



دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته مهندسی پزشکی

موضوع:

حذف نویز پواسون-گوسی بر روی تصاویر تشدید مغناطیسی

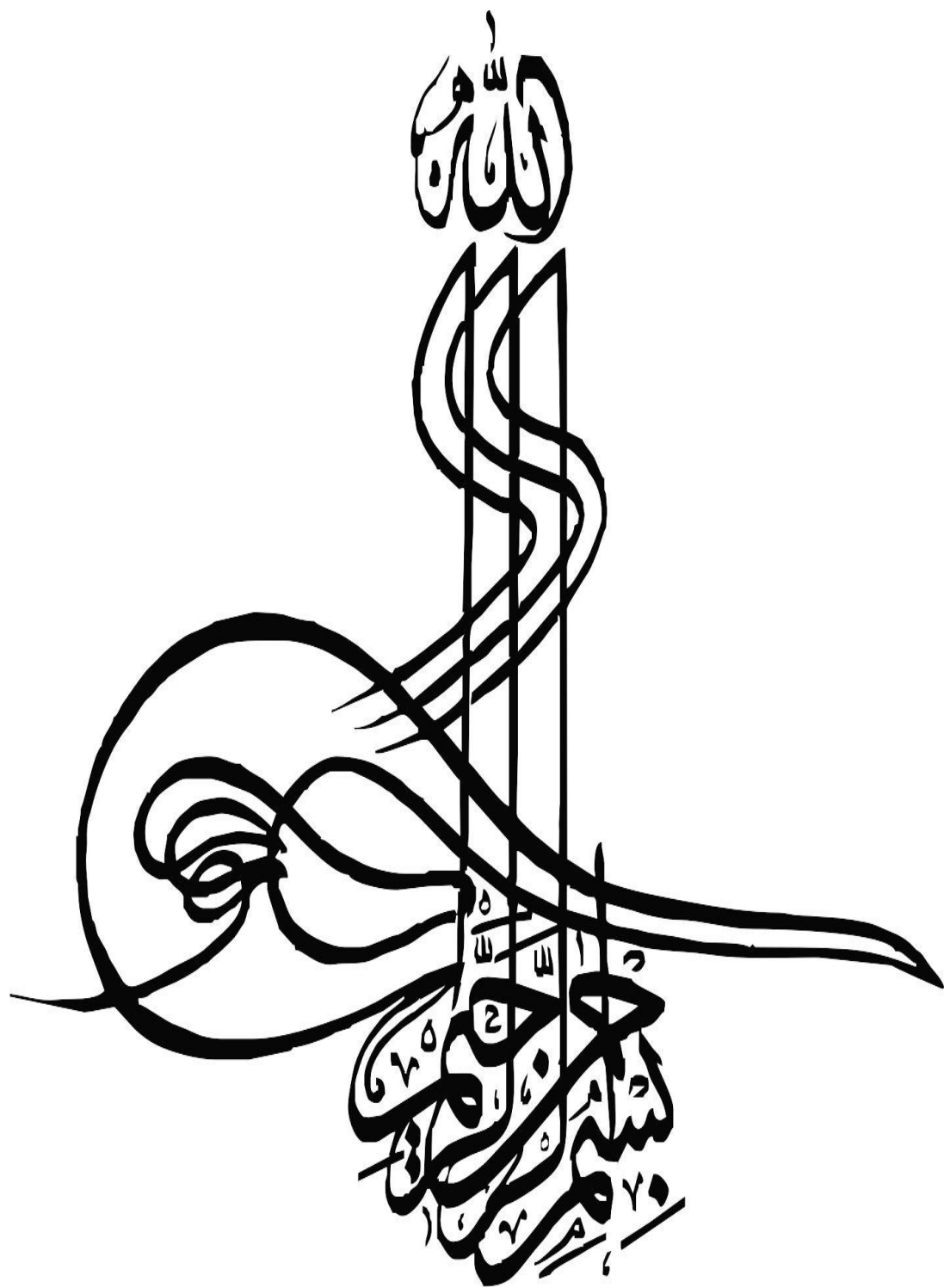
استاد راهنما:

دکتر محمدرضا کرمی

دانشجو:

منا سلطان فر

زمستان ۱۳۹۲





دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته مهندسی پزشکی

موضوع:

حذف نویز پواسون-گوسی بر روی تصاویر تشدید مغناطیسی

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا کرمی

دانشجو:

منا سلطان فر

زمستان ۱۳۹۲

تأییدیة هیأت داوران جلسه دفاع از پایان نامه / رساله

نام دانشکده: مهندسی برق و کامپیوتر

نام دانشجو: منا سلطان فر

عنوان پایان نامه: حذف نویز پواسون-گوسی بر روی تصاویر تشدید مغناطیسی

تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۱۱/۸

رشته: مهندسی پزشکی

گرایش: بیوالکتریک

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه	امضا
۱	استاد راهنما	محمد رضا کرمی	دانشیار	صنعتی بابل	
۲	استاد مدعو داخلی	محمود سخایی	استادیار	صنعتی بابل	
۳	استاد مدعو داخلی	یاسر بالغی	استادیار	صنعتی بابل	

تأییدیة صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب منا سلطان فر، به شماره دانشجویی ۹۰۴۱۲۰۰۳۹، دانشجوی رشته مهندسی پزشکی بیوالکتریک مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد، تأیید می‌نمایم که کلیه نتایج این پایان‌نامه حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسؤلیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسؤلیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی: منا سلطان فر

امضا و تاریخ:

به نام او. به یاد او. برای او...

**با تقدیم بهترین احترامها خدمت استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر محمدرضا کریمی که
راهنمایان‌هایشان چراغیست در مسیر زندگی**

و

با تشکر از تمام اساتید دوره کارشناسی ارشد دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل.

تقدیم به به دو گوهر پرفروغ زندگی ...

پدر و مادر مهربانم



چکیده

کیفیت تصاویر پزشکی، از قبیل رادیولوژی (Computed Tomography) و تشدید مغناطیسی (Magnetic Resonance)، به متخصصان بالینی و محققان پزشکی اجازه می‌دهد تا ویژگی‌های عملکردی و ساختاری بدن انسان را به خوبی بررسی کنند، و به این ترتیب به تشخیص بالینی کمک می‌کنند. پیشرفت‌های جدید در رابطه با روش تصویربرداری MR، در ابتدا بر روی کاهش زمان تصویربرداری، افزایش رزولوشن مکانی و زمانی تصویر، و در نهایت هم کاهش هزینه کل سیستم تمرکز دارد. با این وجود، پیروی از هر یک از این اهداف، بر روی مقادیر سیگنال به نویز اثر نامطلوبی دارد. همچنین به طور معمول، در مدت زمان فرآیند تصویربرداری به دلیل نوسانات الکترونیکی و حرارتی ابزارهای کاربردی، بر روی تصویر نویز ایجاد می‌شود. نویزهای ایجادی، در تحلیل و تفسیر تصاویر پزشکی تأثیر منفی می‌گذارند. بنابراین، حذف نویز یک مسئله مهم برای جامعه مهندسان بیوپزشکی بشمار می‌رود. تصویر MR دو بعدی، توسط نویز با توزیع Rician نویزی می‌شود. در این پایان‌نامه، ابتدا الگوریتم‌های جدیدی مبتنی بر روش میانگین‌گیری غیرمحل با قابلیت آشکارسازی لبه‌ها، به منظور حذف نویز تصاویر MR دو بعدی پیشنهاد می‌شوند. در الگوریتم پیشنهادی (Adaptive-Canny-Nonlocal) ACNLM (Means)، با هدف بهبود الگوریتم NLM، از الگوریتم وفقی و الگوریتم بهبودیافته Canny، جهت بهبود پیک سیگنال به نویز و آشکارسازی هر چه بهتر لبه‌ها استفاده می‌شود. اگر چه روش پیشنهادی ACNLM در راستای به انجام رساندن اهداف فوق، بسیار خوب عمل می‌کند، اما دو مشکل اساسی وجود دارد: اولین مشکل، ایجاد اثر پله‌ای در تصویر حذف نویز شده است. مشکل دوم، حساسیت زیاد روش آشکارسازی لبه Canny (که در روش پیشنهادی ACNLM استفاده شده است) نسبت به نویز است؛ به بیان دیگر، این روش آشکارسازی لبه، نویز را نیز به عنوان لبه در تصویر آشکار می‌کند. با هدف ارائه روشی به منظور حل این دو مسئله، الگوریتم Fuzzy-NLM (Fuzzy-Nonlocal Means) پیشنهاد می‌شود. الگوریتم Fuzzy-NLM، از منطق فازی و الگوریتم‌های آشکارساز لبه مشتق غیرخطی و تجزیه درخت مربعی، به منظور حذف اثر پله‌ای و بهبود پیک سیگنال به نویز استفاده می‌کند. مزیت اصلی این روش، قابلیت آن در پردازش سیگنال‌ها، با تغییرات یکنواخت در مقدار شدت آن‌ها است. همچنین، در الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر روش فازی، با معرفی دو روش آشکارسازی لبه‌ای که حساسیت بسیار کمی نسبت به نویز دارند (به بیان دیگر، نویز را به عنوان لبه در تصاویر آشکار نمی‌کنند)، مشکل دوم الگوریتم ACNLM نیز حل می‌شود. نتایج اعمال روش‌های پیشنهادی، بر روی تصاویر MR دو

بعدي، نويزي شده با نويز Rician، با واريانس‌هاي مختلف، كارايي اين روش‌ها را در حذف نويز و حفظ لبه‌ها، در مقايسه با روش‌هاي مشابه نشان مي‌دهند.

تصوير MR سه بعدي، توسط نويز با توزيع پواسون-گوسي نويزي مي‌شود. در ادامه پايان‌نامه، الگوريتم جديدي مبتني بر روش PURE-LET به منظور حذف نويز تصوير MR سه بعدي پيشنهاده مي‌شود. در الگوريتم پيشنهاده با هدف بهبود الگوريتم PURE-LET، از روش بلوكي و الگوريتم ديكشنري جهت بهبود پيك سيگنال به نويز استفاده مي‌شود. نتايج اعمال روش پيشنهاده بر روي تصاوير MR سه بعدي نويزي شده با نويز پواسون-گوسي با واريانس‌هاي مختلف، كارايي اين روش را در حذف نويز و حفظ لبه‌ها در مقايسه با ساير روش‌ها نشان مي‌دهد.

واژه‌هاي كليدي: حذف نويز، تصاوير تشديد مغناطيسي (MRI)، نويز Rician، نويز پواسون-گوسي، الگوريتم NLM، الگوريتم ACNLM، آشكارساز لبه، تخمين گر نويز، روش فazy، الگوريتم Fuzzy-NLM، الگوريتم PURE-LET، الگوريتم DB-PURE-LET، الگوريتم ديكشنري، تبديل موجك، فيلتربانك، الگوريتم 3DW-DB-PURE-LET.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول - مقدمه‌ای بر روش تصویربرداری تشدید مغناطیسی.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۲	۱-۱-۱- بررسی ساختمان داخلی و عملکرد MRI.....
۲	۱-۱-۲- مکانیزم کار سیستم تصویربرداری MR.....
۳	۱-۱-۳- ساختمان اسکنر MRI.....
۴	۱-۱-۳-۱- مغناطیس‌ها.....
۴	۱-۱-۳-۱-۱- مغناطیس‌های دائمی یا آهنرباهای ثابت.....
۴	۱-۱-۳-۱-۲- مغناطیس‌های مقاومتی.....
۴	۱-۱-۳-۱-۳- مغناطیس‌های ابررسانا.....
۵	۱-۱-۳-۱-۴- گرادیان‌ها.....
۶	۱-۱-۳-۱-۵- سیستم فرستنده و گیرنده امواج رادیویی.....
۶	۱-۱-۴- مراحل تصویربرداری توسط سیستم MRI.....
۶	۱-۱-۵- اصول فیزیکی و عملکرد MRI.....
۷	۱-۱-۶- پردازش تصویر.....
۷	۱-۲- ساختار پایان‌نامه.....
۹	فصل دوم- نويزهای ايجادی بر روی تصاویر تشدید مغناطیسی.....
۱۰	۱-۲- مقدمه.....
۱۱	۱-۲-۲- انواع نویز در تصاویر MR.....
۱۲	۱-۲-۲-۱- توزیع گوسی.....
۱۳	۱-۲-۲-۲- توزیع رایلی.....
۱۴	۱-۲-۲-۳- توزیع Rician.....
۱۶	۱-۲-۲-۴- توزیع پواسون.....
۱۷	۱-۳- توزیع نویزهای ايجادی بر روی تصاویر MR.....

۱۹	..... فصل سوم- معرفی پارامترها و شاخص‌های استفاده شده در این پایان‌نامه.
۲۰	..... ۱-۳- مقدمه.
۲۰	..... ۲-۳- آشکارساز لبه.
۲۱	..... ۱-۲-۳- مراحل کلی آشکارسازی لبه.
۲۱	..... ۱-۱-۲-۳- هموارسازی تصویر.
۲۲	..... ۲-۱-۲-۳- محاسبه گرادیان‌های تصویر.
۲۲	..... ۳-۱-۲-۳- محاسبه جهت لبه‌های تصویر.
۲۳	..... ۴-۱-۲-۳- حذف غیر ماکزیمم‌های تصویر.
۲۳	..... ۲-۲-۳- معرفی چند آشکارساز.
۲۳	..... ۱-۲-۲-۳- آشکارساز لبه Canny.
۲۴	..... ۱-۱-۲-۲-۳- الگوریتم Canny در یک نگاه کلی.
۲۵	..... ۲-۲-۲-۳- معرفی دو روش دیگر آشکارسازی لبه.
۲۶	..... ۱-۲-۲-۲-۳- آشکارساز لبه مشتق غیرخطی.
۲۷	..... ۱-۱-۲-۲-۲-۳- آشکارسازی لبه گسسته و مسئله مکان‌یابی.
۲۷	..... ۱-۱-۱-۲-۲-۲-۳- آشکارسازی لبه با رویکرد مشتقی.
۲۸	..... ۲-۱-۱-۲-۲-۲-۳- مدل لبه گسسته و مکان‌یابی.
۲۹	..... ۲-۱-۲-۲-۲-۳- روش فیلترگذاری غیرخطی به منظور مکان‌یابی لبه.
۲۹	..... ۱-۲-۱-۲-۲-۲-۳- قانون یک بعدی NLFS.
۳۱	..... ۲-۲-۱-۲-۲-۲-۳- بسط دو بعدی NLFS.
۳۲	..... ۲-۲-۲-۲-۳- آشکارساز لبه تجزیه درخت مربعی.
۳۵	..... ۱-۲-۲-۲-۲-۳- خلاصه‌ای از مراحل آشکارساز لبه تجزیه درخت مربعی.
۳۷	..... ۳-۳- شاخص‌های کمی و کیفی مقایسه الگوریتم‌ها.
۳۷	..... ۱-۳-۳- میانگین مربع خطا.
۳۷	..... ۲-۳-۳- پیک سیگنال به نویز.
۳۸	..... ۳-۳-۳- حفظ لبه‌ها.
۳۸	..... ۴-۳-۳- زمان اجرای برنامه.

۳۹	..... فصل چهارم - معرفی الگوریتم‌های حذف نویز.....
۴۰	..... ۱-۴ - مقدمه.....
۴۲	..... ۲-۴ - معرفی چند الگوریتم حذف نویز.....
۴۲	..... ۱-۲-۴ - فیلتر دو جانبه.....
۴۳	..... ۲-۲-۴ - الگوریتم انتشار ناهمسانگرد.....
۴۵	..... ۳-۲-۴ - الگوریتم میانگین‌گیر غیر محلی.....
۴۷	..... ۴-۲-۴ - الگوریتم میانگین‌گیر غیر محلی پویا.....
۴۹	..... ۵-۲-۴ - الگوریتم میانگین‌گیر غیر محلی سریع.....
۵۰	..... ۶-۲-۴ - الگوریتم تبدیل موجک.....
۵۴	..... ۱-۶-۲-۴ - معادله‌های ریاضی تبدیل موجک.....
۵۵	..... ۲-۶-۲-۴ - آنالیز چند دقتی تبدیل موجک.....
۵۸	..... ۳-۶-۲-۴ - فیلتربانک تبدیل موجک.....
۶۰	..... ۴-۶-۲-۴ - معرفی چندین روش حذف نویز مبتنی بر تبدیل موجک.....
۶۱	..... ۷-۲-۴ - تبدیل تعمیم یافته انسکوب.....
۶۴	..... ۸-۲-۴ - الگوریتم فیلترگذاری اشتراکی و تطبیق‌پذیری بلوکی سه بعدی.....
۶۵	..... ۱-۸-۲-۴ - گروه‌بندی.....
۶۶	..... ۲-۸-۲-۴ - فیلترگذاری اشتراکی.....
۶۷	..... ۳-۸-۲-۴ - فیلترگذاری اشتراکی با انقباض در حوزه تبدیل.....
۶۸	..... ۴-۸-۲-۴ - روند کلی الگوریتم.....
۶۸	..... ۱-۴-۸-۲-۴ - پیاده‌سازی الگوریتم.....
۷۶	..... فصل پنجم - الگوریتم‌های پیشنهادی حذف نویز بر روی تصاویر تشدید مغناطیسی دو بعدی...
۷۷	..... ۱-۵ - مقدمه.....
۷۷	..... ۲-۵ - الگوریتم پیشنهادی ACNLM.....
۸۰	..... ۱-۲-۵ - نتایج شبیه‌سازی.....
۸۵	..... ۳-۵ - الگوریتم پیشنهادی Fuzzy-NLM.....
۸۶	..... ۱-۳-۵ - معرفی اساس منطق فازی.....
۸۶	..... ۲-۳-۵ - روش پیشنهادی Fuzzy-NLM.....
۸۸	..... ۳-۳-۵ - نتایج شبیه‌سازی.....

۱۰۰	.....۴-۵- نتیجه‌گیری
۱۰۱	فصل ششم- الگوریتم پیشنهادی حذف نویز پواسون-گوسی بر روی تصاویر تشدید
	.....مغناطیسی سه بعدی
۱۰۲	.....۱-۶- مقدمه
۱۰۳	.....۲-۶- الگوریتم PURE-LET
۱۰۴	.....۱-۲-۶- تعاریف و نمادسازی‌ها
۱۰۵	.....۲-۲-۶- ویژگی‌های مفید متغیرهای تصادفی گوسی و پواسون
۱۰۷	.....۳-۲-۶- PURE به منظور تخمین دقیق MSE داده‌های نویزی شده با نویز پواسون-گوسی
۱۰۸	.....۴-۲-۶- تقریب سری تیلور PURE
۱۰۸	.....۵-۲-۶- تبدیل موجک گسسته نرمالیزه نشده‌ها
۱۱۱	.....۶-۲-۶- PURE به منظور حذف نویز در حوزه تبدیل
۱۱۳	.....۷-۲-۶- روش PURE-LET به منظور حذف نویز
۱۱۴	.....۸-۲-۶- تابع آستانه‌گذاری
۱۱۵	.....۹-۲-۶- پیاده‌سازی
۱۱۶	.....۳-۶- الگوریتم پیشنهادی DB-PURE-LET
۱۲۴	.....۱-۳-۶- تابع آستانه‌گذاری در الگوریتم پیشنهادی
۱۲۷	.....۲-۳-۶- نتایج شبیه‌سازی
۱۳۲	.....۴-۶- نتیجه‌گیری
۱۳۳	فصل هفتم- ایده پیشنهادی 3DW-DB-PURE-LET در مرحله پیاده‌سازی
۱۳۴	.....۱-۷- ایده پیشنهادی 3DW-DB-PURE-LET در مرحله پیاده‌سازی
۱۴۰	.....۲-۷- تبدیل موجک سه بعدی
۱۴۳	فصل هشتم- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها
۱۴۴	.....۱-۸- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۱۴۵	.....۲-۸- پیشنهادهایی برای ادامه کار
۱۴۷	.....پیوست ۱- مفهوم مشتق‌گیری از تصویر
۱۴۹	.....مراجع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۰	شکل ۱-۲- مدل اعمال روش حذف نویز بر روی تصویر نویزی.....
۱۳	شکل ۲-۲- هیستوگرام تابع چگالی احتمال گوسی.....
۱۴	شکل ۳-۲- هیستوگرام تابع چگالی احتمال رایلی.....
۱۵	شکل ۴-۲- هیستوگرام تابع چگالی احتمال Rician.....
۱۵	شکل ۵-۲- مقایسه تابع چگالی احتمال توزیع‌های Rician، گوسی و رایلی.....
۱۷	شکل ۶-۲- هیستوگرام تابع چگالی احتمال پواسون.....
۱۷	شکل ۷-۲- تابع چگالی احتمال توزیع پواسون.....
۲۳	شکل ۱-۳- عملگرها در الگوریتم‌های آشکارساز لبه Canny، Sobel و Prewitt، در دو راستای x و y.....
۲۶	شکل ۲-۳- مقایسه‌ای بر روی الگوریتم‌های آشکارساز مختلف.....
۲۹	شکل ۳-۳- مدل پلکانی یک لبه ایده‌آل.....
۳۰	شکل ۴-۳- مکان‌یابی، به منظور آشکارسازی لبه گسسته.....
۳۱	شکل ۵-۳- مکان‌یابی NLFS، به منظور آشکارسازی لبه گسسته.....
۳۳	شکل ۶-۳- تصویر آشکارسازی شده لبه، به روش مشتق غیرخطی.....
۳۴	شکل ۷-۳- نمونه‌ای از تجزیه سلسله مراتبی درخت مربعی.....
۳۵	شکل ۸-۳- تقسیم‌بندی یک نود به منظور تعریف بازگشتی.....
۳۷	شکل ۹-۳- مراحل آشکارساز لبه تجزیه درخت مربعی.....
۴۵	شکل ۱-۴- روش حذف نویز الگوریتم NLM.....
۵۲	شکل ۲-۴- نمایش نمودار موزائیکی زمان-فرکانس تبدیل STFT.....
۵۲	شکل ۳-۴- مقایسه نمایش نمودار موزائیکی زمان-فرکانس تبدیل‌ها.....
۵۳	شکل ۴-۴- نمایش ساختار فیلتربانک تبدیل موجک گسسته دو بعدی.....
۵۴	شکل ۵-۴- نمایش نحوه تقسیم‌بندی زیرباندها با استفاده از تبدیل موجک گسسته دو بعدی.....
۶۶	شکل ۶-۴- مثال ساده‌ای از گروه‌بندی به روش تطبیق‌پذیری در یک تصویر مصنوعی.....
۶۹	شکل ۷-۴- فلوجارت الگوریتم حذف نویز فیلترگذاری اشتراکی و تطبیق‌پذیری بلوکی سه بعدی.....
۷۵	شکل ۸-۴- طبقه‌بندی الگوریتم‌های حذف نویز تصویر.....
۷۹	شکل ۱-۵- فلوجارت الگوریتم پیشنهادی ACNLM.....

- ۸۳ شکل ۵-۲- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (نویز Rician)، ($\sigma = 40$)، (پنجره شباهت 3×3).....
- ۸۴ شکل ۵-۳- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (نویز Rician)، ($\sigma = 40$)، (پنجره شباهت 3×3).....
- ۸۴ شکل ۵-۴- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.004$)، (پنجره شباهت 3×3).....
- ۸۵ شکل ۵-۵- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.004$)، (پنجره شباهت 3×3).....
- ۸۷ شکل ۵-۶- چهار قانون فازی الگوریتم پیشنهادی Fuzzy-NLM.....
- ۸۸ شکل ۵-۷- فلوجارت الگوریتم پیشنهادی Fuzzy-NLM.....
- ۹۱ شکل ۵-۸- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۲ شکل ۵-۹- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۲ شکل ۵-۱۰- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.003$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۳ شکل ۵-۱۱- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.003$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۳ شکل ۵-۱۲- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (Gray)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۴ شکل ۵-۱۳- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۴ شکل ۵-۱۴- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (Gray)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۵ شکل ۵-۱۵- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7).....
- ۹۵ شکل ۵-۱۶- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (Gray)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 3×3).....
- ۹۶ شکل ۵-۱۷- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 3×3).....

- شکل ۵-۱۸- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (Gray)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 3×3)..... ۹۶
- شکل ۵-۱۹- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 3×3)..... ۹۷
- شکل ۵-۲۰- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (Gray)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.003$)، (پنجره شباهت 7×7)..... ۹۷
- شکل ۵-۲۱- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.003$)، (پنجره شباهت 7×7)..... ۹۸
- شکل ۵-۲۲- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (Gray)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.003$)، (پنجره شباهت 7×7)..... ۹۸
- شکل ۵-۲۳- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز گوسی)، ($\sigma = 0.003$)، (پنجره شباهت 7×7)..... ۹۹
- شکل ۵-۲۴- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (Jet)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7)..... ۹۹
- شکل ۵-۲۵- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (Jet)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز Rician)، ($\sigma = 30$)، (پنجره شباهت 7×7)..... ۱۰۰
- شکل ۶-۱- پیاده‌سازی بانک فیلتری تبدیل موجک گسسته نرمالیزه نشدهٔ هار..... ۱۰۹
- شکل ۶-۲- قاعدهٔ حذف نویز در حوزهٔ تبدیل، برای نویز وابسته به سیگنال..... ۱۱۱
- شکل ۶-۳- نمایش ویژگی‌های دو فیلتر پایین‌گذر و بالاگذر در مراحل تجزیه و بازیابی تبدیل موجک دایوچییز (db4)..... ۱۱۶
- شکل ۶-۴- نمایش نحوه تقسیم‌بندی زیرباندها با استفاده از تبدیل دایوچییز (db4)..... ۱۱۷
- شکل ۶-۵- نمایش نحوه تقسیم‌بندی زیرباندها با استفاده از تبدیل موجک Meyer گسسته (dmey)..... ۱۱۷
- شکل ۶-۶- نمایش ویژگی‌های دو فیلتر پایین‌گذر و بالاگذر در مراحل تجزیه و بازیابی تبدیل موجک سیملت (sym8)..... ۱۱۸
- شکل ۶-۷- نمایش نحوه تقسیم‌بندی زیرباندها با استفاده از تبدیل موجک سیملت (sym8)..... ۱۱۸
- شکل ۶-۸- نمایش ویژگی‌های دو فیلتر پایین‌گذر و بالاگذر در مراحل تجزیه و بازیابی تبدیل موجک هار..... ۱۱۹
- شکل ۶-۹- نمایش نحوه تقسیم‌بندی زیرباندها با استفاده از تبدیل موجک هار..... ۱۱۹
- شکل ۶-۱۰- پیاده‌سازی بانک فیلتری الگوریتم پیشنهادی (قسمت اول)..... ۱۲۰
- شکل ۶-۱۱- پیاده‌سازی بانک فیلتری الگوریتم پیشنهادی (قسمت دوم)..... ۱۲۱
- شکل ۶-۱۲- نحوه بلوک‌بندی تصویر و استفاده از آن در الگوریتم پیشنهادی..... ۱۲۲

- شکل ۶-۱۳- شبه کد الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر الگوریتم دیکشنری تکاملی و روش بلوکی..... ۱۲۳
- شکل ۶-۱۴- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (فریم #۱)، (نویز پواسون-گوسی)، ($\sigma = 0.05$)..... ۱۲۹
- شکل ۶-۱۵- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (فریم #۱)، (نویز پواسون-گوسی)، ($\sigma = 0.03$)..... ۱۳۰
- شکل ۶-۱۶- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (فریم #۱)، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز پواسون-گوسی)، ($\sigma = 0.01$)..... ۱۳۰
- شکل ۶-۱۷- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (فریم #۱)، (Hot)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز پواسون-گوسی)، ($\sigma = 0.03$)..... ۱۳۱
- شکل ۶-۱۸- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۱))، (فریم #۱)، (Jet)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز پواسون-گوسی)، ($\sigma = 0.03$)..... ۱۳۱
- شکل ۶-۱۹- مقایسه کیفی و بصری روش‌های حذف نویز، (تصویر (۲))، (فریم #۱)، (Jet)، (تصویر تفاضلی حذف نویز شده از تصویر اصلی بدون نویز)، (نویز پواسون-گوسی)، ($\sigma = 0.03$)..... ۱۳۲
- شکل ۷-۱- (a) نمایش سه بعدی تصویر MR؛ (b) تفاوت میان اولین و آخرین فریم تصویر سه بعدی..... ۱۳۴
- شکل ۷-۲- شبه کد ساده‌ترین روش پیمایش فریم‌ها به منظور انجام گروه‌بندی..... ۱۳۵
- شکل ۷-۳- نمونه‌ای از نمایش فریم‌های یک تصویر سه بعدی MR در راستای برش‌ها (Z)..... ۱۳۶
- شکل ۷-۴- شبه کد روش پیمایش فریم‌ها و انجام گروه‌بندی مبتنی بر بیش‌ترین شباهت..... ۱۳۷
- شکل ۷-۵- نحوه بلوک‌بندی سه بعدی تصویر و استفاده از آن در ایده پیشنهادی مبتنی بر تبدیل موجک سه بعدی..... ۱۳۸
- شکل ۷-۶- شبه کد الگوریتم مبتنی بر ایده پیشنهادی 3DW-DB-PURE-LET..... ۱۳۹
- شکل ۷-۷- نمایش نحوه تقسیم‌بندی زیرباندها با استفاده از تبدیل موجک گسسته سه بعدی..... ۱۴۰
- شکل ۷-۸- (a) نمایش سه بعدی تصویر MR بدست آمده از ضرایب مقیاسی تبدیل موجک؛ (b) تفاوت میان اولین و آخرین فریم از تصویر بدست آمده از ضرایب مقیاسی تبدیل موجک..... ۱۴۰
- شکل ۷-۹- پیاده‌سازی بانک فیلتری تبدیل موجک سه بعدی..... ۱۴۲

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۸۰	جدول ۵-۱- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز Rician، بر مبنای معیار سنجش MSE، (پنجره شباهت ۳×۳)
۸۱	جدول ۵-۲- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز Rician، بر مبنای معیار سنجش PSNR، (پنجره شباهت ۳×۳)
۸۱	جدول ۵-۳- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز Rician، بر مبنای معیار سنجش MSE، (پنجره شباهت ۷×۷)
۸۲	جدول ۵-۴- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز Rician، بر مبنای معیار سنجش PSNR، (پنجره شباهت ۷×۷)
۸۲	جدول ۵-۵- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز گوسی، بر مبنای معیار سنجش MSE، (پنجره شباهت ۳×۳)
۸۳	جدول ۵-۶- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز گوسی، بر مبنای معیار سنجش PSNR، (پنجره شباهت ۳×۳)
۸۹	جدول ۵-۷- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز Rician، بر مبنای معیار سنجش MSE، (پنجره شباهت ۷×۷)
۹۰	جدول ۵-۸- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز Rician، بر مبنای معیار سنجش PSNR، (پنجره شباهت ۷×۷)
۹۰	جدول ۵-۹- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز گوسی، بر مبنای معیار سنجش MSE، (پنجره شباهت ۷×۷)
۹۱	جدول ۵-۱۰- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز گوسی، بر مبنای معیار سنجش PSNR، (پنجره شباهت ۷×۷)
۱۲۸	جدول ۶-۱- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز پواسون-گوسی، بر مبنای معیار سنجش MSE.....
۱۲۸	جدول ۶-۲- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز پواسون-گوسی، بر مبنای معیار سنجش PSNR.....
۱۲۹	جدول ۶-۳- مقایسه روش‌های مختلف حذف نویز پواسون-گوسی با معیار زمان اجرا (بر حسب ثانیه).....

فصل اول

مقدمه‌ای بر روش

تصویربرداری تشدید مغناطیسی

۱-۱- مقدمه

تکنولوژی MRI^۱ در بسیاری از کاربردهای پزشکی استفاده می‌شود. از آنجاییکه این تکنولوژی رزولوشن بسیار بالایی دارد و اساساً بی‌ضرر است، آن را به عنوان دقیق‌ترین و مطلوب‌ترین تکنولوژی تصویربرداری می‌شناسند. MRI در درجه اول به منظور نمایش تغییرات فیزیولوژیکی یا پاتولوژیکی بافت‌های زنده مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین دلیل که بیماری‌های مرتبط با این تغییرات بسیار متداول شده است، MRI به عنوان یک روش کاربردی رایج در تصویربرداری پزشکی شناخته می‌شود.

۱-۱-۱- بررسی ساختمان داخلی و عملکرد MRI

MRI روش تولید تصاویر با جزئیات کامل از بافت‌ها و ارگان‌های بدن، بدون استفاده از پرتوهای ایکس و پرتوهای یونیزه شده می‌باشد؛ این مزیت موجب می‌شود که روش تصویربرداری MR از روش تصویربرداری به کمک اشعه ایکس متمایز شود. در سال‌های اولیه معرفی این تکنولوژی، بدلیل استفاده از پرتوهای یونیزه شده هسته‌ای جهت تصویربرداری، این روش تصویربرداری از بافت را NMRI^۲ (تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته‌ای) می‌نامیدند. اما با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی، استفاده از این پرتوهای یونیزه شده حذف می‌شود و دستگاه به MRI تغییر نام می‌یابد.

دکتر دامادین در اوایل دهه ۱۹۷۰ متوجه می‌شود که ساختمان آب در تصویربرداری MR عنصری بسیار حیاتی است. زیرا هر مولکول آب در حقیقت مانند یک دو قطبی بسیار قوی عمل می‌کند (قطب شمال و جنوب). علت آن است که الکترون‌های مدار هیدروژن زمان بیشتری را در مدارهای اطراف اتم اکسیژن می‌گذارند، و این وضعیت موجب می‌شود که یک منبع قوی برای تولید سیگنال‌های MRI ایجاد شود. دامادین اثبات می‌کند که سیگنال‌های فوق را می‌توان به صورت تصویری مخصوص آشکار و ثبت نمود.

۱-۱-۲- مکانیزم کار سیستم تصویربرداری MR

سه نوع حرکت در اتم وجود دارد:

^۱ Magnetic Resonance Imaging

^۲ Nucleus Magnetic Resonance Imaging