قطعه بندی خودکار دو مرحله‌ای Hippocampus مغز در تصاویر MRI با استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق

*علیرضا صادقی، دکتر حسن ختن لو، دکتر محرم منصوری زاده

گروه آموزشی مهندسی کامپیوتر دانشکده مهندسی دانشگاه بوعلی سینا ،همدان

a.sadeghi@eng.basu.ac.ir

ستاد ملی هفته پژوهش و فناوری

چکیده

اسبک مغزی قسمتی کوچک از دستگاه لیمبک مغز است که مرکز یادگیری می‌باشد. این ناحیه از مغز در بیماری‌هایی همچون صرع و آلزایمر دچار تغییر اندازه و حجم می‌شود. بررسی تغییر حجم و اندازه این بخش از مغز بصورت دستی کاری دشوار و زمان بر است و قطعه بندی خودکار این بخش از مغز برای بررسی و مطالعه مواردی همچون تغییر حجم و اندازه می‌تواند برای پزشکان بسیار حائز اهمیت باشد. در این مقاله روشی مبتنی بر شبکه‌های عصبی عمیق برای قطعه بندی خودکار اسبک مغزی در تصاویر MRI در دو فاز مجزا ارائه شده است که می‌تواند ناحیه اسبک مغز را با دقت خوبی قطعه بندی کند. در فاز اول با استفاده از یک مدل شبکه عصبی پیچشی u-net ماسک اولیه تولید می‌شود و سپس در فاز بعدی با استفاده از ماسک تولید شده در فاز اول یکبار دیگر با استفاده از مدل شبکه عصبی پیچشی u-net که در فاز اول نیز از آن استفاده شد، اسبک مغزی قطعه بندی می‌شود. نتایج بدست آمده نشان می دهد که روش ارائه شده در مقایسه با روشهای دیگر از دقت بهتری برخوردار می‌باشد.

واژه های کلیدی : اسبک مغزی، قطعه بندی، هیپوکامپوس، تصویر MRI

مقدمه

اسبک مغز یا Hippocampus بخش کوچکی از مغز پستانداران می‌باشد. اسبک یک ساختار مغزی کوچک، میانی و زیر قشری است و با حافظه‌ی بلند مدت و کوتاه مدت مرتبط است. شکل و حجم اسبک مغز می‌تواند تحت تاثیر آسیب‌های مختلف همچون بیماری آلزایمر تغییراتی داشته باشد و با توجه به سخت بودن و زمان‌بر بودن تشخیص ناحیه دقیق اسبک در تصاویر MRI، قطعه بندی و تقسیم بندی خودکار بخش اسبک مغز در تصاویر می‌تواند کمک زیادی به جامعه آسیب شناسان و پزشکان کند. تا کنون پژوهش‌های فراوانی در رابطه با قطعه بندی اسبک مغزی صورت گرفته است و در سالیان اخیر روش‌های قطعه بندی مبتنی بر شبکه‌های عصبی عمیق برای قطعه بندی تصاویر پزشکی بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

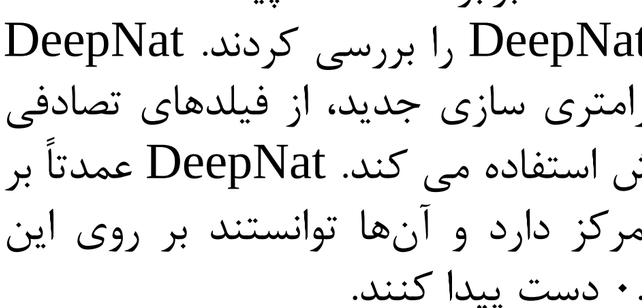
Chen و همکاران در سال ۲۰۱۷ پژوهشی در زمینه تقسیم بندی اسبک مغزی با استفاده از مدل شبکه عصبی ConvNets ارائه دادند. در این مقاله گزارش شده است که با استفاده از این روش آن‌ها توانسته‌اند با استفاده از مدلی که ارائه دادند به Dice برابر ۰.۹ دست پیدا کنند.

Wachinger و همکاران مدل DeepNat را بررسی کردند. DeepNat در کنار استفاده از یک روش پارامتری سازی جدید، از فیلدهای تصادفی شرطی سه بعدی برای پس‌پردازش استفاده می کند. DeepNat عمدتاً بر روی مجموعه داده MALC تمرکز دارد و آن‌ها توانستند بر روی این مجموعه داده به Dice برابر ۰.۸۶ دست پیدا کنند.

در سال ۲۰۲۱ Carmo و همکاران اقدام به قطعه بندی اسبک مغز برای مطالعات و تحقیقات در بیماری‌های صرع و آلزایمر کردند. آن‌ها از سه شبکه عصبی پیچشی u-net با الهام از پژوهش انجام گرفته توسط Lucena و همکاران، در سه جهت مختلف استفاده کردند. در نهایت آن‌ها توانستند در بهترین حالت به Dice حدودا ۰.۹۱ برسند.

مواد‌ها و روش‌ها

در این پژوهش اقدام به قطعه بندی و مشخص کردن ناحیه اسبک مغز در تصاویر MRI موجود در دیتاست Harp شده است، که نمونه از آن در تصویر ۱ قابل مشاهده است.



تصویر ۱ : نمایی از دیتاست Harp

روش کلی مراحل پیاده سازی این پژوهش در تصویر ۲ قابل مشاهده است.

با توجه به تصویر ۲ روند کلی که برای قطعه بندی و تشخیص اسبک مغزی که در این پژوهش پیش گرفته شد، در دو مرحله مجزا پیاده سازی شده است. در قدم اول اقدامات پیش پردازش روی تصاویر انجام می‌شود، سپس در بخش دوم مدل شبکه عصبی در دو مرحله آموزش داده می‌شود. در هر دو مرحله این بخش، از الگوریتم u-net استفاده شده است. علاوه بر الگوریتم u-net استفاده شده در این بخش از یک الگوریتم برای تولید ماسک نیز استفاده شده است. بعد از گذر تصاویر از مدل u-net اولیه، این مدل برای هر تصویر یک برچسب ایجاد می‌کند که با استفاده از این برچسب و الگوریتم تولید ماسک، برای هر داده یک ماسک مستطیل شکل ایجاد می‌شود که با ضرب ماسک تولید شده برای هر داده، در تصویر MRI مربوطه داده‌های ماسک گذاری شده بدست می‌آید. این داده‌های ماسک گذاری شده فقط شامل نواحی از تصویر MRI هستند که مدل u-net اولیه احتمال حضور ناحیه اسبک را در آن ناحیه پیش بینی کرده است. سپس این داده‌های ماسک گذاری شده یکبار دیگر با مدل u-net آمورش داده می‌شود.

نتایج

دیتاست به سه بخش داده‌های آموزشی، داده های اعتبار سنجی و داده‌های آزمایش به ترتیب با اندازه‌های ۷۰٪، ۱۵٪ و ۱۵٪ تقسیم بندی شده است. و با استفاده از داده های مربوط به آزمایش سیستم مورد نظر آزمایش شد که توانست به مقدار Dice برابر با ۰.۹۴ برسد. در جدول ۱ نتایج بدست آمده توسط پژوهشگران و میزان Dice که به آن دست پیدا کرده‌اند آورده شده است.

جدول ۱ : مقایسه مقدار Dice پژوهش‌های مرتبط

روش	سال انتشار	Dice
Thyreau و همکاران	۲۰۱۸	۰,۸۵
Wachinger و همکاران	۲۰۱۹	۰,۸۶
Dinsdale و همکاران	۲۰۱۹	۰,۸۶
Carmo و همکاران	۲۰۲۱	۰,۹۱
مدل پیشنهادی دومرحله‌ای	**۲۰۲۲**	**۰,۹۴**

منابع

- Carmo D, Silva B; Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative, Yasuda C, Rittner L, Lotufo R. Hippocampus segmentation on epilepsy and Alzheimer's disease studies with multiple convolutional neural networks. Heliyon. 2021 Feb 10;7(2):e06226. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06226.
- Chen, Y., Shi, B., Wang, Z., Zhang, P., Smith, C. D., & Liu, J. (2017, April). Hippocampus segmentation through multi-view ensemble ConvNets. In 2017 IEEE 14th international symposium on biomedical imaging (ISBI 2017) (pp. 192-196). IEEE.
- C. Wachinger, M. Reuter, T. Klein, DeepNAT:deep convolutional