

بازشناسی حروف برخط فارسی با استفاده از مدل مخفی مارکوف

وحید قدس^۱، احسان‌اله کبیر^۲

^۱ دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، سمنان

Email: v.ghods@semnaniau.ac.ir

^۲ دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

Email: kabir@modares.ac.ir

چکیده

در این مقاله، روشی برای بازشناسی حروف برخط فارسی که به صورت تنها نوشته شده‌اند، معرفی شده است. با توجه به شکل و ساختار بدنه اصلی، حروف فارسی به ۱۷ گروه تقسیم می‌شوند. ابتدا، با استفاده از روش آماری مدل مخفی مارکوف به بازشناسی بدنه اصلی پرداخته شده است. در گام بعدی، بازشناسی نهایی در هر گروه با توجه به موقعیت علائم، نقاط و مدل مخفی مارکوف آن‌ها انجام شده است. روش پیشنهادی بر روی مجموعه داده «حروف برخط دانشگاه تربیت مدرس» اجرا شده و گروه‌بندی درست با دقت ۹۶٪ و بازشناسی حروف با دقت ۹۴٪ به دست آمده است.

کلمات کلیدی

دست‌نوشته برخط، فارسی، بازشناسی، مدل مخفی مارکوف.

است. این روش‌ها برای حروف تنها که به صورت برخط نوشته شده باشند، مناسب هستند.

۱ - مقدمه

گروه‌بندی و بازشناسی حروف تنهای فارسی با استفاده از ویژگی‌های ساختاری آن‌ها توسط مرجع [۱۳] ارائه شده است. در این مقاله ۲۴ ویژگی برخط جدید ارائه شده است. در مرجع [۹] حروف مجزای فارسی با یک الگوریتم سلسله مراتبی تکه‌بندی می‌شوند و با یک روش فازی بازشناسی می‌شوند. دقت سیستم برای نمونه‌های آموزشی ۹۳/۴٪ و برای نمونه‌های آزمایش ۹۰/۲٪ است. پایگاه مورد استفاده برای آموزش و آزمون این روش، مجموعه داده «حروف برخط دانشگاه تربیت مدرس» است [۱]. نمونه‌های ۷۰ نویسنده اول برای آموزش و نمونه‌های دیگر نویسنده‌ها (۵۴ نویسنده) برای آزمون به کار گرفته شده است.

در یکی از آخرین تحقیقات در زبان فارسی ابتدا گروه‌بندی بر اساس نقاط و سرکش‌ها و علائم کوچک به کمک شبکه عصبی انجام می‌شود و سپس در هرگروه با استفاده از معیار حداقل فاصله برای بدنه اصلی، شناسایی حرف و زیرکلمه صورت می‌گیرد [۳،۲]. در [۱۰]، بدنه‌های اصلی حروف بر اساس شکل و ساختار نوشتاری آن‌ها به ۹ گروه تقسیم می‌شوند. پس از

با توجه به نحوه دریافت اطلاعات، بازشناسی دست‌نوشته به صورت برون‌خط، offline، و برخط، online، صورت می‌پذیرد [۱۱]. در زمینه بازشناسی برون‌خط دست‌نوشته فارسی تحقیقات زیادی صورت پذیرفته است، ولی در زمینه بازشناسی برخط دست‌نوشته تحقیقات کمتری انجام شده است [۵-۱].

در بازشناسی برخط، مختصات نقاط مسیر حرکت قلم، تعداد حرکات قلم و فشار قلم در دسترس هستند. بازشناسی برخط نوشتار به دلیل راحت‌تر بودن نوشتن از تایپ کردن، عدم امکان تایپ در بعضی از موقعیت‌ها، عدم وجود یک صفحه کلید کامل روی کامپیوترهای کوچک و سخت بودن تایپ حروف در بعضی زبان‌ها به دلیل تعداد زیاد حروف آن‌ها، مورد توجه خاصی قرار گرفته است.

معمولاً از مدل مخفی مارکوف [۷،۶،۴]، برنامه نویسی پویا و شبکه عصبی برای بازشناسی حروف و ارقام فارسی استفاده می‌شود. در [۱۲] با یک روش فازی، بازشناسی کلمات فارسی برخط انجام شده است. در [۸]، دو روش ساده و کارا برای آشکارسازی دایره‌ی حروف به منظور گروه‌بندی آن‌ها ارائه شده