Archive of SID

DOI: 10.29252/rbs.18.2.260

Journal of Research in Behavioral Sciences

Year 2020, Volume 18, Issue 2

An Intelligent Method of Alzheimer's disease Using Deep learning

Firouzeh Razavi[1], **Mohammad Jafar Tarokh**[2], **Mahmood Alborzi**[3]

1. PhD Student, Department of Information Technology Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2. (Corresponding author)* Professor, Department Information Technology Engineering, Faculty of Industrial Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Abstract

Aim and Background: Alzheimer 's disease is the most common form of dementia which has caused disorder in memory. Cerebral palsy and posttraumatic stress disorder (veterans of war, warriors, armed forces) play an important role in increasing the risk of Alzheimer's disease. The nature of the large dimensions of neural data, as well as the small number of available samples, make for an accurate computer diagnostic system. The aim of this study was to apply deep neural networks to develop an automatic disease diagnosis system.

Methods and Materials: In this research, studies on magnetic resonance imaging of war veterans are done by python Software. In the proposed model, in the proposed model, 10% of the images of the data base were selected for training. In the first stage, the training is from deep learning with Convolutional network to extract the features, then in the second stage, in order to classify the health status based on the learned features.

Findings: The results of the analysis are also compared with the results presented in previous Studies. The proposed method has higher detection accuracy than the existing Ones, which increases the accuracy of detection in many cases.

Conclusions: The results of this study showed that using intelligent methods based on deep learning can accurately diagnose the disease.

Keywords: Alzheimer's disease, Deep Learning Neural Network, Classification.

Citation: Razavi F, Tarokh MJ, Alborzi M. **An Intelligent Method of Alzheimer's disease Using Deep learning**. Res Behav Sci 2020; 18(2): 260-269.

* **Mohammad Jafar Tarokh,**
Email: Mjtarokh@kntu.ac.ir

www.SID.ir

Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

Archive of SID

شناسایی آلزایمر با استفاده از شبکه عصبی یادگیری عمیق

فیروزه رضوی[1]، محمدجعفر تارخ[2]*، محمود البرزی[3]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ایران.

۲- (نویسنده مسئول)* استاد، گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی ایران.

۳- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: بیماری آلزایمر شایع‌ترین شکل زوال عقل است که مهم‌ترین نمود آن اختلال در حافظه است. آسیب‌دیدگی مغزی و اختلال استرس پس از حادثه (حوادث ایجادشده برای جانبازان جنگ، رزمندگان و نیروهای مسلح)، نقش بسزایی در افزایش خطر بیماری آلزایمر دارد. ماهیت ابعاد بالای داده‌های عصبی، درعین‌حال تعداد کمی از نمونه‌های موجود، باعث می‌شود که یک سیستم تشخیص دقیق کامپیوتری ایجاد شود. هدف از انجام مطالعه حاضر به‌کارگیری شبکه‌های عصبی یادگیری عمیق برای ایجاد یک سیستم خودکار تشخیص بیماری می‌باشد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر، بر روی ۲۰۰ نمونه تصاویر مغزی جانبازان جنگ توسط نرم‌افزار پایتون انجام‌شده است. در مدل پیشنهادی این پژوهش ۷۰٪ از تصاویر پایگاه داده برای آموزش و ۳۰٪ تصاویر پایگاه داده برای آزمون انتخاب شدند. در مرحله اول آموزش از یادگیری عمیق با شبکه کانولوشن برای استخراج ویژگی سپس در مرحله دوم به‌منظور طبقه‌بندی وضعیت سلامت بر پایه ویژگی‌های یاد گرفته‌شده می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از خروجی تجزیه‌وتحلیل شده و با روش‌های ارائه‌شده در مطالعات قبلی مقایسه شده است. روش پیشنهادی، دقت تشخیص بالاتری دارد که نسبت به روش‌های موجود باعث افزایش بیش از ۱۰٪ در دقت تشخیص در بسیاری از موارد گردیده است.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از روش‌های هوشمند بر مبنای یادگیری عمیق می‌تواند با دقت مطلوبی بیماری آلزایمر را تشخیص دهد. همچنین از الگوریتم‌های استفاده‌شده در این تحقیق را می‌توان در سایر امور مدیریتی، نظامی و دفاعی نیز استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بیماری آلزایمر، شبکه عصبی یادگیری عمیق، طبقه‌بندی.

ارجاع: رضوی فیروزه، تارخ محمدجعفر، البرزی محمود. **شناسایی آلزایمر با استفاده از شبکه عصبی یادگیری عمیق.** مجله تحقیقات علوم رفتاری ۱۳۹۹؛ ۱۸(۲): ۲۶۰-۲۶۹.

*- محمد جعفر تارخ

رایان نامه: Mjtarokh@kntu.ac.ir

www.SID.ir

Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

Archive of SID

Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

مقدمه

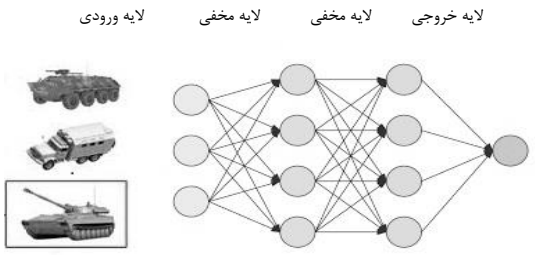
بیماری آلزایمر شایع‌ترین شکل زوال عقل است که مهم‌ترین نمود آن اختلال در حافظه است. آسیب‌دیدگی مغزی و اختلال استرس پس از حادثه (حوادث ایجادشده برای جانبازان جنگ، رزمندگان و نیروهای مسلح)، نقش بسزایی در افزایش خطر بیماری آلزایمر دارد. از عوارض جنگ برای افرادی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در جنگ حاضر بوده‌اند، مشکلات جسمی و روانی است. مشکل جسمی معمولاً منجر به نقص عضو می‌شوند؛ اما جراحات روانی تا مدت‌ها، حتی پس از جنگ، گریبان‌گیر آسیب‌دیدگان هستند (۱). یکی از پیامدهای روانی برای جانبازان و رزمندگان، اختلال استرس پس از سانحه است (۲). بیماری اختلال استرس پس از سانحه باعث افزایش فشارهای روحی می‌شود و تأثیر منفی در فرد و خانواده می‌گذارد. این بیماری در دوران جنگ (ویتنام، ایران و عراق، بوسنی هرزگوین و افغانستان) بسیار شایع بود (۳). مطالعات نشان می‌دهد که آسیب‌دیدگی مغزی و اختلال استرس پس از سانحه به‌خصوص برای کسانی که در معرض جنگ قرار گرفتند، خطر ابتلا به بیماری آلزایمر را افزایش می‌دهد (۴).

تصویربرداری پزشکی مانند سی‌تی‌اسکن، توموگرافی انتشار پوزیترون، تصویربرداری رزونانس مغناطیسی، می‌توانند برای کمک به تشخیص آسیب‌شناسی مغزی بکار گرفته شوند (۵) و همچنین مطالعه و بررسی بر روی این تصاویر مغزی نشان می‌دهد که در بیماران آلزایمر، اندازه نواحی خاصی از مغز این بیماران دچار کاهش شده است (۶). همچنین محققین بر این باورند که اختلال استرس پس از سانحه با مؤلفه‌هایی مانند آلزایمر همراه خواهد بود (۳). بیماری آلزایمر نوعی اختلال در عملکرد مغز است که مهم‌ترین نمود آن زوال عقل و اختلال در حافظه هستند (۷) که سلول‌های مغز را دچار تحلیل می‌کند (۸).

تشخیص زودهنگام آن نقش حیاتی در جلوگیری از پیشرفت دارد (۹). برای این منظور محققان در این زمینه تلاش‌های فراوانی انجام داده‌اند که با ارائه سیستمی، اساس کار و علت این بیماری را کشف و از پیشرفت آن تا حد ممکن جلوگیری نمایند (۱۰).

ازاین‌رو سیستم‌های کامپیوتری و هوشمند امروزه به کمک بیماران و پزشکان آمده‌اند و روش‌های مختلفی ارائه‌شده است تا بتوان این بیماری را در مراحل اولیه تشخیص داد و یا روند گسترش بیماری را تحت نظر گرفت. در این راستا، یادگیری ماشین و در رأس آن‌ها یادگیری عمیق موفقیت‌های فراوانی کسب کرده است (۱۱) و در زمینه‌های مختلف علمی کاربرد داشته‌اند. طبقه‌بندی تصاویر پزشکی ازجمله کاربردهای مهم این روش یادگیری ماشین است (۱۲) که کمک شایانی به سیستم‌های تصمیم‌یار پزشکی کرده است تا پزشکان بتوانند در مراحل اولیه بیماری‌های مختلف ازجمله بیماری آلزایمر را شناسایی کنند و در جهت درمان بیماران اقدام کنند (۱۳).

یادگیری عمیق نقطه مقابل مفهومی به نام یادگیری کم‌عمق است. یادگیری کم‌عمق همان روش‌های معروف یادگیری ماشین است که در اغلب روش‌های پردازشی استفاده می‌شوند. فرآیند کلی یک شبکه یادگیری عمیق در شکل ۱ نمایش داده‌شده است.



شکل ۱. نمایی یک شبکه عصبی یادگیری عمیق

یادگیری عمیق شامل مجموعه‌ای از مدل‌های یادگیری ماشینی است که در دو حالت یادگیری با ناظر و بدون ناظر در معماری سلسله مراتبی عمیق قرار می‌گیرند. درواقع، در شبکه‌های عصبی یادگیری با ناظر (طبقه‌بندی) ورودی، خروجی را طبقه‌بندی کرده و بر اساس داده‌های قبلی که برچسب دار هستند می‌توان داده‌های جدید را پیش‌بینی کرد (۱۴).

هدف یادگیری عمیق این است که ویژگی‌های یادگیری سلسله مراتبی سطح بالا را از ویژگی‌های سطح پایین یاد بگیرد؛ یعنی در لایه‌های ابتدایی ویژگی‌های ساده مثلاً لبه‌ها و خطها و در ویژگی‌های میانی گوشه‌ها، لبه‌ها و سپس به ترتیب ویژگی‌های سطح بالاتر یاد گرفته شود (۱۵).

انواع رایج شبکه‌های یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی کانولوشن (با ناظر)، شبکه‌های پیش آموزش‌دیده‌ی بدون ناظر (بی نظارت)، شبکه‌های عصبی بازگشتی، شبکه مولّد تخاصمی هستند. این مدل‌ها در سال‌های اخیر در همه زمینه‌ها ازجمله پردازش تصاویر ماهواره‌ای، پزشکی، ماشین‌های خودران و

www.SID.ir

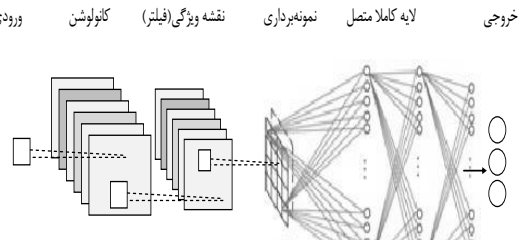
Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

کاربرد نظامی (پهپادها، کشتی‌ها و سربازان روباتیک هوشمند) موردتوجه فراوان قرارگرفته‌اند.

الگوریتم شبکه عصبی کانولوشن یکی از زیرمجموعه‌های الگوریتم یادگیری عمیق به شمار می‌رود. شبکه کانولوشن در تشخیص و طبقه‌بندی تصاویر مانند تصاویر ارتشی، تحلیل تصاویر پزشکی موفق عمل کرده است. ازاین‌رو این شبکه امروزه به یکی از مهم‌ترین ابزار در ماشین‌های یادگیری تبدیل‌شده است.

انتخاب مدل یادگیری عمیق بستگی به ورودی داده دارد، داده‌های ورودی در شبکه کانولوش، داده‌های چندبعدی متشکل از تصویر و تنسور هستند. همچنین نرون‌های آن ساختار سه‌بعدی دارند، طول و عرض تصویر و تعداد کانال‌های رنگی دربرگیرنده آن هستند (۱۶). کانولوشن، یک عملیات ریاضی برای پردازش سیگنال است که از این طریق توسط نورون‌ها، عملیات کانولوشن به ورودی‌ها اعمال می‌گردد. مهم‌ترین پارامتر در نورون‌های کانولوشن، اندازه فیلتر است. شبکه‌ی عصبی کانولوشن تا حد بسیار زیادی شبیه شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند. این نوع شبکه‌های عصبی متشکل از نورون‌هایی با وزن‌ها و بایاس قابل یادگیری (تنظیم) هستند.

یکی از مزایای کانولشن‌ها این است که فرآیند آموزش در آن‌ها ساده است. همان‌طور که در معماری شکل زیر ارائه‌شده است، الگوریتم کانولوشن از لایه‌های مختلف شبکه عصبی پرسپترون تشکیل‌شده است (۱۷) که از الگوی فرآیندهای بیولوژیک الهام گرفته است. این شبکه‌های یادگیری عمیق به‌منظور پوشش ضعف شبکه عصبی پرسپترون سنتی ارائه‌شده‌اند. شبکه‌های پرسپترون در مسائل پیچیده و در مقابل حجم بالای داده، مدل‌سازی ضعیفی از خود نشان می‌دهند در شکل ۲ طرح کلی از معماری یک شبکه عصبی کانولوشن نمایش داده‌شده است.



شکل ۲. نمایی یک شبکه کانولوشن و پارامترهای آن

معماری کانولوشن شامل یک‌لایه ورودی، لایه‌های پنهان و لایه خروجی می‌باشد. اغلب در لایه پنهان چهار عملیات اصلی در کانولوشن وجود دارد: ۱-کانولوشن، ۲-فعال‌سازی غیرخطی، ۳- جمع‌آوری یا نمونه‌برداری،۴- طبقه‌بندی (لایه کاملاً متصل)، لایه تماماً متصل، یک شبکه عصبی پرسپترون چندلایه سنتی است که ویژگی‌های سطح بالای تصویر ورودی، خروجی کانولوشن را طبقه‌بندی می‌کند که از تابع فعالیت Softmax (مقادیر احتمالی را به‌صورت ۰ و ۱ نرمالیزه می‌کند) در لایه خروجی استفاده می‌کند و تقریباً ۹۰٪ پارامترهای یک شبکه کانولوشن را شامل می‌شود. درواقع با تابع سافت‌مکس عمل تصمیم‌گیری برای طبقه‌بندی بهتر انجام می‌شود و سربار محاسباتی را کاهش می‌دهد (۱۸).

در سال‌های اخیر روش‌های گوناگونی برای تشخیص خودکار بیماری آلزایمر توسط داده‌های تصویربرداری پزشکی ارائه‌شده است. روش‌های یادگیری ماشین مختلفی نیز برای این منظور استفاده‌شده است. هر روش یادگیری ماشین، مکانیسم خاص خود را برای یادگیری این داده‌ها بکار می‌گیرد. روش‌های ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم، دسته‌بند بیز و روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق، روش‌های یادگیری ماشینی هستند که برای تشخیص خودکار بیماری آلزایمر به کار گرفته شدند.

پژوهش‌های انجام‌شده نشان داده است که پرکاربردترین این روش‌ها، ماشین بردار پشتیبان و روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق هستند.

باسیا، اگوستا، وگنر، کانو، مگانی، سانتانژلو (۱۹) برای طبقه‌بندی خودکار بیماری آلزایمر با شبکه عصبی عمیق، ابتدا بر روی تصاویر مغزی پیش‌پردازش‌هایی شامل حذف نویزها انجام دادند. سپس برای آموزش و طبقه‌بندی نمونه‌های ورودی از شبکه عصبی کانولوشن عمیق سه بعد بهره گرفتند.

در بررسی پژوهش‌های انجام‌شده خارج از ایران، لیو و چینگ و یان (۲۰) از ترکیب دو شبکه عصبی قدرتمند برای تشخیص بیماری آلزایمر بهره گرفتند. روش ارائه‌شده بدین‌صورت است که توسط شبکه کانولوشن و شبکه‌های عصبی بازگشتی ویژگی‌هایی از تصاویر خام مغزی استخراج‌شده است، با یک‌لایه تماماً متصل و تابع سافت‌مکس عملیات طبقه‌بندی نمونه‌ها انجام شد.

با توجه به اینکه، در بحث تشخیص و طبقه‌بندی بیماری آلزایمر با تصاویر پزشکی مغزی بر روی جانبازان در داخل کشور

www.SID.ir

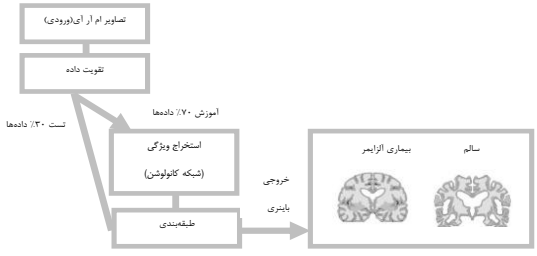
Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

تاکنون تحقیقاتی انجام‌نشده است. لذا این پژوهش، ارائه یک روش هوشمند مبتنی بر یادگیری عمیق در راستای تشخیص این بیماری می‌باشد که بتوان با به دست آوردن اطلاعات بیشتر به تشخیص این بیماری به آسیب‌دیدگان مغزی ازجمله جانبازان، رزمندگان و نیروهای مسلح کمک شایانی کرد. ضروری به نظر می‌رسد پلی بین این دو رشته ایجاد نمی‌شود تا با بهره‌گیری بیشتر از علوم در کنار هم به نکاتی جدید در این راستا دست‌یافت. با توجه به داده‌های موردنظر در ارتباط با یادگیری به‌واسطه الگوریتم می‌توان نتایجی جدید در ارتباط با این بیماری پیدا نمود که در طبقه‌بندی نوع بیماری و یا شناسایی آن گامی نو و هدفمند به‌ویژه برای این قشر از جامعه می‌باشد.

بر همین اساس در پژوهش حاضر محققین درصدد پاسخگویی به دو سؤال زیر هستند که آیا استفاده از الگوریتم‌های یادگیری عمیق در داده‌های پزشکی می‌تواند دقت تشخیص را بهبود دهد؟ آیا می‌توان این الگوریتم‌ها را برای کاربردهای نظامی و دفاعی استفاده کرد؟

مواد و روش‌ها

این پژوهش، کاربردی و توصیفی می‌باشد، همچنین از بسته نرم‌افزاری پایتون و با بهره‌گیری فریم فورک تنسورفلور و کتابخانه کراس برای تشخیص هوشمند بیماری آلزایمر استفاده‌شده است. مراحل روش پیشنهادی در این پژوهش شامل تصاویر ورودی، استخراج ویژگی و طبقه‌بندی می‌باشد که مدل پیشنهادی در شکل ۳ نمایش داده‌شده است.



شکل ۳. نمایی از چارچوب پیشنهادی

به دلیل جامعیت معماری کانولوشن در استخراج ویژگی، در مدل پیشنهادی، با استفاده از تصاویر پزشکی مغزی MRI دولایه کانولوشن بکار گرفته‌شده است. در هر لایه کانولوشن، ویژگی‌های مغز (حجم مغز- خاکستری مغز) استخراج استفاده‌شده است.

در این مدل پیشنهادی با انجام چرخش حداکثر ۱۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت یا برعکس، که مقدار و جهت آن به‌طور تصادف تعیین می‌شود، تصاویر جدیدی ایجادشده و به مجموعه ۶۵ تصویر اولیه اضافه شد و درنهایت به ۲۰۰ تصویر رسید. از میان تصاویر موجود، به‌طور تصادف ۷۰٪ تصاویر را برای آموزش و ۳۰٪ به‌عنوان مجموعه آزمایش در نظر گرفته شد. کانولوشن اول، با سایز ۶۴ در ۶۴ و به ترتیب در بلوک دوم خروجی برابر با فیلتر ۳۲ در ۳۲ استفاده قرارگرفته است.

درواقع پس از اعمال ورودی به شبکه کانولوشن، خروجی آن با خروجی مطلوب مقایسه شده و سپس تابع هزینه محاسبه و از آن برای تنظیم پارامترهای شبکه به‌گونه‌ای استفاده می‌شود که اگر به‌طور مجدد به شبکه همان ورودی اعمال گردد، خروجی شبکه به خروجی مطلوب نزدیک‌تر گردد. پارامترهای شبکه با اعمال تمام نمونه‌های آموزشی، به‌روزرسانی دسته‌ای با اندازه ۳۲ برای آموزش تصاویر مجموعه داده مورداستفاده قرارگرفته است.

درنهایت، ویژگی‌ها توسط معماری کانولوشن استخراج‌شده است، با لایه کامل متصل و تابع سافت‌مکس عمل طبقه‌بندی انجام می‌گیرد. همچنین فرایند آموزش وزن‌های شبکه با ۱۰۰ بار تکرار و نرخ یادگیری ۰/۰۰۱ استفاده‌شده است و در آموزش شبکه برای کمینه کردن تابع خطا از گرادیان کاهشی تصادفی ۰/۵ بکار گرفته‌شده است.

جامعه آماری و حجم نمونه: مجموعه داده‌های استاندارد ADNI از معتبرترین و پرکاربردترین مجموعه داده‌ی تصاویر پزشکی برای طراحی و آزمون روش‌های خودکار تشخیص بیماری آلزایمر است. محققان ADNI، داده‌های معتبر و سودمند مانند تصاویر MRI، تصاویر PET، ژنتیک، آزمون‌های عصب‌شناختی و ارزیابی‌های بالینی به‌عنوان پیش‌بینی برای این بیماری جمع‌آوری می‌کنند. DOD-ADNI بخشی از داده‌های ADNI می‌باشد (۲۱)، ما به‌طور خاص ۲۰۰ نمونه از بیماران جنگ ویتنام با تصاویر پزشکی MRI را در نظر می‌گیریم. اطلاعات ریز مرتبط با این داده به‌صورت جزئی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۱ اطلاعات توصیفی آزمودنی‌های تحقیق را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد میانگین سنی و انحراف معیار آزمودنی‌های تحقیق در ارتباط با مدت‌زمان بیماری را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

معیار ارزیابی: به‌منظور ارزیابی مدل طبقه‌بندی از ماتریس درهم‌ریختگی استفاده می‌شود. این ماتریس چگونگی عملکرد الگوریتم دسته‌بندی را با توجه به مجموعه داده ورودی به تفکیک انواع دسته‌های مسئله طبقه‌بندی، نمایش می‌دهد (۱۸).

جدول ۱. اطلاعات حجم نمونه آماری

معیار	سالم (HC) تعداد=۱۰۷	آلزایمر (AD) تعداد=۹۳
انحراف معیار سن	۷/۵۲ ± ۷/۷ (۲۲)	۷/۵ ±۵/۳ (۲۲)
آموزش	۳/۳۴	۳/۱۳
انحراف معیار MMSE	۲۳/۸ ±۲۲ (۲۲)	۱۲±۲۹ (۲۲)

در این روش پیشنهادی از معیار دقت، برای بررسی قدرت طبقه‌بندی استفاده می‌شود. در راستای ارزیابی این کمیت، ۴ پارامتر در ادامه توضیح داده می‌شود.

TN: بیانگر تعداد افرادی است که دسته واقعی آن‌ها بیمار بوده و الگوریتم دسته‌بندی نیز دسته آن‌ها را به‌درستی بیمار تشخیص داده است.

TP: بیانگر تعداد افرادی است که دسته واقعی آن‌ها سالم بوده و الگوریتم دسته‌بندی نیز دسته آن‌ها را به‌درستی سالم تشخیص داده است.

FP: بیانگر تعداد افرادی است که دسته واقعی آن‌ها بیمار بوده و الگوریتم دسته‌بندی دسته آن‌ها را به سالم مثبت تشخیص داده است.

FN: بیانگر تعداد افرادی است که دسته واقعی آن‌ها سالم بوده و الگوریتم دسته‌بندی دسته آن‌ها را به‌اشتباه بیمار تشخیص داده است.

معیار دقت مهم‌ترین معیار کارایی یک الگوریتم طبقه‌بندی دقت است. درواقع این معیار همان‌طور که در جدول شماره ۲ نشان داده است نشان می‌دهد، طبقه‌بندی پیشنهادی شبکه عصبی چند درصد از کل مجموعه داده‌های آزمایشی را به‌درستی طبقه‌بندی کرده است. درواقع این معیار درجه نزدیک بودن اندازه‌گیری یک مقدار به مقدار واقعی آن مقدار است.

$$ACCURACY = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

جدول ۲. عناصر ماتریس درهم‌ریختگی

رکوردهای پیش‌بینی‌شده			
رکوردهای واقعی	ماتریس درهم‌ریختگی	Positive	Negative
	Positive	صحیح مثبت (TP)	اشتباه منفی (FN)
	Negative	اشتباه مثبت (FP)	صحیح منفی (TN)

یافته‌ها

مدل پیشنهادی با بهره‌گیری از یادگیری عمیق و استخراج ویژگی‌های سطح بالا، عملکرد بهتری را نسبت به سایر روش‌ها در پی دارد. جدول ۳ به مقایسه و گزارش روش‌های پیشنهادی در مجموعه داده‌های ADNI-DOD نشان می‌دهد که روش پیشنهادی دقت تشخیص رضایت بخشی نسبت به پژوهش‌های مرتبط را برای طبقه‌بندی بیماران آلزایمر و سالم کسب کرده است.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که روش پیشنهادی با ۹۸/۱۷٪ بیشترین دقت را نسبت به پژوهش‌های مرتبط در جهت طبقه‌بندی بیماران آلزایمر و سالم کسب کرده است. در میان این روش‌ها فیوضی و همکاران با شبکه عصبی ماشین بردار پشتیبان کبا ۸۸/۵۶٪ مترین دقت را داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری

آلزایمر در روند زندگی روزانه افراد تأثیر زیادی می‌گذارد که باعث ناتوانی در انجام کارهای روزمره و نهایتاً به مرگ ختم می‌شود.

نخستین علائم بیماری آلزایمر اغلب به‌اشتباه در ارتباط با پیری یا استرس تصور می‌شود و با توجه به مشکلات روانی (اختلال استرس پس از حادثه، استرس) و جسمی ناشی از جنگ برای جانبازان، تشخیص زودهنگام آلزایمر نقش بسزایی در کم کردن سرعت پیشرفت این بیماری دارد و گام مهمی برای بهبود کیفیت زندگی جانبازان و دیگر افراد دارد. ازاین‌رو شناسایی بیماری آلزایمر به یک زمینه تحقیقاتی تبدیل شده است و سیستم‌های هوشمند بسیاری ارائه‌شده است.

ازآنجایی‌که در سال‌های اخیر بحث پردازش و طبقه‌بندی تصاویر، در سیستم‌های حمل‌ونقل، صنایع، امور نظامی، پزشکی و ... بسیار موردتوجه قرارگرفته و یکی از زمینه‌های جذاب برای تحقیق به شمار می‌رود. یکی از الگوریتم‌های موفق در زمینه

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

پردازش تصویر، الگوریتم شبکه عصبی کانولوشن است که از زیرمجموعه‌های الگوریتم یادگیری عمیق به شمار می‌رود. روشی که در این پژوهش ارائه شد برای طبقه‌بندی تصاویر پزشکی برای شناسایی بیماری آلزایمر بوده است که با ۲۰۰ نمونه تصویربرداری پزشکی رزونانس مغناطیسی این بیماری را برای جانبازان جنگ، رزمندگان و دیگر افراد تشخیص داد. همچنین می‌توان با تغییراتی از این روش برای کاربردهای دیگر نظیر طبقه‌بندی انواع تصاویر (پزشکی، آموزشی، نظامی و جنگی) و برای کاربردهای مختلف استفاده کرد.

مطالعات زنگ، کیو، وانگ، لیو، ژانگ و لی (۲۳) نشان داده است که بهره‌گیری از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات کارایی ماشین بردار پشتیبان برای تشخیص بیماری آلزایمر افزایش می‌یابد.

جدول ۳. مقایسه نتایج پیشنهادی با سایر پژوهش‌های مرتبط

مدالیتی	شبکه عصبی	نمونه داده	دقت طبقه‌بندی (درصد)	پژوهش
MRI-PET	یادگیری عمیق	ADNI DOD	۹۸/۴	باسیو و همکاران
PET	یادگیری عمیق	ADNI	۹۹/۱	لیو و همکاران
MRI	از ترکیب الگوریتم ژنتیک و ماشین بردار پشتیبان	ADNI	۹۷/۵	زینگ و همکاران
MRI-PET	یادگیری عمیق	ADNI	۹۸/۷	شی و همکاران
PET	یادگیری عمیق	ADNI	۹۸/۵۶	لیو و همکاران
PET	از ترکیب روش آماری شبکه عصبی سنتی و پرسیترون	ADNI	۸۹/۲	سینگه و همکاران
MRI	یادگیری عمیق (بی ناظر)	ADNI	۹۸/۷	رضوی و همکاران
PET	ماشین بردار پشتیبان	ADNI	۸۸/۵۶	فیوضی و همکاران
MRI	از ترکیب الگوریتم ژنتیک شبکه عصبی سنتی و پرسپترون	OASIS	۹۶	دبیرالنظاره و همکاران
MRI PET+CSF	ترکیب شبکه‌های کم‌عمق (سه روش ماشین یادگیری)	ADNI	۹۴/۳	توراندار و همکاران
MRI	یادگیری عمیق (با ناظر)	ADNI1 ADNI DOD	۹۹/۵	روش پیشنهادی

نتایج پژوهش نشان داد که روش ارائه‌شده برای تشخیص بیماری کارایی مناسبی دارد و در مجموعه داده‌های بزرگ و کوچک عملکرد خوبی از خود نشان داد. در مرحله اول توسط شبکه‌های عمیق چندجمله‌ای ویژگی‌های سطح بالای تصاویر مغزی استخراج می‌شود. سپس ویژگی‌های استخراج‌شده در مرحله بعد طبقه‌بندی می‌شوند (۲۴).

نتایج در پژوهش لیو و چینگ و یان (۲۰) نشان داد، با بررسی تصاویر مغز بیماران آلزایمری از نقاطی که مغز بیماران به‌صورت مشترک دچار آسیب شده است، به‌عنوان نقاط برای ویژگی‌های استخراج‌شده از تصویر خام در نظر گرفته می‌شوند و نهایتاً ویژگی استخراج‌شده به‌عنوان ورودی شبکه عصبی کانولوشن به لایه‌های تماماً متصل انتقال می‌یابد تا عملیات طبقه‌بندی انجام گیرد.

پژوهشی تحت عنوان «طبقه‌بندی مبتنی بر آموزش داده‌های برای دسته‌های بیماری آلزایمر» ارائه دادند. در روش مذکور ابتدا تصاویر سه‌بعدی توموگرافی انتشار پوزیترون پیش‌پردازش می‌شوند. سپس با استفاده از روش آنالیز اجزای اساسی احتمالاتی، داده‌ها کاهش ابعاد یافتند. نهایتاً داده‌های کاهش بُعد یافته برای طبقه‌بندی وارد یک شبکه عصبی پرسپترون چندلایه شدند (۲۵).

در بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در داخل کشور، رضوی، تارخ و البرزی (۲۸)، دو مرحله شبکه عصبی فیلترینگ پراکنده ارائه دادند، در مرحله اول یادگیری، فیلترینگ پراکنده برای استخراج ویژگی‌های متمایز از تصاویر خام مغزی استفاده‌شده است و در مرحله دوم با استفاده از ویژگی‌های یاد گرفته‌شده با رگرسیون سافت‌مکس شرایط سلامت افراد طبقه‌بندی‌شده است.

همچنین نتایج پژوهش فیوضی و همکاران (۲۶) برای تشخیص هوشمند بیماری آلزایمر، مساحت نواحی سفید و خاکستری مغز را محاسبه، مساحت حساب‌شده به‌عنوان بردار ویژگی در نظر گرفته‌شده است. در مطالعات توزانداز و همکاران (۲۷) برای تشخیص بیماری آلزایمر، برای عملیات استخراج

www.SID.ir

Archive of SID

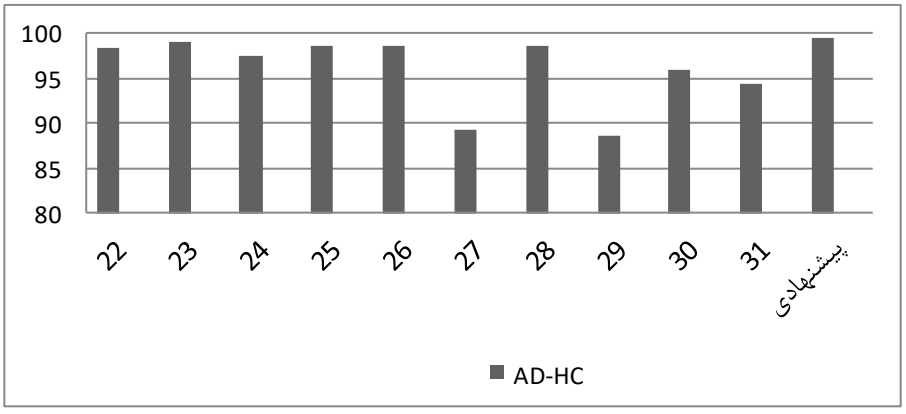
Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

ویژگی از تصاویر رزونانس مغناطیسی (MRI) و توموگرافی انتشار پوزیترون (PET) انجام می‌شود؛ و سپس سه ویژگی از مایع مغزی نخاعی با آن‌ها اضافه می‌شود. نهایتاً طبقه‌بندی توسط سه روش یادگیری ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم و k نزدیک‌ترین همسایه انجام شد و پاسخ هرکدام از دسته‌بندها به‌صورت مشارکتی پاسخ نهایی را تعیین می‌کند.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تشخیص زودهنگام بیماری آلزایمر با کمک روش‌های یادگیری ماشین مبتنی بر یادگیری عمیق برای بیماران جانباز و دیگر بیماران امکان‌پذیر می‌باشد که با نتایج پژوهش (۲۸) هم سو می‌باشد.

لولو یو و همکاران (۲۹) در پژوهشی که در این زمینه انجام داده‌اند برای تأیید اثربخشی روش پیشنهادی، آن را با زیرمجموعه بانک اطلاعاتی (ADNI Neuroimaging) مقایسه کردند و بیان داشته‌اند که روش پیشنهادی شبکه عصبی کانولوشن نسبت به سایر روش‌های پیشرفته، قوی‌تر و دارای عملکرد امیدوارکننده است.

در مطالعه حاضر دقت طبقه‌بندی ۹۸/۷٪ به‌دست‌آمده است؛ و روش پیشنهادی در مقایسه با روش‌های دیگر شبکه عصبی یادگیری عمیق برای تشخیص بیماری آلزایمر منجر به ارتقای دقت بیشتری شده است. همچنین دقت معماری‌های یادگیری عمیق از معماری‌های دیگر شبکه‌های عصبی کم‌عمق پیشی گرفته است. مقایسه معیار دقت روش پیشنهادی و روش‌های مرتبط در شکل ۴ نمایش داده‌شده است.



شکل ٤. نمودار معیار دقت روش پیشنهادی و روش‌های مرتبط

دیمارایس و همکاران (۳۰) در پژوهش خود بیان داشتند که نتایج به‌دست‌آمده با نتایج مطالعات قبلی مقایسه شده و برای تسهیل تحلیل‌های انعطاف‌پذیرتر بر اساس آزمایش‌های اضافی، جمع‌بندی و تجزیه‌وتحلیل شده است. دقت طبقه‌بندی به‌دست‌آمده توسط روش پیشنهادی بسیار دقیق است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که این رویکرد کارآمد است و ممکن است یک استراتژی امیدوارکننده برای به دست آوردن طبقه‌بندی خوب AD، MCI و NC با استفاده از تصاویر پچ کوچک از هیپوکامپ به‌جای تصاویر اسلاید کامل باشد؛ که با نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه تا حدی همسو می‌باشد.

دیدر کارو و همکاران (۳۱) در پژوهشی که در همین زمینه انجام دادند بیان داشتند که روش پیشنهادی در کنار سایر روش‌های پیشنهادی عمیق تفاوت‌های مؤثر چشمگیری دارد.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تشخیص زودهنگام بیماری آلزایمر با کمک روش‌های یادگیری ماشین مبتنی بر یادگیری عمیق برای بیماران سرباز و دیگر بیماران امکان‌پذیر می‌باشد. روش پیشنهادی در مقایسه با روش‌های دیگر شبکه عصبی یادگیری عمیق برای تشخیص بیماری آلزایمر منجر به ارتقای دقت بیشتری شده است. همچنین دقت معماری‌های یادگیری عمیق از معماری‌های دیگر شبکه عصبی کم‌عمق پیشی گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

از محدودیت‌های پژوهش حاضر حجم پایین نمونه در داده ها و تصاویر مغزی و ابعاد بالا بود که یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در این زمینه محسوب می‌گردید. در این مقاله سعی شد تا بر چالش‌های گفته‌شده فائق آمد. روش ارائه‌شده قادر است تا از مزایای یادگیری عمیق بهره ببرد و دقت تشخیص را بهبود ببخشد. عدم تحقیقات پیشین در زمینه‌های گوناگون آلزایمر به‌خصوص برای جانبازان جنگ ایران- عراق و عدم مجموعه داده تصویربرداری مغزی جانبازان داخل کشور از دیگر محدودیت‌های این پژوهش می‌باشند.

بر اساس یافته‌های پژوهش پیشنهاد می‌شود مجموعه داده شامل آزمون عصب‌شناسی و تصویربرداری‌های مغزی رزمندگان و جانبازان جنگ ایران- عراق تهیه و تدوین گردد که می‌تواند به ارتقای کیفیت زندگی این عزیزان کمک کرد و با ترکیب روش‌های یادگیری عمیق با سیستم‌های فازی، نیز می‌توان شبکه‌های عصبی کارآمدی را ایجاد کرد. همچنین استفاده هم‌زمان از تصاویر MRI، PET و مایع نخاعی مغز اطلاعات کاملی از وضعیت بیماری سربازان و جانبازان جنگ در دسترس قرار می‌گیرد و می‌توان تمایز مناسب تری بین اطلاعات دسته‌های مختلف قائل شد. در پژوهش‌های بعدی اطلاعاتی نظیر سن، جنسیت، بیماری‌های خاص فرد و دیگر اطلاعات بالینی می‌تواند نتایج روش پیشنهادی را تکمیل کرده و تشخیص نهایی را قابل‌فهم‌تر کند.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری فیروزه رضوی، مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات است. هزینه‌های این مطالعه به‌صورت شخصی تأمین‌شده است و به‌صورت مستقل و بدون حمایت مالی هیچ سازمانی انجام گرفت. از کلیه افرادی که در این مطالعه همکاری نمودند سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Nabatian G, Zakerian M. The relationship between spiritual health and quality of life of veterans and the disabled in Birjand. Journal of War and Public Health. 2013; 10(2):35-9. [In Persian].
2. Mandani B, Fakhri A. Evaluation of health-related quality of life in veterans with post-traumatic stress disorder. Journal of War and Public Health. 2013 5(2):18-25. [In Persian].
3. Jia Y, Han Y, Wang X, Han F. Role of apoptosis in the post-traumatic stress disorder model-single prolonged stressed rats. Psychoneuroendocrinology. 2018;95:97-105.
4. Weiner MW, Veitch DP, Hayes J, Neylan T, Grafman J, Aisen PS, et al. Effects of traumatic brain injury and posttraumatic stress disorder on Alzheimer's disease in veterans, using the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Alzheimer's & dementia. 2014;10:S22-6S35.
5. Brownfield LA, Weltman RL. Ridge preservation with or without an osteoinductive allograft: A clinical, radiographic, micro-computed tomography, and histologic study evaluating dimensional changes and new bone formation of the alveolar ridge. Journal of periodontology. 2012;83(5):581-9.
6. Henderson TA. The diagnosis and evaluation of dementia and mild cognitive impairment with emphasis on SPECT perfusion neuroimaging. CNS Spectr. 2012;17(4):176-206.
7. Sharma N, Singh AN. Exploring biomarkers for Alzheimer’s disease. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2016;10(7):KE01.
8. Grundman M, Petersen RC, Ferris SH, Thomas RG, Aisen PS, Bennett DA, et al. Mild cognitive impairment can be distinguished from Alzheimer disease and normal aging for clinical trials. Archives of neurology. 2004;61(1):59-66.
9. Laske C, Sohrabi HR, Frost SM, López-de-Ipiña K, Garrard P, Buscema M, et al. Innovative diagnostic tools for early detection of Alzheimer's disease. Alzheimer's & Dementia. 2015;11(5):56-78.
10. O'brien J. Role of imaging techniques in the diagnosis of dementia. The British journal of radiology. 2007;80(special_issue_2):S71-S7.
11. Harada R, Okamura N, Furumoto S, Furukawa K, Ishiki A, Tomita N, et al. 18F-THK5351: a novel PET radiotracer for imaging neurofibrillary pathology in Alzheimer disease. Journal of Nuclear Medicine. 2016;57(2):208-14.

www.SID.ir

Archive of SID

12. Chen M, Mao S, Liu Y. Big data: A survey. Mobile networks and applications. 2014;19(2):171-209.

13. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE, editors. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. Advances in neural information processing systems; 2012.

14. Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: An overview. Neural networks. 2015;61:85-117.

15. Lin M, Chen Q, Yan S. Network in network. arXiv preprint arXiv:13124400. 2013.

16. Ding L, Fang W, Luo H, Love PE, Zhong B, Ouyang X. A deep hybrid learning model to detect unsafe behavior: Integrating convolution neural networks and long short-term memory. Automation in construction. 2018;86:118-24.

17. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. nature. 2015;521(7553):436-44.

18. Alborzi M, Yaqubnejad A, Maghsoud H. Application of artificial neural networks in predicting cash return index and stock price. Empirical studies of financial accounting. 2008 22(1):119-40. [In Persian].

19. Basaia S, Agosta F, Wagner L, Canu E, Magnani G, Santangelo R, et al. Automated classification of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment using a single MRI and deep neural networks. NeuroImage: Clinical. 2019;21:101645.

20. Liu M, Cheng D, Yan W, Initiative AsDN. Classification of Alzheimer's disease by combination of convolutional and recurrent neural networks using FDG-PET images. Frontiers in neuroinformatics. 2018;12:35.

21. Razavi F, Tarokh MJ, Alborzi M. An Intelligent Alzheimer's disease diagnosis method using unsupervised feature learning. Journal of Big Data. 2019;6(1):32.

22. Kurakin A, Goodfellow I, Bengio S. Adversarial machine learning at scale. arXiv preprint arXiv:161101236. 2016.

23. Zeng N, Qiu H, Wang Z, Liu W, Zhang H, Li Y. A new switching-delayed-PSO-based optimized SVM algorithm for diagnosis of Alzheimer's disease. Neurocomputing. 2018;320:195-202.

24. Shi J, Zheng X, Li Y, Zhang Q, Ying S. Multimodal neuroimaging feature learning with multimodal stacked deep polynomial networks for diagnosis of Alzheimer's disease. IEEE journal of biomedical and health informatics. 2017;22(1):173-83.

25. Singh S, Srivastava A, Mi L, Caselli RJ, Chen K, Goradia D, et al. editors. Deep-learning-based classification of FDG-PET data for Alzheimer's disease categories. 13th International Conference on Medical Information Processing and Analysis; 2017: International Society for Optics and Photonics.

26. Fuuzy M, Saba V, Dadashi A. Automatic Detection of Alzheimer Disease Based on the Area Analysis of White and Gray Matter Regions in Brain Images. Paramedical Sciences and Military Health. 2018;13(3):27-39.

27. Turandazkenari Mohammad SN, M. Provide a new way to diagnose Alzheimer's disease based on a combination of vote and layer classifications and data feature selection using thin coding. The Second National Conference on Computer Engineering Research (Ekbatan Research Group). 2016.

28. Emadi FaMH. Diagnosis of Alzheimer's disease using 3D convolutional neural networks. The fifth National Conference on Distribution Computing and Big Data Processing. Tabriz, Azerbaijan Shahid Madani University. 2009. [In Persian].

29. Yue L, Gong X, Li J, Ji H, Li M, Nandi AK. Hierarchical feature extraction for early Alzheimer's disease diagnosis. IEEE Access. 2019;7:93752-60.

30. Desmarais P, Weidman D, Wassef A, Bruneau M-A, Friedland J, Bajsarowicz P, et al. The interplay between post-traumatic stress disorder and dementia: a systematic review. The American Journal of Geriatric Psychiatry. 2020;28(1):48-60.

31. Carmo D, Silva B, Yasuda C, Rittner L, Lotufo R. Hippocampus Segmentation on Epilepsy and Alzheimer's Disease Studies with Multiple Convolutional Neural Networks. arXiv preprint arXiv:200105058. 2020.

Downloaded from rbs.mui.ac.ir at 8:58 +0330 on Tuesday January 12th 2021

www.SID.ir