



دانشمندان ساختار یازده بعدی مغز را کشف کرده‌اند

تاکنون پرسش‌های بسیاری در ارتباط با مغز مطرح و فرضیه‌های متفاوتی نیز در این خصوص ارائه شده است. به طور مثال، یکی از پرسش‌های بنیادین که در ارتباط با مغز انسان مطرح شده مربوط با این موضوع است که اساساً مغز انسان آنالوگ است یا دیجیتال؟ نظریات مختلفی در این خصوص وجود دارد.

این مطلب یکی از مقالات پرونده ویژه «مغزهای ماشینی؛ انسان یا برده؟» شماره 200 ماهنامه شبکه است. علاقه‌مندان می‌توانند کل این پرونده ویژه را از روی [سایت شبکه](#) دانلود کنند.

پل کینگ عصب‌شناس معروف بر این باور است که مغز انسان‌ها نه آنالوگ است و نه دیجیتال. هرچند در ظاهر این گونه به نظر می‌رسد که مغز توأمان با یکدیگر از هر دو پارادایم محاسباتی اشاره شده استفاده می‌کند، اما شاید چندان دقیق نباشد که اعلام داریم الگوی کاری مغز انسان شبیه به کامپیوترهای دیجیتالی و ظایف مختلف را پردازش می‌کند. اما اگر بخواهیم در این زمینه دقیق‌تر اظهار نظر کنیم، باید بگوییم مغز انسان از نوع متفاوتی از محاسبات که مشتمل بر مدارها و شبکه‌هایی که بر اساس تعداد بسیار زیادی از سلول‌های عصبی کار می‌کنند، فعالیت‌های محاسباتی روزمره را انجام می‌دهد. اما شناخت مدل مغز انسان تنها موضوع جذابی نیست که پیرامون این ماهیت پیچیده قرار دارد. پژوهشی که دانشمندان در این زمینه انجام داده‌اند، نشان می‌دهد که مغز انسان ساختاری یازده بعدی دارد. به عبارت دقیق‌تر، درون این کره اعجاب‌انگیز شاهد اشکال هندسی چندبعدی هستیم که این اشکال پیچیده هندسی از ترکیب گروهی از رشته‌های عصبی که همان سلول‌های عصبی هستند و دانشمندان آن را Clique نام‌گذاری کرده‌اند، به وجود آمده است.

دانشمندانی که مشغول بررسی و مطالعه مغز هستند، کشف کرده‌اند که این اندام ساختارهای چندجهانی یا به عبارت دقیق‌تر چندبعدی دارد که قادر است تا یازده بعد متفاوت را خلق کند که «دنیایی خارج از تصور ما» است. محققان با استفاده از یک سیستم ریاضی پیشرفته توانسته‌اند ساختارهای معماری مغز را که هنگام پردازش اطلاعات و قبل از تجزیه شدن آن‌ها ظاهر می‌شوند را کشف کنند. یافته‌های این دانشمندان که در مجله *Frontiers in Computational Neuroscience* چاپ شد، نشان می‌دهد فرآیندهای بسیار پیچیده‌ای در ایجاد ساختارهای مغزی دخیل هستند که می‌توانند به طور بالقوه توضیح دهند چرا درک عملکرد مغز و مرتبط ساختن ساختار و عمل آن اینقدر دشوار است.



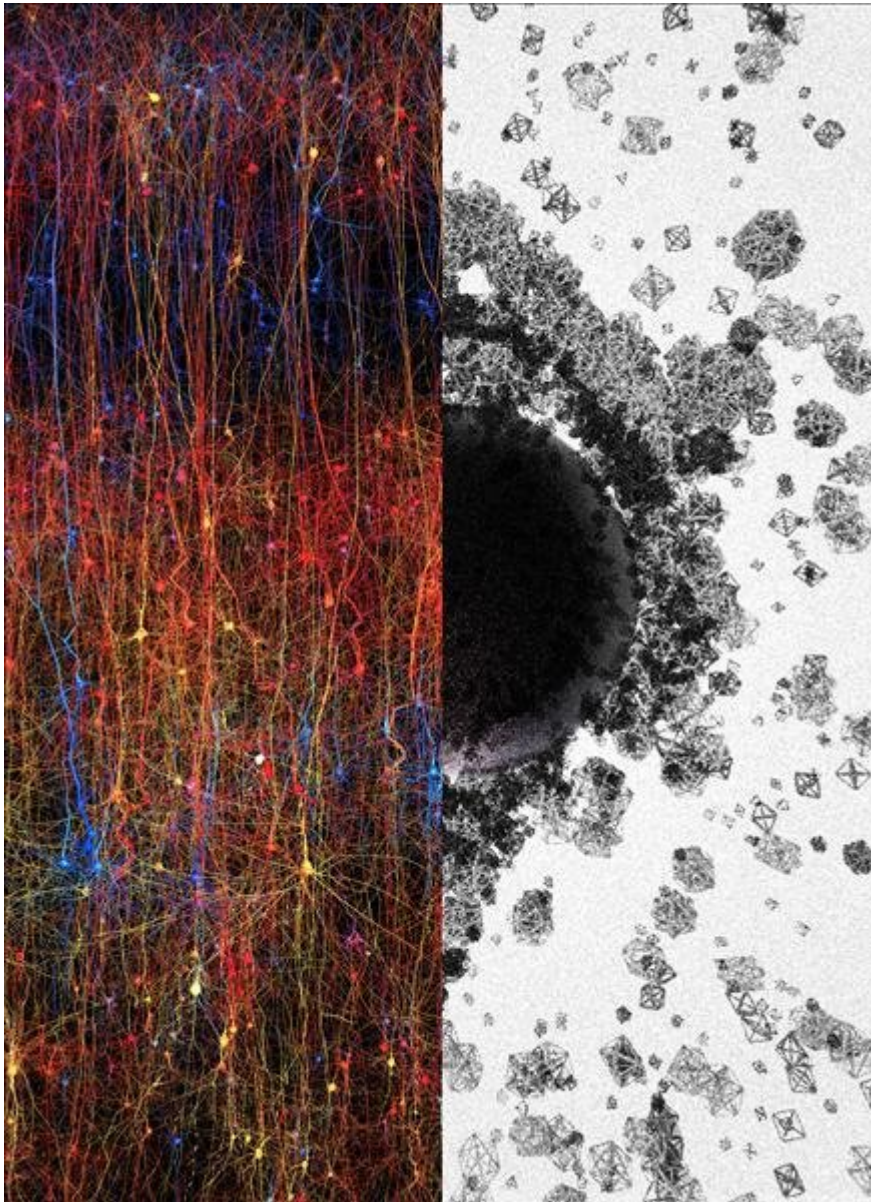
به کجا چنین شتابان پرونده ویژه «مغزهای ماشینی؛ انسان یا برده؟» منتشر شد

در همین ارتباط، تیمی از پژوهشگران که هدایت آن‌ها را جمعی از دانشمندان مؤسسه تحقیقاتی EPFL در سوئیس عهده‌دار هستند، تحقیقی تحت عنوان پروژه مغز آبی (Blue Brain) انجام داده‌اند. پروژه مغز آبی طرحی ابتکاری برای بازسازی دقیق زیست‌شناختی از مغز انسان است. این تیم که در ابتدا روی مغز موش کار می‌کردند، از شبیه‌سازی‌های ابررایانه‌ای برای مطالعه تعاملات پیچیده مغز در مناطق مختلف استفاده کردند. محققان در آخرین تحقیقات خود با استفاده از توپولوژی جبری (سیستمی که برای توصیف شبکه‌ها با فضاها و ساختارهایی در حال تغییر استفاده می‌شود)، تمام توجه خود را به ساختارهای شبکه عصبی در مغز معطوف داشتند. این اولین بار است که این شاخه از ریاضی برای علوم اعصاب به کار برده می‌شود.

توپولوژی جبری شبیه یک تسکوپ و میکروسکوپ هم‌زمان است و می‌تواند در شبکه‌ها زوم کند تا ساختارهای پنهان درختان در جنگل و فضاهای خالی بدون درخت را هم‌زمان ببیند. در این مطالعه، محققان چند آزمایش را در بافت مغز مجازی انجام دادند تا ساختارهای مغز را که هرگز (مگر به صورت اتفاقی)، ظاهر نمی‌شوند را پیدا کنند. سپس آزمایش‌های مشابهی را روی بافت مغز واقعی انجام دادند تا تأییدی بر یافته‌های مجازی آنان باشد. آن‌ها کشف کردند که وقتی بافت مجازی را با محرک تحریک می‌کنند، گروهی از نورون‌ها یک دسته (Clique) تشکیل می‌دهند. هر نورون به روش خاصی به نورون دیگر وصل می‌شود تا یک شیء هندسی دقیق بسازد. هرچه نورون‌ها در یک دسته بیشتر باشند، ابعاد این شیء هندسی بیشتر است.

در برخی موارد، محققان دسته‌هایی با بیش از یازده بعد مختلف را کشف کردند. ساختارها محفظه‌های شکل‌داری را برای سوراخ‌هایی با بعدهای زیاد تشکیل می‌دادند که تیم تحقیق، آن‌ها را حفره نامیدند. وقتی مغز اطلاعات را پردازش می‌کند، دسته (Clique) و حفره ناپدید می‌شوند.

تصویر سمت چپ یک کپی دیجیتالی از بخشی از نئوکورتکس را نشان می‌دهد که تکامل یافته‌ترین بخش مغز است. در تصویر سمت راست نمایی از ساختارها با ابعاد مختلف را می‌بینید. حفره سیاه در وسط نشان‌دهنده مجموعه‌ای از فضاها یا حفره‌های چندبعدی است.



یکی از پژوهشگران این پروژه تحقیقاتی می‌گوید: «ظهور حفره‌ها با بعدهای بالا زمانی که مغز در حال پردازش اطلاعات است، یعنی اینکه نورون‌های موجود در شبکه به‌شکلی بسیار سازمان‌یافته به محرک پاسخ می‌دهند. درست مثل این است که مغز با ساختن و بعد تخریب برجی از بلوک‌های چندبعدی که با میله‌ها (یک بعدی) و سپس تخته‌ها (دو بعدی) و مکعب‌ها (سه بعدی) شروع می‌شود و به اشکال هندسی پیچیده‌تر چهار بعدی و پنج بعدی و غیره می‌رسد، به یک محرک واکنش نشان می‌دهد. پیشرفت فعالیت از طریق مغز شبیه یک قلعه شنی چندبعدی است که با شن و ماسه شکل می‌گیرد و سپس فرو می‌ریزد.»

هنری مارکرم مدیر پروژه مغز آبی می‌گوید: «این یافته‌ها نشان می‌دهند که چرا درک عملکرد مغز اینقدر سخت و دشوار است. علم ریاضیات که معمولاً برای مطالعه شبکه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، قادر به تشخیص ساختارها و فضاها چندبعدی که ما به‌وضوح آن‌ها را می‌بینیم نیست. ما جهانی را یافته‌ایم که هرگز تصورش را نمی‌کردیم. ده‌ها میلیون از این اشیای هندسی در بخش کوچکی از مغز وجود دارند که تا هفت بعد را دربر می‌گیرند. ما حتی در برخی از شبکه‌های مغز ساختارهایی یازده بعدی هم یافتیم.»

هس می‌گوید: «این اکتشاف ما را به درک یکی از اسرار مهم علوم اعصاب که همانا ارتباط بین ساختار مغز و نحوه پردازش اطلاعات است، نزدیک‌تر کرده است. تیم ما با استفاده از توپولوژی جبری توانست ساختار بسیار سازمان‌یافته پنهان در الگوهای شلیک نورون‌ها را کشف کند، ساختاری که تا قبل از استفاده از این فیلتر ریاضی خاص قابل رؤیت نبود.» هس در بخش دیگری از صحبت‌هایش گفته است که یافته‌های جدید نشان می‌دهند که وقتی فعالیت مغز را با نمایه‌های با بعدهای کمتر توضیح می‌دهیم، فقط سایه‌ای از فعالیت واقعی را دریافت می‌کنیم. یعنی می‌توانیم برخی از اطلاعات را ببینیم، اما نه تصویر کامل آن را. بنابراین، اکتشافات ما توضیح می‌دهند که چرا درک ارتباط بین ساختار و عملکرد مغز اینقدر دشوار است.

او اضافه کرد: «الگوی پاسخ کلیشه‌ای که ما کشف کردیم نشان می‌دهد مدار با ساختن یک توالی از بازنمایی‌های هندسی که با بعدهای کم آغاز و پیوسته به تعداد ابعاد آن اضافه می‌شود، همیشه به محرک پاسخ می‌دهد، تا زمانی که این ساختن ناگهان متوقف می‌شود و سپس فرو می‌ریزد: یک امضای ریاضی برای واکنش به محرک‌ها.»

در آینده قصد داریم با استفاده از ابزارهای توپولوژی جبری به مطالعه نقش انعطاف‌پذیری مغز - تقویت و تضعیف اتصالات در پاسخ به محرک - بپردازیم. انعطاف‌پذیری یا پلاستیسیته، نقش بسیار مهمی در فرآیند مرموز یادگیری دارد و امیدواریم بتوانیم دیدگاه جدیدی را درخصوص این پدیده ارائه دهیم. هنری مارکرم امیدوار است تیم تحت سرپرستی او در آینده بتوانند مکان دقیق ذخیره‌سازی مغز را شناسایی کنند. آن‌ها بر این باور هستند که عملکرد این ساختار هندسی و همچنین عملکرد مربوط به آن‌ها در حفره‌هایی با بعدهای بیشتر مستتر می‌شوند.

منبع:

News Week

تاریخ انتشار:

07 فروردین 1397

نشانی منبع:

<https://www.shabakeh-mag.com/cover-story/12017/%D8%AF%D8%A7%D9%86%D8%B4%D9%85%D9%86%D8%AF%D8%A7%D9%86-%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D8%A7%D8%B1-%DB%8C%D8%A7%D8%B2%D8%AF%D9%87-%D8%A8%D8%B9%D8%AF%DB%8C-%D9%85%D8%BA%D8%B2-%D8%B1%D8%A7-%DA%A9%D8%B4%D9%81-%DA%A9%D8%B1%D8%AF%D9%87%E2%80%8C%D8%A7%D9%86%D8%AF>