

بخش نخست

حل مسائل پیچیده با بهره‌گیری از کارکرد مغز

شبکه‌های عصبی مصنوعی

ضرایب وزنی با بردار W مشخص شده‌اند و تابع فعالیت بدنه سلول یک جمع‌کننده ساده به صورت زیر است:

$$\sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i$$

در این حالت خاص ورودی‌های شبکه به صورت باینری (0 یا 1) هستند. سپس این مقادیر با یک مقدار آستانه‌ای سنجیده می‌شود و مقدار مناسب (0 یا 1) به خروجی فرستاده می‌شود.

فرمول تابع فعالیت نرون پرسپترون و مقدار خروجی آن به شرح زیر است:

$$y = f\left(\sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i + \theta\right)$$

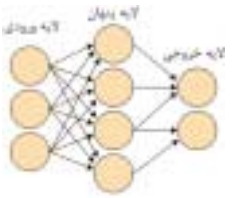
$$\theta = \begin{cases} 0 & \text{if } y > 0 \\ 1 & \text{if } y \leq 0 \end{cases}$$

البته این نرون بیشتر حالت آموزشی ساده دارد و در عمل، معمولاً ورودی‌ها و خروجی‌ها بازه بین -1 تا +1 را می‌پذیرند و تابع انتقال و فعالیت دیگر هم توسط پژوهشگران ارائه شده است.

شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی^۷، از مجموعه‌ای از نرون‌های عصبی تشکیل می‌شود. مهم‌ترین عواملی که گونه‌ها و کاربردهای شبکه‌های عصبی را از یکدیگر متمایز می‌سازند، نوع نرون به‌کارگرفته شده، چیدمان یا معماری شبکه، بازه ورودی/خروجی‌ها است.

در معماری یک شبکه تعداد لایه‌ها و اتصالات بین آنها مهم است. ورودی‌های شبکه با نام «لایه ورودی» و خروجی‌(های) شبکه با نام «لایه خروجی» و در صورت نیاز، لایه‌های میان این دو «لایه پنهان»^۸ نامیده می‌شود. در صورتی که خروجی نرون‌های هر لایه به همه نرون‌های لایه بعدی وارد شده باشد، اتصالات را کامل می‌نامند، اما اغلب خروجی‌ها به‌صورت تصادفی با توزیع نرمال در نظر گرفته می‌شود. شکل ۴ شمای کلی یک شبکه عصبی مصنوعی را نشان می‌دهد.



پی‌نوشت‌ها

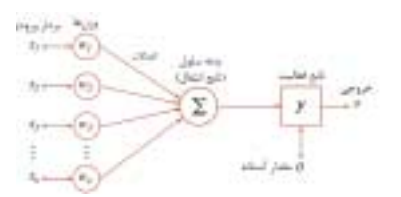
1. Neurology
2. Simulation
3. Neuron
4. Connections
5. Mutation
6. Distributed
7. Frontal Lobe
8. Temporal Lobe
9. Partial Lobe
10. Occipital Lobe
11. Body
12. Dendrites
13. Axon
14. Myelin
15. Glia
16. Perceptron
17. Artificial Neural Network
18. Hidden Layer

یا دیگر نرون‌های درون مغز، همواره به هر نرون ارسال می‌شود. بدنه هر نرون مانند یک انبار عمل کرده، از حدود ۱۰^۴ اتصال سیناپسی، انرژی را دریافت می‌دارد و وقتی که انرژی ذخیره شده‌اش به یک حد آستانه‌ای مشخص (پتانسیل کار) رسید، آن را به صورت پالس برآکسون خروجی می‌فرستد، تا به نرون‌های دیگر برسد. این که نرون گیرنده چه میزان ورودی الکتریکی، دریافت کند، به طول و قطر اتصال بین آنها بستگی دارد (که با یک ضریب وزنی تقریب زده می‌شود) و در حقیقت همین متغیرها حافظه ما را تشکیل می‌دهند!

در واقع، وقتی که ورودی به مغز وارد می‌شود؛ مثلاً ما چیزی را می‌بینیم، پالس‌های دیجیتالی تصاویر از چشم توسط حسگرهای میله‌ای و مخروطی (که در متمرکزترین نقطه، تفکیک‌پذیری حدود ۱۰ مگاپیکسل دارند) به مغز وارد می‌شود، موجب تحریک سلول‌های دیگر شده، پالس‌هایی را در مغز منتشر می‌کند. در نتیجه و در مجموع، ما درکی از آن تصویر پیدا می‌کنیم یا در صورت لزوم، خروجی‌ها به‌سوی اعصاب اندام‌ها، برای ایجاد واکنش یا ایراد سخن و مانند آن، فرستاده می‌شود.

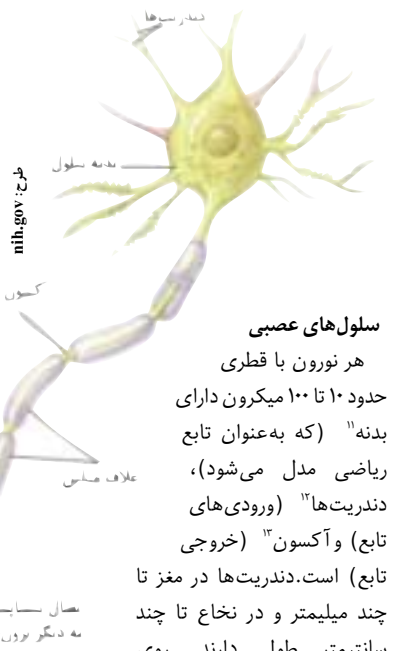
سلول عصبی مصنوعی

سلول‌های عصبی کنونی، پیاده‌سازی برداشتی سطحی از عملکرد مغز هستند. در عمل نرون‌های طبیعی بسیار پیچیده‌تر از آن هستند که با یک یا چند فرمول و عدد شبیه‌سازی شوند، اما خوشبختانه پیاده‌سازی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری اعصاب هم به‌سرعت رو به تکامل دارد. شکل ۳ شمای کلی یک نرون ساده مصنوعی به‌نام پرسپترون^{۱۶} را نمایش می‌دهد.



در این تصویر نرون‌های ورودی با بردار X و

همچنین مخرجه کارهایی را مانند تنظیم حرکت چشم‌ها و تنه در پاسخ به تغییر وضعیت سر، تنظیم عضلات محوری بدن در کارهای عادی مانند راه رفتن و شنا کردن و نیز حرکات ظریف دست‌ها و نیز برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های پیایی اندام‌ها را انجام می‌دهد و ساقه مغزی نیز کارهای حیاتی و گاه غیر ارادی بدن (مانند تپش قلب، فعالیت کبد، تنفس) را کنترل می‌کند.



سلول‌های عصبی

هر نرون با قطری حدود ۱۰ تا ۱۰۰ میکرون دارای بدنه^{۱۱} (که به عنوان تابع ریاضی مدل می‌شود)، دندریته‌ها^{۱۲} (ورودی‌های تابع) و آکسون^{۱۳} (خروجی تابع) است. دندریته‌ها در مغز تا چند سانتیمتر طول دارند. روی آکسون‌ها قلافی از مایع میلیون^{۱۴}،

که توسط سلول‌های دیگری به نام گلیا^{۱۵} تولید می‌شود، پوشانیده و عایق شده است. این عایق‌بندی برای جلوگیری از اتلاف نیروی الکتریکی و افزایش سرعت انتقال انجام گرفته است (شکل ۲).

مغز با برق کار می‌کند! نیروی الکتریکی مورد نیاز مغز طی یک فرایند الکتروشیمیایی از غذایی که می‌خوریم تامین می‌شود و البته رسیدن اکسیژن و خون به مغز بسیار حیاتی است. پالس‌های الکتریکی با اختلاف پتانسیل در محدوده -۷۰ و +۴۰ میلی‌ولت توسط حسگرهای بدن (مانند چشم، پوست و ...) و

امیرشهاب شاهمیری هنگامی که دانش عصب‌شناسی^۱ به آن درجه از پیشرفت رسید که دانشمندان بتوانند «تا حدودی» روش کارکرد مغز انسان و دیگر موجودات را درک کنند و از سوی دیگر کاربرد تخصصی ریاضیات در علوم مهندسی امری عادی و جاری شد، پیشروان این علوم به این فکر افتادند که: «آیا می‌توان روش کار مغز را با ریاضیات تقریب زد؟» و برای یافتن پاسخ، به شبیه‌سازی^۲ سلول‌های عصبی و مغز پرداختند و امروزه دیگر این دانش به بخش جدایی‌ناپذیر از علوم گوناگون، به‌ویژه مهندسی کامپیوتر، شده و به‌علت همانندی رفتاری آن با شبکه جهانی اینترنت، در آن زمینه هم کاربردهای فراوان دارد.

مغز انسان

مغز انسان تکامل یافته‌ترین مغز در میان موجودات زنده است. در سر انسان دست‌کم ۱۰^{۱۱} سلول عصبی یا نرون^۳ وجود دارد و از بزرگترین مغزها در میان جانداران به‌شمار می‌آید، اما بزرگی مغز خود به‌تنهایی موجب هوشمندی نمی‌شود؛ و گرنه یک فیل یا نهنگ از انسان هوشمندتر می‌شد. مهم‌ترین عامل هوشمندی انسان تعداد راه‌های ارتباط (اتصالات^۴) بین هر نرون مغز و است و در انسان به‌طور حدودی و متوسط به ۱۰ هزار اتصال می‌رسد و این تعداد در دیگر جانداران به مراتب کمتر است. مغز قوای پیچیده و ساقه مغزی تشکیل شده بخش اصلی مخ، مخرجه و ساقه مغزی تشکیل شده است. بیشتر حجم مغز انسان را مخ و مخرجه تشکیل می‌دهند و به‌نظر می‌رسد که این دو بخش توسط جهش‌های ژنتیکی^۵ در پستانداران به وجود آمده باشد؛ زیرا بسیاری دیگر از موجودات (مانند آبزیان و خزندگان) از یک یا هر دو آنها بی‌بهره‌اند.

اگر تاکنون از کارکرد مغز و حافظه انسان آگاهی چندانی نداشته‌اید، شاید دانستن این نکته بتواند شگفتی شما را برانگیزاند: «در مغز انسان جایی به‌عنوان حافظه برای ثبت اطلاعاتی مشخص وجود ندارد!» حتما می‌پرسید پس چگونه ما چیزها را به خاطر می‌سپاریم و آن را به یاد می‌آوریم؟! پاسخ در ماهیت سلول‌های عصبی و شبکه این اعصاب نهفته است. در مغز هیچ نورونی مسوولیت نگهداری هیچ اطلاعات به‌خصوصی را بر عهده ندارد، بلکه همه نرون‌ها همه اطلاعات و امور پردازشی و تصمیم‌گیری را انجام می‌دهند. به عبارت دیگر، نرون‌ها تفاوت چندانی با هم ندارند و پردازش در مغز به‌صورت توزیع شده^۶ انجام می‌شود. البته مشاهدات علمی نشان داده که بخش‌هایی از مغز بیشتر روی برخی از اعمال تمرکز دارند.

برای نمونه، کارهای حرکتی، نگریستن، حفظ تعادل، داور، آینده‌نگری و کنترل ادرار و مدفوع در قطعه پیشانی^۷ تمرکز دارد. قطعه گیجگاهی^۸ به درک شنوایی، واژگان و صداها، اختلالات رفتاری و حرکتی و سرگیجه و توهم مربوط است. قطعه آهیانه^۹ به شناخت ویژگی‌های فیزیکی اجسام (مانند وزن و جنس) و درک موقعیت فضایی اندام‌ها می‌پردازد و مهم‌ترین کار قطعه پس‌سری^{۱۰} امور مربوط به بینایی است (شکل ۱).

