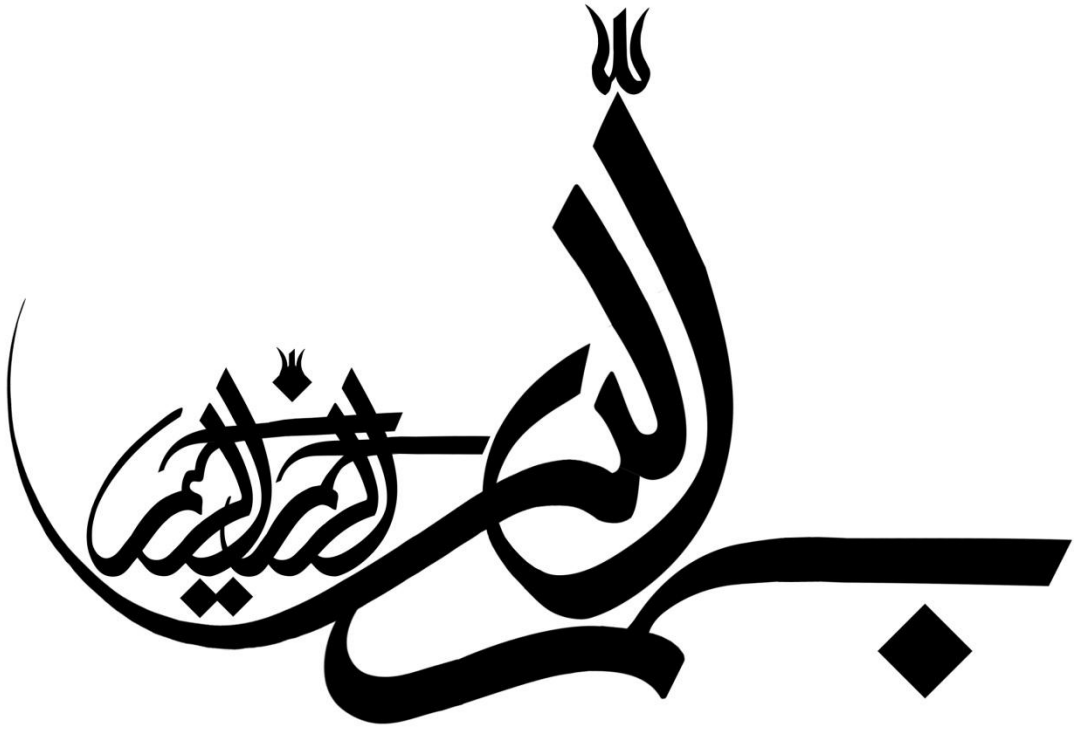

دانشکده‌ی مهندسی برق و رباتیک
گروه الکترونیک گرایش سیستم

رفع اعوجاج و بهبود کیفیت تصاویر اسکن شده از کتب فارسی

مریم شامقلی

استاد راهنما :
دکتر حسین خسروی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۱۳۹۲

تعهد نامه

اینجانب **مریم شامقلی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد **رشته الکترونیک سیستم** دانشکده **مهندسی برق و رباتیک** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **رفع اعوجاج و بهبود کیفیت تصاویر اسکن شده از کتب فارسی** تحت راهنمائی **دکتر حسین خسروی** متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که از نگاهشان صلابت، از رفتارشان محبت و از صبرشان ایستادگی را آموختم

و

همسر مهربانم که سایه مهربانی اش سایه زندگیم و با صبر و دلسوزی مشکلات مسیر را برایم تسهیل نمود.

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید، به طریق علم و دانش رهنمونمان شد، به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

و تقدیر و تشکر از استاد گرانقدر، جناب دکتر حسین خسروی که با راهنمایی ها و کمک های ارزشمند خود، مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند.

چکیده:

وقتی سند توسط اسکنر و یا دوربین دیجیتال تهیه شده باشد، همواره با دو نوع مشکل یکی تخریب فتومتریک و دیگری تخریب هندسی مواجه است.

- **تخریب هندسی:** خمیدگی غیرخطی در سطح کتاب، کجی سند[1]
- **تخریب فتومتریک:** سایه‌ی ایجاد شده در امتداد ستون فقرات کتاب قطور

در این پایان‌نامه سعی بر این است که با ارائه‌ی یک روش نوین، به رفع اعوجاج اسناد به منظور افزایش خوانایی تصاویر سند در نرم‌افزارهای OCR بپردازیم.

برای رفع تخریب فتومتریک در الگوریتم پیشنهادی از باینری‌سازی به روش ساولای ارتقاء یافته استفاده شده است. برای حذف حاشیه‌های زاید که در اثر اعمال روش ساولای ارتقاء یافته ایجاد شده است، از عملگرهای مورفولوژیکی استفاده شده است.

برای رفع تخریب هندسی، ابتدا با استفاده از الگوریتم DLCM یا عملگر مورفولوژی Dilation خطوط تصویر را تشخیص داده و سپس با استفاده از تخمین خمیدگی خطوط بالا و پایین به وسیله‌ی تخمین سه‌جمله‌ای، خمیدگی تصویر را بدست می آوریم و با انتقال سطح خمیده سند به سطح مستطیلی با استفاده از تناسبات هندسی، تخریب هندسی را برطرف می‌کنیم.

در این روش از هیچ سخت افزار خارجی و اطلاعات اولیه‌ی اسکنر و دوربین استفاده نشده است. نتایج تجربی بر روی پایگاه‌های داده‌ی فارسی و انگلیسی - پایگاه داده فارسی شامل پایگاه داده تهیه شده به وسیله‌ی خانم خسروی‌راد و پایگاه داده تهیه شده برای پایان نامه و پایگاه داده‌ی انگلیسی DFKI - که دارای اعوجاج های متنوعی هستند، بیانگر قدرت و دقت الگوریتم پیشنهادی می‌باشد.

1 Document Skew

برای کمیت بخشیدن به نتایج بدست آمده، از نرم افزار نویسه‌خوان پرشیانگار برای متون فارسی و نرم افزار امنی پیج[1] برای متون انگلیسی که هر دو از نرم افزار قدرتمند در حوزه‌ی OCR می‌باشند، استفاده شده است. نتیجه مقایسه روش پیشنهادی با روش ارائه شده در پایان نامه خانم خسروی‌راد، بیانگر برتری روش پیشنهادی می‌باشد. از آن جا که این روش برای متون انگلیسی هم جواب قابل قبولی را تولید می‌کند، می‌توان فرض کرد با استفاده از این روش، برای تمام خطوط نوشتاری که در راستای افقی هستند جواب خوبی بدست آید. مقایسه‌ی روش پیشنهادی با روش‌های SEG، SKEL، Snake، بیانگر برتری این روش نسبت به روش های نام برده می باشد.

کلمات کلیدی: نویسه‌خوان نوری، پایگاه داده، بازیابی تصاویر اسناد، پردازش دو بعدی تصاویر اسناد.

1 OmniPage Pro 18

مقالات استخراج شده از پایان‌نامه

[1] **M. shamqoli, and H. khosravi,** *"Border Detection of Document Images Scanned From Large Book"*, zanjan , The 8th Iranian Conference on Mashin Vision (MVIP2013), Zanjan, Iran, 2013.

[2] **M. shamqoli, and H. khosravi,** *"Warped Document Restoration by Recovering Shape of the Surface"*, The 8th Iranian Conference on Mashin Vision (MVIP2013), Zanjan, Iran, 2013.

فهرست

فهرست ..... أ

فهرست شکل‌ها ..... ه

فهرست جداول ..... ک

فهرست علائم و اختصارات ..... ل

۱مقدمه ۱

۱-۱سند چیست؟ ۲

۱-۲بازیابی تصویر سند ۳

۱-۲-۱DIR چیست؟ ۳

۱-۲-۲مشکل DIR برای تصویر اسناد اسکن شده از کتب قطور ۳

۱-۳ارتباط موضوع تحقیق با کارهای قبلی و اهداف پایان‌نامه ۵

۱-۴ساختارپایان‌نامه ۶

۲مروری بر کارهای گذشتگان ۷

۲-۱مقدمه ۸

۲-۲دسته اول: براساس تشخیص شکل سه‌بعدی اسناد ۸

۲-۳دسته دوم: بر اساس پردازش تصویر دوبعدی اسناد ۱۴

۲-۳-۱رفع تخریب فتومتریک ۱۵

۲-۳-۲رفع تخریب هندسی ۲۱

۳معرفی پایگاه داده و رفع تخریب فتومتریک آن ۲۹

۳-۱پایگاه داده ۳۰
۳-۱-۱پایگاه داده‌ی فارسی تهیه‌شده ۳۰
۳-۱-۲پایگاه داده‌ی لاتین ۳۲
۳-۱-۳پایگاه داده‌ی خسروی‌راد ۳۲
۳-۲رفع تخریب فتومتریک ۳۴
۳-۲-۱باینری‌سازی به روش سراسری- روش اتسو ۳۴
۳-۲-۲باینری‌سازی به روش محلی ۳۶
۳-۲-۳رفع نویز حاشیه تصاویر ۳۹
۴رفع تخریب هندسی ۴۲
۴-۱مقدمه ۴۳
۴-۲تشخیص خطوط متن ۴۴
۴-۳تعیین نقشه‌ی خمیدگی سند ۴۹
۴-۳-۱حذف خطوط کوچک ۵۰
۴-۳-۲بدست آوردن خطوط مستقیم $\boldsymbol{AD}$ و $\boldsymbol{BC}$ ۵۳
۴-۳-۳بدست آوردن منحنی‌های $\boldsymbol{AB}$ و $\boldsymbol{DC}$ ۵۶
۴-۴مدل انتقال ۶۳
۴-۴-۱محاسبه‌ی $\mathbf{W}$و $\mathbf{H}$ ۶۴
۴-۴-۲محاسبه‌ی $\boldsymbol{A'}, \boldsymbol{B'}, \boldsymbol{C'}, \boldsymbol{D'}$ ۶۶
۴-۴-۳توابع انتقال ۶۶

۴-۵همپوشانی نقاط انتقال نیافته ۶۹
۴-۶مقایسه روش‌های پیشنهاد شده ۷۲
۴-۶-۱ مقایسه روش‌های بدست آوردن AD و BC ۷۳
۴-۶-۲مقایسه روش های تعیین خمیدگی خطوط DC و AB..... ۷۵
۴-۶-۳مقایسه روش‌های مختلف محاسبه‌ی W ۷۷
۴-۶-۴مقایسه روش های انتقال نقاط ۷۹
۴-۶-۵روش های پیشنهادی: ۸۰
۵نتایج تجربی ۸۳
۵-۱مقدمه ۸۴
۵-۲نتایج تجربی الگوریتم پیشنهادی بر روی تصاویر..... ۸۴
۵-۳ارزیابی روش‌های پیشنهادی به کمک خروجی OCR..... ۹۲
۵-۳-۱تخمین OCR برای پایگاه داده‌ی فارسی..... ۹۳
۵-۳-۲مقایسه روش دوم ارائه شده با روش خسروی‌راد..... ۹۴
۵-۳-۳ارزیابی روش پیشنهادی برای اسناد انگلیسی ۹۷
۵-۳-۴مقایسه‌ی روش اول ارائه شده با روش‌های معتبر انگلیسی ۹۸
۵-۴سرعت اجرای روش اول و روش دوم: ۱۰۲
۶نتیجه‌گیری و پیشنهادات کارهای آینده ۱۰۴
۶-۱خلاصه و نتیجه‌گیری ۱۰۵
۶-۲یافته‌های پایان‌نامه..... ۱۰۵

۶-۳کارهای آینده ۱۰۷

۷منابع و مآخذ ۱۰۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ نمایش مفهومی چرخه اسناد ۲

شکل ۱-۲ تصویر تخریب شده به‌وسیله اسکنر ۴

شکل ۲-۱: سیستم بینایی استریو استفاده شده در روش یاماشیتا [۴۳]..... ۱۰

شکل ۲-۲: مدل سطح استوانه‌ای [۴۷]..... ۱۲

شکل ۲-۳: شرایط عملی اسکن کردن و پارامترهای مورد نیاز ۱۳

شکل ۲-۴: تصویر سمت چپ تصویر اسکن شده، تصویر سمت راست خروجی روش ژنگ [۴۸]..... ۱۳

شکل ۲-۵: : الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از کتب قطور ب) تصویر باینری‌شده (الف) با روش اتسو [۵۱]..... ۱۷

شکل ۲-۶: الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از اسناد تاریخی ب) تصویر باینری‌شده (الف) با روش اتسو [۵۱]..... ۱۷

شکل ۲-۷: الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از کتب قطور، ب) تصویر باینری‌شده‌ی (الف) با روش نیبلک، ج) تصویر باینری‌شده‌ی (الف) با روش ساولا [۵۱] ۱۹

شکل ۲-۸: خروجی OCR روش‌های بحث شده [۲۹] ۲۰

شکل ۲-۹: نحوه فیلتر شدن شاخه [۵۸]..... ۲۲

شکل ۲-۱۰: خروجی روش گتوس [۶۷] ۲۵

شکل ۲-۱۱: الف) ورودی روش اوگلس، ب) خروجی روش اوگلس [۷۰]..... ۲۶

شکل ۲-۱۲: الف) گتوس [۶۷] ب) استاماتپولوس [۷۴] ج) گتوس ۲۰۱۱ [۳۰]..... ۲۷

شکل ۳-۱: نمونه هایی از پایگاه داده‌ی فارسی ارائه شده ۳۰

شکل ۳-۲: نمونه‌هایی از پایگاه داده‌ی DFKI..... ۳۱

شکل ۳-۳: نمونه هایی از پایگاه داده‌ی خسروی‌راد..... ۳۲

شکل ۳-۴: الف) نمونه‌ای از تصویر سطح خاکستری پایگاه داده‌ی فارسی تهیه شده، ب) تصویر باینری شده (الف) با روش اتسو، ج) هیستوگرام شکل (الف) ۳۴
شکل ۳-۵: الف) شکل ۳-۴ (الف)، ب) تصویر باینری‌شده‌ی (الف) با روش اتسو، ج) تصویر باینری‌شده‌ی (الف) با روش نیبلک ۳۶
شکل ۳-۶: الف) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش اتسو، ب) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش نیبلک، ج) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش ساولا ۳۷
شکل ۳-۷: الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از کتب قطور، ساولای اعمال شده با ب) k=0.5، ج) k=0.2، د) k=0.1، ه) k=0.05، و) k=0.02. ..... ۳۸
شکل ۳-۸: طریقه‌ی برطرف کردن نویزهای حاشیه‌ای ۴۰
شکل ۳-۹: الف) تصویر باینری ایجاد شده به‌وسیله‌ی روش ساولا، ب) حذف حاشیه‌ی نویزی (الف)، ج)تصویر باینری ایجاد شده به‌وسیله‌ی روش ساولا، د) حذف حاشیه‌ی نویزی (ج) ۴۱
شکل ۴-۱: الگوریتم پیشنهادی رفع تخریب هندسی ۴۲
شکل ۴-۲: الگوریتم DLCM ۴۳
شکل ۴-۳: مراحل ایجاد ماتریس DLCM، الف) تصویر باینری‌شده ورودی، ب) ماتریس ایجاد شده ناشی از اختلاف پیکسل‌های سیاه از راست‌ترین و نزدیک‌ترین پیکسل‌های سفید شکل (الف)، ج) ماتریس DLCM شکل (الف)..... ۴۴
شکل ۴-۴ الف) نمونه‌ای از پایگاه داده‌ی DFKI ب) تشخیص خطوط تصویر با استفاده از روش DLCM (الف) ج) نمونه‌ای از پایگاه داده‌ی تولید شده فارسی، د) تشخیص خطوط تصویر با استفاده از روش DLCM (ج) ۴۶
شکل ۴-۵: الف) تشخیص خطوط و اجزای متصل تصویر با استفاده از روش Dilation شکل ۴-۴ (الف) ب) تشخیص خطوط و اجزای متصل تصویر با استفاده از روش Dilation شکل ۴-۴ (ج)..... ۴۷
شکل ۴-۶: نمونه‌ای از تخمین نقشه‌ی خمیدگی سند..... ۴۸

شکل ۴-۷: الگوریتم پیشنهادی تعیین نقشه‌ی خمیدگی سند ۴۹
شکل ۴-۸:حذف خطوط کوچک الف) نتیجه خروجی شکل ۴-۴ (الف)، ب) نتیجه خروجی شکل ۴-۴ (ج) ۵۰
شکل ۴-۹: الف) خطوط غالب تصویر شکل ۴-۴ (ب) که فیلتر حذف خطوط کوچک به آن اعمال شده است، ب) نمونه‌ای از اجزای متصل خط شکل (الف)، ج) نقاط راست خط (ب)، د) نقاط چپ خط (ب). ۵۱
شکل ۴-۱۰: نقاط ابتدایی و انتهایی خطوط الف) شکل ۴-۸ (الف)، ب) شکل ۴-۸ (ب)..... ۵۲
شکل ۴-۱۱: محاسبه‌ی AD و BC از طریق یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده، الف) شکل ۴-۴ (الف)، ب) شکل ۴-۴ (ج) ۵۳
شکل ۴-۱۲: الگوریتم یافتن بهینه‌ی AD و BC ۵۴
شکل ۴-۱۳: محاسبه‌ی AD و BC با روش دوم ۵۴
شکل ۴-۱۴: تخمین منحنی‌های الف) AB شکل ۴-۴ (الف) ، ب) DC شکل ۴-۴ (الف) ، ج) AB شکل ۴-۴ (ج) ، د) DC شکل ۴-۴ (ج) با استفاده از مراکز اجزای متصل ۵۷
شکل ۴-۱۵: تخمین خمیدگی سند با استفاده از مراکز اجزای متصل منحنی‌های AB و DC ۵۸
شکل ۴-۱۶: نمای شماتیک دو جز متصل و فاصله های مورد نیاز برای تشخیص کلمات در جمله.. ۵۹
شکل ۴-۱۷: الگوریتم تشخیص کلمات ۵۹
شکل ۴-۱۸: تخمین منحنی های الف) AB شکل ۴-۴ (الف)، ب) DC شکل ۴-۴ (الف)، ج) AB شکل ۴-۴ (ج)، د) DC شکل ۴-۴ (ج) با استفاده از بدست آوردن مرکز کلمات منحنی‌های AB و DC .. ۶۰
شکل ۴-۱۹: تخمین خمیدگی سند با استفاده از بدست آوردن مرکز کلمات منحنی‌های AB و DC ۶۱
شکل ۴-۲۰: نمای کلی مدل انتقال ۶۲
شکل ۴-۲۱: الگوریتم مدل انتقال ۶۳
شکل ۴-۲۲: طریقه‌ی قرار گیری خطوط EG بر روی سطح خمیده‌ی سند - روش اول ۶۶

شکل ۴-۲۳: طریقه‌ی قرار گیری خطوط EG بر روی سطح خمیده‌ی سند- روش دوم..... ۶۷
شکل ۴-۲۴: الگوریتم تخمین مقدار نقاط انتقال نیافته ۶۸
شکل ۴-۲۵: همپوشانی نقاط انتقال نیافته الف) تصویر باینری، ب) یافتن ستون های صفر، ج) یافتن نقاط ستون‌های صفری که دارای ۲ همسایه با مقدار ۱، در ۴ همسایگی خود هستند و تبدیل آن‌ها به یک. ۶۹
شکل ۴-۲۶: همپوشانی نقاط انتقال نیافته الف) تصویر رفع اعوجاج شده‌ی شکل ۴-۴ (ج)، ب) نمونه بزرگ شده و نگاتیو شده‌ی (الف)، ج) آنالیز عمودی ۷۰
شکل ۴-۲۷: همپوشانی نقاط انتقال نیافته الف) تصویر رفع اعوجاج شده‌ی شکل ۴-۴ (الف)، ب) نمونه بزرگ شده و نگاتیو شده‌ی (الف)، ج) آنالیز افقی، د) آنالیز عمودی ۷۱
شکل ۴-۲۸: گراف چگونگی روش‌های ممکن برای تصویر خروجی..... ۷۲
شکل ۴-۲۹: مقایسه‌ی روش بدست آوردن خطوط مستقیم AD و BC از طریق یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده با روش یافتن بهینه‌ی AD و BC برای شکل ۴-۴ (ج)، الف) تخمین منحنی سند با استفاده از یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده ، ب) تخمین منحنی سند با استفاده از روش یافتن بهینه‌ی AD و BC، ج) خروجی (الف)، د) خروجی (ب) ... ۷۳
شکل ۴-۳۰: مقایسه‌ی روش بدست آوردن خطوط مستقیم AD و BC از طریق یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده با روش یافتن بهینه‌ی AD و BC برای شکل ۴-۴ (الف)، الف) تخمین منحنی سند با استفاده از یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده، ب) تخمین منحنی سند با استفاده از روش یافتن بهینه‌ی AD و BC، ج) خروجی (الف)، د) خروجی (ب) ۷۴
شکل ۴-۳۱: الف) روش ۲-۳-۶-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴(ج)، ب) روش ۲-۴-۶-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴ (ج) ۷۵
شکل ۴-۳۲: الف) روش ۲-۳-۶-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان بیشینه

برای شکل ۴-۴(الف)، ب) روش ۲-۴-۶-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴ (الف) ۷۵
شکل ۴-۳۳: الف) روش ۲-۳-۶-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴(ج)، ب) روش ۲-۳-۵-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان کمینه برای شکل ۴-۴ (ج) ۷۷
شکل ۴-۳۴: الف) روش ۲-۳-۶-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴(الف)، ب) روش ۲-۳-۵-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان کمینه برای شکل ۴-۴ (الف) ۷۷
شکل ۴-۳۵: الف) روش ۲-۴-۵-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش دوم انتقال برای شکل ۴-۴ (الف)، ب) روش ۲-۴-۵-۷: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش اول انتقال برای شکل ۴-۴ (الف) ۷۸
شکل ۴-۳۶: الف) روش ۲-۴-۵-۸: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش دوم انتقال برای شکل ۴-۴ (ج)، ب) روش ۲-۴-۵-۷: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش اول انتقال برای شکل ۴-۴ (ج) ۷۹
شکل ۵-۱: نمونه‌هایی از اسناد، الف-ب) پایگاه داده‌ی DFKI، ج-د) پایگاه داده‌ی ارائه شده، ه-ز) پایگاه داده‌ی خسروی‌راد. ۸۴
شکل ۵-۲: خروجی شکل ۵-۱ (الف)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم ۸۵
شکل ۵-۳: خروجی شکل ۵-۱ (ب)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم ۸۶
شکل ۵-۴: خروجی شکل ۵-۱ (ج)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم ۸۷
شکل ۵-۵: خروجی شکل ۵-۱ (د)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم ۸۸
شکل ۵-۶: خروجی شکل ۵-۱ (ه)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم. ۸۹

شکل ۵-۷: خروجی شکل ۵-۱ (ه)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم. ۹۰
شکل ۵-۸: مقایسه‌ی روش دوم با روش خسروی‌راد، الف) خروجی شکل ۵-۱ (ج) برای روش دوم، ب) خروجی شکل ۵-۱ (ج) برای روش خسروی‌راد، ج) خروجی شکل ۵-۱ (د) برای روش دوم، د) خروجی شکل ۵-۱ (د) برای روش خسروی‌راد. ۹۳
شکل ۵-۹: مقایسه‌ی روش دوم با روش خسروی‌راد، الف) خروجی شکل ۵-۱ (ج) برای روش دوم، ب) خروجی شکل ۵-۱ (ج) برای روش خسروی‌راد، ج) خروجی شکل ۵-۱ (د) برای روش دوم، د) خروجی شکل ۵-۱ (د) برای روش خسروی‌راد. ۹۴
شکل ۵-۱۰: الف)- ج) خروجی شکل ۵-۱ (الف)، الف) روش اول، ب) روش SEG، ج)روش SKEL، د) روش Snake ۹۸
شکل ۵-۱۱: الف)- ج) خروجی شکل ۵-۱ (ب)، الف) روش اول، ب) روش SEG، ج)روش SKEL، د) روش Snake..... ۹۹

فهرست جداول

جدول ۵-۱: جدول تشخیص کلمات برای متون فارسی ۹۲

جدول ۵-۲: مقایسه روش دوم با روش خسروی‌راد با استفاده از نرم‌افزار پرشیانگار ۹۵

جدول ۵-۳: مقایسه‌ی کارایی روش دوم با روش خسروی‌راد ۹۶

جدول ۵-۴: جدول تشخیص کلمات برای متون انگلیسی ۹۷

جدول ۵-۵: مقایسه روش اول با روش های SEG، Snake و SKEL ۱۰۰

جدول ۵-۶: مقایسه تأثیر پذیری روش اول با روشSEG، روش Snake و روش SKEL ۱۰۱

جدول ۵-۷: مقایسه سرعت روش های پیشنهادی اول و دوم ۱۰۲

فهرست علائم و اختصارات

DIR……...…….....Document Image Restoration

OCR…….....Optical Character Recognition

NURBS…….....…Non-Uniform Rational B-Spline

SFS…….....…….Shape From Shading

DLCM…….……..…….....Dynamic Local Connectivity Map