

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی



شبکه عصبی مصنوعی

تنظیم : علیرضا کیانفر

Keyanfar.a@outlook.com

چکیده :

مهندسی عصبی از حوزه‌های گسترش یافته در قرن ۲۱ در زمینه مهندسی پزشکی است. از اهداف مهندسی عصبی تحقیقات بنیادین در زمینه سیستم‌های عصبی و عصبی - عضلانی، گسترش روش‌های تشخیص، درمان و توانبخشی با استفاده از روش‌های مهندسی است. مهندسی عصبی منشأ ایجاد یک فناوری، تحت عنوان فناوری عصبی شده است. جانوران پرسولوی برای ایجاد هماهنگی بین اعمال سلول‌ها و اندام‌های مختلف بدن خود نیاز به عوامل و دستگاه‌های ارتباطی دارند. دستگاه عصبی

(Nervous system) با ساختار و کار ویژه‌ای که دارد، در جهت ایجاد این هماهنگی به وجود آمده است. نورون‌ها پیام عصبی را به بافت‌ها و اندام‌های بدن، مانند ماهیچه‌ها غده‌ها و نیز نورون‌های دیگر می‌فرستد و از این طریق با آنها ارتباط برقرار می‌کند. رشته‌هایی که از جسم سلولی نورون‌ها بیرون زده‌اند دو نوع اند: دندریت و آکسون دندریت‌ها پیام‌ها را دریافت می‌کنند و به جسم سلولی می‌برند، آکسون‌ها پیام عصبی را از جسم سلولی به تا پایانه‌های آکسون هدایت می‌کند. وظایف دستگاه عصبی به ارتباط متقابل بین میلیون‌ها نورون وابسته است. شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network - ANN) یا به زبان ساده‌تر شبکه‌های عصبی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوینی برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش، و در انتها اعمال دانش به دست آمده در جهت پیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده هستند. ایده اصلی این گونه شبکه‌ها (تا حدودی) الهام گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی، برای پردازش داده‌ها و اطلاعات برای یادگیری و ایجاد دانش است. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده به هم پیوسته با نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسئله با هم هماهنگ عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها (ارتباطات الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند.

واژگان کلیدی: مهندسی عصبی، شبکه‌ی عصبی، شبکه‌ی عصبی مصنوعی



مقدمه :

مهندسی عصبی از حوزه های گسترش یافته در قرن ۲۱ در زمینه مهندسی پزشکی است. از اهداف مهندسی عصبی تحقیقات بنیادین در زمینه سیستم های عصبی و عضلانی، گسترش روش های تشخیص، درمان و توانبخشی با استفاده از روش های مهندسی است. مهندسی عصبی منشأ ایجاد یک فناوری، تحت عنوان فناوری عصبی شده است. هدف این فناوری، طراحی و ساخت ابزار میکروالکترونیکی است که با ارتباط مستقیم با سیستم عصبی مرکزی و یا اعصاب محیطی، کنترل خارجی ارگان های بدن را به عهده می گیرد. این سیستم ها ارگان های بدن را به همان نحوی کنترل می کنند که سیستم عصبی مرکزی انسان در حالت طبیعی کنترل می کند.

امروزه کاربرد فناوری عصبی در توانبخشی و درمان، بسیار گسترش یافته است و تحول شگرفی را در زمینه توانبخشی بوجود آورده است. محصولات این تکنولوژی بسیار گران قیمت است و از نیازهای ضروری جهت حفظ و ارتقای سطح سلامت جامعه محسوب می شود.

از محصولات این فناوری می توان به پروتزهای عصبی قلبی، پروتزهای عصبی شنوایی، پروتزهای عصبی تنفسی، پروتزهای عصبی مغزی و پروتزهای عصبی بینائی اشاره کرد. از این فناوری نیز برای کنترل درد، کنترل مثانه، کنترل اسپاستیسیته، کنترل بعضی از موارد اپلیپسی، درمان بیماری پارکینسون و کنترل بیماری صرع استفاده می شود. با توجه به گسترش کاربردهای محصولات فناوری عصبی در محیط های کلینیکی و نیاز جامعه، و با توجه گسترش فعالیت های تحقیقاتی در زمینه مهندسی عصبی مرکز فناوری عصبی ایران در سال ۱۳۸۸، سال تلاش مضاعف همت مضاعف، در دانشگاه علم و صنعت ایران ایجاد شده و در حال گسترش می باشد.

هدف مرکز فناوری عصبی ایران، فراهم کردن بستر لازم به منظور ایجاد فناوری های نوین در زمینه مهندسی عصبی و گسترش کاربردهای آن به مراکز کلینیکی و توانبخشی جهت خدمت رسانی است.

شبکه عصبی :

جانوران پرسلولی برای ایجاد هماهنگی بین اعمال سلول ها و اندام های مختلف بدن خود نیاز به عوامل و دستگاه های ارتباطی دارند. دستگاه عصبی (Nervous system) با ساختار و کار ویژه ای که دارد، در جهت ایجاد این هماهنگی به وجود آمده است. نورون ها پیام عصبی را به بافت ها و اندام های بدن، مانند ماهیچه ها غده ها و نیز نورون های دیگر می فرستد و از این طریق با آنها ارتباط برقرار می کند. رشته هایی که از جسم سلولی نورون ها بیرون زده اند دو نوع اند: دندریت و آکسون دندریت ها پیام ها را دریافت می کنند و به جسم سلولی می برند، آکسون ها پیام عصبی را از جسم سلولی به تا پایانه های آکسون هدایت می کند. وظایف دستگاه عصبی به ارتباط متقابل بین میلیون ها نورون وابسته است.

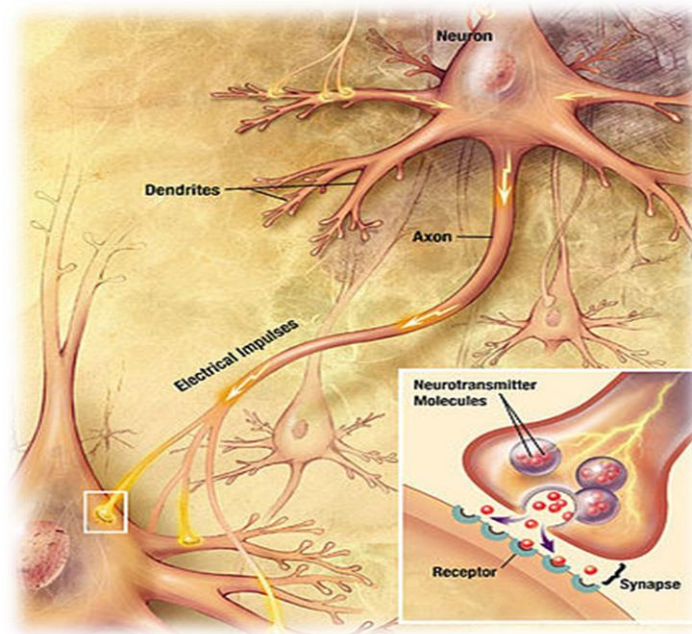
در دستگاه عصبی دو بخش اصلی وجود دارد.

- دستگاه عصبی مرکزی
- دستگاه عصبی محیطی



دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر اعمال بدن اند. این دستگاه اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد. دستگاه عصبی مرکزی از دو بخش ماده خاکستری که بیشتر محتوی جسم سلولی نورون هاست و ماده سفید که اجتماع بخش‌های میلین دار نورون هاست، تشکیل شده است. دستگاه عصبی محیطی شامل تعداد زیادی عصب است که اطلاعات را جمع‌آوری می‌کند و به دستگاه عصبی مرکزی می‌برد. مغز انسان از حدود ۱۰۰ میلیارد (billion) نورون تشکیل شده است و حدود ۱۰۵ کیلوگرم وزن دارد.

مغز شامل: مخ، مخچه و ساقه مغز است. مخ بزرگترین بخش مغز است و توانایی یادگیری، حافظه، و عملکرد هوشمندانه را دارد. مخچه مهمترین مرکز یادگیری حرکات لازم برای تنظیم حالت بدن و تعادل است. ساقه مغز در قسمت پایینی مغز قرار دارد و شامل مغز میانی، پل مغز و بصل النخاع است. نخاع درون ستون مهره‌ها از بصل النخاع تا کمر امتداد دارد. نخاع مغز را به دستگاه عصبی محیطی وصل می‌کند. دستگاه عصبی محیطی شامل ۳۱ جفت عصب نخاعی و ۱۲ جفت عصب مغزی است. دستگاه عصبی محیطی شامل دو بخش پیکری که ارادی است و خودمختار که اعمال غیرارادی ما را بر عهده دارد. دستگاه عصبی خود مختار شامل اعصاب پاراسمپاتیک و سمپاتیک می‌باشد که اعصاب پاراسمپاتیک باعث برقراری آرامش و اعصاب سمپاتیک در مواقع هیجانی روانی یا جسمی فعال می‌شوند.



شکل شماره ۱ عملکرد نوترون در شبکه عصبی

توصیف سیستم عصبی :

نام سیستم عصبی از اعصاب گرفته می‌شود. در حالت کلی، یک شبکه عصبی زیستی از مجموعه یا مجموعه‌ای از نورون‌های به صورت فیزیکی به هم متصل یا از لحاظ عملکردی به هم وابسته تشکیل شده است. هر نورون می‌تواند به تعداد بسیار زیادی از نورون‌ها وصل باشد و تعداد کل نورون‌ها و اتصالات بین آن‌ها می‌تواند بسیار زیاد باشد. اتصالات، که به آن‌ها سیناپس گفته می‌شود، معمولاً از آکسون‌ها و دندریت تشکیل شده‌اند.



هوش مصنوعی و مدل سازی شناختی سعی بر این دارند که بعضی از خصوصیات شبکه‌های عصبی را شبیه‌سازی کنند. این دو اگرچه در روش‌هاشان به هم شبیه هستند اما هدف هوش مصنوعی حل مسائل مشخصی است در حالی که هدف مدل سازی شناختی ساخت مدل‌های ریاضی سامانه‌های نورونی زیستی است.

شبکه‌های عصبی زیستی :

شبکه‌های عصبی زیستی مجموعه‌ای بسیار عظیم از پردازشگرهای موازی به نام نورون اند که به صورت هماهنگ برای حل مسئله عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها (ارتباط‌های الکتروشیمیایی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در این شبکه‌ها اگر یک سلول آسیب ببیند بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آنرا جبران کرده و نیز در بازسازی آن سهیم باشند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری اند. مثلاً با اعمال سوزش به سلول‌های عصبی لامسه، سلول‌ها یاد می‌گیرند که به طرف جسم داغ نروند و با این الگوریتم سامانه می‌آموزد که خطای خود را اصلاح کند. یادگیری در این سامانه‌ها به صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده از مثال‌ها وزن سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های تازه سامانه پاسخ درستی تولید کند.

← مجموع اتصالات نورون‌ها در مغز انسان در حالت مینیمم به بیش از ۱۰۰ trillion می‌رسد و سرعت سیگنال‌ها در حدود ۲۵۶ مایل بر ساعت (یا ۴۱۱,۹۹۲ کیلومتر بر ساعت) است. نورون‌ها به طور متوسط با ۷,۰۰۰ Synapse در ارتباط هستند و کل مغز از ۱۰^{۱۵} سیناپس تشکیل شده است. نورون‌ها می‌توانند بیش از ۱۰۰۰ شاخک dendritic داشته باشند که می‌توانند با ده‌ها هزار سلول دیگر در ارتباط باشند. قطر نورون‌ها بین (۰,۰۰۴ mm) تا (۰,۱ mm) و طول نورون‌ها بین حدود چند میلیمتر " کوتاه‌ترین نورون‌ها " تا حدود ۱ متر یا بیشتر متغیر هست؛ و در هر ثانیه با توجه به اینکه حداکثر نرخ آتش هر نورون ۲۰۰ Hz (هرتز به معنی تعداد چرخه‌ها در یک ثانیه cycle/s) هست ۱۰^{۱۶} سیگنال الکتریکی در شبکه عصبی جریان دارد. به طور کلی در هر ثانیه ۲۰٪ - ۵۰٪ نورون‌ها آتش می‌کنند همچنین نورون‌هایی هم که آتش می‌کنند این عمل را چندین بار انجام می‌دهند.

← مغز یک انسان بالغ از نورون‌ها، سلول‌های glial، رگ‌های خونی تشکیل شده است و تعداد تخمینی و دقیق تر نورون‌ها در حدود ۱۰±۸۵ billion (میلیارد) هست که برابر با تعداد سلول‌های غیر نورونی مغز هست (۱۰±۸۵ billion) که از مجموع این نورون‌ها

- در حدود ۱۶ میلیارد از نورون‌ها در cerebral cortex مغز قرار گرفته‌اند (به عبارت دیگر ۱۹٪ از تمام نورون‌های مغز) که شامل قشر matter white مغز هم می‌شود.
- در حدود ۶۹ میلیارد نورون هم در قسمت cerebellum قرار گرفته‌اند (که ۸۰٪ از تمام نورون‌های مغز محسوب می‌شود)
- کمتر از ۱٪ نورون هم در قسمت‌های دیگر مغز قرار گرفته.
- cerebellum _ Hindbrain به تنظیم وضعیت و هماهنگی بدن کمک می‌کند و همه حرکات بدن و واکنش‌هاش را بررسی و ممکن می‌کند. (آسیب دیده گی این بخش می‌تواند سبب عدم تعادل و لرزش در حرکت و در صورت آسیب دیدگی شدید، عدم حرکت در شخص را به دنبال دارد)
- Forebrain _ cerebrum مرکز شخصیت فرد است و طیف بسیار گسترده‌تری از وظایف را نسبت به بقیه مناطق مغز برعهده دارد. از این وظایف می‌شود به تصمیم‌گیری، انتخاب آهنگ مورد علاقه، تمرکز، برنامه‌ریزی و سازماندهی، به داشتن حس و شناخت از جهان و رابطه خود فرد با جهان "همان خودآگاهی" کمک می‌کند. cerebrum بیشترین تعداد



نورون‌های حساس به دوپامین را داراست، محل تصمیم‌گیری برای حرکت هدفمند و گفتار (صحبت کردن)، نحوه رفتار، همچنین اطلاعات دردسترس در این بخش مورد سازماندهی قرار می‌گیرد و باعث می‌شود فرد قابلیت اولویت بندی و اصلاح کردن خود و آغاز یا کنترل و یا تغییر رفتار را داشته باشد. (آسیب دیدگی این بخش می‌تواند شخصیت شخص را تغییر دهد. ان افراد دیگر نمی‌توانند شبیه خودشان عمل کنند. این افراد توانایی برنامه‌ریزی خودشان را از دست می‌دهند و توانایی کنترل رفتار خودشان را نیز ممکن از دست دهند و آسیب دیدگی شدید گاهی می‌تواند شخصیت این افراد را از آنها بگیرد و ...)

- **Cortex Prefrontal** مسئول استدلال کردن، ترسیم تصویر از یک اتفاق، گفتن، راندن وسایلی مانند دوچرخه، مقایسه گذشته و آینده در جهت پیش بینی آنچه که ممکن است اتفاق بیفتد، بررسی ایده‌ها و ادراک در جهت کمک به فرایند تصمیم‌گیری و سئوچ کردن بین کارها، منحرف کردن افکار فرد از یک عمل قبل از شروع عمل دیگر. همچنین این بخش از مغز نقشی در خود آگاهی **self-awareness**، تشخیص احساسات، تجربه لذتها، در ذهن خودآگاه کمک به درک سریع بودن یا کند بودن زمان، عمل کردن به عنوان قطب احساسی و فراخوانی احساس غریزی در مورد شناخت درست از غلط. همچنین پردازش احساساتی از قبیل اضطراب و ناامیدی نیز در این بخش مغز صورت می‌گیرد. (این قسمت از مغز با توجه به اینکه در جلوی قسمت **Forebrain - cerebrum** مغز قرار گرفته به راحتی با ضربات تصادفی یا کمبود اکسیژن در حمله قلبی قابل آسیب دیدن است که در صورت آسیب دیدن طیف وسیعی از مشکلات رفتاری از جمله خشونت یا عدم حساسیت، مشکلاتی در شروع وظایف و متمرکز ماندن در انجام آنها، عملگردهای نامناسب غیرارادی و بستری شدن در مراکز درمانی را به دنبال دارد. علاوه بر این افراد مبتلا به افسردگی دارای فعالیت غیرطبیعی در قشر جلوی مغز هستند و این منطقه ممکن است در اختلال وسواس فکری عملی نیز درگیر باشند.
- **prefrontal cortex dorsolateral** یا به اختصار **DLPFC** در میانه بخش قبل در انسان‌ها و پستانداران واقع شده است و نسبت به قسمت‌های دیگر یکی از بخش‌های تازه تکامل یافته مغز انسان محسوب می‌شود که تکامل آن تا هنگام بزرگسالی ادامه می‌یابد. همچنین به **orbitofrontal cortex** و قسمت‌های مختلف مغز که شامل بخش **hippocampus**، **ganglia basal**، **thalamus** و مناطق اصلی و ثانویه **neocortex** هم متصل است. این بخش در کارهای اجرایی دخالت دارد که عملکردهایی از قبیل مدیریت فرایندهای شناختی **cognitive processes** که شامل حافظه کاری **working memory**، انعطاف‌پذیری شناختی و برنامه‌ریزی. همچنین وظایف رفتاری نیز به شدت مرتبط به این بخش به نظر می‌رسند و انجام وظایفی که نیاز به نگه داری اطلاعات در ذهن یا همان **working memory** را دارند. **DLPFC** برای به خاطر آوردن ایت‌ها به صورت تکی مورد نیاز نیست بنابراین آسیب دیدگی این بخش سبب اختلال در حافظه شناختی یا **memory recognition** نمی‌شود با این وجود در صورتی که فرد بخواهد دو آیت‌م را در حافظه با یکدیگر مقایسه کند دخالت بخش **DLPFC** نیز مورد نیاز خواهد بود. اشخاص با آسیب دیدگی **DLPFC** قادر نخواهند بود تصویری را که قبلاً به آنها نشان داده شده است را در بین دو تصویری که به آنها بعد از مدتی نشان می‌دهند را تشخیص دهند. بخش **DLPFC** در هنگام خواب فعال نیست و فقط پردازش زمان بیداری و واقعیت را بر عهده دارد. به همین ترتیب این بخش مکرراً همچنین با اختلالات رانندگی، توجه و انگیزه مرتبط دانسته شده. افرادی با آسیب دیدگی جزئی **DLPFC** عموماً احساس بی تفاوتی به محیط اطراف خود دارند و از خودانگیزختگی در زبان و رفتار محروم اند همچنین این افراد به فقدان انگیزه برای انجام کاری برای خود و یا دیگران نیز دچار هستند.



- **brainstem** _ قسمت زرد در تصویر بالا. این بخش هماهنگی فعالیت‌های خودکار یا رفلکس بدن را در فعالیت‌هایی که بدون تفکر انجام می‌گیرند مانند تنفس، تون عضلانی غیرارادی، فعالیت قسمت‌های مختلف بدن و وضعیت آنها، کمک به حفظ آگاهی از بدن، ضربان قلب، فشار خون، عطسه، سرفه، بیدار شدن از خواب و ... را سازماندهی می‌کند و سازه اون که در بالای نخاع و زیر **cerebrum** و در مرکز مغز قرار داره مانند یک ساختمان هست که از بخش‌های (**Diencephalon** , **medulla oblongata** , **mid-brain** , **pons**) تشکیل شده هست (آسیب دیدگی این بخش می‌تواند کشنده باشد، زمانی که عملکرد **brainstem** از دست می‌رود وضعیت شخص ممکن هست مرگ مغزی تشخیص داده شود. چون این قسمت از حول مغز دور هست آسیب دیدگی‌هایی مثل آسیب به سر و گردن، حمله قلبی و یا سکته مغزی، آنسفالیت، سموم مننژیت از جمله مونوکسید کربن (در حدود ۶۰٪ کربن مونوکسید در خون می‌تواند به مرگ منجر شود. چون سرعت جذبش از اکسیژن توسط گلبول‌های خون بیشتر هست، عامل: تحت تأثیر مستقیم دود خودروها بودن) ، سطح قند خون بالا و یا پایین طولانی مدت در افراد مبتلا به دیابت و سرطان در ساقه مغز که می‌تواند در نهایت منجر به کما یا مرگ شخص شود)
- **Temporal Lobe** _ قسمت صورتی پررنگ در تصویر بالا. در این قسمت یک تصویر ذهنی کامل از اون چیزی که می‌بینیم و می‌شنویم و احساس می‌کنیم در ذهن درست می‌شود. زبان و شنوایی و بویایی در این قسمت مغز مورد پردازش قرار می‌گیرند. این قسمت از مغز همچنین به تشخیص اشیاء، جهت حرکت، چهره‌های آشنا (ویژه) ، بخاطر آوردن حقایق جهان و اطلاعات یا دانش عمومی، همراه کردن حافظه و احساسات و همچنین این قسمت نقش مهمی را در گرفتن تصمیمات اخلاقی/احساسی بر عهده داره. لوب **Temporal** بازیابی معنی کلمات را از حافظه انجام می‌دهد و سپس کلمات را با مفاهیم هماهنگ می‌کند تا شخص بتواند ایده‌های خود را بیان کند. همین‌طور زمانی که کودکان در حال یادگیری خواندن هستند این بخش مغز ، کلمات را با ترجمه اشکال کلمه به صدا ذخیره می‌کند؛ بنابراین این بخش می‌تواند کلمات را تشخیص بدهد. اتصال **Temporal-parietal** با دیدن ارواح و یا پیش درآمد و تجربه خروج از بدن در ارتباط است (عوارض در صورت آسیب: عفونت یا بیماری مانند آلزایمر می‌توانند باعث آسیب لوب **Temporal** شود که سبب تقلا آنچه که یک فرد می‌شنود، می‌بیند و درک می‌کند می‌شود. ممکن است حافظه و اشکال کلمات و صداها در افراد آسیب دیده مختل شود). همچنین فرایند خواب دیدن عموماً در حین فعال بودن کل **cerebral cortex** مغز اتفاق می‌افتد.
- **Parietal** _ قسمت آبی در تصویر بالا. حواس لمسی، درجه حرارت، فشار، و درد. **Parietal** به شخص برای رسیدن به درک و دانستن موقعیت چیزهای اطرافش کمک می‌کند. وقتی که شخصی را لمس می‌کنید **Parietal** واکنش نشان می‌دهد. لوب **Parietal** می‌تواند زمان و نقطه صدمه را دقیقاً شناسایی کند. این قسمت باعث بخاطر آوردن شخص از نحوه چگونگی استفاده از ابزارها و همچنین حافظه شخص از بدن و واکنش‌های آشنا در برابر کنش‌های آشنای محیط بدون فکر کردن درباره آنها مانند بیسبال، شنا کردن و ... لوب **Parietal** بین پیشانی و **occipital** نهفته در مغز بالا وسط در نزدیکی **cerebrum** نیمکره غالب در خواندن و نوشتن گفتار و محاسبه، اقدامات پیچیده. همچنین نقش مهمی در ادراک و تصویر ذهنی از بدن بر عهده دارد (آسیب: یک فرد با یک سکته مغزی ضایعه مغزی آسیب‌های مغزی و یا آسیب‌های دژنراتیو در این منطقه ممکن است قادر به تشخیص چهره، چپ از راست، رسم، کلمات یا اعداد، صحبت به طور معمول و یا اقامت متمرکز نباشد. آنها ممکن است فاصله و موقعیت شی را تشخیص ندهند، آنها ممکن است قضاوت خودشان را در برخی امور ساده از دست بدهند و مثلاً از یک اتاق به دیگری در خانه خود اشتباه کنند و احساس خود از درد، لمس یا درجه حرارت را از دست بدهند، آنها ممکن است چیزها را اشتباه گرفته و قادر به لباس پوشیدن و یا انجام کارهای ساده نباشند)
- **Occipital** _ قسمت سبز در تصویر بالا " یا همون پس سر " نورون‌های این قسمت بر روی بینایی چشم کار می‌کنند و با کار کردن همراه دیگر بخش‌های مغز فعالیت‌هایی مثل پردازش تصاویر ارسال شده از چشم و تفسیر اشکال مختلف و رنگ‌ها،



عمق تصاویر، زاویه‌هایی که ما در حال دیدنشان هستیم را انجام می‌دهند (آسیب یا عفونت یا نرسیدن اکسیژن و موارد دیگر به این قسمت ممکن است دید و درک بصری شخص را تحت تأثیر قرار دهد و شخص آسیب دیده به سختی قادر به خواندن متون و تشخیص رنگ‌ها و محل اشیای نزدیک، تفسیر ترسیماتی مانند (نقاشی) و تشخیص کلمات در متن است. گاهی هم ممکن هست شخص نتواند تغییر اشیا از یک مکان به مکان دیگر را در اطرافش ببیند. همچنین ممکن است شخص دچار انحراف دید و توهم بصری شود. همچنین آسیب دیدگی شدید به این بخش کوری را به همراه خواهد داشت / جراحات مغزی، آسیب و یا نوشتن متقابل "cross-writing" در محل اتصالی که در آن parietal و occipital اتصال جداری پیدا می‌کنند ممکن است باعث حس متقارن "synesthesia" و مخلوطی حواس شود. برای مثال اون افراد هنگام شنیدن موسیقی یا خواندن اعداد رنگ‌هایی را می‌بینند. برای آنها نت‌های مختلف موسیقی ممکن است واقعاً تولید یک سمفونی رنگ نماید. زمانی که این گونه افراد می‌نویسند ممکن است عدد ۵ به رنگ آبی و عدد ۶ به رنگ سبز مشاهده شود)

شباهت نورون‌ها با دیگر سلول‌های بدن :

۱. نورون‌ها توسط یک غشاء احاطه شده است.
۲. نورون‌ها دارای هسته حاوی ژن‌ها هستند
۳. نورون‌ها حاوی سیتوپلاسم، میتوکندری و دیگر "ارگانل‌ها" هستند.

تفاوت نورون‌ها با سلول‌های دیگر بدن :

۱. نورون‌ها دارای projections خاصه هستند که دندریت و آکسون نام دارند. دندریت‌ها نقش آورنده پیام‌های صادر شده از نورون‌های مجاور یا نورون‌های رده بالاتر به درون جسم سلولی نورون (Soma) را به عهده دارند و آکسون‌ها سیگنال‌های الکتریکی را از جسم سلولی نورون به بیرون هدایت می‌کنند.
۲. نورون‌ها با یکدیگر از طریق یک پروسه الکتروشیمیایی ارتباط برقرار می‌کنند
۳. نورون‌ها ایجاد ارتباط خاصی که سیناپس نام دارد می‌کنند و تولید مواد شیمیایی خاصی به نام "neurotransmitters" انتقال دهنده‌های عصبی " که در محل سیناپس‌ها برای انتقال پیام‌ها منتشر می‌شوند.

شبکه عصبی مصنوعی :

شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network - ANN) یا به زبان ساده‌تر شبکه‌های عصبی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوینی برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش، و در انتها اعمال دانش به دست آمده در جهت پیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده هستند. ایده اصلی این گونه شبکه‌ها (تا حدودی) الهام گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی، برای پردازش داده‌ها و اطلاعات برای یادگیری و ایجاد دانش است. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده به هم پیوسته با نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسئله با هم هماهنگ عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها (ارتباطات الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در این شبکه‌ها اگر یک سلول آسیب ببیند بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آنرا جبران کرده، و نیز در بازسازی آن سهیم باشند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری‌اند. مثلاً با اعمال سوزش به سلول‌های عصبی لامسه، سلول‌ها یاد می‌گیرند که به طرف جسم داغ نروند و با این الگوریتم سیستم



می‌آموزد که خطای خود را اصلاح کند. یادگیری در این سیستم‌ها به صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده از مثال‌ها وزن سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های جدید، سیستم پاسخ درستی تولید کند.

توافق دقیقی بر تعریف شبکه عصبی در میان محققان وجود ندارد؛ اما اغلب آنها موافقتند که شبکه عصبی شامل شبکه‌ای از عناصر پردازش ساده (نورون‌ها) است که می‌تواند رفتار پیچیده کلی تعیین شده‌ای از ارتباط بین عناصر پردازش و پارامترهای عنصر را نمایش دهد. منبع اصلی و الهام بخش برای این تکنیک، از آزمایش سیستم مرکزی عصبی و نورونها (آکسون‌ها، شاخه‌های متعدد سلولهای عصبی و محل‌های تماس دو عصب) نشأت گرفته‌است که یکی از قابل توجه‌ترین عناصر پردازش اطلاعات سیستم عصبی را تشکیل می‌دهد. در یک مدل شبکه عصبی، گره‌های ساده (بطور گسترده «نورون»)، «نورون‌ها»، «PEها» (عناصر پردازش) یا واحدها برای تشکیل شبکه‌ای از گره‌ها، به هم متصل شده‌اند. به همین دلیل به آن «شبکه‌های عصبی» اطلاق می‌شود. در حالی که یک شبکه عصبی نباید به خودی خود سازگاری‌پذیر باشد، استفاده عملی از آن بواسطه الگوریتم‌هایی امکان‌پذیر است، که جهت تغییر وزن ارتباطات در شبکه (به منظور تولید سیگنال موردنظر) طراحی شده باشد.

با استفاده از دانش برنامه‌نویسی رایانه می‌توان ساختار داده‌ای طراحی کرد که همانند یک نرون عمل نماید. سپس با ایجاد شبکه‌ای از این نورون‌های مصنوعی به هم پیوسته، ایجاد یک الگوریتم آموزشی برای شبکه و اعمال این الگوریتم به شبکه آن را آموزش داد.

این شبکه‌ها برای تخمین و تقریب کارایی بسیار بالایی از خود نشان داده‌اند. گستره کاربرد این مدل‌های ریاضی بر گرفته از عملکرد مغز انسان، بسیار وسیع می‌باشد که به عنوان چند نمونه کوچک می‌توان استفاده از این ابزار ریاضی در پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی، مخابراتی و الکترونیکی تا کمک در نجوم و فضاوردی را نام برد.

اگر یک شبکه را هم‌ارز با یک گراف بدانیم، فرایند آموزش شبکه تعیین نمودن وزن هر یال و آریبی اولیه خواهد بود.

تحقیقات اخیر :

در تاریخ Dec 17, 2009 ابر کامپیوتر (supercomputer) شرکت IBM در آمریکا توانست در حدود 1 billion (میلیارد) نورون را با حدود 10 trillion سیناپس مصنوعی شبیه‌سازی کند که این نشان دهنده این واقعیت هست که نورون‌های مصنوعی به سیستم‌های قدرتمندی برای اجرا نیاز دارند و برای شبیه‌سازی مغز انسان احتمالاً به کامپیوتر کوانتومی نیاز خواهد بود. همچنین با دانستن این موضوع که مورچه ۲۵۰۰۰۰ نورون و زنبور در حدود ۹۶۰۰۰۰ و گربه ۷۶۰۰۰۰ نورون و در حدود ۱۰^{۱۳} سیناپس دارد می‌شود نتیجه گرفت که با supercomputerهای کنونی تا حدودی بشه این موجودات را شبیه‌سازی کرد. (لیست موجودات مختلف بر اساس تعداد نورون‌ها و سیناپس‌ها) البته باید مد نظر داشت که برخی از موجودات از هوش جمعی استفاده می‌کنند و شبیه‌سازی تکی آن‌ها نمی‌تواند کافی باشد.)

در تاریخ Dec 9, 2014 شرکت IBM از تراشه خود رونمایی کرد که با سرمایه‌گذاری DARPA (سازمان پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته دفاعی ایالت متحده) به بهره‌برداری رسیده، به گونه‌ای طراحی شده که فعالیت‌های مغز انسان را شبیه‌سازی کند و به طور کلی از چارچوب منطق بولین و باینری خارج شود. این تراشه متشکل از ۱ میلیون نورون مجازی است که با استفاده از ۲۵۶ میلیون سیناپس مجازی به یکدیگر متصل شده‌اند. سیناپس بزرگ‌ترین تراشه‌ای است که شرکت IBM تاکنون تولید کرده است، چراکه در



آن ۵۰۴ میلیارد ترانزیستور استفاده شده است. همچنین مجموعه ترانزیستورهای مورد استفاده متشکل از ۴۰۰۹۶ هسته است که روی تراشه قرار گرفته‌اند. مصرف این تراشه تنها ۷۰ میلی‌وات است که در مقایسه با تراشه‌های کنونی بسیار کمتر است. از نظر مقیاس، تراشه سیناپس برابر با مغز یک زنبور عسل است و تعداد نورون‌ها و سیناپس‌های مورد استفاده با آن برابری می‌کند، با این وجود این تراشه بسیار ضعیف‌تر از مغز انسان‌ها است. مغز هر انسان از حدود ۸۶ میلیارد نورون و ۱۰۰ تریلیون سیناپس تشکیل شده است. البته تیم توسعه نشان داده که می‌توان با اتصال تراشه‌های سیناپس به یکدیگر، تراشه بزرگ‌تر و قوی‌تری ساخت.

در حال حاضر IBM موفق شده یک بورد قابل برنامه‌ریزی و کارآمد با استفاده از ۱۶ عدد چیپ ایجاد نماید که همگی در هماهنگی کامل با یکدیگر فعالیت می‌کنند. این بورد نمایانگر قدرت ۱۶ میلیون نورون است که بنا بر گفته محققان این پروژه، در پردازش سنتی با استفاده از تعداد زیادی رک (مکان قرارگیری چندین کامپیوتر پر قدرت بزرگ) و مجموعه‌های عظیم کامپیوتری قابل دستیابی بود؛ و با وجود مجتمع نمودن ۱۶ چیپ در یک سیستم، باز هم با مصرف نیروی به شدت پایینی روبرو هستیم که در نتیجه آن حرارت بسیار پایین‌تری نیز تولید می‌شود. در حقیقت چیپ جدید آنچنان انقلابی بوده و دنیای پردازش را از نگرش دیگری نمایان می‌سازد که IBM مجبور شده برای همراهی با توسعه آن به ایجاد یک زبان برنامه‌نویسی جدید بپردازد و یک برنامه آموزشی گسترده اطلاع‌رسانی تحت نام دانشگاه راه‌اندازی کند.

در تاریخ March 16, 2016 شرکت Google بخش DeepMind توانست توسط هوش مصنوعی خود قهرمان جهان را در بازی GO (شطرنج چینی با قدمتی بیش از ۲۵۰۰ سال) با نتیجه ۴ به ۱ شکست دهند که این دستاورد بزرگی برای هوش مصنوعی بود. گوگل در این هوش مصنوعی از تکنولوژی Learning Deep و memory short-term بهره برده است و این سیستم به نوعی مشابه Machine Turing هست اما به صورت end-to-end دارای تفاوت‌های قابل تشخیص می‌باشد و این تکنولوژی‌ها به اون اجازه داده است که با gradient descent به صورت مؤثری قابل تعلیم باشد. در DeepMind محققان گوگل مجموعه‌ای از حرکت‌های بهترین بازکنان گو را که شامل بیش از ۳۰ میلیون حرکت است، جمع‌آوری کرده و سیستم هوش مصنوعی مبتنی بر یادگیری عمیق خود را با استفاده از این حرکات آموزش داده‌اند تا از این طریق آلفاگو قادر باشد به تنهایی و براساس تصمیمات خود به بازی بپردازد. همچنین دانشمندان برای بهبود هر چه بیشتر این سیستم راه‌حل تقابل هوش مصنوعی توسعه یافته با خودش را در پیش گرفتند؛ با استفاده از این روش، دانشمندان موفق شدند تا حرکات جدیدی را نیز ثبت کنند و با استفاده از این حرکات آموزش هوش مصنوعی را وارد مرحله جدیدتری نمایند. چنین سیستمی قادر شده تا بهترین بازیکن اروپا و جهان را شکست دهد. بزرگ‌ترین نتیجه توسعه آلفاگو، عدم توسعه این سیستم با قوانین از پیش تعیین شده است. در عوض این سیستم از روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و شبکه عصبی توسعه یافته و تکنیک‌های برد در بازی گو را به خوبی یاد گرفته و حتی می‌تواند تکنیک‌های جدیدی را ایجاد و در بازی اعمال کند. کریس نیکولسون، مؤسس استارت آپ Skymind که در زمینه تکنولوژی‌های یادگیری عمیق فعالیت می‌کند، در این خصوص این چنین اظهار نظر کرده است: "از سیستم‌های مبتنی بر شبکه عصبی نظیر آلفاگو می‌توان در هر مشکل و مسئله‌ای که تعیین استراتژی برای رسیدن به موفقیت اهمیت دارد، استفاده کرد. کاربردهای این فناوری می‌تواند از اقتصاد، علم یا جنگ گسترده باشد."

اهمیت برد آلفاگو: در ابتدای سال ۲۰۱۴ میلادی، برنامه هوش مصنوعی Coulom که CrazyStone نام داشت موفق شد در برابر نوریموتو یودا، بازیکن قهار این رشته ورزشی پیروز شود؛ اما موضوعی که باید در این پیروزی اشاره کرد، انجام ۴ حرکت پی در پی ابتدایی در این رقابت توسط برنامه هوش مصنوعی توسعه یافته بود که برتری بزرگی در بازی گو به شمار می‌رود. در آن زمان



Coulom پیش‌بینی کرده بود که برای غلبه بر انسان، نیاز به یک بازه زمانی یک دهه‌ای است تا ماشین‌ها بتوانند پیروز رقابت با انسان‌ها در بازی **GO** باشند. چالش اصلی در رقابت با بهترین بازیکن‌های گو، در طبیعت این بازی نهفته است. حتی بهترین ابررایانه‌های توسعه یافته نیز برای آنالیز و پیش‌بینی نتیجه حرکت‌های قابل انجام از نظر قدرت پردازشی دچار تزلزل شده و نمی‌توانند قدرت پردازشی مورد نیاز را تأمین کنند. در واقع نیروی پردازشی این رایانه‌ها مناسب نبوده و در نتیجه زمان درازی را برای ارائه نتیجه قابل قبول مورد نیاز است. زمانی که ابررایانه موسوم به **Deep Blue** که توسط **IBM** توسعه یافته بود، موفق شد تا در سال ۱۹۹۷، گری کاسپاروف، قهرمان شطرنج جهان را شکست دهد، بسیاری به قدرت این ابررایانه پی بردند؛ چراکه این ابررایانه با قدرت زیادی کاسپاروف را شکست داد. علت پیروزی قاطع این **Deep Blue**، قدرت بالای این ابررایانه در کنار قدرت تحلیل و نتیجه‌گیری از هر حرکت احتمالی ممکن در بازی بود که تقریباً هیچ انسانی توانایی انجام آن را ندارد. اما چنین پیش‌بینی‌هایی در بازی **GO** ممکن نیست. براساس اطلاعات ارائه شده در بازی شطرنج که در صفحه‌ای ۸ در ۸ انجام می‌شود، در هر دور، بصورت میانگین می‌توان ۳۵ حرکت را انجام داد، اما در بازی گو که بین دو نفر در تخته‌ای به بزرگی ۱۹ در ۱۹ خانه انجام می‌شود، در هر دور بصورت میانگین می‌توان بیش از ۲۵۰ حرکت انجام داد. هر یک از این ۲۵۰ حرکت احتمالی نیز در ادامه ۲۵۰ احتمال دیگر را در پی دارند؛ که می‌شود نتیجه گرفت که در بازی گو، به اندازه‌ای احتمال حرکات گسترده است که تعداد آن از اتم‌های موجود در جهان هستی نیز بیشتر است.

تلاش‌های پیشین: در سال ۲۰۱۴ محققان در **DeepMind**، دانشگاه ادینبورگ و **facebook** امیدوار بودند تا با استفاده از شبکه‌های عصبی، سیستم‌هایی مبتنی بر شبکه‌های عصبی توسعه دهند که قادر باشد تا با نگاه کردن به تخته بازی، همچون انسان‌ها به بازی بپردازند. محققان در فیس‌بوک موفق شده‌اند تا با کنار هم قراردادن تکنیک درخت مونت کارلو و یادگیری عمیق، شماری از بازیکنان را در بازی گو شکست دهد. البته سیستم فیس‌بوک قادر به برد در برابر **CrazyStone** و سایر بازیکنان شناخته شده این رشته ورزشی نشد.

سخت‌افزار مورد نیاز سیستم یادگیری عمیق دیپ مایند: براساس اطلاعات ارائه شده، سیستم **DeepMind** قادر است روی رایانه‌ای با چند پردازنده گرافیکی نیز به خوبی کار کند؛ اما در مسابقه‌ای که آلفاگو در برابر فان هوی برگزار کرد، این سیستم مبتنی بر شبکه عصبی از وجود شبکه‌های از رایانه‌ها بهره می‌برد که شامل بیش از ۱۷۰ پردازنده گرافیکی **Nvidia** و ۱۲۰۰ پردازنده بود.

در تاریخ **October 4, 2016** شرکت **Google** از نوعی رباتیک ابری رونمایی کرد که در آن شبکه‌های عصبی ربات‌ها قادر به به اشتراک گذاشتن یادگیری هایشان با یکدیگر بودند. که این عمل باعث کاهش زمان مورد نیاز برای یادگیری مهارت‌ها توسط ربات‌ها می‌شود و به جای اینکه هر ربات به شکل جداگانه عمل کند، ربات‌ها تجربه‌های خود را به صورت جمعی در اختیار یکدیگر قرار می‌دهند. برای مثال یک ربات به ربات دیگر آموزش می‌دهد که چگونه کار ساده‌ای مانند در باز کردن را انجام دهد یا جسمی را جابه‌جا کند و در فواصل زمانی معین، ربات‌ها آنچه را که یاد گرفته‌اند به سرور آپلود می‌کنند. ضمن این که آخرین نسخه از یادگیری آن موضوع را هم دانلود می‌کنند تا به این وسیله هر ربات به تصویر جامع‌تری از تجربه‌های فردی خود دست پیدا کند.

در شروع یادگیری رفتار هر ربات از منظر ناظر خارجی کاملاً تصادفی است. اما پس امتحان کردن راه‌های مختلف توسط ربات، هر ربات یاد خواهند گرفت که چگونه راه حل نزدیک‌تر به هدف را انتخاب کند و به این ترتیب، توانایی‌های ربات به طور مستمر بهبود پیدا خواهد کرد. حال آنکه در روش رباتیک ابری، ربات‌ها بهتر می‌توانند به شکل هم‌زمان یاد بگیرند و یادگیری خود را با



یکدیگر به اشتراک بگذارند. از این رو ربات های جمعی می‌توانند عملکرد سریع تر و بهتری نسبت به یک ربات تنها نشان دهند و افزایش سرعت این روند، می‌تواند عملکرد ربات‌ها را در انجام کارهای پیچیده بهبود بخشد.

تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی :

از قرن نوزدهم به طور همزمان اما جداگانه از سویی نوروفیزیولوژیست‌ها سعی کردند سیستم یادگیری و تجزیه و تحلیل مغز را کشف کنند، و از سوی دیگر ریاضیدانان تلاش کردند تا مدل ریاضی بسازند، که قابلیت فراگیری و تجزیه و تحلیل عمومی مسائل را دارا باشد. اولین کوشش‌ها در شبیه‌سازی با استفاده از یک مدل منطقی توسط مک کلوک و والتر پیترز انجام شد که امروزه بلوک اصلی سازنده اکثر شبکه‌های عصبی مصنوعی است. این مدل فرضیه‌هایی در مورد عملکرد نوروها ارائه می‌کند. عملکرد این مدل مبتنی بر جمع ورودی‌ها و ایجاد خروجی است. چنانچه حاصل جمع ورودی‌ها از مقدار آستانه بیشتر باشد اصطلاحاً نورو برانگیخته می‌شود. نتیجه این مدل اجرای توابع ساده مثل AND و OR بود.

نه تنها نوروفیزیولوژیست‌ها بلکه روان‌شناسان و مهندسان نیز در پیشرفت شبیه‌سازی شبکه‌های عصبی تأثیر داشتند. در سال ۱۹۵۸ شبکه پرسپترون توسط روزنبلات معرفی گردید. این شبکه نظیر واحدهای مدل شده قبلی بود. پرسپترون دارای سه لایه می‌باشد، به همراه یک لایه وسط که به عنوان لایه پیوند شناخته شده است. این سیستم می‌تواند یاد بگیرد که به ورودی داده شده خروجی تصادفی متناظر را اعمال کند. سیستم دیگر مدل خطی تطبیقی نورو می‌باشد که در سال ۱۹۶۰ توسط ویدرو و هاف (دانشگاه استنفورد) به وجود آمد که اولین شبکه‌های عصبی به کار گرفته شده در مسائل واقعی بودند. Adalaline یک دستگاه الکترونیکی بود که از اجزای ساده‌ای تشکیل شده بود، روشی که برای آموزش استفاده می‌شد با پرسپترون فرق داشت.

در سال ۱۹۶۹ میسکی و پاپرت کتابی نوشتند که محدودیت‌های سیستم‌های تک لایه و چند لایه پرسپترون را تشریح کردند. نتیجه این کتاب پیش دآوری و قطع سرمایه‌گذاری برای تحقیقات در زمینه شبیه‌سازی شبکه‌های عصبی بود. آنها با طرح اینکه طرح پرسپترون قادر به حل هیچ مسئله جالبی نمی‌باشد، تحقیقات در این زمینه را برای مدت چندین سال متوقف کردند.

با وجود اینکه اشتیاق عمومی و سرمایه‌گذاری‌های موجود به حداقل خود رسیده بود، برخی محققان تحقیقات خود را برای ساخت ماشین‌هایی که توانایی حل مسائلی از قبیل تشخیص الگو را داشته باشند، ادامه دادند. از جمله گراسبگ که شبکه‌ای تحت عنوان Avalanch را برای تشخیص صحبت پیوسته و کنترل دست ربات مطرح کرد. همچنین او با همکاری کارپنتر شبکه‌های ART را بنا نهادند که با مدل‌های طبیعی تفاوت داشت. اندرسون و کوهونن نیز از اشخاصی بودند که تکنیک‌هایی برای یادگیری ایجاد کردند. وریاس در سال ۱۹۷۴ شیوه آموزش پس انتشار خطا را ایجاد کرد که یک شبکه پرسپترون چندلایه البته با قوانین نیرومندتر آموزشی بود.

پیشرفت‌هایی که در سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ بدست آمد برای جلب توجه به شبکه‌های عصبی بسیار مهم بود. برخی فاکتورها نیز در تشدید این مسئله دخالت داشتند، از جمله کتاب‌ها و کنفرانس‌های وسیعی که برای مردم در رشته‌های متنوع ارائه شد. امروز نیز تحولات زیادی در تکنولوژی ANN ایجاد شده است.



زمینه :

فلسفه اصلی شبکه عصبی مصنوعی، مدل کردن ویژگی‌های پردازشی مغز انسان برای تقریب زدن روش‌های معمول محاسباتی با روش پردازش زیستی است. به بیان دیگر، شبکه عصبی مصنوعی روشی است که دانش ارتباط بین چند مجموعه داده را از طریق آموزش فراگرفته و برای استفاده در موارد مشابه ذخیره می‌کند. این پردازنده از دو جهت مشابه مغز انسان عمل می‌کند:

- یادگیری شبکه عصبی از طریق آموزش صورت می‌گیرد.
- وزن‌دهی مشابه با سیستم ذخیره‌سازی اطلاعات، در شبکه عصبی مغز انسان انجام می‌گیرد.

تعریف :

یک شبکه عصبی مصنوعی، از سه لایه ورودی، خروجی و پردازش تشکیل می‌شود. هر لایه شامل گروهی از سلول‌های عصبی (نورون) است که عموماً با کلیه نورون‌های لایه‌های دیگر در ارتباط هستند، مگر این که کاربر ارتباط بین نورون‌ها را محدود کند؛ ولی نورون‌های هر لایه با سایر نورون‌های همان لایه، ارتباطی ندارند.

نورون کوچک‌ترین واحد پردازشگر اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد. یک شبکه عصبی مجموعه‌ای از نورون‌هاست که با قرار گرفتن در لایه‌های مختلف، معماری خاصی را بر مبنای ارتباطات بین نورون‌ها در لایه‌های مختلف تشکیل می‌دهند. نورون می‌تواند یک تابع ریاضی غیرخطی باشد، در نتیجه یک شبکه عصبی که از اجتماع این نورون‌ها تشکیل می‌شود، نیز می‌تواند یک سامانه کاملاً پیچیده و غیرخطی باشد. در شبکه عصبی هر نورون به طور مستقل عمل می‌کند و رفتار کلی شبکه، برآیند رفتار نورون‌های متعدد است. به عبارت دیگر، نورون‌ها در یک روند همکاری، یکدیگر را تصحیح می‌کنند.

انواع شبکه عصبی :

شبکه عصبی پس انتشار :

این شبکه مجموعه‌ای از نورون‌ها است که در لایه مختلفی پشت سر هم قرار گرفته‌اند. مقادیر ورودی پس از ضرب در وزن‌های موجود در گذرگاه‌های بین لایه‌ها به نورون بعدی رسیده و در آن جا با هم جمع می‌شوند و پس از عبور از تابع شبکه مربوطه خروجی نورون‌ها را تشکیل می‌دهند. در پایان خروجی به دست آمده با خروجی مورد نظر مقایسه شده و خطای به دست آمده جهت اصلاح وزن‌های شبکه به کار می‌رود، این امر اصطلاحاً آموزش شبکه عصبی نامیده می‌شود.

ماشین بولتزمن :

شبکه عصبی بولتزمن که در اواخر صده ۱۹۰۰ رو به فراموشی بود پس از احیای الگوریتم همگرایی و افزایش فوق العاده سرعت آموزش، سریع به یک مدل پرمخاطب تبدیل شد، تا جایی که مدل‌های پیچیده یادگیری عمیق (عمیق) یا **deep learning** براساس آن ابداع شدند. شبکه عصبی بولتزمن برخلاف شبکه پس انتشار دارای یک لایه است و وزن‌های میانی دارای معنی هستند. همین ویژگی بولتزمن باعث شد که شبکه‌های عمیق به وجود آمده و بتوان بر روی وزن‌های میانی یک شبکه بولتزمن دیگر آموزش



داد. اساس کار این شبکه فراگیری توزیع داده‌های ورودی و ارتباط آن با خروجی نمونه‌هاست به نحوی که نمونه‌های جدید ورودی با توزیع استخراج شده با حداقل خطا بتوانند به تولید الگوی خروجی بپردازند.

حافظه انجمنی :

شبکه عصبی انجمنی به منظور ذخیره داده‌ها و به خصوص تصاویر متناظر یا هم معنی با محتوا طراحی شده اند. رفتار این شبکه عصبی که با نام انگلیسی **associative memory** شناخته می‌شود شبیه به حافظه انسان است. شما به فوتبال فکر می‌کنید و بلافاصله پرچم تیم دلخواهتان در ذهنتان نقش می‌بندد. شبکه عصبی انجمنی به ازای یک تصویر یا ورودی نظیر صدا باید یک تصویر هم معنی یا صدا یا هر چیز دیگر را به طور کامل شبیه سازی کرده و به خروجی ببرد. این شبکه عصبی در کاربردهای تداعی کردن اشیا و یا شبیه سازی حافظه بسیار پرکاربرد است. در سال‌های اخیر نسخه‌های بسیار قوی و با حافظه بالا (در تئوری بی‌نهایت) نیز به اسم **MBAM** طراحی و ساخته شده اند.

شبکه عصبی خود سازمان‌ده :

شبکه عصبی انجمنی به منظور ذخیره داده‌ها و به خصوص تصاویر متناظر یا هم معنی با محتوا طراحی شده اند. رفتار این شبکه عصبی که با نام انگلیسی **associative memory** شناخته می‌شود شبیه به حافظه انسان است. شما به فوتبال فکر می‌کنید و بلافاصله پرچم تیم دلخواهتان در ذهنتان نقش می‌بندد. شبکه عصبی انجمنی به ازای یک تصویر یا ورودی نظیر صدا باید یک تصویر هم معنی یا صدا یا هر چیز دیگر را به طور کامل شبیه سازی کرده و به خروجی ببرد. این شبکه عصبی در کاربردهای تداعی کردن اشیا و یا شبیه سازی حافظه بسیار پرکاربرد است. در سال‌های اخیر نسخه‌های بسیار قوی و با حافظه بالا (در تئوری بی‌نهایت) نیز به اسم **MBAM** طراحی و ساخته شده اند.

چرا از شبکه‌های عصبی استفاده می‌کنیم :

شبکه‌های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش‌های مختلفی که برای انسان‌ها و کامپیوتر شناسایی آنها بسیار دشوار است استفاده شوند. از مزایای شبکه‌های عصبی می‌توان موارد زیر را نام برد:

۱. یادگیری تطبیقی: توانایی یادگیری اینکه چگونه وظایف خود را بر اساس اطلاعات داده شده به آن و یا تجارب اولیه انجام دهد در واقع اصلاح شبکه را گویند.
۲. خود سازماندهی: یک شبکه عصبی مصنوعی به صورت خودکار سازماندهی و ارائه داده‌هایی که در طول آموزش دریافت کرده را انجام دهد. نورهن‌ها با قاعده یادگیری سازگار شده و پاسخ به ورودی تغییر می‌یابد.
۳. عملگرهای بی‌درنگ: محاسبات در شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند به صورت موازی و به وسیله سخت‌افزارهای مخصوصی که طراحی و ساخت آن برای دریافت نتایج بهینه قابلیت‌های شبکه عصبی مصنوعی است انجام شود.
۴. تحمل خطا: با ایجاد خرابی در شبکه مقداری از کارایی کاهش می‌یابد ولی برخی امکانات آن با وجود مشکلات بزرگ همچنان حفظ می‌شود.



۵. دسته‌بندی: شبکه‌های عصبی قادر به دسته‌بندی ورودی‌ها بر ای دریافت خروجی مناسب می‌باشند.
۶. تعمیم دهی: این خاصیت شبکه را قادر می‌سازد تا تنها با برخورد با تعداد محدودی نمونه، یک قانون کلی از آن را به دست آورده، نتایج این آموخته‌ها را به موارد مشاهده از قبل نیز تعمیم دهد. توانایی که در صورت نبود آن سامانه باید بی‌نهایت واقعیت‌ها و روابط را به خاطر بسپارد.
۷. پایداری-انعطاف‌پذیری: یک شبکه عصبی هم به حد کافی پایدار است تا اطلاعات فراگرفته خود را حفظ کند و هم قابلیت انعطاف و تطبیق را دارد و بدون از دست دادن اطلاعات قبلی می‌تواند موارد جدید را بپذیرد.

شبکه‌های عصبی در مقایسه با کامپیوترهای سنتی :

یک شبکه عصبی به طور کلی با یک کامپیوتر سنتی در موارد زیر تفاوت دارد:

۱. شبکه‌های عصبی دستورات را به صورت سری اجرا نکرده، شامل حافظه‌ای برای نگهداری داده و دستورالعمل نیستند.
۲. به مجموعه‌ای از ورودی‌ها به صورت موازی پاسخ می‌دهند.
۳. بیشتر با تبدیلات و نگاشت‌ها سروکار دارند تا الگوریتم‌ها و روش‌ها.
۴. شامل ابزار محاسباتی پیچیده نبوده، از تعداد زیادی ابزار ساده که اغلب کمی بیشتر از یک جمع وزن دار را انجام می‌دهند تشکیل شده‌اند.

شبکه‌های عصبی شیوه‌ای متفاوت برای حل مسئله دارند. کامپیوترهای سنتی از شیوه الگوریتمی برای حل مسئله استفاده می‌کنند که برای حل مسئله مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های بدون ابهام دنبال می‌شود. این دستورات به زبان سطح بالا و سپس به زبان ماشین که سامانه قادر به تشخیص آن می‌باشد تبدیل می‌شوند. اگر مرحله‌ای که کامپیوتر برای حل مسئله باید طی کند از قبل شناخته شده نباشند و الگوریتم مشخصی وجود نداشته باشد، سامانه توانایی حل مسئله را ندارد. کامپیوترها می‌توانند خیلی سودمندتر باشند اگر بتوانند کارهایی را که ما هیچ پیش زمینه‌ای از آنها نداریم انجام دهند. شبکه‌های عصبی و کامپیوترها نه تنها رقیب هم نیستند بلکه می‌توانند مکمل هم باشند. کارهایی وجود دارند که بهتر است از روش الگوریتمی حل شوند و همین‌طور کارهایی وجود دارند که جز از طریق شبکه عصبی مصنوعی قابل حل نمی‌باشند و البته تعداد زیادی نیز برای بدست آوردن بازده حداکثر، از ترکیبی از روش‌های فوق استفاده می‌کنند. به طور معمول یک کامپیوتر سنتی برای نظارت بر شبکه عصبی استفاده می‌شود. شبکه‌های عصبی معجزه نمی‌کنند، اگر به طور محسوس استفاده شوند کارهای عجیبی انجام می‌دهند.

نورون مصنوعی :

یک نورون مصنوعی سامانه‌ای است با تعداد زیادی ورودی و تنها یک خروجی. نورون دارای دو حالت می‌باشد، حالت آموزش و حالت عملکرد. در حالت آموزش نورون یادمی‌گیرد که در مقابل الگوهای ورودی خاص برانگیخته شود و یا در اصطلاح آتش کند. در حالت عملکرد وقتی یک الگوی ورودی شناسایی شده وارد شود، خروجی متناظر با آن ارائه می‌شود. اگر ورودی جزء ورودی‌های از پیش شناسایی شده نباشد، قوانین آتش برای برانگیختگی یا عدم آن تصمیم‌گیری می‌کند.



با کنار گذاشتن برخی از خواص حیاتی نورون‌ها و ارتباطات درونی آنها می‌توان یک مدل ابتدایی از نورون را به وسیله کامپیوتر شبیه‌سازی کرد.

تقسیم‌بندی شبکه‌های عصبی :

بر مبنای روش آموزش به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

۱. وزن ثابت: آموزشی در کار نیست و مقادیر وزن‌ها به هنگام نمی‌شود. کاربرد: بهینه‌سازی اطلاعات (کاهش حجم، تفکیک‌پذیری و فشرده سازی) و حافظه‌های تناظری
۲. آموزش بدون سرپرست: وزن‌ها فقط بر اساس ورودی‌ها اصلاح می‌شوند و خروجی مطلوب وجود ندارد تا با مقایسه خروجی شبکه با آن و تعیین مقدار خطا وزن‌ها اصلاح شود. وزن‌ها فقط بر اساس اطلاعات الگوهای ورودی به هنگام می‌شوند. هدف استخراج مشخصه‌های الگوهای ورودی بر اساس راهبرد خوشه‌یابی و یا دسته‌بندی و تشخیص شباهت‌ها (تشکیل گروه‌هایی با الگوی مشابه) می‌باشد، بدون اینکه خروجی یا کلاس‌های متناظر با الگوهای ورودی از قبل مشخص باشد. این یادگیری معمولاً بر پایه شیوه برترین هم‌خوانی انجام می‌گیرد. شبکه بدون سرپرست وزن‌های خود را بر پایه خروجی حاصل شده از ورودی تغییر می‌دهد تا در برخورد بعدی پاسخ مناسبی را برای این ورودی داشته باشد. در نتیجه شبکه یادمی‌گیرد چگونه به ورودی پاسخ بدهد. اصولاً هدف این است که با تکنیک نورون غالب نورونی که بیشترین تحریک آغازین را دارد برگزیده شود. بنابر این در شبکه‌های بدون سرپرست یافتن نورون غالب یکی از مهمترین کارها است.
۳. آموزش با سرپرست: به ازای هر دسته از الگوهای ورودی خروجی‌های متناظر نیز به شبکه نشان داده می‌شود و تغییر وزن‌ها تا موقعی صورت می‌گیرد که اختلاف خروجی شبکه به ازای الگوهای آموزشی از خروجی‌های مطلوب در حد خطای قابل قبولی باشد. در این روش‌ها یا از خروجی‌ها به وزن‌ها ارتباط وجود دارد یا خطا به صورت پس انتشار از لایه خروجی به ورودی توزیع شده‌است و وزن‌ها اصلاح می‌شوند. هدف طرح شبکه‌ای است که ابتدا با استفاده از داده‌های آموزشی موجود، آموزش ببیند و سپس با ارائه بردار ورودی به شبکه که ممکن است شبکه آن را قبلاً فراگرفته یا نگرفته باشد کلاس آن را تشخیص دهد. چنین شبکه‌ای به طور گسترده برای کارهای تشخیص الگو به کار گرفته می‌شود.
۴. آموزش تقویتی: کیفیت عملکرد سامانه به صورت گام به گام نسبت به زمان بهبود می‌یابد. الگوهای آموزشی وجود ندارد اما با استفاده از سیگنالی به نام نقاد بیانی از خوب و یا بد بودن رفتار سامانه بدست می‌آید (حالتی بین یادگیری با سرپرست و بدون سرپرست).

کاربرد شبکه‌های عصبی :

شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای دامنه کاربرد وسیعی می‌باشند از جمله سامانه‌های آنالیز ریسک، کنترل هواپیما بدون خلبان، آنالیز کیفیت جوشکاری، آنالیز کیفیت کامپیوتر، آزمایش اتاق اورژانس، اکتشاف نفت و گاز، سامانه‌های تشخیص ترمز کامیون، تخمین ریسک وام، شناسایی طیفی، تشخیص دارو، فرایندهای کنترل صنعتی، مدیریت خطا، تشخیص صدا، تشخیص هپاتیت، بازیابی اطلاعات راه دور، شناسایی مین‌های زیردریایی، تشخیص اشیاء سه بعدی و دست نوشته‌ها و چهره و... در کل می‌توان کاربردهای شبکه‌های عصبی را به صورت زیر دسته‌بندی کرد: تناظر (شبکه الگوهای مغشوش و به هم ریخته‌ها بازشناسی می‌کند)، خوشه‌یابی، دسته‌بندی، شناسایی، بازسازی الگو، تعمیم دهی (به دست آوردن یک پاسخ صحیح برای محرک ورودی که قبلاً به شبکه آموزش داده نشده)، بهینه‌سازی.



امروزه شبکه‌های عصبی در کاربردهای مختلفی نظیر مسائل تشخیص الگو که خود شامل مسائلی مانند تشخیص خط، شناسایی گفتار، پردازش تصویر و مسائلی از این دست می‌شود و نیز مسائل دسته‌بندی مانند دسته‌بندی متون یا تصاویر، به کار می‌روند. در کنترل یا مدل سازی سامانه‌هایی که ساختار داخلی ناشناخته یا بسیار پیچیده‌ای دارند نیز به صورت روزافزون از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان در کنترل ورودی یک موتور (کنترل کننده موتور) از یک شبکه عصبی استفاده نمود که در این صورت شبکه عصبی خود تابع کنترل را یاد خواهد گرفت. کاربرد مناسب تر شبکه عصبی (در مقایسه با روش‌هایی از قبیل PID) برای کنترل یک سیستم دور موتور در برابر تغییرات ناگهانی بار و زمان پاسخ دهی نیز مطرح شده است.

معایب شبکه‌های عصبی :

با وجود برتری‌هایی که شبکه‌های عصبی نسبت به سامانه‌های مرسوم دارند، معایبی نیز دارند که پژوهشگران این رشته تلاش دارند که آنها را به حداقل برسانند، از جمله:

- قواعد یا دستورات مشخصی برای طراحی شبکه جهت یک کاربرد اختیاری وجود ندارد.
- در مورد مسائل مدل سازی، صرفاً نمی‌توان با استفاده از شبکه عصبی به فیزیک مسئله پی برد. به عبارت دیگر مرتبط ساختن پارامترها یا ساختار شبکه به پارامترهای فرایند معمولاً غیرممکن است.
- دقت نتایج بستگی زیادی به اندازه مجموعه آموزش دارد.
- آموزش شبکه ممکن است مشکل و یا حتی غیرممکن باشد.
- پیش بینی عملکرد آینده شبکه (عمومیت یافتن) آن به سادگی امکان پذیر نیست.

نتیجه گیری :

شبکه‌های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش‌های مختلفی که برای انسان‌ها و کامپیوتر شناسایی آنها بسیار دشوار است استفاده شوند. در این مقاله رابطه بین سیستم عصبی مصنوعی که برای پیش بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده و سیستم عصبی گفته شده که خواننده با در کنار هم آمدن مشخصات آنها رابطه‌ی آنها را متوجه میشود و از تمام این دسته مطالب نتیجه می‌گیریم که خالقی توانا اگر سیستم‌های عصبی و... را آفریده است انسان با انجام تحقیقات روی آنها میتواند به یافته‌های بزرگی دست پیدا کند.

انسان با مطالعه و انجام تحقیقات بیشتر درباره سیستم‌های عصبی مصنوعی میتواند از ساختار این دستگاه ایده‌های خوبی برای ساخت تجهیزات الکتریکی به خصوص در زمینه تجهیزات بیوالکترونیک و تجهیزات مربوط به مهندسی عصبی بگیرد همچنین میتواند به تحلیل و استنتاج داده‌های رشته‌های مختلف مهندسی و حتی استنتاج درباره‌ی مسائل پیچیده‌ی غیر مهندسی بپردازد همچنین به پیشرفت فناوری برای بهبود کیفیت زندگی خود برسد.



منابع :

۱. سایت پژوهشکده مهندسی و فناوری عصبی ایران
۲. فاست، لوران. مبانی شبکه‌های عصبی. ترجمه هادی ویسی، کبری مفاخری و سعید باقری شورکی. چاپ سوم. نشر نص، ۱۳۹۲.
۳. شبکه عصبی مصنوعی. سایت ویکی پدیا
۴. <http://www.c-science.org.ir>
۵. <http://www.nsl.hcmuns.edu.vn/greenstone/collect/hnkhbk/archives/HASH0188.dir/doc.pdf>
۶. <http://ethesis.nitrkl.ac.in/245/1/10502014.pdf>
۷. شبکه عصبی سایت ویکی پدیا

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی