



دانشکده مهندسی پزشکی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

درس کاربرد فناوری اطلاعات پزشکی

Melec.ir

موضوع تحقیق: مراکز پردازشی مغز انسان و تشابه آن با کامپیوتر

استاد راهنما: دکتر توحیدخواه

تهیه و تنظیم: آزاده امامی

با همکاری (به ترتیب الفبا):

- کیاندرخت توکل
- آسیه درویش
- میترا زلفی
- مریم عمویی
- سمیرا نصر
- غلامرضا هدایت
- مهران همتی

آبان ۱۳۸۵

ای نام تو بهترین سرآغاز

فهرست مطالب

صفحه

- مقدمه ۴
- بررسی نحوه عملکرد مغز انسان ۶
- تبادل اطلاعات در مغز چگونه انجام میشود؟ ۱۳
- پردازش اطلاعات در مغز ۲۰
- کامپیوتر ۲۲
- بررسی نحوه عملکرد کامپیوتر ۲۳
- مقایسه مغز انسان و کامپیوتر ۲۷
- از سلول عصبی انسانی تا سلول عصبی مصنوعی ۴۰
- نتیجه گیری ۴۳
- منابع و مأخذ ۴۶

تفکر در آفرینش و چگونگی عملکرد ساختار موجودات زنده از دیرباز تاریخ ذهن انسان‌های متفکر را به خود مشغول داشته است، تا جایی که به نظر میرسد که این کنجکاو و کنکاش در فطرت همه انسان‌ها نهفته باشد. نقاشی‌های دوره غارنشینی، مجسمه‌سازی انسان‌های نخستین و حتی ساخت بُت نیز نتیجه تفکر در وجود خود و دیگر موجودات زنده بوده و تلاشی برای خلق موجوداتی مشابه، هرچند کم شباهت یا بی شباهت به اصل باشد.

از زمانی که دست انسان در صنعت بازر شد و پیشرفت‌های انفجاری در تکنولوژی بوجود آمد، همه سعی بشر در این بوده که برای ارضاء خواسته‌های فطری (گاهاً نادرست)، بیشترین نقش را در کنترل جهان به دست داشته باشد و به همه آرزوهای دیرینه‌اش برسد. در این میان مشابه‌سازی و بازسازی موجودات زنده و نهایتاً انسان غایت آرزوی او بوده است.

ایده ساخت کامپیوتر که بعضی آنرا مغز مصنوعی یا مغز الکترونیکی می‌نامند، از توانایی‌های مغز انسان گرفته شده است و به سرعت و روز به روز در حال پیشرفت است و انسان امیدوارست که بتواند روزی تمامی توانایی‌های مغز را در کامپیوتر پیاده ساخته یا احیاناً از آن هم جلو بزند. در این میان متفکرین و صنعتگران علی‌رغم اینکه نظرات و دیدگاه‌های متفاوتی در این رابطه دارند، دست به دست هم داده‌اند تا شاید بتوانند به این اهداف دست یابند.

کامپیوتر ماشینی است که ورودی ساخت یافته را می‌پذیرد، آن را بر طبق قوانین از پیش تعریف شده ای پردازش میکند، و نتایج را به عنوان خروجی نمایش میدهد. نرم افزارها مانند سیستم‌های عامل که کار کامپیوتر را کنترل میکنند و برنامه های کاربردی مانند برنامه های واژه پرداز، صفحه گسترده ها، پایگاه داده ها که وظایف را برای کاربران کامپیوتر انجام میدهند، دستور العملهایی هستند که باعث کار کردن سخت افزار میشوند. نرم افزار شبکه، باعث ارتباط گروهی از کامپیوتر ها میشود و نرم افزار برنامه نویسی، ابزار هایی را برای نوشتن برنامه ها در اختیار برنامه نویسان قرار میدهد. انسان دارای مراکز برای دریافت اطلاعات و پردازش آن می‌باشد. دریافت اطلاعات از طریق **Sensor** های حس لامسه، چشایی، بویایی، بینایی و شنوایی به مغز انسان ارسال می‌گردند. برای مثال سلول های شبکه‌ی تصویر دریافتی را به تکان های الکتریکی تبدیل می‌کنند که از طریق عصب بینایی به مغز می‌روند و در آنجا رمز گشایی شده و باعث بینایی می‌شوند. اطلاعات در حافظه ذخیره می‌گردند. حافظه نوعی فعالیت ذهنی است که به ما امکان می‌دهد حالات خود آگاهی از قبیل لذات، دردها، خواسته ها، احساسات، دریافت‌های حسی، اندیشه ها و قضاوت ها را حفظ کرده و آنها را مجدداً در ذهن خویش بازیابیم. حافظه امکان بازشناسی و مراجعه به گذشته را به ما می‌دهد. دانشمندان، سال‌های

بسیاری معتقد بودند که مراکز پردازش مغز انسان، سلول‌های عصبی هستند که اطلاعات را از سلول‌های دیگر دریافت کرده و محاسبات لازم را انجام می‌دهند. مغز عضوی است که در بدن تمام جانوران نقش مرکز سیستم عصبی را دارد. فرمان تمام حرکات ارادی بدن از مغز صادر می‌شود و تمام احساس‌ها در مغز پردازش می‌شود. مغز انسان شبکه گسترده و پیچیده‌ای از مدارهای عصبی است که به شکل بسیار دقیق طراحی شده اند و حدود یکصد میلیارد سلول عصبی^۲ دارد که وظیفه پردازش و ذخیره کردن اطلاعات را بعهده دارند. نورون‌ها فقط ۱۰ درصد حجم مغز را تشکیل می‌دهند. این ۱۰۰ میلیارد سلول مثل ۱۰۰ میلیارد CPU هستند که هر کدامشان به چند هزار CPU مجاور مثل شبکه متصل شده اند. این مجموعه را میشود با شبکه ای از کامپیوترهای متصل به اینترنت مقایسه کرد. لذا بشر به مرحله ای از علم دست یافته که به ساختن کامپیوترهای هوشمند برای انجام کارهایی که انسان انجام می‌دهد می‌پردازد. برای این منظور، بررسی روش کار کامپیوتر و مغز انسان بسیار مفید می‌باشد.

کلمات کلیدی: کامپیوتر، مغز، نورون، سلول عصبی

² - Neuron

بررسی نحوه عملکرد مغز انسان

تکامل مغز در مهره داران

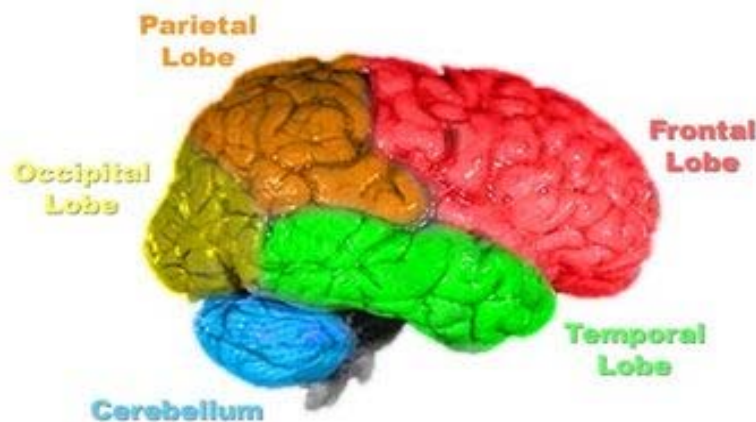
در ماهیهای اولیه و دوزیستان ، نخاع و مغز در یک راستا قرار دارند. ولی در سایر مهره داران بویژه در پستانداران بین مغز و نخاع یک خمیدگی پدید آمده است که در پستانداران عالی به ۹۰ درجه می‌رسد. این خمیدگی ناشی از حجم زیاد نیمکره‌های مخ است. حجم مغز بویژه نیمکره‌های مخ در مهره داران اولیه رشد اندکی دارد. ولی در مهره داران عالی وسعت زیادی دارد. سطح نیمکره‌های مخ در مهره داران اولیه تا پستانداران اولیه صاف ، ولی در پستانداران عالی بویژه انسان چین خوردگی فراوان دارد. مغز آدمی بزرگترین مغزها نیست اما وزن آن نسبت به جثه آدمی بیشترین است و با در نظر گرفتن سایر شرایط بهترین مغز است.



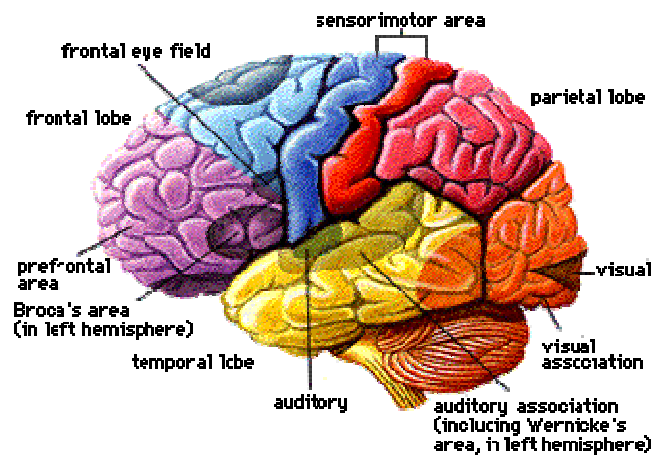
ساختار مغز

مغز در استخوان جمجمه است و از لحاظ تقسیم بندی به بخش هایی تقسیم میشود که نام آنها تابع استخوانی است که آنها در مجاورش هستند و هر کدام از این بخش ها علاوه بر ارتباطهایی که با همدیگر دارند در هر نیم کره اعمال تخصصی خود را بر عهده دارند.

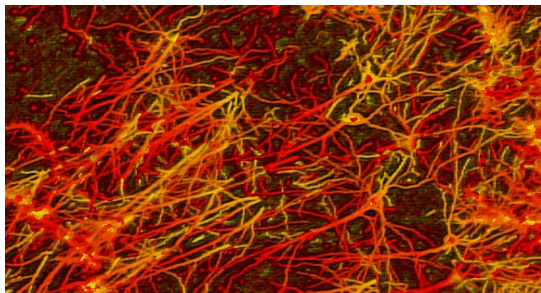
لبهای مهم مغز عبارتند از: ۱- لب پیشانی (Frontal) ۲- لب گیجگاهی (Temporal) ۳- لب آهیانه (Parietal) ۴- لب پشت سری (Occipital) ۵- لب جزیره که درون مغز قرار دارد ۶- لب لیمبیک



سطح مغز دارای برآمدگی ها و فرورفتگی هاست که به قسمتهای برآمده مغز **Gyrus** گویند و به قسمتهای فرورفته مغز **sulcus** می گویند. سطح مغز دارای شیارهایی است و هر قسمت مغز کارهای مخصوصی را انجام میدهد. مثلا **occipital lobe** وظیفه بینایی را بر عهده دارد یعنی اطلاعاتی که از چشم فرستاده می شود، در نهایت به این بخش می رود. وظیفه آگاهی بدن بر عهده **parietal lobe** است. قسمتهایی از بخش **frontal**، مرکز حرکتی مغز است و بخشی از آن در فعالیتهای حسی شرکت دارد. یعنی پیامهای ارسالی آنها ایجاد حرکت می کند. تفسیرهای بویایی در **lobe temporal** است. بخش زیادی از بخش **parietal** فعالیت حسی دارند و در قوه چشایی و لهجه دخالت دارند.



معروفترین شیارهای مغز که اساس تقسیم بندی مغز هستند عبارتند از:



ساختار مغز زیر میکروسکوپ

- ۱- شیار مرکزی **Central Sulcus**
- ۲- شیار خارجی پشتی **Parietooccipital**

مغز انسان يك سيستم ارزيابي كننده هوشمند و انتخاب گر در فرايند پردازش اطلاعات محسوب مي شود. اطلاعات محيطي و درون پيگري توسط گيرنده ها به قشر مخ منعكس شده بعد از تحليل و تفسير داده ها سازمان بندي واكنش هاي متفاوت از جمله حركت هدفمند ارادي و ياگفتار به عنوان يك كارکرد عالي ذهني انجام مي گيرد.

دستگاه عصبی



دستگاه عصبی شامل دو بخش اصلی است.

- دستگاه عصبی مرکزی
- دستگاه عصبی محیطی

دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه اعصاب مرکزی، قسمتی از دستگاه عصبی است که در درون محفظه استخوان جمجمه و ستون مهره‌ها قرار گرفته و شامل مغز و نخاع می‌باشد. سیستم عصبی مرکزی در درون مایعی به نام مایع مغزی نخاعی قرار گرفته که این مایع هم به عنوان یک ضربه گیر، سیستم عصبی مرکزی را در مقابل ضربات مکانیکی حفظ می‌نماید و هم برای فعالیتهای متابولیکی آن ضروری است. دستگاه اعصاب مرکزی شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۱- مخ (cerebrum) که مسئول تجزیه و تحلیل اطلاعات رسیده، یادگیری و خاطره می‌باشد.
- ۲- مخچه (cerebellum) ، عهده‌دار کنترل حرکات عضلات مخطط، حفظ تعادل بدن و تون عضلانی
- ۳- طناب نخاعی به عنوان رابطی که فرامین صادره از مغز به سایر نقاط بدن و نیز پیامهای عصبی رسیده از نواحی مختلف بدن به مغز، از آن عبور می‌نمایند

مخ

مخ بزرگترین قسمت مغز است و دارای دو نیمکره است که توسط رشته‌های عصبی محکم و سفید رنگی بهم متصلند و ارتباط دو نیمکره نیز از طریق همین رشته‌های عصبی صورت می‌گیرد. قسمت سطحی مخ، خاکستری رنگ است و قشر مخ نامیده می‌شود. قشر مخ در انسان به علت وسعت زیاد خود و جای گرفتن در فضای محدود حالت چین خورده دارد. در زیر قشر مخ ماده سفید رنگی وجود دارد که از اجتماع رشته‌های عصبی میلین دار تشکیل شده است و این رشته همان دنباله‌های نورونهایی هستند که در قشر خاکستری با سایر قسمت‌های دستگاه عصبی قرار دارند. علاوه بر قشر مخ چند هسته خاکستری در بخش سفید آن وجود دارد که مهمترین آنها غده تالاموس و غده هیپوتالاموس است. هر قسمت از قشر خاکستری کار ویژه‌ای انجام می‌دهد. مراکز مربوط به دریافت و تفسیر اطلاعات رسیده از اندام‌های حسی مختلف مانند چشم و گوش و پوست در این قسمت است. قسمتی از قشر خاکستری مرکز حرکات ارادی است. مخ مرکز احساسات، فکر کردن و حافظه است. نیمکره چپ مخ حرکات طرف راست و نیمکره چپ بدن حرکات طرف راست بدن را کنترل می‌کنند. هر نیمکره کارهای ویژه‌ای را نیز انجام می‌دهد. نیمکره چپ در زبان آموزی، یادگیری، تفکر ریاضی و منطق، تخصص دارد. نیمکره راست انجام دادن کارهای ظریف هنری، موسیقی را کنترل می‌کند. تالاموسها مرکز تقویت پیام‌های حسی مانند چشم، درد و ترس هستند و پیام‌های حسی را قبل از اینکه به قشر مخ برسند تقویت می‌کنند. هیپوتالاموس مرکز تنظیم اعمال مختلفی از جمله گرسنگی، تشنگی، خواب و بیداری و دمای بدن است.

مخچه

مخچه قسمتی از مغز است که در پشت و زیر مخ قرار دارد. مخچه دارای دو نیمکره است، اما چین خوردگیهای سطحی آن کم عمق تر و منظم تر است. قسمت سطحی مخچه را ماده خاکستری پوشانده است. مخچه بوسیله دسته تارهای عصبی به بقیه قسمت‌های دستگاه عصبی مربوط است. مخچه در کار کنترل فعالیت‌های ماهیچه‌ای به مخ کمک می‌کند. مخچه پیام‌های حرکتی را قبل از اینکه به اندامها بروند تقویت می‌کند. در نتیجه حرکات نرمتری از بدن سر می‌زند. حفظ تعادل بدن نیز به عهده مخچه است. برای اینکار چشمها و گوش داخلی وضعیت بدن را به مخچه خبر می‌دهند و مخچه، ماهیچه‌ها را طوری کنترل می‌کند، که تعادل برقرار بماند. در مجموع کارهایی که مخچه انجام می‌دهد همگی غیر ارادی هستند.

بصل النخاع

بصل النخاع پایین ترین مرکز عصبی واقع در استخوان جمجمه است. انتهای بصل النخاع به نخاع مربوط است. بیشتر بصل النخاع از ماده سفید و رشته اعصابی تشکیل شده است که میان نخاع و مغز قرار دارد. بصل النخاع فعالیت اندامهای داخلی بدن مانند قلب، ششها و اندامهای گوارشی را اداره می‌کند. به همین دلیل یکی از مهمترین اجزای مغز است و آسیب وارده به آن مرگ را به دنبال دارد. مغز ۱۲ جفت عصب دارد. این اعصاب با اندامهای مهمی ارتباط دارند.

بطنهای مغزی

در جریان تکامل مغز از لوله عصبی جنینی، حفره مرکزی لوله عصبی در ۴ ناحیه متسع شده و بطنهای مغزی را بوجود می‌آورد. بطنهای مغزی عبارتند از: بطنهای جانبی شامل دو بطن و هر کدام در یکی از نیمکره‌های مغزی، بطن سوم در ناحیه تالاموس و بطن چهارم در محل بصل النخاع و پل مغزی.

از اجزای دیگر مهم مغز:

هیپوتالاموس: پردازنده بسیاری از پیام‌های حسّی و همچنین حس گرسنگی و حس چشایی می‌باشد و در تعبیر آنها نقش اساسی را ایفا می‌کند.

بادامک مغز: این عضو در واقع مادر هیپوتالاموس بوده و هیپوتالاموس از آن منشاء میشود، و کار آن نیز پردازندگی اطلاعات حسّی است.

و همچنین اعضای مانند **هیپوکامپوس و تالاموس...**

بخش دیگر عمده مغز **ساقه مغز** است که کنترل کننده بسیاری از اعمال خودکار بدن مانند تنفس، تپش قلب، و همچنین گوارش است. این اعمال توسط دو دستگاه بسیار هماهنگ که عدم هماهنگی آنها سبب اختلال می‌گردد انجام می‌گردد که سمپاتیک و پاراسمپاتیک نام دارند.

ساقه مغز از اجزایی مانند مغز میانی که کار اصلی را آن بر عهده دارد و بصل النخاع که درست قبل نخاع قرار دارد و دو عصب اصلی مغز در آن نقطه یکدیگر را قطع میکنند تشکیل می‌کنند.

واما طناب نخاعی:

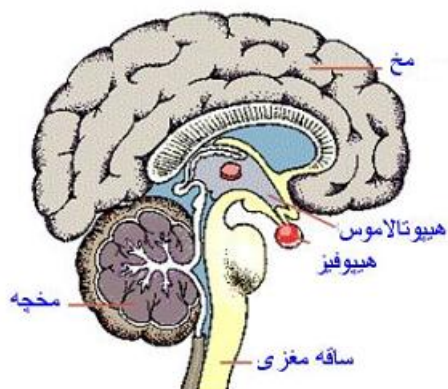
عضو دیگر دستگاه عصبی مرکزی که به طور کلی ۳۱ جفت عصب از آن منتشر میشود و کار آن نیز فرستادن پالسهای حرکتی به ماهیچه‌های دست و پا و همچنین مثانه و... می‌باشد.

دستگاه عصبی محیطی

عصب بر خلاف تصوّر بسیاری از ما سلول نیست بلکه نوعی دسته‌ه سلولی به شمار می آید. به عبارتی هر عصب از تعداد زیادی نورون های حسی یا یاخته های عصبی تشکیل شده که توسط غلافی به یکدیگر متصل شده اند و هرکدام به هدفی مشترک می روند. و اگر آکسون ها را بتوان دید آنها را در عصبها می توان پیدا کرد. در هر عصب هزاران ارتباط دندریتها.

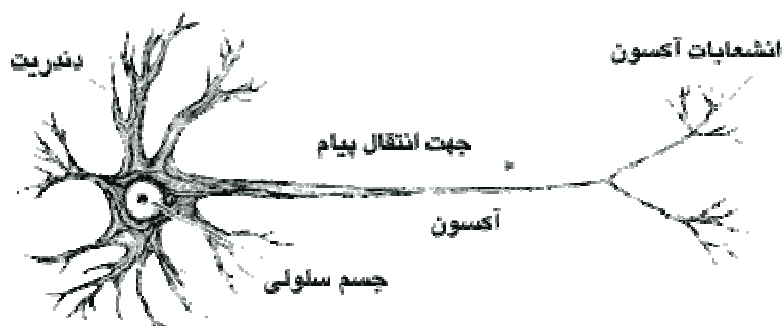
اعصاب محیطی به تعداد ۸ زوج گردنی، ۵ زوج کمری، ۱۲ زوج سینه‌ای، ۵ زوج خاجی، و یک زوج دنبالچه‌ای می‌باشد. این اعصاب از دو نوع حسی و حرکتی می‌باشند. اگر عصبی فقط از رشته‌های حسی تشکیل شده باشد آن را عصب حسی و اگر فقط از رشته‌های حرکتی تشکیل شده باشد آن را عصب حرکتی می‌نامند. ولی اغلب اعصاب مختلط بوده و حسی- حرکتی نامیده می‌شوند. در حالت کلی، اعصاب حسی، پیامها را به مراکز عصبی برده و اعصاب حرکتی از مراکز عصبی می‌آورند. در زیر پوست ما هزاران عصب حسی (عصب درد، فشار، و... و همچنین در اندامهای حسی عصب: بویایی، شنوایی، چشایی، بساوایی، بینایی، تعادل) وجود دارند که در صورت وجود محرک تحریک شده و پیغامهایی را به مغز و نخاع می‌فرستند.

در واقع دستگاه اعصاب محیطی به عنوان رابطی دستگاه عصبی مرکزی را با خارج بدن مرتبط می‌کنند.



از نظر ساختمانی، در سیستم اعصاب مرکزی، دو قسمت به نامهای ماده سفید و ماده خاکستری قابل تشخیص می‌باشد ماده سفید، بخشی که حاوی رشته‌های عصبی و سلولهای گلیال می‌باشد و ماده خاکستری، بخشی است که حاوی جسم سلولی نورونها و سلولهای گلیال می‌باشد. نورونهای سیستم اعصاب مرکزی از نظر شکل، اندازه، تعداد و طول زوایدشان بسیار متنوعند.

سلول عصبی:



سلول عصبی نرون نامیده می شود که از جسم سلولی، دندریت و آکسون تشکیل شده است. دندریت ها پیام را دریافت می کنند و آکسون آن را به سلول بعدی انتقال می دهد.

بافت عصبی در واقع از مجموعه‌ای از سلولهای عصبی یا نورون و سلولهای گلیا تشکیل شده است. نورونها دارای اشکال و اندازه‌های مختلفی می‌باشند. هر نورون از سه قسمت پریکاریون، آکسون و دندریت تشکیل شده است (در انتهای نورون، ضمایم شاخه‌داری وجود دارد که دندریت نامیده می‌شوند). دندریت‌ها همانند آنتن عمل می‌کنند و پیام‌های ورودی را دریافت می‌کنند. در انتهای دیگر نرون، ضمیمه دیگری به نام آکسون وجود دارد که پیام‌های خروجی را ارسال کند. هر نورون با صدها یا هزاران نرون دیگر ارتباط دارد. این آرایش به این معنا است که یک نورون می‌تواند به تعداد زیادی از نرون‌ها پیام ارسال کند یا از آنها پیام دریافت کند. این نورون‌ها شبکه سازمان یافته‌ای از ارتباطات درونی را شکل می‌دهند که در سرتاسر مغز و بدن گسترش می‌یابد. این دستگاه عصبی باعث ارتباط جهان خارج با جهان داخل (بدن) می‌شود.

بر اساس نقطه خروج زواید از پریکاریون می‌توان نورونها را به یک قطبی، دو قطبی و چند قطبی تقسیم نمود. نورونهای یک قطبی را می‌توان در گانگلیونهای نخاعی مشاهده نمود. نورونهای دو قطبی آکسون و دندریتها از دو نقطه متقابل از پریکاریون خارج می‌گردند. این گونه نورونها در بافت حسی بویایی و شبکیه چشم یافت می‌شوند. نورونهای چند قطبی از سایر نورونها فراوان‌ترند.



از انواع ديگر نورونها مي توان سلولهاي پورکنز را نام برد که فقط در لايه مياني قشر مخچه يافت مي شوند. پريکاريون آنها بطري شکل است از یک قطب آن دندريت واحدی خارج می شود و سپس به شکل شاخه های درخت منشعب می گردد. نورونها با داشتن ساختار ویژه برای کاری که انجام می دهند، سازگاری حاصل کرده اند. تحریک پذیری، هدایت پیام عصبی و انتقال پیام عصبی سه ویژگی عمده نورونها هستند.

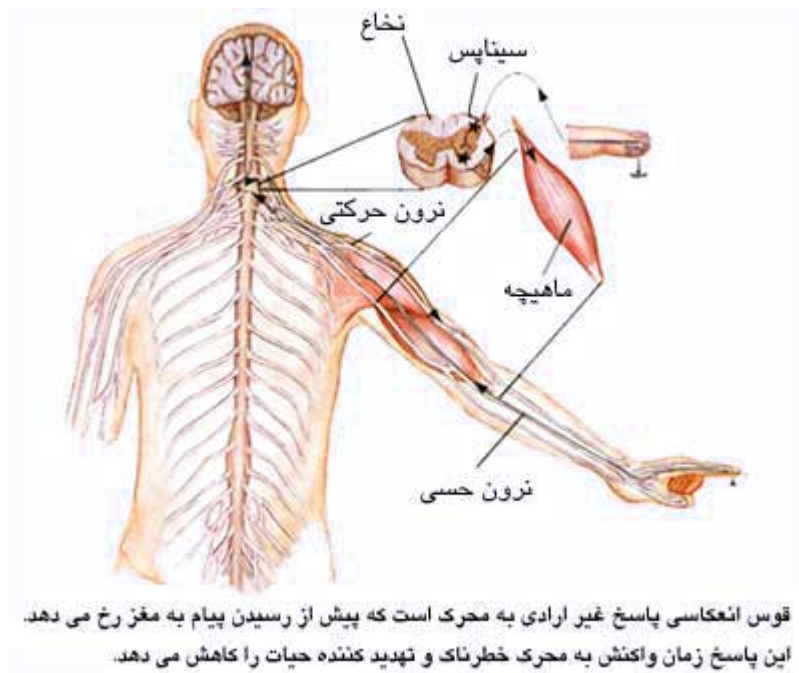
تبادل اطلاعات در مغز چگونه انجام میشود؟

وظیفه مغز پردازش اطلاعات است. سلولهای مغز (نورون ها) کار ارسال و دریافت پیام به سایر نورونها را بر عهده دارند. میلیاردها نورون در مغز انسان وجود دارند که هر یک با داشتن هزاران شاخه نخ مانند به نورونهای دیگر دسترسی می یابند.

پیام چگونه از یک نورون به نورون دیگر فرستاده می شود؟

پیام علامتی است که باعث تغییر بار الکتریکی نورون می شود. یک تکانه الکتریکی در طول آکسون حرکت می کند تا به انتهای نورون می رسد. این تکانه الکتریکی در آن ها باعث آزاد سازی مواد شیمیایی خاصی به نام پیام رسان عصبی می شود. پیام رسان های عصبی مانند پیک عمل می کنند و پیام را در فاصله بین نورون ها انتقال می دهند. این فاصله سیناپس نامیده می شود. وقتی پیام رسان با دندریتهای نورون بعدی مواجه می شود، پیام شیمیایی به پیام الکتریکی تبدیل می گردد. پیام الکتریکی در طول آکسون جا به جا می شود و برای رهایی پیام رسان ها به سیناپس بعدی آماده است. این فرآیند تکرار می شود تا در طول ریشه های شبکه های عصبی مختلف مسیرهای پیام رسانی را بسازند. این وقایع خیلی سریع رخ می دهند. از این رو، شما می توانید در فاصله زمانی بسیار کوتاهی فکر کنید و پیامی را به دهانتان بفرستید و لب به سخن گشایید یا ناگهان بدوید. این نظام که بر نورون های به هم مرتبط و توانایی آنها در دریافت و ارسال پیام استوار است، در تمامی جانوران دیده می شود.

همه پاسخ‌ها به پردازش اطلاعات در مراکز تفکر مغز نیاز ندارند. اگر شما چیز داغی را لمس کنید به سرعت و بدون آن که نیازی به فکر کردن داشته باشید، انگشت خود را عقب می‌کشید. چنین پاسخ سریع و ساده ای به يك محرك، انعکاس نامیده می‌شود. پیام‌هایی که در این پاسخ در گیرند از آشکار سازهای حسی در انگشت شما و از طریق نورون‌های بازویتان به نخاع می‌رسند و از طریق نورون‌های دیگری به ماهیچه‌های بازویتان باز می‌گردند. این مسیر، قوس انعکاسی نامیده می‌شود.



در همین زمان پیام‌هایی از نخاع به مغز فرستاده می‌شود. وقتی مغز این پیام‌ها را دریافت می‌کند شما آن‌ها را به صورت «آن چیز داغ است» تفسیر می‌کنید. به هر حال، شما پیش از این، به علت پاسخ انعکاسی خود انگشتتان را از چیز داغ دور کرده‌اید.

مزیت يك انعکاس بر پیامی که توسط مغز پردازش می‌شود، سرعت آن است. در چنین موقعیت‌هایی، شما برای جلوگیری از آسیب به حرکت تند نیاز دارد. پاسخ‌های انعکاسی می‌توانند زندگی شما را حفظ کنند. هنگامی که گونه نوزاد انسان لمس می‌شود، سرش را به سمت گونه لمس شده می‌گرداند. این انعکاس نوزاد را در چند ساعت اول زندگی به پرستار دلگرم می‌کند. اما با گذر زمان این انعکاس از بین می‌رود. با این وجود، بیشتر فعالیت‌های انسان از طریق مغز پردازش می‌شوند و به صورت انعکاس انجام نمی‌شوند. مغز انسان با ترلیون‌ها ارتباطی که بین نورون‌هایش وجود دارد، از عهده جهت دهی به فعالیت‌های زندگی انسانی برمی‌آید. حتی جانوران ساده‌تری مانند کرم خاکی به محرك‌های محیطی به صورت انعکاسی پاسخ می‌دهند. توانایی

پاسخ‌دهی به گرما، نور و رطوبت به گرم خاکی کمک می‌کند تا غذا پیدا کند و خود را از خشک شدن در یک روز آفتابی و داغ محفوظ دارد .

چون مغز مسنول رفتار بسیار پیچیده انسان است، نمی‌تواند فقط به پیام محرك خارجي پاسخ دهد، بلکه باید بتواند بعضي از الگوهاي اطلاعاتي را ذخيره و بازيابي کند. براي مثال، هنگامي که کتابي را بر می‌دارید و مطالعه می‌کنید، شما مجبور نیستید به طور جدي راجع به چگونه مطالعه کردن آن فکر کنید . شما به طور عادي آن را انجام می‌دهید. با وجود این، هنگامي که شما براي نخستين بار چگونه خواندن را می‌آموختید، درباره این که این صداها و حرف‌ها معرف به چیزی هستید و چگونه در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند تا کلمه‌اي را بسازند و چگونه کلمات براي ساختن جمله با مفهوم ي کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، به تفکر نیاز داشتند، اکنون این فرآیند براي شما عادي به نظر می‌رسند، زیرا مغز شما الگوهاي هزاران کلمه و الگوهاي جملات متنوعي را آموخته و ذخيره کرده است .

وقتي مشغول فکر کردن هستید، از کدام بخش مغز خود استفاده می‌کنید؟ این امر تا حدودي بستگی دارد که شما به چه چیزی فکر می‌کنید. اگر سعی داشته باشید مخارج هفته جاري را محاسبه کنید، ممکن است نیمه چپ مخ شما فعال‌ترین بخش مغزتان باشد. از طرف دیگر، اگر در ذهن خود تجسم کنید چگونه می‌توانید منظره‌اي را نقاشی کنید، احتمال دارد بیشتر از نیمه راست خود بهره بگیرید.

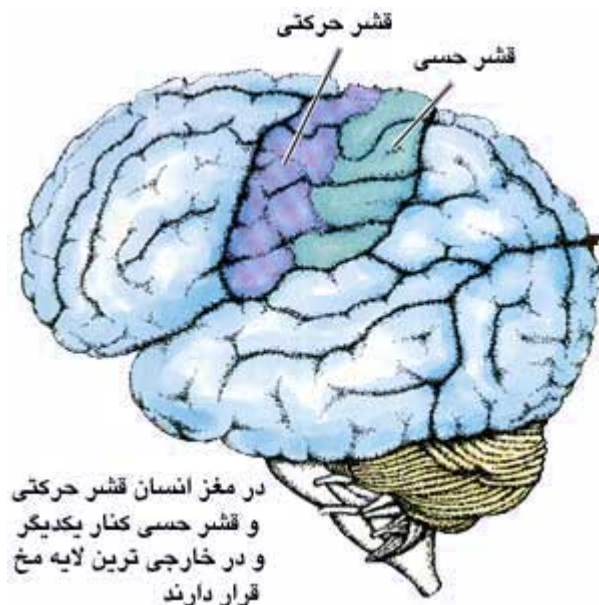
مغز علاوه بر این که بخش‌هاي تخصص یافته‌اي مانند مخ، مخچه و بصل النخاع دارد، هر کدام از بخش هایش نیز قسمت‌هاي تخصص یافته‌تری دارند. مخ دو بخش یا دو طرف مجزا دارد که نیمکره‌هاي راست و چپ نامیده می‌شوند .

نیمکره راست نیمکره چپ



مخ انسان دو بخش یا نیمکره مجزا دارد.

نیمکره‌های مخ بعضی رفتارها را به طور جداگانه تنظیم می‌کنند: نیمکره راست چپ اعمال حسی و حرکتی طرف چپ بدن را تنظیم می‌کند و برعکس. ناحیه ویژه‌ای از مخ که مسئول نظارت بر حرکات بدن است، قشر حرکتی و ناحیه ویژه‌ای از مخ که امکان درک احساسات بدن را فراهم می‌سازد، قشر حسی نامیده می‌شود.



دانشمندان توانسته‌اند بسیاری از بخش‌های قشر حرکتی را که به بخش بخصوصی از بدن مربوط می‌شوند، مشخص کنند. آنان همین کار را برای قشر حسی انجام داده‌اند. به عبارت دیگر، وقتی شما بخش خاصی از بدن را حرکت می‌دهید، دانشمندان می‌دانند کدام بخش قشر حرکتی، آن حرکت را امکان پذیر می‌سازد و هنگامی که گل خوشبویی را می‌بوید، دانشمندان می‌دانند کدام بخش قشر حسی، اجازه درک آن عطر را به شما داده است. شکل زیر نتیجه فعالیت دانشمندان را نشان می‌دهد.



هر بخش از قشر مغز رفتارهای خاصی را تنظیم می‌کند. شخصی که در این شکل ترسیم شده از آن جهت بی‌ریخت است که اندازه ناحیه مربوط به هر بخش از بدن، نه با اندازه واقعی آن بلکه با میزان دقت آن تناسب دارد.

شخصی که در این شکل ترسیم شده، کج و کوله و بی‌ریخت است، زیرا اندازه ناحیه‌ای که به بخش خاصی از بدن نسبت داده شده، با اندازه واقعی آن تناسبی ندارد بلکه با میزان دقتی که برای انجام کار آن بخش نیاز است، تناسب دارد. در انسان، فضای زیادی به صورت، زبان و دست‌ها اختصاص داده شده است. شما فکر می‌کنید چرا این چنین است؟

در بیشتر افراد، نیمکره چپ مغز زبان و گفتار، ریاضیات و دیگر توانایی‌های تجزیه و تحلیل را تنظیم می‌کند. نیمکره راست، مسئول پردازش‌های بینایی و فضایی است. بسیاری از اعمال، از جمله جنبه‌های مختلف اعمالی که ذکر شد، با همکاری هر دو نیمکره تنظیم می‌شوند. دستجاتی از رشته‌های عصبی که جسم پینه‌ای نامیده می‌شوند دو نیمکره را به هم مرتبط می‌سازند و به این ترتیب، ارتباط بین دو نیمکره امکان‌پذیر می‌شود. نوعی جراحی نامعمول، استثنای جالبی برای این اصل همکاری دو نیمکره آشکار کرد و پیچیدگی مغز را بیش از پیش نشان داد. در موارد شدید صرع (نوعی بیماری عصبی که باعث حملات مغزی می‌شود) با عمل جراحی رشته‌های جسم پینه‌ای را پاره می‌کنند و به این ترتیب، ارتباط دو نیکره را قطع می‌کنند. این جراحی تعداد و شدت حملات مغزی را به میزان زیادی کاهش می‌دهد و بیشتر بیماران هیچ‌گونه اختلالی در حرکت یا درک خود احساس نمی‌کنند. با وجود این، درک آنان تا حدودی آسیب می‌بیند. پیام‌های دست راست آنان فقط به وسیله نیکره چپ و پیام‌های دست چپ آنان فقط به وسیله نیکره راست دریافت می‌شود. در واقع، به خاطر این جراحی، نیمکره‌ها نمی‌توانند از اطلاعات یکدیگر استفاده کنند.

بیماران به طور معمول متوجه این آسیب نمی‌شوند زیرا با استفاده از چشم‌هایشان آن را جبران می‌کنند. برخلاف پیام‌هایی که از دست‌ها می‌آیند، پیام‌های هر چشم در هر دو نیمکره دریافت می‌شود. بعضی از مطالعات جالبی که روی این بیماران انجام شده است، ماهیت این آسیب را آشکار کرده‌اند. وقتی محققان چشم‌های بیمار را با چشم‌بند می‌بندد و در دست چپش چیزی مانند مسواک قرار می‌دهد، بیمار می‌تواند خصوصیات آن چیزی را توصیف کند: «دسته‌ای بلند و سخت و موهایی نرم دارد.» گاهی بیمار می‌تواند چگونگی استفاده از آن چیز را توصیف کند: «هر روز از آن استفاده

می‌کنم.» اما نمی‌تواند نام آن چیز را بگوید. وقتی محقق آن چیز را در دست راست بیمار قرار می‌دهد، او می‌تواند نام آن را بگوید: «چیزی که در دست من است یک مسواک است.» اما نمی‌تواند چگونگی استفاده از آن را توصیف کند. در شرایط عادی که بیمار می‌تواند هم از دست‌ها هم از چشم‌هایش استفاده کند، مغز می‌تواند از عهده آسیب وارده برآید و بیمار کمتر با مشکل روبه‌رو می‌شود.

این نمونه و مشاهدات به دست آمده از جراحی‌ها و آزمایش‌های دیگر، نشان می‌دهد که مغز می‌تواند اطلاعات را در بیش از یک روش پردازش کند. به علاوه، بعضی اعمالی که در حالت عادی به وسیله یک ناحیه انجام می‌شوند، می‌توانند بر بخش‌های دیگر تحمیل شوند. این وضعیت اغلب زمانی می‌تواند رخ بدهد که فرد بسیار جوان است. برای مثال، وقتی کودکی دچار سکته‌ای می‌شود که نیمکره چپش را تخریب می‌کند، به جای از دست

رفتن مقداری از توانایی‌های گفتاری یا همه آن، نیمکره راست مغز جور این عمل را می‌کشد. همچنین اگر دریافتی از یکی از حس‌ها آسیب ببیند، دریافتی از حس دیگر جبران خواهد کرد. به این دلایل اغلب گفته می‌شود مغز همچون لاستیک است، یعنی می‌تواند از بعضی وقایع و تجربیات تاثیر پذیر و با شرایط ویژه سازگاری پیدا کند.

انواع حافظه:

مطالعات نشان داده‌اند که آدمی انواع مختلفی از حافظه^۳ را دارد. اینکه «اطلاعات برای مدت زمان کوتاهی ذخیره می‌شوند یا برای مدت زمان بلند» باعث تقسیم حافظه به انواع حافظه کوتاه مدت و حافظه بلند مدت شده است. با وجود این تقسیم آنها برای ذخیره کردن اطلاعات مراحل سه‌گانه حافظه را اجرا می‌کنند، البته به شیوه‌ها و ساختارهای مختلف این کار را انجام می‌دهند. در بعضی از مطالعات و منابع از حافظه نوع سومی نیز به نام حافظه حسی صحبت می‌شود.

حافظه کوتاه مدت^۴ (S.T.M): مهمترین ویژگی این نوع حافظه، گنجایش محدود آن است که بطور متوسط بین هفت ماده به اضافه یا منهای دو ماده (7 ± 2) است. بعضی افراد تنها ۵ ماده و برخی تا ۹ ماده را در حافظه کوتاه مدت خود نگه می‌دارند، اما بطور متوسط گنجایش حافظه کوتاه مدت اکثریت افراد ۷ ماده است. ویژگی دیگر حافظه کوتاه مدت آن است که اطلاعات در آن به صورت صوتی، دیداری (عمدتاً به صورت صوتی) رمزگردانی می‌شوند، مثلاً شخصی که مجموعه حروف RLBKSJ را شنیده و آن را به صورت صوتی رمزگردانی کرده است، در یادآوری ممکن است به جای حرف B، حرف T را که صدای مشابهی با حرف B دارد، بیان کند. بازیابی در این حافظه کم و بیش عاری از خطاست، بطوری که اگر مطلبی در حافظه باشد، حتماً قابل دسترسی است.

حافظه دراز مدت^۵ (L.T.M): مهمترین ویژگی این نوع حافظه گنجایش نامحدود آن است، بطوری که مطالب زیادی را در آن می‌توان نگهداری کرد، بدون آنکه از بین بروند. به عبارتی اطلاعات در این نوع حافظه از بین نمی‌روند، هرچند ممکن است فراموش شوند. به عنوان مثال کتابخانه بزرگی را در نظر بگیرید که در آن دنبال کتابی می‌گردید که قبلاً در آنجا قرار داده شده است. اگر نتوانید به کتاب مورد نظر دست پیدا کنید، به این معنی نخواهد بود که کتاب مورد نظر در آن کتابخانه وجود ندارد، یا از بین رفته است. ممکن است نحوه قرار دادن

3 - Memory

4 - Short-Term Memory

5 - Long-Term Memory

آن در محل مناسبی صورت نگرفته، یا پیگردی آن مناسب نیست. رمزگردانی مطالب در این نوع از حافظه به صورت معنایی صورت می‌گیرد، برخلاف حافظه کوتاه مدت که از رمز صوتی و یا دیداری استفاده می‌کند. به عنوان مثال اگر فهرستی از کلمات به حافظه دراز مدت سپرده شوند، چند روز بعد از آن ممکن است کلمات هم معنی با آن کلمات یادآوری شوند، نه خود آن کلمات. اگر به فرض کلمه آفتاب در فهرست بوده، شخص ممکن است کلمه خورشید را یادآوری کند. این مساله را در یادآوری داستانها، اخبار و مطالبی که می‌شنویم و مدتی بعد آنها را بازگو می‌کنیم، به وضوح می‌توانیم ببینیم. در حالی که موضوع داستان، خبر یا مطالب دیگر بطور کامل ارانه می‌شود، اما لزوماً از همان کلمات گوینده یا نویسنده کتاب استفاده نمی‌کنیم. از این مورد در روشهای بهسازی حافظه استفاده می‌شود، مبتنی بر اینکه مطالب را با توجه به معانی آنها یادسپاری کنیم. بازیابی در این نوع حافظه برخلاف حافظه کوتاه مدت با خطا و اشکالاتی همراه است که گنجایش زیاد آن و اطلاعات نامحدود موجود در آن و گذشت زمان از دلایل آن می‌تواند باشد.

حافظه حسی^۶: «حافظه حسی» نخستین مرحله به یادسپاری و ذخیره کردن اطلاعات است. در این حافظه نسخه دقیقی از «اطلاعات حسی» ذخیره می‌شود. گنجایش این حافظه نامحدود است، اما مدت زمان ذخیره‌سازی اطلاعات بسیار کوتاه (حدود یک ثانیه) است. بعد از آنکه محرکی از طریق گیرنده‌های حسی وارد حافظه حسی شد، اگر مورد توجه و دقت قرار گیرد، اطلاعات آن محرک به حافظه «کوتاه مدت» انتقال می‌یابد. این فرآیند دقت و توجه برای انتقال اطلاعات با حافظه کوتاه مدت بسیار مهم است، زیرا آدمی در هر لحظه تحت تاثیر محرکهای حسی فراوانی قرار دارد، که اگر قرار بود این محرکها «ادراک»^۷ شوند، زندگی غیر ممکن می‌شد. آدمی از طریق توجه کردن به بعضی از امور (محرکها) و بی‌توجهی به بعضی دیگر تصمیم می‌گیرد، تا آنچه را که می‌خواهد، ادراک کند. این فرآیند برای آغاز یادگیری مهم است.

رابطه و تفاوت‌های حافظه کوتاه مدت و بلند مدت:

از مهمترین راههایی که انتقال مطالب از حافظه کوتاه مدت به بلند مدت را سبب می‌شود، ایجاد پیوند بین مطالب موجود در حافظه کوتاه مدت با مطالبی است که از قبل در حافظه بلند مدت وجود دارد و روش دیگر مرور ذهنی است. مرور ذهنی تحکیم و انتقال اطلاعات را به حافظه بلند مدت با سهولت انجام می‌دهد. در کامپیوتر پیوند بین اطلاعات را توسط **Hyperlink** و یا ایجاد ارتباط بین **Database** ها ایجاد می‌کنند. تفاوت های این دو نوع حافظه را می‌توان در تمایز روانشناختی و روانشناسی بیان نمود.

6 - Sensory Memory
7 - Perception

تمایز روانشناختی :

مراحل سه گانه حافظه (رمز گردانی، اندوزش، ارزیابی) در هر دو نوع حافظه وجود دارند. اما تفاوتی که وجود دارد اینست که کارکرد و فرایند این سه مرحله در هر دو موقعیت یکسان نیست. برای مثال حافظه کوتاه مدت رمزگردانی را به صورت «شنیداری و دیداری» انجام می‌دهد، در حالیکه رمزگردانی حافظه بلند مدت به صورت «معنایی و پیوندهای معنی‌دار است».

تمایز زیست‌شناختی :

حافظه کوتاه مدت و بلند از لحاظ ساختار مغزی نیز متفاوت هستند. پژوهش‌ها معلوم ساخته است که «هیپوکامپ»^۸ که ساختاری در زیر قشر مخ و نزدیک به مغز است، فقط در حافظه بلند مدت نقش دارد، ولی در حافظه کوتاه مدت تاثیر ندارد. این در حالی است که مناطق پیشانی قشر مخ (قطعه پیشانی) در حافظه کوتاه مدت دخالت دارند.

پردازش اطلاعات در مغز:

انسان به طور کلی در سطح بالای تصمیم‌گیری از پردازش نمادین استفاده می‌کند و در سطوح حسی و واکنش‌های عصبی خود یک نوع پردازش عددی را به کار می‌گیرد. بنابراین، رفتار هوشمندانه آدمی ناشی از یک روش نمادین تفکر در کنار محاسبات عصبی مغز می‌باشد. این دو محور در هوش انسان از بدو پیدایش هوش مصنوعی، به صورت دو دیدگاه معرفی شده‌اند. از یک دید، هدف ساختن مغز مصنوعی (شبکه‌های عصبی مصنوعی) است که در صورت وجود این سخت افزار می‌توان توقع داشت ماشینی که به این وسیله مجهز شود، رفتار هوشمندانه از خود نشان دهد. از دیدگاه دوم، هدف، مدل‌سازی روش تفکر انسان است که با استفاده از آن انسان تصمیم‌گیریهایی هوشمندانه می‌کند. گوسانگ لیو، محقق بخش حافظه و یادگیری MIT، در زمینه فعالیت‌های محاسباتی مغز انسان به کشفی جدید دست یافته است. در حالی که کامپیوترهای امروزی از سیستم دودویی صفر و یک برای پردازش استفاده می‌کنند، نرون‌های سیستم عصبی انسان، سیگنال‌های الکترونیکی خود را به کمک یک سیستم سه‌تایی صفر، یک و منفی یک مخابره می‌کنند. بدین ترتیب چند فعل و انفعال جدید به هنگام پردازش روی خواهد داد: سیگنال‌ها قادر به جمع شدن با یکدیگر و یا از بین بردن اثر هم خواهند بود. اطلاعات مختلف به هم پیوند خورده و یا یکدیگر را باطل می‌کنند. کامپیوترها قادر به صرفنظر از

8 - Hippocampus

اطلاعات نبوده و این قابلیت، منحصر به مغز انسان است. اما پیش‌بینی می‌شود که سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای آینده بر اساس سیستم‌های فعالیتهای کرده و بدین ترتیب دانسته‌های امروزی در دهه آتی، منسوخ و مهجور شمرده خواهند شد. تلاش‌های لیو نشان داده است که هر سلول عصبی از صدها ماژول کوچکتر تشکیل شده است که هر یک به طور مستقل عملیاتی‌های محاسباتی را انجام می‌دهد. آنچه که سازندگان تراشه‌ها برای درک و مهار آن می‌کوشند، همین «ناتوکنولوژی طبیعی» است زیرا که فناوری کنونی تراشه‌ها و پردازنده‌ها در حال گره خوردن است. پردازش کوانتومی به عنوان جدیدترین و جالب‌ترین فناوری موجود، اگر چه در دوران سختی به سر می‌برد، محصولات آن تا ۱۰ سال دیگر بازار را لبریز خواهند کرد.

پیچیدگی بر هم کنش‌ها

شاید از دانستن این موضوع تعجب کنید که از بسیاری جنبه‌ها شما می‌توانید بهتر از یک کامپیوتر فکر کنید. در حقیقت، ساختن کامپیوترهایی که بتوانند ساده‌ترین اعمال انسانی (برای مثال، تشخیص صورت افراد مختلف) را انجام دهند، بسیار مشکل است. برنامه‌های کامپیوتری تنها در سال‌های اخیر توانسته‌اند استادان بازی شطرنج را شکست دهند. بعضی از دانشمندان تلاش می‌کنند با استفاده از برنامه‌های کامپیوتری، ربات‌های باهوشی طراحی کنند که نظیر توانایی‌ها و پردازش‌های اطلاعاتی مغز انسان را بروز دهند. تا به حال این دانشمندان توانسته‌اند، نحوه پردازش اطلاعات در سوسک را الگوسازی کنند، اما همین کار نیز با دشواری‌های زیادی همراه بوده است. حال تصور کنید ساختن رایانه و تولید برنامه‌ای که بتواند همه توانایی‌های مغز انسان را الگو برداری کند، چقدر سخت است. یکی از دلایل مشکل بودن ساختن یک الگوی رایانه‌ای از مغز انسان این است که مغز ما تعداد زیادی سلول عصبی (نرون) دارد و تعداد ارتباطات درونی بین این سلول‌ها حیرت‌آور است.

مغز شما حدود 10^{12} (یک تریلیون) نرون دارد و از آنجا که این سلول می‌توانند به روش‌های زیادی با هم ارتباط داشته باشند، توان همکاری بین آن‌ها فوق‌العاده بالا است. تا زمانی که بشر کامپیوتری نساخته است که ارتباطات درونی آن فوق‌العاده زیاد باشد، الگو برداری از تفکر انسانی مشکل خواهد بود.

تحقیقات جدید نشان می‌دهد در لحظه بیدار شدن انسان از خواب، ساقه مغز شروع به ارسال ماده‌ای به نام اکسید نیتریک به تالاموس کرده و این ماده را به دیگر نقاط مغز نیز می‌فرستد که محققان این فرایند را به اجرا شدن سیستم عامل یا بوت شدن در کامپیوترها پیش از آغاز فعالیت آنها تشبیه می‌کنند.

کامپیوتر پیش از اجرای برنامه‌ها، سیستم عامل خود را راه‌اندازی و به اصطلاح بوت می‌شود و در مغز انسان نیز اکسید نیتریک سبب بروز وضعیتی شده که در پی آن مغز برای انجام محاسبات پیچیده‌تر آماده می‌شود.

در لحظه بیدار شدن انسان در صبحگاه، حواس مختلف انسان حجم زیادی از اطلاعات را در رابطه با نور خورشید، صدای زنگ ساعت و مواردی از این قبیل به مغز می‌فرستند که تمامی این اطلاعات باید در مغز پردازش و سازماندهی شوند تا مغز بتواند محیط اطراف را درک کند و برای انجام فعالیت‌های روزانه پیچیده‌تر آماده شود. به گفته محققان، نتایج این مطالعه می‌تواند به درمان بیماری‌هایی مانند حواس پرتی و شیزوفرنی با میزان هوشیاری بیمار ارتباط دارند و همچنین فهم این مطلب که انسان چگونه محیط اطراف خود را درک می‌کند کمک کند. اطلاعات ورودی که بدن را به پاسخ وا می‌دارند، محرک نامیده می‌شوند. دستگاه عصبی انسان همانند دستگاه عصبی سایر جانوران این اطلاعات را از محرک‌ها و پیام‌های مغزی دریافت می‌کند. مغز پس از پردازش اطلاعات، با فرستادن پیامی به بخش مناسبی از بدن، پاسخ می‌دهد. برای مثال، تحریک حاصل از مشاهده صورت یک دوست به مغز امکان تشخیص آن شخص را می‌دهد و پیامی را به صورت شما مخابره می‌کند که به لبخند زدن شما می‌انجامد.

کامپیوتر

دیدیم که مغز انسان چه ساختار پیچیده‌ای دارد که حتی شرح خلاصه آن بدین درازا کشید. حال به کامپیوتر به عنوان مغز الکترونیکی ساخت دست بشر می‌پردازیم.

طبق تعریف کنونی فرهنگ لغت انگلیسی آکسفورد کامپیوتر ابزاری برای انجام محاسبات یا عملیات های کنترلی قابل بیان به صورت جملات عددی یا منطقی می باشد. با وجود درستی، این تعریف و تعاریفی که در دیگر فرهنگ های لغت یافت می شود آنقدر عام هستند که هیچ تمایزی بین گونه های مختلف قدیمی، کنونی و بالقوه ی آینده قرار نمی دهند. یک کامپیوتر شامل یک واحد سیستم (شامل واحد پردازش مرکزی یا CPU، حافظه و سخت‌افزار دیگر)، تجهیزاتی برای گرفتن داده‌ها و ابزاری برای تحویل دادن داده‌های خروجی (معمولاً پردازش شده) دارد. داده‌ها از طریق وسایل ورودی مانند صفحه کلید، ماوس، اسکنر، دیجیتالایزر، قلم نوری، خواننده بارکد و وسایلی مانند آن (بسته به نوع و کاربرد داده) وارد کامپیوتر میشود. کامپیوتر با استفاده از نیروی برق یا باتری (انرژی) و روالی که از قبل برای آن تعریف شده است (نرم افزار) داده‌ها را مورد دستکاری و پردازش قرار می‌دهد. همین‌جا لازم به ذکر است که کامپیوتر به هیچ وجه توان تفسیر یا درک داده‌ها را ندارد و فقط آنها را پردازش مینماید. احتمالاً در طی این پردازش لازم می‌شود که داده‌های اولیه، میانی (آنهاست که در حین انجام روال تولید شده و در مراحل بعدی مورد استفاده قرار خواهد گرفت) یا داده‌های پردازش شده پایانی را در حافظه‌های خود ذخیره نماید و در پایان نتایج را توسط یکی از وسایل خروجی (صفحه نمایش، چاپگر، دستگاه پانچ کارت، پلاتر، بلندگو ویدیوپروژکتور و وسایلی مانند آن) به کاربر خود عرضه می‌نماید. ریزترین واحد حافظه در کامپیوتر بیت (bit) است که میتواند صفر یا یک باشد. البته اینکه ما می‌گوییم "صفر" یا "یک" برای کامپیوتر کاملاً بی‌معنی است و این ما هستیم که چنین درکی از اعداد و ارقام داریم. برای

کامپیوتر فقط قطع بودن یا اشباع بودن یک ترانزیستور است (قطع بودن یک ترانزیستور به معنای تقریباً صفر بودن جریان و اشباع بودن به معنای تقریباً صفر بودن ولتاژ دو سر آنست)، یا به معنای دیگر خاموش یا روشن بودن آن و یا بودن یا نبودن نشانه نوری یا مغناطیسی یا حفزه‌ای (بسته به نوع حافظه) در حافظه مذکور است. البته پیشرفت علم و تکنولوژی الکترونیک لامپ‌های خلاء را به ترانزیستورهای دو قطبی (Bipolar) و سپس به ترانزیستورهای MOSFET و نسل‌های پیشرفته‌تر آنها مانند CMOS تبدیل کرده است و امروزه صحبت از بیت‌های تک مولکولی و حتی تک اتمی است، اما در اصل ماهیت آن هیچ تغییری رخ نخواهد داد.

هر هشت بیت یک بایت را میسازند که کوچکترین جزء معنی‌دار کامپیوتر است. در تقسیم‌بندی‌های بعدی هر سه بایت یک کلمه (Word) و بسته به نوع حافظه واحدهای کلاستر، تراک، سکتور، پکت و غیره نیز تعریف میشود.

کامپیوتر میتواند از حافظه‌های مختلف مانند حافظه فقط قابل خواندن (ROM (Read Only Memory ، حافظه با دستیابی اتفاقی (RAM (Random Access Memory ، دیسک‌های نرم یا سخت مغناطیسی، دیسک‌های لیزری فشرده (CD)، DVD، کارت‌های مغناطیسی یا نوری، نوارهای مغناطیسی، پانچ‌کارت‌های کاغذی یا پلاستیکی و وسایلی مانند آن استفاده کند. گنجایش این حافظه‌ها میتواند بسیار زیاد بوده (در حد چندصد گیگا بایت) و حتی میتوانند در کنار یکدیگر، مثلاً کامپیوتری با هشت دیسک سخت به کار روند. در یک کامپیوتر میتواند چندین پردازنده و هم‌پردازنده (Co processor) با هم بطور موازی یا سری کار کنند و از امکانات یکدیگر استفاده نمایند. همچنین سخت‌افزارهایی جهت کنترل اینترپت‌ها و وسایل ورودی و خروجی در واحد سیستم موجود است. همچنین وسایلی مانند مودم (Modulator Demodulator) وجود دارند که هم میتوانند ورودی محسوب شوند و هم خروجی.

بررسی نحوه عملکرد کامپیوتر:

کامپیوترها انواع مختلفی دارند. ابر کامپیوترها (Super computers) عبارتند از کامپیوتر بزرگ فوق العاده سریع و گران قیمت که برای انجام محاسبات پیچیده و پیشرفته مورد استفاده قرار میگیرد. به عنوان مثال این نوع کامپیوتر میتواند تعداد محاسبات بی شماری را برای رسم و حرکت دادن یک سفینه فضایی در یک تصویر متحرک انجام دهد. ابر کامپیوترها در مواردی چون پیش بینی وضع هوا، مدل سازی و شبیه سازی علمی و کشف منابع نفتی و مشابه آن استفاده می گردند. کامپیوتر شخصی (Personal Computer)، که برای استفاده اشخاص طراحی شده است. کامپیوترهای شخصی نیازی به اشتراک گذاری منابع پردازشی، دیسک و چاپگر با کامپیوترهای دیگر ندارند. کامپیوتر Laptop، کوچک و قابل حمل میباشد و با باتری کار میکنند اغلب دارای یک صفحه تصویر LCD (نمایشگر کریستال مایع) میباشد. بعضی از

مدلها میتوانند با یک ایستگاه جفت شوند و به عنوان یک سیستم رومیزی کامل در دفتر عمل کنند. کامپیوتر آنالوگ یا کامپیوتر قیاسی بجای اطلاعات کد دهی شده رقمی مانند اعداد در مبنای دو، داده های دائمی در حال تغییر و پیوسته مانند تغییرات ولتاژ را مورد پردازش قرار میدهد. کامپیوترهای دیجیتالی (رقمی) مقادیر را با سیگنالهای گسسته بیان میکند. ریز پردازنده، دیجیتالی (رقمی) است اما میتواند با کمک یک مبدل قیاسی به رقمی از اطلاعات قیاسی استفاده کند و همچنین با کمک یک مبدل رقمی به قیاسی، اطلاعات رقمی را به قیاسی تبدیل کند.

سیستم مدیریت پایگاه داده: سیستم مدیریت پایگاه داده ها با حروف اختصاری **DBMS**⁹ یک لایه نرم افزاری بین پایگاه داده ها و کاربر است. این سیستم تمام درخواستهای کاربر نسبت به پایگاه داده ها (مثلاً پرس و جو و نوسازی) را کنترل میکند. بنابراین کاربر الزامی به پیگیری جزئیات فیزیکی محل فایلها و قالبها، طراحی شاخص دهی و غیره نخواهد داشت. ضمناً کنترل تمرکز یافته مربوط به حفاظت داده ها را نیز میسر میسازد. از معروفترین سیستمهای مدیریت پایگاه داده میتوان به دی بیس، فاکس پرو، پارادکس، اکسس، اینفورمیکس و اوراکل اشاره کرد.

سیستم پشتیبانی تصمیم گیری¹⁰ (DSS): مجموعه ای از برنامه ها و داده های مرتبط است که مدیر را در تحلیل و تصمیم گیری یاری میسازد. کمک اینگونه سیستمها در تصمیم گیری بیش از سیستمهای اطلاعات مدیریت (MIS) یا سیستمهای اطلاعاتی اجرایی (EIS) است. این سیستمها دارای یک بانک اطلاعاتی، متشکل از مجموعه دانش موجود درباره یک زبان، که برای فرموله کردن مسائل و پرسش بکار میرود و یک برنامه مدل سازی برای آزمایش تصمیمات ممکن است.

سیستم عامل شبکه¹¹: بزرگترین و پیچیده ترین بخش نرم افزار سیستم، در حال اجرا بر روی سرویس دهنده است. این نرم افزار سیستم، اعمال بسیاری شامل اطلاعات حسابهای کاربردی و دستیابی به شبکه، امنیت، به اشتراک گذاری منابع، اعمال سرپرستی، نظارت بر UPS و توان مصرفی، حفاظت داده ها و کشف و کنترل خطا را هماهنگ میسازد.

سیستم پردازش مرکزی: مدت زمان انجام یک کار بوسیله کامپیوتر، به عوامل متعددی بستگی دارد که اولین آنها، سرعت پردازشگر Processor کامپیوتر است پردازشگر یک تراشه الکترونیکی کوچک در قلب کامپیوتر بوده و سرعت آن بر حسب مگاهرتز MHz سنجیده می شود. هر چه مقدار این پارامتر بیشتر باشد، پردازشگر سریعتر خواهد بود و در نتیجه قادر خواهد بود، محاسبات بیشتری را در هر ثانیه انجام دهد. تراشه پردازشگر و اجزای الکترونیکی که آن را پشتیبانی می کنند، مجموعاً به عنوان واحد پردازش مرکزی یا CPU¹² شناخته می شوند. واحد پردازش مرکزی واحد محاسباتی و کنترلی کامپیوتر است که دستورالعمل ها را تفسیر و اجرا میکند. کامپیوترهای بزرگ و مینی کامپیوتر های قدیمی بردهایی پر از مدارهای مجتمع داشته

9 - Database Management System

10 - Decision Support System

11 - Network Operating System

12 - Central Processing Unit

اند که عمل واحد پردازش مرکزی را انجام می‌داد. در اصطلاح عامیانه CPU به عنوان مغز کامپیوتر شناخته میشود.

نحوه ذخیره سازی اطلاعات در حافظه:

مجموعه متنوعی از انواع حافظه ها وجود دارد. تمام عناصر سخت افزاری (پردازنده، هارد دیسک، حافظه و ...) و عناصر نرم افزاری (سیستم عامل و...) بصورت یک گروه عملیاتی بکمک یکدیگر وظایف محوله را انجام می‌دهند. بدون شک در این گروه " حافظه " دارای جایگاهی خاص است. از زمانی که کامپیوتر روشن تا زمانی که خاموش می‌گردد، پردازنده بصورت پیوسته و دائم از حافظه استفاده می‌نماید. بلافاصله پس از روشن نمودن کامپیوتر اطلاعات اولیه (برنامه POST) از حافظه ROM فعال شده و در ادامه وضعیت حافظه از نظر سالم بودن بررسی می‌گردد (عملیات سریع خواندن، نوشتن). در مرحله بعد کامپیوتر BIOS را از طریق ROM فعال خواهد کرد. BIOS اطلاعات اولیه و ضروری در رابطه با دستگاههای ذخیره سازی، وضعیت درایوی که می‌بایست فرآیند بوت از آنجا آغاز گردد، امنیت و موارد مشابه را مشخص می‌نماید. در مرحله بعد سیستم عامل از هارد به درون حافظه RAM استقرار خواهد یافت. بخش های مهم و حیاتی سیستم عامل تا زمانی که سیستم روشن است در حافظه ماندگار خواهند بود. در ادامه و زمانی که یک برنامه توسط کاربر فعال می‌گردد، برنامه فوق در حافظه RAM مستقر خواهد شد. پس از استقرار یک برنامه در حافظه و آغاز سرویس دهی توسط برنامه مورد نظر در صورت ضرورت فایل های مورد نیاز برنامه فوق، در حافظه مستقر خواهند شد. در نهایت زمانی که به حیات یک برنامه خاتمه داده می‌شود (Close) و یا یک فایل ذخیره می‌گردد، اطلاعات بر روی یک رسانه ذخیره سازی دائم ذخیره و نهایتاً حافظه از وجود برنامه و فایل های مرتبط، پاکسازی میگردد. همانگونه که اشاره گردید در هر زمان که اطلاعاتی، مورد نیاز پردازنده باشد، میبایست اطلاعات درخواستی در حافظه RAM مستقر تا زمینه استفاده از آنان توسط پردازنده فراهم گردد. چرخه درخواست اطلاعات موجود در RAM توسط پردازنده، پردازش اطلاعات توسط پردازنده و نوشتن اطلاعات جدید در حافظه یک سیکل کاملاً پیوسته بوده و در اکثر کامپیوترها سیکل فوق ممکن است در هر ثانیه میلیون ها مرتبه تکرار گردد.

مفهوم بیت و بایت:

بیت شکل خلاصه شده (Binary Digit) و مقدار یک صفر در سیستم عددی دودویی می‌باشد. در پردازش و ذخیره سازی، بیت کوچکترین واحد اطلاعاتی است که کامپیوتر مورد استفاده قرار میدهد و بطور فیزیکی بوسیله پالسی که به یک مدار ارسال میگردد و یا به شکل نقطه کوچکی روی دیسک مغناطیسی که قابلیت ذخیره سازی یک یا صفر را دارد، مشخص میشود. بیتها کمترین اطلاعات قابل فهم برای انسان را ارائه می‌کنند. بیتها در گروه های هشت تایی، بایتها را تشکیل میدهند که جهت ارائه تمام انواع اطلاعات از جمله حروف الفبا و رقمهای صفر تا نه مورد استفاده قرار میگیرند. هر بایت شامل هشت بیت میباشد. هر بیت را

میتوانید بصورت یک سوئیچ الکتریکی با دو وضعیت ON یا OFF و یا یک عدد باینری در مبنای ۲ با دو مقدار ۰ یا ۱ تصور کرد. ظرفیت حافظه اصلی، هارد دیسک، فلاپی دیسک ها و موارد مشابه با بایت اندازه گیری می‌گردد. در زمان مشاهده لیست فایل ها توسط برنامه های نمایش دهنده فایل ها، ظرفیت یک فایل نیز توسط بایت مشخص می‌گردد. علت استفاده از مبنای دو در کامپیوتر سهولت در پیاده سازی آنها توسط تکنولوژی های موجود الکترونیک است. در مبنای دو از ارقام باینری (صفر و یک) استفاده می‌گردد. در سیستم عدد نویسی مبنای ده از ده رقم و در سیستم عدد نویسی مبنای دو از دو رقم بمنظور تولید اعداد استفاده می‌گردد. بنابراین یک عدد باینری صرفاً شامل ارقام صفر و یک است. برای سنجش میزان حافظه اصلی، هارد دیسک و ... که دارای بایت های فراوانی می‌باشند از مجموعه ای پیشوند قبل از نام بایت استفاده می‌گردد. (کیلو، مگا، گیگا نمونه هانی از این پیشوندها می‌باشند). کیلو تقریباً معادل هزار، مگا تقریباً معادل میلیون، گیگا تقریباً معادل میلیارد است. بنابراین اگر کامپیوتری دارای هارد دیسکی با ظرفیت دو گیگا بایت است، یعنی : هارد دیسک آن دارای توان ذخیره سازی دو گیگا بایت، یا تقریباً دو میلیارد بایت است. امروزه استفاده از رسانه های ذخیره سازی با ظرفیت بالا بسیار رایج بوده و ما شاهد حضور و استفاده از بانک های اطلاعاتی با ظرفیت بسیار بالا (چندین ترابایت) در موارد متعدد هستیم.

انتقال اطلاعات:

داده کامپیوتر، در قالب رقم (Digital) ذخیره میشود و در حالی که خطوط تلفن داده ها را در قالبی قیاسی (Analog) منتقل میکنند. به اطلاعاتی رقمی می‌گوییم که توسط اعداد گسسته قابل نمایش باشد. به داده ای قیاسی گوئیم که توسط کمیت‌های متغیر پیوسته نمایش داده میشوند. هنگامی که دو کامپیوتر را از طریق خط تلفن متصل میکنیم، نیاز به ابزاری به عنوان واسط بین کامپیوتر خود و سیستم تلفن داریم که داده ها را از قالبی رقمی به قالبی تلفیقی (Modulation) نموده تا از طریق خط تلفن قابل انتقال باشند. همچنین در انتهای دیگر داده قیاسی را به قالب رقمی اولیه اش تفکیک (Demodulation) مینماید. این ابزار " Modulation / Demodulation " (تلفیق کننده/ تفکیک کننده) یا Modem نامیده میشود. کامپیوترها میتوانند تمام انواع داده هایی را که امکان تبدیل آنها به ارقام وجود دارد، از قبیل موزیکها، تصاویر، ترسیمات متحرک، تصاویر ویدئویی و گفتارها، به کار بسته و دستکاری کنند. وجود این قابلیت منجر به رشد و تعالی برنامه های کاربردی متعددی شده است که به واسطه آنها میتوان متنها، تصاویر ویدئویی و اصوات را به منظور ارائه بسته های مختلف آموزشی، اطلاعاتی یا سرگرمی ترکیب کرد. در یک تعریف میتوان گفت : به کاربرد کامپیوتر برای ارائه متن، تصاویر ویدئویی، انیمیشن و صوت بصورت مختلط چند رسانه ای یا Multi Media گفته میشود. عناصر سخت افزاری مرتبط با این کاربرد عبارتند از اسکنر، کارت صوتی، بلند گو و میکروفن و دوربین دیجیتالی(webcam).

مقایسه مغز انسان و کامپیوتر:



در طول سالیان علاقه زیادی به مقایسه مغز انسان با کامپیوترها بوجود آمده است. در این خصوص طیف زیادی از شباهتها را می توان لحاظ نمود.

مغز انسان حدود یکصد میلیارد سلول عصبی (نورون) دارد که وظیفه پردازش و ذخیره کردن اطلاعات را بعهده دارند (نورون‌ها فقط ۱۰ درصد حجم مغز را تشکیل می دهند). این ۱۰۰ میلیارد سلول مثل ۱۰۰ میلیارد CPU هستند که هر کدامشان به چند هزار CPU مجاور، مثل شبکه متصل شده اند. این مجموعه را میتوان با شبکه ای از کامپیوترهای متصل به اینترنت مقایسه کرد با این تفاوت که کامپیوترهای امروزی سریعتر هستند و حافظه بیشتری نیز دارد. علاوه بر این، سلولهای مغز ما در انجام کارهای مختلف هماهنگ با هم و در جهت یک هدف مشخص فعالیت میکنند ولی کامپیوتری که به اینترنت وصل شده است، معمولاً بصورت مستقل کار میکند و نه در جهت هدف مشترکی. در نتیجه با اینکه تک تک سلولهای مغز ما از هر کدام از این کامپیوترها ضعیفتر هستند ولی در مجموع پردازش موازی اطلاعات را به نحو بسیار قویتری انجام می دهند. بسیاری از افراد معتقدند که تنها یک شبکه موازی از کامپیوترها این قابلیت را خواهد داشت که عملکرد مغز انسان را شبیه سازی کند ولی این امکان نیز وجود دارد که سرعت پردازش اطلاعات در کامپیوترها روزی آنقدر زیاد شود که در عمل بتواند همه کارهایی که مغز انسان بصورت موازی انجام میدهد را بصورت سریال انجام دهد. بعنوان مثال، برنامه شطرنج بازی کامپیوتری، تقریباً بیشتر حالات ممکن بازی را در هر مرحله بصورت فوق العاده سریع محاسبه می کند. در حالیکه مغز شطرنج باز از یک روال و استراتژی استفاده میکند و دنبال تمام حالتها نمیرود چون خیلی از آنها اساساً ارزش فکر کردن را هم ندارند. استفاده از این استراتژی کمتر وقت شطرنج باز را میگیرد ولی در مقابل، کامپیوتر چون سرعت پردازش زیادی دارد، میتواند این اضافه کاری انجام محاسبات بیشتر را براحتی جبران کند و در آخر شاید حتی وقت اضافه هم بیاورد.

اگر بخواهیم یک روایت درست کنیم که مغز آن مثل مغز آدم کار کند نمیتوانیم ۱۰۰ میلیارد CPU در آن بگذاریم. ما کارهایی مثل دیدن، شنیدن، لمس کردن، فکر کردن و غیره را میتوانیم همزمان انجام دهیم چون سلولهای مغزمان بصورت موازی کار میکنند و هر کدام وظیفه خاصی دارند. ولی در انجام همین وظیفه ها نیز مغز ما سرعت نامحدود ندارد. همینجا است که یک پردازشگر خیلی سریع خواهد توانست این کارها را به نوبت انجام دهد و در مجموع سرعتی مانند انسان از خود نشان دهد. مثلاً اول ببیند بعد بشنود بعد بو کند و

غیره و تمام اینکارها را در کسری از ثانیه تمام کند. نتیجه کار از نظر زمانی مثل همان کارهایی خواهد بود که مغز انسان بصورت موازی انجام میدهد.

هر نورون را می توان با ترانزیستورها و میکروچیپ ها مقایسه نمود و بخش ویژه تخصصی از مغز را می توان با برخی تجهیزات کامپیوتری از قبیل کارت گرافیکی مقایسه نمود. البته لازم به ذکر می باشد که این نوع مقایسه با مشکلات فراوانی همراه خواهد بود.

عمده ترین تفاوت پایه ای بین مغز و کامپیوتر در این می باشد که کامپیوترهای امروزه با یک روال پشت هم از برنامه های ورودی کار می کنند، در حالیکه هیچ برنامه واضح و قیاسی در مغز انسان دیده نمی شود. نزدیک ترین تشابه ایده پردازش منطقی می باشد. اما طبیعت و وجود چنان مساله ای یک بحث مفصل فلسفی می باشد. مدل **Turing** نشان میدهد که هرگونه محاسبه ای که می تواند توسط کامپیوتر موازی انجام شود می تواند توسط کامپیوترهای سری هم انجام شود. در واقع این مساله یک تمایز عملکردی می باشد و نه تمایز پایه ای.

در خصوص تفاوت های تکنیکی می توان عنوان داشت که مغز ساختار پیچیده ای دارد که به صورت توده های موازی می باشد، در حالیکه برنامه ریزی چنین چیزی برای برنامه ریزان کامپیوتر بسیار مشکل می باشد. اکثر سیستم های موازی به صورت غیر مستقل کار می کند، به عنوان مثال، هر کدام روی قسمت کوچک جداگانه مساله فعالیت می کنند.

مغز انسان همچنین با واسطه مواد شیمیایی و پروسس های آنالوگ درگیر است، بسیاری از آنها در سطح ابتدایی شناخته می شوند و خیلی از آنها کشف نشده است و در علم یک توضیح کلی و کامل از آن وجود ندارد. به هر حال مغز انسان، کارها و توانایی های ویژه ای دارد، مانند توانایی آموختن زبان، توسط تجربه که به مرور و معمولاً از فرهنگ های خاص طبق نظر **Hans Moravec**، توسط اطلاع از توانایی های **Retina** برای پروسس کردن تصاویر ورودی، مغز قدرت و ظرفیت پردازش تا ۱۰۰ تریلیون در ثانیه را داراست و شبیه این می باشد که از کامپیوترهای ۲۰۳۰ پیشی گرفته است.

اندازه گیری قدرت محاسبه مغز انسان بسیار سخت می باشد، زیرا مغز انسان یک محاسبه گر ساده نمی باشد. به عنوان مثال ضرب کردن ۲ عدد بزرگ می تواند توسط یک کامپیوتر در زمان کوتاه ثانیه ای انجام شود، در حالیکه انسانهای معمولی نیاز به کاغذ و خودکار برای محاسبه دارند و حداقل زمانی حدود ۵ ثانیه طول میکشد. زمانی که مغز انسان، به طور آهسته محاسبه انجام میدهد، این مساله ریاضی باعث میشود که دیتاها از میلیون ها سلول عصبی عبور کند. مغز در حال این می باشد که داده ها را از صفحه کاغذ و فضای اطراف توسط چشم اسکن کند، همچنین داده های شنیداری توسط هردو گوش دریافت و ارسال میگردند، سایر سلولهای بدن نیز درگیر دریافت و ارسال سایر اطلاعات میباشند. تمام این موارد همزمان انجام میگیرد. مغز در حال تنظیم ریت قلب، مانتیور کردن سطح اکسیژن و ریت تنفسی و میلیونها فاکتور دیگر به طور همزمان می باشد. همچنین مغز در حال مقایسه کردن دیتا از چشم و اعضا حسی در دست و بازو برای نگه داری قلم و کاغذ می باشد.

از تفاوت‌های عمده می‌توان به سرعت پردازش اطلاعات توسط مغز انسان و کامپیوتر اشاره نمود. دیگر اینکه انسان قدرت تصمیم‌گیری دارد و این مساله مخصوصاً در موارد بحرانی کمک بزرگی است انسان از روی دانش و تجربه اکتسابی خود در طول سالیان به حل مسایل می‌پردازد، ولیکن کامپیوترها قادرند که اطلاعات را محاسبه و طبقه‌بندی کند و جهت اخذ تصمیم بهتر در اختیار انسان قرار دهند. برای این کار نیز نیاز به نرم افزارهایی دارند که توسط انسان برنامه‌ریزی شده است.

جالب‌ترین نکته‌ای که باید در زمینه مقایسه پردازش اطلاعات در انسان و کامپیوتر ذکر کرد، این می‌باشد که در مغز انسان پردازش اطلاعات به صورت موازی انجام می‌شود، در صورتیکه پردازش در کامپیوتر عموماً به صورت سری انجام می‌شود. در واقع می‌توان عنوان کرد که تفاوت‌های بین انسان و کامپیوتر بسیار اساسی است و این تفاوت‌ها تنها به ارائه اطلاعات در غالب بیت‌ها و تعداد عملیات قابل انجام در ثانیه ختم نمی‌شود. نکته دیگر اینکه می‌توان به ظرفیت ذخیره‌سازی اطلاعات در انسان و کامپیوتر اشاره کرد. معمولاً با توجه به حجم حافظه‌ها در کامپیوترهای فعلی می‌توان حجم بالایی اطلاعات را ذخیره نمود، در حالیکه ظرفیت نگهداری اطلاعات در مغز یک میلیون بیت بر سانتیمتر مکعب است. لازم به ذکر است که نحوه ذخیره‌سازی اطلاعات در مغز کاملاً متفاوت می‌باشد. در مغز اطلاعات با دقت کمتر و به صورت غیر عددی و بیشتر به صورت کلی ذخیره می‌شوند. از دیگر تفاوت‌های بین مغز انسان و کامپیوتر به این مساله می‌توان اشاره نمود که انسان ذاتاً از فعالیتهای تکراری خسته می‌شود و تمایل کمی به انجام آنها دارد ولیکن از خصوصیت‌های بارز کامپیوتر توانی انجام اعمال تکرار شونده با دقت بالا می‌باشد.

یکی دیگر از مهم‌ترین مسایل در تفاوت بین این دو در قوه مسئولیت‌پذیری انسان است. کامپیوتر ماشینی است که هیچ‌گونه نظارت و مسئولیتی را بر روی عملکرد خود ندارد و تنها بر اساس برنامه‌های از پیش تعریف شده خود عمل می‌کند، از خودش اختیار تصمیم‌گیری ندارد و اگر اشتباهی در روال کار ایجاد شود مسئولیتی بر عهده آن نیست. حال آنکه انسان از این مورد مستثنی می‌باشد و بر اساس اختیار و مسئولیت بر کارها نظارت دارد.

تفاوت دیگر در ظرفیت کاری است، انسان به عنوان یک موجود زنده نیاز دارد که در بین انجام کارهایش زمانی جهت استراحت داشته باشد، بین کارهای تکراری وقفه ایجاد کند استراحت روزانه برایش الزامی است حال آنکه در کامپیوتر چنین نیست. انسان حتی در شرایط مختلف روحی و احساسی نیز دارای کارایی و بازده متفاوتی است ولیکن کامپیوترها اینطور نمی‌باشند. با استفاده از یافته جدید مشخص می‌شود فعالیت شناختی و تفکر در مغز به چه شکل انجام می‌گیرد. در رایانه با استفاده از وضعیت‌های روشن و خاموش حالت‌هایی ایجاد می‌شود که رایانه آنها را شناسایی و تبدیل به اطلاعات مورد نظر می‌کند.

به گفته محققان سلول‌های عصبی که در قشر پیشانی مغز قرار دارند در دو حالت فعال و غیر فعال و به عبارت دیگر خاموش و روشن قرار دارند که از این نظر بسیار شبیه رایانه‌ها عمل می‌کنند.

به طور کلی مغز مانند شبکه ای از ارتباط جمعی عمل می کند تا یک رایانه و سلول های عصبی ضمن برقراری ارتباط با یکدیگر امکان خلق حافظه و یادگیری را دارند .

بخش قشری پیشانی مغز در فعالیت های عالی نظیر تصمیم گیری نقش دارد و ارتباط آن با فعالیت های مختلف عالی مغز شناخته شده است .

به گفته دانشمندان در صورتی که اطلاعات بیشتری درباره شیوه فعالیت مغز به دست آید برخی از فرایندهای مهم مغزی مانند هوش و تفکر و اختلالات مربوط به آنها با دقت بیشتری بررسی می شود .

بسیاری از بیماری های مغزی و به ویژه بیماری هایی که ریشه در اختلالات رفتاری دارند بر اثر اشکال در انتقال پیام بین بخشهای مختلف مغز به وجود می آیند.

شبیه سازی مغز انسان

آی بی ام با بهره گیری از قدرتمندترین کامپیوتر خود و با همراهی پلی تکنیک سونیسی ای-پی-اف-ال روی پروژه ای کار میکند که روزی نقشه کامل مغز انسان را تهیه خواهد کرد. براساس این پروژه که مغز آبی نامگذاری شده است، محققین دو شرکت نامبرده در یک همکاری تنگاتنگ، نقشه نئوکورتکس (Neocortex) مغز انسان را تهیه خواهند کرد. کورتکس، پیچیده ترین و پیشرفته ترین قسمت مغز محسوب میشود که فقط در پستانداران یافت میشود و در مورد انسان به طرز خارق العاده ای پیشرفت کرده است. بیولوژیستها براین باور هستند که این بخش از مغز مسئول هشیاری، درک قضاوت و ادراک میباشد. قرار است وقتی محققین نقشه کورتکس را تهیه کردند، دانشمندان بقیه مغز را ترسیم نمایند. با بهره گیری از این سوپرکامپیوتر که غول آی بی ام محسوب میشود، شبیه سازی سه بعدی دیجیتال مغز در سطح مولکولی احیاء خواهد شد.

به این ترتیب، دانشمندان امیدوار هستند تا به دیدی تازه درباره قوه های مخصوصی در مغز مانند معنویت دست یابند. این سوپرکامپیوتر که فقط چند متر مربع جا میگیرد، سرعت پردازشی معادل ۲۲/۸ تریلیون عمل ممیزشناور در ثانیه (TFLOPS) را دارد و قادر است فعل و انفعالات الکترو شیمیایی مغز را بصورت آنی بازسازی نماید.

انسان در یک تصمیم گیری تعدادی عمل (action) دارد که می توانید از بین آنها یکی را انتخاب کنید. انتخاب بهترین عمل مستلزم دانستن نتایج بعدی آن کار است و نه فقط نتایج آنی آن. درک نتایج دراز مدت معمولاً می تواند به تصمیم گیری بهتر خیلی کمک کند. نکته اینجاست که تصمیم گیرنده باید بتواند بین فواید کوتاه مدت و دراز مدت که لزوماً باعث تقویت یکدیگر نمی شوند انتخاب کند. این مدل به مدل پنهان مارکوف معروف است و همه انسان ها هر روز در کارهای روزمره از آن استفاده می کنند و البته بحث آن در این مجمل نمی گنجد.

شباهت ژنتیکی موش‌ها با مجموعه ژنوم انسان باعث شده بسیاری از پژوهش‌ها و آزمایش‌های پزشکی زیست‌شناسی بر روی موش‌ها صورت گیرد. روند یادگیری و نحوه بایگانی اطلاعات در مغز انسان شباهت بسیاری به مغز موش دارد، با این تفاوت که آموخته‌های بایگانی شده در مغز انسان به راحتی پاک نمی‌شوند و البته تعداد این سلول‌ها در مغز انسان نیز بسیار بیش از آنها در مغز موش می‌باشند.

ارتباط میان سلول‌ها در مغز، ارتباط "سیناپسی" نامیده می‌شود و گاه میان دو سلول ده هزار ارتباط سیناپسی وجود دارد و با تکرار و تمرین در یادگیری، این ارتباطات سیناپسی میان سلول‌ها بیشتر و قوی‌تر می‌شوند. سلول‌های مغزی به طور مداوم در حال تبادل اطلاعات هستند و برآیند این ارتباطات مغزی، همان جریانی الکتریکی است که با دستگاه‌های مخصوص ثبت امواج مغزی (EEG) قابل اندازه‌گیری است. در محوطه بیرونی یک سلول که غشای خارجی سلول نامیده می‌شود، ذرات یا عناصر بارداری قرار گرفته‌اند که حضورشان موجب برقراری و روان شدن این جریان الکتریکی می‌شود و این جریان با عبور از سوراخ‌های کوچکی که در غشای خارجی سلول موجودند، از یک سلول به سلول مجاور منتقل می‌شود. "برت ساکمن" و "اروین نر" اولین کسانی بودند که توانستند ۳۰ سال پیش، جریانی که از این کانال‌های کوچک عبور می‌کند را اندازه‌گیری کنند. از این کار ظریف و پرزحمت آنها بعدها با جایزه نوبل قدردانی شد. جایزه نوبل پزشکی سال ۱۹۹۱ میلادی به طور مشترک به ساکمن و نر اهدا شد، اما سه سال قبل از اهدا جایزه نوبل، جایزه سه میلیون مارکی جامعه پژوهشگران و محققان آلمان به نام "مارکی لایبنیتس" ادامه و تکمیل تحقیق برای این دو دانشمند را مقدور کرد.

از مسایل مادی مغز که بگذریم، فشارهای روحی رشد مغز انسان را محدود می‌کند به گزارش پایگاه اینترنتی مجله علمی "روانکاو" آلمان، به هنگامیکه دانشمندان کودکان یتیم یک کشور اروپایی شرقی را مورد مطالعه قرار دادند، در مغز آنها "حفره سیاهی" یافتند که طبیعتاً باید "Cortex orbitofrontal" باشد. این همان بخش از مغز است که مسئولیت رشد و تحول در درک احساس و ساخت و عملکرد عواطف، تجربه زیبایی و لذت، لیاقت و هنر رفتار و برخورد عاقلانه با دیگران و مسائلی لز این دست را برعهده دارد. لبخند، تماس چشمها و وجود یک غمخوار و پرستار سبب آرامش و آسودگی خاطر و همزمان نیز ترشح هورمون‌هایی در این ناحیه از مغز می‌گردد یعنی در آن بخشی که در همان سال‌های نخستین شکل می‌گیرد و در پختگی رشد و تحول رفتار اجتماعی سرنوشت ساز است.

گروهی از دانشمندان که در حال امکان‌سنجی طرح انتقال اطلاعات و هوشیاری از مغز انسان به رایانه‌ها هستند به تازگی اعلام کرده‌اند که این امر تا سال ۲۰۵۰ ممکن می‌شود. به نظر آنان تا سال ۲۰۷۵ یا ۲۰۸۰ فن‌آوری انتقال اطلاعات و هوشیاری از مغز به رایانه ارزان شده و در دسترس همگان قرار خواهد گرفت. بسیاری از مطالعات مبنی بر این است که انسان‌ها کمتر از ده درصد از نیروی بالقوه مغز خود را مورد استفاده قرار می‌دهند. برخی از دانشمندان معتقدند سلول‌های حافظه در نقاط مشخصی از مغز قرار دارند و برخی دیگر بر این باورند که حافظه در قسمت‌های مختلف مغز پخش است و منطقه مشخصی از مغز را نمیتوان برای حافظه در نظر گرفت.

هر زمان که انسان چیزی می آموزد آموخته ها در قسمت هایی از مغز رمز گذاری **encoded** میشود برخی از اطلاعات یا وقایع درون مغز ما **hardcoded** هستند و هرگز فراموش نمی شوند. به عنوان مثال وقتی ما شنا کردن را می آموزیم هرگز آنرا فراموش نمی کنیم. به عنوان مثالی دیگر می توان گفت هنگامی که ما می آموزیم $1+1=2$ هرگز آن را فراموش نمی کنیم زیرا درون مغز ما **hardcoded** می شود. البته اگر به هر دلیلی سلول های مغزی ما از بین برود، اطلاعاتی که در آن قسمت ذخیره شده نیز از بین می رود.

بسیاری از متخصصین اعصاب بر این باورند که یادگیری، سبب تحریک پیوند های دندریت جدید در اطراف نوروں ها می شود. استفاده بیشتر از مغز در یادگیری، پیوند های دندریت بیشتری ایجاد می کند. بنابراین وقتی ما بیشتر و بیشتر یاد می گیریم باهوش تر می شویم. بدست آوردن علم و حکمت بستگی به این دارد که چگونه ما یاد می گیریم و چگونه آنچه را که آموخته ایم به کار می بندیم.

تا حال تلاش های زیادی در زمینه قیاس توانایی ها و تفاوت های بین مغز انسان و کامپیوتر صورت گرفته است. بنا بر گفته **Hans Moravec** با پیش بینی که از روی قرانن صورت گرفته است با توجه به توانایی های شبکه در پردازش ورود تصاویر، مغز انسان ظرفیت پردازش ۱۰۰ تریلیون دستور را در ثانیه دارد که احتمال می رود این توانایی را بتوان در کامپیوتر های سال ۲۰۳۰ مشاهده نمود.

عملکرد مغز انسان در لحظه بیدار شدن از خواب همانند بوت شدن رایانه است:

تحقیقات جدید نشان می دهد در لحظه بیدار شدن انسان از خواب، بخش موسوم به ساقه مغز شروع به ارسال ماده ای موسوم به "اکسید نیتريك" به بخش دیگری از مغز موسوم به "تالاموس" کرده و "تالاموس" نیز این ماده را به سایر نقاط مغز می فرستد که محققان این فرایند را به اجرا شدن "سیستم عامل" یا "بوت شدن" در رایانه ها پیش از آغاز فعالیت آنها، تشبیه می کنند.

به گزارش بخش خبر شبکه فن آوری اطلاعات ایران، از ایرنا، رایانه پیش از اجرای برنامه های پیچیده، سیستم عامل خود را راه اندازی و به اصلاح "بوت" می شود و در مغز انسان نیز "اکسید نیتريك" سبب بروز وضعیتی شده که در پی آن مغز برای انجام محاسبات پیچیده تر آماده می شود.

در لحظه بیدار شدن انسان در صبحگاه، حواس مختلف انسان حجم زیادی از اطلاعات را در رابطه با نور خورشید، صدای زنگ ساعت و مواردی از این قبیل به مغز می فرستند که تمامی این اطلاعات باید در مغز پردازش و سازمان دهی شوند تا مغز بتواند محیط اطراف را درک کرده و برای انجام فعالیتهای روزانه پیچیده تر آماده شود. مطالعه جدیدی که توسط محققان دانشگاه "ویک فارست" در آمریکا و با هزینه موسسه ملی چشم این کشور صورت گرفته نشان می دهد تصورات قبلی از عملکرد مولکول کوچک و دو اتمی "اکسید نیتريك" و همچنین وظایف "تالاموس" در مغز چندان صحیح نیست. پیش از این تصور می شد "تالاموس" در مغز تنها همانند دریچه ای عمل می کند که اطلاعات جمع آوری شده توسط اعصاب بدن از آن به بخش "کورتکس" مغز

هدایت می‌شوند و اما مطالعه جدید نشان می‌دهد که "تالاموس" نقش کنترلی نیز داشته و بر اطلاعات ورودی و خروجی مغز نظارت می‌کند.

به گفته محققان، نتایج این مطالعه می‌تواند به درمان بیماری‌هایی مانند حواس پرتی و "شیزوفرنی" که با میزان هوشیاری بیمار ارتباط دارند، کمک کرده و همچنین به فهم این مطلب که انسان چگونه محیط اطراف خود را درک می‌کند، کمک کند.

گنجایش مغز انسان چند مگا بایت است؟

در گذشته وقتی می‌خواستند این ظرفیت را بر مبنای واحدهای آشنایی مانند بیت‌های رایانه‌ای بیان کنند، از روش شمارش سیناپس‌های مغز سود می‌جستند. در این روش تعداد سیناپس‌های مغز شمارش می‌شد و سپس ظرفیت ذخیره‌سازی اطلاعات از سوی هر سیناپس را که حدود چند بیت ناقابل است، محاسبه و نتیجه را در هم ضرب می‌کردند. نتیجه غیر قابل باوری که حاصل می‌شد این بود که مغز انسان می‌تواند حدود ۱۰ به توان ۱۴ بیت داده را در خود ذخیره سازد یعنی ۱۰ ترابایت (هر ترابایت تقریباً معادل ۱۰۴۸۵۷۶ مگا بایت است) آیا این توانایی واقعی ذهن ما در به خاطر سپاری و یادآوری داده است؟

مغز انسان دارای حدود ۱۰۰ میلیون رگ و چند میلیارد سلول‌های عصبی است که باعث می‌شوند انسان با تحریک‌های مختلف و تغییرات، به سرعت سازگار شود. به عنوان مثال این سلول‌ها برای شناسایی نور خورشید، صداهای بلند و کوتاه، بوییدن غذاهای مختلف و هر چیزی که حس می‌کنیم، به ما یاری می‌دهند. پروژه مغز آبی که از آن صحبت شد (یک ابرکامپیوتر است)، در لوزان سوئیس، برای آشنایی بیشتر با این سلول‌ها استفاده کرده‌اند. مغز آبی بیش از ۱۰ هزار رگ سلول عصبی را شبیه‌سازی کرده که بسیار شبیه به مغز انسان می‌باشد. این رگ‌ها در امتداد سلول‌های خاکستری مغزی بوده و پردازش‌های پیشرفته مغز را انجام می‌دهند. آن‌ها دارای ۰/۵ میلی‌متر قطر و ۲ الی ۵ میلی‌متر ارتفاع هستند و همانند شانه‌های عسل کنار هم مرتب شده‌اند. اولین هدف پروژه مغز آبی ساخت یک نرم افزار دقیق با یک الگوی همانند از روی این رگ‌ها در طول ۲ یا ۳ سال آینده است. هنری مارکرام، یکی از مقامات مسوول این پروژه، اعلام کرد که اولین الگوی ساخته شده این رگ‌ها را با توجه به مغزهای انواع مختلف بشر از نسل‌های مختلف خواهیم ساخت و سپس با الگوبرداری از آن‌ها و ترکیب نتایج، یک ساختار نهایی خواهیم ساخت که تقریباً همه را شامل شود. این مدل نشان خواهد داد که چه مقدار از حافظه باقی مانده و چه مقدار از بین رفته است. همچنین این مدل می‌تواند نقاط آسیب‌پذیر و آسیب دیده مغز را مشخص نموده و منشأ کسالت‌ها و اختلالات انسان را مشخص نماید. همچنین با استفاده از این مدل می‌توان علت بسیاری از رفتارهای عجیب و غریب و بیماری‌های روانی را مشخص کرد. مارکرام همچنین عنوان کرد که با این مدل‌سازی امکان شناسایی و احتمالاً پیشگیری از امراضی نظیر افسردگی، توهم و هذیان‌گویی به وجود خواهد آمد. داشتن یک مدل کامپیوتری دقیق از مغز این

امکان را به افراد متخصص خواهد داد که به جای انجام آزمایشات بسیار سخت در آزمایشگاه ها، با استفاده از کامپیوتر تحقیقات خود را انجام دهند. با استفاده از این مدل، شبیه سازی های مورد نیاز در کمتر از چند ثانیه انجام خواهد شد، در حالی که معادل این کار در آزمایشگاه بیش از یک روز زمان لازم خواهد داشت.

همچنین مقایسه فعالیت های مغز مدل با مغز یک انسان مریض به صورت کامپیوتری این امکان را به متخصصان خواهد داد که منشأ بیماری را پیدا نمایند. یکی دیگر از امتیازات این شبیه سازی، امکان دسترسی به اطلاعات تک تک رگ ها و سلول های عصبی مغز با استفاده از این ابرکامپیوتر آبی بی ام است. تیم دکتر مارکرام، عملیات خود را از اندازه گیری ۱۲ رگ عصبی مغز یک موش آغاز می نمایند و مشخص می نمایند که ساختمان فیزیکی و مشخصات الکترونیکی هر عصب به چه شکل است و اثر آن ها بر عصب کنار آن به چه شکل است. البته آن ها می دانند که تحقیق بر روی شبکه رگ ها و ساختار آن ها با ساختار کل مغز بسیار متفاوت است. نسل آبی، ابرکامپیوتر آبی بی ام در ماه جولای راه اندازی شد و در ماه آگوست امسال اولین مدل شبیه سازی که شامل ۲۵ هزار عصب ساده بود در مدت ۶۰ ثانیه بر روی آن شبیه سازی گردید. در آینده نزدیک نیز قرار است این شبیه سازی از ۱۰ هزار عصب پیچیده صورت گیرد که مسلماً زمان بیشتری لازم خواهد داشت. ابرکامپیوتر نسل آبی دارای پردازنده ۸۰۹۶ است که حداکثر امکان شبیه سازی ۱۰۰ میلیون عصب ساده را خواهد داشت. این مقدار عصب ساده تنها نیمی از مغز یک موش می باشد. بنابراین برای شبیه سازی مغز انسان احتیاج به کامپیوترهای قوی تری می باشد که با توجه به رشد سریع تکنولوژی پردازنده ها و حافظه ها انتظار می رود که تا ۱۰ سال آینده ابرکامپیوتری تولید شود که امکان شبیه سازی کل مغز انسان را داشته باشد. به طور متوسط مغز ۳۰۰ گرمی انسان دارای ۱۰۰ میلیارد عصب است و مغز ۹۰ گرمی یک اختاپوس ۳۰۰ میلیون عصب دارد.

دکتر اوریلی بیان میکند که قسمت جلوی نیمکره مغز و قسمت پائین و پشت آن نقشی شبیه یک کامپیوتر را دارند و این یافته به ما در درک بهتر عملکرد مغز و رابطه آن با هوش و ذکاوت انسان است یاری میدهد. به گفته این دانشمند کامپیوترهای دیجیتال با استفاده از سونیچ های مخصوص قابل انعطاف بوده و با دادن سیگنال های مضاعف الکتریکی خاموش و روشن میشوند و مغز انسان هم دارای مکانیزم کاملاً مشابهی با این کامپیوترهاست. دکتر اوریلی اضافه میکند که اعصاب قسمت جلوی نیمکره مغز دارای عملکرد دوگانه هستند که یا فعال و یا غیر فعالند و قسمت پشت نیمکره مغز مانند سونیچ بزرگی است که به اعصاب قسمت جلوی مغز دستور روشن و خاموش میدهد.

گوسانگ لیو، محقق بخش حافظه و یادگیری MIT، در زمینه فعالیت های محاسباتی مغز انسان به کشفی جدید دست یافته است. در حالی که کامپیوترهای امروزی از سیستم دودویی صفر و یک برای پردازش استفاده می کنند، نرون های سیستم عصبی انسان، سیگنال های الکترونیکی خود را به کمک یک سیستم سه تایی صفر، یک و منفی یک مخابره می کنند. بدین ترتیب چند فعل و انفعال جدید به هنگام پردازش روی خواهد داد: سیگنال ها قادر به جمع شدن با یکدیگر و یا از بین بردن اثر هم خواهند بود. اطلاعات مختلف به هم پیوند خورده و یا یکدیگر را باطل می کنند.

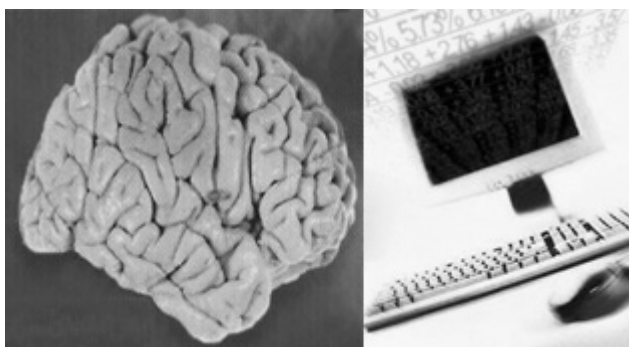
کامپیوترها قادر به صرفنظر از اطلاعات نبوده و این قابلیت، منحصر به مغز انسان است. اما پیش‌بینی می‌شود که سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای آینده بر اساس سیستم‌های فعالیتهای بدین ترتیب دانسته‌های امروزی در دهه آتی، منسوخ و مهجور شمرده خواهند شد. بهترین راه مطالعه پدیده‌های ذهنی مطالعه آنها در سطوح چندگانه تحلیل است. این سطوح اغلب به سه دسته تقسیم می‌شوند:

سطح محاسبه‌ای (رفتاری): که رفتار مسقیماً قابل مشاهده را توصیف می‌نماید.
سطح الگوریتمی (کارکردی): که چگونگی پردازش اطلاعات برای ایجاد رفتار برونداد را توصیف می‌کند.
سطح اجرایی (فیزیکی): که اجزای فیزیکی سامانه را توصیف می‌کند (مانند مغز، اعصاب).

قیاسی که معمولاً برای توصیف سطوح تحلیل به کار می‌رود همان مقایسه مغز با رایانه است. سطح فیزیکی سخت‌افزار رایانه را تشکیل می‌دهد، سطح رفتاری به مثابه نرم‌افزار رایانه است و سطح کارکردی نقش سیستم عامل رایانه را دارد که امکان ارتباط بین بخش‌های نرم‌افزار و سخت‌افزار را فراهم می‌آورد. سطوح چندگانه تحلیل این اعتقاد را به وجود می‌آورد که "هوش" و "ذهن" هرچه که باشند صرفاً ریشه در مغز دارند و از هیچ چیز غیر فیزیکی‌ای استفاده نمی‌کنند و با هیچ چیز غیر فیزیکی‌ای وابستگی و ارتباط ندارند. با این وجود اتفاق نظری منطقی وجود دارد که سخن گفتن از سازمان ذهن بدون اشاره به سازمان مغز معنادار است و متخصصان علوم شناختی صرفاً عصب‌شناس نیستند. متخصصان علوم شناختی می‌توانند ادعا کنند که آنچه آنان در باره توانایی استدلال می‌گویند در سطح کارکردی انتزاع صادق است، در حالی که آنچه متخصصان علوم عصب‌شناختی می‌گویند در سطح فیزیکی - محل اجرایی سطح کارکردی - صادق است. یکی از توانایی‌های پیچیده مغز انسان، توانایی تکلم است. توانایی فراگیری و درک زبان فرایندی بسیار پیچیده است. زبان در چند سال اولیه زندگی فراگرفته می‌شود و تقریباً تمام انسان‌ها تحت شرایط طبیعی، توانایی فراگیری کامل زبان را دارند.

یکی دیگر از کارهای مشکل مغز احساس تحریک یا درد است. در این باره باید گفت: دستگاه عصبی با داشتن نورونها، هدایت تحریکات را به عهده دارد. تحریکات را حس می‌کند به مغز می‌فرستد در مقابل بخش تحریک شده که تحریک را حس کرده است واکنش نشان می‌دهد. این تحریکات اکثر اوقات از طریق نورون‌های واسط صورت می‌گیرد. زیرا به ندرت یک نورون بسیار بلند در بدن یافت می‌شود. تحریکات باعث تولید مواد شیمیایی می‌شوند، این واسطه‌های شیمیایی از راس انشعابات انتهایی اکسون و دندریت که غالب اندامک‌های جسم سلولی را دارا هستند، تولید می‌شوند.

در یک بررسی اجمالی در مقایسه بین مغز انسان و کامپیوتر میتوان به نکات زیر اشاره نمود:



- مغز انسان از مواد شیمیایی برای انتقال اطلاعات استفاده میکند ولی در کامپیوتر از الکتریسیته برای اینکار استفاده میشود. اگر چه سیگنالهای الکتریکی با سرعت بسیار زیادی در سیستم عصبی حرکت می کنند ولی حرکت آنها درون سیم های کامپیوتر بسیار سریعتر است.
- هم کامپیوتر و هم مغز انسان دارای حافظه قابل افزودن هستند. در کامپیوتر حافظه توسط تراشه های کامپیوتری اضافه میگردد ولی حافظه در مغز انسان توسط اتصالات سیناپسی (پیوستگاه بین زوائد دو نورون یا بین یک نورون و یک عضو اجراگر که در آنجا تکانه های عصبی از راه های الکتریکی یا شیمیایی منتقل میشوند) قوی تر افزون می گردد.
- هم مغز انسان و هم کامپیوتر قدرت یادگیری و سازگاری دارند ولی مغز انسان بسیار راحت تر و سریع تر چیز های جدید را یاد میگیرد. از طرفی مغز انسان قادر است وظایف چندگانه (نظیر تنفس و ضربان قلب و اعمال ذهنی) را توسط سیستم عصبی اتوماتیک انجام دهد ولی کامپیوترها میتوانند بسیاری وظایف پیچیده را همزمان انجام دهند که برای مغز مشکل است.

- هم کامپیوتر و هم مغز انسان نیاز به انرژی دارند. در مغز انسان این انرژی توسط قند و مواد مغذی تامین میگردد ولی در کامپیوتر این وظیفه را الکتریسیته بر عهده دارد.
- هم کامپیوتر و هم مغز انسان آسیب پذیرند ولی تعمیر یک کامپیوتر با تعویض قطعات معیوب راحت تر صورت می گیرد اگر چه در زمینه پیوند سلول های عصبی برای برخی آسیب های قطعی سیستم عصبی نظیر بیماری پارکینسون نیز اقداماتی صورت گرفته است. در کامپیوتر ها در اثر بروز ایراد فنی سیستم از کار خواهد افتاد ولی در مغز انسان در برخی موارد یک سیستم پشتیبان به نام **Built-in back up system** وجود دارد که در صورت بروز آسیب در برخی از مسیرها و معمولا مسیر دیگری وجود دارد که جایگزین مسیر آسیب دیده گردد.
- مغز انسان هیچگاه، حتی در هنگام خواب، خاموش نمی شود و همواره فعال است.
- هم کامپیوتر و هم مغز انسان قادرند عملیات منطقی و محاسباتی انجام دهند اگر چه مغز انسان در بازگو نمودن دنیای بیرونی و ایده های جدید قوی تر عمل میکند و همچنین قدرت **imagination** دارد.
- در مغز انسان پردازش اطلاعات به صورت موازی انجام میشود در صورتی که پردازش در کامپیوتر ها عموما به صورت سری انجام می شود تنها در برخی کاربردهای خیلی پیشرفته کامپیوتری، مانند کاربردها در علوم و فناوری استفاده از پردازش موازی را میتوان مشاهده کرد.
- ظرفیت نگهداری اطلاعات در مغز یک میلیون بیت بر سانتیمتر مکعب است. در نتیجه کل ظرفیت مغز که در آن بیش از $1/5 \times 10^{11}$ نرون درگیر میشوند، برابر 10^{12} بیت خواهد شد. البته باید اشاره کرد که روش ذخیره سازی اطلاعات در مغز اساسا متفاوت است. در مغز اطلاعات با دقت کمتر (بصورت غیر عددی) و بیشتر به صورت کلی ذخیره میشود.

شباهتها

هر دو :

- داراي حافظه هستند.
- داراي واحد پردازش مي‌باشند.
- داراي واحدهاي ورود و خروج اطلاعات (DATA) هستند.
- ميتوانند با هم‌نوع خود ارتباط برقرار کنند.
- محدوديت گنجایش حافظه دارند.
- ميتوانند اطلاعات خود را ناخواسته از دست بدهند.
- نیاز به مصرف انرژی دارند.
-

تفاوتها:

- در انسان خودآگاهی وجود دارد
- در انسان هوش و قدرت تحلیل و تفسیر داده‌ها و اطلاعات وجود دارد
- پردازش در مغز بصورت موازي و در کامپیوتر بصورت سري صورت مي‌گیرد
- اطلاعات در کامپیوتر دوسطحي و در مغز دست‌کم سه سطحي هستند
- حافظه در مغز انسان هرگز کاملاً پاک نمی‌شود
- نوع ذخیره سازی و بازیابی کاملاً متفاوت است
- فعاليتها در کامپیوتر الكتريكي و در مغز الكتروشيميائي است
- مغز دچار خستگی میشود
- بررسی در مغز به صورت دقت در حد لزوم (Fuzzy) است اما در کامپیوتر کاملاً دقیق
- حجم حافظه در مغز خیلی بیشتر از کامپیوترهاي امروزي است
-

برخی از امتیازات کامپیوتر بر انسان

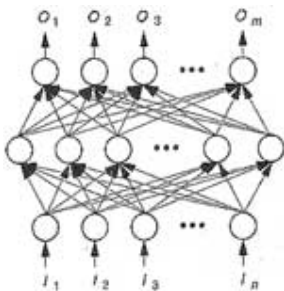
- کامپیوتر، بسیار سریعتر است و حجم حافظه بیشتری دارد (مقایسه هر سلول با مثلاً یک CPU پنتیوم).
- خیلی ها معتقدند که تنها یک شبکه موازی از کامپیوترها قابلیت اینرا خواهد داشت که عملکرد مغز انسان را شبیه سازی کند ولی این امکان نیز وجود دارد که سرعت پردازش اطلاعات در کامپیوترها روزی آنقدر زیاد شود که در عمل بتواند همه کارهایی که مغز انسان بصورت موازی انجام میدهد را بصورت سریال انجام دهد و از نظر سرعت هم کم نیاورد. بعنوان مثال، برنامه شطرنج بازی که کاسپاروف قهرمان جهان را شکست داد تقریباً بیشتر حالات ممکن بازی را در هر مرحله بصورت فوق العاده سریع محاسبه میکرد در حالیکه مغز شطرنج باز از استراتژی استفاده میکند و دنبال تمام حالتها نمیرود چون خیلی از آنها اساساً بی ارزش هستند. استفاده از این استراتژی کمتر وقت شطرنج بازرا میگیرد ولی در مقابل، کامپیوتر چون سرعت پردازشش خیلی زیاد شده، میتواند این اضافه کاری انجام محاسبات بیشتر را براحتی جبران کند و در آخر شاید حتی وقت اضافه هم بیاورد.
- شبکه اینترنت توانایی ارتباطات و تبادل اطلاعات همزمان و در مسافتهای طولانی فراهم آمده است.
- بکارگیری ابزارهای دیجیتالی، انسان را قادر می سازد کار اطلاعاتی را با کارایی، عمق و خلاقیت بیشتر انجام دهد.

برخی از امتیازات انسان بر کامپیوتر:

- هوش انسانی بسیار پیچیدهتر و گستردهتر از سیستمهای رایانه‌ای است و توانمندیهای برجسته‌ای مانند: استدلال، رفتار، مقایسه، آفرینش و بکار بستن مفهوما را دارد.
- انسان قادر به درک مسائلی می‌باشد و می‌داند چگونه حل میشوند که کامپیوتر های معمولی قابلیت حل محدودی در آن مسائل دارند.
- سرعت پردازش موازی مغز انسان از پردازش سریال کامپیوتر بالاتر است.
- سلولهای مغز ما در انجام کارهای مختلف هماهنگ با هم و در جهت یک هدف مشخص فعالیت میکنند ولی کامپیوترهایی که من و شما و دیگران به اینترنت وصل کرده ایم هر کدام برای خودشان بصورت مستقل کار میکنند و نه در جهت هدف مشترکی. در نتیجه با اینکه تک تک سلولهای مغز ما از هر کدام از این کامپیوترها ضعیفتر هستند ولی در مجموع پردازش موازی اطلاعات را به نحو بسیار قویتری انجام میدهند.
- در پردازش اطلاعات در مغز انسان، سیگنالها قادر به جمع شدن با یکدیگر و یا از بین بردن اثر هم خواهند بود و اطلاعات مختلف به هم پیوند خورده و یا یکدیگر را باطل می‌کنند. اما کامپیوترها قادر به صرفنظر از اطلاعات نبوده و این قابلیت، منحصر به مغز انسان است.

از سلول های عصبی انسانی تا سلول های عصبی مصنوعی

امروزه شبکه های عصبی در کاربردهای مختلفی نظیر مسائل تشخیص الگو^{۱۳} که خود شامل مواردی مانند تشخیص خط، شناسایی گفتار، پردازش تصویر مسائلی از این دست می شود و نیز مسائلی مانند دسته بندی (Classification Problems) متون و یا تصاویر، به کار می روند. در کنترل یا مدل سازی سیستم هایی که ساختار داخلی ناشناخته یا بسیار پیچیده ای دارند نیز به صورت روز افزون از شبکه های عصبی مصنوعی استفاده می شود.



به صورت خلاصه می توان گفت که شبکه های عصبی در حل سه گروه از مسائل بیشترین کاربرد را یافته اند: مسائلی که دارای راه حل الگوریتمیک نیستند، مسائلی که راه حل الگوریتمیک بسیار پیچیده ای دارند و نیز مسائلی که انسان در حل آنها موفقتر از ماشین عمل می کند. ما این شبکه های عصبی را با تلاش اولیه در جهت یافتن خصوصیات اساسی سلول های عصبی و اتصالات آنها، هدایت می کنیم. سپس بطور معمول یک کامپیوتر را برای شبیه سازی این خصوصیات برنامه ریزی می کنیم.

اگر چه بدلیل اینکه دانش ما از سلول های عصبی ناقص است و قدرت محاسبات ما محدود است، مدل های ما لزوما آرمان های خام و ناقصی از شبکه های واقعی سلول های عصبی است .

یک شبکه عصبی چیست ؟

یک شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network) ایده ای است برای پردازش اطلاعات که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده و مانند مغز به پردازش اطلاعات می پردازد . عنصر کلیدی این ایده ، ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات است . این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق العاده بهم پیوسته تشکیل شده (neurons) که برای حل یک مساله با هم هماهنگ عمل می کند . ANN ها ، نظیر انسانها ، با مثال یاد می گیرند ، یک ANN برای انجام وظیفه های مشخص ، مانند شناسایی الگوها و دسته بندی اطلاعات ، در طول یک پروسه یادگیری ، تنظیم می شود. در سیستم های زیستی یادگیری با تنظیماتی در اتصالات سیناپسی که بین اعصاب قرار دارد همراه است . این روش ANN ها هم می باشد .

¹³ - Pattern Recognition

سابقه تاریخی :

به نظر می آید شبیه سازی های شبکه عصبی یکی از پیشرفت های اخیر باشد . اگر چه این موضوع پیش از ظهور کامپیوتر ها بنیان گذاری شده و حداقل یک مانع بزرگ تاریخی و چندین دوره مختلف را پشت سر گذاشته است .

خیلی از پیشرفت های مهم با تقلید ها و شبیه سازی های ساده و ارزان کامپیوتری بدست آمده است . در پی یک دوره ابتدائی اشتیاق و فعالیت در این زمینه ، یک دوره ی بی میلی و بدنامی را هم پشت سر گذاشته است . در طول این دوره سرمایه گذاری و پشتیبانی حرفه ای از این موضوع در پایین ترین حد خود بود ، پیشرفت های مهمی به نسبت تحقیقات محدود در این زمینه صورت گرفت ، که بدین وسیله پیشگامان قادر شدند تا به گسترش تکنولوژی متقاعد کننده ای بپردازند که خیلی برجسته تر از محدودیت هایی بود که توسط **Minsky** و **papert** شناسانده شد . **minsky** و **papert** ، کتابی را در سال ۱۹۶۹ منتشر کردند که در آن عقیده عمومی راجع به میزان محرومیت شبکه های عصبی را در میان محققان معین کرده بود و بدین صورت این عقیده بدون تجزیه و تحلیل های بیشتر پذیرفته شد . هم اکنون ، زمینه تحقیق شبکه های عصبی از تجدید حیات علایق و مناظر با آن افزایش سرمایه گذاری لذت می برد .

اولین سلول عصبی مصنوعی در سال ۱۹۴۳ بوسیله یک **neurophysiologist** به نام **warrenmcculloch**

یک منطق دان به نام **Walter pits** ساخته شد . اما محدودیتهای تکنولوژی در آن زمان اجازه کار بیشتر به آنها نداد .

چرا از شبکه های عصبی استفاده می کنیم ؟

شبکه های عصبی ، با قابلیت قابل توجه آنها در استنتاج معانی از داده های پیچیده یا مبهم ، میتواند برای استخراج الگوها و شناسایی روشهایی که آگاهی از آنها برای انسان و دیگر تکنیک های کامپیوتری بسیار پیچیده و دشوار است به کار گرفته شود . یک شبکه عصبی تربیت یافته می تواند به عنوان یک متخصص در مقوله اطلاعاتی ای که برای تجزیه تحلیل به آن داده شده به حساب آید . از این متخصص می توان برای برآورد وضعیت های دلخواه جدید و جواب سوال های " چه می شد اگر " استفاده کرد .
مزیت های دیگران شامل موارد زیر می شود :

یادگیری انطباق پذیر : قابلیت یادگیری نحوه انجام وظایف بر پایه اطلاعات داده شده برای تمرین و تجربه های مقدماتی .

سازماندهی توسط خود : یک ANN می تواند سازماندهی یا ارائه اش را ، برای اطلاعاتی که در طول دوره یادگیری دریافت می کند ، خودش ایجاد کند .

عملکرد بهنگام (Real time) : محاسبات ANN می تواند بصورت موازی انجام شود ، و سخت افزارهای مخصوصی طراحی و ساخته شده است که می تواند از این قابلیت استفاده کند .

تحمل اشتباه بدون ایجاد وقفه در هنگام کدگذاری اطلاعات : خرابی جزئی یک شبکه منجر به تنزل کارایی متناظر با آن می شود . اگر چه تعدادی از قابلیت های شبکه ممکن است حتی با خسارت بزرگی هم باقی بماند .

شبکه های عصبی در مقابل کامپیوترهای معمولی :

شبکه های عصبی نسبت به کامپیوتر های معمولی مسیر متفاوتی را برای حل مسئله طی می کنند . کامپیوترهای معمولی یک مسیر الگو ریتمی را استفاده می کنند به این معنی که کامپیوتر یک مجموعه از دستوالعمل ها را به قصد حل مسئله پی می گیرد . بدون اینکه ، قدم های مخصوصی که کامپیوتر نیاز به طی کردن دارد ، شناخته شده باشند کامپیوتر قادر به حل مسئله نیست . این حقیقت قابلیت حل مسئله ی کامپیوترهای معمولی را به مسائلی ، محدود می کند که قادر به درک آنها هستیم و می دانیم چگونه حل می شوند . اما اگر کامپیوترها می توانستند کارهایی را انجام دهند که ما دقیقاً نمیدانیم چگونه انجام دهیم ، خیلی پر فایده تر بودند .

شبکه های عصبی اطلاعات را به روشی مشابه با کاری که مغز انسان انجام می دهد پردازش می کنند . آنها از تعداد زیادی از عناصر پردازشی (سلول عصبی) که فوق العاده بهم پیوسته اند تشکیل شده است که این عناصر به صورت موازی با هم برای حل یک مسئله مشخص کار می کنند . شبکه های عصبی با مثال ها کار می کنند و نمی توان آنها را برای انجام یک وظیفه خاص برنامه ریزی کرد مثال ها می بایست با دقت انتخاب شوند در غیر این صورت زمان سودمند ، تلف می شود و یا حتی بدتر از این شبکه ممکن است نادرست کار کند ، عملکرد آن غیر قابل پیش گویی است .

از طرف دیگر ، کامپیوتر های معمولی از یک مسیر مشخص برای حل یک مسئله استفاده می کنند . راه حلی که مسئله از آن طریق حل می شود باید از قبل شناخته شود و به صورت دستورات کوتاه و غیر مبهمی شرح داده شود . این دستورات سپس به زبان های برنامه نویسی سطح بالا برگردانده می شود و بعد از آن به کدهایی که کامپیوتر قادر به درک آنها است تبدیل می شود . به طور کلی این ماشین ها قابل پیش گویی هستند و اگر چیزی به خطا انجام شود به یک اشتباه سخت افزاری یا نرم افزاری بر می گردد .

شبکه های عصبی و کامپیوترهای معمولی مکمل یکدیگرند . وظایفی وجود دارد که بیشتر مناسب روش های الگو ریتمی هستند نظیر عملیات محاسباتی و وظایفی نیز وجود دارد که بیشتر مناسب شبکه های عصبی هستند . حتی فراتر از این ، مسائلی وجود دارد که نیازمند به سیستمی است که از ترکیب هر دو روش بدست

می آید (بطور معمول کامپیوترهای معمولی برای نظارت بر شبکه های عصبی به کار گرفته می شوند) به این قصد که بیشترین کارایی بدست آید .
شبکه های عصبی معجزه نمی کنند اما اگر خردمندانه به کار گرفته شوند نتایج شگفت آوری را خلق میکنند .

نتیجه گیری

اگر چه نورون ها یا سلول های عصبی در مغز را می توان مشابه ترانزیستور ها در یک تراشه کوچک microchip دانست و قسمت های ویژه ای از مغز انسان را مشابه کارت های گرافیکی و دیگر اجزای سیستم دانست ولی چنین مقایسه ای ممکن است اشتباه برانگیز باشد. شاید اساسی ترین اختلاف بین مغز انسان و کامپیوتر در این است که کامپیوتر های امروزی توسط الگوریتم ها و دستور های ترتیبی مشخصی توسط یک برنامه ورودی کار می کنند در صورتی که هیچ آنالوژی مشخصی در برنامه هایی که در مغز انسان صورت می گیرد وجود ندارد. مکانیسم فراگیری و آموزش مغز اساسا بر تجربه استوار است. مدل های الکترونیکی شبکه های عصبی طبیعی نیز بر اساس همین الگو بنا شده اند و روش برخورد چنین مدل هایی با مسائل، با روش های محاسباتی که به طور معمول توسط سیستم های کامپیوتری در پیش گرفته شده اند، تفاوت دارد. امتیاز شبکه عصبی این است که خودش کشف می کند که چگونه مسئله را حل کند ، عملکرد آن غیر قابل پیش گویی است.

می دانیم که حتی ساده ترین مغز های جانوری هم قادر به حل مسائلی هستند که اگر نگوییم که کامپیوترهای امروزی از حل آنها عاجز هستند، حداقل در حل آنها دچار مشکل می شوند. به عنوان مثال، مسائل مختلف شناسایی الگو، نمونه ای از مواردی هستند که روش های معمول محاسباتی برای حل آنها به نتیجه مطلوب نمی رسند. در حالی که مغز ساده ترین جانوران به راحتی از عهده چنین مسائلی بر می آید. تحقیقات در این زمینه نشان داده است که مغز، اطلاعات را همانند الگوها (pattern) ذخیره می کند. فرآیند ذخیره سازی اطلاعات به صورت الگو و تجزیه و تحلیل آن الگو، اساس روش نوین محاسباتی را تشکیل می دهند. این حوزه از دانش محاسباتی (computation) به هیچ وجه از روش های برنامه نویسی سنتی استفاده نمی کند و به جای آن از شبکه های بزرگی که به صورت موازی آرایش شده اند و تعلیم یافته اند، بهره می جوید.
یک شبکه عصبی مصنوعی^{۱۴} ایده ای است برای پردازش اطلاعات که از سیستم عصبی زیستی الهام گرفته شده و مانند مغز به پردازش اطلاعات می پردازد. عنصر کلیدی این ایده، ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات

¹⁴ - Artificial Neural Network (ANN)

است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق العاده بهم پیوسته تشکیل شده (neurons) که برای حل یک مسأله با هم هماهنگ عمل می‌کند. ANN ها، نظیر انسانها، با مثال یاد می‌گیرند. یک ANN برای انجام وظیفه ای مشخص، مانند شناسایی الگوها و دسته بندی اطلاعات، در طول یک پروسه یاد گیری، تنظیم می‌شود. در سیستم های زیستی یاد گیری با تنظیماتی در اتصالات سیناپسی که بین اعصاب قرار دارد همراه است. این روش ANN ها هم می‌باشد.

شبکه های عصبی نسبت به کامپیوتر های معمولی مسیر متفاوتی را برای حل مسئله طی می‌کنند. کامپیوترهای معمولی یک مسیر الگوریتمی را استفاده می‌کنند به این معنی که کامپیوتر یک مجموعه از دستور العمل‌ها را به قصد حل مسئله پی می‌گیرد. بدون اینکه، قدم های مخصوصی که کامپیوتر نیاز به طی کردن دارد، شناخته شده باشند کامپیوتر قادر به حل مسئله نیست. اما اگر کامپیوتر ها می‌توانستند کار هایی را انجام دهند که ما دقیقاً نمیدانیم چگونه انجام دهیم، خیلی پرفایده‌تر بودند. شبکه های عصبی و کامپیوتر های معمولی با هم در حال رقابت نیستند بلکه کامل کننده یکدیگرند.

برای اینکه هوش مصنوعی^{۱۵} (AI) بتواند دستیار انسان‌ها باقی بماند، کامپیوترها ملزم به یادگیری مداوم از محیط‌های انسانی هستند. کامپیوترها برای اولین بار قادر به دیدن و شنیدن از منظر انسان‌ها خواهند بود و به زودی تمام فعالیت‌های روزمره ما را زیر نظر گرفته و با اندیشیدن و تحلیل آنها، به دستیار مجازی انسان مبدل خواهند شد.

شبکه های عصبی و کامپیوتر های معمولی با هم در حال رقابت نیستند بلکه کامل کننده یکدیگرند. در مقام مقایسه باید گفت که در یک کلام هنوز برای مقایسه بین کامپیوتر و مغز انسان از نظر توانایی‌ها به دو دلیل خیلی زود است، اول آنکه هنوز کامپیوترها به حدی نرسیده‌اند که بتوان اصطلاح مغز را به آنها اطلاق کرد و دیگر اینکه هنوز بسیاری از جنبه‌های مغز ناشناخته است و در مورد یک موجود ناشناخته هرگز نمی‌توان به دقت بحث کرد.

¹⁵ - Artificial Intelligence

نحوه اخذ، ذخیره سازی و پردازش و خروج اطلاعات در کامپیوتر و انسان

انسان	کامپیوتر	مراحل
<p>حس لامسه (پوست) حس بویایی (بینی) حس چشایی (زبان) حس بینایی (چشم) حس شنوایی (گوش)</p>	<p>صفحه کلید (Keyboard)، ماوس (Mouse)، اسکنر، میکروفن، Webcam، قلم نوری، Track ball، انواع سنسورها (thermal sensor، electrical sensor) و غیره</p>	ورود اطلاعات
<p>سه نوع اصلی حافظه عبارتند از : حافظه بینایی، حافظه شنوایی و حافظه حرکتی</p> <p>هر یک از ما دارای سه حافظه بینایی، شنوایی و حرکتی هستیم معمولاً یکی از این سه بر دو حافظه دیگر غالب است</p> <p>حافظه کوتاه مدت</p> <p>حافظه بلند مدت</p>	<p>RAM: حافظه خواندنی، نوشتنی که با قطع ناگهانی برق تمام اطلاعات این حافظه از بین خواهد رفت</p> <p>ROM : حافظه فقط خواندنی که محتویاتش را زمان خاموش کردن دستگاه از دست نمیدهد و شامل برنامه های ضروری سیستم است</p> <p>حافظه دائمی: اطلاعاتی که پردازنده قصد استفاده از آنان را داشته باشد نظیر هارد و یا حافظه دستگاههای نظیر صفحه کلید، از طریق حافظه RAM در اختیار پردازنده قرار میگیرند. در ادامه پردازنده، اطلاعات و داده های مورد نیاز خود را در حافظه Cache و دستورالعمل های خاص عملیاتی خود را در رجیسترها ذخیره می نماید</p> <p>حافظه موقت: در صورتیکه پردازنده مجبور باشد برای بازیابی اطلاعات مورد نیاز خود بصورت دائم از هارد دیسک استفاده نماید، قطعاً سرعت عملیات پردازنده کند خواهد گردید. لذا از حافظه های متعددی مانند CD، Floppy، بمنظور نگهداری موقت اطلاعات استفاده می گردد</p>	ذخیره اطلاعات
<p>بصورت موازی</p> <p>بسیار هوشمند و با سرعت پایین</p>	<p>به صورت سریال</p> <p>بسیار سریع و غیر هوشمند</p>	پردازش اطلاعات
<p>زبان (صحبت کردن)، دست (نوشتن، اشاره کردن، ...)</p>	<p>بلندگو، چاپگر و صفحه نمایش، کنترل کننده انواع دستگاهها (موتورها، سوییچ ها و ...)</p>	خروجی

- پایان نامه کارشناسی، مبانی شناختی پردازش اطلاعات گفتار و حرکت، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، ۱۳۷۸
- معتمدی، فرشته، فیزیولوژی اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۳۷۴
- نویان، علی، آناتومی سبستم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، سال ۱۳۷۴
- Guyton, Arthur C., Hall, John E., Text Book of Medical Physiology, Tenth edition, 2005
- The production and absorption of heat associated with electrical activity in nerve and electric organ by J. M. Ritchie and R. D. Keynes, Quarterly Review of Biophysics 18, 4 (1985), pp. 451-476.
- How the Human Brain Developed and How the Human Mind Works
by Manfred Davidmann
- Ubiquity, Volume 4, Issue 37, Nov. 12 - 18, 2003,
<http://www.acm.org/ubiquity/>
- Human Brain and Neural Network Behavior: A Comparison By John Peter Jesan and Donald M.Lauro
- A Piece of our mind- About ten Percent. The two percent company Retrieved on 2006-04-12

- www.senmerv.com
- www.daneshnameh.roshd.ir
- www.wikipedia.com
- www.nettime.microlog.info
- www.iritn.com
- www.ai-cs.persianblog
- www.avalinkhabar.com
- www.etvto.ir/ostadonline/courses.asp?a=18
- <http://daneshnameh.roshd.ir/mavara>
- <http://amino.blogfa.com>
- <http://www.the7step.com>
- <http://ai-cs.persianblog.com>
- <http://www.itna.ir/archives/news/002111.php>
- <http://blog.360.yahoo.com/blog-NQ5bVZEifqefB85r9AkmFOE?p=15>
- http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/cs11/report.html

- <http://www.knowclub.net/paper>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain
- <http://iritn.com/?action=show&type=news&id=12081>
- <http://iritn.com/?action=show&type=news&id=11868>
- <http://vu.aut.ac.ir/nexus>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain
- <http://grouper.ieee.org/ltsc/ifets/discussions/discuss.htm>
- <http://weblife.bangor.ac.uk/rem/rem.html>
- [Forum website](http://ifets.gmd.de/)
- [Info on Join/Leave List: http://ifets.gmd.de/maillist.html](http://ifets.gmd.de/maillist.html)
- <http://www.cvb.net>
- <http://www.politicalcompass.org>
- <http://tv4.irib.ir/progtext/fulltext.asp>
- <http://www.tandf.co.uk/journals/titles/0954898x.asp>
- <http://www.neuralnetworkslutions.com/resources.php>
- http://en.wikipedia.org/wiki/meural_network

مجله اینترنتی فریا

*The Difference between the computer and the brain, lecture by Gen Matumoto, 1999

*<http://amino.blogfa.com/>

*www.KurzweilAI.net

*<http://www.macrovu.com/CCTWeb/CCT1/CCTMap1.html>

*<http://www.goipeace.or.jp/english/activities/lectures/index.html>

*http://www.cs.manchester.ac.uk/TopPages/News_in_Detail/humanbrain2.php

*http://www.bugsweeps.com/info/brain_tap.html