

تشخیص زودهنگام بیماری ام اس در تصاویر fMRI مغز با استفاده از تکنیک‌های یادگیری عمیق

الهام وحیدیان^۱، مهدی تقی‌زاده^{۱*}، محمد حسین فاتحی دیندارلو^۲، جاسم جمالی^۲

^۱گروه مهندسی پزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران، ^۲گروه مهندسی برق، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

تاریخ وصول: ۱۴۰۰/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: ام اس نوعی بیماری سیستم عصبی مرکزی است که در آن بدن، حمله دفاعی بر روی بافت‌های خود انجام می‌دهد. این بیماری می‌تواند بر روی مغز و نخاع تأثیر بگذارد و باعث ایجاد طیف گسترده‌ای از علائم بالقوه از جمله مشکلات تعادلی، حرکتی و بینایی شود. تصاویر ام آر آی و اف ام آر آی یک ابزار بسیار مهم در تشخیص و درمان بیماری ام اس است. هدف از این مطالعه تعیین و تشخیص تشخیص زودهنگام بیماری ام اس در تصاویر اف ام آر آی مغز با استفاده از تکنیک‌های یادگیری عمیق بود.

روش بررسی: این یک مطالعه تجربی می‌باشد که در سال ۱۳۹۹ در دانشگاه آزاد کازرون انجام شد، ۱۰۰۰ تصویر ام آر آی از مجموعه داده‌های BRATS بودند و در دو گروه یادگیری و تست به نسبت ۷۰ به ۳۰ درصد وارد مطالعه شدند. در این مطالعه یک شبکه یادگیری عمیق چهار لایه مبتنی بر شبکه عصبی کانولوشن در محیط مثلث شبیه‌سازی شده است. در ساختار یادگیری عمیق که خودش توانایی استخراج ویژگی‌ها را دارا بود، از یک روش دیگر برای این کار استفاده کردیم؛ زیرا یادگیری عمیق با این که توانایی استخراج ویژگی‌ها را دارد، اما این کار را تصادفی انجام می‌داد. برای این که مراحل قبلی آن به صورت قطعی باشد، از یک الگوریتم دیگر در داخل حلقه‌های تکرار و داخل لایه پیچش استفاده کردیم تا در زمان آموزش، اولاً کاهش ابعاد و ویژگی دهد، دوماً انتخاب بهترین ویژگی‌ها و سوم استخراج ویژگی‌ها را به صورت قطعی انجام دهد.

یافته‌ها: نمایش گرافیکی منحنی ROC نشان داد که میزان حساسیت یا پیش‌بینی درست در مقابل پیش‌بینی نادرست در این سیستم طبقه‌بندی دودویی که آستانه تفکیک در آن متغیر است، مقدار قابل توجهی داشت. سطح زیر این منحنی ۰/۸۵۹۲ هم‌چنین دقت روش پیشنهادی ۹۸/۶۸۹۱ درصد و میزان حساسیت ۹۴/۸۷۶۶ درصد به دست آمد.

نتیجه‌گیری: با توجه به فراوانی بیماری ام اس، تشخیص زود هنگام این بیماری و آرایه یک روش هوشمند بر اساس پردازش تصاویر fMRI برای درمان ضروری است. این روش هوشمند سعی بر این دارد که بتواند در خصوص تشخیص و درمان با دقت بیشتر، شناسایی بهتر ویژگی‌ها و الگوهای تأثیرگذار به بیماری نسبت به روش‌های پیشین به‌عنوان دستیار پزشکان کمک شایانی کند. در نهایت نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که کارایی روش پیشنهادی در سطح عالی ارزیابی شد و بهینه بودن آن را تا حد ممکن نمایش داد. بعلاوه نتایج به‌دست‌آمده، سریع بودن عملیات آموزش و آزمون داده‌ها در حجم بالا و همگرایی سریع الگوریتم را نشان داد. همچنین توسعه‌پذیری و تعمیم‌پذیری آن ساده‌تر است.

واژه‌های کلیدی: یادگیری عمیق، تصاویر fMRI، بیماری ام اس

*نویسنده مسئول: کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کازرون، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی پزشکی

Email: M.taghizadedeh@kau.ac.ir

مقدمه

دوره بیماری ام اس را به چهار دسته در حال بازگشت به بیماری ام اس، ام اس پیش‌رونده ثانویه، ام اس مترقی اولیه و ام اس مبتلا به عود پیش‌رونده تقسیم می‌کنند (۴). تاکنون هیچ درمان قطعی برای ام اس ارایه نشده است. با این حال درمان‌ها می‌تواند به بهبودی در حملات، اصلاح روند بیماری و مدیریت علائم کمک کند (۵). علت بیماری ام اس ناشناخته است. این بیماری یک بیماری خودایمنی است که در آن سیستم ایمنی بدن به بافت‌های خود حمله می‌کند که به نظر می‌رسد ترکیبی از ژنتیک و عوامل محیطی عامل بیماری ام اس باشد (۶). پژوهش‌های مختلفی در زمینه تشخیص بیماری ام اس از روی داده‌های تصویری و سیگنالی انجام گرفته است. یانگ جین یو و همکاران به ارایه یادگیری عمیق میلین مشترک و ویژگی‌های ام آر آی وزندار با T1 در بافت مغزی با ظاهر طبیعی برای تمایز بین بیماران مبتلا به ام اس و افراد سالم پرداخته است (۷). امیرمسعود احمدی و همکاران یک سیستم تشخیص به کمک کامپیوتر برای شناسایی و تشخیص بیماری ام اس بر اساس جفت فاز به دامنه ارایه کرده‌اند (۸). در این تحقیق از داده‌های تصویری استفاده نکرده است و داده‌های سیگنال مغزی یا EEG را مدنظر قرار داده است. تانیا نیر و همکاران از ساختار شبکه عصبی کانولوشن برای آموزش و آزمون تقطیع باهدف تشخیص ام اس استفاده کرده است (۹). الن ام و همکاران از روش رگرسیون حداقل عملکرد کاهش و انتخاب مطلق یا LASSO برای شناسایی زیرمجموعه‌ای از مواجهه با ارتباط بالقوه به

ام اس نوعی بیماری سیستم عصبی مرکزی است که در آن بدن حمله دفاعی بر روی بافت‌های خود انجام می‌دهد. این بیماری می‌تواند بر روی مغز و نخاع تأثیر بگذارد و باعث ایجاد طیف گسترده‌ای از علائم بالقوه از جمله مشکلات تعادلی، حرکتی و بینایی شود. این بیماری در هر سنی می‌تواند بروز کند، ولی معمولاً در رده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال و به خصوص در زنان شایع است. مولتیپل اسکلروزیس یا ام اس نوعی اختلال خودایمنی است که با التهاب، دمیله شدن و انحطاط در سیستم عصبی مرکزی مشخص می‌شود. یکی از روش‌های امیدوار کننده تصویربرداری ام آر آی، تصویربرداری از آب میلین است (۱) که یک تکنیک کمی ام آر آی محسوب می‌شود و به طور خاص میزان میلین را به شکل کسر آب میلین اندازه‌گیری می‌کند. اگرچه ضایعات ماده سفید به طور سنتی ویژگی برجسته پاتولوژی ام اس محسوب می‌شود، پژوهش‌های بافت‌شناسی و تکنیک MWI نشان داده‌اند که تغییرات بافت ام اس در بافت‌هایی که در ام آر آی‌ها معمولی به نظر می‌رسد، نیز، رخ می‌دهد (۱). درست است که تصویربرداری میلین در تقویت درک از بیماری امری ضروری است، اما اکثر تجزیه و تحلیل‌ها تا به امروز فقط از اندازه‌گیری‌های میلین در کل مغز یا در مناطق از پیش تعریف شده و از الگوهای مکانی در مقیاس خوب از مقدار میلین که به طور بالقوه برای تشخیص ام اس مفید است، استفاده می‌کنند (۱-۲). متخصصان مغز و اعصاب

روش بررسی

این یک مطالعه تجربی می‌باشد که در سال ۱۳۹۹ در دانشگاه آزاد کازرون انجام شد، در این مقاله برای تشخیص بیماری ام اس از مجموعه داده‌های BRATS استفاده شده است که دارای ۱۴۵ پوشه برای بیماران در شرایط مختلف عکس‌برداری به صورت ام آر آی هستند. این مجموعه داده از ۴ نسخه در سال‌های ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۸ تشکیل شده است که در هر نسخه مجموعه داده‌ها بیشتر و کیفیت آنها بالاتر می‌رود. داده‌های اصلی این مجموعه داده با فرم دایکام می‌باشد که در این پژوهش جهت استفاده ساده‌تر از طریق نرم‌افزار دایکام ویور به فرمت جی‌پگ تبدیل شده است. این تحقیق از ۱۰۰۰ نمونه ورودی تصویر که ۷۰ درصد داده ورودی به عنوان آموزش و ۳۰ درصد به عنوان آزمون در نظر گرفته شده است، برای تضمین رویکرد پیشنهادی و ارزیابی آن استفاده می‌کند. معیارهای خروج از مطالعه وجود بخش‌های مشابه با توده‌های سرطانی در داده که منجر به ایجاد یک سری خطای جزئی و عدم تطابق بر روی خط برآزش شد و در نهایت ۱۰۰۰ تصویر شرایط بررسی در مطالعه را داشتند. در این مطالعه، یک شبکه یادگیری عمیق چهار لایه مبتنی بر شبکه عصبی کانولوشن در محیط متلب نسخه ۲۰۱۵b در یک سیستم با مشخصات پردازنده i7 با ۶ مگابایت کش و ۳/۶ مگاهرتز و حافظه رم ۶ گیگابایت در ویندوز ۱۰ شبیه‌سازی شده است. معماری شبکه عصبی کانولوشن مدنظر این تحقیق بعد از اتمام مدل

بیماری در یک مطالعه مبتنی بر جمعیت بزرگ استفاده نموده است (۱۰). محمد اچ و همکاران تجزیه و تحلیل فازی چندمتغیره از حجم بافت و میزان آرامش برای حمایت از تشخیص بیماری ام اس ارائه داده است (۱۱). هیکو و همکاران پیش‌بینی چندمتغیره بیماری ام اس با استفاده از معیارهای کمی مبتنی بر تصاویر ام آر آی را مورد مطالعه قرار داده است (۱۲). امی دیلاری و همکاران برای شناسایی بیماری ام اس به کمک عملگرهای ریاضی و ریخت‌شناسی، عملیات انتخاب و استخراج ویژگی انجام داده و سپس از شبکه عصبی پیش‌خور چندلایه جهت آموزش و آزمون شبکه عصبی استفاده کرده است (۱۳). استاسیاک و همکاران محلی سازی خودکار ضایعات ام اس در بافت مغز را در نظر گرفته و از رویکرد یادگیری ماشین مبتنی بر شبکه عصبی کانولوشن برای تشخیص ضایعات استفاده کرده است (۱۴). پاتریشیا و همکاران به یک مطالعه مروری بر روی بیماری ام اس و ویژگی‌های آن پرداخته است (۱۵). جین کریستوف و همکاران توصیه‌های ofsep جدید برای ارزیابی ام آر آی در بیماران مبتلا به بیماری ام اس مورد توجه ویژه قرار داده است (۱۶). هیلای و همکاران دقت توالی‌های مغزی از تصاویر ام آر آی برای تشخیص بیماری ام اس با هدف نهایی تشخیص نوروپاتی نوری را مورد بررسی قرار داده است (۱۷). لذا هدف از این مطالعه تعیین و تشخیص تشخیص زودهنگام بیماری ام اس در تصاویر fMRI مغز با استفاده از تکنیک‌های یادگیری عمیق بود.

نهایی مطابق شکل (۱) است که از یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و تعدادی لایه پنهان تشکیل شده است. آزمایش‌های زیادی برای پیدا کردن تعداد نرون‌ها در لایه مخفی در شبکه عصبی کانولوشن ارایه شده، انجام شده است. شبکه مورد نظر به منظور آموزش به صورت دولایه که هر دو از تابع محرک‌ترین ال ام به همراه ۱۰ نرون استفاده می‌شود، انتخاب شده است. تعداد چرخه شبکه عصبی ۱۰۰۰ دور، نرخ جهش شبکه ۰/۰۰۱ و وزن هر لایه یک می‌باشد.

در این روش پس از اعمال ورودی و انجام عملیات پیش‌پردازش شامل؛ بهینه‌سازی تصویر، کاهش نویز در هر دور، دو مرحله داریم. مرحله اول حرکت رو به جلو است که همان ضرب داده‌های ورودی در وزن و سپس جمع آن با انحراف محاسبه می‌شود. حال خروجی واقعی و خروجی تولید شده و محاسبه مقدار خطا به کمک تابع ضرر مقایسه می‌شود. مرحله دوم در یک تکرار، دقیقاً همان جایی است که می‌توانیم به عقب برگردیم و وزن‌ها و انحراف‌ها را به هنگام رسانی کنیم. یعنی وزن‌ها و انحراف‌ها را به شکلی تغییر می‌دهیم تا در تکرار بعدی نتیجه‌ای نزدیک‌تر به خروجی واقعی داشته باشیم و خطای کمتری ایجاد شود. این تکرار حرکت رو به جلو و باز انتشار آن قدر انجام می‌شود تا خروجی شبکه برای تمامی داده‌های آموزشی به نزدیک‌ترین مقدار واقعی خود (یعنی مقداری که به وسیله داده‌های آموزشی در اختیار داریم) برسد.

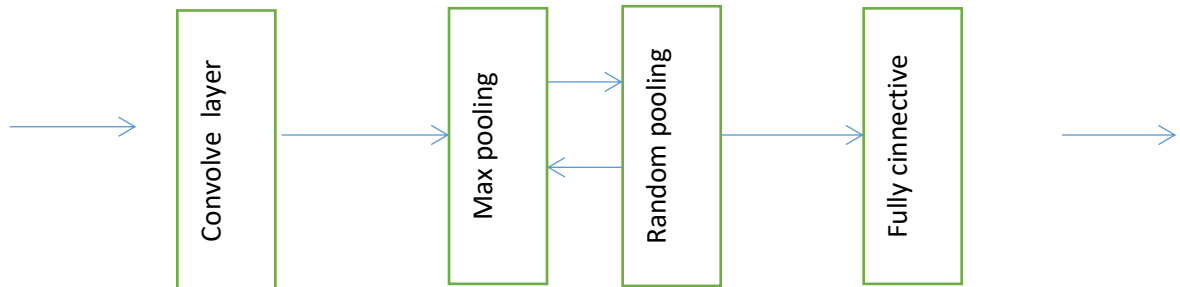
در ابتدا ۳۲ نرون اولیه در لایه ورودی مدنظر قرار گرفته است که مجموع تمامی ویژگی‌های بیماری ام اس را در بر می‌گیرد. در بخش لایه پنهان که در شبکه عصبی کانولوشن دارای سه بخش اصلی یعنی پیچش، پولینگ و تماماً متصل است، تنظیماتی وجود دارد. در لایه پنهان، یک لایه پیچش دولایه پولینگ و یک لایه تماماً متصل وجود دارد. از دولایه پولینگ یک لایه آن به صورت بیشینه و لایه دیگر آن به صورت پولینگ تصادفی که بتواند آموزش هر کدام از ویژگی‌ها را نیز به صورت تصادفی در دسترس تک لایه تماماً متصل قرار دهد، در نظر گرفته شده است. در این تحقیق هر ۴ لایه مربوط به لایه پنهان از یک پنجره یا ماتریس 3×3 استفاده می‌کند تا بتواند به کمک پیکسل مرکزی به تحلیل پیکسل‌های تصویر بپردازد. در لایه پنهان پس از تولید ماتریس کانوال تصاویر اف ام آر آی، اسکن نواحی به کمک دو پارامتر ۸ و ۴، برای پیدا کردن محیط بیشتری برای رسیدن به نقطه هدف انجام می‌شود. پس از انتقال تمام بخش کانولوشن به سمت نقطه هدف و تعیین نقاط سکونت جدید، تعدادی لایه کانولوشن مشخص می‌شود سپس با توجه به لایه‌ها، بیشترین مقدار لایه‌های متصل تعیین می‌شود و ارتباطات لایه‌ها شروع می‌شود. بعد از آن میانگین تصویر، انحراف معیار در زمان آموزش و آزمودن داده‌ها و محاسبه ماتریس کوواریانس انجام می‌شود، سپس تمام جمعیت داده تا همگرایی الگوریتم که بیش از ۹۵ درصد است تکرار می‌شود.

یافته‌ها

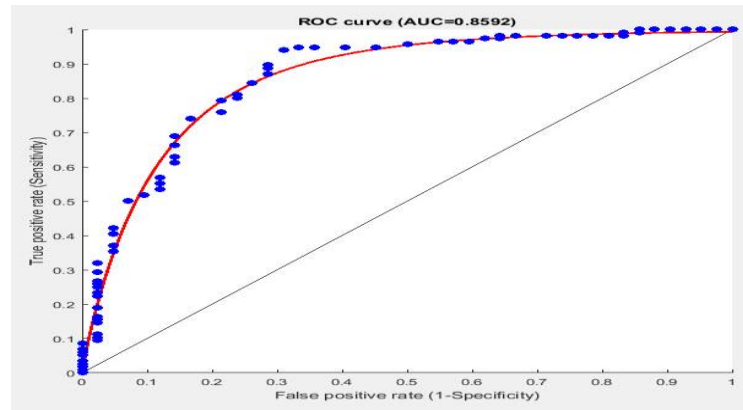
در این مطالعه ۱۰۰۰ تصویر مورد استفاده قرار گرفت که از این تعداد ۷۰ درصد داده ورودی به عنوان آموزش و ۳۰ درصد به عنوان آزمون مورد استفاده قرار گرفت. نمایش گرافیکی منحنی ROC نشان داد که میزان حساسیت یا پیش‌بینی درست در مقابل پیش‌بینی نادرست در این سیستم طبقه‌بندی دودویی که آستانه تفکیک در آن متغیر است مقدار قابل توجهی داشت. سطح زیر این منحنی ۰/۸۵۹۲ مطابق به دست آمد (شکل ۲).

همچنین برای به دست آوردن دقت و حساسیت رویکرد پیشنهادی از ۱۰۰ تصویر ورودی آموزش دیده و قطعه‌بندی شده استفاده کردیم. در

واقع ۱۰۰ تصویر را در برنامه وارد کرده و ۱۰۰ بار اجرا کردیم و سپس میانگین نتایج هر بار از این دو معیار را محاسبه نمودیم تا دقت ۹۸/۶۸۹۱ درصد و میزان حساسیت ۹۴/۸۷۶۶ درصد به دست آمد. رویکرد پیشنهادی با در نظر گرفتن بهترین جواب‌ها در هر دور تکرار، یک جواب سراسری می‌دهد که با هدف بهبود تقطیع و انتخاب کلاس‌های بهینه ویژگی‌ها جهت تشخیص ویژگی‌های موجود در تصاویر باهدف تشخیص بیماری ام اس انجام می‌گیرد که بخشی از نتیجه آن در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۱: معماری شبکه عصبی کانولوشن مدنظر این تحقیق بعد از اتمام مدل نهایی



شکل ۲: نمایش میزان پیش بینی درست در مقابل پیش بینی نادرست به صورت نمودار ROC و سطح زیر نمودار به عنوان نرخ AUC

تصویر اولیه	هیستوگرام	تبدیل تصویر به سطح خاکستری	تقطیع اولیه	تقطیع نهایی در الگوریتم ترکیبی	خروجی

شکل ۳: مراحل پردازش چهار ورودی و نمایش خروجی در ستون آخر

بحث

با توجه به فراوانی بیماری ام اس، تشخیص زودهنگام این بیماری و ارایه یک روش هوشمند بر اساس پردازش تصاویر ام آر آی برای درمان ضروری است. (۹) هدف از این مطالعه شناسایی و انتخاب بهتر ویژگی‌ها و الگوهای تأثیرگذار بر بیماری ام اس نسبت به روش‌های پیشین و ارایه یک روش تشخیص هوشمند بادقت بیشتر است تا بتواند کمک شایانی به روند تشخیص زودهنگام به‌عنوان دستیار پزشک ارایه دهد. برای نیل به این هدف مدل‌سازی دقیق مسئله و ساختار یادگیری عمیق با تکنیک شبکه عصبی کانولوشن بهینه شده مبتنی بر اصول پردازش تصویر انجام گرفت تا با ارایه این روش هوشمند که نسبت به روش‌های پیشین برتری داشت، گامی در راستای دستیاری پزشکان در روند تشخیص زودهنگام این بیماری برداشته شود.

در این پژوهش از چند روش ارزیابی شامل منحنی گرافیکی ROC، دقت و حساسیت استفاده شده است. منحنی ROC، یک نمایشگر گرافیکی از میزان حساسیت یا پیش‌بینی درست در مقابل پیش‌بینی نادرست در یک سیستم طبقه‌بندی دودویی است که آستانه تفکیک در آن متغیر می‌باشد. سطح زیر منحنی ROC که یک عدد بین صفر و یک است و AUC نامیده می‌شوند، یکی از نتایج مطالعه حاضر، با توجه به شکل ۱ مقدار سطح زیر منحنی ROC ۰/۸۵۹۲ به دست آمد. از آنجا که این میزان از سطح به دست آمده، از ۰/۵ بیشتر و به عدد یک نزدیک می‌باشد، بهینه بودن

رویکرد پیشنهادی را تا حد ممکن نشان داد. یکی دیگر از نتایج مطالعه حاضر دقت ۹۸/۶۸۹۱ درصد و حساسیت ۹۴/۸۷۶۶ درصد است که برای دست آوردن این دو معیار در رویکرد پیشنهادی از ۱۰۰ تصویر ورودی آموزش دیده و قطعه‌بندی شده استفاده گردید. در واقع ۱۰۰ تصویر را به برنامه وارد کرده و پس از ۱۰۰ بار اجرای برنامه، میانگین هر بار از این دو معیار را محاسبه کردیم. تا دقت ۹۸/۶۸۹۱ درصد و حساسیت ۹۴/۸۷۶۶ درصد به دست آمد. در این مقاله مقایسه روش ارایه شده با چند روش جدید دیگر که در پژوهش‌های پیشین بررسی شدند، انجام گرفته است. این مقایسه با توجه به معیار دقت برحسب درصد است که نتایج آن به شرح زیر بیان شده است؛ امیر مسعود احمدی و همکاران یک سیستم تشخیص به کمک کامپیوتر برای شناسایی و تشخیص بیماری ام اس بر اساس جفت فاز به دامنه در نمایش بصری پنهان ارایه کردند (۸). در این تحقیق، از داده‌های تصویری استفاده نکردند و داده‌های سیگنال مغزی یا EEG را مدنظر قرار دادند. رویکرد این تحقیق، مبتنی بر روش‌های یادگیری ماشین است که از روشی به نام ماشین آموزشی افراطی توالی آنلاین استفاده نمودند و نتیجه دقت در تشخیص آن برابر ۹۱/۲ درصد بوده است. (۸) انریکو و همکاران تجزیه و تحلیل مسیرهای نقص و استفاده مجدد از داروها در تشخیص بیماری ام اس از طریق روش‌های یادگیری ماشین را انجام دادند (۱۸). نتایج این تحقیق، نشان داد که بعد از استفاده از داروها، می‌توان

تشخیص بیماری ام‌اس را نیز در تصاویر fMRI نمایش داد. دقت این روش در تشخیص بیماری ام‌اس حدوداً ۹۵ درصد بیان شده است. مارکو و همکاران، تجزیه و تحلیل فازی چند متغیره از حجم بافت مغز و میزان آرامش برای حمایت از تشخیص بیماری ام‌اس را ارائه دادند (۱۹). طبق این مطالعه، مدل طبقه‌بندی بر اساس ویژگی‌های کمی ام‌آر‌آی و منطق فازی بود که در آن مدل‌های قابل تفسیر، امکان شناسایی ویژگی‌های مفید برای تشخیص بیماری ام‌اس را داشت. دقت طبقه‌بندی در تشخیص بیماری ام‌اس از مجموعه داده‌های تصویری برابر ۸۹/۱ درصد بوده است. هیکو و همکاران، پیش‌بینی چند متغیره بیماری ام‌اس با استفاده از معیارهای کمی مبتنی بر تصاویر ام‌آر‌آی مورد مطالعه قرار داده‌اند (۱۲). در این مطالعه استفاده از روش‌های یادگیری با ناظر جهت پیش‌بینی و نمایش ام‌اس مورد نظر بوده است. نتایج طبقه‌بندی نشان داد که روش پیشنهادی تا ۸۳ درصد توانایی دقت در طبقه‌بندی و تشخیص بیماری ام‌اس را دارا بوده است. محمد الشایچی و همکاران، یک روش تشخیص و تقطیع تصاویر ام‌آر‌آی برای شناسایی بیماری ام‌اس مبتنی بر شبکه عصبی ارائه نمودند (۱۱). در این تحقیق عملیات انتخاب و استخراج ویژگی‌ها با استفاده از عملگرهای ریاضی و ریخت‌شناسی انجام گرفت و تشخیص حالات مختلف بیماری ام‌اس، با استفاده از آموزش و آزمون شبکه عصبی پیش‌خور چندلایه بوده است. مجموعه داده‌های FLAIR به عنوان داده‌های اصلی این تحقیق مدنظر قرار گرفت. نتیجه

تشخیص در بیماری ام‌اس بعد از اعمال رویکرد پیشنهادی از لحاظ دقت، برابر ۹۸/۵ درصد بوده است. هیلالی و همکاران از دو روش برای به‌کارگیری داده‌های تشریحی در پلاک‌های دمیلین‌کننده مبنی بر شبکه عصبی کانولوشن استفاده کردند. هر دو روش یعنی هم‌جای‌گذاری داده‌های تشریحی در تصاویر ورودی و هم‌پردازش و فیلترکردن تصاویر خروجی، میزان تشخیص را افزایش داد و نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که دقت شبکه عصبی ارائه شده ۹۶ درصد بوده است. (۱۷) در حالی که در رویکرد پیشنهادی با ساختار یادگیری عمیق با تکنیک شبکه عصبی کانولوشن در تصاویر ام‌آر‌آی تشخیص بیماری با دقت ۹۸/۶۸ انجام گرفت که از دقت به‌دست‌آمده در روش‌های بررسی شده بیشتر بوده و بهینه بودن روش پیشنهادی را نشان داده است. یکی دیگر از نتایج این مطالعه، کلاس‌بندی نمونه‌هایی از تصاویر دریافتی می‌باشد که برای هر تصویر ابتدا هیستوگرام به دست می‌آمد و پس از تبدیل تصویر به سطح خاکستری به‌صورت اولیه قطعه‌بندی گردید سپس به کمک الگوریتم ترکیبی پیشنهادی به‌صورت نهایی قطعه‌بندی انجام شد و در نهایت در خروجی نمایش داده شد. با توجه به این خروجی‌ها مشاهده گردید که رویکرد پیشنهادی با در نظر گرفتن بهترین جواب‌ها در هر دور تکرار، یک جواب سراسری می‌دهد که با هدف بهبود تقطیع و انتخاب کلاس‌های بهینه ویژگی‌ها، بیماری ام‌اس را تشخیص داد (۱۹-۱۷).

بخش‌های اضافه از ویژگی‌های مورد نظر باشد. البته این روش‌ها پیچیدگی‌های محاسباتی بالایی دارند، اما ممکن است دقت و حساسیت کار و دیگر معیارهایی ارزیابی را به شدت افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که علاوه بر دقت و حساسیت تشخیص بالا در رویکرد پیشنهادی، عملیات آموزش و آزمون داده‌ها در حجم بالا، سریع‌تر بوده و همگرایی الگوریتم نیز سریع‌تر است. همچنین توسعه‌پذیری و تعمیم‌پذیری آن ساده‌تر است.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری رشته مهندسی پزشکی با کد اخلاق IR.IAU.KAU.REC.1400.067 دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون می‌باشد.

محدودیت مطالعه حاضر، وجود بعضی بخش‌های مشابه با توده‌های سرطانی در داده و استفاده از روش ارایه شده در این تحقیق، منجر به ایجاد یک سری خطاهای جزئی شده است که بر روی خط برازش، تطبیق پیدا نکرده‌اند که می‌توان آن را مشاهده نمود. در واقع دایره‌های آبی‌رنگ، ویژگی‌های داده‌ها هستند و خط قرمز، نمودار ROC است که داده‌ها بر روی آن برازش می‌شوند. در بعضی بخش‌ها که داده‌ها کمی از آن دور هستند، خطا رخ می‌دهد و منجر به کاهش دقت می‌گردد.

به‌عنوان پیشنهادات برای توسعه روش انجام شده و یا تغییر یک بخش آن، روش‌های مختلفی در این بخش پیشنهاد می‌گردد؛ از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌هایی بر پایه منطق فازی، الگوریتم‌های تکاملی، نظریه آشوب و یا مدل‌های ترکیبی مانند الگوریتم ژنتیک و FCM اشاره کرد. همچنین به‌عنوان یک رویکرد نوین که ترکیبی از دو علم متفاوت پردازش تصویر و پردازش سیگنال باشد می‌توان با استفاده از فیلترهای وفقی مانند؛ ال ام اس، آر ام اس یا ان ال ام اس که در پردازش سیگنال به کار می‌روند، اشاره کرد که ابتدا عملیات فشرده‌سازی تصویر را انجام و سپس نتایج حاصله را به‌عنوان ماتریس‌هایی از سطر و ستون تصویر گرفته و به‌عنوان ویژگی‌ها محسوب کرد؛ سپس با یک روش کاهش ابعاد، عملیات انتخاب ویژگی و استخراج ویژگی‌ها انجام بگیرد که می‌تواند باعث حذف

REFERENCES

1. MacKay A, Whittall K, Adler J, Li DKB, Paty D, Graeb D. In vivo visualization of myelin water in brain by magnetic resonance. *Magn. Reson Med* 1994; 31: 673-7.
2. Goldenberg M. Multiple Sclerosis Review. *P & T Journal* 2012; 37(3): 175-84.
3. Yoo Y, Tam R. Non-local spatial regularization of MRI T2 relaxation images for myelin water quantification. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2013*. *Jornal* 2013; 614-21.
4. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature* 2015; 521(7553): 436-44
5. Suk HI, Lee SW, Shen D. Alzheimer's disease neuroimaging initiative hierarchical feature representation and multimodal fusion with deep learning for AD/MCI diagnosis. *Neuro Image* 2014; 101: 569-82.
6. Marvin M. Goldenberg. Multiple Sclerosis Review *P & T Journal* 2012; 37(3): 175-184.
7. Yoo Y, Tang LY, Brosch T, Li DK, Kolind S, Vavasour I, Rauscher A. Deep learning of joint myelin and T1w MRI features in normal-appearing brain tissue to distinguish between multiple sclerosis patients and healthy controls. *NeuroImage: Clinical* 2018; 17: 169-78.
8. Ahmadi A, Davoudi S, Daliri M. Computer Aided Diagnosis System for multiple sclerosis disease based on phase to amplitude coupling in covert visual attention. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 2019; 169: 9-18.
9. Nai R T, Precup D, Douglas L, Tal Arbel A. Exploring uncertainty measures in deep networks for Multiple sclerosis lesion detection and segmentation. *Medical Image Analysis* 2020; 59: 101557.
10. Mowry EM, Hedström AK, Gianfrancesco MA, shao X, barcellos LF. Incorporating machine learning approaches to assess putative environmental risk factors for multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2018; 24: 135-41.
11. Alshayegi M, Al-Rousan M, Elleth Y H, Abed S. An efficient multiple sclerosis segmentation and detection system using neural networks. *Computers & Electrical Engineering* 2018; 71: 191-205.
12. Heiko N, Jochen S. Multivariate prediction of multiple sclerosis using robust quantitative MR-based image metrics. *Zeitschrift für Medizinische Physik* 2019; 29(3): 262-71.
13. Lury A, Bisulca J, Coyle PK, Peyster R, Duong T. MRI features associated with rapid disease activity in clinically isolated syndrome patients at high risk for multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* In Press 2020; 41: 101985.
14. Stasiak B, Tarasiuk P, Michalska I, Tomczyk A. Application of convolutional neural networks with anatomical knowledge for brain MRI analysis in MS patients. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences* 2018; 66(6): 857-68.
15. Coyle P, Oh J, Magyari M, Oreja-Guevara C, Houtchens M. Management strategies for female patients of reproductive potential with multiple sclerosis: An evidence-based review. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2019; 32: 54-63.
16. Vukusic S, Casey R, Rollot F, Brochet B, Pelletier J, Laplaud DA, De Sèze J, Cotton F, Moreau T, Stankoff B, Fontaine B. Observatoire Français de la Sclérose en Plaques (OFSEP): A unique multimodal nationwide MS registry in France. *Multiple Sclerosis Journal* 2020; 26(1): 118-22.
17. Healy GM, Redmond CE, Gaughan M, Fleming H, Carroll AG, Purcell YM, et al. The accuracy of standard multiple sclerosis MRI brain sequences for the diagnosis of optic neuropathy. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2020; 38: 101521.
18. de Andrés-Galiana E, Bea G, Fernández-Martínez J, Saligan L. Analysis of defective pathways and drug repositioning in Multiple Sclerosis via machine learning approaches. *Computers in Biology and Medicine* 2019; 115: 103492.
19. Pota M, Esposito M, Megna R, Pietro G, Alfano B. Multivariate fuzzy analysis of brain tissue volumes and relaxation rates for supporting the diagnosis of relapsing-remitting multiple sclerosis. *Biomedical Signal Processing and Control* 2019; 53: 101591.

Early Detection of MS in fMRI Images of the Brain Using Deep Learning Techniques

Vahidian E¹, Taghizadeh M^{1*}, Fatehi Dindarloo MH², Jamali J²

¹Department of Medical Engineering, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran, ²Departments of Electrical Engineering, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

Received: 30 Aug 2021 Accepted: 21 Des 2021

Abstract:

Background & aim: MS is a disease of the central nervous system in which the body makes a defensive attack on its tissues. The disease can affect the brain and spinal cord and cause a wide range of potential symptoms, including balance, motor and vision problems. MRI and FMRI images are a very important tool in the diagnosis and treatment of MS. The aim of the present study was to determine and diagnose early diagnosis of MS in MRI images of the brain using deep learning techniques.

Methods: The present experimental study was conducted at Kazerun Azad University in 2020. 1000 images were from BRATS data sets and in the two groups of learning and testing, 70 to 30% were included in the study and a deep four-layer deep learning network based on the network. Convulsive neuralgia is simulated in MATLAB environment. In the deep learning structure, which itself had the ability to extract features, we used another method to do so. For the reason that deep learning, although capable of extracting features was also conducted by chance. In order for the previous steps to be definite, the researchers used another algorithm inside the iteration loops and inside the torsion layer to reduce the dimensions of the feature during the training, secondly to select the best features and thirdly to extract the features definitively. 1000 MRI images of BRATS data set in the two groups of learning and testing in the ratio of 70 to 30% were included in the study. A four-layer deep learning network based on convolutional neural network is simulated in MATLAB environment. In the deep learning structure, which had ability itself to extract features, another method was used to do this. For the reason that deep learning has the ability to extract features, but did so randomly. In order for the previous steps to be definitive, another algorithm was used inside the iterative loops and inside the torsion layer to reduce the dimensions of the feature during the training, secondly to select the best features and thirdly to extract the features definitively.

Results: The graphical representation of the ROC curve indicated that the degree of sensitivity or correct prediction against incorrect prediction in this binary classification system in which the separation threshold varies was significant. The area below this curve was 0.8592 and the accuracy of the proposed method was 98.6891 and the sensitivity was 94.8766.

Conclusion: Due to the prevalence of MS disease, early diagnosis and presentation of an intelligent method based on fMRI imaging is essential for treatment. This intelligent method tries to be able to help diagnose and treat more accurately, better identify the features and patterns affecting the disease than previous methods as a physician assistant. Finally, the results obtained from the present study revealed that the efficiency of the proposed method was evaluated at an excellent level and showed its optimality as much as possible. In addition, the obtained results indicated the speed of training and testing of data in high volume and fast convergence of the algorithm. It is correspondingly easier to expand and generalize.

Keywords: Deep learning, fMRI images, MS disease

*Corresponding author: Taghizadeh M, Department of Medical Engineering, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

Email: M.taghizaddeh@kau.ac.ir

Please cite this article as follows: Vahidian E, Taghizadeh M, Fatehi Dindarloo MH, Jamali J. Early Detection of MS in fMRI Images of the Brain Using Deep Learning Techniques. Armaghane-danesh 2022; 26(6): 941-951.