یک عنصر واحد جهت بازشناسی کلمات تایپی عربی استفاده شده است. در این مقاله از ویژگی‌های ساختاری در مرحله استخراج ویژگی استفاده شده است، تعداد کلمات جهت بازشناسی ۲۱۷ کلمه می‌باشند و نرخ بازشناسی ۹۵.۲٪ گزارش شده است.

در مرجع [۸] از یک رویکرد مبتنی بر جداسازی کلمه به عناصر سازنده آن جهت بازشناسی کلمات تایپی عربی نوشته شده توسط ۱۰ فونت مختلف استفاده شده است. در این مقاله در مرحله اختصاص ویژگی از تبدیل ویولت<sup>۲</sup> استفاده شده است، تعداد کلمات جهت بازشناسی ۱۰۰۰ کلمه می‌باشد و نرخ بازشناسی ۹۷.۸٪ گزارش شده است.

<sup>۱</sup> Neural Network

<sup>۲</sup> Wavelet