دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

فشرده سازی تصاویر MRI سه بعدی مغز بر اساس تقارن

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر

سمیه امرایی

اساتید راهنما

دکتر شادرخ سماوی، دکتر محمد داورپناه جزی

1388

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر خانم سمیه امرایی

تحت عنوان

فشرده سازی تصاویر MRI سه بعدی مغز بر اساس تقارن

در تاریخ 3 /11/ 1388 توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

1- استاد راهنمای پایان نامه دکتر شادرخ سماوی

2- استاد راهنمای پایان نامه دکتر محمد داورپناه جزی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر سید محمود مدرس هاشمی

کلیه حقوق مادی مرتبت بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نو آوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه **صنعتی اصفهان** است.

این پایان نامه با حمایت **مرکز تحقیقات مخابرات ایران** به پایان رسیده است.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند.

با سپاس فراوان از

اساتید ارجمند، **جناب آقای دکتر سماوی** و **جناب آقای دکتر داورپناه** که با راهنماییهای

ارزشمند خود راهگشای اینجانب بودهاند.

همچنین از محبت و زحمات کلیه اساتید و دانشجویان دانشکده برق و کامپیوتر به ویژه اعضای محترم

آزمایشگاه تحقیقاتی طراحی سخت افزار تشکر و قدرانی می‌نمایم.

با آرزوی موفقیت برای این عزیزان

چکیده

تصویر برداری به روش MRIنمونهای از تکنیک‌های تصویربرداری دیجیتال در علم پزشکی است. در این روش با استفاده از امواج مغناطیسیتصاویرروشن و دقیقی از بافت های مختلف بدن ایجاد می گردد. با استفاده ازدستگاهMRIامکان تصویر برداری از اغلب بافت‌های بدن وجود دارد. این دستگاه قادر به تصویربرداری از بافت‌های محصور شده توسط استخوان استو به همین دلیلتصاویر MRIدر جهت بررسی و تشخیص بیماری‌های مغز و نخاع کمک شایانی مینمایند .حسن اصلی استفاده از تصاویر پزشک ی دیجیتالی مانند تصاویر MRIعلاوه بر کیفیت بالای آن‌ها، ارسال سهل این‌گونه تصاویر بر روی شبکه و نیز سادگی دسته بندی و ذخیره سازی آنها می باشد. همچنین با تولید تصاویر پزشکی دیجیتالی می‌توان از روش‌های خودکار پردازش تصویر در جهت کمکبه تشخیص هرچه بهتر پزشکان استفاده نمود.مشکل اصلی در این زمینه حجم بالای تصاویر است که با توجه به محدودیت رسانه‌های ذخیره سازی و نیز محدویت پهنای باند در کاربردهای پزشکی از راه دور ، ایجاد روش‌های فشرده‌سازی با نرخ فشرده‌سازی بالا را ضروری کرده است . در این پایان نامه روشی جدید برای فشرده‌سازی تصاویر MRIسه‌بعدی مغز ارائه می‌شود که در آن از ویژگی تقارن مغز برای بالا بردن نرخ فشرده‌سازی استفاده می‌شود. در این روش ابتدا روش پیشگویی مناسبی بر روی تمامی برش‌های موجود در مجموعه داده سه‌بعدی اعمال می‌شود. سپس با استفاده از متد تطابق بلاک درون برشی نیمه سمت چپ تصویر خطای حاصل از پیشگویی با استفاده از نیمه سمت راست تخمین زده می‌شود. به این ترتیب سعی می‌شود افزونگی درون تصاویر تا حد امکان حذف گردد. سپس بر روی شباهت‌های موجود در بین تصاویر متوالی تمرکز می‌شود. برای استخراج افزونگی های بعد سوم تطابق بلاک بین برشی و مدل سازی متن سهبعدی استفاده می‌شود. همچنین از رگراسیون برای بهبود پیشگویی در داده های موجود در هر متن استفاده می گردد. در نهایت کدگذار آنتروپی مانند کدگذار ریاضی برای فشرده‌سازی داده‌های حاصل از مراحل به کار می رود. برای اطمینان از کارآیی روش پیشنهادی نتایج بدست آمده با نتایج روش های فشرده سازی استاندارد مقایسه شده است.

کلمات کلیدی

MRI، تصاویر سهبعدی پزشکی، فشردهسازی، تطابق بلاک، مدل سازی متن

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست مطالب ..... هشت
چکیده 1
فصل اول: مقدمه 2
ساختار پایان نامه 8
فصل دوم:مروری برکارهای انجام شده 10
2-1 مقدمه 10
2-2 روش‌هایفشرده‌سازی دوبعدی 11
2-3 روش‌های فشرده‌سازی سه بعدی 27
2-4 روش های فشرده سازی چهاربعدی 38
2-5 جمع بندی 43
فصل سوم:فشرده سازی بر اساس پیشگویی 44
3-1مقدمه 44
3-2 معیارهای ارزیابی فشرده سازی بدون اتلاف تصاویر 45
3-2-1 آنتروپی 45
3-2-2 کارایی فشرده سازی 46
3-2-3 نرخ فشرده سازی 46
3-3 توابع پیشگویی 46
3-3-1 تابع پیشگوییMED 46
3-3-2 تابع پیشگوییGAP 48
3-3-3 تابع پیشگوییALCM 50
3-4 روش های کدگذاری آماری 52
3-4-1 کدگذاری به روش هافمن 52
3-4-2 کدگذاری به روش هافمن تطبیقی 54
3-4-3 کدگذاری به روش ریاضی 54
3-4-4 کدگذاری به روش ریاضی تطبیقی 56
3-5 مقایسه کارایی توابع پیشگویی برروی تصاویرMRI 58

3-6 جمع بندی 59
فصل چهارم:فشـرده سازی تصاویرMRIسه بعدی مغزبا استفاده ازتقارن..... 60
4-1 مقدمه 60
4-2 بررسی تصاویرMRIمغز 61
4-3 فشرده سازی براساس تقارن 61
4-3-1 روش پیشنهادی اول 62
4-3-2 روش پیشنهادی دوم 63
4-3-3 روش پیشنهادی سوم 67
4-3-4 روش پیشنهادی چهارم 69
4-3-5 روش پیشنهادی پنجم 71
4-3-5روش پیشنهادی ششم 73
4-4 بررسی نتایج 85
4-5 جمع بندی 89
فصل پنجم: نتیجه گیری وپیشنهادات..... 90
5-1 نتیجه گیری 90
5-2 پیشنهادات 92
مراجع..... 94

فصل اول

مقدمه

- با پیشرفت تکنولوژی و استفاده روز افزون از کامپیوتر در امور مختلف استفاده از تصاویر، فایلهای صوتیو فیلم های دیجیتالی غیر قابل انکار است. از جمله تصاویر دیجیتالیبسیار مهم میتوان بهطیف وسیع و متنوع تصاویر پزشکی اشاره کرد. تصویر برداری به روش MRI[1]نمونهای از تکنیک هایتصویربرداریدیجیتال در علم پزشکیاست. در این روش با استفاده از امواج مغناطیسیتصاویرروشن و دقیقیاز بافت های‌مختلف بدن ایجاد می گردد. با استفاده ازدستگاهMRIامکان تصویر برداری از اغلب بافت های بدن وجود دارد. این دستگاه قادر به تصویربرداری از بافت‌های محصور شده توسط استخوان استو به همین دلیلتصاویر MRI در جهت بررسی و تشخیص بیماری‌های مغز و نخاع‌کمک شایانی مینمایند . بهدلیل دقت و وضوح بسیار بالای تصاویر MRI، این روش به عنوان بهترین روش در بین پزشکان برایافتن غده‌های خوش‌خیم‌یا بدخیم در مغز شناخته شده است.مشاهده رشته بافت‌های نامتعادل که در صورت ابتلا به S.M.[2] روی می‌دهد ونیز تغییرات رخ داده در هنگام خونریزی مغزی‌در تصاویر MRI به راحتی‌امکان پذیر است. همچنین این روش، تشخیص وجود کمبود اکسیژن پس از سکته مغزیرا میسر می‌سازد. تاکنون هیچ خطر یا اثرات جانبی برایتصویربرداریMRIشناخته نشده است. حسن دیگر این روش در این است که دردناک نیستوفرد در معرض عوارض زیان‌بار پرتو ایکس قرار نمی‌گیرد بنابراینبدون ایجاد مشکل خاصی در صورت لزوم در طول درمانقابل تکرار است. تنها نکته منفی این روش در این است که بیمار در محفظه بسته استوانه شکلی قرار می‌گیرد که این امر برای افراد مبتلا به تنگناترسی (هراس از جاهای بسته و تنگ) چندان خوشایند نیست.

---

[1]Magnetic Resonance Imaging

[2]Multiple Sclerosis

در این روش بیمار در داخل آهن ربای لوله‌ای شکل بزرگی قرار می‌گیرد.میدان مغناطیسی موجود در دستگاه، اتم‌های بدن را تحت تاثیر قرار می‌دهد به طوری که هسته اتم‌ها در موقعیت متفاوتی قرار می‌گیرند. با بازگشت به حالت اول، هسته اتم‌ها امواج مخصوص به خود را ساطع می‌کنند. دستگاه MRI این سیگنال‌ها را دریافت کرده و کامپیوتر متصل به دستگاه، آن‌ها را به صورت عکس‌های دیجیتال درمی‌آورد. مبنای ایجاد این تصاویر محل و قدرت سیگنال‌های ورودی است.از آنجا که بدن انسان عمدتا شامل آب است و آب حاوی اتم‌های هیدروژن است، اغلب از هسته اتم هیدروژن برای ایجاد تصویرMRIاستفاده میشودبه این ترتیب بافتی که کمترین اتم‌های هیدروژن را دارد (مثل استخوان‌ها) در تصویر تیره می‌شود، در حالی که بافت‌ها ی پر هیدروژن (مانند بافت چربی) روشن تر دیده می‌شوند.به عنوان مثال اگر غده یا بافت غیرطبیعی در مغز بیمار وجود داشته باشد به صورت لکه‌ای در تصویر ظاهر خواهد شدکه‌رنگ آن با رنگ سایر نقاط سر متفاوت است. این تفاوت رنگ به این دلیل به وجود می‌آید که میزان هیدروژن غدد نامتعادل با میزان هیدروژن بافت‌های اطراف آن متفاوت است. بنابراین پس از تابش امواج رادیویی ، سیگنال‌ها و در نتیجه تصویر مربوط به بافت غیر طبیعی‌ایجاد می‌شود.

به طور کلی‌حسن اصلی استفاده از تصاویر پزشکی دیجیتالی مانند تصاویر MRI علاوه بر کیفیت بالای آن‌ها به سادگی‌ارسال این گونه تصاویر بر روی شبکه و نیز سادگی دسته بندی و ذخیره‌سازی آنها برمی‌گردد. همچنین با تولید تصاویر پزشکی دیجیتالی می‌توان از روش‌های خودکار پردازش تصویر در جهت کمکبه تشخیص هرچه بهتر پزشکان استفاده نمود.مشکل اصلی در این زمینه حجم بالای تصاویر است که با توجه به محدودیت رسانه‌های ذخیره‌سازی و نیز محدویت پهنای باند در کاربردهای شبکه‌ای و پزشکی از راه دور، ایجاد روش‌های فشرده‌سازی با نرخ فشرده‌سازی بالا را ضروری‌کرده است.

از آنجا که هدف این پایان نامه ارائه راهکارهایی برای فشردهسازی تصاویر MRI است لازم است در ادامه کمی راجع به کلیات روشهای فشردهسازی مختلف بحث شود. به طور کلی‌طرحفشرده‌سازی شامل دو مولفه کدگذار و کدگشا است. کدگذارمولفه‌ایست که تصویر اولیه را به عنوان ورودی دریافت می کند و الگوریتم فشرده‌سازی را بر روی آن انجام می‌دهد. در طرف دیگر مولفه کدگشا فایل فشرده شده را دریافت می‌کند و با اجرای عملیات معکوس، تصویر اصلی را بازسازی می‌نماید.تکنیک‌های فشرده‌سازی به سه دسته بدون اتلاف، بااتلاف و با اتلاف کنترل شده تقسیم می‌شوند. روش‌های فشرده‌سازی بدون اتلاف، بازسازی دقیق تصویر اصلی را تضمین می‌کنند اما روشهایفشرده‌سازی با اتلاف در جهت افزایش نرخفشرده‌سازی ، برخی اطلاعات غیرضروری تصویر را دور می‌ریزند. در فشرده‌سازی با اتلاف کنترل شده میزان خطای موجود در تصویر بازسازی شده توسط کاربر تعیین می‌شود.

با وجود اینکه در اکثر روش‌های فشرده‌سازی با اتلاف و یا با اتلاف کنترل شده، تصویر فشرده شده تا حد زیادی شبیه به تصویر اصلی است اما در مورد تصاویر پزشکی به علت حساسیت موضوع به ندرت از این روش‌ها استفاده می‌شود. اغلب پزشکان مایلند تصاویر فشرده شده حاوی تمامی اطلاعات موجود در تصویر اولیه باشد و هیچ تفاوتی بین تصویر بازسازی شده و تصویر اصلی وجود نداشته باشد. از آنجا که ممکن است از بین رفتن جزییات دقیق تصویر بر روی تشخیص و در نتیجه درمان بیمار تاثیر منفی داشته باشد، اغلب روش‌های پیشنهاد شده در زمینه فشرده‌سازی تصاویر پزشکی به صورت بدون اتلاف عمل می‌کنند. البته باید به‌این نکته توجه داشت که روش‌های فشرده‌سازی با اتلاف دارای نرخفشرده‌سازی بالاتری نسبت به روش‌های فشرده‌سازی بدون اتلاف هستند. اما همان گونه که گفته شد در مورد تصاویر پزشکی حفظ تمامی اطلاعات موجود در تصویر اولیه مهم تر از دستیابی به نرخ فشرده‌سازی بالاتر است.

برخی روش‌های فشرده‌سازی تصاویر پزشکی بر اساس این ایده ایجاد شدهاند که تمامی نقاط تصویر دارای اهمیت یکسانی نیستد.قسمت‌هایمربوط به بافت تحت معالجه برای پزشکان دارای اهمیت بسیار زیادی است و برخی قسمت‌های تصویر مانند زمینه اهمیت چندانی ندارند. بنابراین می‌توان روشی را تصور کرد که در آن سعی می‌شود با استفاده از دقت‌های مختلف فشردهسازی در بخش‌های مختلف تصویر ، نرخ فشرده‌سازی کل افزایش یابد. این روش‌ها را روش‌های مبتنی بر ROI[1] می‌نامند و در مقابل روش‌هاییکنواخت قرار میگیرند که کل تصویر را از لحاظ اهمیت یکسان می‌دانند. منظور از ROI منطقه پراهمیت تصویر است. تصاویری که به وسیله‌این روش‌ها فشرده‌سازی می‌شوند می‌بایست حاوی تمامیاطلاعات پراهمیت تصویر اولیه باشند و باید تا حد امکان تضمین شود که فشرده‌سازی تصویر تاثیر منفی بر تشخیص پزشک نداشته باشد[1-3].یکی از مهم‌ترین مرحله‌ها در روش‌های فشرده‌سازی مبتنی بر ROI تعیین منطقه پراهمیت است. آنچه که مهم است این است که نباید هیچ بخش مهمی‌از تصویر تحت فشرده‌سازی با اتلاف و یا فشرده‌سازی با دقت پایین قرار گیرد. به همین دلیل لازم است تعیین مرزهای بین مناطق کم اهمیت و مناطق پر اهمیت به دقت صورت پذیرد[4].همین امر اغلب سبب پیچیده شدن روش های مبتنی بر ROI می گردد.

از منظر دیگر روش‌هایفشرده‌سازی را می‌توان به دو دسته "روش‌های مبتنی بر پیشگویی" و "روش‌های مبتنی بر تبدیل" تقسیم کرد. در روش‌های مبتنی بر پیشگویی، وابستگی‌ها و افزونگی‌های موجود در پیکسل‌های تصاویر استخراج می‌شود و سعی می‌شود سطح روشنایی هر پیکسل توسط پیکسل‌های همسایه آن تخمین زده شود . سپس به جای ذخیره‌سازیپیکسل‌های تصویر اصلی اختلاف بین مقدار واقعی پیکسل‌ها و مقدار پیشگویی شده به عنوان خطای

[1] Region Of Interest

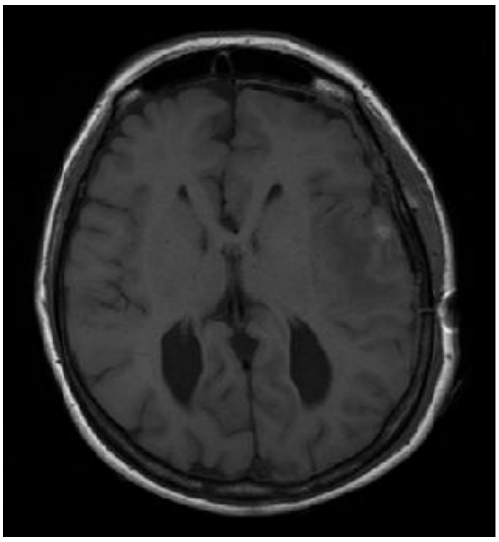
حاصل از پیشگویی ذخیره می شود.الگوریتم‌های پیشگویی متفاوت و همچنین روش‌های فشرده‌سازی بسیارزیادی بر پایه پیشگویی به وجود آمده‌اند که در فصل سوم به بررسیبرخی از آنان می‌پردازیم.

روش‌های مبتنی بر تبدیل، پیکسل‌های موجود در تصویر را تحت تبدیل خطیا غیر خطی به اعداد متناظر تبدیل می‌کنند. این تبدیلات با این هدف صورت می‌گیرد که اعداد حاصل شده دارای قابلیت فشرده‌سازی بیشتری نسبت به اعداد اولیه می‌باشند. از جمله روش‌های مبتنی بر تبدیل می‌توان به روش‌هایی ا شاره کرد که از تبدیلات موجک [1] استفاده می‌کنند.استفاده از تبدیلات موجک در فشرده‌سازی تصاویرپزشکی به یکی از دیدگاه های مهم در این زمینه تبدیل شده است.در این گونه روش‌هاکه روش‌های مبتنی بر موجک نام دارند ، هر تصویر به چهار زیرباند تبدیل می‌شودکه اندازه هر کدام از این زیرباندها یک چهارم کل تصویر است. یکی از این زیرباند ها نشان دهنده متوسط تصویر است و سایر زیرباندها جزئیات عمودی ، افقی و قطری تصویر را نشان می‌دهند. پس از تولید زیرباندها الگوریتم‌ها و دیدگاهای مختلف فشرده‌سازی را می‌توان در جهت فشرده‌سازی زیرباندها به کاربست [5، 6 و 7].

به طورکلی تصاویر MRI به سه دسته تصاویر دو بعدی، سه‌بعدی و چهاربعدی تقسیم می شو ند. منظور از تصویر MRI دوبعدی، تصویری منفرد از بافت مورد نظر است که در واقع برش مقطعی خاصی از بافت را نشان می‌دهد. لازم به ذکر استهنگام تصویربرداری امکان تصویر برداراز عمق‌های مختلف بافت مورد نظروجود دارد. به همین دلیل در یک جلسه تصویربرداری MRI مجموعه‌ای از تصاویر به وجود می‌آیند که به هر کدام از اعضای این مجموعه، تصویر MRI دو بعدی یا برش [2] گفته می‌شود.در شکل 1-1، نمونه‌ای از تصویر MRI دوبعدی مغز انسان نشان داده شده است.

منظور از تصاویر MRI سه بعدی، مجموعهتصاویر دو بعدی است که هر تصویر سطح مقطع خاصی از بافت تحت معالجه را نشان می دهد. بنا به کاربرد و نیز بنا به محل بافت، فاصله بین این سطح مقطع‌ها بین یک تا 10 میلیمتر می‌باشد. تصاویر MRI سهبعدی اغلب شامل 20 تا 100 تصویر دوبعدی است. این تصاویر شباهت نسبتا زیادی به هم دارند و در بسیاری از روش‌های فشرده‌سازی تصاویر MRI، از این شباهت‌ها به منظور افزایش نرخ فشرده‌سازی استفاده می‌شود. شکل 1-2،نمونهای از تصاویر MRI سه بعدی شامل 20 تصویر دوبعدی را نشان می‌دهد. با استفاده از مجموعه‌این تصاویر می‌توان ساختار سه‌بعدی مغز را ترسیم نمود. پزشک با بررسی همزمان این تصاویر می‌تواند محل و عمق بافت‌های نامتعادل را تشخیص دهد و درمان مناسب برای مقابله با آن را آغاز نماید.

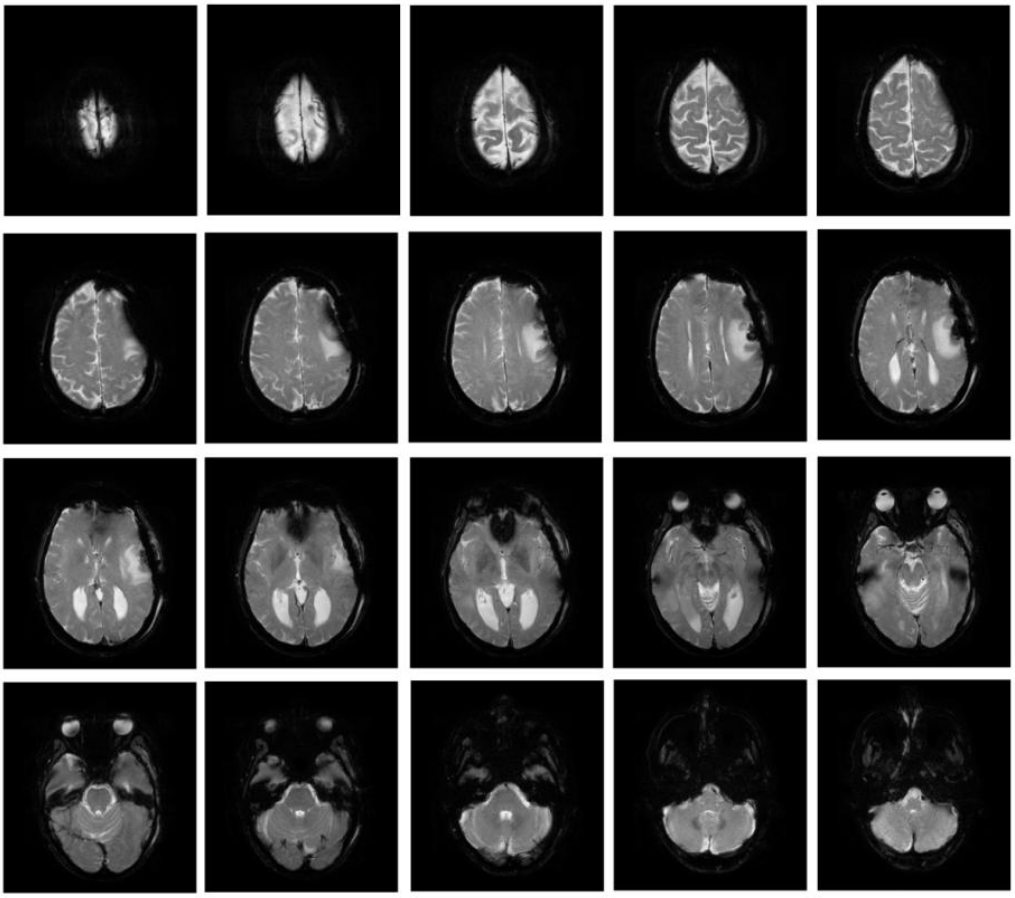
[1] Wavelet
[2] slice



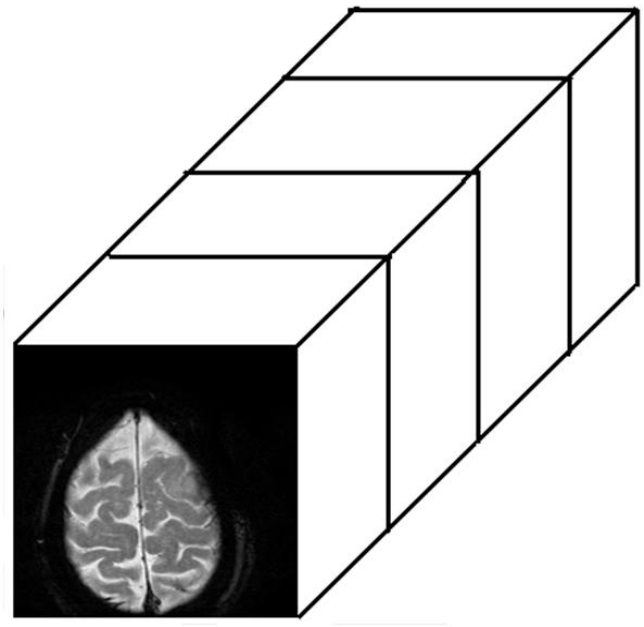
شکل1-1 تصویMRIدوبعدی مغز

تصاویر MRI چهاربعدی را می‌توان مجموعه‌ای از تصاویر MRI سه‌بعدی در نظر گرفت که در زمان‌های مختلف تصویر برداری شده اند. در واقع بعد چهارم در این مجموعه تصاویر، زمان است. شکل 1-3، ساختار کلی تصاویر MRI چهاربعدی را نشان می‌دهد.در شکل1-3، تصویر MRI چهاربعدی در قالب مجموعه ای از مکعب‌ها نشان داده شده است. هر کدام از این مکعب‌ها نشان دهنده تصاویر MRI سه‌بعدی هستند که هر تصویر سه‌بعدیتشکل از مجموعه‌ای از تصاویر MRI دوبعدی می‌باشند.

با توجه به سه نوع تصویر MRI، الگوریتم‌های مطرح شده در زمینه فشرده‌سازی تصاویر MRI به الگوریتم‌های فشرده‌سازی دو بعدی، سه‌بعدی و چهاربعدی تقسیم می‌شوند. در فشرده‌سازی دوبعدی هر تصویر MRI مستقل از سایر تصاویر فشرده می‌شود و به شباهت‌های موجود در بین تصاویر متوالی توجه نمی‌شود. روش‌هایی که درآن علاوه بر افزونگی‌های موجود در یک تصویر به شباهت‌های بعدسوم نیز توجه می‌کند، روش‌های فشرده سا زی سه بعدی گفته می‌شود. در روش‌های فشرده‌سازی چهاربعدی تمامی افزونگی‌های موجود در یک مجموعه تصویر چهار بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرد. یعنی علاوه بر افزونگی‌های موجود در یک مجموعه سه بعدی، شباهت های موجود در بین تصاویر سه بعدی متوالی نیز استخراج می‌گردد[8].



شکل1-2 تصویMRIسه‌بعدی



شکل 1-3 تصویر MRI چهار بعدی

در اغلب روش‌های فشردهسازی مطرح شده تا کنون به ویژگی‌های ذاتی بافت مورد تصویربرداری توجه نمی‌شود. به عنوان مثال با توجه به اینکه دو نیمکره راست و چپ مغز انسان شبیه به هم هستند، تصویر ایجاد شده از مغز تا حد زیادی متقارن است. در این پایان نامه روشی جدید برای فشرده‌سازی تصاویر MRI سه‌بعدی مغز ارائه می‌شود که در آن از ویژگیتقارن مغز برای بالا بردن نرخ فشرده‌سازی استفاده می‌شود.

در این روش ابتدا روش پیشگویی مناسبی بر روی تمامیبرش‌های موجود در مجموعه داده سه‌بعدی اعمال می‌شود. سپس با استفاده از متد تطابق بلاک درون برشی نیمه سمت چپ تصویر خطای حاصل از پیشگوییبا استفاده از نیمه سمت راست تخمین زده می‌شود. به این ترتیب سعی می‌شود تصاویر دوبعدی تا حد امکان فشرده شوند. سپس بر روی شباهت‌های موجود در بین تصاویر متوالی تمرکز می‌شود. برای استخراج افزونگی‌های بعد سوم تطابق بلاک بین برشی و مدل سازیمتن سهبعدی استفاده می‌شود. سپس از رگراسیون برای بهبود پیشگویی در داده های موجود در هر متن استفاده می‌شود. در نهایت از کدگذار آنتروپی مانند کدگذار ریاضی برای فشرده‌سازی داده‌های حاصل از مراحل قبل استفاده می‌شود.

ساختارپایان نامه

ساختار این پایان نامه به این ترتیب است که در فصل دوم به بررسی تعدادی از الگوریتم‌های مطرح شده در زمینه فشرده‌سازی تصاویر MRI پرداخته می‌شود. روش‌های فشرده‌سازی دوبعدی مطرح شده در این فصل شاملفشرده‌سازی تصاویر MRI با استفاده از تحلیل افزونگی‌ها، مرتب‌سازی سلسله مراتبی، فشرده‌سازی خطای حاصل از پیشگویی و جداسازی پس‌زمینه از پیش‌زمینه می‌باشند. در ادامه فصل دوم برخی روش‌های سه‌بعدی و چهاربعدی مطرح شده مورد بررسی قرار می‌گیرند. این روش‌ها شامل فشرده‌سازی سه‌بعدی بر اساس SLIC، فشرده‌سازی سه‌بعدی مبتنی بر MPEG، فشرده‌سازی سهبعدی قابل توسعه بر اساس تقارن و فشرده سازی چهاربعدی با استفاده از تطابق مکعبی است.

فصل سوم این گزارش مربوط به فشرده‌سازی بر اساس پیشگویی است. از آنجا که در روشهای پیشنهاد شده در این پایان نامه از پیشگویی استفاده میشود، در فصل سوم به پیاده‌سازی چندین روش پیشگویی مختلف از جمله MED[1][9]، GAP[2][10] و ALCM[3][11] بر روی تصاویر MRI مغز پرداخته می‌شود و نتایج حاصل از آنها بر روی تصاویر موجود در پنج مجموعه تصویر MRI سه بعدی مغز مورد بررسی قرار می‌گیرد. نشان داده خواهد شد که از بین روش‌های مطرح شده در این فصل روش پیشگویی ALCM منجر به تولید بهترین نتایج بر روی مجموعه تصاویر مورد آزمایش می‌شود و به همین جهت در روش پیشنهادی به کار گرفته می‌شود.فصل چهارم به فشرده سازیتصاویر

[1] Median Edge Detector
[2] Gradient Adjusted Predictor
[3] Activity Level Classification Model

- MRIمغز بر اساس تقارن موجود در این تصاویر میپردازد. در این فصل چند ایده برای استفاده از تقارن مطرح می شود. روشهای پیشنهادی اولیه شامل ایدههای سادهایست که به مرور تکمیل میشوند و در نهایت الگوریتم پیشنهادی نهایی حاصل میشود. در انتهای این فصلالگوریتم پیشنهادی بر روی پنج داده MRI سه بعدی اعمال میشود و نتایج حاصل از آن با برخی روش‌های فشردهسازی استاندارد مقایسه میشود. نتایج به دست آمده برتری کارایی روش پیشنهادی بر دو روش دیگر را نشان خواهد داد.

فصل دوم

مروری بر کارهای انجام شده

2-1 مقدمه

در این فصل به بررسی برخی از روشهای مطرح شده برای فشردهسازی تصاویر MRI میپردازیم. این روشها شامل الگوریتمهای فشردهسازی دوبعدی، سهبعدی و چهاربعدی است. از آنجا که روشهای دو بعدی اساس الگوریتمهای سهبعدی و چهاربعدی را تشکیل میدهند، ابتدا به بررسی روشهای دو بعدی میپردازیم. این روشها شاملفشرده‌سازی تصاویر MRI با استفاده از تحلیل افزونگی‌ها، مرتب‌سازی سلسله مراتبی، فشرده‌سازی خطای حاصل از پیشگویی و جداسازی پس‌زمینه از پیش زمینه می باشد. پس از بررسی روشهای دوبعدی، برخی روش‌های سه‌بعدی و چهاربعدی مورد بررسی قرار می‌گیرند. این روش‌ها شامل فشرده‌سازی سه‌بعدی بر اساس SLIC ، فشرده‌سازی سه‌بعدی مبتنی بر MPEG ، فشرده‌سازی سهبعدی قابل توسعه بر اساس تقارن و فشرده سازی چها ربعدی با استفاده از تطابق مکعبی است.

همانطور که گفته شد،الگوریتم‌های فشرده‌سازی تصاویر MRI بسته بهاینکه بر روی چه نوع از تصاویر اعمال شوند به الگوریتم‌های فشرده‌سازی دو بعدی، سه‌بعدی و چهاربعدی تقسیم می‌شوند. در فشرده‌سازی دوبعدی هر تصویر MRI مستقل از سایر تصاویر فشرده می‌شود و به شباهت‌های موجود در بین تصاویر متوالی توجه نمی‌شود. در واقع در روش‌های دوبعدی تنها بر روی افزونگی‌های موجود در یک تصویر تمرکز می‌شود و شباهت‌های موجود در

مجموعه تصاویر درنظر گرفته نمی‌شود. تحقیقات مختلف در زمینه فشرده سازی تصاویر پزشکی مجموعه‌ای مانند تصاویر MRIسه بعدی، نشان داده است که برای دست یابی به نرخ فشرده‌سازی بالاتر لازم است علاوه بر افزونگی‌های موجود در یک تصویر، به شباهت‌ها و افزونگی‌های موجود در بین تصاویر پشت سر هم نیز توجه شود .این افزونگیها حتی در مواردی که فاصله بین سطح برشهای متوالی زیاد است منجر به بهبود قابل توجهای در نرخ فشردهسازی میگردد [14]. روش‌هایی که درآن علاوه بر افزونگی‌های موجود در یک تصویر به افزونگی‌های بعدسوم نیز توجه می‌کند، روش‌های فشردهسازی سهبعدینامیده می‌شوند. در روش‌های فشرده‌سازی چهاربعدی تمامی افزونگی‌های موجود در مجموعه تصویر چهاربعدی مورد بررسی قرار می گیرد. یعنی علاوه بر افزونگی‌های موجود در یک مجموعه سهبعدی، شباهت های موجود در بین تصاویر سهبعدی متوالی نیز استخراج می‌گردد. در ادامه این بخش به بررسی برخی از الگوریتم های دوبعدی، سهبعدی و چهاربعدی که تا کنون در مقالات علمی مطرح شدهاند پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است از آنجا که روش پیشنهادی این تحقیق بر اساس مدلهای مبتنی بر پیشگویی طراحی و پیادهسازی شده است، اغلب الگوریتمهای مطرح شده در این فصل در دسته روشهای فشردهسازی مبتنی بر پیشگویی قرار دارند.

2-2 روش‌های فشرده‌سازی دو بعدی

در روشهای فشردهسازی دوبعدیهر تصویر MRI جداگانه فشرده می‌شود و توجهی به شباهت‌ها و افزونگی‌های موجود بین تصویر جاری و سایر تصاویر MRI موجود در مجموعه تصاویر نمی‌شود. در طرف کدگذاریک تصویر MRI با توجه به ویژگی‌های موجود در همان تصویر فشرده می‌شود. در طرف کدگشا نیز وارونه عملیات فشرده‌سازی بر روی تصویر فشرده شده صورت می‌گیرد و تصویر اصلی بازسازی می‌شود. حسن روش‌های فشرده‌سازی دوبعدی در این است که گیرنده می‌تواند هر تصویر را مستقل از سایر تصاویر بازسازی نماید. این روش‌ها از لحاظ دیدگاه فشرده‌سازی، مشابه با روش‌های استانداردی است که برای فشرده‌سازی تصاویر طبیعی مطرح شده‌اند با این تفاوت که در آن‌ها سعی می شود با توجه به ویژگی‌های خاص تصاویر پزشکی که از وجود افزونگی‌های بسیار زیاد در این تصاویر حکایت می‌کند، به نرخ فشرده‌سازی بالاتری نسبت به روشهای همه منظوره دست یابند.روش‌های فشرده‌سازی دوبعدی را می توان به عنوان پایه و اساس الگوریتم‌های سه‌بعدی و چهاربعدی در نظر گرفت. بسیاری از الگوریتم‌های سه‌بعدی و چهاربعدی ایده اصلی خود را از الگوریتم‌های فشرده‌سازی سه بعدی به ارث برده‌اند. در ادامه‌این فصل به معرفی چند روش فشرده‌سازی مطرح شده در این زمینه می‌پردازیم.

همان‌طور که گفته شد بر خلاف داده‌های معمول در تصاویر پزشکی افزونگی‌های فر اوانیوجود دارد . Kee -Se Kilو همکارانش [13]الگوریتمی ارائه دادند که هدف اصلی آن استخراج حداکثر افزونگی‌های موجود در تصویر دو

بعدی MRI است. آنان در مقاله خود به بررسی دو ویژگی از تصاویر پرداختهاند این دو ویژگی یکنواختی و شباهت نام دارند که به ترتیب مربوط به افزونگی‌های محلی و سراسری تصاویر می باشند .افزونگی محلی از این پدیده ناشی می‌شود که در اغلب نواحی تصاویر، پیکسل‌های همسایه معمولا به صورت یکنواخت تغییر می‌کنند. بدین معنی که سطح روشنایی هر پیکسل به احتمال زیاد نزدیک به سطح روشنایی پیکسل‌های همسایه آن می‌باشد. واضح است که تغییرات سطح روشنایی پیکسل‌ها در لبه‌های تصویر شدیدتر از نواحی معمول می باشد اما در اغلب تصاویر تعداد پیکسل‌هایی که در لبه‌ها قرار می‌گیرند نسبت به کل پیکسل‌های تصویر ناچیز است. قسمت‌هایی از تصویر را که دارای لبه می‌باشد، مناطق پیچیده و سایر مناطق را مناطق یکنواخت می‌نامند.

در روش مطرح شده در [13] تصویر به بلاک‌های مختلفی تقسیم می‌شود. سطح یکنواختی یک بلاک با استفاده از میزان اختلاف بین روشن‌ترین و تیره‌ترین پیکسل موجود در بلاک یا منطقه خاصی ارزیابی می‌شود. اگر این اختلاف صفر باشد بدین معنی است که تمامی پیکسل‌های موجود دراین بلاک یکسان هستند. این گونه مناطق را می‌توان با استفاده از روش‌های کد گذاری RLC[1] تا حد بسیار زیادی فشرده نمود. در کدگذاری به روش RLC بجای اینکه مقادیر مشابهرا تکرار کنیم، یکبار آنرا ذخیره می کنیم و تعداد تکرار آن سمبل را نیز ذخیره می کنیم. به‌این ترتیب اگر تمامی پیکسل‌هایک بلاک مشابه باشند، به جای ذخیره‌سازی تمام پیکسل‌ها، یک بار مقدار سطح روشنایی آن بلاک و نیز اندازه آن بلاک را ذخیره می‌نمایم [14].

اگر اختلاف بین روشن‌ترین و تیره‌ترین پیکسل موجود در بلاک صفر نباشد معمولا عددی نزدیک به صفر است که دراین صورت می‌توان از میزان اختلاف سطح روشنایی هر پیکسل از کمترین سطح روشنایی موجود در بلاک مربوطه، برای بیان سطح روشنایی آن استفاده نمود. اگر میزان اختلاف بیشترین و کمترین سطح روشنایی موجود در یک بلاک را V_{th} بنامیم، هراختلاف را می‌توان با N بیت کدنمود که N در رابطه(2-1) صدق می کند.

$$N = \lfloor \log_2 V_{th} \rfloor + 1 \quad (2\text{-}1)$$

اگر V_{th} از مقدار حد آستانه تعیین شده کمتر باشد به جای مقدار یک پیکسل موجود در آن بلاک، اختلاف متناظر با آن ذخیره می‌شود، در غیر این صورت بلاک به زیربلاک‌های کوچکتر تقسیم می‌شود و عملیات مشابه‌ای بر روی هرکدام از زیربلاک‌ها انجام می‌شود. در این روش مقدار حد آستانه‌نقش کلیدی در افزایش یا کاهش کارایی فشرده‌سازی دارد. شکل2-1، بخشی از تصویر Lena را نشان می‌دهد که با استفاده از مقدار خاص ی برای پارامتر V_{th} تقسیم‌بندی شده است.

[1] Run Length Coding

شکل2-1 بلاک بندی تصویLena[13]

همان‌گونه که در شکل2-1 می‌بینید، مناطق یکنواخت در قالب بلاک‌های بزرگتر در آمده اندو مناطق پیچیده بلاک‌های کوچکتری را حاصل کرده اند. آنچه که در نهایت حاصل شده است این است که در تمامی این بلاک‌ها(صرف نظر از اندازه بلاک‌ها) اختلاف بیشترین و کمترین سطوح روشنایی از حد آستانه مورد نظر کمتر است و می‌توان با ذخیرهسازی اختلاف از کمترین سطح روشنایی آن را به میزان قابل توجهای فشرده نمود.

نوع دیگری از افزونگی، افزونگی سراسری نام دارد. این نوع افزونگی تکرار الگو ی خاصی در کل تصویر را شامل می‌شود.در واقع وجود افزونگی سراسری در تصویر به این معنی است که بخش‌هایمختلفی از تصویر که لزوما همسایه نیستند، شباهت زیادی به هم دارند. این پدیده در بسیاری از تصاویر پزشکی از جمله تصاویر MRI به چشم می‌خورد. حذف این گونه افزونگی‌ها می‌تواند نرخ فشرده‌سازی تصاویر پزشکی را به میزان قابل توجهی افزایش دهد. به عنوان مثال اگر بلاکی n بار در تصویر تکرار شده باشد،کافیست تنها یک بار آنرا ذخیره کنیم و برای ذخیره‌سازیسایر بلاک‌های همسان به مختصات این بلاک ارجاع دهیم.

از افزونگیسراسری در روش‌هایکدگذاری فرکتال[1] استفاده می‌شود. در روش‌های فشرده‌سازیفرکتال تصویر به بلاکهای بسیار کوچکی تقسیم می‌شود، سپس سعی می‌ش ود الگوهای متداول در تصویر استخراج و فشرده گرد ند. منظور از الگوی متداول، بلاکی است که در قسمتهای مختلف تصویر به چشم می‌خورد. لازم به ذکر است یک الگو یا بلاک پایه ممکن است پس از قرار گرفتن تحت برخی تبدیلاتدر جای دیگری از تصویر تکرار شود. این تبدیلات میتواند شامل دوران، بزرگنمایی و غیره باشد. شکل 2-2، این مفاهیم را نشان می‌دهد.همانگونه که در شکل2-2 می‌بینید، اگر بلاک (a) را دوران دهیم ، بلاک (b) حاصل می‌شود و نیز اگر بلاک (a) تحت کوچک نمایی قرار گیرد به بلاک (c) تبدیل می‌شود. حال برای ذخیره‌سازی بلاک (b)و (c) کافیست مختصات بلاک (a) و

[1]Fractal