

بِسْمِ تَعَالَى



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی پزشکی

پایان نامه دکتری - بیوالکتریک

کمی سازی ضایعات MS مبتنی بر تحلیل فرکتال

نگارش:

رسول خیاطی

اساتید راهنما:

دکتر منصور وفادوست

دکتر فرزاد توحید خواه

استاد مشاور:

دکتر سید مسعود نبوی

بهمن ۱۳۸۶



بِسْمِ تَعَالَى

شماره:

تاریخ:

معاونت پژوهشی

فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

فرم اطلاعات پایان نامه
کارشناسی ارشد و دکترا

۱- مشخصات دانشجو

نام و نام خانوادگی: رسول خیاطی

شماره دانشجویی: ۸۰۲۳۹۳۴

دانشجوی آزاد

بورسیه

معادل

دانشکده: مهندسی پزشکی

رشته تحصیلی: بیوالکتریک

نام و نام خانوادگی اساتید راهنما: دکتر منصور وفادوست، دکتر فرزاد توحید خواه

عنوان به فارسی: کتی سازی ضایعات MS مبتنی بر تحلیل فرکتال

عنوان به انگلیسی: Quantification of MS Lesions Based on Fractal Analysis

نوع پروژه:

کاربردی

بینادی

توسعه ای

نظری

تاریخ شروع: ۸۴/۳/۸

تاریخ خاتمه: ۸۶/۱۱/۱۴

تعداد واحد: ۲۴

سازمان تأمین کننده اعتبار:

واژه های کلید به فارسی:

مالتیپل اسکلروزیس، تصویرگری تشدید مغناطیسی، تقطیع فرکتالی، نوع ضایعه.

واژه های کلیدی به انگلیسی:

Multiple Sclerosis, MRI, Fractal Segmentation, Lesion Stage

نظرها و پیشنهادهای به منظور بهبود فعالیت های پژوهشی دانشگاه:

اساتید راهنما: دکتر منصور وفادوست، دکتر فرزاد توحید خواه

دانشجو: رسول خیاطی

تاریخ: ۸۶/۱۲/۶

امضاء اساتید راهنما

۸۶، ۱۲، ۶

نسخه ۱: معاونت پژوهشی

به نام خدا



شماره: ۴۵۰/۳۰۰/۶۸۰

تاریخ: ۱۷/۱۱/۱۳۸۶

برگ ارزیابی دفاع نهایی رساله دکتری

شماره دانشجویی: ۸۰۲۳۳۹۳۴

دانشکده: مهندسی پزشکی

تاریخ دفاع: ۱۳۸۶/۱۱/۱۴

نام و نام خانوادگی: رسول خیاطی

رشته و گرایش تحصیلی: مهندسی پزشکی-بیوالکترونیک

عنوان رساله: کمی سازی ضایعات MS مبتنی بر تحلیل فرکانال

تاریخ تصویب پیشنهاد رساله: ۱۳۸۴/۳/۸

امضاء	امتیاز	رتبه علمی	کد انفورماتیک	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
		استادیار	۱۰۸۲۲	دکتر منصور وفادوست	استاد راهنمای اول
		دانشیار	۱۰۲۳۶	دکتر فرزاد توحید خواه	استاد راهنمای دوم
		استادیار		دکتر سید مسعود نبوی	استاد مشاور اول
		--		---	استاد مشاور دوم
		دانشیار	۱۰۱۴۵	دکتر مرادی	نماینده تحصیلات تکمیلی
	۹۹/۵	دانشیار	۱۰۱۴۵	دکتر مرادی	داور داخلی اول
		استادیار	۱۰۰۳۵	دکتر رحمتی	داور داخلی دوم
		استاد	۱۰۱۵۴	دکتر کریم فائز	داور خارجی اول
		استاد	۱۱۷۳۶	دکتر سلطانیان زاده	داور خارجی دوم
		--			داور پنجم

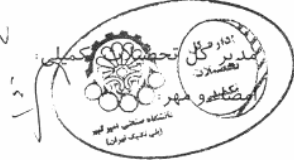
میانگین نمرات هیئت داوران

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده:

امضاء و مهر دانشکده:

نمره به حروف	نمره به عدد	شرح	این قسمت با همانگهی تحصیلات تکمیلی دانشگاه تنظیم می گردد.
نوزده و نیم	۱۹/۵	میانگین نمرات هیئت داوران (بر مبنای ۲۰)	A
		کسر نمره دبر کرد	B
		تشویق بابت ارائه مقاله	C
صفت	۲۰-	نمره نهایی (D=A+B+C)	D

۴۱/۱۱/۱۳۸۶
۸۶/۱۱/۱۳۸۶



تأیید کارشناس ارشد در مهندسی پزشکی از طرف دانشکده مهندسی پزشکی و تایید مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی پزشکی

...له ما فی السّموات و ما فی الارض...

و آن زمان که همه خواهند آمد و همه خواهند بود،
چه خواهیم گفت و چه خواهیم داشت،
بز قطره‌ی اسگی که به امید شاعری
بر کوزه لغز و در بردل نشیند.

تقدیم به،

علیرضا (خسرو) و

مهدی آوا معیل^۲.

۳- سردار شهید دکتر علیرضا (خسرو) حاجی ابراهیم تهرانی، عضو شورای مدیریت جهاد دانشگاهی دانشگاه ارومیه و فرمانده گردان ثارا... لشکر ۳۱ عاشورا، که در عملیات بیت المقدس (اردیبهشت ماه ۱۳۶۱) به شهادت رسید.

۱- بسیجی شهید مهدی بیایی، گردان علی اکبر (ع) لشکر ۳۱ عاشورا، که در منطقه ی حور العظیم، عملیات بدر (اسفند ماه ۱۳۶۲) به شهادت رسید.

۲- پاسدار شهید اسماعیل بیایی، معاون اطلاعات-عملیات سپاه پاسداران سلمااس، که در منطقه ی میداننار سلمااس (تیر ماه ۱۳۶۹) به شهادت رسید.

همانا سگرگزاری است به درگاه پروردگاریکتا،

سپاس گزاری از، همکسری و یاری برادران بزرگوار،

آقایان:

دکتر منصور وفادوست، دکتر فرزاد توحید خواه، دکتر سید مسعود نبوی، دکتر داریوش اعتمادی، دکتر محمد حسن مرادی،
دکتر علی فلاح، دکتر فرشاد الماس گنج، دکتر سید علی سید صالحی، دکتر محمد میکانیلی و دکتر وحید ابوطالبی.

سپاس وافر از حامی و مشوق، همیشگی،

استاد بزرگوار، معلم نخت مهندسی پزشکی

جناب آقای دکتر سید محمد رضا هاشمی گلپایگانی.

در نهایت، تحلل و صبر خانواده ام ستودنی است،

سپاس از همدلی و محبت شان،

باشد که قدر دانی سایه باشم تا رحمت و مهر خداوند، همچون بارانی فرود آید و صفا بخش وجود شود.

چکیده

مالتیپل اسکلروزیس (MS^1) یکی از بیماری‌های شایع سیستم اعصاب مرکزی انسان است که باعث تغییرات شکلی و ساختاری در مغز می‌شود. بررسی کمی این تغییرات به همراه ارزیابی علایم بالینی، اطلاعات مهمی را برای طرح درمان و پی‌گیری^۲ بیماری ارائه می‌دهند. رویکرد‌های متفاوتی برای کمی سازی ضایعات MS با درجات مختلف دخالت کاربر در بررسی‌های مختلف تصاویر تشدید مغناطیسی (MR^3)، پیشنهاد شده‌اند. در این پایان‌نامه، رویکرد کاملاً جدیدی بر مبنای تحلیل فرکتال جهت تقطیع ضایعات MS در تصاویر MR مغز، با بررسی بازیافت معکوس مایع تضعیف شده ($FLAIR^4$)، ارائه شده است. نتایج ارزیابی تقطیع فرکتالی مبتنی بر محاسبه ی میانگین سنجه‌های مشابهت^۵ (شاخص مشابهت (SI^6))، کسر هم پوشانی (OF^7) و کسر زیادی (EF^8) به ترتیب برابر با: ۰/۷۹، ۰/۸۱ و ۰/۲۵)، بیانگر عملکرد بهتر این رویکرد نسبت به روش‌های متداول است. همچنین، بر اساس میانگین بُعد فرکتال تخمینی، ضایعات MS ($2/32$) و بافت طبیعی ($2/68$)، به ترتیب طرحواره ی یکنواخت و غیر یکنواختی دارند. در نهایت، دو رویکرد کاملاً نو جهت تعیین نوع^۹ ضایعات MS در تصاویر FLAIR، مبتنی بر میزان درگیری واحد‌های حجمی (وکسل‌ها^{۱۰}) و تخریب میلین‌ها ارائه شده است. در این رویکردها، ابتدا وکسل‌ها به دو نوع: تخریب شده (مزمین^{۱۱}) و در حال تخریب (حاد^{۱۲}) دسته بندی می‌شوند. سپس، ضایعات حاد با استفاده از اطلاعات تصاویر T1-وزن دار^{۱۳} ($T1-w$) و $T1-w$ ارتقا یافته^{۱۴} با گادولینیم^{۱۵} ($Gad-E-T1-w$)، به دو نوع: حاد اخیر^{۱۶} و حاد نو^{۱۷} دسته بندی می‌شوند. این رویکرد‌ها بکارگیری مواد پارامگنت برای ارتقا تصاویر را کاهش داده و شیوه‌هایی ارزان با زمان بری کم را برای طرح درمان مناسب بیماری و پی‌گیری آن از طریق حجم سنجی واقعی ضایعات درگیر در تصویرگری‌های پی‌گیری، ارائه می‌دهند.

کلید واژه: مالتیپل اسکلروزیس، تصویرگری تشدید مغناطیسی، تقطیع فرکتالی، نوع ضایعه.

1 - Multiple Sclerosis

2 - Follow up

3 - Magnetic Resonance

4 - Fluid Attenuated Inversion Recovery

5 - Similarity Measures

6 - Similarity Index

7 - Overlap Fraction

8 - Extra Fraction

9 - Stage

10 - Voxels

11 - Chronic

12 - Acute

13 - T1-weighted

14 - Enhanced

15 - Gadolinium Enhanced T1-weighted

16 - Recent Acute

17 - Early Acute

فهرست

صفحه	عنوان
۱.....	۱- فصل اول مقدمه
۶.....	۲- فصل دوم شناخت MS
۶.....	۲-۱- چکیده
۷.....	۲-۲- مقدمه
۷.....	۲-۳- MS، معرفی اجمالی و شیوع جهانی بیماری
۹.....	۲-۴- تظاهرات اولیه
۹.....	۲-۵- شیوع علایم بیماری MS
۱۰.....	۲-۶- معیارهای تشخیصی MS
۱۰.....	۲-۷- انواع تظاهرات بالینی MS
۱۱.....	۲-۸- عوارض بیماری MS
۱۲.....	۲-۹- تشخیص‌های افتراقی MS
۱۳.....	۲-۱۰- درمان
۱۴.....	۲-۱۱- بیماران و تصویرگری MR
۱۶.....	۲-۱۲- نتیجه گیری
۱۷.....	۳- فصل سوم جداسازی تصویر مغز از تصویر سر
۱۷.....	۳-۱- چکیده
۱۸.....	۳-۲- مقدمه
۲۱.....	۳-۳- تقطیع خودکار شی گرای مغز در تصویر سر
۲۲.....	۳-۴- اعتبارسنجی
۲۴.....	۳-۵- نتایج
۲۸.....	۳-۶- بحث
۳۰.....	۳-۷- نتیجه گیری
۳۲.....	۴- فصل چهارم تقطیع آماری ضایعات MS
۳۲.....	۴-۱- چکیده
۳۳.....	۴-۲- مقدمه

۳۷	انتخاب تصاویر و تقطیع دستی ضایعات	۳-۴
۳۸	فیلتر غیر خطی انتشاری نا همسان گرد	۴-۴
۳۹	دسته بندی بیز	۵-۴
۴۰	تخمین تابع چگالی احتمال با استفاده از مدل مخلوط تطبیقی	۶-۴
۴۴	محاسبه احتمال پیشین به وسیله میدان تصادفی مارکوف	۷-۴
۴۶	تقطیع خودکار ضایعات MS مبتنی بر AMM و MRF	۸-۴
۴۶	تقطیع خودکار با سرپرستی ضایعات MS	۱-۸-۴
۴۸	تقطیع خودکار بدون سرپرستی ضایعات MS	۲-۸-۴
۵۰	پس پردازش	۹-۴
۵۰	ارزیابی	۱۰-۴
۵۱	نتایج	۱۱-۴
۶۲	بحث	۱۲-۴
۶۵	نتیجه گیری	۱۳-۴
۶۷	فصل پنجم تقطیع ضایعات MS مبتنی بر تحلیل فرکتال	۵
۶۷	چکیده	۱-۵
۶۸	مقدمه	۲-۵
۷۱	تخمین بُعد فرکتال از حوزه ی فرکانس	۳-۵
۷۲	تحلیل کارایی روش تخمین بُعد فرکتال	۴-۵
۷۳	الگوریتم دسته بندی بر مبنای بُعد فرکتال	۵-۵
۷۵	انتخاب بهینه ی fd_n مبتنی بر SI	۶-۵
۷۵	نتایج	۷-۵
۷۵	نتایج ارزیابی روش تخمین بُعد فرکتال	۱-۷-۵
۷۷	نتایج ارزیابی الگوریتم تقطیع فرکتالی	۲-۷-۵
۸۷	بحث	۸-۵
۹۰	نتیجه گیری	۹-۵
۹۲	فصل ششم تقطیع و دسته بندی ضایعات مزمن، حاد نو و حاد اخیر	۶
۹۲	چکیده	۱-۶
۹۳	مقدمه	۲-۶

۹۶	تقطیع دستی ضایعات مزمن و حاد نو.....	۳-۶
۹۷	تقطیع ضایعات مزمن و حاد مبتنی بر شدت سیگنال FLAIR.....	۴-۶
۹۸	محاسبه ی نگاشت مبتنی بر شدت سیگنال تصویر FLAIR.....	۱-۴-۶
۹۹	تقطیع ضایعات مزمن و حاد مبتنی بر همسایگی ضایعات.....	۵-۶
۱۰۰	محاسبه ی نگاشت مبتنی بر همسایگی ضایعات.....	۱-۵-۶
۱۰۲	دسته بندی ضایعات مزمن و حاد با آستانه گذاری بهینه.....	۶-۶
۱۰۲	دسته بندی خودکار ضایعات مزمن و حاد.....	۷-۶
۱۰۳	دسته بندی ضایعات حاد نو و حاد اخیر.....	۸-۶
۱۰۳	حجم سنجی ضایعات در تصویرگری های پی گیری.....	۹-۶
۱۰۷	ارزیابی رویکرد های تقطیع.....	۱۰-۶
۱۰۷	نتایج.....	۱۱-۶
۱۲۰	بحث.....	۱۲-۶
۱۲۶	نتیجه گیری.....	۱۳-۶
۱۲۷	فصل هفتم جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۷-
۱۳۱	منابع.....	

فهرست علائم اختصاری

علامت اختصاری	عبارت	ترجمه ی فارسی
A _{cc}	Accuracy	دقت
AMM	Adaptive Mixture Method	روش مخلوط تطبیقی
CSF	Cerebro Spinal Fluid	مایع مغزی نخاعی
CC	Correlation Coefficient	ضریب همبستگی
GRF	Gibbs Random Field	میدان تصادفی گیبز
DTPA	Diethyl Tetra Pentanoic Acid	ماده ی گادولنیوم دی-تی-پی-ای
TR	Echo Time	زمان تکرار
EDSS	Expanded Disability Status Scale	معیار درجه ی ناتوانی گسترده
EM	Expectation-Maximization	بیشینه سازی امید
EF	Extra Fraction	کسر زیادی
FN	False Negative	غلط منفی
FP	False Positive	غلط مثبت
FLAIR	Fluid Attenuated Inversion Recovery	بازیافت معکوس مایع تضعیف شده
FCM	Fuzzy C-means	فازی C-means
FLVQ	Fuzzy Learning Vector Quantization	چندی سازی برداری با قابلیت یادگیری فازی
Gad-E-T1-w	Gadolinium Enhanced T1-weighted	T1-وزن دار ارتقا یافته با گادولنیوم
GS	Gold standard	استاندارد طلایی (مرجع)
TI	Inversion Time	زمان معکوس
ICM	Iterated Conditional Modes	سبک های شرطی تکرار شده
KNN	K Nearest Neighbor	K نزدیکترین همسایه
LFFD	Local Fuzzy Fractal Dimension	بعد فرتال فازی محلی
M	Mean	میانگین
MLE	Maximum Likelihood Estimator	تخمین گر بیشینه ی شباهت
MS	Multiple Sclerosis	مالتیپل اسکلروزیس
MD	Mahalanobis Distance	فاصله ماهالانوبیس
MRF	Markov Random Fields	میدان تصادفی مارکوف
MSE	Mean Squared Error	میانگین مربعات خطا
MAP	Maximum A Posteriori	بیشینه ی احتمال پسین
MR	Magnetic Resonance	تشدید مغناطیسی
MRI	Magnetic Resonance Imaging	تصویرگری تشدید مغناطیسی
OF	Overlap Fraction	کسر هم پوشانی
PR	Progressive Relapsing	پیش رونده_عود کننده
PP	Primary Progressive	پیش رونده اولیه
PD-w	Proton Density-weighted	پروتون-وزن دار
PDF	Probability Density Function	تابع چگالی احتمال
RR	Relapsing Remitting	عود کننده_فروکش کننده
RT	Repetition Time	زمان تکرار

SD	Standard Deviation	انحراف معیار
SP	Secondary Progressive	پیش رونده ثانویه
SI	Similarity Index	شاخص مشابهت
SRM	Stochastic Relaxation Method	شیوه ی آسایش تصادفی
S _e	Sensitivity	حساسیت
S _p	Specificity	اختصاصی بودن
SOM	Self Organized Map	نگاشت خود سازمان ده
T1-w	T1-weighted	T1-وزن دار
T2-w	T2-weighted	T2-وزن دار
TN	True Negative	درست منفی
TP	True Positive	درست مثبت
TPSA	Triangular Prism Surface Area	مساحت صفحه ی منشور مثلثی
VEP	Visual Evoked Poential	پتانسیل برانگیخته ی بینایی

فصل اول مقدمه

شایع ترین بیماری التهابی میلین زدا¹ و نهایتاً پیش رونده ی سیستم اعصاب مرکزی انسان، MS است که منجر به تغییرات شکلی و ساختاری مغز می شود. بررسی کمی این تغییرات در تصاویر MR، به همراه ارزیابی علایم بالینی، درک دقیق تری از روند پیشرفت بیماری ایجاد می کند. همچنین، می تواند اطلاعات مهمی برای طرح موثر درمان بیماران ارائه دهد. به دلیل التهاب و تخریب میلین در اعصاب مرکزی و تغییرات پاتولوژیکی بعدی، تصاویر MR بیماران MS، پلاک های کوچک یا بزرگ، منفرد یا متعدد را نشان می دهند. این آسیب میلین ها، توانایی سیستم عصبی برای کنترل بدن را کاهش می دهند و منجر به علایم قابل مشاهده بالینی می شوند. علل بیماری MS، ناشناخته است، اما عواملی مانند استعداد ژنتیکی، زمینه فامیلی، منطقه جغرافیایی، عفونت های ویروسی و فشارهای روحی را در پیدایش آن موثر می دانند.

تفسیر تصاویر MR مبتنی بر مشاهده تصویر بر روی فیلم، نتایج کیفی متکی به فرد را ارائه می دهد. تحلیل دستی تصاویر توسط فرد آموزش دیده ماهر، چون ساختار های مورد نظر دارای لبه های پیچیده هستند و ممکن است فاقد مرزهای واضح آناتومیکی قابل رویت باشند، کار مشکل، زمان بر و خسته کننده ای است. همچنین، وابستگی تفسیر دستی تصاویر به مشاهده کننده، تحلیل نتایج را پیچیده تر می کند. بنابراین نیاز به یک شیوه تمام خودکار برای کمی سازی دقیق تصاویر MR مغز، ضروری است.

جداسازی تصویر مغز از سایر بافت های موجود در تصویر سر و همچنین تقطیع تصویر مغز به بافت سالم و ناسالم، همواره به منظور کمی سازی مقدار ضایعه و نحوه پیشرفت آن، مدّ نظر افراد خبره ی پردازش تصویر بوده است. تقطیع تصویر MR مغز یکی از گامهای اولیه در تحلیل تصویر جهت شناسایی انواع بافت های آن است. هدف از آن، تشخیص مناطق همگن در داخل تصویر است که هم مجزا بوده و هم متعلق به بافت مشخصی می باشند. یکی از عمده مشکلات در تقطیع تصویر MR، انتخاب روش مناسب در جداسازی بافت های مختلف از پس زمینه است. اگر سطوح خاکستری بافت های مختلف نزدیک به هم باشند، فرآیند تقطیع به خوبی میسر نخواهد شد. انتخاب الگوریتم

های مناسب تقطیع، میزان کارایی آنها و درک تاثیر آنها در سیستم تحلیل بافت مغز، مواردی هستند که در تقطیع تصویر دخالت دارند. همچنین، در فرآیند کمی سازی بافت های مغزی از جمله ضایعات MS، توسط برخی از دسته بندی کننده ها (مانند: بیز)، دسته های بافتی باید مدل شوند. بنابراین، کمینه بودن تعداد بافت هایی که باید دسته بندی شوند، مطلوب است. بدین منظور، در نخستین گام، تقطیع مغز از سر که به فرآیند استخراج بافت مغز، شامل: بافت طبیعی، غیر طبیعی و مایع مغزی نخاعی¹(CSF) از سایر بافت های غیر اصلی² موجود در سر از قبیل: چشم ها، پوست، و چربی، اطلاق می گردد، انجام می شود. روش های مختلفی برای جداسازی تصویر بافت مغز از تصویر سر ارایه شده اند که عمدتاً بر اساس عملیات شکلی³ هستند و ضمن نیاز به دخالت فرد خبره برای انجام برخی اصلاحات، گاهی پیچیده می باشند. همچنین، پیاده سازی آن ها فقط در تصاویری که ناحیه ی مغزی فقط یک ناحیه ی وسیع از پیکسل های متصل است، ممکن است و در نهایت، نتایج ارزیابی این الگوریتم ها بر روی برش های تصاویر MR بیماران مبتلا به MS، مشخص نیست [1-14].

در گام دوم، بعد از جداسازی تصویر بافت مغز از تصویر سر، تقطیع ضایعات MS انجام می شود. رویکرد های متفاوتی برای تقطیع بافت مغز و شناسایی ضایعات MS بر حسب درجات مختلف درگیری کاربر و میزان دقت، پیشنهاد شده است. این رویکرد ها به روش های آماری، فازی و شبکه های عصبی-فازی دسته بندی می شوند. در رویکرد های آماری معمولاً برای دسته های مختلف بافتی مدل هایی ارایه شده و براساس دسته بندی بیز، دسته بندی انجام می شود. در این الگوریتم ها، ضایعات MS در قالب مدل های تعریف شده قرار نمی گیرند و به عنوان بخش مجزا⁴ به حساب می آیند. در نهایت این روش ها، به منظور شناسایی بخش های مجزا به عنوان ضایعه، نیازمند استفاده از برخی محدودیت های مبتنی بر شدت سیگنال و اطلاعات متنی⁵ و کسل ها در بررسی های مختلف تصاویر MR هستند [15-19].

رویکرد های فازی برای تعریف مجموعه ی های فازی، نیازمند درگیری کاربر جهت انتخاب نقاط نمونه ی دسته های بافتی می باشند. همچنین در مرحله ی شناسایی بیرون ریخته ها⁶(اشیای غیر از اشیای فازی تعریف شده توسط کاربر) به عنوان ضایعات MS، دخالت فرد متخصص و یا در حالت اصلاح شده، استفاده از شبکه های عصبی آموزش دیده الزامی است [20-23].

1 -Cerebro Spinal Fluid
2 -Extraneous
3 -Morphology
4 -Outlier
5 -Contextual
6 -Voids

در رویکرد های تقطیع ضایعات مبتنی بر شبکه های عصبی نیز، عواملی از قبیل: تعداد لایه های میانی شبکه ها، تعداد نورون ها در هر لایه، قواعد یادگیری و ویژگی های مورد استفاده، بر نتایج تقطیع تاثیر گذار هستند. همچنین، در این رویکردها، اطلاعات و تجربیات فرد خبره در طراحی شبکه ها، نقش اساسی دارد [24]. بررسی های دقیق تر این رویکرد ها، در مقدمه ی فصول بعدی بیان خواهد شد.

در تمامی رویکرد های قبلی، اغلب شدت روشنایی پیکسل ها در بررسی های مختلف تصاویر MR، ویژگی های مورد استفاده برای رویه ی دسته بندی هستند. از آنجاییکه، ضایعات MS، معمولا دارای طرحواره ی¹ یکنواختی² هستند [25]، بنابراین می توان برای مکان یابی آن ها از کمی سازی محتوای طرحواره، استفاده کرد. اخیرا از تحلیل فرکتال به عنوان روش جدیدی برای توصیف طرحواره تصویر استفاده می شود. مدل فرکتال دارای این مزیت است که بُعد فرکتال³ با ناهمواری سطح همبستگی دارد و مستقل از مقیاس⁴ و تبدیلات خطی شدت روشنایی است [26]. بنابراین، به نظر می رسد با استفاده از تحلیل فرکتال، می توان رویکردی کاملا خودکار جهت تقطیع ضایعات MS در تصاویر MR مغز با بررسی FLAIR ارایه نمود به گونه ای که نسبت به روش های متداول، دارای ویژگی های بارزی نظیر: نتایج تقطیع بهتر و بار محاسباتی کمتر (به دلیل عدم پیچیدگی محاسباتی و ساده بودن الگوریتم) بوده و همچنین، در خصوص طرحواره ی بافت طبیعی و ضایعات، بیان مستندی داشته باشد. از آنجاییکه، رویکرد آماری یک رویکرد پایه ای در تقطیع ضایعات در تصاویر MR است، از این رویکرد می توان به عنوان یک رویکرد رقیب، برای مقایسه رویکرد پیشنهادی مبتنی بر تحلیل فرکتال استفاده کرد.

بعد از تقطیع ضایعات MS با استفاده از رویکرد مبتنی بر تحلیل فرکتال، ارایه ی رویکرد هایی جهت تعیین نوع ضایعات و تخمین میزان درگیری واحد های حجمی و تخریب میلین ها، می تواند کمی سازی دقیق تر ضایعات را ممکن سازد. لازم به ذکر است، این نوع کمی سازی ضایعات برای اولین بار بر روی تصاویر FLAIR مطرح می شود و با توجه به بررسی انجام شده، در این خصوص سابقه ای موجود نمی باشد.

بنابراین، هدف اصلی در این پایان نامه، معرفی رویکردی مبتنی بر تحلیل فرکتال جهت کمی سازی ضایعات MS است. همچنین، معرفی رویکرد هایی به منظور تعیین نوع ضایعات حاصل از تقطیع فرکتالی، از دیگر اهداف این رساله می باشد.

1 -Texture

2 -Homogenous

3 -Fractal Dimension

4 -Scale

در فصل دوم این رساله، بیماری MS به صورت اجمالی معرفی می گردد و چگونگی شیوع جهانی آن، تظاهرات اولیه، میزان شیوع علائم بیماری در مراحل پیشرفته تر، معیارهای تشخیصی، انواع بیماری از نظر بالینی، عوارض بیماری، تشخیص‌های افتراقی و درمان بیماری، توضیح داده می شود. مشخصات بیماران مورد مطالعه و همچنین، ویژگی های تصاویر MR با بررسی های مختلف که در این تحقیق استفاده شده اند، در انتهای این فصل بیان می گردد.

در فصل سوم، یک رویکرد ساده ی شی گرا برای تقطیع مغز از سر، ارائه می شود. این رویکرد، از ایده ی واقع شدن نواحی مغزی در مختصات مکانی خاص در کلیه برش های تصاویر MR استفاده نموده و تصویر بافت مغز را با برخی عملیات شکلی¹ ساده، استخراج می کند.

در فصل چهارم، دو رویکرد آماری تقطیع خودکار با سرپرستی و بدون سرپرستی ضایعات ارائه می شوند. رویکرد با سرپرستی، روش جدیدی مبتنی بر دسته بندی بیز است که دارای سه ویژگی می باشد: (۱) نمونه های یادگیری هر دسته ی بافت توسط دسته بندی کننده ی K-means، بعد از ارتقا² و نرم سازی³ با حفظ لبه برش های یادگیری توسط فیلتر غیر خطی انتشاری ناهمسان گرد⁴، انتخاب می شوند، (۲) تابع چگالی احتمال شرطی نمونه های یادگیری هر دسته توسط روش مخلوط تطبیقی (AMM⁵) تخمین زده می شود و (۳) احتمال پیشین دسته ها توسط میدان های تصادفی مارکوف (MRF⁶) به دست آمده و در تکرار های بعدی به روز می شوند. در رویکرد بدون سرپرستی، برای تخمین تابع چگالی احتمال شرطی و احتمال پیشین هر دسته نیازی به نمونه های یادگیری و حدس اولیه نیست و مستقیماً از توزیع تصویر ورودی به دست می آیند و در تکرار های بعدی به روز می شوند.

در فصل پنجم، رویکرد تقطیع خودکار ضایعات مبتنی بر تحلیل فرکتال ارائه می شود. در این رویکرد، بُعد فرکتال برای هر پیکسل در یک همسایگی به عنوان یک ویژگی محاسبه می شود. سپس، پیکسل ها به سه دسته ی بافتی بر مبنای بیشینه ی میزان تعلق به دسته ها، دسته بندی می شوند. همچنین، در این فصل، میزان دقت و مقاوم بودن روش تخمین بُعد فرکتال از حوزه ی فرکانس تحلیل می شود و استفاده از تحلیل فرکتال به عنوان یک مرحله ی پیش پردازش به منظور افزایش سرعت تقطیع آماری، بیان می گردد.

در فصل ششم، دو رویکرد کاملاً نو جهت تعیین نوع ضایعات MS در تصاویر FLAIR معرفی می شوند. در رویکرد اول، شدت سیگنال هر وکسل ضایعه، به صورت ترکیب خطی از سیگنال های

1 -Morphological

2 -Enhancement

3 -Smoothing

4 -Nonlinear Anisotropic Diffusion Filter

5 -Adaptive Mixture Method

6 -Markov Random Fields

مربوط به بخش های طبیعی و غیر طبیعی درون وکسل، مدل می شود. با بکارگیری یک سطح آستانه ی بهینه، وکسل ها با شدت سیگنال جدید، ابتدا به دو نوع: مزمن و حاد، دسته بندی می گردند. سپس، ضایعات حاد با استفاده از اطلاعات تصاویر T1-w و Gad-E-T1-w و براساس میزان فعالیت شان به دو نوع: حاد اخیر و حاد نو دسته بندی می شوند. در رویکرد دوم، برای هر وکسل ضایعه، ویژگی های وزن داری مبتنی بر ضایعه یا طبیعی بودن وکسل های موجود در یک همسایگی حجمی تعریف می شود. در فضای ویژگی تولید شده، تصویری توسط دسته بندی کننده ی k نزدیکترین همسایه (KNN^1) با سرپرستی بوجود می آید که شدت هر وکسل در آن، به صورت احتمال ضایعه ی مزمن بودن وکسل مورد نظر، تعریف می شود. در این رویکرد نیز، دسته بندی وکسل ها به دو نوع: مزمن و حاد بر اساس بکارگیری یک سطح آستانه ی بهینه و دسته بندی ضایعات حاد به دو نوع: حاد اخیر و حاد نو، مبتنی بر میزان فعالیت شان، انجام می شود. این رویکرد ها، ضمن این که بکارگیری مواد پارامگنت برای ارتقا تصاویر را کاهش می دهند، شیوه هایی ارزان با زمان بری کم را برای طرح درمان مناسب بیماری و پی گیری آن از طریق حجم سنجی واقعی ضایعات درگیر در تصویرگری های پی گیری، ارایه می دهند.

در نهایت در فصل هفتم، ضمن جمع بندی و نتیجه گیری، برخی پیشنهادات در راستای توسعه ی تحقیقات انجام شده در این رساله، بیان می شوند.

فصل دوم شناخت MS

۲-۱- چکیده

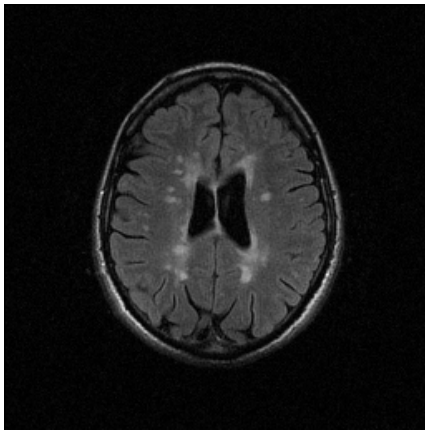
یکی از بیماری‌های شایع سیستم اعصاب مرکزی انسان، MS است. در بیماری MS، میلین به صورت پلاک‌های کوچک یا بزرگ، منفرد یا متعدد، دچار التهاب و تخریب می‌شود. این آسیب میلین‌ها، توانایی سیستم عصبی را برای کنترل بدن کاهش داده و منجر به علائم قابل مشاهده بالینی می‌شود. علل بیماری MS ناشناخته است، اما عواملی مانند استعداد ژنتیکی، زمینه فامیلی، منطقه جغرافیایی، عفونت‌های ویروسی و فشارهای روحی را در پیدایش آن موثر می‌دانند. کاهش توان بینایی، فلج انقباضی اندام‌ها و زمین‌گیر شدن، عدم تعادل بدنی، آتروفی مغز و نارسایی گفتاری شدید از جمله عوارض این بیماری می‌باشند. در حال حاضر درمان قطعی برای این بیماری وجود ندارد، اما برخی داروها به منظور جلوگیری از عود، پیشگیری از پیشرفت بیماری و نیز کاهش عوارض آن استفاده می‌شود.

۲-۲- مقدمه

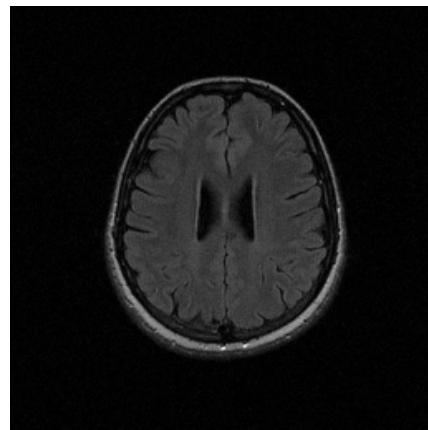
MS یکی از بیماری‌های شایع سیستم اعصاب مرکزی انسان است به طوری، که به تنهایی جمعیتی نزدیک به ۲۵۰،۰۰۰ الی ۳۵۰،۰۰۰ نفر در آمریکا به آن مبتلا هستند [27]. التهاب و تخریب میلین‌ها به عنوان عامل بروز این نوع از بیماری‌های مغز و اعصاب بیان می‌شود [28]. در آغاز این فصل این بیماری به طور اجمالی معرفی می‌شود و چگونگی شیوع جهانی آن بیان می‌گردد. سپس، تظاهرات اولیه، میزان شیوع علایم بیماری در مراحل پیشرفته تر، معیارهای تشخیصی، انواع بیماری از نظر بالینی، عوارض بیماری، تشخیص‌های افتراقی و درمان بیماری بررسی خواهد شد. در انتها نیز، مشخصات بیماران مورد مطالعه و همچنین، ویژگی‌های تصاویر MR با بررسی‌های مختلف که در این تحقیق استفاده می‌شوند، بیان می‌گردد.

۲-۳- MS، معرفی اجمالی و شیوع جهانی بیماری

MS یکی از شایع‌ترین اختلالات عصبی بوده و در بین جوانان با سن ۳۰ سال، بیشترین میزان شیوع را دارد [29]. از نظر بالینی، بیماری با درگیری بخش‌های مختلف سیستم عصبی مرکزی در زمان‌های مختلف مشخص می‌شود. میلین مانند یک غلاف بر روی اعصاب قرار دارد. در بیماری MS، میلین اعصاب مرکزی به صورت پلاک‌های کوچک یا بزرگ، منفرد یا متعدد، دچار التهاب و تخریب می‌گردد (شکل ۲-۱).



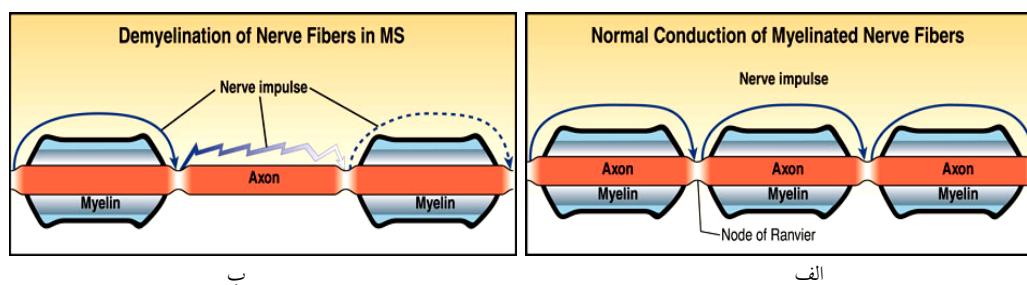
ب



الف

شکل ۲-۱- تصویر MR مغز: (الف) طبیعی، (ب) بروز پلاک‌های کوچک و بزرگ در بیمار مبتلا به MS.

تخریب میلین، باعث انسداد هدایت الکتریکی در محل ضایعه و آهسته شدن هدایت می‌شود (شکل ۲-۲).

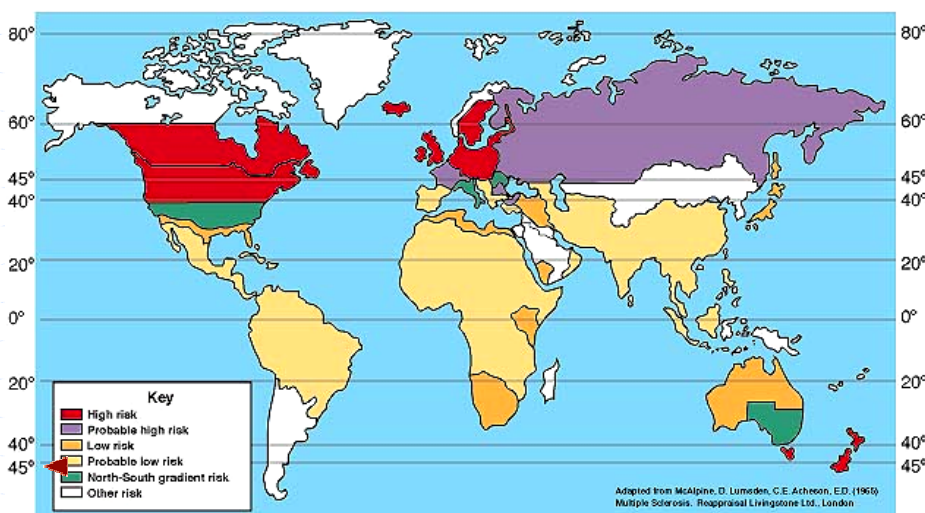


شکل ۲-۲- چگونگی هدایت در نورون ها: (الف) هدایت طبیعی در نورون های با میلین سالم، (ب) انسداد هدایت در نورونهای با میلین تخریب شده [28].

این آسیب میلین ها توانایی سیستم عصبی برای کنترل بدن را کاهش می دهد و منجر به علائم قابل مشاهده بالینی می شود.

علت بیماری MS ناشناخته است، اما ظن به نوعی مکانیسم ایمنی علیه آنتی ژن های میلینی وجود دارد. عوامل دیگری مانند: استعداد ژنتیکی، زمینه فامیلی، منطقه جغرافیایی، عفونت های ویروسی و فشارهای روحی را نیز در پیدایش آن موثر می دانند [27].

مطالعات اپیدمیولوژیک^۱، نشانگر آن است که شیوع بیماری با فاصله از خط استوا مستقیما متناسب است (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- توزیع جغرافیایی بیماری MS [27].