



دانشگاه صنعتی شاهرود

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



سپاس بی‌کمران پروردگار یکتا را که، هستی‌مان بخشید، به طریق علم و دانش، نمونه‌مان شد، به هم‌نشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه‌چینی از علم و معرفت را روزی‌مان ساخت.

و تقدیر و شکر از استاد کرامت‌دار، جناب دکتر حسین خسروی که بارها همای‌ها و کمک‌های ارزشمند خود، مراد انجام این پایان‌نامه یاری رساندند.

تقدیم به

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

,

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

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 راهنمایی 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.

چکیده:

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

- **تخریب هندسی:** خمیدگی غیرخطی در سطح کتاب، کجی سند^۱
 - **تخریب فتومتریکی:** 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 پردازیم.
- برای رفع تخریب فتومتریکی 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 DLCC 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 می‌آوریم 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 اعوجاج‌های متنوعی هستند، بیانگر قدرت و دقت الگوریتم پیشنهادی می‌باشد.

برای کمیت بخشیدن به نتایج بدست آمده، از نرم افزار نویسه خوان پرشیانگار برای متون فارسی و نرم افزار امنی پیچ^۱ برای متون انگلیسی که هر دو از نرم افزار قدرتمند در حوزه ی OCR می باشند، استفاده شده است. نتیجه مقایسه روش پیشنهادی با روش ارائه شده در پایان نامه خانم خسروی راد، بیانگر برتری روش پیشنهادی می باشد. از آن جا که این روش برای متون انگلیسی هم جواب قابل قبولی را تولید می کند، می توان فرض کرد با استفاده از این روش، برای تمام خطوط نوشتاری که در راستای افقی هستند جواب خوبی بدست آید. مقایسه ی روش پیشنهادی با روش های SEG، SKEL، Snake، بیانگر برتری این روش نسبت به روش های نام برده می باشد.

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

مقالات استخراج شده از پایان نامه

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

فهرست

فهرست	أ
فهرست شکل ها	ه
فهرست جداول	ک
فهرست علائم و اختصارات	ل
مقدمه	۱
۱-۱ اسناد چیست؟	۲
۲-۱ بازیابی تصویر سند	۳
۱-۲-۱ DIR چیست؟	۳
۲-۲-۱ مشکل DIR برای تصویر اسناد اسکن شده از کتب قطور	۳
۳-۱ ارتباط موضوع تحقیق با کارهای قبلی و اهداف پایان نامه	۵
۴-۱ ساختار پایان نامه	۶
۲-۲ مروری بر کارهای گذشتگان	۷
۱-۲ مقدمه	۸
۲-۲ دسته اول: براساس تشخیص شکل سه بعدی اسناد	۸
۳-۲ دسته دوم: بر اساس پردازش تصویر دوبعدی اسناد	۱۴
۳-۲-۱ رفع تخریب فتومتریک	۱۵
۳-۲-۲ رفع تخریب هندسی	۲۱
۳ معرفی پایگاه داده و رفع تخریب فتومتریک آن	۲۹

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

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

۱۰۷..... ۳-۶ کارهای آینده

۱۰۸..... ۷ منابع و مآخذ

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱: نمایش مفهومی چرخه اسناد..... ۲
- شکل ۲-۱: تصویر تخریب شده به وسیله اسکنر ۴
- شکل ۱-۲: سیستم بینایی استریو استفاده شده در روش یاماشیتا [۴۳]..... ۱۰
- شکل ۲-۲: مدل سطح استوانه‌ای [۴۷]..... ۱۲
- شکل ۳-۲: شرایط عملی اسکن کردن و پارامترهای مورد نیاز ۱۳
- شکل ۴-۲: تصویر سمت چپ تصویر اسکن شده، تصویر سمت راست خروجی روش ژنگ [۴۸]..... ۱۳
- شکل ۵-۲: (الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از کتب قطور (ب) تصویر باینری شده (الف) با روش اتسو [۵۱]..... ۱۷
- شکل ۶-۲: (الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از اسناد تاریخی (ب) تصویر باینری شده (الف) با روش اتسو [۵۱]..... ۱۷
- شکل ۷-۲: (الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از کتب قطور، (ب) تصویر باینری شده (الف) با روش نیبلک، (ج) تصویر باینری شده (الف) با روش ساولا [۵۱]..... ۱۹
- شکل ۸-۲: خروجی OCR روش‌های بحث شده [۲۹]..... ۲۰
- شکل ۹-۲: نحوه فیلتر شدن شاخه [۵۸]..... ۲۲
- شکل ۱۰-۲: خروجی روش گتوس [۶۷]..... ۲۵
- شکل ۱۱-۲: (الف) ورودی روش اوگلس، (ب) خروجی روش اوگلس [۷۰]..... ۲۶
- شکل ۱۲-۲: (الف) گتوس [۶۷] (ب) استاماتپولوس [۷۴] (ج) گتوس ۲۰۱۱ [۳۰]..... ۲۷
- شکل ۱-۳: نمونه‌هایی از پایگاه داده‌ی فارسی ارائه شده ۳۰
- شکل ۲-۳: نمونه‌هایی از پایگاه داده‌ی DFKI..... ۳۱
- شکل ۳-۳: نمونه‌هایی 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 نیبل ۳۶

شکل ۳-۶: الف) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش اتسو، ب) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش نیبل، 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 $k=0.5$ ، 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 DLCCM ۴۳

شکل ۴-۳: مراحل ایجاد ماتریس DLCCM، الف) تصویر باینری‌شده ورودی، ب) ماتریس ایجاد شده ناشی از اختلاف پیکسل‌های سیاه از راست‌ترین و نزدیک‌ترین پیکسل‌های سفید شکل (الف)، ج) ماتریس DLCCM شکل (الف) ۴۴

شکل ۴-۴: الف) نمونه‌ای از پایگاه داده‌ی DFKI ب) تشخیص خطوط تصویر با استفاده از روش DLCCM (الف) ج) نمونه‌ای از پایگاه داده‌ی تولید شده فارسی، د) تشخیص خطوط تصویر با استفاده از روش DLCCM (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 ۷-۴: الگوریتم پیشنهادی تعیین نقشه‌ی خمیدگی سند ۴۹

شکل ۸-۴: حذف خطوط کوچک الف) نتیجه خروجی شکل ۴-۴ الف)، ب) نتیجه خروجی شکل ۴-۴ (ج) ۵۰

شکل ۹-۴: 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 ۱۰-۴: نقاط ابتدایی و انتهایی خطوط الف) شکل ۸-۴ الف)، ب) شکل ۸-۴ ب). ۵۲

شکل ۱۱-۴: 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 ۱۲-۴: الگوریتم یافتن بهینه‌ی AD و BC ۵۴

شکل ۱۳-۴: محاسبه‌ی AD و BC با روش دوم ۵۴

شکل ۱۴-۴: 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 ۱۵-۴: تخمین خمیدگی سند با استفاده از مراکز اجزای متصل منحنی‌های AB و DC ۵۸

شکل ۱۶-۴: نمای شماتیک دو جز متصل و فاصله‌های مورد نیاز برای تشخیص کلمات در جمله .. ۵۹

شکل ۱۷-۴: الگوریتم تشخیص کلمات ۵۹

شکل ۱۸-۴: 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 بدست آوردن مرکز کلمات منحنی‌های AB و DC .. ۶۰

شکل ۱۹-۴: تخمین خمیدگی سند با استفاده از بدست آوردن مرکز کلمات منحنی‌های AB و DC ۶۱

شکل ۲۰-۴: نمای کلی مدل انتقال ۶۲

شکل ۲۱-۴: الگوریتم مدل انتقال ۶۳

شکل ۲۲-۴: 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 ستون‌های 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 نکاتیو 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 نکاتیو 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
 شکل ۵-۴: خروجی شکل ۵-۱ (ج، الف) (روش اول، ب) (روش دوم، ج) (روش سوم، د) روش چهارم
 شکل ۵-۵: خروجی شکل ۵-۱ (د، الف) (روش اول، ب) (روش دوم، ج) (روش سوم، د) روش چهارم
 شکل ۵-۶: خروجی شکل ۵-۱ (ه، الف) (روش اول، ب) (روش دوم، ج) (روش سوم، د) روش چهارم. ۸۹

شکل ۷-۵: خروجی شکل ۱-۵ (ه)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم. ۹۰

شکل ۸-۵: مقایسه‌ی روش دوم با روش خسروی‌راد، الف) خروجی شکل ۱-۵ (ج) برای روش دوم، ب) خروجی شکل ۱-۵ (ج) برای روش خسروی‌راد، ج) خروجی شکل ۱-۵ (د) برای روش دوم، د) خروجی شکل ۱-۵ (د) برای روش خسروی‌راد. ۹۳

شکل ۹-۵: مقایسه‌ی روش دوم با روش خسروی‌راد، الف) خروجی شکل ۱-۵ (ج) برای روش دوم، ب) خروجی شکل ۱-۵ (ج) برای روش خسروی‌راد، ج) خروجی شکل ۱-۵ (د) برای روش دوم، د) خروجی شکل ۱-۵ (د) برای روش خسروی‌راد. ۹۴

شکل ۱۰-۵: الف) - ج) خروجی شکل ۱-۵ (الف)، الف) روش اول، ب) روش SEG، ج) روش SKEL، د) روش Snake. ۹۸

شکل ۱۱-۵: الف) - ج) خروجی شکل ۱-۵ (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 خسروی راد با استفاده از نرم افزار پرشیانگار ۹۵
- جدول ۵-۳: مقایسه‌ی کارایی روش دوم با روش خسروی راد 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 روش SEG، 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

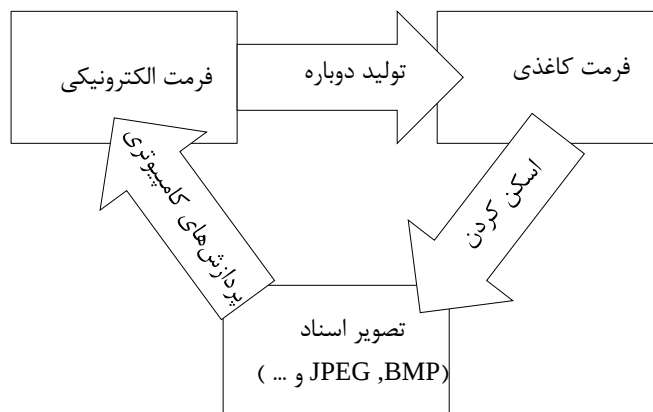
١ مقدمة

۱-۱ سند چیست؟

منظور از سند، کلیه ارتباطات نوشتاری مانند گزارش‌های فنی، فایل‌های اداری، کتاب‌ها، روزنامه، مقالات و مجلات، نامه‌ها، چک بانکی و غیره است که حاوی اطلاعات می‌باشند. همواره اسناد به عنوان غالب‌ترین منبع در جوامع بشری بوده است که حاوی اطلاعات بوده و روشی را برای انتقال اطلاعات در زمان و مکان فراهم می‌کنند. اگر اسناد در گذشته برپایه‌ی کاغذ بوده‌اند، اما امروزه اغلب به فرمت الکترونیکی می‌باشند.

از مزایای اسناد الکترونیکی، آرشیو آسان و ماندگاری بالای آن‌ها است. ولی هنوز اسناد الکترونیکی برای مطالعه چاپ می‌شوند، علاوه بر آن در کتابخانه‌ها حجم زیادی از کتب قدیمی وجود دارد که می‌توان آن‌ها را به فرمت الکترونیکی تبدیل کرد و در کامپیوتر، دیسک فشرده نوری و دیسک سخت ذخیره نمود.

چرخه‌ی زیر بیانگر این است که چگونه اسناد از فرمت الکترونیکی تبدیل به فرمت کاغذی و بالعکس می‌شوند.



شکل ۱-۱ نمایش مفهومی چرخه اسناد

۱-۲ بازبازی تصویر سند^۱

۱-۲-۱ DIR چیست؟

در چرخه‌ی شکل ۱-۱، وقتی می‌خواهیم سندی را دیجیتال کنیم؛ درطی فرآیند اسکن کردن، تصویر سند تا حدود زیادی تخریب خواهد شد. مخصوصاً اگر سند، کتاب قطوری باشد. اگرچه ممکن است این فقدان کیفیت برای چشم انسان مشکل‌ساز نباشد، ولی برای پردازش‌های کامپیوتری نظیر تشخیص^۲، تحلیل^۳ و بازشناسی^۴ مشکل ایجاد می‌کند که به عنوان مثال می‌توان کاهش شدید کیفیت در خروجی سیستم‌های نویسه‌خوانی نوری^۵ را نام برد. می‌توان با انجام یک‌سری پیش‌پردازش و داشتن اطلاعاتی که سند به صورت طبیعی چگونه باید به نظر برسد، از تخریب‌ها جلوگیری کرد. به این فرآیند، بازبازی تصویر سند یا به اختصار DIR گفته می‌شود.

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

وقتی صفحه‌ای از کتاب قطور اسکن می‌شود، انحنای صفحه‌ی روبروی شیشه‌ی اسکنر، باعث ایجاد دو نوع تخریب فتومتری^۶ و هندسی^۷ در تصویر سطح خاکستری اسکن شده‌ی سند مانند آنچه در شکل ۱-۲ نشان داده شده، می‌گردد.

- تخریب هندسی: خمیدگی غیرخطی در سطح کتاب، کجی سند^۸

1 Document Image Restoration (DIR)

2 Understanding

3 Analysis

4 Recognition

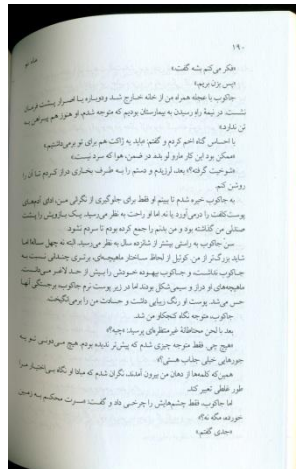
5 Optical Character Recognition (OCR)

6 Photometric

7 Geometric

8 Document Skew

• **تخریب فتومتریکی: سایه‌ی ایجاد شده در امتداد ستون فقرات کتاب قطور**



شکل ۱-۲ تصویر تخریب شده به وسیله اسکنر

تخریب موجود در تصویر سند علاوه بر ایجاد مشکل در خواندن سریع و بی دغدغه‌ی انسان، در پردازش‌های کامپیوتری زیر هم مشکل ساز است:

OCR برای محتوای نوشتاری

بازشناسایی گرافیکی^۱ برای طرح‌های مهندسی، تبدیل نقشه^۲، نت‌های موسیقی^۳، نقشه‌های

شماتیکی^۴، نمودارهای سازمانی^۵ و غیره

آنالیز طرح‌بندی سند^۶

تشخیص دست‌خط^۷، زبان و قلم نوشتاری

آستانه‌گذاری^۱ تصویر سند

-
- 1 Graphical recognition
 - 2 Map conversion
 - 3 Music scores
 - 4 Schematic diagrams
 - 5 Organization charts
 - 6 Document layout analysis
 - 7 Script

در این پایان نامه سعی می شود به بیان روشی برای رفع تخریب های موجود پردازیم.

۱-۳ ارتباط موضوع تحقیق با کارهای قبلی و اهداف پایان نامه

در این بخش، ما به ارائه ی مختصری از روش پیشنهادی برای رفع تخریب هندسی و تخریب فتومتری از کتب قطور خواهیم پرداخت. این روش براساس پردازش تصویر دو بعدی و برپایه تکنیک های پردازش تصویر مانند باینری سازی^۲، درون یابی^۳ خطی و غیرخطی، آنالیز اجزای متصل^۴ و بدون داشتن اطلاعاتی درمورد شکل سند صورت می گیرد.

ابتدا مشکل تخریب فتومتریک با باینری سازی تصویر سطح خاکستری سند رفع می گردد. روش های زیادی برای باینری سازی گزارش شده است [۲۸-۳]. از سال ۱۹۷۰ به بعد، در پی تحقیقات متعددی که انجام گرفت، این نتیجه حاصل شد که روش های مبتنی بر باینری سازی محلی^۵ نتایج بهتری برای تصاویر اسناد تولید می کنند. یکی از روش های محلی که هنوز هم مورد توجه و استفاده است، روش ساولا [۲۸] می باشد. ما در این پایان نامه از روش ساولا استفاده کرده ایم و با حذف حاشیه های نویزی، خروجی این روش را بهبود بخشیدیم.

پس از رفع تخریب فتومتری، با بهبود روش کسانی چون گتوس [۲۹-۳۰] و خسروی راد [۳۱]، به برطرف کردن تخریب هندسی با یافتن خمیدگی خطوط بالا و پایین صفحه و انتقال سطح خمیده سند به سطح مستطیلی می پردازیم.

1 Thresholding

2 Binarization

3 Interpolation

4 Connected Component Analysis

5 Local Binarization method

از آنجا یکی از اهداف رفع اعوجاج اسناد، تشخیص محتوای نوشتاری می‌باشد، نرم‌افزارهای OCR نقش مهمی را در این امر ایفا می‌کنند، در این جا با استفاده از نرم‌افزارهای OCR و با استفاده از درصد صحت کلمات که در [۳۲] معرفی شده‌است؛ به بررسی روش‌های پیشنهادی پرداخته و مقایسه‌ای بین روش پیشنهادی و سایر روش‌ها می‌پردازیم.

۴-۱ ساختار پایان‌نامه

در فصل دوم، روش‌های موجود را مورد بازبینی قرار داده و آن‌ها را در دو گروه کلی تقسیم‌بندی می‌کنیم، سپس به شرح مختصری از هر روش می‌پردازیم.

در فصل سوم، ابتدا به معرفی پایگاه‌های داده پرداخته، سپس روش خود را برای رفع تخریب فتومتریک بیان می‌کنیم. در نهایت با استفاده از فیلتر رفع نویز حاشیه‌ای، خروجی تصویر باینری شده را بهبود می‌بخشیم.

در فصل چهارم، با استفاده از روش‌های مبتنی بر پردازش تصویر دو بعدی اسناد، به رفع تخریب هندسی پرداخته و چهار روش جدید را پیشنهاد می‌کنیم.

در فصل پنجم، ابتدا خروجی چهار روش پیشنهادی را نمایش داده، سپس به بیان بهترین روش برای متون فارسی و بهترین روش برای متون انگلیسی می‌پردازیم و در نهایت هر کدام را با روش‌های مختلف، مورد مقایسه کمی و کیفی قرار می‌دهیم.

۲ مروری بر کارهای گذشتگان

۱-۲ مقدمه

اگرچه روش‌های مختلفی برای برطرف کردن مشکل DIR در کنفرانس‌ها و مجلات ارائه شده است، ولی خیلی از این روش‌ها به دلیل پیش‌فرض‌هایشان، امکان عملیاتی شدن ندارند. روش‌های مختلف را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

• دسته اول - براساس تشخیص شکل سه‌بعدی اسناد^۱: کارهای صورت گرفته در این

دسته براساس تشخیص شکل سه‌بعدی اسناد می‌باشند، شکل سه‌بعدی به‌وسیله‌ی مدل‌هایی مانند سطح قابل اجرا^۲ [۳۳]، مقدار عمق^۳، مدل استوانه‌ای^۴ و مانند این‌ها تخمین زده می‌شود. در بیشتر موارد لازم است تا اطلاعاتی در مورد نحوه‌ی قرارگیری سند و ساختار داخلی اسکنر یا دوربین موجود بوده و یا سخت افزارهای خارجی از قبیل پروژکتورهای لیزری، سیستم‌های بینایی استریو^۵ و غیره برای تصویر برداری اضافه گردد.

• دسته دوم - بر اساس پردازش تصویر دوبعدی اسناد^۶: این روش برپایه تکنیک‌های

پردازش تصویر مانند باینری‌سازی، درون‌یابی خطی و غیرخطی و آنالیز اجزای متصل بوده و پردازش، بدون داشتن اطلاعاتی درمورد شکل سند صورت می‌گیرد.

۲-۲ دسته اول: براساس تشخیص شکل سه‌بعدی اسناد

پیلو^۷ [۳۴] روشی بر مبنای مدل فیزیکی تغییر شکل کاغذ^۱ با یک سطح قابل اجرا ارائه داد. در این

1 Approaches based on 3D document shape discovery

2 Applicable surface

3 Depth map

4 Cylindrical model

5 Stereo vision

6 Approaches based on 2D document image processing

7 Pilu

روش، سطح قابل اجرا به وسیله‌ی یک مش چندوجهی^۲ با ابعاد مناسب و با دانستن فاصله‌ی بین گره‌ها شناخته شده است. از الگوریتم relaxation برای هموارسازی سطح قابل اجرا نسبت به داده‌های نویزی و بدست آوردن تصویر نهایی بدون تخریب استفاده می‌شود. چون این روش براساس مش چندوجهی شبیه‌سازی می‌شود، سند بعد از رفع اعوجاج، حتی برای چشم انسان هم زیاد خوانا نمی‌باشد. همچنین این روش مشکل تخریب فتومتریک مانند سایه‌های موجود در متن را تصحیح نمی‌کند.

برون^۳ و همکارانش [۳۵] الگوریتم عمومی ضدکجی^۴ را برای اسناد خودبه‌خود خمیده شده، براساس شکل سه‌بعدی آن بیان کردند. در این الگوریتم، سیستم بینایی استریو برای یافتن مقدار عمق هر نقطه از تصویر به کارگرفته می‌شود. سپس خمیدگی تصویر به وسیله‌ی یافتن نگاشت نقاط [۳۶-۳۷] رفع می‌گردد. اگرچه این روش قادر به از بین بردن هر نوع کجی در عکس تخریب‌شده می‌باشد، اما یکی از مشکلات این روش، نگاشت نقاط از روی سطح سخت و نویزی به عمق نقاط روی سطح صاف است. همچنین این روش نیازمند یک سیستم نورپردازی خاص [۳۸-۳۹] و کالیبراسیون [۴۰]، برای پیاده‌سازی نورپردازی فعال^۵ و دستیابی به اطلاعات ساختاری می‌باشد. به علاوه قادر به تصحیح سایه در تصویر نیست.

دانکسو^۶ و همکارانش [۴۱] روش مشابهی را ارائه دادند که در آن از یک پروژکتور لیزری برای تصویر کردن شبکه‌ی نور دوبعدی بر روی سطح سند استفاده شده است. سپس تخریب دوبعدی

1 Paper deformation

2 Polygonal

3 Brown

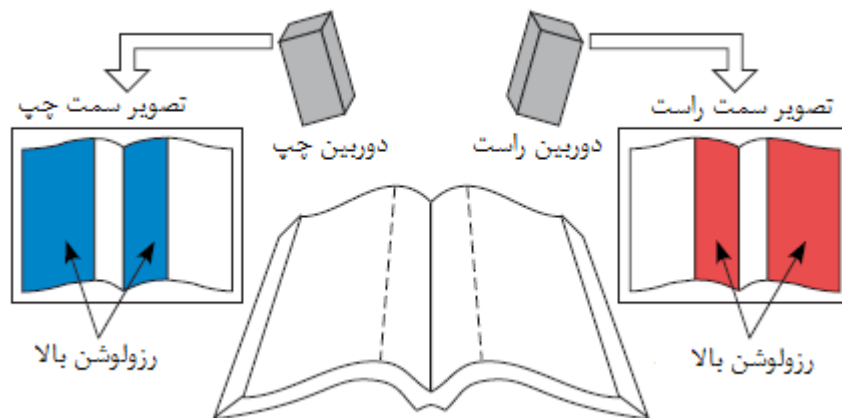
4 De-skewing

5 Active lightening

6 Doncesu

به وسیله‌ی دو مش خمیده‌ی گذرا از خط^۱ [۴۲] تصحیح می‌شود. این روش هم مشکلات روش قبلی [۳۵] را دارد که نیازمند یک سیستم نورپردازی خاص است.

یاماشیتا^۲ و همکارانش [۴۳] روشی را برای بازسازی شکل سند با سطوح خمیده و خطوط تاخورده، با استفاده از سیستم بینایی استریو ارائه دادند (شکل ۱-۲). در این روش ابتدا نقاط متناظر در سمت چپ و راست تصویر مشخص شده و مکان سه‌بعدی این نقاط براساس مثلثات بدست می‌آید. سپس شکل سه‌بعدی سند، با استفاده از منحنی بی‌اسپلاین غیریکنواخت نسبتی^۳ [۴۴] بازسازی می‌شود. در مرحله‌ی بعد، شکل خمیده‌ی دو تصویر اصلی متعلق به دوربین سمت راست و دوربین سمت چپ، با نگهداری فاصله‌ی بین نقاط و ترکیب نواحی روشن دو تصویر، به سطح صاف منتقل می‌شود. از معایب این روش آن است که سیستم بینایی استریو، قابل اعمال به اسکنرهای معمولی و یا دوربین عکاسی نمی‌باشد. علاوه بر این، با توجه به سایز تصویر، اجرای این روش ممکن است بسیار زمان‌بر باشد.



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

ودا^۴ و همکارانش [۴۵] مدل پیچیده‌ای برای بازسازی سطح کتاب ارائه کردند. در این روش

1 Two pass mesh warping

2 Yamashita

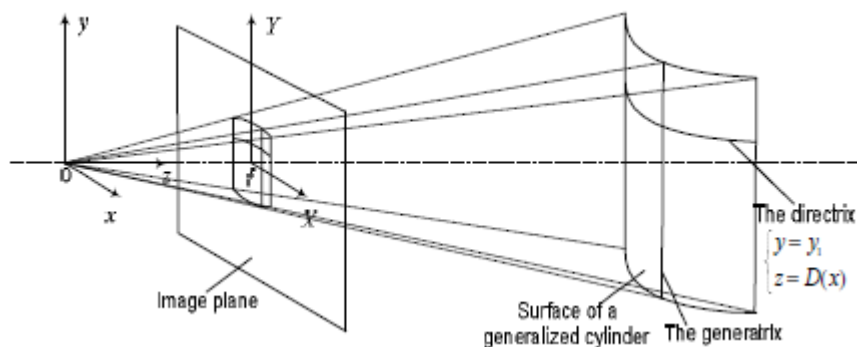
3 Non-Uniform Rational B-Spline (NURBS)

4 Wada

ترکیب^۱ بازتاب درونی^۲ (افزایش روشنایی بخشی از کتاب به وسیله‌ی بازتاب ثانویه‌ای که از جای دیگر اعمال می‌شود) با ۸ پارامتر که از قبل به وسیله‌ی استفاده از تصویر کالیبره شده‌ی دامنه‌های سفید صاف که به نام slants شناخته شده است، تخمین زده می‌شود. آن‌ها شکل سطح کتاب را با یک روش تکراری، شبیه روش محاسباتی [۴۶]، محاسبه می‌کنند. این روش سطح کتاب را به حالت استوانه‌ای تخمین می‌زند و نیاز دارد که ستون فقرات کتاب^۳ موازی با نور اسکنر^۴ باشد که معمولاً این روش در شرایط واقعی اسکن کردن امکان پذیر نیست. روش پیشنهادی حتی با در نظر گرفتن بازتاب درونی ثابت با استفاده از روش پیشنهادی موزائیک‌سازی^۵ برای کاهش زمان محاسباتی، هزینه محاسباتی بالایی دارد؛ بخاطر همین در بسیاری از موارد بازتاب درونی اعمال نمی‌شود، زیرا عمدتاً بروی روشنایی‌های اطراف ستون فقرات کتاب اثر می‌گذارد و تأثیر کمی بر روی تخمین شکل سطح کتاب خواهد داشت.

کثو^۶ و همکارانش [۴۷] یک روش عمومی استوانه‌ای را برای برطرف کردن خمیدگی مرزی تصاویر گرفته شده به وسیله‌ی دوربین پیشنهاد دادند. همان‌طور که در شکل ۲-۲ مشاهده می‌شود، با توجه به خصوصیات هندسی تصاویر، معادله‌ای با استفاده از اسکلت هر کدام از خطوط نوشتاری افقی، برای نگاشت نقاط در فضای سه بعدی بر روی صفحه‌ی مسطح بدست می‌آید. خطوط اصلی از روی متن افقی استخراج شده و از آن‌ها برای تخمین میزان خم شدگی سطح، استفاده شده و سپس تصویر تصحیح می‌شود. این روش نمی‌تواند تخریب فتومتریک را تصحیح کند و زمانی که تعداد خطوط نوشتاری کم باشد یا اصلاً خطی وجود نداشته باشد، کار نخواهد کرد. از مزایای این روش این است که از هیچ وسیله‌ی خارجی استفاده نشده است.

-
- 1 Incorporating
 - 2 Inter reflection
 - 3 Book spine
 - 4 Scanning light
 - 5 Tessellation
 - 6 Cao



شکل ۲-۲: مدل سطح استوانه‌ای [۴۷]

ژنگ^۱ و همکارانش [۴۸] روشی را برای بازیابی اسناد خمیده با استفاده از تکنیک تخمین شکل به وسیله سایه^۲ معرفی کردند. همان‌طور که در شکل ۲-۳ می‌بینید، در این روش با استفاده از اطلاعات ساختاری اسکنر مانند بهره و بایاس، فاصله‌ی منبع نور از سطح اسکنر^۳، مقدار زاویه‌ی منبع نور^۴ و غیره به عنوان اطلاعات اولیه، سطح خمیده به سطح صاف منتقل می‌شود. در این روش SFS با احتساب چهار مشخصه‌ی منبع نور نزدیک مبدأ و حرکت آن، بازتاب لامبرشن^۵، توزیع غیر خطی بازتاب^۶ و کجی سند، مدل‌سازی شده و سپس به ساختن مدل سه‌بعدی هندسی و سه‌بعدی نورانی از شرایط اسکن کردن، می‌پردازد. در نهایت براساس توزیع بازتاب، مدلی برای از بین بردن سایه ارائه شده و تخریب فتومتری برطرف می‌شود و با ایجاد مدلی برای از بین بردن خمیدگی، تخریب هندسی نیز برطرف می‌گردد. این روش، تخریب هندسی را تقریباً بطور کامل برطرف می‌کند، ولی تخریب

1 Zhang

2 Shape From Shading (SFS)

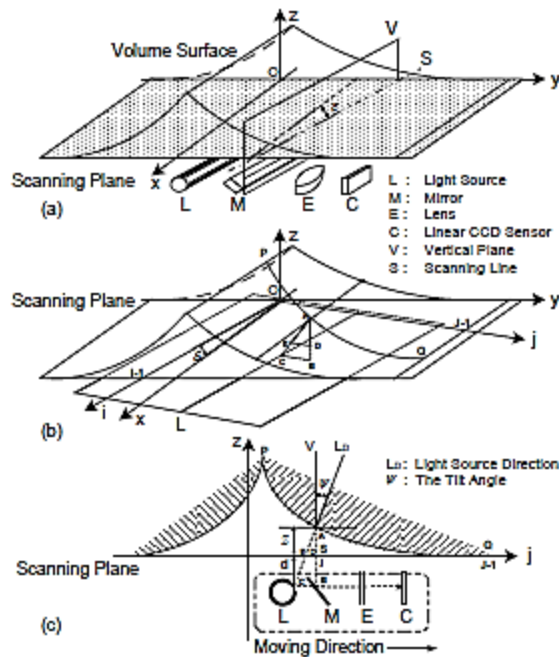
3 Focal length

4 Tilt angle of light source

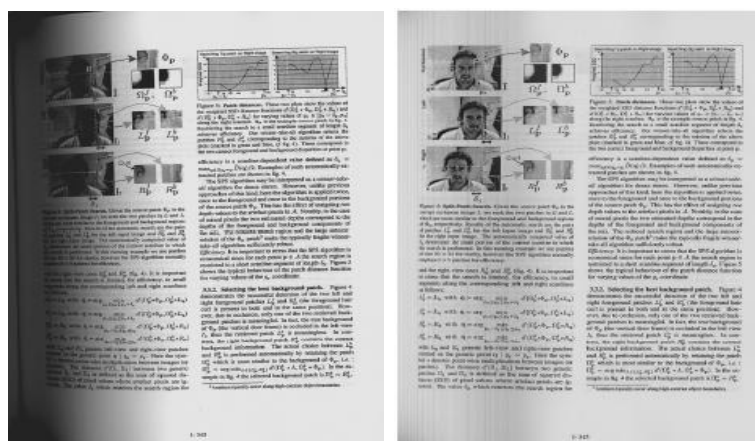
5 Lambertian reflection

6 Nonuniform albedo distribution

فتومتریک فقط تا حدی که بازدهی خروجی OCR افزایش یابد برطرف می‌شود (شکل ۲-۴). استفاده از اطلاعات ساختار داخلی اسکنر، یکی از عمده‌ترین معایب این روش بوده که در بیشتر موارد این اطلاعات در دسترس کاربر قرار ندارد.



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



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

با توجه به روش‌های توضیح داده‌شده در این دسته، اکثر روش‌ها نیازمند به دانستن اطلاعاتی در

مورد نحوه‌ی قرارگیری سند و ساختار داخلی اسکنر و یا نیازمند به اضافه کردن سخت افزار خارجی مانند پروژکتورهای لیزری، سیستم‌های بینایی استریو و غیره می‌باشند. از آنجایی که کاربر عادی به این موارد دسترسی ندارد، روش‌های موجود در این دسته از عمومیت کافی برخوردار نیستند. برای همین ما حیطه‌ی کاری خود را به دسته‌ی دیگر معطوف کرده و به بیان دقیق‌تر روش‌های دسته دوم می‌پردازیم.

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

در این دسته، کارهای انجام شده را می‌توان به دو زیردسته کلی تقسیم کرد:

رفع تخریب فتومتریکی: برای رفع تخریب فتومتریکی، در بیشتر موارد از باینری‌سازی استفاده می‌شود. اگرچه روش‌های دیگری مانند مدل‌سازی ریاضی برای رفع سایه‌های مصنوعی ایجادشده به وسیله‌ی نرم‌افزارهای کامپیوتری هم وجود دارد، ولی این روش برای سایه‌های موجود در تصاویر اسکن‌شده‌ی کتب قطور، اسناد تاریخی و تصاویر گرفته‌شده به وسیله‌ی دوربین دیجیتال کارایی ندارد. ما به دنبال روشی هستیم که باعث افزایش بازدهی خروجی OCR اسناد شود. با توجه به تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، باینری‌سازی نسبت به روش‌های دیگر بهتر به نظر می‌رسد. زیرا در روش‌های دیگر در بسیاری از موارد همچنان سایه وجود دارد مانند روش‌هایی که در دسته‌ی اول مورد بررسی قرار گرفت.

رفع تخریب هندسی: برای رفع تخریب هندسی در این حیطه روش‌های مختلفی وجود دارد. از روش‌های مهم در این زمینه می‌توان به درون‌یابی مرزهای تصویر، اسکلت^۱ تصاویر و تشخیص کلمات و خطوط نوشتاری اشاره کرد.

1 skeleton

۲-۳-۱ رفع تخریب فتومتری

همان‌طور که گفته شد برای رفع تخریب فتومتری از باینری‌سازی استفاده می‌شود. باینری‌سازی به دو روش کلی تقسیم می‌شود: باینری‌سازی به روش سراسری و باینری‌سازی به روش محلی.

۲-۳-۱-۱ باینری‌سازی به روش سراسری

در باینری‌سازی به روش سراسری، یک و تنها یک آستانه برای کل تصویر بدست می‌آید. اگر سطح خاکستری یک پیکسل، بزرگتر از آستانه باشد مقدار پیکسل، یک و غیر این صورت، پیکسل، مقدار صفر را اختیار می‌کند.

باینری‌سازی به روش سراسری در ۵ گروه دسته بندی می‌شود:

- **روش‌های مبتنی بر شکل هیستوگرام:** در این روش‌ها قله‌ها، دره‌ها و انحنای

هیستوگرام نرم^۱ تصاویر مورد بررسی قرار می‌گیرد [۳-۵].

- **روش‌های مبتنی بر خوشه بندی:** سطوح خاکستری موجود در تصاویر در دو گروه

پیش‌زمینه^۲ و پس‌زمینه^۳ خوشه‌بندی شده و یا به عبارتی به صورت تلفیقی از دو توزیع

گاوسی مدل می‌شوند [۶-۹].

- **روش‌های مبتنی بر آنترپی:** روش‌هایی که در آن‌ها، از آنترپی نواحی

پیش‌زمینه^۴ پس‌زمینه^۱ و اختلاف آنترپی بین تصویر اصلی و تصویر باینری‌شده استفاده

1 Smoothed histogram

2 Background

3 Foreground

4 Background

می‌شود [۱۰-۱۳].

• **روش‌های مبتنی بر شیء‌گرایی:** روش‌هایی که در آن‌ها، از مقدار تشابه میان تصویر

خاکستری و تصویر باینری شده مانند تشابه شکل فازی^۲، انطباق لبه^۳ و ... استفاده می‌شود

[۱۴-۱۸].

• **روش‌های فضایی^۴:** روش‌هایی که در آن‌ها از توزیع‌های احتمال مرتبه بالا و یا

همبستگی بین نقاط تصویر استفاده می‌شود [۱۹-۲۱].

محققینی چون سزگین^۵ و همکارانش [۴۹]، باداکس^۶ و همکارانش [۵۰] با توجه به تحقیقاتی که

بر روی روش‌های مختلف باینری‌سازی انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که روش اتسو^۷ [۷] جامعیت

بیشتری نسبت به سایر روش‌های باینری‌سازی به روش سراسری دارد. در این روش مقدار بهینه‌ی

آستانه طوری تعیین می‌شود که مقدار واریانس درون کلاسی^۸ سفید و سیاه، کمینه یا واریانس بین

کلاسی^۹ بیشینه گردد.

اگرچه روش اتسو به دلیل بدست آوردن تنها یک آستانه، از لحاظ محاسباتی بی‌هزینه است و برای

بیشتر اسناد اسکن شده جواب قابل قبولی را ارائه می‌دهد، ولی برای اسنادی مانند کتب قطور

(شکل ۲-۵)، اسناد تاریخی (شکل ۲-۶) و تصاویر گرفته شده به وسیله دوربین دیجیتال که دارای

1 Foreground

2 Fuzzy shape similarity

3 Edge coincidence

4 Spatial

5 Sezgin

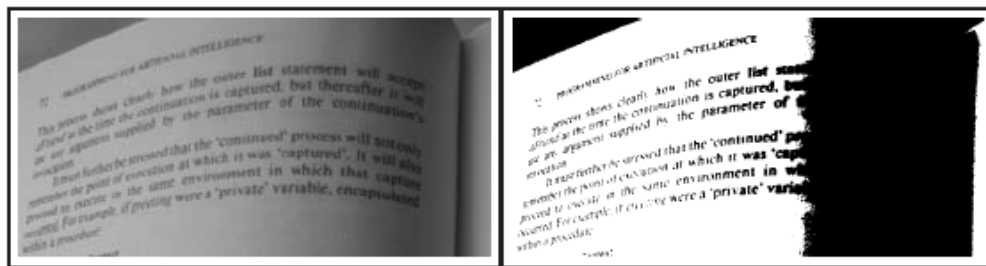
6 Badekas

7 Otsu

8 Within Class Variance

9 Between Class Variance

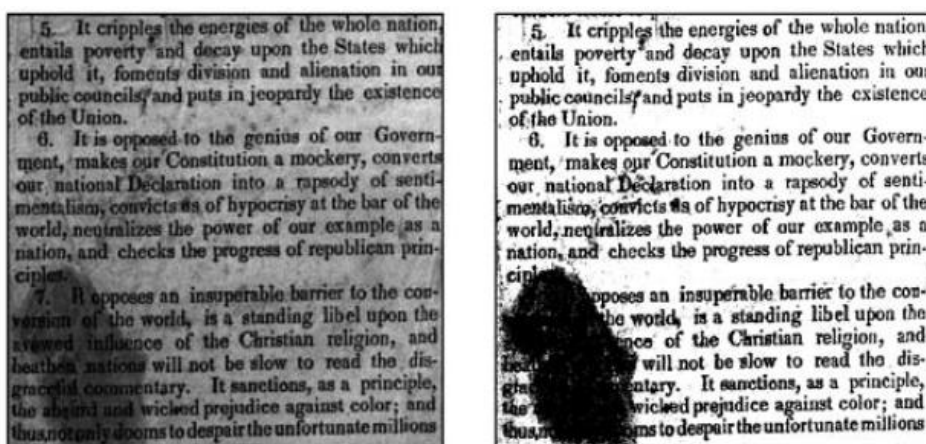
روشنایی ۱ غیریکنواخت می‌باشند، باعث ایجاد نویزهای فلفلی می‌گردد.



(الف)

(ب)

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



(الف)

(ب)

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

۲-۳-۱-۲ باینری‌سازی به روش محلی

در باینری‌سازی به روش محلی، برای هر کدام از پیکسل‌های تصویر، یک آستانه اختیار می‌گردد. روش‌های گسترده‌ای در این حوزه وجود دارد به عنوان مثال روش‌های [۲۲، ۲۸، ۵۲، ۵۳] برپایه‌ی استفاده از واریانس و میانگین محلی نقاط اطراف هر پیکسل و روش [۲۳] بر پایه‌ی مقایسه‌ی سطح خاکستری هر پیکسل با سطح خاکستری پیکسل‌های همسایه‌ی آن می‌باشد. برپایه‌ی تحقیقات صورت گرفته توسط افرادی چون سزگین و همکارانش [۴۹]، باداکس و همکارانش [۵۰]، این نتیجه

حاصل شده است که روش‌های مبتنی بر واریانس محلی، جواب بهتری را نسبت به سایر روش‌های باینری‌سازی به روش محلی دارند. برای همین توجهی خودمان را روی این دسته از باینری‌سازی به روش محلی معطوف می‌کنیم.

باینری‌سازی با استفاده از واریانس محلی:

روش نیبلک^۱ [۲۲] را می‌توان پایه‌گذار این نوع باینری‌سازی برشمرد و سایر روش‌ها در این زیردسته، روش نیبلک را ارتقاء دادند.

در روش نیبلک، آستانه از جمع میانگین با ضریب منفی از انحراف معیار مطابق معادله‌ی (۱-۲) بدست می‌آید.

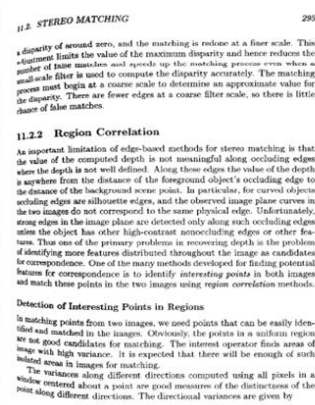
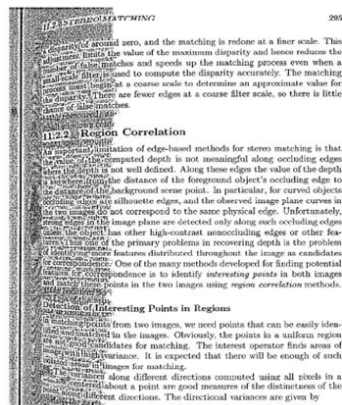
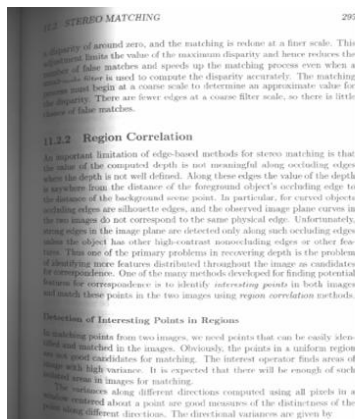
$$t(x, y) = \mu(x, y) + k \cdot \sigma(x, y) \quad (1-2)$$

که در آن $\mu(x, y)$ و $\sigma(x, y)$ به ترتیب میانگین محلی و انحراف معیار محلی در پنجره $w \times w$ به مرکزیت پیکسل (x, y) بوده و k ، یک پارامتر ثابت با مقدار منفی می‌باشد.

ساوولا^۲ [۲۸] روش نیبلک را با بیشتر کردن اثر انحراف معیار ارتقاء داد. در این روش انحراف معیار با تقسیم شدن بر یک عدد ثابت به نام R که بیشینه مقدار انحراف معیار برای تصویر سطح خاکستری است، نرمالیزه می‌شود. این مقدار برای سطوح خاکستری برابر ۱۲۸ می‌باشد.

1 Niblack

2 Sauvola



(الف)

(ب)

(ج)

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

برای بهبود خروجی OCR، تحقیقاتی برای ارتقای روش ساولا انجام شده است که به‌عنوان مثال گتوس^۱ [۵۲] ابتدا با انجام یک سری پیش‌پردازش‌ها و با بکارگیری فیلتر وینر پایین‌گذر [۵۴]، نویزهای موجود در تصویر سطح خاکستری را کاهش داده و سپس با اعمال روش ساولا به تخمین پس‌زمینه^۲ پرداخته و با درون‌یابی همسایه‌های پیکسل‌های پیش‌زمینه، پیش‌زمینه را تخمین می‌زند. سپس با استفاده از پیش‌زمینه‌ی تخمین‌زده و تصویر سطح خاکستری که از نظر ابعاد دوبرابر شده، آستانه‌گذاری نهایی را انجام می‌دهد. در نهایت با بکارگیری فیلتر فرسایش^۳ [۵۵] برای رفع نویز، و فیلتر گسترش^۴ [۵۵] برای رفع شکستگی و پر کردن حفره‌ی موجود در حروف، باعث افزایش کیفیت هر حرف می‌شود. همان‌طور که در شکل ۲-۸ می‌بینید، این روش نسبت به روش‌های قبلی، بازده OCR بالاتری دارد و برای این تصویر بازدهی ۱۰۰٪ را بدست آورده‌است.

- 1 Gatos
- 2 Foreground
- 3 Shrink Filter
- 4 Swell Filter

Fine Reader	its salutary effect in of bilious affection, which it is liable to months....It appears	its salutary effect in of bilious affection, whichHKI is liable to months....It appears
Otsu	its salutary effect in of bilious affection, which it is liable to months....It appears	its salutary effect in of bilious affection, whichUIt is liable to months....It appears
Niblack	its salutary effect in of bilious affection, which it is liable to months....It appears	its salutary efex&m aof^Jious;affettio^il^ Wcw^^riabte^fte^prive^0nths^fc<pp^ar9
Sauvola et al.	its salutary effect in of bilious affection, which it is liable to months....It appears	its salutary effect in of bilious affection, whicet^it is liable to months....It appears
Gatos	its salutary effect in of bilious affection, which it is liable to months....It appears	its salutary effect in of bilious affection, which it is liable to months....It appears

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

از معایب این روش این است که برای تصاویر با رزولوشن^۱ پایین، خروجی خوبی را ارائه نمی‌دهد. زیرا اعمال فیلتر وینر در تصاویری که رزولوشن پایین دارند؛ باعث از بین رفتن حروف در باینری‌سازی می‌شود.

برای رفع مشکل تصاویر با رزولوشن پایین، بوخاری^۲ و همکارانش [۵۳] روشی را پیشنهاد دادند که در آن دیگر از یک k ثابت برای تخمین پس‌زمینه در روش ساولا استفاده نمی‌گردد. ولی این روش سرعت بسیار پایینی دارد و در بیشتر موارد از روش ساولا استفاده می‌شود.

1 Resolution

2 Bukhari

۲-۳-۲ رفع تخریب هندسی

۱-۲-۳-۲ درون‌یابی مرزهای تصویر

براون^۱ و همکارانش [۵۶] از پیشرویان این دسته می‌باشند. آن‌ها نگاشت اصلاح‌کننده را به‌وسیله‌ی درون‌یابی مرز [۵۷] برای شبیه‌سازی رفع تخریب‌های رایج هندسی مانند کجی، خمیدگی و تاخوردگی محاسبه کردند. سپس همین نوع ساختار درون‌یابی برای تخمین روشنایی ذاتی تصویر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار روشنایی تخمین‌زده شده به همراه تصویر اولیه، برای از بین بردن سایه‌های مصنوعی بکاربرده می‌شود. بنابراین این روش مستلزم این است که مرزهای سند در تصویر گرفته شده قابل رؤیت باشند و تعداد نقاط کنترلی و پارامترهای معادلات به طور دستی برای هر بازیابی تعیین گردد. در این روش برای برطرف کردن سایه مصنوعی ایجادشده، از توابع ریاضی استفاده می‌شود که برای اسناد با روشنایی غیریکنواخت کاربرد ندارد.

۲-۲-۳-۲ اسکلت تصاویر

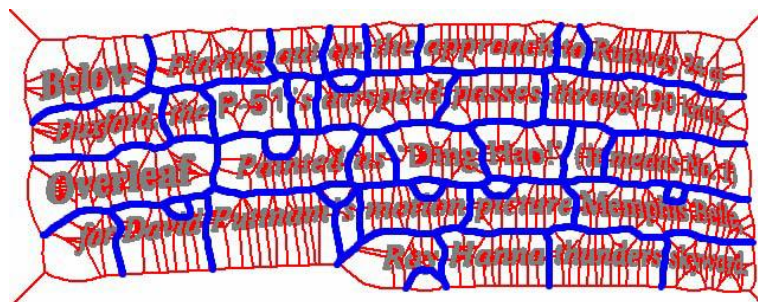
ماسالویچ^۲ و همکارانش [۵۸]، با استفاده از پیکربندی تصویر به رفع تخریب‌های موجود پرداختند. در این روش، ابتدا پیکربندی تصویر ساخته می‌شود. در مرحله‌ی بعد، مطابق شکل ۲-۹، بعضی از شاخه‌هایی که تأثیری در تعیین ساختار حفره‌های پیکره ندارند، فیلتر می‌گردند. سپس شاخه‌ها با توجه به طول و زاویه‌ی آن‌ها در دو گروه افقی و عمودی تقسیم‌بندی می‌شوند. در این مرحله شاخه‌های افقی فیلتر شده تا تنها شاخه‌هایی باقی بماند که بین دو خط نوشتاری قرار داشته باشند. هر کدام از شاخه‌های باقی‌مانده با تخمین منحنی مربعی بیزری^۳ [۵۹] شبیه‌سازی می‌شود تا ساختار حفره‌های داخلی پیکره تخمین زده شود و در نهایت با ترکیب بعضی از این حفره‌ها با یکدیگر می‌توان کل سند را با مسیرهای مربعی بیزری مدل‌سازی کرد. حال با داشتن این تخمین‌ها می‌توان تصویر

1 Brown

2 Masalovitch

3 Cubic Bezier curves

صاف را بدست آورد. از معایب این روش این است که اگر در بدست آوردن اسکلت تصویر، خصوصاً تخمین مرز عمودی تصویر، خطایی رخ دهد، کیفیت تصویر خروجی تا حد زیادی کاهش پیدا می‌کند.



شاخه‌های فیلتر شده‌ی پیکره —
شاخه‌های باقی‌مانده‌ی پیکره —

شکل ۲-۹: نحوه فیلتر شدن شاخه [۵۸]

۳-۲-۳-۲ تشخیص کلمات و خطوط نوشتاری

لاویله^۱ و همکارانش [۶۰] روش جدیدی برای مستقیم‌سازی خطوط نوشتاری معرفی کردند که در آن از شبکه‌ای از مرزهای فعال^۲ [۶۱] که بر اساس یک مدل تحلیلی می‌باشد، استفاده شده است. آن‌ها ابتدا روشی را براساس منحنی‌های بی‌زری^۳ [۵۹] و سپس مدل دیگری براساس مکعب بی‌اسپلین^۴ [۶۲] که به جواب صحیح‌تری هدایت می‌کند، ارائه دادند. سرانجام روشی را برای اتوماتیک کردن مقداردهی اولیه^۵ براساس روش سیستم ذره‌ای^۶ پیشنهاد دادند. اگرچه این روش نتیجه‌ی خوبی دارد؛ ولی مقداردهی اولیه باید به گونه‌ای باشد که ما را به جواب مطلوب هدایت کند. این روش فقط برای تصویرهای بدون هیچ اجزای گرافیکی یا به عبارتی متن خالص کاربرد دارد و در مواردی که فاصله‌ی

1 Lavaille

2 Active contour

3 Bezier curve

4 Cubic B-spline

5 Initialization

6 Particle system

بین خطوط، یکسان نمی‌باشد؛ جواب قابل قبولی را ارائه نمی‌دهد. به‌علاوه این روش از نظر محاسباتی به دلیل شبیه‌سازی ذرات، بسیار سنگین می‌باشد.

ژنگ^۱ و همکارانش [۵۱] از تخمین دو جمله‌ای برای مدل‌سازی خطوط خمیده در ناحیه‌ی سایه‌دار استفاده کرده‌اند. در این روش، ابتدا تصویر با اعمال روش ساولا باینری شده، بعد از یافتن اجزای متصل، با بکارگیری روش ارتقاء یافته‌ی محیط مستطیلی^۲ [۶۳-۶۴]، اجزای متصل، در مستطیلی که برابر با طول و عرضشان می‌باشد، احاطه می‌شوند. برای حذف نویز و اجزای گرافیکی، با درنظرگرفتن محدودیتی بر روی اندازه‌ی محیط مستطیلی‌ها، آن‌هایی که زیادی بزرگ یا زیادی کوچک باشند، حذف می‌گردند. گاهی اجزای متصلی باقی می‌مانند که جز حروف نیستند ولی می‌توان گفت اجزای باقی‌مانده، شبیه حروف رفتار می‌کنند. از سمت چپ به راست، با درنظر گرفتن این‌که فاصله‌ی بین محیط مستطیلی‌ها از حد خاصی نباید بیشتر باشد، کلمات تشخیص داده می‌شوند. برای تشخیص جملات، از بالا به پایین محدودیت دیگری، اعمال می‌شود. سپس با جمع کردن مقدار سطح خاکستری پیکسل‌های سمت راست و سمت چپ، سمت سایه تشخیص داده شده و مرز سایه یافته می‌شود. در مرحله‌ی بعد با استفاده از مرز سایه‌ی تشخیص داده شده، اجزای متصل را به دو قسمت تقسیم می‌شوند: ناحیه‌ای که خطوط نوشتاری خمیده بوده، ناحیه‌ی سایه‌دار^۳ و ناحیه‌ای که خطوط نوشتاری آن تخریب نشده‌است و به صورت مستقیم می‌باشد، ناحیه‌ی سالم نامیده می‌شود. در ناحیه‌ی سالم از روش رگرسیون خطی^۴ برای ایجاد جفت خط‌های مستقیم مرجع که در بالا و پایین خطوط مستقیم نوشتاری قرار دارند، استفاده می‌گردد. جهت مدل‌سازی خطوط خمیده‌ی نوشتاری در ناحیه سایه‌دار، از رگرسیون چندجمله‌ای^۵ برای محاسبه‌ی جفت منحنی مرجع درجه دوم استفاده می‌شود. سپس

1 Zhang

2 Modified Box Hand Method

3 Shade Area

4 Linear regression

5 Polynomial regression

جفت منحنی مرجع درجه‌ی دوم در ناحیه‌ی سایه‌دار به جفت خط‌های مستقیم مرجع در ناحیه‌ی سالم متصل شده تا مجموعه‌ی کاملی از کل خطوط نوشتاری بدست آید. با تصحیح منحنی‌های دوجمله‌ای مرجع به وسیله‌ی خطوط مستقیم مرجع، خطوط نوشتاری خمیده بازیابی خواهند شد. از معایب این روش این است که کلمات بعد از بازیابی هنوز مقداری خمیدگی دارند. خطوط در ناحیه سالم همواره به صورت خط مستقیم نمی‌باشند و ممکن است تا حدودی خمیده شده باشند. این روش برای تصاویر گرافیکی و یا دارای خطوط نوشتاری زیاد، جواب قابل قبولی ارائه نمی‌دهد.

در روش وئو و آگام^۱ [۶۵] از منحنی‌های غیر خطی برای مستقیم‌سازی هر خط استفاده شده است. این روش نیازمند آن است که هر چهار گوشه‌ی تصویر خمیده مشخص شود و ستون فقرات کتاب هم در راستای خطوط ایزوپارامتریک قرار گیرد که در شرایط عملی اسکن کردن امکان پذیر نخواهد بود. از طرفی این روش از لحاظ محاسباتی هم بسیار پیچیده می‌باشد.

ژنگ و تان^۲ [۶۶] از مکعب‌های طبیعی اسپلاین^۳ برای آشکارسازی خطوط نوشتاری استفاده کردند. در این روش هم مانند روش قبلی، ستون فقرات کتاب باید در راستای خطوط ایزوپارامتریک قرار گیرد.

گتوس^۴ و همکارانش [۶۷] روش ژنگ را ارتقاء دادند. در این روش، با استفاده از هموارسازی افقی^۵ [۶۸] کلمات و خطوط نوشتاری تشخیص داده می‌شوند. در مرحله‌ی بعد رگرسیون خطی را برای هر کلمه به طور جداگانه اعمال شده و به تصحیح آن می‌پردازد. در مرحله‌ی آخر تمام کلمات هر جمله نسبت به اولین کلمه‌ای که در سمت چپ جمله قرار دارد، به صورت عمودی تراز می‌شوند. همان‌طور

1 Wu & Agam

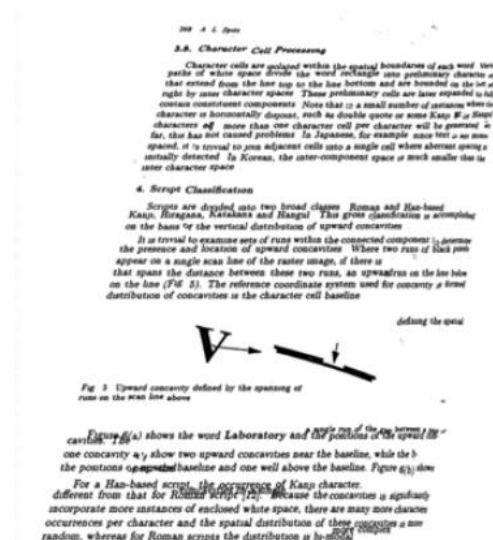
2 Li Zhang & Lim Tan

3 Natural cubic splines

4 Gatos

5 Horizontal Smoothing

که در شکل ۲-۱۰ می‌بینید، جملات خمیدگی دارند و با هم برخورد کرده‌اند. به علاوه، در این روش اگر صفحه نسبت به اسکنر اریب قرار گرفته باشد، این کجی در خروجی مشاهده می‌شود. از معایب دیگر این روش این است که این روش فقط برای تصاویر حاوی متن مناسب است.



شکل ۲-۱۰: خروجی روش گتوس [۶۷]

گتوس در مقاله‌ای دیگر [۶۹] با بکارگیری روش ارتقاء یافته‌ی محیط مستطیلی بجای روش هموارسازی افقی، خمیدگی جملات را کاهش داد.

روش اولگس^۱ و همکارانش [۷۰]، روشی براساس اطلاعات پیکربندی اولیه^۲ و تخمین مکان خطوط نوشتاری با استفاده از راست^۳ [۷۱] می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۲-۱۱ مشاهده می‌کنید؛ در این روش، بعد از تخمین مکان هر خط، هر حرف موجود در آن خط به طور مجزا در مستطیلی محصور شده و سپس به مستطیلی در تصویر نهایی بدون خمیدگی که از لحاظ سایز و مکان تصحیح شده است، انتقال می‌یابد. این روش عمومیت ندارد؛ زیرا در این الگوریتم فرض بر این است که متن حاوی

1 Ulges

2 Priori layout information

3 RAST

خطوط کاملاً موازی و با فاصله یکسان از یکدیگر بوده و فاصله بین کلمات نباید زیاد بزرگ باشد.

by my good master, Mr. Pannel, commander; with

(الف)

(ب)

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

بوخاری و همکارانش [۷۲] روش جدیدی به نام روش مار^۱ ارائه دادند. در این روش هر جمله را با در نظر گرفتن جفت خط اصلی خمیده‌ی آن‌ها (خطوط احاطه کننده در بالا و پایین هر جمله) به جفت خط اصلی مستقیم متناظر، به تصویر نهایی بدون تخریب انتقال داده می‌شود. این روش قادر به بازیابی اشکال و فرمول‌ها نمی‌باشد و در زمان مواجهه با تصویری با خطوط نوشتاری زیاد، جواب قابل قبولی را ارائه نمی‌دهد.

فو^۲ و همکارانش [۷۳] سطح تصویر را با مدل استوانه‌ای تخمین زدند. در این روش ابتدا خطوط نوشتاری را یافته سپس خطوط احاطه کننده‌ی چپ و راست و منحنی‌های بالا و پایین تصویر را می‌یابند. سپس سطح استوانه‌ای محاط شده را به وسیله‌ی روش ارائه شده در [۴۷] به سطح صاف تبدیل می‌کنند. از مهمترین مضرات این روش پیچیدگی محاسباتی بالا و فرآیند زمان‌بر آن است. گتوس [۳۰] روش خود را با اضافه کردن دو مرحله به مراحل قبلی بهبود بخشید. در این روش، مانند دو روش قبلی ابتدا به تشخیص خطوط و کلمات نوشتاری می‌پردازد، سپس با بکارگیری استدلال درشت^۳ که توسط استاماتیپولوس^۴ و همکارانش [۷۴] ارائه شده بود، به تخمین سطح خمیده‌ی سند پرداخته و آن را به سطح مستطیلی صاف منتقل می‌کند و کجی و خمیدگی کلی

1 Snake

2 Fu

3 Coarse Rectification

4 Stamatopoulos

تصویر برطرف می‌شود. پس از اعمال مراحل فوق، رگرسیون خطی را به هر کلمه اعمال کرده و به تصحیح کلمات می‌پردازد. در نهایت با برگرداندن اجزای گرافیکی حذف شده و در آوردن مرکز ثقل آن‌ها، می‌توان خمیدگی آن‌ها را هم تصحیح کرد که این کار با تابع نزدیکترین نقطه‌ای انتقال یافته به مرکز ثقل انجام می‌شود.

3.8. Character Cell Processing

Character cells are isolated within the spatial boundaries of each word. Vertical paths of white space divide the word rectangle into preliminary character cells that extend from the line top to the line bottom and are bounded on the left and right by inter-character spaces. These preliminary cells are later expanded to fully contain constituent components. Note that in a small number of instances where the character is horizontally disposed, such as double quote or some Kanji or Hangul characters, more than one character cell per character will be generated. In fact, this has not caused problems. In Japanese, for example, since text is not monospaced, it is trivial to join adjacent cells into a single cell where aberrant spacing is initially detected. In Korean, the inter-component space is much smaller than the inter-character space.

4. Script Classification

Scripts are divided into two broad classes: Roman and Han-based, including Kanji, Hiragana, Katakana and Hangul. This gross classification is accomplished on the basis of the vertical distribution of upward concavities.

It is trivial to examine sets of runs within the connected component to determine the presence and location of upward concavities. Where two runs of black pixels appear on a single scan line of the raster image, if there is a run on the line below that spans the distance between those two runs, an upward concavity is formed on the line (Fig. 5). The reference coordinate system used for concavity is based on the line (Fig. 5). The reference coordinate system used for defining the spatial distribution of concavities is the character cell baseline.



Fig. 5 Upward concavity defined by the spacing of runs on the scan line above.

3.8. Character Cell Processing

Character cells are isolated within the spatial boundaries of each word. Vertical paths of white space divide the word rectangle into preliminary character cells that extend from the line top to the line bottom and are bounded on the left and right by inter-character spaces. These preliminary cells are later expanded to fully contain constituent components. Note that in a small number of instances where the character is horizontally disposed, such as double quote or some Kanji or Hangul characters, more than one character cell per character will be generated. In fact, this has not caused problems. In Japanese, for example, since text is not monospaced, it is trivial to join adjacent cells into a single cell where aberrant spacing is initially detected. In Korean, the inter-component space is much smaller than the inter-character space.

4. Script Classification

Scripts are divided into two broad classes: Roman and Han-based, including Kanji, Hiragana, Katakana and Hangul. This gross classification is accomplished on the basis of the vertical distribution of upward concavities.

It is trivial to examine sets of runs within the connected component to determine the presence and location of upward concavities. Where two runs of black pixels appear on a single scan line of the raster image, if there is a run on the line below that spans the distance between those two runs, an upward concavity is formed on the line (Fig. 5). The reference coordinate system used for defining the spatial distribution of concavities is the character cell baseline.

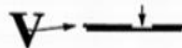


Fig. 5 Upward concavity defined by the spacing of a single run of the gap between a pair of runs on the scan line above.

Figure 6(a) shows the word Laboratory and the positions of the upward concavities. The a's show two upward concavities near the baseline, while the b's show one concavity near the baseline and one well above the baseline. Figure 6(b) shows the positions of upward concavities in a single Kanji character.

For a Han-based script, the occurrence of upward concavities is significantly different from that for Roman script [12]. Because the more complex characters incorporate more instances of enclosed white space, there are many more concavity occurrences per character and the spatial distribution of these concavities is more random, whereas for Roman scripts the distribution is bi-modal.

3.8. Character Cell processing

Character cells are isolated within the spatial boundaries of each word. Vertical paths of white space divide the word rectangle into preliminary character cells that extend from the line top to the line bottom and are bounded on the left and right by inter-character spaces. These preliminary cells are later expanded to fully contain constituent components. Note that in a small number of instances where the character is horizontally disposed, such as double quote or some Kanji or Hangul characters, more than one character cell per character will be generated. In fact, this has not caused problems. In Japanese, for example, since text is not monospaced, it is trivial to join adjacent cells into a single cell where aberrant spacing is initially detected. In Korean, the inter-component space is much smaller than the inter-character space.

4. Script Classification

Scripts are divided into two broad classes: Roman and Han-based, including Kanji, Hiragana, Katakana and Hangul. This gross classification is accomplished on the basis of the vertical distribution of upward concavities.

It is trivial to examine sets of runs within the connected component to determine the presence and location of upward concavities. Where two runs of black pixels appear on a single scan line of the raster image, if there is a run on the line below that spans the distance between those two runs, an upward concavity is formed on the line (Fig. 5). The reference coordinate system used for defining the spatial distribution of concavities is the character cell baseline.

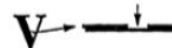


Fig. 5 Upward concavity defined by the spacing of a single run of the gap between a pair of runs on the scan line above.

Figure 6(a) shows the word Laboratory and the positions of the upward concavities. The a's show two upward concavities near the baseline, while the b's show one concavity near the baseline and one well above the baseline. Figure 6(b) shows the positions of upward concavities in a single Kanji character.

For a Han-based script, the occurrence of upward concavities is significantly different from that for Roman script [12]. Because the more complex characters incorporate more instances of enclosed white space, there are many more concavity occurrences per character and the spatial distribution of these concavities is more random, whereas for Roman scripts the distribution is bi-modal.

(الف)

(ب)

(ج)

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

همان‌طور که در شکل ۲-۱۲ می‌بینید، در روش استاماتپولوس خمیدگی کلمات مشاهده می‌شود که در روش گتوس ۲۰۱۱ [۳۰] این مشکلات تا حدودی برطرف شده است.

خسروی‌راد [۳۱] روشی را برای متون فارسی ارائه داد. در این روش تخریب هندسی با استفاده از رفع چرخش کلمات بر اساس شیب منحنی خط گذرنده از آن کلمه برطرف می‌گردد. از معایب این روش، یکی تخریب نهایی شکل حروف و کلمات در اثر چرخش و جابه‌جایی صورت گرفته برای قرار گرفتن در مکان نهایی و دیگری ناکارآمد بودن آن در برابر اسناد دارای اجزای گرافیکی می‌باشد.

۳ معرفی پایگاه داده و رفع تخریب فتومتریک آن

۳-۱ پایگاه داده

در این پایان نامه از سه پایگاه داده استفاده شده است: پایگاه داده‌ی فارسی تهیه شده، پایگاه داده‌ی خسروی راد و پایگاه داده‌ی DFKI. ابتدا به توضیح مختصری در مورد هر کدام از آن‌ها می‌پردازیم:

۳-۱-۱ پایگاه داده‌ی فارسی تهیه شده

پایگاه داده‌ای، حاوی ۶۰۰ تصویر اسکن شده از کتب فارسی، جمع‌آوری گردیده است. برای گردآوری این پایگاه داده از اسکنر HP Scanjet G3110 استفاده شده است و برای جمع‌آوری آن‌ها، هیچ سخت‌افزار اضافی یا نورپردازی ویژه بکار گرفته نشده است. موارد زیر در پایگاه داده، لحاظ شده است:

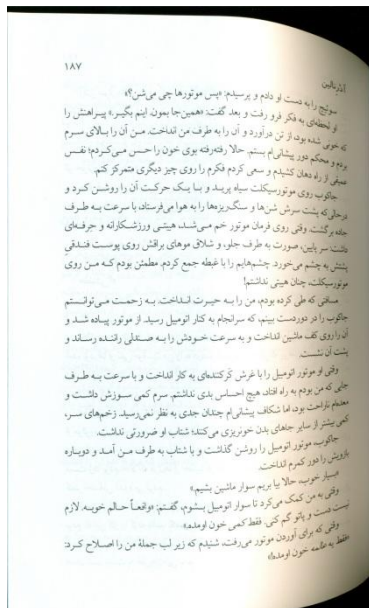
- اسناد ۲ صفحه‌ای؛
- تصویر برداری از کتابی که به حالت تصادفی بر روی صفحه اسکنر قرار داده شده است و ستون فقرات کتاب، هم‌راستای خطوط ایزوپارامتریک نباشد؛
- اسناد شامل اجزای گرافیکی، نمودار و جداول؛
- وجود دست‌نوشته‌ها در بین خطوط؛
- نیم‌صفحه‌ها: صفحاتی که فقط نیمی از آن‌ها حاوی خطوط نوشتاری و اجزای گرافیکی بوده و سایر قسمت‌های آن خالی باشد؛
- اسناد شامل ترکیبی از کلمات فارسی و انگلیسی؛
- اسناد برگرفته شده از کتب قدیمی که تغییر رنگ در صفحات آن مشاهده شود؛
- تصاویر سمت چپ اسناد دو صفحه‌ای؛
- تصاویر سمت راست اسناد دو صفحه‌ای؛
- صفحات متوالی؛

• اسناد گرفته شده از کتب مرجع؛

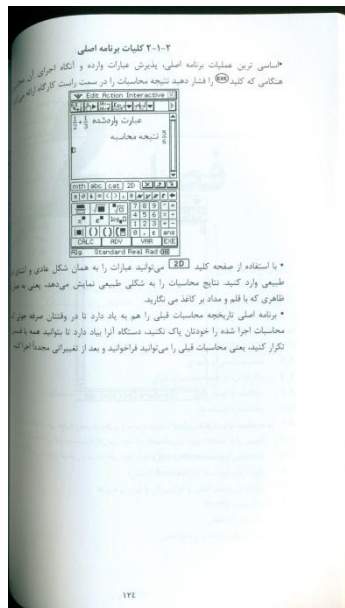
• وجود خطوط نوشتاری در حاشیه‌ی صفحه؛

• کل صفحه تصویر گرافیکی باشد.

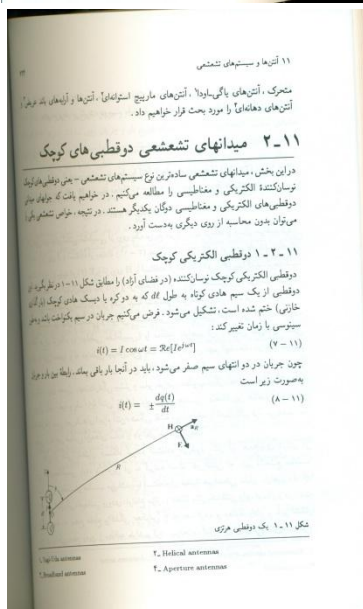
شکل ۳-۱ نمونه هایی از پایگاه داده‌ی ارائه شده را نشان می دهد.



(الف)



(ب)



(ج)

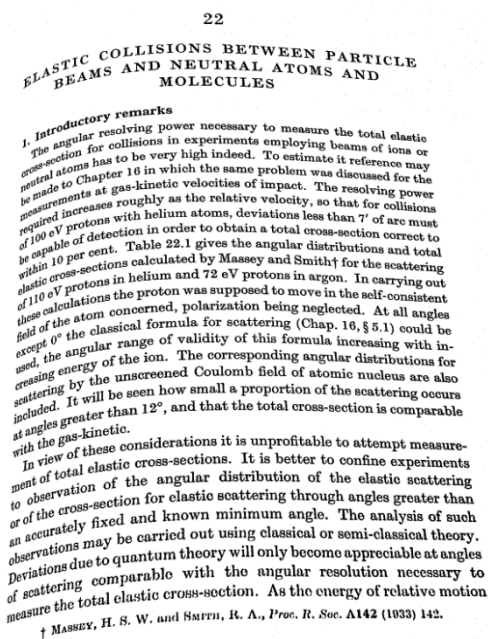


(د)

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

۳-۱-۲ پایگاه داده‌ی لاتین

در زمینه‌ی لاتین، از پایگاه داده‌ی DFKI [۷۵] استفاده شده است. این پایگاه داده شامل ۱۰۲ عکس گرفته شده به وسیله‌ی دوربین دیجیتال بوده که در جمع‌آوری آن‌ها، نورپردازی خاصی استفاده نشده است. این پایگاه داده به عنوان پایگاه داده‌ی ارائه شده در کارگاه آموزشی CBDR2007^۱ نیز معروف می‌باشد. برای رفع تخریب فتومتریک در این پایگاه داده، از روش بوخاری [۵۲] استفاده گردیده و مقالات مختلفی از این پایگاه داده بهره گرفته‌اند. دو نمونه از تصاویر این پایگاه داده را در شکل ۲-۳ مشاهده می‌کنید.



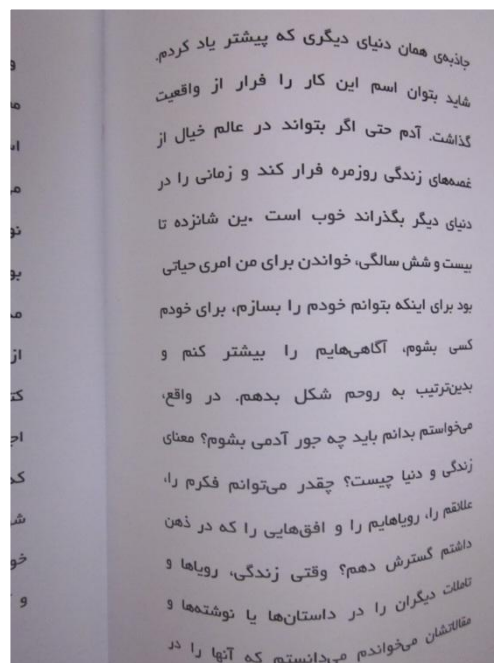
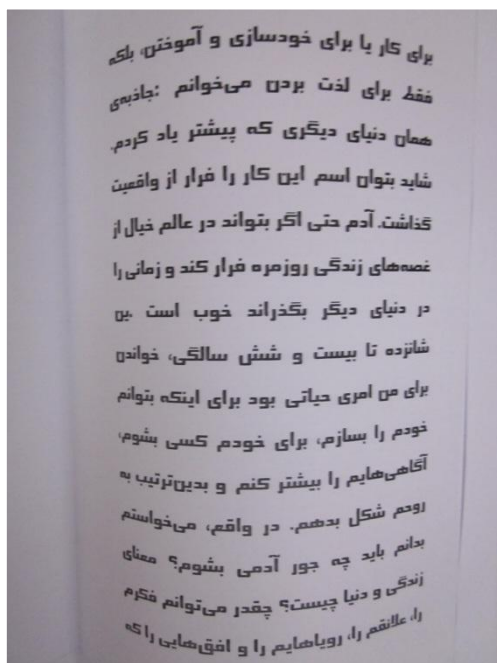
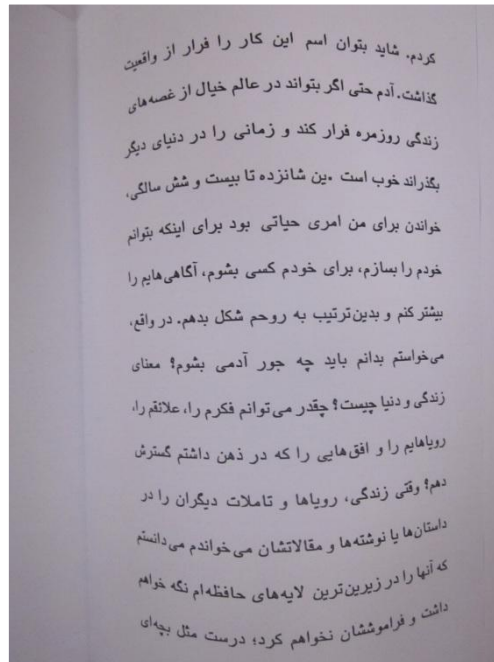
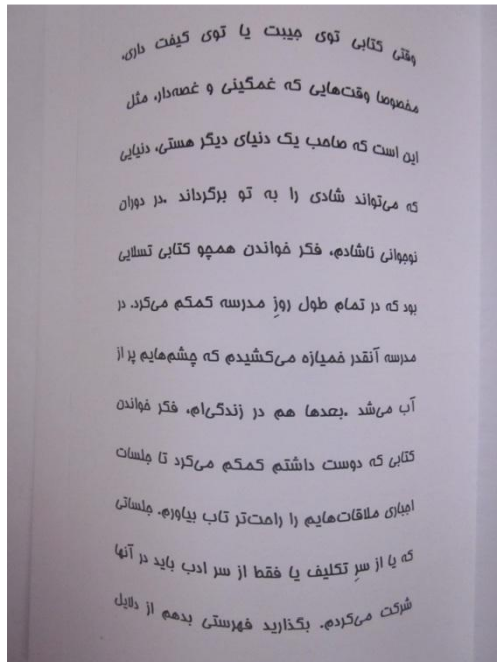
شکل ۲-۳: نمونه‌هایی از پایگاه داده‌ی DFKI

۳-۱-۳ پایگاه داده‌ی خسروی‌راد

این پایگاه داده شامل ۱۲۰ عکس می‌باشد که با دوربین دیجیتال Canon IX200F-12.1 Mega

1 Second International Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition

pixel عکس برداری شده است. در تولید این تصاویر از ۱۰ قلم فارسی که توسط نرم افزار پرشیانگار قابل شناسایی هستند، استفاده شده است. این قلم‌ها عبارت‌اند از : نازنین، میترا، لوتوس، ترافیک، زر، یاقوت، هما، تیترا، تاهما و تایمز.



شکل ۳-۳: نمونه هایی از پایگاه داده‌ی خسروی‌راد

۳-۲ رفع تخریب فتومتریک

برای رفع تخریب فتومتریک، از باینری سازی استفاده می شود. در این قسمت سه روش اتسو، نیبلک و ساولا را بر روی اسناد فارسی مقایسه خواهیم کرد. در ادامه سعی می شود با حذف پیکسل های سیاه حاشیه که در این جا نقش نویز را ایفا می کنند؛ نتیجه روش ساولا را بهبود ببخشیم.

۳-۲-۱ باینری سازی به روش سراسری - روش اتسو

همان طور که در فصل پیش بیان گردید؛ در باینری سازی به روش سراسری، یک و تنها یک آستانه برای کل تصویر بدست می آید. اگر سطح خاکستری یک پیکسل، بزرگتر از آستانه باشد؛ مقدار پیکسل، یک و غیر این صورت، پیکسل، مقدار صفر را اختیار می کند.

در روش اتسو [۷]، مقدار بهینه ی آستانه طوری تعیین می شود که مقدار واریانس درون کلاسی نقاط سفید و سیاه، کمینه یا واریانس بین کلاسی بیشینه گردد. اگر فرض کنیم سطوح خاکستری تصویر از ۰ تا L تغییر کند ($0 \leq t < L$)؛ واریانس بین کلاسی از معادله ی (۳-۱) بدست می آید.

$$\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_\omega^2(t) = \omega_1(t)\omega_2(t)[\mu_1(t) - \mu_2(t)]^2 \quad (۳-۱)$$

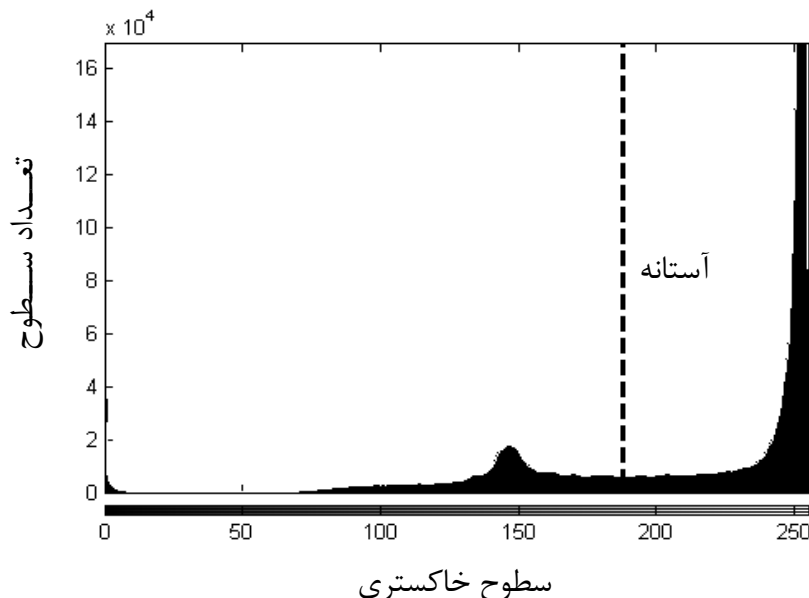
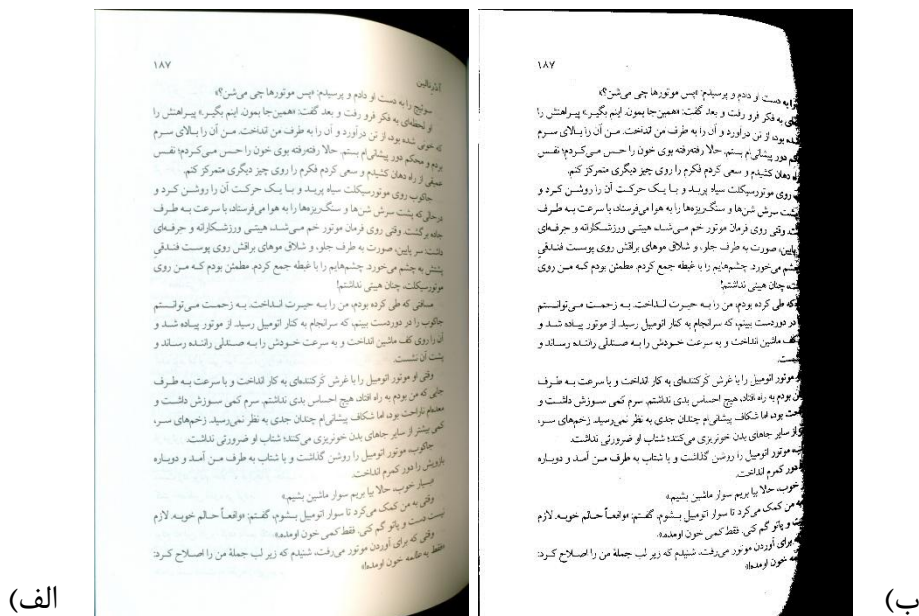
که در آن $\omega(t)$ و $\mu(t)$ به ترتیب مقدار احتمال پیشین هر کلاس و میانگین هر کلاس بوده که از معادلات (۳-۲) و (۳-۳) محاسبه می شوند.

$$\omega_1(t) = \sum_0^t p(i) \quad (۳-۲)$$

$$\mu_1(t) = \sum_0^t p(i)x(i) \quad (۳-۳)$$

که در آن $p(i)$ مقدار احتمال سطح خاکستری موجود در تصویر می باشد که از رابطه ی (۳-۴) بدست می آید.

$$p(i) = n(i)/N, \sum_0^L p(i) = 1 \quad p(i) \geq 0 \quad (۴-۳)$$



شکل ۴-۳: (الف) نمونه‌ای از تصویر سطح خاکستری پایگاه داده‌ی فارسی تهیه شده، (ب) تصویر باینری شده (الف) با روش اتسو، (ج) هیستوگرام شکل (الف)

همان‌طور که در شکل ۴-۳ مشاهده می‌کنید، با اعمال آستانه‌ی بدست آمده به‌وسیله‌ی روش اتسو

بر روی شکل ۴-۳ (الف)، تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۴-۳ (ب)، بدست می‌آید. اگرچه این روش به‌دلیل

بدست آوردن تنها یک آستانه، از لحاظ محاسباتی بی‌هزینه است و برای بیشتر موارد جواب قابل قبولی را ارائه می‌دهد، ولی برای اسناد مانند کتب قطور، اسناد تاریخی و تصاویر گرفته‌شده به‌وسیله دوربین دیجیتال که دارای روشنایی^۱ غیریکنواخت می‌باشند، باعث ایجاد نویزهای فلفلی و ایجاد حاشیه‌های سیاه می‌گردد. برای همین این روش، روش مناسبی برای اسناد تخریب‌شده‌ی مذکور نمی‌باشد.

۳-۲-۲ باینری‌سازی به روش محلی

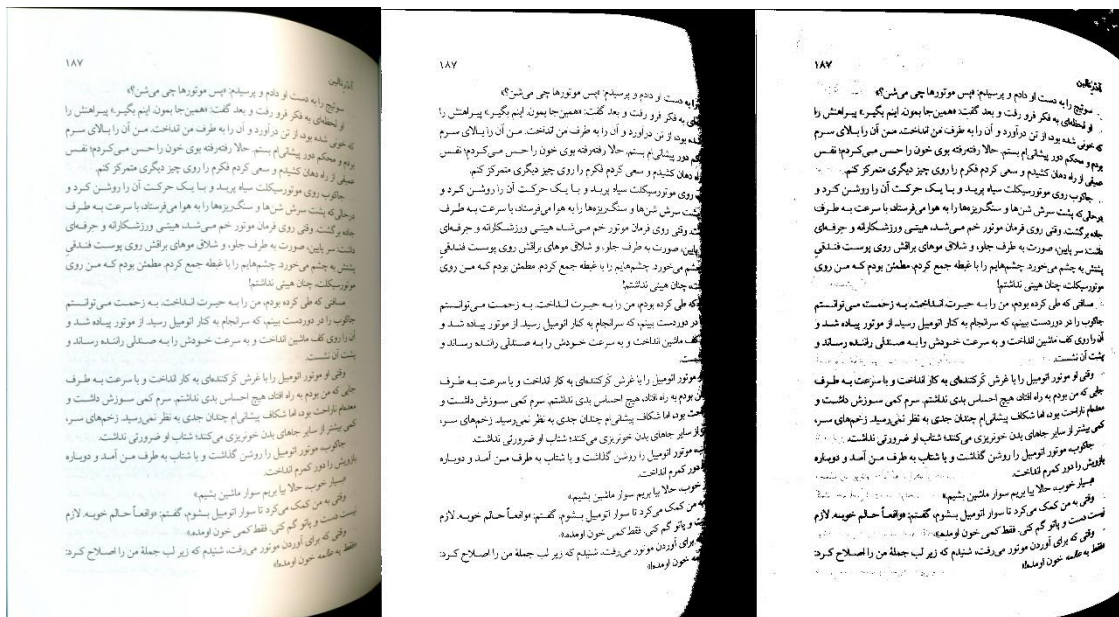
در باینری‌سازی به روش محلی، برای هر کدام از پیکسل‌های تصویر، یک آستانه تعیین می‌گردد. در این مرحله به بررسی دو روش باینری‌سازی محلی به نام‌های نیبلک و ساولا خواهیم پرداخت. در روش نیبلک [۲۲]، آستانه از جمع میانگین با ضریب منفی از انحراف معیار مطابق معادله‌ی (۳-۵) بدست می‌آید.

$$t(x, y) = \mu(x, y) + k \cdot \sigma(x, y) \quad (۳-۵)$$

که در آن $\mu(x, y)$ و $\sigma(x, y)$ به ترتیب میانگین محلی و انحراف معیار محلی در پنجره $w \times w$ به مرکزیت پیکسل (x, y) بوده و k ، یک پارامتر ثابت با مقدار منفی می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۳-۵ نشان داده شده است، اگرچه این روش نسبت به روش اتسو، برای اسنادی که با روشنایی غیریکنواخت هستند؛ جواب بهتری را ارائه می‌دهد، ولی در قسمت‌هایی از تصویر که از کنتراست پایین برخوردارند، نویز فلفلی زیادی در تصویر باینری‌شده دیده می‌شود. علاوه بر آن، این روش حساس به پارامتر k است؛ به‌طوری‌که نمی‌توان یک k ثابت برای تمام تصاویر یک پایگاه داده بدست آورد و برای هر تصویر k باید به‌صورت دستی تعیین گردد.

¹ Illumination



(الف)

(ب)

(ج)

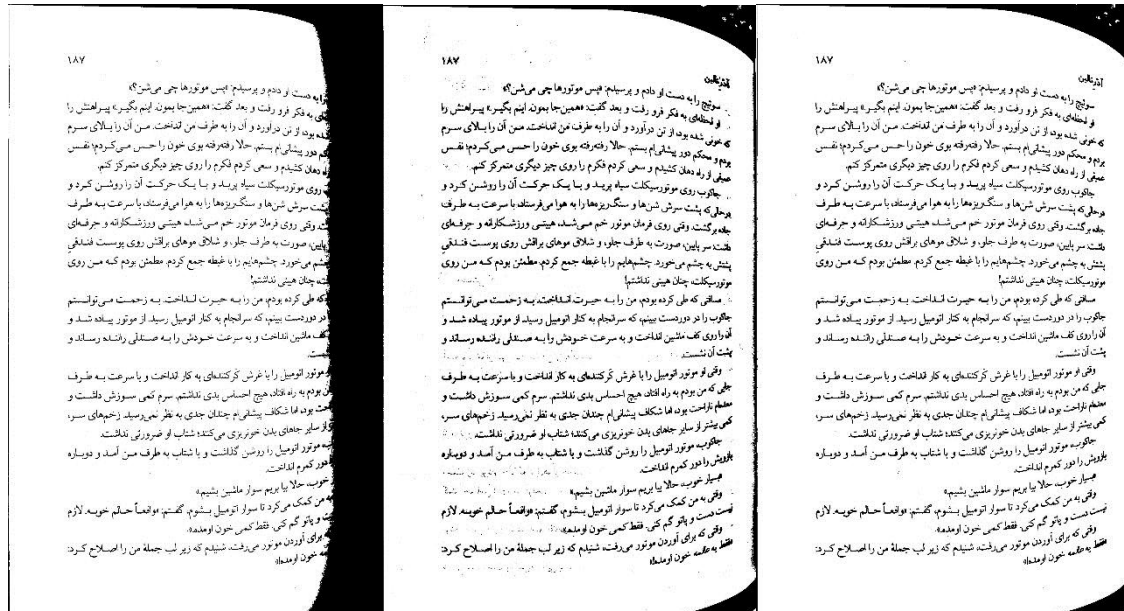
شکل ۳-۵: (الف) شکل ۳-۴ (الف)، (ب) تصویر باینری شده‌ی (الف) با روش اتسو، (ج) تصویر باینری شده‌ی (الف) با روش نیپلک

همان‌طور که در فصل قبل بیان گردید، ساولا [۲۸] روش نیپلک را با بیشتر کردن اثر انحراف معیار ارتقاء داد. در این روش انحراف معیار با تقسیم شدن بر یک عدد ثابت به نام R که بیشینه‌ی مقدار انحراف معیار برای تصویر سطح خاکستری است، نرمالیزه می‌شود. این مقدار برابر ۱۲۸ می‌باشد. معادله‌ی (۳-۶) طریقه‌ی بدست آوردن آستانه به روش ساولا را نشان می‌دهد.

$$t(x, y) = \mu(x, y) \left[1 + k \left(\frac{\sigma(x, y)}{R} - 1 \right) \right] \quad (۳-۶)$$

این فرمول، با توجه به این که پیکسل در مکانی با کنتراست بالا یا کنتراست پایین قرار دارد، آستانه‌های متفاوتی تولید می‌کند. در قسمت‌هایی با کنتراست بالا، مقدار انحراف معیار تقریباً برابر ۱۲۸ می‌باشد که در این صورت مقدار آستانه با توجه به فرمول (۳-۶) تقریباً برابر میانگین خواهد شد. در قسمت‌هایی که کنتراست بسیار کم است، مقدار انحراف معیار بسیار کمتر از مقدار R می‌باشد. در نتیجه مقدار آستانه از مقدار میانگین کمتر شده و باعث می‌شود بطور موفقیت آمیزی سطوح تیره‌ی

پیش‌زمینه^۱ حذف گردد. همان‌طور که در شکل ۳-۶ مشاهده می‌کنید؛ در خروجی این روش نویز فلفلی بسیار کمتری وجود دارد و جواب قابل قبولی در خروجی داریم.



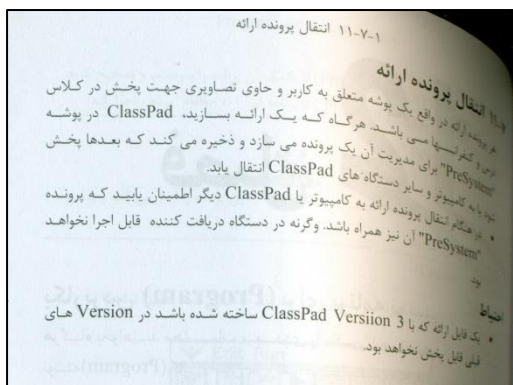
(الف)

(ب)

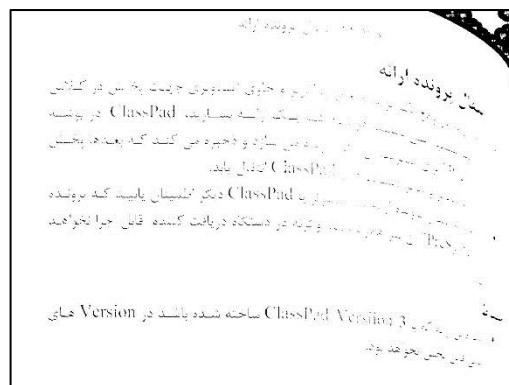
(ج)

شکل ۳-۶: (الف) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش اتسو، (ب) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش نیلک، (ج) تصویر باینری‌شده‌ی شکل ۳-۴ (الف) با روش ساولا

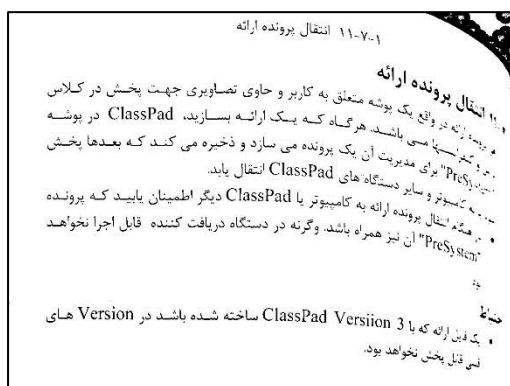
اگرچه این روش نسبت به روش نیلک، حساسیت کمتری نسبت به k دارد، ولی باز هم حساسیت به k همچنان مشکل اساسی این روش است. از طرفی همان‌طور که در شکل ۳-۷ می‌بینید؛ در این روش برای k های بزرگتر از 0.2 ، نویز کمتر و حروف شکسته، و برای k های کوچکتر از 0.5 ، با اینکه شکستگی حروف برطرف شده ولی نویز فلفلی به وفور یافت می‌شود. با توجه به آزمایشات و بررسی‌های به عمل آمده برای پایگاه داده‌ی فارسی ارائه شده؛ مقدار k برابر 0.1 و طول پنجره برابر 15 در نظر گرفته می‌شود.



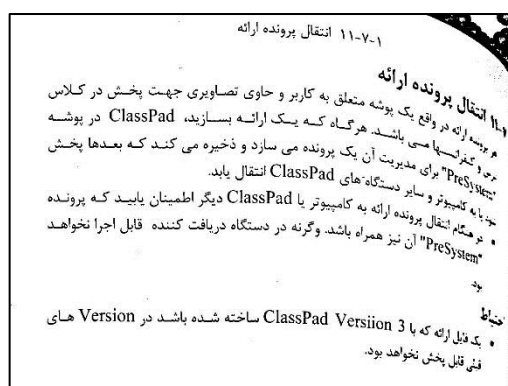
(الف)



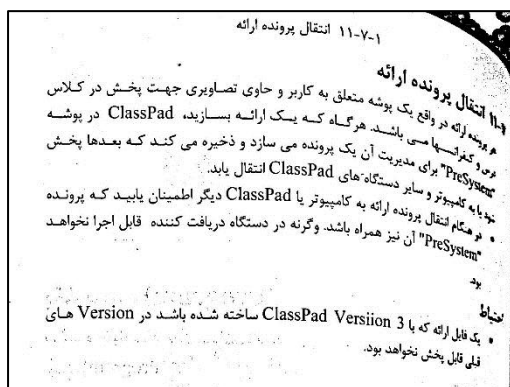
(ب)



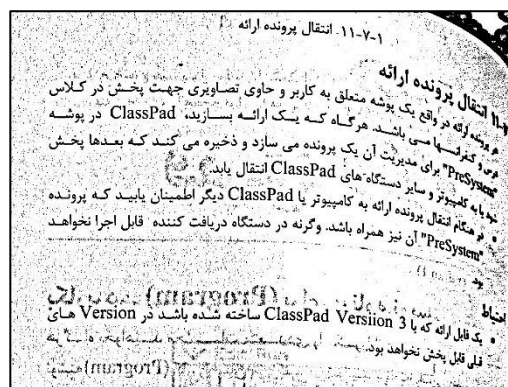
(ج)



(د)



(ه)



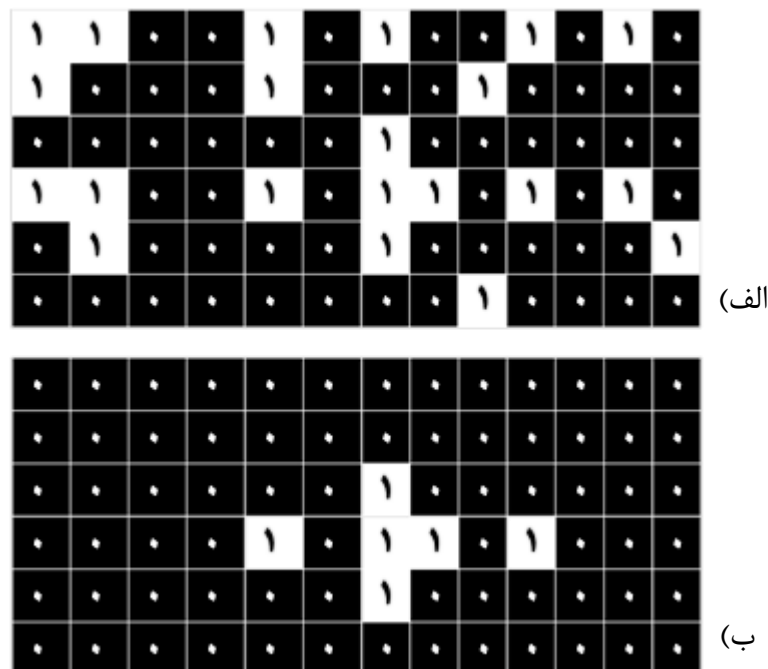
(و)

شکل ۳-۷: (الف) تصویر سطح خاکستری اسکن شده از کتب قطور، ساوای اعمال شده با (ب) $k=0.5$ ، (ج) $k=0.2$ ، (د) $k=0.1$ ، (ه) $k=0.05$ ، و (و) $k=0.02$.

۳-۲-۳ رفع نویز حاشیه تصاویر

همان طور که در شکل ۳-۶ (ج) مشاهده می‌کنید، وجود حاشیه‌ی سیاه در نتیجه خروجی

ساولا یکی از معایب این روش می باشد. برای رفع این مشکل، طبق روش ارائه شده در [۷۶]، سند در مرزهایش مورد آنالیز قرار می گیرد. ابتدا تصویر باینری شده نگاتیو می گردد، سپس نقاط سفیدی که در حاشیه ی تصویر نگاتیو شده قرار دارند به همراه نقاط سفید واقع در ۸ همسایگی آنها، با نقاط سیاه جایگزین خواهند شد. پس از اجرای روش، دوباره تصویر نگاتیو خواهد شد تا به حالت اولیه بازگردد. شکل ۳-۸: طریقه ی اجرای این روش در حذف نقاط مرزی و همسایگی های آنها را بیان می کند.



شکل ۳-۸: طریقه ی برطرف کردن نویزهای حاشیه ای

شکل ۳-۹: نتیجه نهایی اعمال روش فوق بر روی تصاویر باینری شده به روش ساولا را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می کنید خروجی این روش، انتظارات ما را برای حذف حاشیه ی سیاه اطراف تصویر برآورده می کند.

فصل ۱۳

جبران کننده ها و کنترلرها

فاز کنترلرها همان درجه آزادی سیستم نامیده می شود. کنترلرها معمولاً بصورت سری، موازی یا ترکیبی از اینها کنار می روند. فزاینده از جبران کننده ها و کنترلرها، ارائه روشهایی برای طراحی و جبران سازی سیستمهای فرکانس از زمان است. در واقع با تنظیم یک سیستم در جهت رسیدن به ویژگیهای مطلوب

در این سیستم موازی جبران سازی سیستمهای کنترل و رسیدن به ویژگیهای مطلوب، از دو روش مکان پیرامون توانایی استفاده می شود.

روش اول بسیار مفصل بوده و در واقع نیاز به تجربه کافی در این زمینه دارند. روشی که نتایج و مفاهیم اساسی مورد نیاز همواره در هر آزمونی مورد ارزیابی واقع شده است.

پس از این فصل مورد مطالعه قرار می دهیم، نکات کلیدی و مفاهیم اساسی جبران کننده ها است. یک راجع گوناگونی جمع آوری شده است. بطوریکه کمتر مرجعی به دست یابید. جامع به رویارویی است. اما می توانید طراحی و جبران سازی به روشهای مکان ریشه و فرکانسی را رویان قابل اعتماد مربوط به کنترل به تفصیل مورد مطالعه قرار دهید.

نکته پیش فاز

نکته PD (کنترلر تناسبی مشتقی) یا $(K_p + K_D s)$ است.

فصل ۱۳

جبران کننده ها و کنترلرها

فاز کنترلرها همان درجه آزادی سیستم نامیده می شود. کنترلرها معمولاً بصورت سری، موازی یا ترکیبی از اینها کنار می روند.

فزاینده از جبران کننده ها و کنترلرها، ارائه روشهایی برای طراحی و جبران سازی سیستمهای فرکانس از زمان است. در واقع با تنظیم یک سیستم در جهت رسیدن به ویژگیهای مطلوب

در این سیستم موازی جبران سازی سیستمهای کنترل و رسیدن به ویژگیهای مطلوب، از دو روش مکان پیرامون توانایی استفاده می شود.

روش اول بسیار مفصل بوده و در واقع نیاز به تجربه کافی در این زمینه دارند. روشی که نتایج و مفاهیم اساسی مورد نیاز همواره در هر آزمونی مورد ارزیابی واقع شده است.

پس از این فصل مورد مطالعه قرار می دهیم، نکات کلیدی و مفاهیم اساسی جبران کننده ها است. یک راجع گوناگونی جمع آوری شده است. بطوریکه کمتر مرجعی به دست یابید. جامع به رویارویی است. اما می توانید طراحی و جبران سازی به روشهای مکان ریشه و فرکانسی را رویان قابل اعتماد مربوط به کنترل به تفصیل مورد مطالعه قرار دهید.

نکته پیش فاز

نکته PD (کنترلر تناسبی مشتقی) یا $(K_p + K_D s)$ است.

ب

۱۱ آنتن ها و سیستم های تشخیص

مشترک، آنتن های یابی، آنتن های ماریج استوانه ای، آنتن ها و آرایه های باز مربع، آنتن های دهانه ای را مورد بحث قرار خواهیم داد.

۲-۱۱ میدانهای تشعشعی دوقطبی های کوچک

در این بخش، میدانهای تشعشعی ساده ترین نوع سیستم های تشخیصی - یعنی دوقطبی های کوچک نوسان کننده الکتریکی و مغناطیسی را مطالعه می کنیم. در خواهیم یافت که برای این دوقطبی های الکتریکی و مغناطیسی دیکان یکدیگر هستند. در نتیجه، طراحی تشعشعی برای می توان بدون محاسبه از روی دیگری به دست آورد.

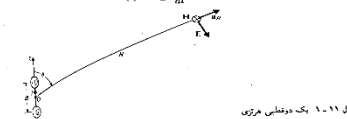
۱-۲-۱۱ دوقطبی الکتریکی کوچک

دوقطبی الکتریکی کوچک نوسان کننده (در فضای آزاد) را مطابق شکل ۱-۱۱ در نظر بگیرید. دوقطبی از یک سیم هادی کوتاه به طول dl که به دو کره یا دیسک هادی کوچک از جنس عایق (خازنی) ختم شده است، تشکیل می شود. فرض می کنیم جریان در سیم یکسانیت نداشته و سینوسی با زمان تغییر کند:

$$i(t) = I \cos \omega t \rightarrow \Re \{ [I e^{j\omega t}] \}$$

چون جریان در دو انتهای سیم صفر می شود، باید در آنجا بار باقی بماند. رابطه بین بار و جریان به صورت زیر است

$$q(t) = \int_{-l}^{+l} i(t) dt \quad (1-11)$$



شکل ۱-۱۱ یک دوقطبی مرتزی
۱-1. Helical antennas
۲- Aperture antennas

الف

۱۱ آنتن ها و سیستم های تشخیص

مشترک، آنتن های یابی، آنتن های ماریج استوانه ای، آنتن ها و آرایه های باز مربع، آنتن های دهانه ای را مورد بحث قرار خواهیم داد.

۲-۱۱ میدانهای تشعشعی دوقطبی های کوچک

در این بخش، میدانهای تشعشعی ساده ترین نوع سیستم های تشخیصی - یعنی دوقطبی های کوچک نوسان کننده الکتریکی و مغناطیسی را مطالعه می کنیم. در خواهیم یافت که برای این دوقطبی های الکتریکی و مغناطیسی دیکان یکدیگر هستند. در نتیجه، طراحی تشعشعی برای می توان بدون محاسبه از روی دیگری به دست آورد.

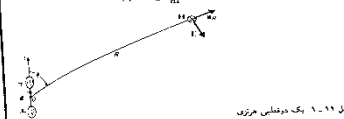
۱-۲-۱۱ دوقطبی الکتریکی کوچک

دوقطبی الکتریکی کوچک نوسان کننده (در فضای آزاد) را مطابق شکل ۱-۱۱ در نظر بگیرید. دوقطبی از یک سیم هادی کوتاه به طول dl که به دو کره یا دیسک هادی کوچک از جنس عایق (خازنی) ختم شده است، تشکیل می شود. فرض می کنیم جریان در سیم یکسانیت نداشته و سینوسی با زمان تغییر کند:

$$i(t) = I \cos \omega t \rightarrow \Re \{ [I e^{j\omega t}] \}$$

چون جریان در دو انتهای سیم صفر می شود، باید در آنجا بار باقی بماند. رابطه بین بار و جریان به صورت زیر است

$$q(t) = \int_{-l}^{+l} i(t) dt \quad (1-11)$$



شکل ۱-۱۱ یک دوقطبی مرتزی
۱-1. Helical antennas
۲- Aperture antennas

د

ج

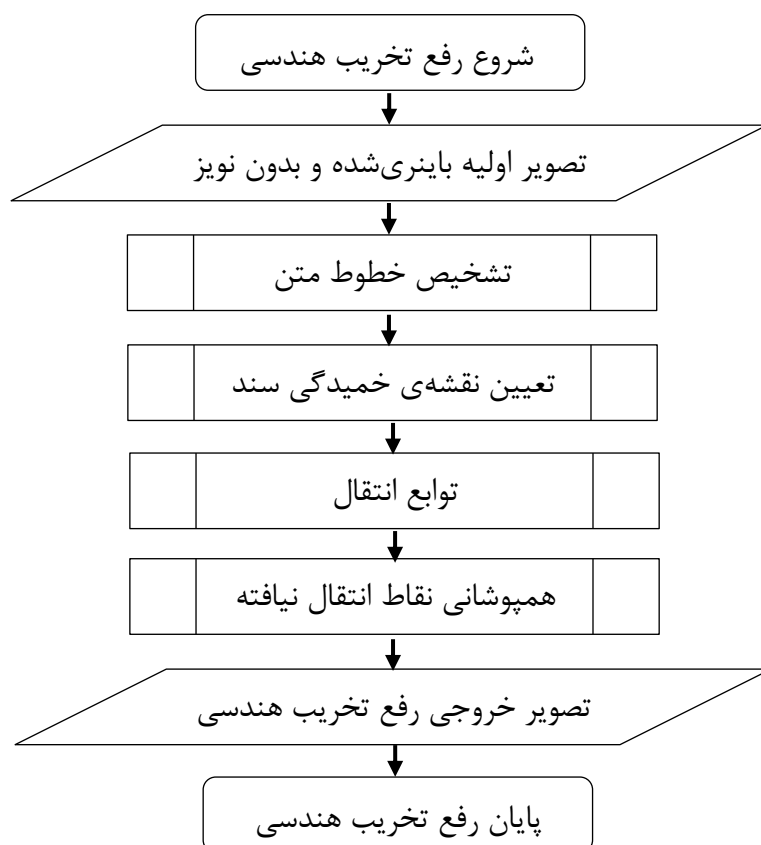
شکل ۳-۹: الف) تصویر باینری ایجاد شده به وسیله ی روش ساولا، ب) حذف حاشیه ی نویزی (الف، ج) تصویر باینری

ایجاد شده به وسیله ی روش ساولا، د) حذف حاشیه ی نویزی (ج)

۴ رفع تخریب هندسی

۱-۴ مقدمه

برای رفع تخریب هندسی، تنها به اطلاعات دوبعدی استخراج شده از تصویر سند اکتفا کرده و بدون نیاز به سخت افزار خارجی و یا اطلاعات اولیه از طرز قرارگیری سند و ساختار داخلی اسکنر یا دوربین دیجیتال، به رفع آن می پردازیم.



شکل ۱-۴: الگوریتم پیشنهادی رفع تخریب هندسی

همان‌طور که در شکل ۱-۴ مشاهده می‌کنید؛ ابتدا به تشخیص خطوط می‌پردازیم. در مرحله‌ی بعد با تخمین خمیدگی خطوط نوشتاری غالب در بالا و پایین سند و دو خط صاف محصورکننده‌ی خطوط نوشتاری که در سمت چپ و راست سند قرار دارند، نقشه‌ی خمیدگی سند را یافته و سپس با ارائه‌ی یک مدل انتقال، خمیدگی سند را برطرف خواهیم کرد. در ادامه به بررسی جزئیات هر کدام از

این مراحل خواهیم پرداخت.

۲-۴ تشخیص خطوط متن

برای تشخیص خطوط نوشتاری مطابق آنچه در [۳۱] بیان شد، ابتدا تصویر باینری شده به سه ستون تقسیم می‌شود. سپس با بکارگیری الگوریتم DL^۱CM [۷۷] برای هر بخش، خطوط تصویر تشخیص داده می‌شود.

```
Begin initialize Binary image, T
  Apply Hirozontal Run-Lenght for each Row from left to
  right:
    Do check intensity of each pixel
      if pixel is black
        find nearest white pixel of black pixel
         $DLCM = x_{white} - x_{black}$ 
      else
         $DLCM = 1$ 
    End
    If  $DLCM(\text{pixel}) < T$  &  $DLCM(\text{pixel}) \neq 0$ 
       $DLCM(\text{pixel}) = 1$ 
    End
  Until all point of Image checked
Return DLCM
End
```

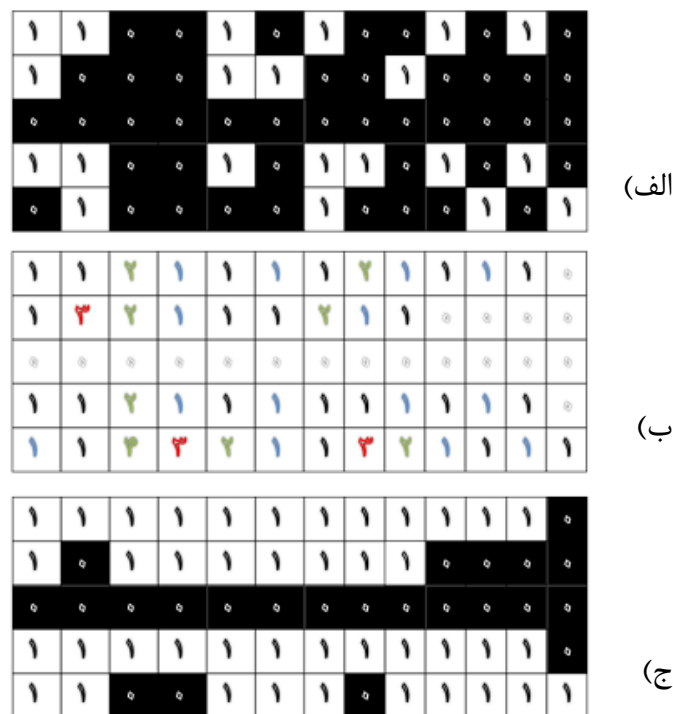
شکل ۲-۴: الگوریتم DL^۱CM

شکل ۲-۴ مراحل پیاده‌سازی الگوریتم DL^۱CM را نشان می‌دهد. مطابق الگوریتم فوق برای ایجاد ماتریس DL^۱CM، ابتدا ماتریسی با درایه‌های صفر هم‌اندازه با تصویر اصلی تولید شده، سپس بر اساس شکل ۳-۴ (ب) بر روی هر سطر تصویر شکل ۳-۴ (الف) آنالیزی^۲ صورت می‌گیرد که در آن اختلاف

1 Dynamic Local Connectivity Map

2 Run length method

درایه‌های سیاه هر سطر با اولین درایه‌ی سفید آن سطر که بعد از درایه‌ی سیاه مذکور قرار دارد؛ در ماتریس DLCM ذخیره می‌شود. اگر درایه‌ای در ماتریس تصویر برابر یک باشد، در ماتریس DLCM هم برابر یک در نظر گرفته می‌شود. در مرحله‌ی بعد با توجه به شکل ۳-۴ (ج)، بر روی درایه‌های ماتریس DLCM یک آستانه اعمال می‌گردد. به‌طوری‌که درایه‌های کوچکتر از این آستانه و البته غیر صفر این ماتریس، همگی یک شوند، این به معنی پر شدن همه فضاهای بین اجزای متصل و تشکیل خطوط است. در این شکل مقدار آستانه برابر ۲ در نظر گرفته شده است.



شکل ۳-۴: مراحل ایجاد ماتریس DLCM، (الف) تصویر باینری شده ورودی، (ب) ماتریس ایجاد شده ناشی از اختلاف پیکسل‌های سیاه از راست‌ترین و نزدیک‌ترین پیکسل‌های سفید شکل (الف)، (ج) ماتریس DLCM شکل (الف).

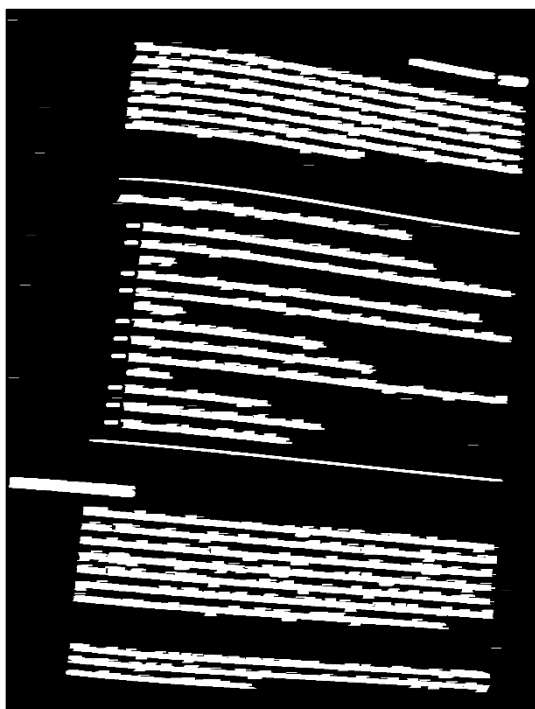
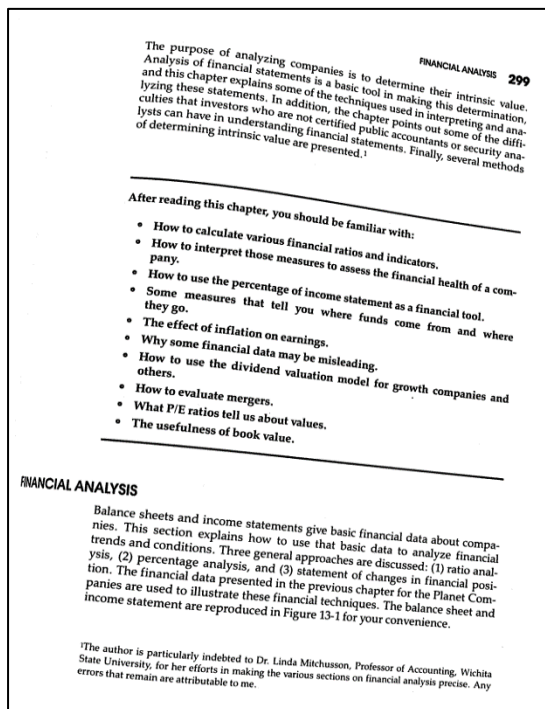
مقدار آستانه برای پایگاه‌های داده‌ی مختلف، متفاوت است. برای پایگاه داده‌ی ارائه شده مقدار ۳۵، برای پایگاه داده‌ی انگلیسی DFKI مقدار ۲۰ و برای پایگاه داده‌ی خسروی‌راد مقدار ۶۰، ما را به جواب مناسب می‌رساند. البته پایگاه داده‌ی ارائه شده و پایگاه داده‌ی DFKI، هر دو از کتب فارسی و

انگلیسی استاندارد تهیه شده‌اند. از آنجایی که مقادیر آستانه‌ی ۳۵ و ۲۰ به ترتیب برای تمام تصاویر پایگاه داده‌ی ارائه شده و تمام تصاویر پایگاه داده‌ی DFKI جواب مناسبی را به ما می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت این مقادیر، برای تصاویر فارسی و انگلیسی تهیه شده از کتب استاندارد، جواب قابل قبولی را ارائه می‌دهند.

شکل ۴-۴ نتیجه اعمال روش DLCM بر روی دو سند که یکی از پایگاه داده‌ی لاتین DFKI و دیگری از پایگاه داده‌ی فارسی ارائه شده گرفته شده است را نشان می‌دهد.

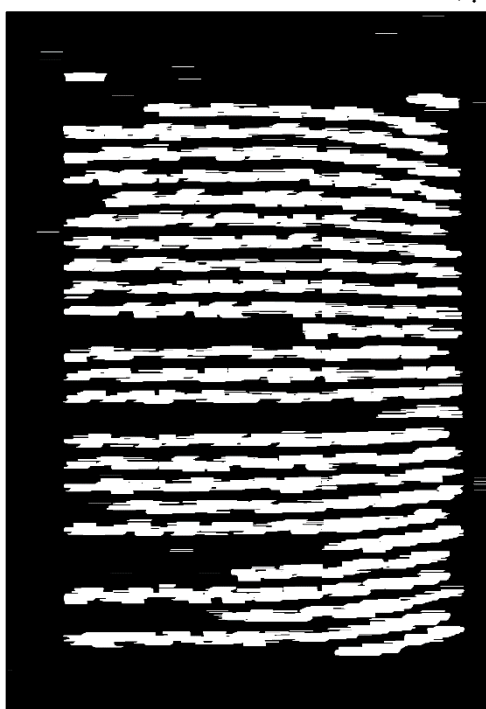
روش دیگر تشخیص خطوط به وسیله‌ی عملگر مورفولوژی dilation می‌باشد. این روش هم ما را به جواب قابل قبول می‌رساند و از طرفی به دلیل بکارگیری عملگر مورفولوژی، جواب بسیار سریع‌تری نسبت به جواب الگوریتم DLCM دارد. در این روش از المان افقی یک‌بعدی با طول T ، برای اعمال روی کل تصویر باینری نگاتیو شده، استفاده می‌گردد.

شکل ۴-۵ نتیجه‌ی اعمال روش dilation برای تعیین خطوط نوشتاری موجود در متن را نشان می‌دهد، همان‌طور که مشاهده می‌کنید؛ این روش هم قادر به تشخیص صحیح خطوط می‌باشد.



(الف)

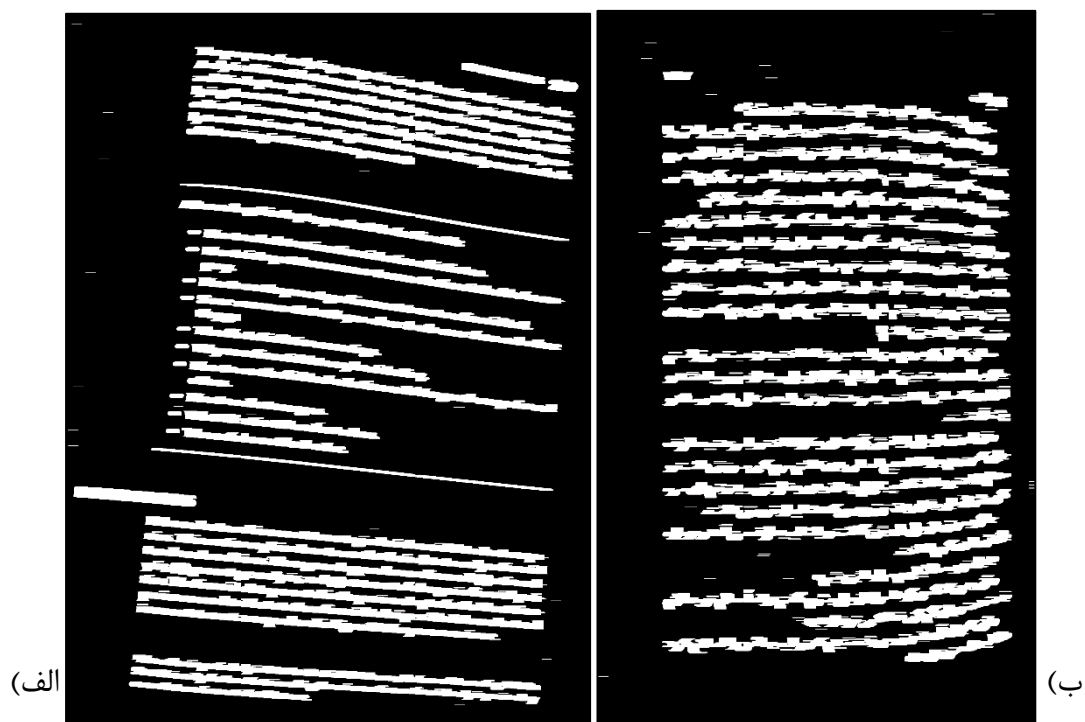
(ب)



(ج)

(د)

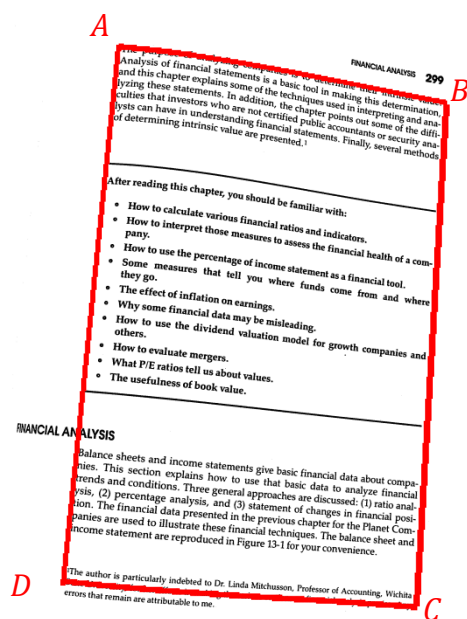
شکل ۴-۴ الف) نمونه‌ای از پایگاه داده‌ی DFKI ب) تشخیص خطوط تصویر با استفاده از روش DLCC (الف) ج) نمونه‌ای از پایگاه داده‌ی تولید شده فارسی، د) تشخیص خطوط تصویر با استفاده از روش DLCC (ج)



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)

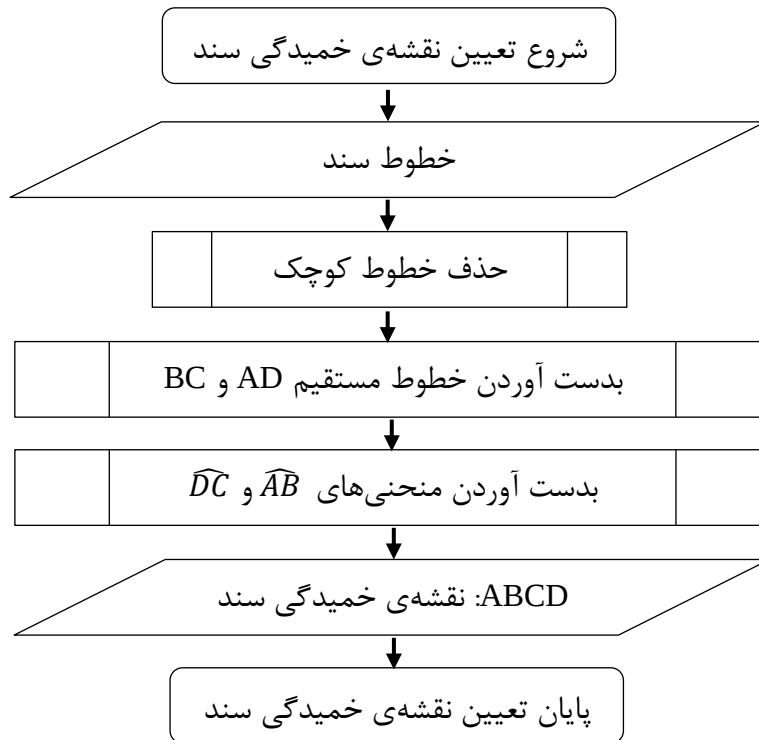
مقدار آستانه‌ی dilation، برای پایگاه‌های داده‌ی مختلف متفاوت است. برای پایگاه داده‌ی ارائه شده مقدار ۵۰، برای پایگاه داده‌ی انگلیسی DFKI مقدار ۳۵ و برای پایگاه داده‌ی خسروی‌راد مقدار ۷۰، ما را به جواب مناسب می‌رساند.

۳-۴ تعیین نقشه‌ی خمیدگی سند



شکل ۴-۶: نمونه‌ای از تخمین نقشه‌ی خمیدگی سند

پس از تشخیص خطوط متن در مرحله قبل، همان‌طور که در شکل ۴-۷ مشاهده می‌کنید؛ برای یافتن نقشه‌ی خمیدگی سند، ابتدا نیاز به حذف خطوط کوچک می‌باشد. این خطوط در واقع نویزهایی هستند که در تصویر وجود دارند و یا اجزای متصلی که به‌صورت تنها جزء خطوط نمی‌باشند. در ادامه به بررسی روش‌های پیشنهادی برای یافتن خطوط مستقیم AD و BC (شکل ۴-۶) پرداخته و دلایل خود را برای انتخاب روش نهایی تشخیص خطوط مستقیم AD و BC بیان می‌کنیم. سپس با استفاده از تقریب سه‌جمله‌ای به تخمین انحنای خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ خواهیم پرداخت.



شکل ۴-۷: الگوریتم پیشنهادی تعیین نقشه‌ی خمیدگی سند

۴-۳-۱ حذف خطوط کوچک

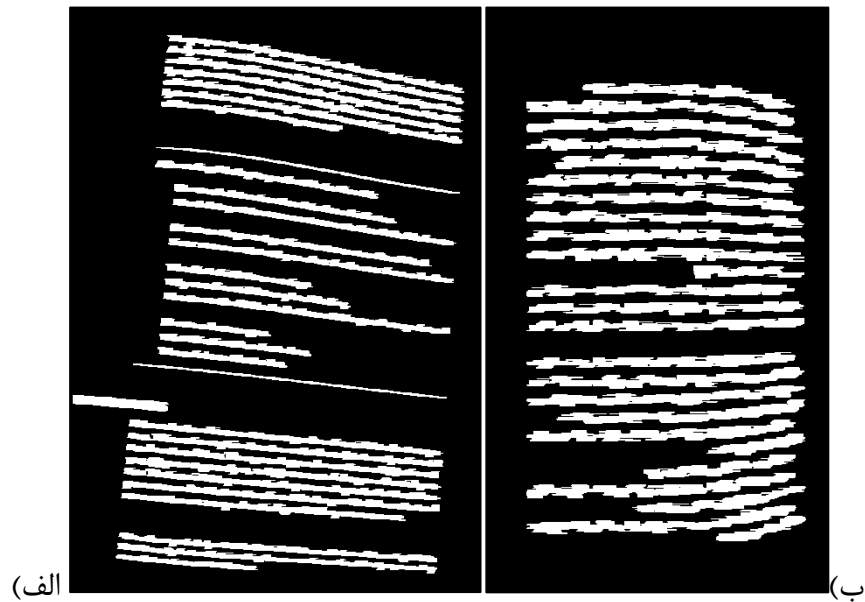
برای حذف خطوط کوچک، ابتدا باید طول هر خط محاسبه شود. از آنجایی که طول هر خط با طول قطر بزرگ بیضی محاط‌کننده‌ی آن رابطه‌ی متناظر دارد؛ برای همین بجای محاسبه‌ی طول هر خط، از طول قطر بزرگ بیضی محاط‌کننده‌ی اجزای متصل آن خط که در راستای گشتاور مرکزی دوم آن است، استفاده می‌شود.

با توجه معادلات (۱-۴) و (۲-۴)، خطوطی که از T برابر میانگین طول خطوط، کوچکتر باشند؛ حذف خواهند شد و سایر خطوط از فیلتر گذر کرده و باقی می‌ماند. T همواره عددی بین صفر تا یک می‌باشد.

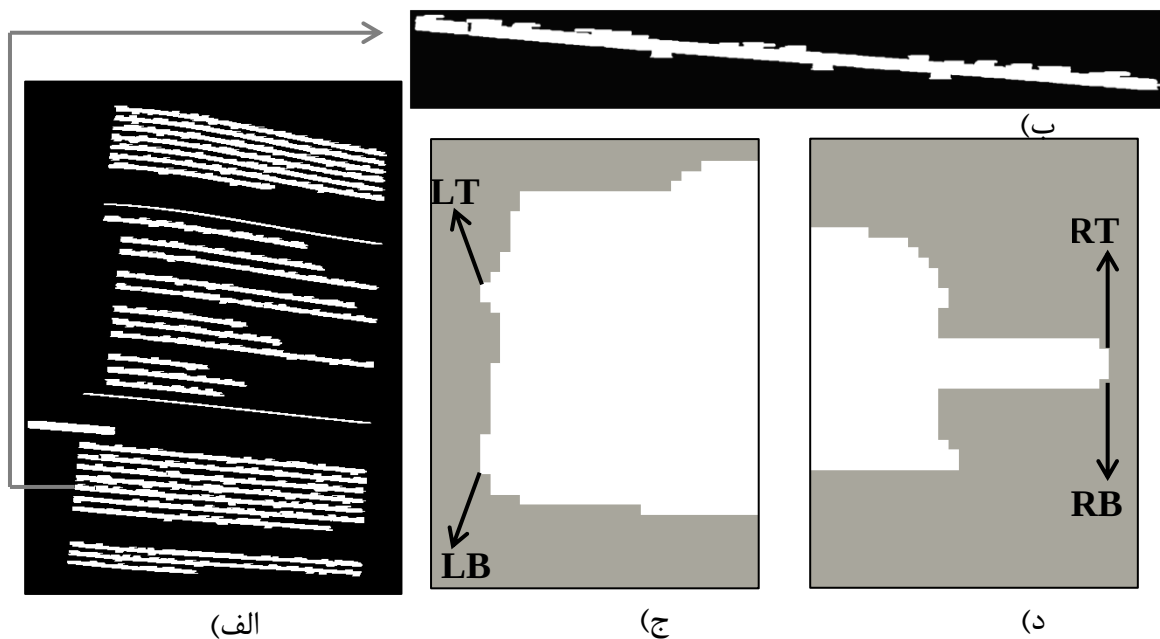
$$AL = \frac{\sum_{i=1}^n length_{line(i)}}{n} \quad (1-4)$$

$$Filter(line(i)) = \begin{cases} True & length_{line(i)} > (T_1 \times AL) \\ False & O.W \end{cases} \quad (2-4)$$

که در آن، n و AL به ترتیب برابر تعداد و میانگین خطوط استخراج شده از بخش ۴-۲ می‌باشد، T_1 با سعی و خطا برابر $0/8$ بدست آمده است. شکل ۴-۸ خطوط استخراج شده‌ی شکل ۴-۴ که شرط فوق را دارند را نمایش می‌دهد.



شکل ۴-۸: حذف خطوط کوچک الف) نتیجه خروجی شکل ۴-۴ (الف)، ب) نتیجه خروجی شکل ۴-۴ (ج)
 حال برای یافتن نقاط ابتدایی و انتهایی هر خط مطابق شکل ۴-۹ عمل خواهیم کرد. در شکل مذکور قسمت (ج) و (د) به ترتیب نقاط ابتدا و انتهایی خطی از شکل ۴-۴ (ب) را نشان می‌دهد که بزرگ‌نمایی شده‌اند.



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).

اگر $RT(i)$ ^۱ راست‌ترین و بالاترین گوشه‌ی خط i ام، $RB(i)$ ^۲ راست‌ترین و پایین‌ترین گوشه‌ی خط i ام، $LT(i)$ ^۳ چپ‌ترین و بالاترین گوشه‌ی خط i ام، $LB(i)$ ^۴ چپ‌ترین و پایین‌ترین گوشه‌ی خط i ام باشد؛ برای بدست آوردن راست‌ترین نقطه و چپ‌ترین نقطه خط i ام به ترتیب از معادلات (۳-۴) و (۴-۴) استفاده می‌کنیم که برابر میانگین بالاترین و پایین‌ترین گوشه‌ی همان سمت می‌باشد.

$$Right_{point}(line(i)) = \frac{RT(i) + RB(i)}{2} \quad (3-4)$$

$$Left_{point}(line(i)) = \frac{LT(i) + LB(i)}{2} \quad (4-4)$$

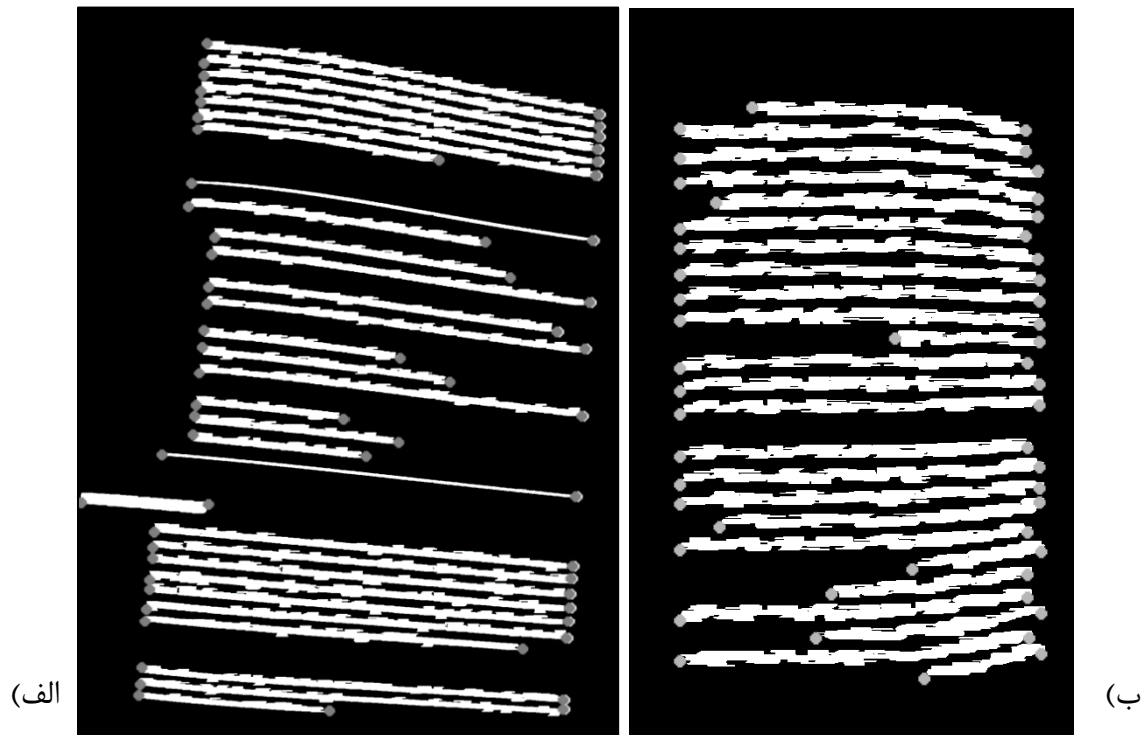
1 Right Top Point

2 Right Bottom Point

3 Left Top Point

4 Left Bottom Point

دایره‌های خاکستری نشان داده شده در شکل ۴-۱۰، نقاط ابتدایی و انتهایی هر خط را نمایش می‌دهند.



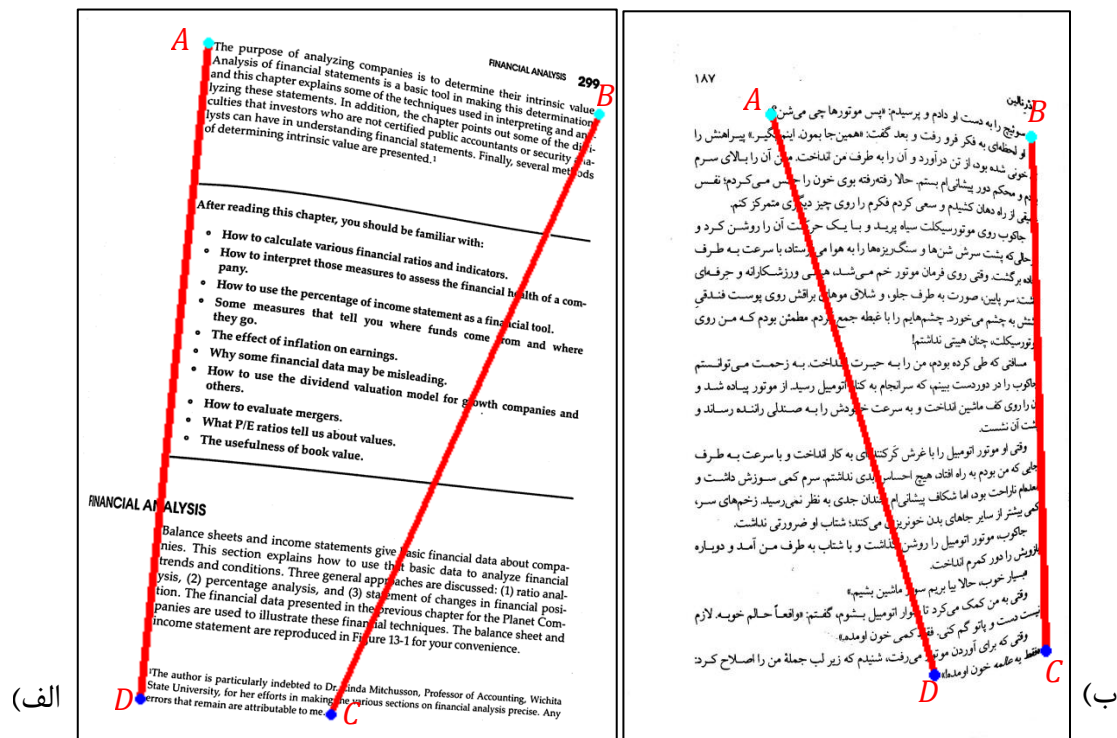
شکل ۴-۱۰: نقاط ابتدایی و انتهایی خطوط الف) شکل ۴-۸ (الف)، ب) شکل ۴-۸ (ب)

۴-۳-۲ بدست آوردن خطوط مستقیم BC و AD

روش اول: یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده

در این روش، اولین خط و آخرین خط تشخیص داده شده در صفحه سند، فارغ از این‌که طول آن‌ها چقدر باشد، به عنوان مبنا در نظر گرفته می‌شود. نقاط مرجع A ، B ، C و D طبق معادله‌ی (۴-۵) محاسبه می‌شود (شکل ۴-۱۱).

$$\begin{cases} A = \text{Left}_{\text{point}}(\text{Line}(1)) \\ B = \text{Right}_{\text{point}}(\text{Line}(1)) \\ C = \text{Right}_{\text{point}}(\text{Line}(\text{end})) \\ D = \text{Left}_{\text{point}}(\text{Line}(\text{end})) \end{cases} \quad (5-4)$$



شکل ۴-۱: محاسبه‌ی AD و BC از طریق یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده، الف) شکل ۴-۴ (الف)، ب) شکل ۴-۴ (ج)

روش دوم: یافتن بهینه‌ی AD و BC

در این روش ابتدا کمینه و بیشینه‌ی طول خطوط بدست می‌آید. سپس اگر طول کمینه از T_1 برابر طول بیشینه کمتر بود، خط دارای طول کمینه حذف خواهد شد و کمینه‌ی طول خطوط باقی مانده دوباره محاسبه می‌شود. این کار تا برقرار بودن شرط فوق یا تا زمانی که تنها یک خط باقی مانده باشد، ادامه می‌یابد. در صورت باقی‌ماندن تنها یک خط، از بیشینه‌ی دوم در الگوریتم فوق استفاده می‌گردد. T_1 با سعی و خطا برابر $0/9$ در نظر گرفته شده است. شکل ۴-۱۲ الگوریتم این روش را نشان می‌دهد.

Begin initialize $length_{line}$

Find maximum and minimum of length line

While $\min(length_{line}) < T_1 \times \max(length_{line})$

$Line(i == i_{min_length})$ is omitted

Recomputed $\min(length_{line})$

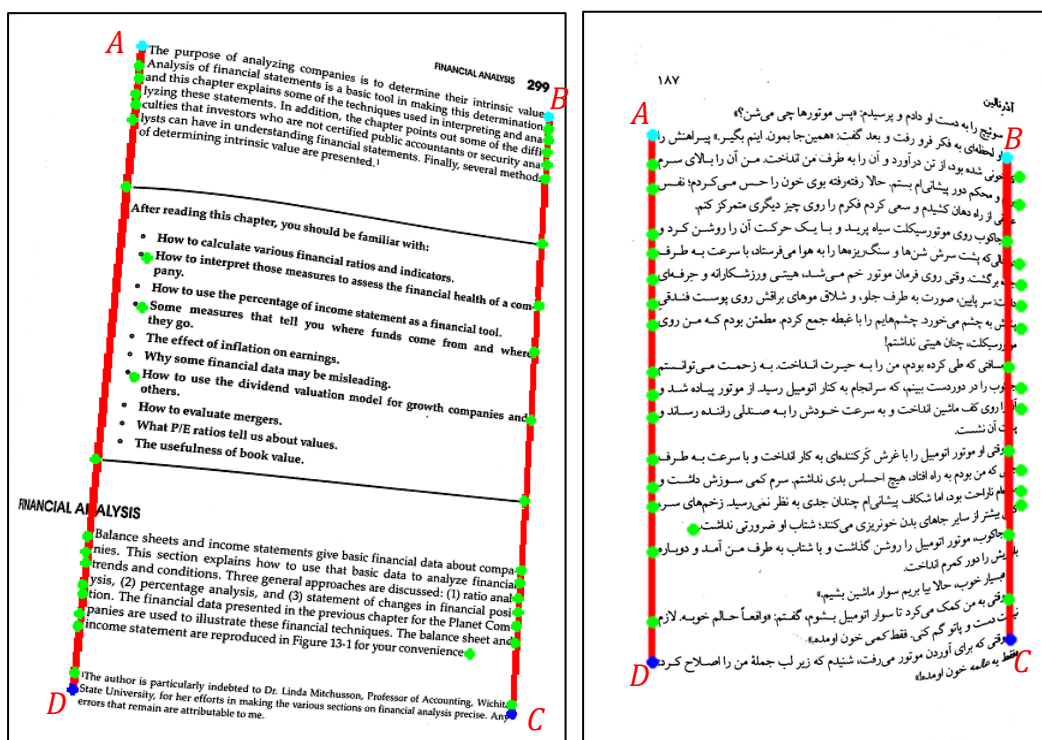
End

Return remain Line

End

شکل ۴-۱۲: الگوریتم یافتن بهینه‌ی AD و BC

همان‌طور که در شکل ۴-۱۳ مشاهده می‌کنید، نقاط سبز رنگ، نقاط ابتدایی و انتهایی خطوطی هستند که شرایط لازم را برای محاسبه‌ی بهینه‌ی AD و BC دارند.



شکل ۴-۱۳: محاسبه‌ی AD و BC با روش دوم

نقاط مرجع A, B, C, D که در شکل فوق نشان داده شده است، از طریق فرمول (۴-۶) بدست

می‌آید.

$$\begin{cases} A = Left_{point}(Line(X_1)) \\ B = Right_{point}(Line(X_1)) \\ C = Right_{point}(Line(X_2)) \\ D = Left_{point}(Line(X_2)) \end{cases} \quad (۶-۴)$$

X_1 و X_2 به ترتیب برابر اولین خط و آخرین خطی در تصویر هستند که شرایط الگوریتم بهینه برای آن‌ها صادق است.

با مقایسه شکل‌های شکل ۴-۱۱ و شکل ۴-۱۳ می‌توان فهمید که روش دوم، تخمین درستی از شکل سند را نشان می‌دهد. روش اول در اسنادی که خطوط ابتدایی و انتهایی بزرگی ندارند، به شکست می‌انجامد؛ زیرا با توجه به آن‌چه در بخش آخر این فصل گفته می‌شود تخمین نادرستی از انحنای سند ایجاد می‌کند و باعث بدتر شدن تخریب هندسی خواهد شد. اما در اسنادی که خطوط نوشتاری یکسانی دارند این روش نه تنها قادر خواهد بود تخریب هندسی را برطرف کند؛ بلکه از سرعت بالاتری نسبت به محاسبه‌ی AD و BC با روش دوم برخوردار است.

۳-۳-۴ بدست آوردن منحنی‌های $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$

روش اول - تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ به وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل آن‌ها

در این مرحله ابتدا مراکز اجزای متصل موجود در خط را یافته و با داشتن این نقاط به تخمین خمیدگی $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ با استفاده از تخمین معادله‌ی چندجمله‌ای درجه‌ی سوم می‌پردازیم. مراکز اجزای متصل در خط از معادله‌ی (۷-۴) بدست می‌آید.

$$\begin{aligned} mass_{c.c} &= \sum_{\langle M \rangle} \sum_{\langle N \rangle} I_i \\ x_0 &= \frac{\sum_{\langle M \rangle} \sum_{\langle N \rangle} x_i \cdot I_i}{mass_{c.c}} \\ y_0 &= \frac{\sum_{\langle M \rangle} \sum_{\langle N \rangle} y_i \cdot I_i}{mass_{c.c}} \end{aligned} \quad (۷-۴)$$

که در آن I_i ، x_i و y_i به ترتیب برابر مقدار، طول و عرض هر پیکسل موجود در اجزای متصل

می باشد.

برای تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ از تقریب چند جمله‌ای درجه سوم استفاده می‌کنیم.

(معادله‌ی (۱۰-۴))

$$p(x) = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0x \quad (۸-۴)$$

$$p(x_i) = y_i \quad (۹-۴)$$

$$p(x) = \sum_{i=0}^n y_i \cdot \prod_{0 \leq j \leq n} \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \quad (۱۰-۴)$$

همان‌طور که در معادله‌ی (۱۰-۴) مشاهده می‌کنید؛ این تقریب با توجه به تعداد داده‌های ورودی

زمان‌بر است. برای همین از ماتریس وندرموند^۱ [۷۸] V که دترمینان آن برابر مخرج کسر معادله‌ی

(۱۰-۴) می‌باشد، استفاده می‌شود.

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & x_n^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (۱۱-۴)$$

که در آن، ماتریس a برابر ماتریس ضرایب معادله‌ی تخمین چندجمله‌ای درجه‌ی سه، x و y

به ترتیب برابر طول و عرض داده‌های ورودی که در این جا مراکز اجزای متصل هستند، می‌باشد. با

داشتن ماتریس‌های y و V ، می‌توان a را بدست آورد. شکل ۴-۱۴ مراکز اجزای متصل و منحنی سه

جمله‌ای تقریب‌زده را نشان می‌دهد. در این شکل نقاط قرمز بیانگر مراکز اجزای متصل واقع در

خطوط نشان داده شده می‌باشند. همان‌گونه که مشاهده می‌کنید؛ با استفاده از یافتن مراکز اجزای

متصل و اعمال تخمین سه‌جمله‌ای بر روی آن‌ها، به تخمین خوبی هم برای متون فارسی و هم برای

متون انگلیسی دست یافتیم.

¹ Vandermonde matrix

The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value.

(الف)

State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any

(ب)

الخطای به مکرر رفت و رفت و بعد گفت «چیزها بیرون اینم بگیر» پیراهتن را

(ج)

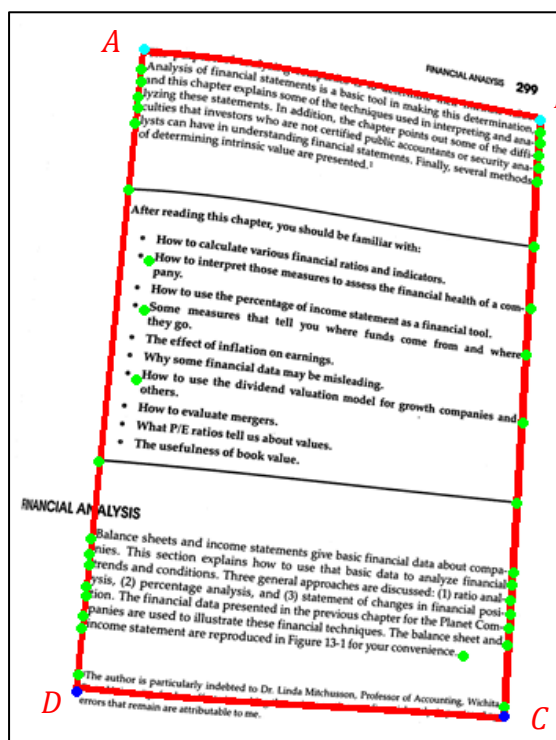
که روی آلوده را روی دست نشیدم که زیر لب جمله من را اصلاح کرد.

(د)

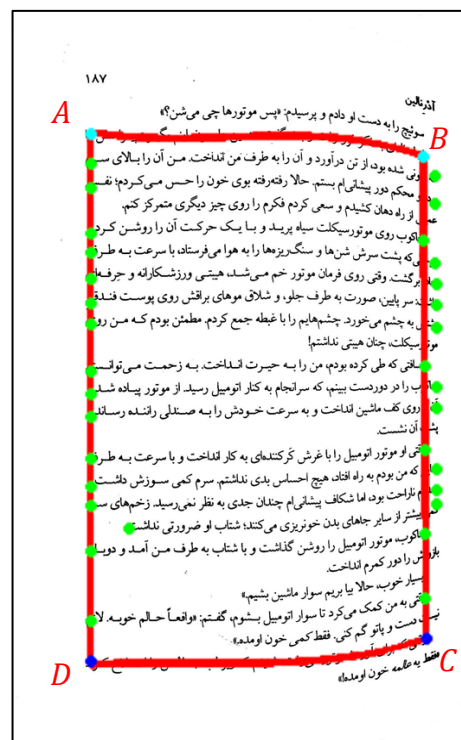
شکل ۴-۱۴: تخمین منحنی‌های الف) شکل $\widehat{AB}$ ۴-۴ (الف) ، ب) شکل $\widehat{DC}$ ۴-۴ (الف) ، ج) شکل $\widehat{AB}$ ۴-۴ (ج) ، د) شکل $\widehat{DC}$ ۴-۴ (ج) با استفاده از مراکز اجزای متصل

شکل ۴-۱۵ سطح خمیده‌ی شکل ۴-۴ را برای دو سند فارسی و انگلیسی به‌وسیله‌ی یافتن مرکز

اجزای متصل آن‌ها، نشان می‌دهد.



(الف)

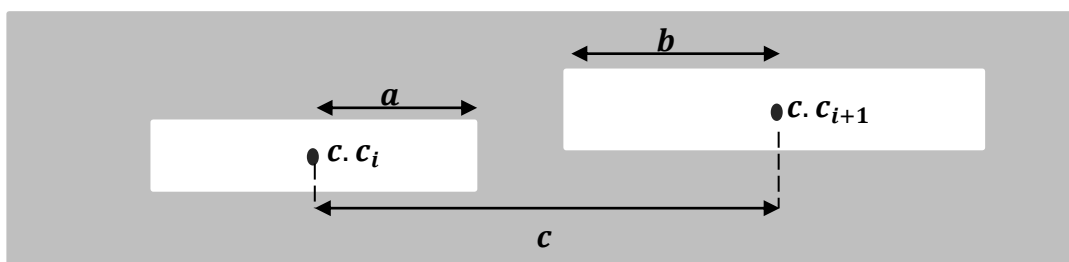


(ب)

شکل ۴-۱۵: تخمین خمیدگی سند با استفاده از مراکز اجزای متصل منحنی‌های $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$

روش دوم - تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ به وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات آن‌ها

در این روش برای تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ از کلمات موجود در این خطوط استفاده می‌شود. برای یافتن کلمات با توجه به شکل ۴-۱۶، اگر c_i و c_{i+1} به ترتیب برابر مراکز اجزای متصل $\widehat{AM}$ و $1 + \widehat{AM}$ (معادله‌ی (۴-۷)، c فاصله‌ی بین c_i و c_{i+1} ، a و b برابر نصف طول هر کدام از اجزای متصل و N تعداد اجزای متصل در خط باشد؛ در این صورت کلمات طبق الگوریتم زیر محاسبه می‌شوند.



شکل ۴-۱۶: نمای شماتیک دو جز متصل و فاصله های مورد نیاز برای تشخیص کلمات در جمله

```

Begin initialize  $c.c_i, c.c_{i+1}, a, b, N$ 
  Compute  $K_i = (c.c_i - c.c_{i+1}) - (a + b)$ 
  Compute  $T = 0.5 \times \text{mean}(K)$ 
  While  $(c.c_i - c.c_{i+1}) < T + a + b$ 
     $c.c_i$  &  $c.c_{i+1}$  merge together
  Until  $i = N$ 
  Return  $c.c$ 
End

```

شکل ۴-۱۷: الگوریتم تشخیص کلمات

با توجه به الگوریتم فوق، اگر فاصله مرکز ۲ اجزای متصل متوالی از مجموع نصف طول آن‌ها و آستانه‌ی T کوچکتر باشد، در این صورت دو جزء متصل با هم ترکیب شده و این کار ادامه می‌یابد تا آن‌جا که این معیار برای همه اجزای متصل خط، چک شود. سپس مرکز هر کلمه را یافته (معادله‌ی (۴-۷) و برای تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ از تقریب چندجمله‌ای درجه سوم (معادله‌ی (۴-۱۰)) استفاده می‌شود. همان‌گونه که شکل ۴-۱۷ مشاهده می‌کنید؛ با استفاده از روش فوق کلمات به‌درستی تشخیص داده می‌شوند. سپس با استفاده از مرکز کلمات، منحنی سه‌جمله بدست می‌آید.

The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value.

(الف)

State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any

(ب)

خطای ذکر فرد رفت و بعد گفت «حسین ب. بیون اینم بگیر» پیرانش را

(ج)

مقوی که برای آوردن روزی رفت شنیدم که در باب جلسه من را اصلاح کرد

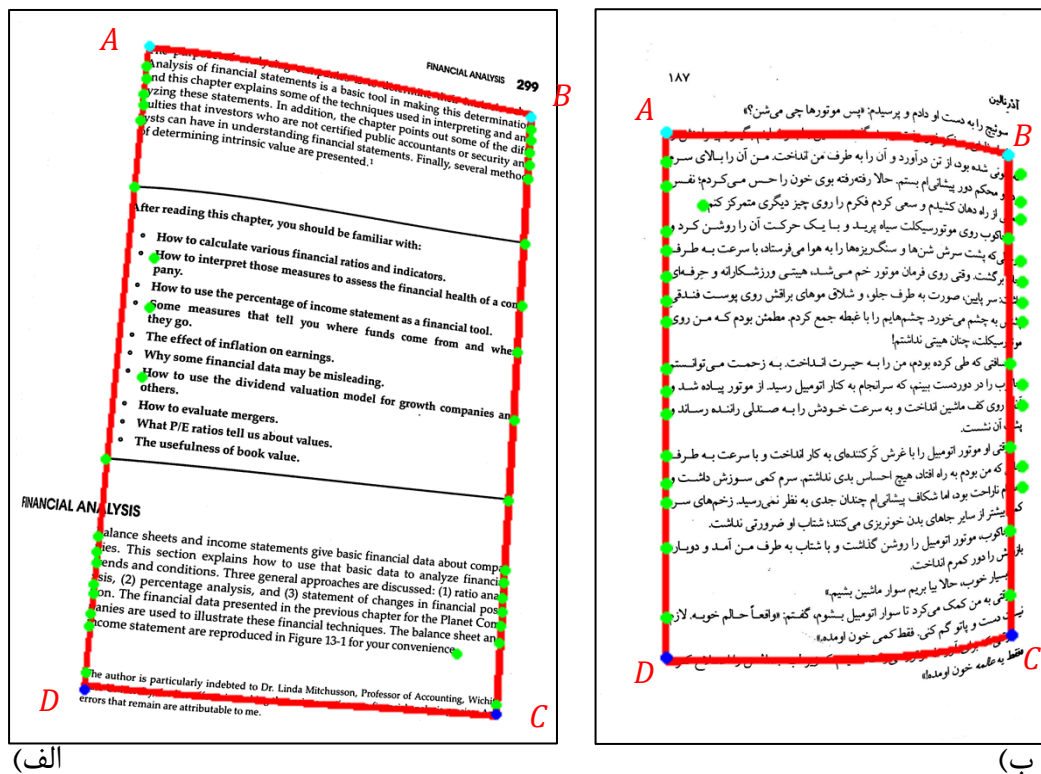
(د)

شکل ۴-۱۸: تخمین منحنی های الف) شکل $\overline{AB}$ ۴-۴ (الف)، ب) شکل $\overline{DC}$ ۴-۴ (الف)، ج) شکل $\overline{AB}$ ۴-۴ (ج)، د) شکل $\overline{DC}$ ۴-۴ (ج) با استفاده از بدست آوردن مرکز کلمات منحنی های $\overline{AB}$ و $\overline{DC}$

همان طور که در شکل ۴-۱۸ مشاهده می کنید، تخمین منحنی های بالا و پایین تصویر با استفاده از روش بدست آوردن مرکز کلمات آن، هم برای متون فارسی و هم برای متون انگلیسی جواب قابل قبولی ارائه می دهد. از آن جا که تعداد مراکز اجزای متصلی که روی منحنی تخمین زده (شکل ۴-۱۴) قرار گرفته اند؛ از تعداد مراکز کلماتی که روی منحنی تخمین زده (شکل ۴-۱۸) می باشند، بیش تر است؛ در نتیجه به وسیله ی روش اول، تخمین صحیح تری بدست می آید. ادعاهایمان را در فصل بعد به وسیله ی بازدهی OCR مورد ارزیابی قرار داده و تعیین می کنیم کدام روش برای متون انگلیسی و کدام روش برای متون فارسی کارایی بهتری دارد.

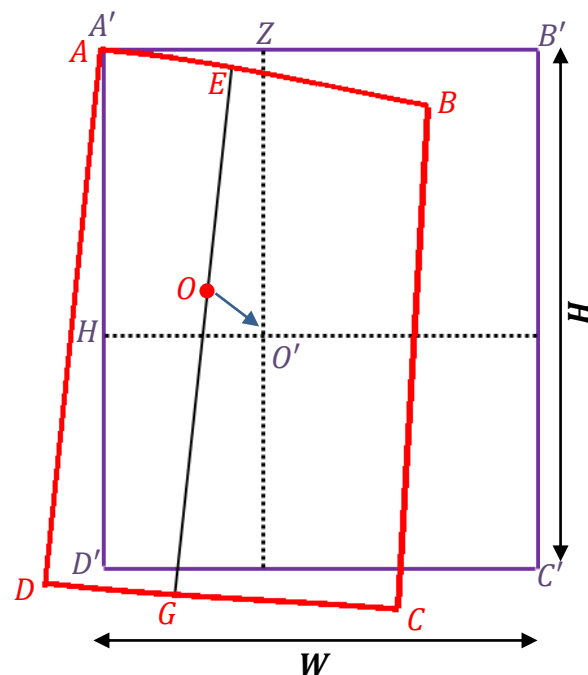
شکل ۴-۱۹ منحنی خمیدگی تخمین زده شکل ۴-۴ را برای دو سند فارسی و انگلیسی به وسیله ی

یافتن مرکز اجزای متصل کلمات آن‌ها نشان می‌دهد.



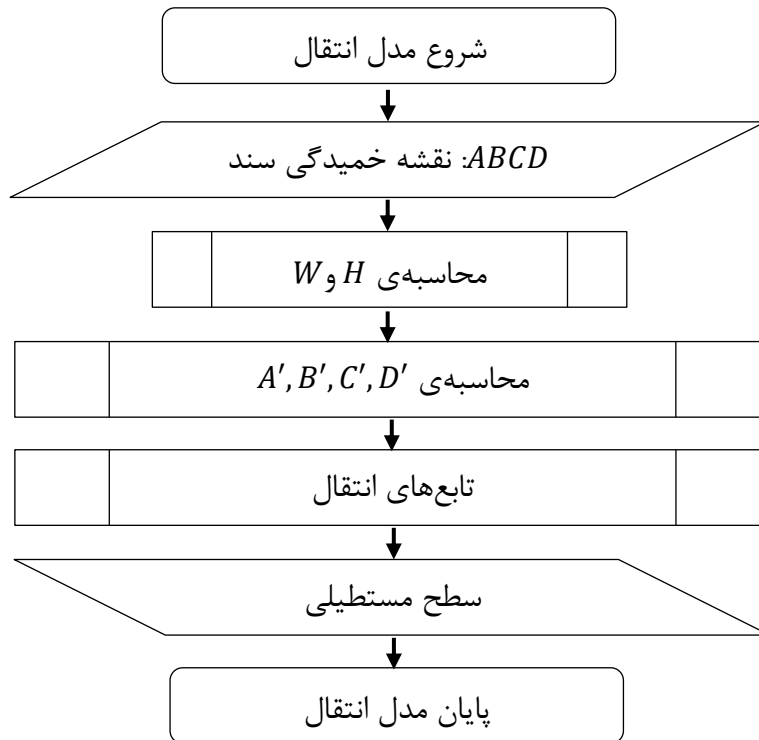
شکل ۴-۱۹: تخمین خمیدگی سند با استفاده از بدست آوردن مرکز کلمات منحنی‌های AB و DC

۴-۴ مدل انتقال



شکل ۴-۲۰: نمای کلی مدل انتقال

در این قسمت ابتدا به محاسبه‌ی طول و عرض سطح مستطیلی پرداخته، سپس مکان گوشه‌های منحنی را در سطح مستطیلی محاسبه می‌کنیم. با توجه به شکل ۴-۲۰، هر نقطه O در سطح خمیده با دو نقطه E و G که به ترتیب بر روی منحنی‌های AB و DC قرار دارند تعریف می‌شود. برای یافتن نقطه متناظر O در سطح مستطیلی، معادلات لازم را بیان کرده و با توجه به این توابع، نقاط سطح خمیده‌ی سند به سطح مستطیلی نگاشت می‌شوند. مراحل این بخش را در شکل ۴-۲۱ مشاهده می‌کنید.



شکل ۴-۲۱: الگوریتم مدل انتقال

۴-۴-۱ محاسبه‌ی W و H

محاسبه‌ی H:

برای محاسبه‌ی H، ابتدا فاصله‌ی اقلیدسی بین نقاط (A، D) و (B، C) محاسبه شده، سپس از بین AD و BC، کمترین مقدار به عنوان H لحاظ می‌شود.

اگر $A = (x_a, y_a)$ ، $B = (x_b, y_b)$ ، $C = (x_c, y_c)$ و $D = (x_d, y_d)$ باشد، برای محاسبه‌ی $|AD|$ و $|BC|$ از رابطه‌ی (۴-۱۲) استفاده می‌شود.

$$|AD| = d(A, D) = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2} \quad (۴-۱۲)$$

$$|BC| = d(B, C) = \sqrt{(x_b - x_c)^2 + (y_b - y_c)^2}$$

آنگاه H برابر :

$$H = \min(|AD|, |BC|) \quad (۴-۱۳)$$

خواهد بود.

محاسبه‌ی W- روش اول:

برای محاسبه‌ی W باید طول کمان‌های $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ محاسبه شوند، سپس مینیمم طول کمان‌ها به‌عنوان W در نظر گرفته می‌شود.

اگر x و y به‌ترتیب برابر طول و عرض نقاط منحنی تخمین‌زده $\widehat{AB}$ باشند، مجموع فاصله اقلیدسی نقاط پیاپی، برابر طول کمان AB بوده که از رابطه‌ی (۴-۱۴) بدست می‌آید.

$$|\widehat{AB}| = \sum_N d(p_i, p_{i+1}) = \sum_N \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (۴-۱۴)$$

که در آن p_i و p_{i+1} به‌ترتیب برابر نقاط i ام و $i + 1$ ام منحنی تخمین‌زده می‌باشند که از معادله‌ی (۴-۱۰) به‌دست می‌آیند. برای محاسبه‌ی $|\widehat{DC}|$ مراحل فوق تکرار می‌گردد.

در این صورت W برابر

$$H = \min(|\widehat{AB}|, |\widehat{DC}|) \quad (۴-۱۵)$$

خواهد شد.

محاسبه‌ی W- روش دوم:

در این روش W برابر

$$H = \max(|\widehat{AB}|, |\widehat{DC}|) \quad (۴-۱۶)$$

می‌باشد.

استفاده از روش طول بیشینه در بسیاری از موارد جواب نادرستی می‌دهد، زیرا استفاده از ماکزیمم کشیدگی تصویر سند را در پی خواهد داشت که باعث می‌شود در بسیاری از موارد حروف اشتباه تشخیص داده شوند. از طرفی افزایش فاصله باعث جداسازی حروف به‌هم چسبیده خواهد گردید. در متون انگلیسی به دلیل جدا بودن حروف از یکدیگر، عامل رفع کشیدگی اولویت پیدا می‌کند. پس

انتخاب طول مینیمم جواب قابل قبول تری را ارائه می دهد. ولی در متون فارسی به دلیل این که حروف به هم پیوسته می باشند و تشخیص دقیق آن ها مشکل است، استفاده از کمان ماکزیمم گزینه مناسب تری می باشد. برای اثبات ادعایمان در فصل بعد، با استفاده از بازدهی OCR، خروجی این دو روش را برای متون فارسی و متون انگلیسی مورد ارزیابی قرار خواهیم داد.

۴-۴-۲ محاسبه ی A', B', C', D'

گوشه های سطح مستطیلی از رابطه ی (۱۷-۴) بدست می آید.

$$\begin{aligned} A' &= A \\ B' &= [x_a + W, y_a] \\ C' &= [x_a + W, y_a + H] \\ D' &= [x_a, y_a + H] \end{aligned} \quad (17-4)$$

۴-۴-۳ توابع انتقال

با توجه به شکل ۴-۲۱، هر نقطه O بر روی سطح خمیده به وسیله ی نقاط E و G که به ترتیب بر روی کمان $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ قرار دارند تعریف می شود. برای نقاط E و G باید معادله ی (۱۸-۴) صادق باشد یعنی نسبت طول کمان $\widehat{AE}$ به طول کمان $\widehat{AB}$ با نسبت طول کمان $\widehat{DG}$ به طول کمان $\widehat{DC}$ باهم برابر باشند.

$$\frac{|\widehat{AE}|}{|\widehat{AB}|} = \frac{|\widehat{DG}|}{|\widehat{DC}|} \quad (18-4)$$

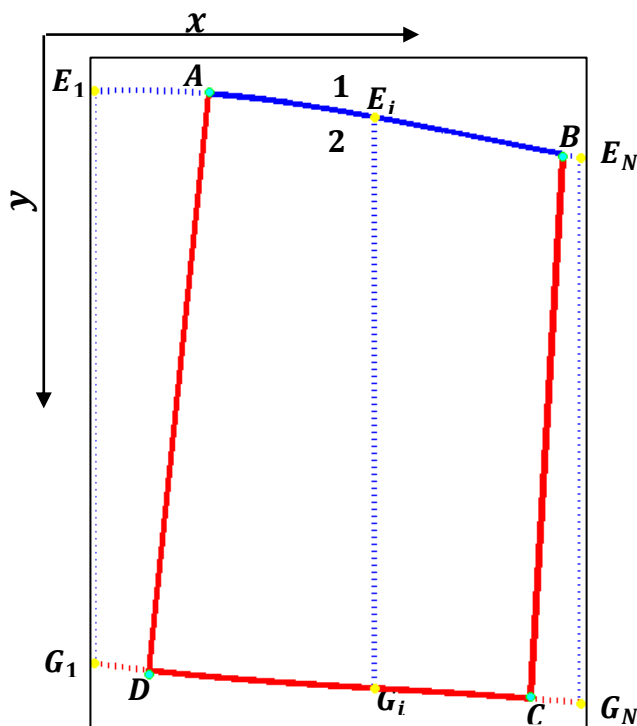
برای هر نقطه ی O' - نقطه ی متناظر O در سطح مستطیلی - باید نسبت هندسی در سطح خمیده، هم در جهت x (معادله ی (۱۹-۴)) و هم در جهت y (معادله ی (۲۰-۴)) با نسبت هندسی متناظر در سطح مستطیلی برابر باشد.

$$\frac{|\widehat{AE}|}{|\widehat{AB}|} = \frac{|\widehat{A'Z}|}{W} \rightarrow |\widehat{A'Z}| = \frac{W}{|\widehat{AB}|} |\widehat{AE}| \quad (۱۹-۴)$$

$$\frac{|EO|}{|EG|} = \frac{|A'H|}{H} \rightarrow |A'H| = \frac{H}{|EG|} |EO| \quad (۲۰-۴)$$

روش اول انتقال نقاط

در این روش مطابق شکل ۲۲-۴ از ابتدای سند نگاشت صورت می گیرد. به ازای هر نقطه‌ی E_i در کمان $\widehat{AB}$ ، G_i نقطه متناظر آن در کمان $\widehat{DC}$ ، یافت می شود. برای نقاطی که بالای کمان $\widehat{AB}$ و در ناحیه ۱ قرار دارند از معادله‌ی (۲۱-۴) و برای نقاطی که پایین کمان $\widehat{AB}$ و در ناحیه ۲ قرار دارند از معادله‌ی (۲۲-۴) برای نگاشت نقاط به سطح مستطیلی استفاده می شود.



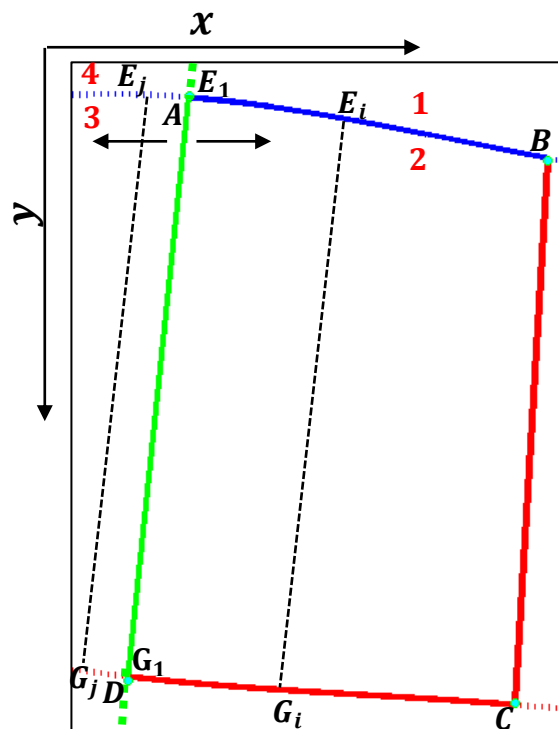
شکل ۲۲-۴: طریقه‌ی قرار گیری خطوط EG بر روی سطح خمیده‌ی سند - روش اول

$$\begin{aligned} x' &= x_a + |A'Z| \\ y' &= y_a - |A'H| \end{aligned} \quad (۲۱-۴)$$

$$\begin{aligned} x' &= x_a + |A'Z| \\ y' &= y_a + |A'H| \end{aligned} \quad (۲۲-۴)$$

روش دوم انتقال نقاط

در این روش نقاط A و D به ترتیب به عنوان نقطه شروع E و G انتخاب می‌شود سپس برای هر نقطه O که روی خط EG قرار دارد؛ نقطه متناظر O' مطابق معادلات زیر بدست می‌آید.



شکل ۴-۲۳: طریقه‌ی قرار گیری خطوط EG بر روی سطح خمیده‌ی سند- روش دوم

$$\begin{aligned} x' &= x_a + |A'Z| \\ y' &= y_a - |A'H| \end{aligned} \quad (۲۳-۴)$$

$$\begin{aligned} x' &= x_a + |A'Z| \\ y' &= y_a + |A'H| \end{aligned} \quad (۲۴-۴)$$

$$\begin{aligned} x' &= x_a - |A'Z| \\ y' &= y_a + |A'H| \end{aligned} \quad (۲۵-۴)$$

$$\begin{aligned} x' &= x_a - |A'Z| \\ y' &= y_a - |A'H| \end{aligned} \quad (۲۶-۴)$$

با توجه به شکل ۴-۲۳ هر کدام از ناحیه‌ها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

ناحیه‌ی ۱: برای نگاشت نقاطی که در بالای کمان $\widehat{AB}$ و در سمت راست خط AD قرار دارند، از

معادله‌ی (۴-۲۳) استفاده می‌شود.

ناحیه‌ی ۲: برای نگاشت نقاطی که در پایین کمان $\widehat{AB}$ و در سمت راست خط AD قرار دارند، از

معادله‌ی (۴-۲۴) استفاده می‌شود.

ناحیه‌ی ۳: برای نگاشت نقاطی که در پایین کمان $\widehat{AB}$ و در سمت چپ خط AD قرار دارند، از

معادله‌ی (۴-۲۵) استفاده می‌شود.

ناحیه‌ی ۴: برای نگاشت نقاطی که در بالای کمان $\widehat{AB}$ و در سمت چپ خط AD قرار دارند، از

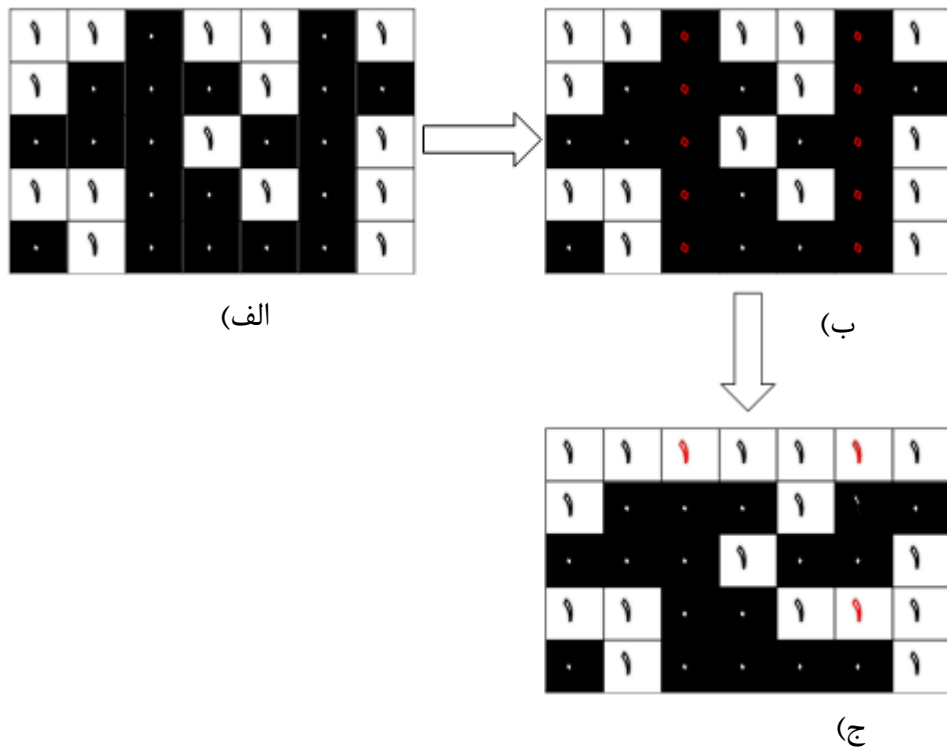
معادله‌ی (۴-۲۶) استفاده می‌شود.

۴-۵ یافتن نقاط انتقال نیافته

با توجه به ساختار مدل انتقال، همواره نقاطی در سطح خمیده وجود دارند که به سطح مستطیلی منتقل نشده‌اند، این نقاط در واقع ستون‌هایی هستند، جز هیچ‌کدام از خطوط $E_i G_i$ نمی‌باشند. برای تخمین مقادیر این نقاط در سطح مستطیلی و بهبود خروجی، از نزدیکترین نقاط انتقال یافته به این نقاط استفاده می‌کنیم. الگوریتم این روش در شکل ۴-۲۴ و شکل ۴-۲۵ آورده شده است. در این مرحله، ابتدا آنالیز در جهت محور y ها برای یافتن ستون‌های صفر انجام می‌دهیم. مقدار نقاطی که بر روی یکی از ستون‌های صفر بوده و در چهار همسایگی آن نقاط، دو نقطه با مقدار یک قرار دارند، به یک تبدیل می‌شوند.

```
Begin initialize output of last section
Vertical analysis for each column
Do find Zeros column of Image
    if 2 points of 4 c.c ==1
        Change  $I_{p_{ij}}$  to 1
Until all column of Image checked
Return all  $p_{ij}$ 
End
```

شکل ۴-۲۴: الگوریتم تخمین مقدار نقاط انتقال نیافته



شکل ۴-۲۵: همپوشانی نقاط انتقال نیافته (الف) تصویر باینری، (ب) یافتن ستون‌های صفر، (ج) یافتن نقاط ستون‌های صفری که دارای ۲ همسایه با مقدار ۱، در ۴ همسایگی خود هستند و تبدیل آن‌ها به یک.

شکل ۴-۲۶ (الف) و شکل ۴-۲۷ (الف) تصویر خروجی مدل انتقال را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۴-۲۶ (ب) و شکل ۴-۲۷ (ب) می‌بینید، در بعضی ستون‌ها، انتقال صورت نگرفته و خطوط سیاه موازی با محور y ها در تصویر مشاهده می‌شود. برای رفع مشکل موجود، الگوریتم همپوشانی اعمال می‌شود. شکل ۴-۲۶ (ج) و شکل ۴-۲۷ (ج) به ترتیب نتیجه‌ی همپوشانی شکل ۴-۲۶ (ب) و شکل ۴-۲۷ (ب) را نشان می‌دهد.

سویچ را به دست او دادم و پرسیدم: «پس موتورهای چی می‌شن؟»
 و لحظه‌ای به فکر فرو رفت و بعد گفت: «همین جا بمون اینم بگیر» پیراهنش را
 که خونی شده بود، از تن درآورد و آن را به طرف من انداخت. من آن را بالای سرم
 بردم و محکم دور پیشانی‌ام بستم. حالا رفته‌رفته بوی خون را احساس می‌کردم؛ نفس
 عمیقی از راه دهان کشیدم و سعی کردم فکرم را روی چپیر دیگری متمرکز کنم.
 جاکوب روی موتورسیکلت سیاه پرید و با یک حرکت آن را روشن کرد و
 فریادی که پشت سرش شنیدم و سنگ‌ریزه‌ها را به هوا می‌فرستاد، با سرعت به طرف
 جاده برگشته وقتی فرمان موتور خم می‌شد، هییتی ورزشکارانه و جرقه‌ای
 داشت؛ سر پایین، صورت به طرف جلو، و شلاق موهای برافش روی پوست فشنده
 پشش به چشم می‌خورد. چشم‌هایم را با غبطه جمع کردم. معلق بودم که من روی
 موتورسیکلت، چنان هییتی ندانستم!

مسافتی که طی کرده بودم، من را به حیرت انداخت. به زحمت می‌توانستم
 جاکوب را در دور دست بینم که سرانجام به کنار اتومبیل رسید. فر موتور پیاده شد و
 آن را روی کف ماشین انداخت و به سرعت خودش را به سمتی راننده رساند و
 پشت آن نشست.

وقتی او موتور اتومبیل را با غرش گرگنده‌ای به حرکت انداخت و با سرعت به طرف
 جایی که من بودم به راه افتاد، هیچ احساس بدی ندانم. سرم کمی سوزش داشت و
 معلوم نداشت. اما شکاف پیشانی‌ام چندان جدایی به نظر نمی‌رسید. زخم‌های سر،
 کمی بیشتر از سایر جاهای بدن خونریزی می‌کنند؛ شتاب او ضرورتی نداشت.
 جاکوب، موتور اتومبیل را روشن گذاشت و با شتاب به طرف من آمد و دوباره
 باورنش را دور کردم. نداشت.

هیسبل خوب، حالا با بریم سوار ماشین بشیم.
 وقتی به من کمک می‌کرد تا سوار اتومبیل بشوم، گفتیم: «واقعاً حالم خوبه لازم
 نیست دست و پا کنم کنی. فقط کمی خون لوده».

وقتی که برای آوردن موتور می‌رفت، شنیدم که زیر لب جمله‌ای را اصلاح کرد:
 «فقط به عقبه خون لوده»

(الف)

تور اتومبیل را با غرش گرگنده‌ای به
 دم به راه افتاد، هیچ احساس بدی ند
 بود، اما شکاف پیشانی‌ام چندان جد

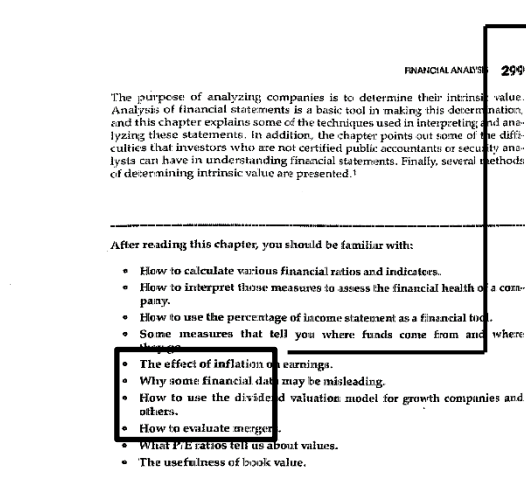
(ب)

تور اتومبیل را با غرش گرگنده‌ای به
 دم به راه افتاد، هیچ احساس بدی ند
 بود، اما شکاف پیشانی‌ام چندان جد

(ج)

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



FINANCIAL ANALYSIS

Balance sheets and income statements give basic financial data about companies. This section explains how to use that basic data to analyze financial trends and conditions. Three general approaches are discussed: (1) ratio analysis, (2) percentage analysis, and (3) statement of changes in financial position. The financial data presented in the previous chapter for the Planet Companies are used to illustrate these financial techniques. The balance sheet and income statement are reproduced in Figure 13-1 for your convenience.

¹The author is particularly indebted to Dr. Linda Mitchelson, Professor of Accounting, Wichita State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any errors that remain are attributable to me.

- The effect of inflation on earnings.
- Why some financial data may be misleading.
- How to use the dividend valuation model for growth companies and others.
- How to evaluate mergers.

(ب)

- The effect of inflation on earnings.
- Why some financial data may be misleading.
- How to use the dividend valuation model for growth companies and others.
- How to evaluate mergers.

(ج)

(الف)

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

۴-۶ مقایسه روش‌های پیشنهاد شده

در این فصل، روش‌های زیر برای رفع تخریب هندسی معرفی شد.

۱. بدست آوردن AD و BC

- روش اول- بدست آوردن خطوط مستقیم AD و BC با یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط

تشخیص داده شده (۱)

- روش دوم- یافتن بهینه‌ی AD و BC (۲)

۲. تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$

- روش اول- تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل

آن‌ها (۳)

- روش دوم- تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ به وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات آن‌ها (۴)

۳. محاسبه‌ی W

- محاسبه‌ی W - روش اول (min) (۵)

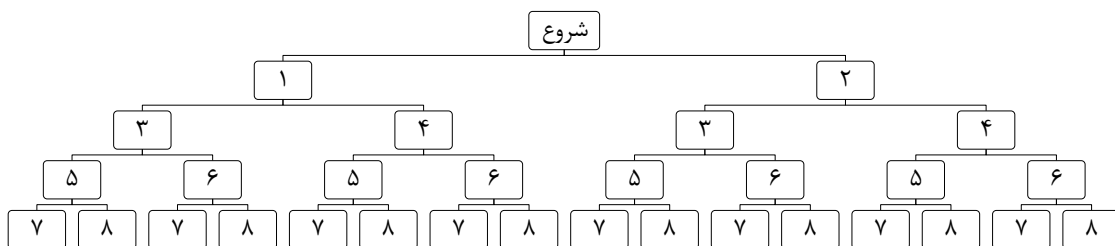
- محاسبه‌ی W - روش دوم (max) (۶)

۴. انتقال نقاط

- روش اول انتقال نقاط (۷)

- روش دوم انتقال نقاط (۸)

تعداد کل حالت‌های ممکن برای ایجاد تصویر خروجی به صورت زیر است که برابر ۱۶ حالت مختلف می‌باشد.



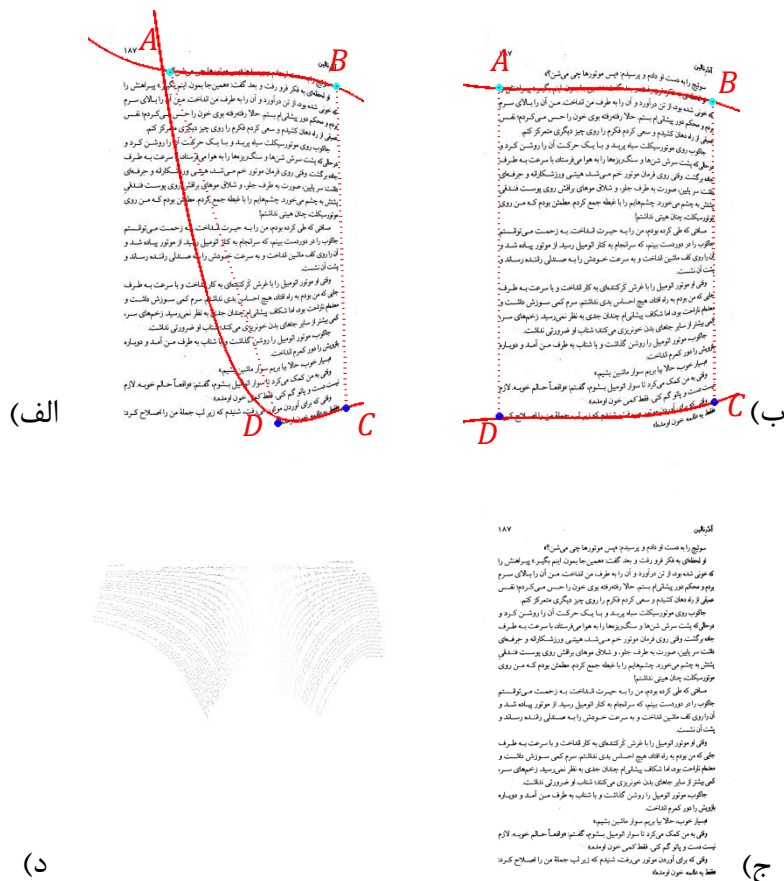
شکل ۴-۲۸: گراف چگونگی روش‌های ممکن برای تصویر خروجی

۴-۶-۱: مقایسه روش‌های بدست آوردن AD و BC

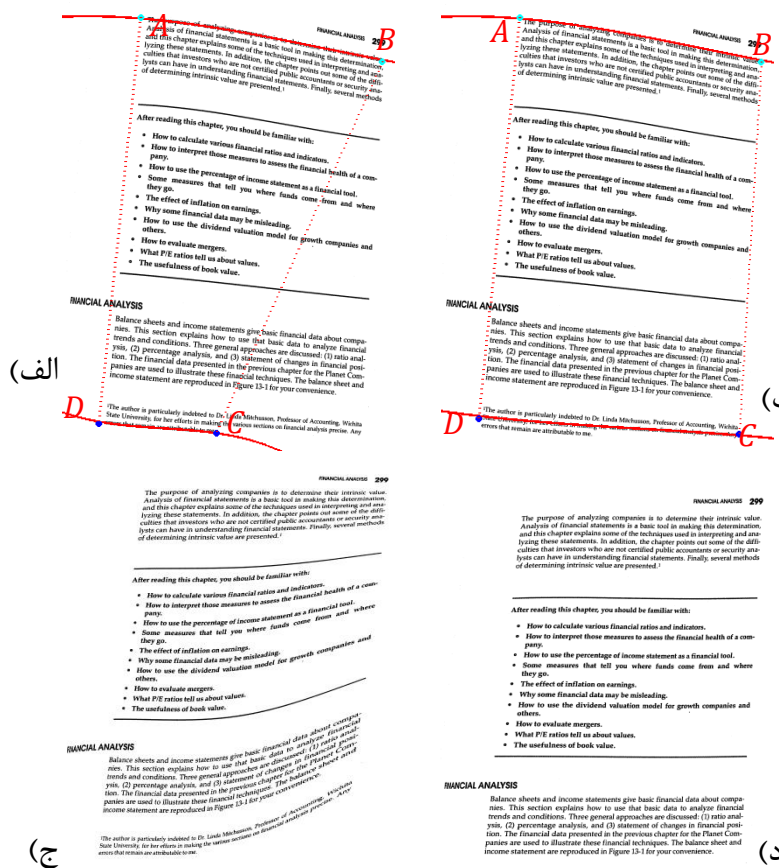
با توجه به شکل ۴-۲۹ و شکل ۴-۳۰، برای مقایسه‌ی روش‌های بدست آوردن خطوط AD و

BC با هم، شاخه‌ی ۱-۳-۶-۷ و شاخه ۲-۳-۶-۷ که تنها در گره‌ی اول یعنی محاسبه‌ی خطوط AD

و BC با هم تفاوت دارند را انتخاب می‌کنیم. همان‌طور که قبلاً هم بیان گردید، وقتی برای تخمین نقاط A, B, C, D, از یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده استفاده شود؛ به دلیل تخمین نادرست شکل سند، رفع اعوجاج به درستی صورت نمی‌گیرد و مانند شکل ۴-۲۹ (ج) و شکل ۴-۳۰ (ج) به دلیل تخمین نادرست کمان‌های $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ ، خروجی از حالت طبیعی خود خارج خواهد شد و باعث افزایش تخریب می‌گردد. استفاده از این روش، برای اسنادی که اولین و آخرین خط آن‌ها طولی برابر با سایر خطوط نوشتاری داشته باشند؛ نه تنها قادر به رفع تخریب هندسی خواهد بود؛ بلکه سرعت بالاتری نسبت به محاسبه‌ی BC و AD با روش دوم دارد.



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)



شکل ۴-۳: 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)

با توجه به نبود جامعیت کافی در روش یافتن بالاترین و پایین‌ترین خط تشخیص داده شده، هشت روش منتهی به این روش کنار گذاشته می‌شود.

۴-۶-۲ مقایسه روش های تعیین خمیدگی خطوط DC و AB

شکل ۴-۳۱ و شکل ۴-۳۲ خروجی روش ۲-۳-۶-۸ و روش ۲-۴-۶-۸ را به ترتیب برای سند فارسی و سند انگلیسی نمایش می‌دهند. مشاهده می‌کنیم هر دو روش جواب قابل قبولی را ارائه می‌کنند. اما با توجه به توضیحات گفته شده در بدست آوردن منحنی های $\overline{AB}$ و $\widehat{DC}$ ، هم برای اسناد

فارسی و هم برای اسناد انگلیسی، روش تخمین خمیدگی خطوط $\overline{AB}$ و $\overline{DC}$ با استفاده از مراکز اجزای متصل این خطوط، باید جواب قابل قبول تری نسبت به روش دیگر داشته باشد. البته نمی توان این ادعا را بدون کمی کردن مقایسه ی بین دو روش مذکور از طریق محاسبه ی بازده OCR ثابت کرد. برای همین در فصل بعد به بررسی بهترین روش برای متون فارسی و متون انگلیسی می پردازیم.

آذربایجان ۱۸۷ سوئیچ را به دست او دادم و پرسیدم: «پس موتورها چی می شن؟» او لحظه ای به فکر فرو رفت و بعد گفت: «همین جا بمون. اینم بگیر.» پیراهنش را که خونی شده بود از تن درآورد و آن را به طرف من القاخت. من آن را به بالای سرم بردم و محکم دور پیشانی ام بستم. حالا رفته رفته بوی خون را حس می کردم؛ نفس عمیق از راه دهان کشیدم و سعی کردم فکرم را روی چیز دیگری متمرکز کنم. جاکوب روی موتورسیکلت سیاه پرید و با یک حرکت آن را روشن کرد و درحالی که پشت سرش شن ها و سنگریزه ها را به هوا می فرستاد، با سرعت به طرف جعبه رگشت. وقتی روی فرمان موتور خیم می شد، هیئت ورزشکارانه و جرقه ای داشت؛ سرپایین، صورت به طرف جلو، و شلاق موهای برافش روی پوست فندقی پشش به چشم می خورد. چشمهایم را با غیظه جمع کردم. مغلطن بودم که من روی موتورسیکلت، چنان هیئت نداشتم! مسافتی که طی کرده بودم، من را به حیرت القاخت. به زحمت می توانستم جاکوب را در دور دست ببینم، که سرانجام به کنار اتومبیل رسید. از موتور پیاده شد و آه را روی تک ماشین القاخت و به سرعت خودش را به مسافتی رانده رساند و پشت آن نشست. وقتی او موتور اتومبیل را با غرش کرکنده ای به کار القاخت و با سرعت به طرف جلی که من بودم به راه افتاد هیچ احساس بدی نداشتم. سرم کمی سوزش داشت و معلوم تراحت بود اما شکاف پیشانی ام چندان جدی به نظر نمی رسید. زخم های سر، کمی بیشتر از سایر جاهای بدن خونریزی می کنند؛ شتاب او ضرورتی نداشت. جاکوب موتور اتومبیل را روشن گذاشت و با شتاب به طرف من آمد و دوباره باروش را دور کمرم القاخت. بسیار خوب، حالا یا بریم سوار ماشین بشیم» وقتی به من کمک می کرد تا سوار اتومبیل بشوم، گفتم: «واقعاً حالم خوبه. لازم نیست دست و پا تو گم کنی. فقط کمی خون اومده.» وقتی که برای آوردن موتور می رفت، شنیدم که زیر لب جمله من را اصلاح کرد: فقط به مغمه خون اومده»	آذربایجان ۱۸۷ سوئیچ را به دست او دادم و پرسیدم: «پس موتورها چی می شن؟» او لحظه ای به فکر فرو رفت و بعد گفت: «همین جا بمون. اینم بگیر.» پیراهنش را که خونی شده بود از تن درآورد و آن را به طرف من القاخت. من آن را به بالای سرم بردم و محکم دور پیشانی ام بستم. حالا رفته رفته بوی خون را حس می کردم؛ نفس عمیق از راه دهان کشیدم و سعی کردم فکرم را روی چیز دیگری متمرکز کنم. جاکوب روی موتورسیکلت سیاه پرید و با یک حرکت آن را روشن کرد و درحالی که پشت سرش شن ها و سنگریزه ها را به هوا می فرستاد، با سرعت به طرف جعبه رگشت. وقتی روی فرمان موتور خیم می شد، هیئت ورزشکارانه و جرقه ای داشت؛ سرپایین، صورت به طرف جلو، و شلاق موهای برافش روی پوست فندقی پشش به چشم می خورد. چشمهایم را با غیظه جمع کردم. مغلطن بودم که من روی موتورسیکلت، چنان هیئت نداشتم! مسافتی که طی کرده بودم، من را به حیرت القاخت. به زحمت می توانستم جاکوب را در دور دست ببینم، که سرانجام به کنار اتومبیل رسید. از موتور پیاده شد و آه را روی تک ماشین القاخت و به سرعت خودش را به مسافتی رانده رساند و پشت آن نشست. وقتی او موتور اتومبیل را با غرش کرکنده ای به کار القاخت و با سرعت به طرف جلی که من بودم به راه افتاد هیچ احساس بدی نداشتم. سرم کمی سوزش داشت و معلوم تراحت بود اما شکاف پیشانی ام چندان جدی به نظر نمی رسید. زخم های سر، کمی بیشتر از سایر جاهای بدن خونریزی می کنند؛ شتاب او ضرورتی نداشت. جاکوب موتور اتومبیل را روشن گذاشت و با شتاب به طرف من آمد و دوباره باروش را دور کمرم القاخت. بسیار خوب، حالا یا بریم سوار ماشین بشیم» وقتی به من کمک می کرد تا سوار اتومبیل بشوم، گفتم: «واقعاً حالم خوبه. لازم نیست دست و پا تو گم کنی. فقط کمی خون اومده.» وقتی که برای آوردن موتور می رفت، شنیدم که زیر لب جمله من را اصلاح کرد: فقط به مغمه خون اومده»
---	---

شکل ۴-۳۱: (الف) روش ۲-۳-۶-۸: محاسبه به وسیله ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴ (ج)، (ب) روش ۲-۴-۶-۸: محاسبه به وسیله ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴ (ج)

The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value. Analysis of financial statements is a basic tool in making this determination, and this chapter explains some of the techniques used in interpreting and analyzing these statements. In addition, the chapter points out some of the difficulties that investors who are not certified public accountants or security analysts can have in understanding financial statements. Finally, several methods of determining intrinsic value are presented.¹

After reading this chapter, you should be familiar with:

- How to calculate various financial ratios and indicators.
- How to interpret those measures to assess the financial health of a company.
- How to use the percentage of income statement as a financial tool.
- Some measures that tell you where funds come from and where they go.
- The effect of inflation on earnings.
- Why some financial data may be misleading.
- How to use the dividend valuation model for growth companies and others.
- How to evaluate mergers.
- What P/E ratios tell us about values.
- The usefulness of book value.

FINANCIAL ANALYSIS

Balance sheets and income statements give basic financial data about companies. This section explains how to use that basic data to analyze financial trends and conditions. Three general approaches are discussed: (1) ratio analysis, (2) percentage analysis, and (3) statement of changes in financial position. The financial data presented in the previous chapter for the Planet Companies are used to illustrate these financial techniques. The balance sheet and income statement are reproduced in Figure 13-1 for your convenience.

¹The author is particularly indebted to Dr. Linda Mitcheusson, Professor of Accounting, Wichita State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any errors that remain are attributable to me.

(الف)

The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value. Analysis of financial statements is a basic tool in making this determination, and this chapter explains some of the techniques used in interpreting and analyzing these statements. In addition, the chapter points out some of the difficulties that investors who are not certified public accountants or security analysts can have in understanding financial statements. Finally, several methods of determining intrinsic value are presented.¹

After reading this chapter, you should be familiar with:

- How to calculate various financial ratios and indicators.
- How to interpret those measures to assess the financial health of a company.
- How to use the percentage of income statement as a financial tool.
- Some measures that tell you where funds come from and where they go.
- The effect of inflation on earnings.
- Why some financial data may be misleading.
- How to use the dividend valuation model for growth companies and others.
- How to evaluate mergers.
- What P/E ratios tell us about values.
- The usefulness of book value.

FINANCIAL ANALYSIS

Balance sheets and income statements give basic financial data about companies. This section explains how to use that basic data to analyze financial trends and conditions. Three general approaches are discussed: (1) ratio analysis, (2) percentage analysis, and (3) statement of changes in financial position. The financial data presented in the previous chapter for the Planet Companies are used to illustrate these financial techniques. The balance sheet and income statement are reproduced in Figure 13-1 for your convenience.

¹The author is particularly indebted to Dr. Linda Mitcheusson, Professor of Accounting, Wichita State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any errors that remain are attributable to me.

(ب)

شکل ۴-۳۲: (الف) روش ۲-۳-۶-۸: محاسبه به وسیله ی یافتن مرکز اجزای متصل و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴ (الف)، (ب) روش ۲-۴-۶-۸: محاسبه به وسیله ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان بیشینه برای شکل ۴-۴ (الف)

۴-۶-۳ مقایسه روش های مختلف محاسبه ی W

شکل ۴-۳۳ و شکل ۴-۳۳ خروجی روش ۲-۳-۶-۸ و روش ۲-۳-۵-۸ را به ترتیب برای سند فارسی و سند انگلیسی نمایش می دهند. مشاهده می کنیم هر دو روش جواب قابل قبولی دارند. اما مطابق آنچه در بخش محاسبه ی W گفته شد؛ استفاده از روش بیشینه، باعث کشیدگی تصویر و استفاده از روش کمینه، از ایجاد کشیدگی جلوگیری می کند. در نتیجه برای متون فارسی از ماکزیمم W و برای متون انگلیس از مینیمم W استفاده خواهیم کرد. برای روشن شدن صحت ادعایمان، باید مقایسه مان را کمی کنیم.

۱۸۷
آذربایجان

سویچ را به دست او دادم و پرسیدم: «پس موتورها چی می‌شن؟»
او لحظه‌ای به فکر فرو رفت و بعد گفت: «همین جا بمون. اینم بگیر!» پسرانش را
که خونی شده بود از تن درآورد و آن را به طرف من گذاشت. من آن را ببالای سرم
بردم و محکم دور پیشانی‌ام بستم. حالا رفته‌رفته بوی خون را حس می‌کردم؛ نفس
عصبی از دهان کشیدم و سعی کردم فکرم را روی چیز دیگری متمرکز کنم.
جاکوب روی موتورسیکلت سیاه پرید و با یک حرکت آن را روشن کرد و
درحالی که پشت مرش شن‌ها و سنگریزه‌ها را به هوا می‌فرستاد با سرعت به طرف
جاده برگشت. وقتی روی فرمان موتور خیم می‌شد، هیئتی ورزشکارانه و جرقه‌های
فلزشت سرپایین، صورت به طرف جلو، و شلاق موهای پراکنش روی پوست فندقی
پشتش به چشم می‌خورد. چشم‌هایم را با غبطه جمع کردم. مطمئن بودم که من روی
موتورسیکلت، چنان هیبتی نداشتم!
مسافتی که طی کرده بودم، من را به حیرت انداخت. به زحمت می‌توانستم
جاکوب را در دورست بینم، که سرانجام به کنار اتومبیل رسید. از موتور پیاده شد و
آن را روی کف ماشین گذاشت و به سرعت خودش را به صندلی راننده رساند و
پشت آن نشست.
وقتی او موتور اتومبیل را با غرش ترکند، من به کار گذاشت و با سرعت به طرف
جلو که می‌بودم به راه افتادم. هیچ احساس بدی نداشتم. سرم کمی سوزش داشت و
مطمئن‌تر از آن بود اما شاکف پیشانی‌ام چندان جشی به نظر نمی‌رسید. زخم‌های سر،
کمی بیشتر از سایر جاهای بدن خونریزی می‌کنند. شتاب او ضرورتی نداشت.
جاکوب، موتور اتومبیل را روشن گذاشت و با شتاب به طرف من آمد و دوباره
بالوش را دور کمرم گذاشت.
هیسار خوب، حالا یا بریم سوار ماشین بشیم؟
وقتی که من کمک می‌کرد تا سوار اتومبیل بشوم، گفتم: «بوقعا! حالم خوبه. لازم
نیست دست و پا تو کم کنی. فقط کمی خون لومده.»
وقتی که بری آوردن موتور می‌رفت، شنیدم که زیر لب جمله من را اصلاح کرد:
«فقط به عامله خون لومده»

(الف)

۱۸۷
آذربایجان

سویچ را به دست او دادم و پرسیدم: «پس موتورها چی می‌شن؟»
او لحظه‌ای به فکر فرو رفت و بعد گفت: «همین جا بمون. اینم بگیر!» پسرانش را
که خونی شده بود از تن درآورد و آن را به طرف من گذاشت. من آن را ببالای سرم
بردم و محکم دور پیشانی‌ام بستم. حالا رفته‌رفته بوی خون را حس می‌کردم؛ نفس
عصبی از دهان کشیدم و سعی کردم فکرم را روی چیز دیگری متمرکز کنم.
جاکوب روی موتورسیکلت سیاه پرید و با یک حرکت آن را روشن کرد و
درحالی که پشت مرش شن‌ها و سنگریزه‌ها را به هوا می‌فرستاد با سرعت به طرف
جاده برگشت. وقتی روی فرمان موتور خیم می‌شد، هیئتی ورزشکارانه و جرقه‌های
فلزشت سرپایین، صورت به طرف جلو، و شلاق موهای پراکنش روی پوست فندقی
پشتش به چشم می‌خورد. چشم‌هایم را با غبطه جمع کردم. مطمئن بودم که من روی
موتورسیکلت، چنان هیبتی نداشتم!
مسافتی که طی کرده بودم، من را به حیرت انداخت. به زحمت می‌توانستم
جاکوب را در دورست بینم، که سرانجام به کنار اتومبیل رسید. از موتور پیاده شد و
آن را روی کف ماشین گذاشت و به سرعت خودش را به صندلی راننده رساند و
پشت آن نشست.
وقتی او موتور اتومبیل را با غرش ترکند، من به کار گذاشت و با سرعت به طرف
جلو که می‌بودم به راه افتادم. هیچ احساس بدی نداشتم. سرم کمی سوزش داشت و
مطمئن‌تر از آن بود اما شاکف پیشانی‌ام چندان جشی به نظر نمی‌رسید. زخم‌های سر،
کمی بیشتر از سایر جاهای بدن خونریزی می‌کنند. شتاب او ضرورتی نداشت.
جاکوب، موتور اتومبیل را روشن گذاشت و با شتاب به طرف من آمد و دوباره
بالوش را دور کمرم گذاشت.
هیسار خوب، حالا یا بریم سوار ماشین بشیم؟
وقتی که من کمک می‌کرد تا سوار اتومبیل بشوم، گفتم: «بوقعا! حالم خوبه. لازم
نیست دست و پا تو کم کنی. فقط کمی خون لومده.»
وقتی که بری آوردن موتور می‌رفت، شنیدم که زیر لب جمله من را اصلاح کرد:
«فقط به عامله خون لومده»

(ب)

شکل ۴-۳: (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)

FINANCIAL ANALYSIS
299

The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value. Analysis of financial statements is a basic tool in making this determination, and this chapter explains some of the techniques used in interpreting and analyzing these statements. In addition, the chapter points out some of the difficulties that investors who are not certified public accountants or security analysts can have in understanding financial statements. Finally, several methods of determining intrinsic value are presented.¹

After reading this chapter, you should be familiar with:

- How to calculate various financial ratios and indicators.
- How to interpret those measures to assess the financial health of a company.
- How to use the percentage of income statement as a financial tool.
- Some measures that tell you where funds come from and where they go.
- The effect of inflation on earnings.
- Why some financial data may be misleading.
- How to use the dividend valuation model for growth companies and others.
- How to evaluate mergers.
- What P/E ratios tell us about values.
- The usefulness of book value.

FINANCIAL ANALYSIS

Balance sheets and income statements give basic financial data about companies. This section explains how to use that basic data to analyze financial trends and conditions. Three general approaches are discussed: (1) ratio analysis, (2) percentage analysis, and (3) statement of changes in financial position. The financial data presented in the previous chapter for the Planet Companies are used to illustrate these financial techniques. The balance sheet and income statement are reproduced in Figure 13-1 for your convenience.

¹The author is particularly indebted to Dr. Linda Michelson, Professor of Accounting, Wichita State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any errors that remain are attributable to me.

(الف)

FINANCIAL ANALYSIS
299

The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value. Analysis of financial statements is a basic tool in making this determination, and this chapter explains some of the techniques used in interpreting and analyzing these statements. In addition, the chapter points out some of the difficulties that investors who are not certified public accountants or security analysts can have in understanding financial statements. Finally, several methods of determining intrinsic value are presented.¹

After reading this chapter, you should be familiar with:

- How to calculate various financial ratios and indicators.
- How to interpret those measures to assess the financial health of a company.
- How to use the percentage of income statement as a financial tool.
- Some measures that tell you where funds come from and where they go.
- The effect of inflation on earnings.
- Why some financial data may be misleading.
- How to use the dividend valuation model for growth companies and others.
- How to evaluate mergers.
- What P/E ratios tell us about values.
- The usefulness of book value.

FINANCIAL ANALYSIS

Balance sheets and income statements give basic financial data about companies. This section explains how to use that basic data to analyze financial trends and conditions. Three general approaches are discussed: (1) ratio analysis, (2) percentage analysis, and (3) statement of changes in financial position. The financial data presented in the previous chapter for the Planet Companies are used to illustrate these financial techniques. The balance sheet and income statement are reproduced in Figure 13-1 for your convenience.

¹The author is particularly indebted to Dr. Linda Michelson, Professor of Accounting, Wichita State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any errors that remain are attributable to me.

(ب)

شکل ۴-۴: (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)

۴-۶-۴ مقایسه روش های انتقال نقاط

شکل ۳۵-۴ و شکل ۳۶-۴ خروجی روش ۲-۳-۶-۸ و روش ۲-۳-۵-۸ را به ترتیب برای سند فارسی و سند انگلیسی نمایش می دهند. در روش دوم انتقال نقاط، چون خط AD بر روی خط $A'D'$ نگاشت می شود، قادر خواهد بود اسنادی که دارای چرخش هستند را اصلاح کند، ولی روش هفتم چنین قابلیتی ندارد و فقط برای اسناد بدون چرخش کارایی دارد.

FINANCIAL ANALYSIS 299 The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value. Analysis of financial statements is a basic tool in making this determination, and this chapter explains some of the techniques used in interpreting and analyzing these statements. In addition, the chapter points out some of the difficulties that investors who are not certified public accountants or security analysts can have in understanding financial statements. Finally, several methods of determining intrinsic value are presented.¹ After reading this chapter, you should be familiar with: • How to calculate various financial ratios and indicators. • How to interpret those measures to assess the financial health of a company. • How to use the percentage of income statement as a financial tool. • Some measures that tell you where funds come from and where they go. • The effect of inflation on earnings. • Why some financial data may be misleading. • How to use the dividend valuation model for growth companies and others. • How to evaluate mergers. • What P/E ratios tell us about values. • The usefulness of book value. FINANCIAL ANALYSIS Balance sheets and income statements give basic financial data about companies. This section explains how to use that basic data to analyze financial trends and conditions. Three general approaches are discussed: (1) ratio analysis, (2) percentage analysis, and (3) statement of changes in financial position. The financial data presented in the previous chapter for the Planet Companies are used to illustrate these financial techniques. The balance sheet and income statement are reproduced in Figure 13-1 for your convenience. ¹The author is particularly indebted to Dr. Linda Michauson, Professor of Accounting, Wichita State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any errors that remain are attributable to me.	FINANCIAL ANALYSIS 299 The purpose of analyzing companies is to determine their intrinsic value. Analysis of financial statements is a basic tool in making this determination, and this chapter explains some of the techniques used in interpreting and analyzing these statements. In addition, the chapter points out some of the difficulties that investors who are not certified public accountants or security analysts can have in understanding financial statements. Finally, several methods of determining intrinsic value are presented.¹ After reading this chapter, you should be familiar with: • How to calculate various financial ratios and indicators. • How to interpret those measures to assess the financial health of a company. • How to use the percentage of income statement as a financial tool. • Some measures that tell you where funds come from and where they go. • The effect of inflation on earnings. • Why some financial data may be misleading. • How to use the dividend valuation model for growth companies and others. • How to evaluate mergers. • What P/E ratios tell us about values. • The usefulness of book value. FINANCIAL ANALYSIS Balance sheets and income statements give basic financial data about companies. This section explains how to use that basic data to analyze financial trends and conditions. Three general approaches are discussed: (1) ratio analysis, (2) percentage analysis, and (3) statement of changes in financial position. The financial data presented in the previous chapter for the Planet Companies are used to illustrate these financial techniques. The balance sheet and income statement are reproduced in Figure 13-1 for your convenience. ¹The author is particularly indebted to Dr. Linda Michauson, Professor of Accounting, Wichita State University, for her efforts in making the various sections on financial analysis precise. Any errors that remain are attributable to me.
--	--

(الف)

(ب)

شکل ۳۵-۴ (الف) روش ۲-۴-۵-۸: محاسبه به وسیله ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش دوم انتقال برای شکل ۴-۴ (الف)، (ب) روش ۲-۴-۵-۷: محاسبه به وسیله ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش اول انتقال برای شکل ۴-۴ (الف)

آذربایجان

۱۸۷

موتیج را به دست او دادم و پرسیدم: «پس موتورها چی می‌شن؟»
 او لعلطی به فکر فرو رفت و بعد گفت: «همین‌جا بپونه اینم بگیر» پیراهنش را
 که خونی شده بود از تن درآورد و آن را به طرف من گذاشت. من آن را بالای سرم
 بردم و محکم دور پیشانی‌ام بستم. حالا رفته‌رفته بوی خون را حس می‌کردم؛ نفس
 عمیقی از راه دهان کشیدم و سعی کردم فکرم را روی چیز دیگری متمرکز کنم.
 جاکوب روی موتورسیکلت سیاه پرید و با یک حرکت آن را روشن کرد و
 درحالی که پشت سرش شنه‌ها و سنگریزه‌ها را به هوا می‌فرستاد با سرعت به طرف
 جاده برگشت. وقتی روی فرمان موتور خیم می‌شد، هیئت ورزشکارانه و حرفه‌ای
 فلشت سر پایین، صورت به طرف جلو، و شلاق موهای برافش روی پوست فلذخی
 پشتش به چشم می‌خورد. چشم‌هایم را با غیظه جمع کردم. مطمئن بودم که من روی
 موتورسیکلت، چنان هیئت نداشتیم!

مسافتی که طی کرده بودم، من را به حیرت انداخت. به زحمت می‌توانستم
 جاکوب را در دور دست ببینم، که سرانجام به کنار اتومبیل رسید. از موتور پیاده شد و
 آن را روی کف ماشین گذاشت و به سرعت خودش را به صندلی راننده رساند و
 پشت آن نشست.

وقتی او موتور اتومبیل را با غرش گزشتی به کار گذاشت و با سرعت به طرف
 جایی که من بودم به راه افتاد، هیچ احساس بدی نداشتیم. سرم کمی می‌سوزش داشت و
 معلوم تلاوت بود، اما شکاف پیشانی‌ام چندان جلدی به نظر نمی‌رسید. زخم‌های سر،
 کمی بیشتر از سایر جاهای بدن خونریزی می‌کنند؛ شتاب او ضرورتی نداشت.

جاکوب موتور اتومبیل را روشن گذاشت و با شتاب به طرف من آمد و دوباره
 باوریش را دور کمرم گذاشت.

هیسار خوب، حالا یا بریم سوار ماشین بشیم؟
 وقتی به من کمک می‌کرد تا سوار اتومبیل بشوم، گفتم: «واقعاً حالم خوبه لازم
 نیست دست و پا تو گیم کنی. فقط کمی خون اومده»
 وقتی که برای آوردن موتور می‌رفت، شنیدم که زیر لب جمله‌ی من را اصلاح کرد:
 فقط به علامه خون اومده!

(الف)

آذربایجان

۱۸۷

موتیج را به دست او دادم و پرسیدم: «پس موتورها چی می‌شن؟»
 او لعلطی به فکر فرو رفت و بعد گفت: «همین‌جا بپونه اینم بگیر» پیراهنش را
 که خونی شده بود از تن درآورد و آن را به طرف من گذاشت. من آن را بالای سرم
 بردم و محکم دور پیشانی‌ام بستم. حالا رفته‌رفته بوی خون را حس می‌کردم؛ نفس
 عمیقی از راه دهان کشیدم و سعی کردم فکرم را روی چیز دیگری متمرکز کنم.
 جاکوب روی موتورسیکلت سیاه پرید و با یک حرکت آن را روشن کرد و
 درحالی که پشت سرش شنه‌ها و سنگریزه‌ها را به هوا می‌فرستاد با سرعت به طرف
 جاده برگشت. وقتی روی فرمان موتور خیم می‌شد، هیئت ورزشکارانه و حرفه‌ای
 فلشت سر پایین، صورت به طرف جلو، و شلاق موهای برافش روی پوست فلذخی
 پشتش به چشم می‌خورد. چشم‌هایم را با غیظه جمع کردم. مطمئن بودم که من روی
 موتورسیکلت، چنان هیئت نداشتیم!

مسافتی که طی کرده بودم، من را به حیرت انداخت. به زحمت می‌توانستم
 جاکوب را در دور دست ببینم، که سرانجام به کنار اتومبیل رسید. از موتور پیاده شد و
 آن را روی کف ماشین گذاشت و به سرعت خودش را به صندلی راننده رساند و
 پشت آن نشست.

وقتی او موتور اتومبیل را با غرش گزشتی به کار گذاشت و با سرعت به طرف
 جایی که من بودم به راه افتاد، هیچ احساس بدی نداشتیم. سرم کمی می‌سوزش داشت و
 معلوم تلاوت بود، اما شکاف پیشانی‌ام چندان جلدی به نظر نمی‌رسید. زخم‌های سر،
 کمی بیشتر از سایر جاهای بدن خونریزی می‌کنند؛ شتاب او ضرورتی نداشت.

جاکوب موتور اتومبیل را روشن گذاشت و با شتاب به طرف من آمد و دوباره
 باوریش را دور کمرم گذاشت.

هیسار خوب، حالا یا بریم سوار ماشین بشیم؟
 وقتی به من کمک می‌کرد تا سوار اتومبیل بشوم، گفتم: «واقعاً حالم خوبه لازم
 نیست دست و پا تو گیم کنی. فقط کمی خون اومده»
 وقتی که برای آوردن موتور می‌رفت، شنیدم که زیر لب جمله‌ی من را اصلاح کرد:
 فقط به علامه خون اومده!

(ب)

شکل ۴-۳: (الف) روش ۲-۴-۵: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش دوم انتقال برای
 شکل ۴-۴ (ج)، (ب) روش ۲-۴-۵: محاسبه به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات و طول کمان کمینه و روش اول انتقال
 برای شکل ۴-۴ (ج)

همان‌طور که مشاهده می‌کنید در شکل ۴-۳ به‌دلیل اریب نبودن سند، روش اول هم خروجی
 قابل قبولی را ارائه می‌کند. اما به‌دلیل نداشتن جامعیت کافی، روش اول انتقال را کنار می‌گذاریم.

۴-۶-۵: روش‌های پیشنهادی:

از بین روش‌های موجود تنها روش‌های ۲-۳-۵، ۲-۳-۶-۸، ۲-۴-۵-۸، ۲-۴-۶-۸ به‌عنوان
 روش‌های نهایی خواهند بود که از این به بعد با نام‌های:

۱. روش اول: روش ۲-۳-۵-۸ با زیر بخش‌های:

• یافتن بهینه‌ی AD و BC (۲)

• تخمین خمیدگی خطوط AB و DC به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل آن‌ها

(۳)

- محاسبه‌ی $-W$ - روش اول (min) (۵)

- روش دوم انتقال نقاط (۸)

۲. روش دوم: روش ۲-۳-۶-۸ با زیر بخش‌های:

- یافتن بهینه‌ی AD و BC (۲)

- تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ به‌وسیله‌ی یافتن مرکز اجزای متصل آن‌ها

(۳)

- محاسبه‌ی $-W$ - روش دوم (max) (۶)

- روش دوم انتقال نقاط (۸)

۳. روش سوم: روش ۲-۴-۵-۸ با زیر بخش‌های:

- یافتن بهینه‌ی AD و BC (۲)

- تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات آن‌ها (۴)

- محاسبه‌ی $-W$ - روش اول (min) (۵)

- روش دوم انتقال نقاط (۸)

۴. روش چهارم: روش ۲-۴-۶-۸ با زیر بخش‌های:

- یافتن بهینه‌ی AD و BC (۲)

- تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ به‌وسیله‌ی یافتن مرکز کلمات آن‌ها (۴)

- محاسبه‌ی $-W$ - روش دوم (max) (۶)

• روش دوم انتقال نقاط (۸)

نام گذاری می شوند.

۵ نتایج تجربی

۵-۱ مقدمه

در فصول قبل بخش‌های مختلف الگوریتم پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفت. در این فصل در ابتدا به نمایش خروجی روش‌های پیشنهادی پرداخته؛ سپس به مقایسه چهار روش ذکر شده و انتخاب بهترین روش از بین آن‌ها خواهیم پرداخت که در آن تخمین OCR نقش بنیادی در تعیین صحت کلمات موجود در تصاویر ایفا می‌کند. برای رسیدن به این هدف از سه پایگاه داده‌ی DFKI برای متون انگلیسی، پایگاه داده‌ی ارائه شده و پایگاه داده‌ی خسروی‌راد استفاده شده است. سپس به مقایسه خروجی روش انتخاب شده با روش خسروی‌راد برای متون فارسی و روش‌های SEG و Snake و SKEL در متون انگلیسی خواهیم پرداخت.

۵-۲ نتایج تجربی الگوریتم پیشنهادی بر روی تصاویر

همان‌طور که در شکل ۵-۱ مشاهده می‌کنید، شش تصویر سند از پایگاه‌های داده‌ی معرفی‌شده، انتخاب گردیده است. در ابتدا به منظور رفع تخریب فتومتریکی، تصاویر انتخاب شده از پایگاه داده‌ی ارائه شده و پایگاه داده‌ی خسروی‌راد، باید به‌وسیله‌ی آن‌چه در فصل سه بیان گردید، باینری شوند. چهار روش نهایی بدست آمده در فصل قبل بر روی هر کدام از این شش شکل اعمال می‌شود که در آن تصویر الف) خروجی روش اول، ب) خروجی روش دوم، ج) خروجی روش سوم، د) خروجی روش چهارم می‌باشد.

همان‌طور که در اشکال ۲ تا ۷ این فصل مشاهده می‌کنید، از طریق چشم قادر به تشخیص اینکه کدام روش بهتر است نیستیم، در این‌جا برتری بینایی ماشین بر چشم انسان مشخص می‌گردد. برای همین نیاز است برای تشخیص بهترین روش از نرم افزار OCR کمک گرفته شود.

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the *Subject* and the *Observer* of the pattern are bound to the concrete classes *TaskQueue* and *SliderBar*, respectively.

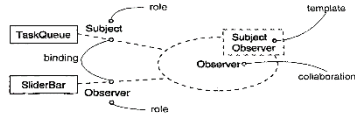


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

Frameworks

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

(الف)

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the *Subject* and the *Observer* of the pattern are bound to the concrete classes *TaskQueue* and *SliderBar*, respectively.

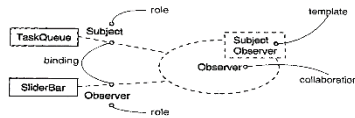


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

Frameworks

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

(ج)

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the *Subject* and the *Observer* of the pattern are bound to the concrete classes *TaskQueue* and *SliderBar*, respectively.

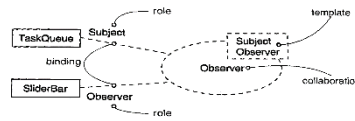


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

Frameworks

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

(ب)

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the *Subject* and the *Observer* of the pattern are bound to the concrete classes *TaskQueue* and *SliderBar*, respectively.

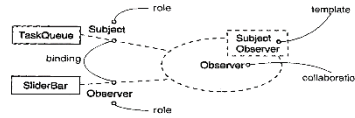


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

Frameworks

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

(د)

شکل ۵-۳: خروجی شکل ۵-۱ (ب، الف) (روش اول، ب) (روش دوم، ج) (روش سوم، د) روش چهارم

۱-۷-۱- متغیرها و پوشه ها

دادن مقدار و سایر داده ها به متغیر سیستمی:

چنگه از نامش بر می آید متغیر سیستمی متغیری است که متعلق به سیستم است و توسط سیستم نگار برده می شود (ن ک ۱-۷-۵). فقط به برخی از متغیرهای سیستمی می توانید مقدار یا داده های دیگری را تخصیص دهید ولی به همه متغیرهای سیستمی نمی توانید مقدار دهید. برای دیدن جدول متغیرهای سیستم ن ک به ضمیمه ۱-۷-۱

فل کردن یک متغیر یا پوشه:

با فل (Lock) کردن متغیر یا پوشه آنرا در مقابل تغییرات ناخواسته محافظت می کنید. متغیر یا پوشه فل شده را می توانید باز (Unlock) و ویرایش کنید. متغیر فل شده را نمی توان حذف یا جابجا کرد و مندرجات آن یا نامش را تغییر داد. پوشه فل شده را نمی توان حذف کرد یا تغییر نام داد.

تکته:

در اصطلاحات فنی ClassPad مفهوم و خاصیت های دو اصطلاح

فل کردن "Lock"

حفاظت کردن "Protect"

کاملاً متفاوتند. برای اطلاعات بیشتر درباره حفاظت "Protect" ن ک ۱-۷-۳

برای بستن و گشودن فل پوشه و متغیر می توانید از فرامین و یا از مدیر متغیرها کمک بگیرید.

* باز بسته کردن فل متغیر و پوشه یکمک مدیر متغیرها Variable Manager.

ابتدا پوشه یا متغیر مورد نظر را انتخاب کنید و بعد [Edit] یا [Lock] [Edit] ن ک به ۱-۸

ماز بسته کردن فل پوشه یا استفاده از فرامین

از برنامه اصلی یکی از فرامین زیر را اجرا کنید

طرز استفاده از فرمان	برای
Lock <variable name>	بستن فل متغیر
Unlick <variable name>	گشودن فل متغیر
LockFolder <variable name>	بستن فل پوشه
UnlockFolder <variable name>	گشودن فل پوشه

ن ک به ۱-۶ مرجع فرامین

۹۳

ب

۱-۷-۱- متغیرها و پوشه ها

دادن مقدار و سایر داده ها به متغیر سیستمی:

چنگه از نامش بر می آید متغیر سیستمی متغیری است که متعلق به سیستم است و توسط سیستم نگار برده می شود (ن ک ۱-۷-۵). فقط به برخی از متغیرهای سیستمی می توانید مقدار یا داده های دیگری را تخصیص دهید ولی به همه متغیرهای سیستمی نمی توانید مقدار دهید. برای دیدن جدول متغیرهای سیستم ن ک به ضمیمه ۱-۷-۱

فل کردن یک متغیر یا پوشه:

با فل (Lock) کردن متغیر یا پوشه آنرا در مقابل تغییرات ناخواسته محافظت می کنید. متغیر یا پوشه فل شده را می توانید باز (Unlock) و ویرایش کنید. متغیر فل شده را نمی توان حذف یا جابجا کرد و مندرجات آن یا نامش را تغییر داد. پوشه فل شده را نمی توان حذف کرد یا تغییر نام داد.

تکته:

در اصطلاحات فنی ClassPad مفهوم و خاصیت های دو اصطلاح

فل کردن "Lock"

حفاظت کردن "Protect"

کاملاً متفاوتند. برای اطلاعات بیشتر درباره حفاظت "Protect" ن ک ۱-۷-۳

برای بستن و گشودن فل پوشه و متغیر می توانید از فرامین و یا از مدیر متغیرها کمک بگیرید.

* باز بسته کردن فل متغیر و پوشه یکمک مدیر متغیرها Variable Manager.

ابتدا پوشه یا متغیر مورد نظر را انتخاب کنید و بعد [Edit] یا [Lock] [Edit] ن ک به ۱-۸

ماز بسته کردن فل پوشه یا استفاده از فرامین

از برنامه اصلی یکی از فرامین زیر را اجرا کنید

طرز استفاده از فرمان	برای
Lock <variable name>	بستن فل متغیر
Unlick <variable name>	گشودن فل متغیر
LockFolder <variable name>	بستن فل پوشه
UnlockFolder <variable name>	گشودن فل پوشه

ن ک به ۱-۶ مرجع فرامین

۹۳

د

ج

۹۳

شکل ۵-۴: خروجی شکل ۵-۱ (ج، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم

«تو که بیشتر از من اونو می‌بینی»

سؤال من آن‌طور که انتظار داشتم، قفل دهان او را باز نکرده بود.

زیر لب گفتم: «توی محل کار، نمی‌شه راحت حرف زد». بعد دوباره سعی کردم او

را به حرف بیاورم: «نازکی، با کسی بیرون نرفتی؟»

«لشنتش نه، گاهی با کاتر بیرون می‌رم. دو هفته پیش هم با اریک به گردش رفتیم»

جسبکه بعد از گفتن این حرف چشم‌هایش را چرخشی داد و من آغاز داستان بلند

او را حس کردم! نمی‌توانستم این فرصت را نادیده بگیرم.

پرسیدم: «اریک بورکی^(۱) کی از کی دعوت کرد؟»

او ناله‌ای کرد و بیشتر سر شوق آمد. گفت: «البته که اون از من دعوت کرد! من هم

هر کاری کردم، نتونستم بهش جواب رد بدم!»

با اصرار پرسیدم: «چه وقت با هم بیرون رفتین؟» می‌دانستم که او اشتیاق من را به

حساب علاقه‌مندیم خواهد گذاشت. گفتم: «همه چیزو برام تعریف کن.»

او قصه‌اش را شروع کرد و من روی صندلی‌ام آرام گرفتم. حالا احساس راحتی

بیشتری می‌کردم. در ظاهر توجه زیادی به حرف‌های او نشان می‌دادم؛ گاهی زیرلبی

چیزی برای همراهی او می‌گفتم و در صورت نیاز، واکنمود می‌کردم که از ترس به

نفس‌نفس افتادم! وقتی داستان او درباره اریک به آخر رسید، بدون مقدمه داستان

مربوط به کاتر را شروع کرد.

فیلم کمی زودتر از حد انتظار ما شروع می‌شد، بنابراین جسبکا تصمیم گرفت که

ساعت غروب را تماشا کنیم و بعد از فیلم شام بخوریم. از اینکه با همه پیشنهادهای او

موفقت کرده بودم، احساس خوشحالی می‌کردم؛ در هر حال من به چیزی که

می‌خواستم، رسیده بودم و چارلی تا مدتی دست از سر من برمی‌داشت.

کاری کردم که جس در حین پخش پیش‌برده‌های فیلم هم، به وراجی خودش

لطمه دهد تا به این ترتیب مجبور نباشم به آنها توجه کنم. اما وقتی که فیلم شروع شد،

من عصبی شدم. زوج جوانی کنار ساحل قدم می‌زدند، دست‌هایشان را تکان می‌دادند

و با حالت احساسی کاذبی در مورد محبت دوجانبه خودشان، دای سخن می‌دادند. در

1. Eric Yorkie

ب)

«تو که بیشتر از من اونو می‌بینی»

سؤال من آن‌طور که انتظار داشتم، قفل دهان او را باز نکرده بود.

زیر لب گفتم: «توی محل کار، نمی‌شه راحت حرف زد». بعد دوباره سعی کردم او

را به حرف بیاورم: «نازکی، با کسی بیرون نرفتی؟»

«لشنتش نه، گاهی با کاتر بیرون می‌رم. دو هفته پیش هم با اریک به گردش رفتیم»

جسبکه بعد از گفتن این حرف چشم‌هایش را چرخشی داد و من آغاز داستان بلند

او را حس کردم! نمی‌توانستم این فرصت را نادیده بگیرم.

پرسیدم: «اریک بورکی^(۱) کی از کی دعوت کرد؟»

او ناله‌ای کرد و بیشتر سر شوق آمد. گفت: «البته که اون از من دعوت کرد! من هم

هر کاری کردم، نتونستم بهش جواب رد بدم!»

با اصرار پرسیدم: «چه وقت با هم بیرون رفتین؟» می‌دانستم که او اشتیاق من را به

حساب علاقه‌مندیم خواهد گذاشت. گفتم: «همه چیزو برام تعریف کن.»

او قصه‌اش را شروع کرد و من روی صندلی‌ام آرام گرفتم. حالا احساس راحتی

بیشتری می‌کردم. در ظاهر توجه زیادی به حرف‌های او نشان می‌دادم؛ گاهی زیرلبی

چیزی برای همراهی او می‌گفتم و در صورت نیاز، واکنمود می‌کردم که از ترس به

نفس‌نفس افتادم! وقتی داستان او درباره اریک به آخر رسید، بدون مقدمه داستان

مربوط به کاتر را شروع کرد.

فیلم کمی زودتر از حد انتظار ما شروع می‌شد، بنابراین جسبکا تصمیم گرفت که

ساعت غروب را تماشا کنیم و بعد از فیلم شام بخوریم. از اینکه با همه پیشنهادهای او

موفقت کرده بودم، احساس خوشحالی می‌کردم؛ در هر حال من به چیزی که

می‌خواستم، رسیده بودم و چارلی تا مدتی دست از سر من برمی‌داشت.

کاری کردم که جس در حین پخش پیش‌برده‌های فیلم هم، به وراجی خودش

لطمه دهد تا به این ترتیب مجبور نباشم به آنها توجه کنم. اما وقتی که فیلم شروع شد،

من عصبی شدم. زوج جوانی کنار ساحل قدم می‌زدند، دست‌هایشان را تکان می‌دادند

و با حالت احساسی کاذبی در مورد محبت دوجانبه خودشان، دای سخن می‌دادند. در

1. Eric Yorkie

د)

«تو که بیشتر از من اونو می‌بینی»

سؤال من آن‌طور که انتظار داشتم، قفل دهان او را باز نکرده بود.

زیر لب گفتم: «توی محل کار، نمی‌شه راحت حرف زد». بعد دوباره سعی کردم او

را به حرف بیاورم: «نازکی، با کسی بیرون نرفتی؟»

«لشنتش نه، گاهی با کاتر بیرون می‌رم. دو هفته پیش هم با اریک به گردش رفتیم»

جسبکه بعد از گفتن این حرف چشم‌هایش را چرخشی داد و من آغاز داستان بلند

او را حس کردم! نمی‌توانستم این فرصت را نادیده بگیرم.

پرسیدم: «اریک بورکی^(۱) کی از کی دعوت کرد؟»

او ناله‌ای کرد و بیشتر سر شوق آمد. گفت: «البته که اون از من دعوت کرد! من هم

هر کاری کردم، نتونستم بهش جواب رد بدم!»

با اصرار پرسیدم: «چه وقت با هم بیرون رفتین؟» می‌دانستم که او اشتیاق من را به

حساب علاقه‌مندیم خواهد گذاشت. گفتم: «همه چیزو برام تعریف کن.»

او قصه‌اش را شروع کرد و من روی صندلی‌ام آرام گرفتم. حالا احساس راحتی

بیشتری می‌کردم. در ظاهر توجه زیادی به حرف‌های او نشان می‌دادم؛ گاهی زیرلبی

چیزی برای همراهی او می‌گفتم و در صورت نیاز، واکنمود می‌کردم که از ترس به

نفس‌نفس افتادم! وقتی داستان او درباره اریک به آخر رسید، بدون مقدمه داستان

مربوط به کاتر را شروع کرد.

فیلم کمی زودتر از حد انتظار ما شروع می‌شد، بنابراین جسبکا تصمیم گرفت که

ساعت غروب را تماشا کنیم و بعد از فیلم شام بخوریم. از اینکه با همه پیشنهادهای او

موفقت کرده بودم، احساس خوشحالی می‌کردم؛ در هر حال من به چیزی که

می‌خواستم، رسیده بودم و چارلی تا مدتی دست از سر من برمی‌داشت.

کاری کردم که جس در حین پخش پیش‌برده‌های فیلم هم، به وراجی خودش

لطمه دهد تا به این ترتیب مجبور نباشم به آنها توجه کنم. اما وقتی که فیلم شروع شد،

من عصبی شدم. زوج جوانی کنار ساحل قدم می‌زدند، دست‌هایشان را تکان می‌دادند

و با حالت احساسی کاذبی در مورد محبت دوجانبه خودشان، دای سخن می‌دادند. در

1. Eric Yorkie

الف)

«تو که بیشتر از من اونو می‌بینی»

سؤال من آن‌طور که انتظار داشتم، قفل دهان او را باز نکرده بود.

زیر لب گفتم: «توی محل کار، نمی‌شه راحت حرف زد». بعد دوباره سعی کردم او

را به حرف بیاورم: «نازکی، با کسی بیرون نرفتی؟»

«لشنتش نه، گاهی با کاتر بیرون می‌رم. دو هفته پیش هم با اریک به گردش رفتیم»

جسبکه بعد از گفتن این حرف چشم‌هایش را چرخشی داد و من آغاز داستان بلند

او را حس کردم! نمی‌توانستم این فرصت را نادیده بگیرم.

پرسیدم: «اریک بورکی^(۱) کی از کی دعوت کرد؟»

او ناله‌ای کرد و بیشتر سر شوق آمد. گفت: «البته که اون از من دعوت کرد! من هم

هر کاری کردم، نتونستم بهش جواب رد بدم!»

با اصرار پرسیدم: «چه وقت با هم بیرون رفتین؟» می‌دانستم که او اشتیاق من را به

حساب علاقه‌مندیم خواهد گذاشت. گفتم: «همه چیزو برام تعریف کن.»

او قصه‌اش را شروع کرد و من روی صندلی‌ام آرام گرفتم. حالا احساس راحتی

بیشتری می‌کردم. در ظاهر توجه زیادی به حرف‌های او نشان می‌دادم؛ گاهی زیرلبی

چیزی برای همراهی او می‌گفتم و در صورت نیاز، واکنمود می‌کردم که از ترس به

نفس‌نفس افتادم! وقتی داستان او درباره اریک به آخر رسید، بدون مقدمه داستان

مربوط به کاتر را شروع کرد.

فیلم کمی زودتر از حد انتظار ما شروع می‌شد، بنابراین جسبکا تصمیم گرفت که

ساعت غروب را تماشا کنیم و بعد از فیلم شام بخوریم. از اینکه با همه پیشنهادهای او

موفقت کرده بودم، احساس خوشحالی می‌کردم؛ در هر حال من به چیزی که

می‌خواستم، رسیده بودم و چارلی تا مدتی دست از سر من برمی‌داشت.

کاری کردم که جس در حین پخش پیش‌برده‌های فیلم هم، به وراجی خودش

لطمه دهد تا به این ترتیب مجبور نباشم به آنها توجه کنم. اما وقتی که فیلم شروع شد،

من عصبی شدم. زوج جوانی کنار ساحل قدم می‌زدند، دست‌هایشان را تکان می‌دادند

و با حالت احساسی کاذبی در مورد محبت دوجانبه خودشان، دای سخن می‌دادند. در

1. Eric Yorkie

ج)

شکل ۵-۵: خروجی شکل ۵-۱ (د)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم

لذت بردن می‌خوانم :جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم. شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت. آدم حتی اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. مین شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم را، علائقم را، رویاهایم را و افق‌هایی را که در ذهن داشتم گسترش دهم؟ وقتی زندگی، رویاها و تاملات دیگران را در داستان‌ها یا نوشته‌ها و مقالاتشان

(ب)

لذت بردن می‌خوانم :جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم. شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت. آدم حتی اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. مین شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم را، علائقم را، رویاهایم را و افق‌هایی را که در ذهن داشتم گسترش دهم؟ وقتی زندگی، رویاها و تاملات دیگران را در داستان‌ها یا نوشته‌ها و مقالاتشان

(د)

(الف)

لذت بردن می‌خوانم :جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم. شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت. آدم حتی اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. مین شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم را، علائقم را، رویاهایم را و افق‌هایی را که در ذهن داشتم گسترش دهم؟ وقتی زندگی، رویاها و تاملات دیگران را در داستان‌ها یا نوشته‌ها و مقالاتشان

(ج)

لذت بردن می‌خوانم :جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم. شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت. آدم حتی اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. مین شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم را، علائقم را، رویاهایم را و افق‌هایی را که در ذهن داشتم گسترش دهم؟ وقتی زندگی، رویاها و تاملات دیگران را در داستان‌ها یا نوشته‌ها و مقالاتشان

شکل ۵-۶: خروجی شکل ۵-۱ (ه)، (الف) (روش اول، ب) (روش دوم، ج) (روش سوم، د) روش چهارم

خواندن کتاب‌هایی که نه برای کار یا برای فودسازی
و آموختن، بلکه فقط برای لذت بردن می‌فوانم :
مآذبهی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم.
شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت.
آدم می‌تواند اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی
روزمه فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند
خوب است. این شانزده تا بیست و شش سالگی.
فواندن برای من امری میاتی بود برای اینکه بتوانم
خودم را بسازم. برای خودم کسی بشوم. آگاهی‌هایم
را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به رومم شکل بدم. در
واقع، می‌فواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟
معنای زندگی و دنیا چیست؟ مقدر می‌توانم فکر

(ب)

خواندن کتاب‌هایی که نه برای کار یا برای فودسازی
و آموختن، بلکه فقط برای لذت بردن می‌فوانم :
مآذبهی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم.
شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت.
آدم می‌تواند اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی
روزمه فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند
خوب است. این شانزده تا بیست و شش سالگی.
فواندن برای من امری میاتی بود برای اینکه بتوانم
خودم را بسازم. برای خودم کسی بشوم. آگاهی‌هایم
را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به رومم شکل بدم. در
واقع، می‌فواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟
معنای زندگی و دنیا چیست؟ مقدر می‌توانم فکر

(د)

خواندن کتاب‌هایی که نه برای کار یا برای فودسازی
و آموختن، بلکه فقط برای لذت بردن می‌فوانم :
مآذبهی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم.
شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت.
آدم می‌تواند اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی
روزمه فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند
خوب است. این شانزده تا بیست و شش سالگی.
فواندن برای من امری میاتی بود برای اینکه بتوانم
خودم را بسازم. برای خودم کسی بشوم. آگاهی‌هایم
را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به رومم شکل بدم. در
واقع، می‌فواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟
معنای زندگی و دنیا چیست؟ مقدر می‌توانم فکر

(الف)

خواندن کتاب‌هایی که نه برای کار یا برای فودسازی
و آموختن، بلکه فقط برای لذت بردن می‌فوانم :
مآذبهی همان دنیای دیگری که پیشتر یاد کردم.
شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت.
آدم می‌تواند اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی
روزمه فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند
خوب است. این شانزده تا بیست و شش سالگی.
فواندن برای من امری میاتی بود برای اینکه بتوانم
خودم را بسازم. برای خودم کسی بشوم. آگاهی‌هایم
را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به رومم شکل بدم. در
واقع، می‌فواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟
معنای زندگی و دنیا چیست؟ مقدر می‌توانم فکر

(ج)

شکل ۵-۷: خروجی شکل ۵-۱ (ه)، الف) روش اول، ب) روش دوم، ج) روش سوم، د) روش چهارم

۵-۳ ارزیابی روش‌های پیشنهادی به کمک خروجی OCR:

برای تخمین صحت کلمات از نرم‌افزار OCR استفاده می‌شود که برای متون فارسی از نرم‌افزار پرشیانگار^۱ [۷۹] و برای متون انگلیسی از نرم‌افزار امنی پیج^۲ [۸۰] استفاده می‌کنیم.

پرشیانگار یک نرم‌افزار تجاری OCR می‌باشد که قادر بوده تصاویر اسناد فارسی که شامل ۱۰ قلم متداول هستند را به متون قابل ویرایش تبدیل کند. این نرم‌افزار در سال ۱۳۸۷ تولید شده است و ادعا شده برای قلم‌های مذکور و درجه کیفیت ۳۰۰ نقطه بر اینچ، دقتی حدود ۹۷٪ دارد. قلم‌هایی که این نرم‌افزار پشتیبانی می‌کند عبارت‌اند از: نازنین، میترا، لوتوس، زر، ترافیک، یاقوت، هما، تیترا، تایمز و تاهما.

امنیتی پیج یک نرم‌افزار OCR است که توسط شرکت ارتباطات نانس^۳ ارائه می‌گردد. در حال حاضر این نرم‌افزار بیش از ۱۲۰ زبان مختلف دنیا را پشتیبانی می‌کند. برای آنالیز متون انگلیسی از این نرم‌افزار استفاده خواهیم کرد.

برای این که مقایسه‌ی روش‌های پیشنهادی، حالت کمی به خود بگیرد از روشی که در [۳۲] برای تعیین صحت کلمات ارائه شده، استفاده خواهیم کرد. صحت کلمات از معادله‌ی (۵-۱) بدست می‌آید.

$$Word\ Accuracy = \frac{\#Words - \#Misrecognized_words}{\#Words} \quad (5-1)$$

که در آن $\#Words$ تعداد کلمات موجود در متن و $\#Misrecognized_words$ تعداد کلماتی می‌باشد که نرم‌افزار OCR در تشخیص آن‌ها ناتوان است. لازم به ذکر است به خاطر ضعف نرم‌افزارهای OCR در تشخیص معادلات و نشانه‌های^۴ موجود در متن، تنها تعداد خطاهایی که در

1 PersianReader

2 OmniPage Professional 18

3 Nuance Communication

4 Symbol

تشخیص کلمات و نشانه‌های تعریف شده به وجود آمده‌اند، به عنوان تعداد نهایی خطا مدنظر قرار گرفته است.

۵-۳-۱ تخمین OCR برای پایگاه داده‌ی فارسی

برای تعیین بهترین روش برای متون فارسی، از بین پایگاه داده‌ی خسروی و پایگاه داده‌ی ارائه شده، ۱۰۰ تصویر انتخاب شده است. این اسناد متون نوشتاری شامل اجزای گرافیکی مانند جداول و اشکال و هم متون نوشتاری بدون اجزای گرافیکی تشکیل شده‌اند. به علاوه از لحاظ اندازه و نوع قلم نوشتاری هم متنوع می‌باشند. بر روی این تصاویر چهار روش پیشنهادی ارائه شده در پایان‌نامه را اعمال گردید. نتایج تخمین OCR با استفاده از نرم‌افزار OCR پرشیانگار نقره‌ای ۱ در جدول ۵-۱ آورده شده است.

جدول ۵-۱: جدول تشخیص کلمات برای متون فارسی

روش‌های بازیابی	تعداد کل کلمات	تعداد خطاها	درصد صحت کلمات
روش اول	۲۹۸۸۰	۴۸۴۰	۸۳/۸۰۱۸۷
روش دوم	۲۹۸۸۰	۳۹۶۵	۸۶/۷۳۰۲۵
روش سوم	۲۹۸۸۰	۵۰۴۰	۸۳/۱۳۲۵۳
روش چهارم	۲۹۸۸۰	۵۰۴۸	۸۳/۱۰۵۷۵

همان‌طور که در جدول ۵-۱ مشاهده می‌کنید، روش دوم بیشترین بازده را در بین روش‌های ارائه شده دارد. این روش به عنوان روش اصلی بازیابی اسناد فارسی انتخاب می‌شود. بازدهی بدست آمده در روش دوم ادعایمان مبنی بر استفاده از تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ با استفاده از مراکز اجزای متصل آن‌ها و استفاده W ماکزیمم، برای متون فارسی را تأیید می‌کند.

۱-۷-۱۰ متغیرها و پوشه ها

داده مقدار ۳ سایر داده ها به متغیر سیستمی:
حاشیه ۳ نشان می‌دهد متغیر سیستمی متغیری است که متعلق به سیستم است و توسط سیستم نگار برده می‌شود. ن ک ۱۰-۷-۱۰ فقط به برخی از متغیرهای سیستمی می‌توانید مقدار یا داده های دیگری را تخصیص دهید ولی به همه متغیرهای سیستمی نمی‌توانید مقدار دهید برای دیدن جدول متغیرهای

فعل کردن یک متغیر یا پوشه:
با فعل (Lock) کردن متغیر یا پوشه ابراز تمایل تغییرات ناخواسته محافظت می‌کنید. متغیر یا پوشه فعل شده را می‌توانید باز (Unlock) و ویرایش کنید. متغیر فعل شده را نمی‌توان حذف یا جابجا کرد و مندرجات آن با نامش را تغییر داد. پوشه فعل شده را نمی‌توان حذف کرد یا تغییر نام

در اصطلاحات فنی، Lock= قفل و Protect= محافظت. هر دو اصطلاح

کلیه متفاوتند برای
برای بستن و گشودن قفل پوشه و متغیر می‌توانید از فرامین و یا از مدیر متغیرها کمک بگیرید.
• بازبسته کردن قفل متغیر و پوشه یکمک مدیر متغیرها Variable Manager:
[Edit]-[Lock]-[Edit] یا [Edit]-[Unlock]-[Edit]
ن ک به ۱-۸

مجاز بسته کردن قفل پوشه با استفاده از فرامین

از برنامه اصلی یکی از فرامین زیر را اجرا کنید

طریق استفاده از فرمان	طریق استفاده از فرمان
بستن قفل متغیر	Lock <variable name>
گشودن قفل متغیر	Unlick <variable name>
بستن قفل پوشه	LockFolder <variable name>
گشودن قفل پوشه	UnlickFolder <variable name>

ن ک به ۱۲-۶ مرجع فرامین

۱-۷-۱۰ متغیرها و پوشه ها

داده مقدار و سایر داده ها به متغیر سیستمی:

حاشیه ۳ نشان می‌دهد متغیر سیستمی متغیری است که متعلق به سیستم است و توسط سیستم نگار برده می‌شود. ن ک ۱۰-۷-۱۰ فقط به برخی از متغیرهای سیستمی می‌توانید مقدار یا داده های دیگری را تخصیص دهید ولی به همه متغیرهای سیستمی نمی‌توانید مقدار دهید. برای دیدن جدول متغیرهای سیستمی ن ک به ضمیمه ۱-۷-۱۰

فعل کردن یک متغیر یا پوشه:

با فعل (Lock) کردن متغیر یا پوشه آنرا در مقابل تغییرات ناخواسته محافظت می‌کنید. متغیر یا پوشه فعل شده را می‌توانید باز (Unlock) و ویرایش کنید. متغیر فعل شده را نمی‌توان حذف یا جابجا کرد و مندرجات آن با نامش را تغییر داد. پوشه فعل شده را نمی‌توان حذف کرد یا تغییر نام داد.

نکته:

در اصطلاحات فنی، ClassPad مفهوم و خاصیت های دو اصطلاح

فعل کردن "Lock"

محافظت کردن "Protect"

کلیه متفاوتند برای

برای بستن و گشودن قفل پوشه و متغیر می‌توانید از فرامین و یا از مدیر متغیرها کمک بگیرید.
• بازبسته کردن قفل متغیر و پوشه یکمک مدیر متغیرها Variable Manager:

لندا پوشه یا متغیر مورد نظر را انتخاب کنید و بعد [Edit]-[Lock]-[Edit] یا [Edit]-[Unlock]-[Edit]

ن ک به ۱-۸

مجاز بسته کردن قفل پوشه با استفاده از فرامین

از برنامه اصلی یکی از فرامین زیر را اجرا کنید

طریق استفاده از فرمان	طریق استفاده از فرمان
بستن قفل متغیر	Lock <variable name>
گشودن قفل متغیر	Unlick <variable name>
بستن قفل پوشه	LockFolder <variable name>
گشودن قفل پوشه	UnlickFolder <variable name>

ن ک به ۱۲-۶ مرجع فرامین

(الف)

(ب)

۹۹

۹۹

بیداری

«هو که بیشتر از من اونو می‌بینی»

سؤال من آن‌طور که انتظار داشتم، قفل دهان او را باز نکردد بود.

زیر لب گفتم: «هو می‌جمل تاز، نمی‌شده راحت حرف زده بعد دوباره سعی کردم تو را به حرف بیاورم: «تازگی، با کسی بیرون نرفتی؟»

فرامش نه گاهی با کتیر بیرون می‌رم. دو هفته پیش هم با اریکا به گردش رفتم»

جسکا بعد از گفتن این حرف چشم‌هایش را چرخ می‌داد و من آغاز دلمستان بلند

او را حس کردم نمی‌توانستم این فرصت را نادیده بگیرم.

پرسیدم: «اریکا بیروگی؟» کی از کی دعوت کرد؟»

او تامل کرد و بیشتر سر شوق آمد. گفت: «فلیه که اون از من دعوت کرد» من هم هر کاری کردم نتوانستم بهش جواب رد بدم.

با اصرار پرسیدم: «چه وقت با هم بیرون رفتین؟» می‌دانستم که او اشتیاق من را به

حساب علاقه‌مندم خواهد گذاشت. گفتم: «همه چیزو برام تعریف کن»

او قصه‌اش را شروع کرد و من روی صندلی‌ام آرام گرفتم. حالا احساس راحتی

بیشتری می‌کردم. در ظاهر توجه زیادی به حرف‌های او نشان می‌دادم؛ گاهی زیربسی

چیزی برای همراهی او می‌گفتم و در صورت نیاز، ولمود می‌کردم که از ترس به

تقریباً فداها و وقتی دلمستان او درباره اریکا به آخر رسید، بدون مقدمه دلمستان

مربوط به کتیر را شروع کرد.

فیلم کمی زودتر از حد انتظار ما شروع می‌شد. بنابراین، جسکا تصمیم گرفت که

سلس غروب را تماشا کنیم و بعد از فیلم شام بخوریم. از اینکه با همه پیشنهادهای او

موقت کرده بودم، احساس خوشحالی می‌کردم. در هر حال من به چیزی که

می‌خواستم، رسیده بودم و چارلی تا مدتی دست از سر من برمی‌داشت.

کاری کردم که جس در حین پخش پیش‌بردهای فیلم هم، به ویرانی خودش

لده دهد. تا به این ترتیب مجبور نباشم به آنها توجه کنم. اما وقتی که فیلم شروع شد،

من عصبی شدم. زوج جوانی کنار ساحل قدم می‌زدند. دست‌هایشان را تکان می‌دادند

و با حالت احساسی کافی در مورد محبت دوجانبه خودشان، فدا سخن می‌دادند. در

۱. Eric Yorkie

(ج)

(د)

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.

برای مقایسه روش دوم با روش خسروی‌راد، از ۱۰۰ تصویر که در قسمت قبل انتخاب شده بود

استفاده می‌کنیم. شکل ۵-۸ و شکل ۵-۹ نتیجه‌ی خروجی روش دوم و روش خسروی‌راد را نشان می‌دهد.

لذت بردن می‌خوانم :جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که بیشتر یاد کردم. شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت. آدم حتی اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. من شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم را، علاقه‌م را، رویاهایم را و افق‌هایی را که در ذهن داشتم گسترش دهم؟ وقتی زندگی، رویاها و تاملات دیگران را در داستان‌ها یا نوشته‌ها و مقالاتشان

(الف)

خواندن کتاب‌هایی که نه برای کار یا برای خودسازی و آموختن، بلکه فقط برای لذت بردن می‌خوانم :
جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که بیشتر یاد کردم.
شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت.
آدم می‌تواند اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. من شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم

(ج)

لذت بردن می‌خوانم :جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که بیشتر یاد کردم. شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت. آدم حتی اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. من شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم را، علاقه‌م را، رویاهایم را و افق‌هایی را که در ذهن داشتم گسترش دهم؟ وقتی زندگی، رویاها و

(ب)

خواننده کتاب‌هایی که نه برای کار یا برای خودسازی و آموختن، بلکه فقط برای لذت بردن می‌خوانم :
جاذبه‌ی همان دنیای دیگری که بیشتر یاد کردم.
شاید بتوان اسم این کار را فرار از واقعیت گذاشت.
آدم می‌تواند اگر بتواند در عالم خیال از غصه‌های زندگی روزمره فرار کند و زمانی را در دنیای دیگر بگذراند خوب است. من شانزده تا بیست و شش سالگی، خواندن برای من امری حیاتی بود برای اینکه بتوانم خودم را بسازم، برای خودم کسی بشوم، آگاهی‌هایم را بیشتر کنم و بدین‌ترتیب به روحم شکل بدهم. در واقع، می‌خواستم بدانم باید چه جور آدمی بشوم؟ معنای زندگی و دنیا چیست؟ چقدر می‌توانم فکرم

(د)

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.

همان‌طور که در جدول ۵-۲ مشاهده می‌کنید؛ روش دوم، بازده خروجی بالاتری نسبت به روش خسروی‌راد دارد. بازدهی OCR در روش دوم نسبت به روش خسروی‌راد، ۱۸/۹۱٪ افزایش یافته که نشان دهنده‌ی مؤثر بودن این روش نسبت به روش خسروی‌راد است.

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

روش‌های بازیابی	تعداد کل کلمات	تعداد خطاها	درصد صحت کلمات
روش خسروی‌راد	۲۹۸۸۰	۹۶۱۶	۶۷/۸۱۷۹۳
روش دوم	۲۹۸۸۰	۳۹۶۵	۸۶/۷۳۰۲۵

۵-۳-۱ مقایسه‌ی کارایی روش دوم با روش خسروی‌را

در روش خسروی‌راد، باینری‌سازی انجام شده از طریق روش اتسو صورت گرفته که جواب‌گوی تخریب فتومتریک اسناد اسکن شده نمی‌باشد. خمیدگی به‌وسیله‌ی چرخش کلمات بر اساس شیب منحنی خط گذرنده از آن کلمه برطرف می‌شود. این روش تنها بر روی اسناد بدون اجزای گرافیکی کارایی دارد و از طرفی به‌خاطر چرخش و جابجایی صورت گرفته برای قرار گرفتن در مکان نهایی، شکل حروف تا حدود زیادی تخریب خواهد شد.

در روش دوم، تخریب فتومتریک به‌وسیله‌ی باینری‌سازی محلی با روش ساولا ارتقاء یافته و تخریب هندسی با تشخیص خطوط نوشتاری غالب در بالا و پایین سند برطرف می‌شود و از آن‌جایی که تقریباً تمام نقاط تصویر در این روش به سطح مستطیلی منتقل می‌گردد، شکل خطوط نوشتاری و اجزای گرافیکی تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند. جدول ۵-۳ خلاصه‌ای از کارایی روش دوم در مقایسه با روش خسروی‌راد را نشان می‌دهد.

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

روش دوم	روش خسروی‌راد	
بله	خیر	رفع تخریب فتومتریک
بله	بله	رفع خمیدگی
بله	بله	بازیابی خطوط نوشتاری
بله	خیر	بازیابی اجزای گرافیکی

۵-۳-۳ ارزیابی روش پیشنهادی برای اسناد انگلیسی

برای تعیین بهترین روش برای متون انگلیسی، ۵۰ تصویر از پایگاه داده‌ی DFKI انتخاب گردیده است. این اسناد متون نوشتاری شامل اجزای گرافیکی مانند جداول و اشکال و هم متون نوشتاری بدون اجزای گرافیکی تشکیل شده‌اند. بر روی این تصاویر چهار روش پیشنهادی ارائه شده در پایان‌نامه را اعمال شد. نتایج تخمین OCR با استفاده از نرم‌افزار OCR امنی پیچ ۱۸ در جدول ۵-۴ آورده شده است.

همان‌طور که در جدول ۵-۴ مشاهده می‌کنید، روش اول بیشترین بازده را در بین روش‌های ارائه‌شده دارد. این روش به‌عنوان روش اصلی بازیابی اسناد انگلیسی انتخاب می‌شود. بیشتر بودن بازه روش اول، ادعایمان را مبنی بر استفاده از تخمین خمیدگی خطوط $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ با استفاده از مرکز اجزای متصل آن‌ها و استفاده از W مینیمم، برای متون انگلیسی را تأیید می‌کند.

جدول ۴-۵: جدول تشخیص کلمات برای متون انگلیسی

روش‌های بازیابی	تعداد کل کلمات	تعداد خطاها	درصد صحت کلمات
بدون اعمال روش بازیابی	۱۵۶۸۱	۱۴۲۱	۹۰/۹۳۸۰
روش اول	۱۵۶۸۱	۱۰۱	۹۹/۳۶۲۲
روش دوم	۱۵۶۸۱	۳۲۸	۹۷/۹۰۸۲
روش سوم	۱۵۶۸۱	۲۷۲	۹۸/۲۶۵۴
روش چهارم	۱۵۶۸۱	۲۲۱	۹۸/۵۹۰۶

۴-۳-۵ مقایسه‌ی روش اول ارائه شده با روش‌های معتبر انگلیسی

سه روش SEG [۶۷]، Snake [۷۲] و SKEL [۵۸] برای مقایسه با روش اول انتخاب شده‌اند. برای مقایسه‌ی روش اول با سه روش نام برده شده، از ۵۰ تصویر که در قسمت قبل انتخاب شده بود، استفاده می‌کنیم. نمونه‌ای از خروجی روش‌های اول و SEG، SKEL و Snake را در شکل ۵-۱۰ و شکل ۵-۱۱ مشاهده می‌کنید.

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the Subject and the Observer of the pattern are bound to the concrete classes TaskQueue and SliderBar, respectively.

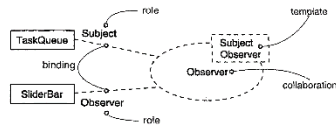


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

Frameworks

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the Subject and the Observer of the pattern are bound to the concrete classes TaskQueue and SliderBar, respectively.

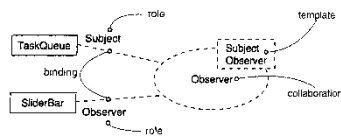


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

Frameworks

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the Subject and the Observer of the pattern are bound to the concrete classes TaskQueue and SliderBar, respectively.

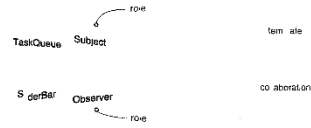


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

may appear repeatedly in your system, bound to different sets of abstractions. In this example, the Subject and the Observer of the pattern are bound to the concrete classes TaskQueue and SliderBar, respectively.

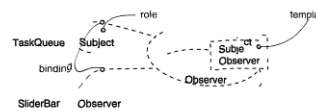


Figure 28-2: Mechanisms

Note: Deciding to model a mechanism as a plain collaboration versus a parameterized one is straightforward. Use a plain collaboration if all you are doing is naming a specific society of classes in your system that work together; use a template collaboration if you can abstract the essential structural and behavioral aspects of the mechanism in a completely domain-independent way, which you can then bind to your abstractions in a given context.

Frameworks

A framework is an architectural pattern that provides an extensible template for applications within a domain. For example, one common architectural pattern you'll encounter in real time systems is a cyclic executive, which divides time into frames and subframes, during which processing takes place under strict deadlines. Choosing this pattern versus its alternative (an even-driven architecture) colors your entire system. Because this pattern (and its alternative) is so common, it makes sense to name it as a framework.

A framework is bigger than a mechanism. In fact, you can think of a framework as a kind of micro-architecture that encompasses a set of mechanisms that work together to solve a common problem for a common domain. When you specify a framework, you specify the skeleton of an architecture, together with the slots, tabs, knobs, and dials that you expose to users who want to adapt that framework to their own context.

شكل ۱-۵: (الف) - (ج) خروجی شکل ۱-۵ (ب)، (الف) روش اول، (ب) روش SEG، (ج) روش SKEL، (د) روش Snake

همان‌طور که در جدول ۵-۵ مشاهده می‌کنید روش اول، بازده خروجی بالاتری نسبت به سه روش دیگر دارد. بالاتر بودن بازده OCR نسبت به روش‌های SEG، Snake و SKEL تأیید کننده برتری روش اول بر این سه روش است.

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

روش‌های بازیابی	تعداد کل کلمات	تعداد خطاها	درصد صحت کلمات
بدون اعمال روش بازیابی	۱۵۶۸۱	۱۴۲۱	۹۰/۹۳۸۰
روش اول	۱۵۶۸۱	۱۰۱	۹۹/۳۶۲۲
روش SEG	۱۵۶۸۱	۷۸۷	۹۴/۹۸۱۱
روش Snake	۱۵۶۸۱	۵۹۰	۹۶/۲۳۷۴
روش SKEL	۱۵۶۸۱	۲۱۷	۹۸/۶۳۲۴

۵-۳-۴-۱ مقایسه کارایی روش اول و روش‌های SEG، Snake و SKEL

در روش گتوس [۶۷] که به روش SEG معروف است، خمیدگی هر کلمه به تنهایی توسط شیب‌اش برطرف می‌گردد، سپس با توجه به چپ‌ترین کلمه‌ی موجود در آن خط، هم‌ترازی عمودی صورت می‌گیرد. در این روش به‌خاطر چرخش و جابجایی صورت گرفته برای قرار گرفتن در مکان نهایی، شکل حروف تا حدود زیادی تخریب خواهد شد. این روش تنها بر روی اسناد بدون اجزای گرافیکی کارایی دارد ولی قادر به حذف اجزای گرافیکی با اعمال فیلتر نویزی که اجزای گرافیکی را با توجه به اندازه آن‌ها حذف می‌کند، می‌باشد. برای همین نسبت به روش خسروی‌راد، جواب قابل قبول‌تری در مواجهه با اجزای گرافیکی ارائه می‌دهد.

روش بوخاری [۷۲] که به روش Snake معروف است، با در نظر گرفتن منحنی‌های خمیده‌ی احاطه کننده‌ی هر خط نوشتاری، هر کدام از خطوط را به فضای بین دو خط مستقیم متناظر با این دو منحنی خمیده، انتقال می‌دهد. این روش هم قادر به بازیابی فرمول و اشکال به درستی نمی‌باشد؛ ولی جواب بهتری نسبت به دو روش SEG و خسروی‌راد در مواجهه با اجزای گرافیکی دارد.

روش ماسالویچ [۵۸] که به روش SKEL معروف است، از پیکربندی تصویر برای رفع تخریب‌های هندسی استفاده می‌کند، این روش برخلاف روش SEG و Snake قادر به بازیابی اجزای گرافیکی می‌باشد. اما این روش بسیار حساس به یافتن پیکره‌بندی می‌باشد و در صورت ایجاد خطا در محاسبه‌ی آن، خروجی اعوجاج خواهد داشت.

در روش اول، مانند روش دوم خمیدگی با تشخیص خطوط نوشتاری اساسی در بالا و پایین سند برطرف گردید و از آنجایی که تقریباً تمام نقاط تصویر در این روش به سطح مستطیلی منتقل شده‌اند، شکل خطوط نوشتاری و اجزای گرافیکی تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند.

در هر سه روش نام‌برده تخریب فتومتریکی به‌وسیله‌ی روش بوخاری [۵۲] برطرف شده است. جدول ۵-۶ خلاصه‌ای از قابلیت‌های روش اول در مقایسه با سه روش SEG، Snake و SKEL را نشان می‌دهد.

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

روش اول	روش SKEL	روش Snake	روش SEG	
بله	بله	بله	بله	رفع تخریب فتومتریکی
بله	بله	بله	بله	رفع خمیدگی
بله	بله	بله	بله	بازیابی خطوط نوشتاری
بله	بله	خیر	خیر	بازیابی اجزای گرافیکی

۴-۵ سرعت اجرای روش اول و روش دوم:

این دو روش، سه قسمت زمان‌بر دارند:

- تشخیص خطوط تصویر: استفاده از روش DLCCM برای تشخیص خطوط یکی از دلایل اصلی کاهش سرعت و پرهزینه‌شدن هر دو روش است. این مرحله بیش از ۸۰ درصد زمان پردازش را به خود اختصاص می‌دهد. استفاده از dilation سرعت محاسبات را به‌خاطر

ماهیت مورفولوژیکی اش افزایش می دهد.

۲. باینری سازی به روش ساولای ارتقاء یافته: محاسبه ی آستانه ی محلی برای هر نقطه از تصویر

نیازمند محاسبه ی میانگین و انحراف معیار پیکسل های همسایگی آن است.

۳. تخمین درجه سه جمله ای منحنی های بالا و پایین: با توجه به آن چه در بخش ۴-۳-۳ گفته

شد، محاسبه ی مرکز اجزا و یافتن ضرایب تابع درجه سه، حتی به وسیله ماتریس وندرموند زمان بر است.

با توجه به مقدار آستانه در الگوریتم DLCCM و الگوریتم dilation زمان برنامه برای پایگاه های داده متفاوت است. یکی از دلایل بالا بودن زمان محاسباتی جامعیت روش نسبت به طرز چینش خطوط و اجزای گرافیکی و چرخش تصویر می باشد.

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

روش اول برحسب ثانیه		روش دوم برحسب ثانیه		روش پایگاه داده
dilation	DLCCM	dilation	DLCCM	
۱۶	۸۶	۲۰	۹۰	پایگاه داده ی ارائه شده
۲۶	۱۲۱	۳۳	۱۳۰	پایگاه داده ی خسروی راد
۱۳	۷۴	۱۸	۸۵	پایگاه داده ی DFKI

با توجه به مقایسه های انجام شده در این فصل، می توان این طور نتیجه گیری کرد که الگوریتم پیشنهادی در رفع اعوجاج تصاویر اسکن شده و تصاویر گرفته شده توسط دوربین دیجیتال دقت بالایی دارد. به علاوه این روش با توجه به ماهیت ساختاری آن و وابستگی کمی که به شکل حروف و کلمات هر زبان دارد، می تواند در هر نوع زبانی که خطوط نوشتاری آن در راستای افقی قرار گرفته، بازده OCR بالایی داشته باشد.

۶ نتیجه‌گیری و پیشنهادات کارهای آینده

۱-۶ خلاصه و نتیجه‌گیری

در این پایان‌نامه، روش‌های مختلفی برای رفع تخریب فتومتریکی و هندسی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از بیان الگوریتم پیشنهادی برای رفع تخریب فتومتریکی، ۱۶ روش برای رفع تخریب هندسی شرح داده شد. همه این روش‌ها بر پایه‌ی آنالیز دوبعدی سند بوده و نیاز به هیچ سخت‌افزار خارجی و یا اطلاعات اولیه از طرز قرارگیری سند نمی‌باشد. از بین این روش‌ها تنها چهار روش به نام‌های روش اول، روش دوم، روش سوم و روش چهارم قدرت آنالیز سند در هر شکل نوشتاری یک‌ستونه با دو خط غالب را دارا می‌باشند.

در فصل چهارم با استفاده از نرم افزار پرشیانگار برای متون فارسی و نرم‌افزار امنی پیچ برای متون انگلیسی بازدهی OCR برای چهار روش پیشنهادی محاسبه گردید؛ که از بین آن‌ها، روش اول و روش دوم به ترتیب برای رفع اعوجاج متون انگلیسی و متون فارسی بازدهی OCR بالاتری دارند. سپس روش دوم با روش خسروی‌راد برای متون فارسی و روش اول با روش‌های SEG، Snake و SKEL برای متون انگلیسی مقایسه شد. بازدهی OCR بیانگر موفقیت روش‌های پیشنهادی نسبت روش‌های دیگر می‌باشد.

۲-۶ یافته‌های پایان‌نامه

یافته‌های پایان‌نامه را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. ایجاد پایگاه داده‌ی فارسی از اسناد اسکن شده که دارای خطوط نوشتاری به همراه اجزای گرافیکی و هم خطوط نوشتاری به تنهایی می‌باشند. این اسناد دارای تخریب فتومتریکی و هندسی قابل توجه‌ای بوده و به‌صورت طبیعی از کتب فارسی گردآوری شده اند؛
۲. استفاده از سه پایگاه داده به صورت همزمان و اعمال چهار روش پیشنهادی بر روی آن‌ها؛

۳. تعیین مقدار طول پنجره و ضریب k برای باینری‌سازی به روش ساولا برای پایگاه داده‌ی ارائه شده که در آن k برابر $0/1$ و طول پنجره برابر ۱۵ می‌باشد؛
۴. استفاده از روش مورفولوژیکی حذف حاشیه‌های سیاه که در تصویر باینری‌شده وجود دارند؛
۵. استفاده از الگوریتم DLCCM و الگوریتم dilation که الگوریتم DLCCM خروجی بهتر و الگوریتم dilation سرعت بالاتری دارد. بسته به کاربرد می‌توان یکی را فدای دیگری کرد؛
۶. ایجاد فیلتری برای حذف خطوط کوچک با استفاده از قطر بیضی محاط‌کننده‌ی اجزای متصل آن خط؛
۷. بدست آوردن نقاط ابتدایی و انتهایی هر خط با استفاده از یافتن بالاترین و پایین‌ترین گوشه‌ی هر سمت؛
۸. ایجاد فیلتر برای حذف خطوطی که جزء خطوط غالب تصویر نمی‌باشند؛
۹. استفاده از مرکز اجزای متصل برای یافتن منحنی سه‌جمله‌ای خمیدگی‌های خطوط بالا و پایین؛
۱۰. استفاده از مرکز کلمات برای یافتن منحنی سه‌جمله‌ای خمیدگی‌های خطوط بالا و پایین؛
۱۱. یافتن طول سطح مستطیلی به دو روش کمینه و بیشینه‌ی طول منحنی $\widehat{AB}$ و $\widehat{DC}$ ؛
۱۲. انتقال نقاط به سطح مستطیلی از طریق ایجاد نواحی مختلف و با استفاده از نوار متحرک $E_i G_i$ ؛
۱۳. همپوشانی نقاط انتقال نیافته از طریق آنالیز عمودی؛
۱۴. استفاده از دو نرم‌افزار قدرتمند OCR برای ارزیابی روش‌های موجود؛
۱۵. ایجاد مقایسه بین دو روش متفاوت برای اسناد فارسی به‌وسیله‌ی نرم‌افزار OCR و تعیین بازدهی صحت کلمات؛
۱۶. ایجاد مقایسه بین چهار روش متفاوت برای اسناد انگلیسی به‌وسیله‌ی نرم‌افزار OCR و تعیین بازدهی صحت کلمات.

۳-۶ کارهای آینده

با توجه به الگوریتم پیشنهادی در پایان نامه، کارهای زیر را در آینده انجام خواهیم داد:

۱. رفع وابستگی الگوریتم پیشنهادی به مقدار پارامترهایی مانند مقدار آستانه در DLCM و

dilation؛

۲. استفاده از خطوط بالا و پایین صفحه‌ی قبلی یا بعدی برای متون نوشتاری که خطوط بالا و

پایین غالبی ندارند؛

۳. کاهش هزینه‌های محاسباتی به منظور افزایش سرعت الگوریتم پیشنهادی؛

۴. اعمال روش فوق بر روی خطوط دست‌نویس فارسی و انگلیسی؛

۵. برداشتن اجزای گرافیکی و بازبایی کردن دوباره آن با استفاده از شبکه عصبی آموزش دیده و

یا با استفاده از فیلتر محدود کننده‌ی عرض و طول و سپس رفع اعوجاج تصاویر با استفاده از

مرکز ثقل هر کلمه و بهبود لبه‌های خطوط با اعمال روشی مشابه روش خسروی‌راد؛

۶. ارتقای روش فوق برای تصاویری که دوستونه می‌باشند.

۷ منابع و مأخذ

- [1] **M. shamqoli, and H. khosravi**, "*Border Detection of Document Images Scanned From Large Book*", zanzan , The 8th Iranian Conference on Mashin Vision (MVIP2013), Zanzan, 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), Zanzan, Iran, 2013.
- [3] **A. Rosenfeld, and P. De La Torre**, "*Histogram concavity analysis as an aid in threshold selection*", Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, Vol. 13, pp. 231 - 235, March-April 1983.
- [4] **T. Du-Ming**, "*A fast thresholding selection procedure for multimodal and unimodal histograms*", Pattern Recognition Letters, Vol. 16, pp. 653-666, 1995.
- [5] **T. Kampke, and R. Kober**, "*Nonparametric optimal binarization. Brisbane*", Pattern Recognition, Proceedings. Fourteenth International Conference on, Vol. 1, pp. 27-29, 1051-4651, 1998.
- [6] **T. W. Ridler, and S. Calvard**, "*Picture thresholding using an iterative selection method*. IEEE transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 8, pp. 630-632, 1978.
- [7] **N. Otsu**, "*A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms*", IEEE Transactions Systems, Man and Cybernetics, Vol. 9, pp 62–66, 0018-9472, 12 November 2007.
- [8] **S. Cho, R. Haralick, and S. Yi**, "*Improvement of Kittler and Illingworth's minimum error*" Pattern Recognition, Elsevier, Vol. 22, pp. 609-617, 0031-3203, 1989.
- [9] **C. V. Jawahar, P. K. Biswas, and A. K. Ray** "*Investigations on fuzzy thresholding based on fuzzy*", Pattern Recognition, Elsevier, Vol. 30, pp. 1605-1613, 0031-3203, 1997.
- [10] **J. N. Kapur, P. K. Sahoo, and A. K. C. Wong**, "*A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram*", Computer vision, graphics, and image processing, Elsevier, Vol. 29, pp. 273-285, 1985.
- [11] **C. H. Li, and P. K. S. Tam**, "*An iterative algorithm for minimum cross entropy thresholding*", Pattern Recognition Letters, Elsevier, Vol. 19, pp. 771-776, 1988.
- [12] **H. D. Cheng, Y. H. Chen, and Y. Sun**, "*A novel fuzzy entropy approach to image enhancement and thresholding*", Signal Processing, Elsevier, Vol. 75, pp. 277-301, 1999.

- [13] **W. H. Tsai**, "*Moment-preserving thresholding: A new approach*", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Elsevier, Vol. 29, pp. 377-393, 1985.
- [14] **L. K. Huang, and M. J. Wang**, "*Image thresholding by minimizing the measures of fuzziness*", Pattern recognition, Elsevier, Vol. 28, pp. 41-51, 1995.
- [15] **L. Hertz, and R. W. Schafer**, "*Multilevel thresholding using edge matching*", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Elsevier, Vol. 44, 1988.
- [16] **J. C Russ**, "*Automatic discrimination of features in gray scale images*", Journal of Microscopy, Wiley Online Library, Vol. 148, pp. 263-277, 1987.
- [17] **C. K. Leung, and F. K. Lam**, "*Maximum segmented image information thresholding*", Graphical Models and Image Processing, Elsevier, Vol. 60, pp. 57-76, 1998.
- [18] **A. Rosenfeld**, "*The fuzzy geometry of image subset*", Pattern Recognition Letters, Elsevier, Vol. 2, pp. 311-317, 1984.
- [19] **R. L. Kirby, and A. Rosenfeld**, "*A Note on the Use of (Gray Level, Local Average Gray Level) Space as an Aid in Threshold Selection*", DTIC Document, 1979.
- [20] **N. R. Pal, and S. K. Pal**, "*Entropic thresholding*", Signal processing, Elsevier, Vol. 16, pp. 97-108, 1989.
- [21] **A. S. Abutaleb, and A. Eloteifi**, "*Automatic Thresholding of Gray-Level Pictures Using 2-D Entropy*", 31st Annual Technical Symposium, International Society for Optics and Photonics, pp. 29-35, 1988.
- [22] **W. Niblack**, "*An introduction to digital image processing*", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1986.
- [23] **J. M. White, and G. D. Rohrer**, "*Image Thresholding for Optical Character Recognition and Other Application Requiring Character Image Extraction*", IBM Journal on Research and Development, Vol. 27, pp. 400-411, 1983.
- [24] **S. D. Yanowitz and A. M. Bruckstein**. "*A New Method for Image Segmentation*. Computer Vision Graphics and Image Processing (CVGIP), pp. 82-95, 1982.
- [25] **J. Bernsen**, "*Dynamic thresholding of grey-level images*", Proc. 8th ICPR, Vol. 1, pp. 252-255, 1986.
- [26] **Y. Yibing, and Y. Hong**, "*An adaptive logical method for binarization of degraded document images*" Pattern Recognition, Elsevier, Vol. 33, pp. 787-807, 2000.
- [27] **C. A. Murthy, and S. K. Pal**, "*Fuzzy thresholding: mathematical framework, bound*

functions and weighted moving average technique", Pattern Recognition Letters, Elsevier, Vol. 11, pp. 197-206, 1990.

[28] **J. Sauvola, and M. Pietikainen**, "Adaptive document image binarization", Pattern Recognition, Vol. 32, No. 2, 2000.

[29] **N . Stamatopoulos, B. Gatos, and I. Pratikakis**, "A methodology for document image dewarping techniques performance evaluation", In Document Analysis and Recognition (ICDAR'09) 10th International Conference on, pp. 956 - 960, July, 2009.

[30] **B. Gatos, N. Pratikakis, N . Stamatopoulos, I. Pratikakis, and S.J. Perantonis**, "Goal-Oriented Rectification of Camera-Based Document Images", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 20, No. 4, pp. 910 - 920, April 2011.

[۳۱] خسروی راد س، (۱۳۸۶)، پایان‌نامه‌ی ارشد: "رفع/عوجاج غیر خطی در تصاویر اسناد فارسی"، دانشکده برق و رباتیک، صنعتی شاهرود،

[32] **J. Kanai, T. A. Nartker, S. Rice, and G. Nagy**. "Performance metrics for document understanding systems" 2nd Int. Conf. Document, pp. 424-427, Japan, 1993.

[33] **D. Carmo**. "Differential Geometry of Curves and Surfaces", Prentice Hall, 1976.

[34] **M. Pilu**, "Undoing Page Curl Distortion Using Applicable Surfaces", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol. 1, pp. 67-72, 2001.

[35] **M. S. Brown, and W. B. Seales**, "Document Restoration using 3D Shape: a General Deskewing Algorithm for Arbitrarily Warped Documents", International Conference on Computer Vision (ICCV), Vol. 2, pp. 367-374, 2001.

[36] **D. Terzopoulos, and K. Fleischer**, "Modeling Inelastic Deformations Viscoelasticity, Plasticity, Fracture". International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH), pp. 269-278, 1988.

[37] **D. Terzopoulos, J. C. Platt, and A. H. Barr**. "Elastically Deformable Models", International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH), pp. 205-214, 1987.

[38] **M. S. Brown, and W. B. Seales**, "Beyond 2D Images: Effective 3D Imaging for Library Materials" ACM Conference on Digital Library (ACM DL), pp. 27-36, 2000.

[39] **M. S. Brown and W. B. Seales**, "Digital Atheneum: New Approach for Preserving, Restoring and Analyzing Damaged Manuscripts", IEEE/ACM Joint Conference on Digital Library, pp. 437-443, 2001.

- [40] **O. Faugeras**, *"Three-Dimensional Computer Vision: A Geometric Viewpoint"*, MIT Press, Cambridge, MA, 1993.
- [41] **A. Doncescu, A. Bouju, and V. Quillet**. *"Former Books Digital Processing: Image Warping"*, International Workshop of Document Image Analysis (DIA), pp. 5-9, 1997.
- [42] **B. Smythe**, *"A Two-Pass Mesh Warping Algorithm for Object Transformation and Image Interpolation"*, ILM Technical Memo #1030 Computer Graphics Department, Lucasfilm Ltd, 1990.
- [43] **A. Yamashita, A. Kwarago, T. Kaneko, and K. T. Miura**. *"Shape Reconstruction and Image Restoration for Non-Flat Surface of Document with a Stereo Vision System"*, International Conference on Pattern Recognition (ICPR), 2004.
- [44] **Migilik**. (2013, june 13). Retrieved july 12, 2013, from wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline
- [45] **T. Wada, H. Ukida, and T. Matsuyama**. *"Shape from Shading with Interreflections Under a Proximal Light Source: Distortion-Free Copying of an unfolded Book"*, International Journal of Computer Vision (IJCV), Vol. 24m, No. 2, pp. 125-135, 1997.
- [46] **S. K. Nayar, K. Ikeuchi, and T. Kanade**. *"Shape from Interreflection"*, International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 2-11, 1990.
- [47] **H. Cao, X. Ding, and C. Liu**, *"A Cylindrical Model to Rectify the Bound Document Image"*, International Conference on Computer Vision (ICCV), Vol. 2, pp. 228-233, 2003.
- [48] **L. Zhang, A.M. Yip, M.S. Brown, and C.L. Tan**, *"A unified framework for document restoration using inpainting and shape from shading"*, Pattern recognition, Vol. 42, No. 11, 2961-2978, 2009.
- [49] **M. Sezgin, and B. Sankur**, *"Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation"*, Journal of Electronic imaging, Vol. 13, No. 1, Jan 2004.
- [50] **E. Badekas, and N. Papamarkos**, *"Automatic evaluation of document binarization results"*, Proceedings of the 10th Iberoamerican Congress conference on Progress in Pattern Recognition (CIARP'05), pp. 1005-1014, Havana, Cuba, 2005.
- [51] **Z. Zheng, and C. L. Tan**, *"Correcting document image warping based on regression of curved text linesc"*, Seventh International Conference on Proceedings, IEEE, pp. 589-593, 2003.
- [52] **B. Gatos, I. Pratikakis, and S. J. Perantonis**, *"Adaptive degraded document image binarization"*, Pattern recognition, Vol. 15, No.6, 1544-1554, Jun. 2006.

- [53] **S. Bukhari, F. Shafait, and T. Breuel**, "*Foreground-Background Regions Guided Binarization of Camera-Captured Document Images*", Proceedings of the Third International Workshop on Camera Based Document Analysis and Recognition, Barcelona, Spain, 2009.
- [54] **A. Jain**, "*Fundamentals of Digital Image Processing*", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1989.
- [55] **R.J Schilling**, "*Fundamentals of Robotics Analysis and Control*", Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ , 1990.
- [56] **Y. C. Tsoi, and M. S. Brown**, "*Geometric and Shading Correction for Images of Printed Materials – A Unified Approach Using Boundary*", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol. 1, pp. 240-246, 2004.
- [57] **S. Coons**, "*Surface for Computer Aided Design*", Technical Report, MIT, 1968.
- [58] **A. Masalovitch and L. Mestetskiy**, "*Usage of continuous skeletal image representation for document images de-warping*", 2nd Int. Workshop on Camera-Based Document Analysis and Recognition, Curitiba, Brazil, 2007.
- [59] **ChrisGualtier**. (2013, April 19). Retrieved April 25, 2013, from wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/B%C3%A9zier_curve.
- [60] **O. Lavaille, X. Molines, F. Angella, and P. Baylou**, "*Active Contours Network to Straighten Distorted Text Lines*", International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 1074-1077, 2001.
- [61] **M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos**, "*Snakes: Active Contour Models*", International Journal of Computer Vision (IJCV), Vol. 1, pp. 321-331, 1988.
- [62] **Petergans**. (2013, August 25). Retrieved August 28, 2013, from wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/B-spline#Cubic_B-Spline.
- [63] **Z. Zhang, and C. L. Tan**, "*Recovery of distorted document images from bound volumes*. Seattle", In Proceedings International Conference on Document Analysis and Recognition, pp. 429–433, WA, USA, 2001.
- [64] **C. Strouthopoulos, N. Papamarkos, and C. Chamzas**, "*Identification of text-only areas in mixed-type documents*", Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 10, pp. 387–401, 1997.
- [65] **C. Wu, and G. Agam**, "*Document image De-warping for Text/Graphics*", IAPR Int. Workshop Structural, Syntactic Statistical Pattern Recognit, pp. 348–357, Windsor, Canada,

2002.

- [66] **Z. Zheng, and C. L. Tan**, "*Warped image restoration with applications to digital libraries*", Document Analysis and Recognition, Proceedings. Eighth International Conference on. IEEE, pp. 192-196, Seoul, Korea, 2005.
- [67] **B. Gatos, N. Pratikakis , and K. Ntirogiannis**, "*Segmentation Based Recovery of Arbitrarily Warped Document Images*", Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), Vol. 2, pp. 989 - 993, 23-26 Sept. 2007.
- [68] **F. M. Wahl, K. Y. Wong, and R. G. Casey**, "*Block segmentation and text extraction in mixed text/image documents*", Computer Graphics and Image Processing, Vol. 20, pp. 375–390, 2006.
- [69] **B. Gatos and K. Ntirogiannis**, "*Restoration of arbitrarily warped document images based on text line and word detection*", In Proceedings 4th IASTED International Conference on Signal Processing, Pattern Recognition, and Applications, pp. 203–208, Innsbruck, Austria, 2007.
- [70] **A. Ulges, C. H. Lampert, and T. M. Breuel**, "*Document image dewarping using robust estimation of curled text lines*", in Proc. 8th Int.Conf. Document Anal. Recognit, pp. 1001–1005, Seoul, Korea, 2005.
- [71] **T. M. Breuel**, "*Robust least square baseline finding using a branch and bound algorithm*" , In Proceedings 9th International Conference on Document Recognition and Retrieval, pp. 20–27, San Jose, CA, USA, 2002.
- [72] **S. S. Bukhari, F. Shafait, and T. M. Breuel**, "*Dewarping of document images using coupled-snakes*" , in Proc. Int. Workshop Camera-Based Document Anal. Recognit, pp. 34–41, Barcelona, Spain, 2009.
- [73] **B. Fu, M.Wu, R. Li,W. Li, and Z. Xu**, "*A model-based book dewarping method using text line detection*", In Proceedings 2nd International Workshop on Camera Based Document Analysis and Recognition, pp. 63–70, Curitiba, Barazil, 2007.
- [74] **N . Stamatopoulos, B. Gatos, I. Pratikakis, and S.J. Perantonis**, "*A Two-Step Dewarping of Camera Document Images*", in Proc. 8th Int. Workshop Document Analysis Syst. (DAS '08),The Eighth IAPR, pp. 209- 216, 16-19 Sept. 2008.
- [75] **F. Shafait**, Document Image Dewarping Contest in CBDAR 2007. [Online] <http://www.dfki.uni-kl.de/~shafait>.
- [76] **P. Soille**, "*Morphological Image Analysis*", Principles and Applications, Springer, pp. 164-

165, 1999.

- [77] **S. Zhixin, and G. Venu**, "*Multi-scale Techniques for Document Page Segmentation*", Document Analysis and Recognition, Proceedings. Eighth International Conference on, IEEE. pp. 1020-1024, 2005.
- [78] **Cuzkatzimhut**. (2013, july 28). Retrieved August 25, 2013, from *wikipedia*: https://en.wikipedia.org/wiki/Vandermonde_matrix
- [79] **H. Khosravi, and E. Kabir**, "*A blackboard approach towards integrated Farsi OCR system*", Document Analysis and Recognition, International Journal of Document Analysis and Recognition (IJDAR), Vol. 12, No. 1, pp. 21-32, 2009.
- [80] **OmniPage 18**. <http://www.nuance.com> [Online]
- [81] **Y. Rangoni, F. Shafait, and T. M. Breuel**, "*OCR based thresholding*", In Proceedings IAPR Conference on Machin Vision Applications, Yokohama ,Japan, 2009.
- [82] **H. Cao, X. Ding, and C. Liu**, "*Rectifying the bound document image captured by the camera a model based approach*", In Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR), pp. 71-75, Edinburgh, 2003.

Abstract:

Document images produced by scanner or digital camera, usually suffer from two main distortions: geometric and photometric. Both of them deteriorate the performance of OCR systems. In this thesis, we present a novel method to compensate for undesirable geometric distortions aiming to improve OCR results. Our methodology is based on adaptive document image binarization using a modified Sauvola method, and transformation which addresses the projection of the curve lines to 2-D rectangular area combined with finding text lines. We proposed 4 methods, suitable for English and Farsi documents. To evaluate the proposed methods, we used two OCR softwares, Persian Reader and OmniPage. Experimental results on several document images indicate the effectiveness of the proposed method.

Keywords: Document image processing, document image rectification, image dewarping, text line detection, photometric distortion, geometric distortion, dataset, OCR.



Shahrood University of Technology
Faculty of Electrical and Robotic Engineering

**Document image restoration for images scanned from Persian
books**

Maryam Shamqoli

Supervisor: **Dr.Hossein Khosravi**

September 2013