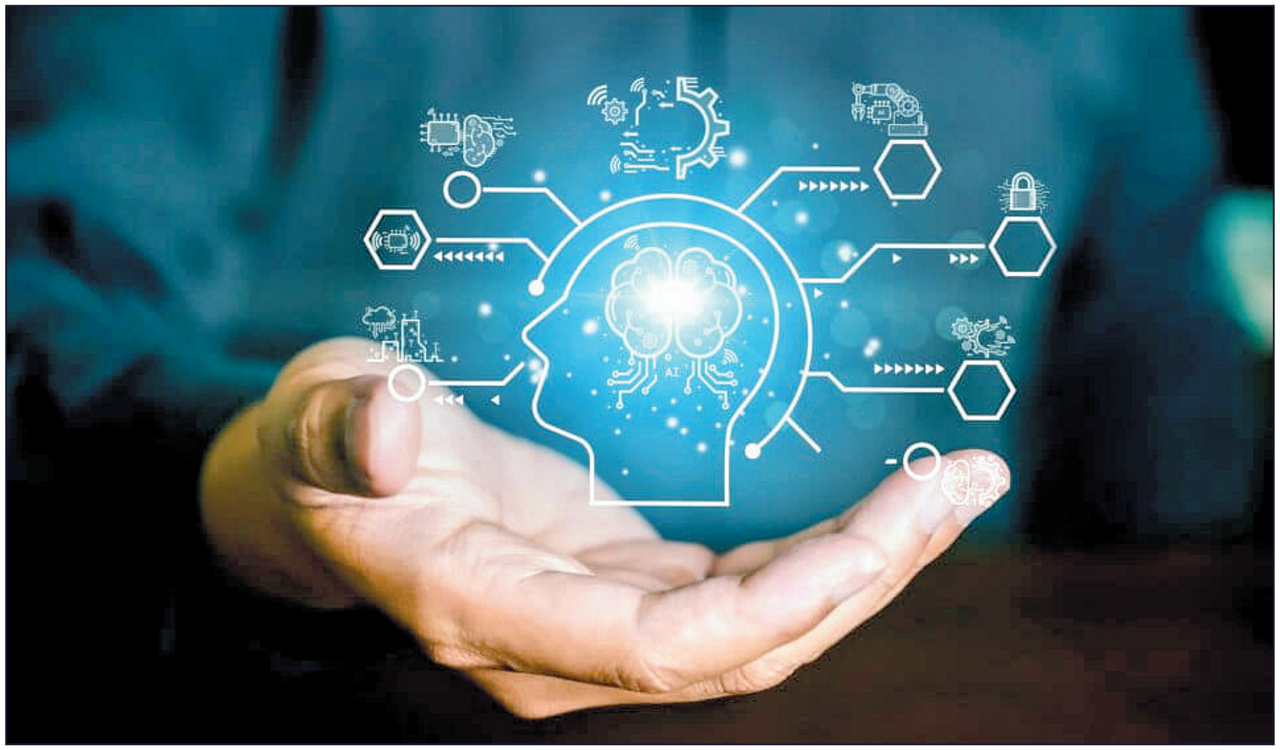
فناوری ذهن‌خوانی

رویکردهایی که ما را به ذهن‌خوانی نزدیک می‌کنند!



مغز ما دارای حدود ۱۰۰ میلیارد نورون و تعداد بی‌شماری سلول‌های دیگر است که به ما کمک می‌کنند به خاطر بسپاریم، احساس کنیم و بیاندیشیم. برای همه ما توانایی خواندن ذهن دیگران هیجان‌انگیز است و انگیزه‌ها و دلایل مختلفی برای خواندن افکار دیگران وجود دارد که از آن جمله می‌توان به دلایل پزشکی، سیاسی، پلیسی و جنایی اشاره کرد. مدتی طولانی از ظهور دستگاه‌های ذهن‌خوان می‌گذرد و اکنون هوش مصنوعی تا حد زیادی ما را به کشف آن چه در مغز انسان‌ها می‌گذرد نزدیک کرده‌است.

دانشمندان می‌دانند که مغز انسان بر بدن او تأثیر می‌گذارد و در حال حاضر شبیه‌ترین چیزی که به یک دستگاه ذهن‌خوان وجود دارد دستگاه پُلی‌گراف با نام رایج‌تر دروغ‌سنج است. بااین حال هنوز در جستجوی یافتن حل این معما هستند که افکار ما دقیقاً چگونه و در کجای مغز ما حفظ می‌شوند. آن‌ها به وضعیت سلول‌های درون سر ما دسترسی ندارند بنابراین نمی‌دانند این سلول‌ها در هرلحظه از شبانه‌روز در چه حالتی قرار دارند و چه می‌کنند. پلی‌گراف عوامل زیستی مانند تنفس، تعریق، رسانایی پوست، فشار خون و ضربان قلب را اندازه‌گیری می‌کند. مبنای نظری این دستگاه این است که وقتی دروغ می‌گوییم، مضطرب می‌شویم و بدن ما دچار تغییرات فیزیولوژیکی ناخواسته‌ای می‌شود که قابل تشخیص و اندازه‌گیری هستند. اما پلی‌گراف هم قابل‌اطمینان نیست و در بیشتر مواقع برای اثبات حقیقت پذیرفته نمی‌شود؛ چون اگر فرد مظنون مضطرب نباشد هیچ‌چیز قابل تشخیص نخواهد بود یا برعکس اگر فرد بی‌گناهی اضطراب داشته باشد، بی‌جهت چنین به نظر می‌رسد که فریبکاری می‌کند و حقیقت را نمی‌گوید.

دانش پزشکی از شیوه‌های بهتری به مغز ما راه پیدا می‌کند. نوار مغزی یا «الکتروانسفالوگرافی» (EEG) که در دهه ۱۹۲۰ اختراع شد به کمک چند الکترود فعالیت الکتریکی مغز را تشخیص می‌دهد؛ به‌ویژه زمانی که بیمار کارهای مختلفی را برای تحریک تفکر انجام می‌دهد. خطوط ترسیم شده شبیه به کوه‌هایی با قله‌های نوک‌تیز حاصل فعالیت ۳۰ تا ۵۰۰ میلیون نورون هستند. بنابراین اگر چه نوار مغزی اطلاعی کلی از فعالیت مغزی عادی یا غیرعادی می‌دهد اما نمی‌تواند برای تشخیص افکار مورد استفاده قرار گیرد.

یکی دیگر از فناوری‌های اسکن مغز «برش‌نگاری با گسیل پوزیترون» است که به‌اختصار به آن پت‌اِسکن گفته می‌شود. در این فناوری شکل رادیواکتیو گلوکز به فرد تزریق می‌شود. مغز در حال فعالیت نیاز به انرژی دارد و اجزایی از آن که در انجام کاری مثل تکمیل مکعب روبیک دخالت دارند گلوکز رادیواکتیو را به‌عنوان غذا مصرف می‌کنند. اسکنِ پت از این غذا برای تولید تصویر سه‌بعدی از مغز استفاده می‌کند و نشان می‌دهد چه اجزایی بیشتر درگیر فعالیت هستند. وضوح تصویر این تکنیک ۴ تا ۵ میلی‌متر، برابر با ناحیه‌ای متشکل از میلیون‌ها نورون است اما بازهم به‌قدر کافی شبیه به یک دستگاه ذهن‌خوان نیست.

اکنون بهترین گزینه قابل‌مقایسه با یک دستگاه ذهن‌خوان یا نزدیک‌ترین شیوه به خوانش افکار به معنای واقعی، روش «تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی» (اف ام آر آی) است که تغییرات اکسیژن و جریان خون را اندازه‌گیری می‌کند. وقتی مغز درگیر فعالیتی است، خون و اکسیژن بیشتری را طلب می‌کند تا شلیک نورون‌ها بتواند ادامه پیدا کند.

یک اسکنر اف ام آر آی با استفاده از آهنرباهای بزرگ جایی که این خون و به‌ویژه اکسیژن جمع می‌شود را ردیابی می‌کند و وضوح تصویری که برای نشان دادن آن دارد ۳ میلی‌متر است اما اسکنرهای جدید با وضوح تصویر بالا می‌توانند بافت مغزی را با رزولوشن ۵۰ میکرومتر کاوش کنند.

تکنیک اف ام آر آی در توانایی جمع‌آوری داده از بافت‌ها تحول ایجاد کرده‌است. برای مثال، پژوهشگران «دانشگاه مینه‌سوتا» در سال ۲۰۲۲ فعالیت مغزی هشت فرد داوطلب که در حال مشاهده‌ی ۱۰ هزار تصویر رنگی بودند را با وضوح تصویر ۱/۸ میلی‌متر اسکن کردند. اما محدودیت اسکنرهای اِف ام آر آی این است که دستگاه‌های غول پیکری هستند و فقط در بیمارستان‌ها نصب می‌شوند.

یک گام مهم در جهت ساخت واسط‌های مغز ـ رایانه‌ی کاربردی‌تر ابداع روش‌ها و دستگاه‌های قابل حملی است که امکان اندازه‌گیری فعالیت مغزی با وضوح تصویر بالا را فراهم آورند. حسگرهای «طیف‌سنجی عملکردی مادون‌قرمز نزدیک» (fNIRS) می‌توانند روزی به ساخته‌شدن دستگاه‌های اِف ام آر آی پوشیدنی بیانجامند اما حتی این وسیله نیز طوری نخواهد بود که بتوان مدام آن را به تن داشت؛ اگر چه این هدف دانشمندانی است که در صدد ساختن رایانه‌های ذهن خوان هستند.

با اسکنرهای خارجی و حسگرهای موجود نمی‌توان توان فعالیت مغزی را دید اما هنوز یک گزینه دیگر وجود دارد و آن کاشت اجزاء مصنوعی در مغز است. شاید حرکت در این مسیر وحشتناک به نظر برسد اما این کاری است که چندین شرکت هم‌اکنون در حال انجامش هستند. شرکت «نورالینک» که مؤسس آن ایلان ماسک، سرمایه‌گذار و مدیرعامل شرکت خودروسازی تسلا و مالک توییتر است از شروع آزمایش روی الکترودهای کاشتنی در مغز انسان خبر داده است که باهدف خواندن سیگنال‌های نورون‌ها ایمپلنت می‌شوند. انگیزه ماسک از حمایت از این پروژه تردیدآمیز است چون او ادعا می‌کند هدف او در درازمدت همزیستی انسان و هوش مصنوعی است.

شرکت‌هایی نیز هستند که به نتایجی در این زمینه رسیده‌اند. برای مثال، شرکت «سینکرون» در ساخت میکروالکترودهایی پیشرو است که آن‌ها را از درون رگ‌های خونی عبور داده و در اعماق مغز نصب می‌کنند. بدین ترتیب، دیگر نیاز به جراحی باز نیست. ویژگی حیرت‌انگیز این میکروالکترودها این است که به‌جای قرارگیری در ماده مغزی، در رگ‌های خونی جای می‌گیرند؛ چون رگ‌ها بهترین موقعیت مکانی برای حس کردن فعالیت مغزی هستند. این فناوری تاکنون به‌طور آزمایشی در رگ‌های مغزی شش بیمار که از فلج شدید یا فلج چهار اندام (ناتوانی دست‌ها و پاها) رنج می‌برند ایمپلنت شده‌است و سینکرون در مرحله نشان دادن نحوه کنترل کلیدهای دیجیتالی آن‌ها توسط افکار است. افراد فلج از این طریق می‌توانند کارهایی مثل پیام دادن با تلفن همراه و خرید آنلاین را خودشان انجام دهند. برای ایجاد کلیدهای دیجیتالی از بیماران خواسته می‌شود به عمل خاصی مثل کوبیدن پا بر زمین فکر کنند. سیستم ایمپلنت شده از عمل فکر کردن بیمار اطلاعات جمع‌آوری کرده و به‌نوعی نقشه‌برداری می‌کند که به‌عنوان داده ورودی برای عملکرد رایانه به آن داده می‌شود. سپس با استفاده از یادگیری ماشین، تجربه هر فرد از این دستگاه را بهینه‌سازی می‌کنند. هر بار که بیماران از این الکترودها استفاده می‌کنند، این سیستم ارتباط قوی‌تری برقرار می‌کند.

دستاورد دیگر حاصل کار پژوهشگرهای دانشگاه «لوزان» در سوییس است. آن‌ها حتی نشان داده‌اند که می‌توان از الکترودهایی که با جراحی ایمپلنت می‌شوند از روی مغز فرد معلول به قصدهایی که در ذهن برای انجام حرکاتی به‌خصوص دارد پی برد. این اهداف ذهنی خوانش شده به ایمپلنت دیگری در ستون فقرات فرد که به پایانه‌های عصبی دخیل در راه رفتن متصل بود فرستاده شدند. پس از کمی تمرین، فرد معلول توانست به کمک واکر راه برود. موضوع امیدوارکننده این بود که مدتی پس از استفاده از این ایمپلنت حتی هنگامی که خاموش بود این فرد توانست برخی حرکات پا را دوباره انجام دهد. این بهبودی نشان می‌دهد تحریک عصبی به اعصاب آسیب‌دیده کمک می‌کند از نو رشد کنند.

خاموش و روشن کردن کلیدهای دیجیتالی به کمک نیروی فکر یا دور زدن آسیب‌دیدگی عصبی پیشرفت‌های شگفت‌انگیزی هستند. بااینکه توانایی دانشمندان در جمع‌آوری داده از مغز بیشتر و بهتر می‌شود هنوز یک مشکل وجود دارد: آن‌ها چطور می‌توانند افکار پیچیده‌تری را از این داده‌ها استخراج کنند، داده‌هایی که نشان می‌دهند چند هزار نورون یا چند میلیون نورون در نواحی مختلف مغز فعال هستند.

فرض کنیم پایش مجموع مصرف برق تک‌تک شهرها در سراسر دنیا امکان‌پذیر باشد و کارشناس‌ها متوجه شوند که برای مثال مصرف برق در تهران ۲۵ درصد بیشتر از شیراز است. در مورد شهرهای دیگر نیز درصدها مشابه هستند اما کارشناس‌ها نمی‌دانند علت چیست. اگر این پیچیدگی را افزایش دهیم و آن را تا میزان پیچیدگی مغز بالا ببریم مانند این است که بخواهیم مصرف برق ده سیاره زمین را به‌طور هم‌زمان بررسی کنیم تا دریابیم آیا در یکی از خانه‌های یکی از مناطق تهران مراسم خاص یا یک مهمانی در حال برگزار شدن است. اگر از این زاویه به ذهن‌خوانی نگاه کنیم، این کار غیرممکن است. حال تصور کنیم مجموعه‌های داده گسترده‌ای داشتیم که به کمک آن‌ها می‌توانستیم میلیاردها الگوی مصرف برق را با فعالیت‌های ویژه‌ای که مردم شهرها انجام می‌دهند ارتباط دهیم. در این صورت اگر الگوهای فعلی با الگوهای داده‌ها یکسان باشند، پیش‌بینی فعالیت‌های افراد در خانه‌ها یا اماکن عمومی امکان‌پذیر می‌شود و می‌توان به فعالیت‌های زیادی که مردم جامعه در زمان‌های به خصوصی در مناطق به خصوصی انجام می‌دهند پی برد. برگزاری مراسم سال نو می‌تواند یکی از این فعالیت‌ها باشد که مصرف برق را تغییر می‌دهد. دانشمندان با استفاده از هوش مصنوعی در آزمایشگاه‌ها درست همین کار را انجام می‌دهند.

پژوهشگران دانشگاه «استنفورد» به‌تازگی الکترودهایی به نام «آرایه میکروالکترود درون قشری» را در بیماری مبتلا به اسکلروز جانبی آمیوتروفیک درون کاشت کرده‌اند. این بیماری توانایی تکلم را از فرد میگیرد. آن‌ها با استفاده از هوش مصنوعی که آموزش‌دیده بود داده‌های عصبی بیمار را رمزگشایی کند واج‌های احتمالی او را شناسایی کردند و به کمک یک مدل زبانی بزرگ دیگر توانستند داده‌های به‌دست‌آمده را رمزگشایی کنند و گفتاری مشتمل بر ۶۲ کلمه در دقیقه به این بیمار بدهند. این رویکرد کاملاً جدید با تازه‌ترین هوش مصنوعی زایا (مولد) امکان‌پذیر شده است. این فناوری به دلیل قابلیتی که در تولید تصاویر و چت کردن مانند انسان دارد انعکاس زیادی در مطبوعات و رسانه‌ها داشته است. این قبیل سیستم‌های هوش مصنوعی مبتنی بر مدل‌های زبانی بزرگ هستند و با مقادیر زیادی متن و در مورد چت جی پی تی، مقادیر زیادی متن و تصویر، آموزش داده شده‌اند. مدل‌های یادگیری ماشین «دال. ای» و «میدجرنی» از آن جمله هستند. بدین ترتیب، می‌توانند خطوط فرمان و دستورهای متنی کاربرها را تعبیر کنند و پاسخ‌های مناسب ارائه دهند.

شاید توانایی هوش مصنوعی در تولید متن یا ایجاد تصاویر عجیب نباشد. ممکن است عده‌ای ذهن‌خوانی این قبیل هوش‌های مصنوعی را مشابه تلاش شعبده‌بازهایی بدانند که به طرزی جادویی می‌فهمند ما به کدام تصویر فکر می‌کنیم. در حال حاضر، حتی انواع فناوری‌های هوش مصنوعی که عملکردهایشان برای ما شگفت‌انگیز هستند نمی‌توانند از افکار ما خبر شوند اما تجربه زیادی در موشکافی امواج مغزی ما دارند؛ این امواج ممکن است به طریقی نشان‌دهنده چیزی که می‌بینیم یا به آن فکر می‌کنیم باشند.

اختراعی که نتوانست افکار را بخواند

در سال ۱۸۹۵ دانشمندی به نام «جولیوس اِمنر» بر این باور بود دستگاهی که اختراع کرده می‌تواند الگوهای مغز را درست به شیوه‌ای که صداها ضبط می‌شوند ضبط کند. او برای ساخت آن از دستگاه فون اوتوگراف الهام گرفته بود که نخستین دستگاه شناخته شده برای ضبط صدا بود و امواج صدا را از هوا می‌گرفت و اشکال این امواج را به روی کاغذ منتقل می‌کرد. اِمنر باور داشت که می‌تواند افکار را نیز به همین منوال ثبت کند.

او این دستگاه را به‌منظور ثبت افکار به‌صورت عکس‌های ذهنی ساخت که برای یک فرد در حالت ناخودآگاه قابل بازپخش بود. از نگاه اِمنر خوانش ذهن دیگر امکان‌پذیر شده بود؛ این دستگاه می‌توانست همه‌ی افکار را ضبط کند و هیچ‌چیز مخفی باقی نمی‌ماند. برای مثال، یک قاتل خود را در مقابل مدرک بی‌چون‌وچرایی که جرمش را اثبات می‌کرد می‌دید و بدین ترتیب تعیین مجازات آسان می‌شد. اختراع اِمنر علیرغم این که توجه بسیاری را به خود جلب کرد و خبرساز شد، به‌سرعت فراموش شد چون عملکرد مورد انتظار را نداشت و ذهن‌خوانی نمی‌کرد؛ ذهن‌خوانی به‌سادگی ضبط صدا نبود.

محدودیت‌های هوش مصنوعی در ذهن‌خوانی

هرچقدر که فناوری و دانش بشر در خواندن ذهن و افکار پیشرفته کرده‌باشند، همواره محدودیت‌هایی در کلیت همه رویکردها، روش‌ها و دستگاه‌های ابداع شده وجود دارد. برای مثال، یک نرم‌افزار هوش مصنوعی که قادر به خواندن فعالیت مغزی انسان و ترجمه گفتار است باید ساعت‌ها داده از انسان‌ها را حین این که کلمات را می‌خوانند در اسکنرهای مغزی ثبت کند و در اختیار داشته باشد تا بتواند وظیفه‌ای که برایش برنامه‌نویسی شده‌است را انجام دهد. مشکل دیگر آن این است که وقتی این نرم‌افزار برای فردی غیرازآن افراد به کار برده می‌شود، به‌طور کامل ناموفق عمل می‌کند. بنابراین برخلاف تصور ما، فناوری‌های مغزی به‌راحتی برای همه کاربردی نیستند.

محدودیت دیگر این است که رمزگشایی توسط هوش مصنوعی هرگز نمی‌تواند به‌طور کامل عمومیت داشته باشد چراکه مغز هر کدام از انسان‌ها را تجربه‌های فردی آن‌ها شکل داده است. به‌عنوان مثال، دانشمندان به‌منظور رمزگشایی اطلاعات شخصی از قبیل نام‌های اعضای خانواده یک فرد، ابتدا باید بدانند آن مشخصات در مغز فرد مورد نظر چگونه به نمایش در می‌آیند.

تعرض به حریم حافظه انسان که خصوصی‌ترین بخش وجودی هر انسان است محدودیت دیگر استفاده از فناوری‌های ذهن‌خوانی است. بنابراین لازم است سیاست‌هایی تدبیر و مقرراتی در رابطه با چگونگی و زمان استفاده از داده‌های مغزی وضع شوند و به اجرا درآیند.

سرانجام این که چشم‌انداز ذهن‌خوانی با هوش مصنوعی حیرت‌انگیز است اما شاید مستلزم جراحی تهاجمی باشد. ازاین‌رو، هدف این کار باید به‌خوبی قابل توجیه باشد. بیشتر پژوهشگرها و شرکت‌های سازنده سیستم‌های هوش مصنوعی ادعا می‌کنند که انگیزه آن‌ها کمک به افرادی است که دچار آسیب‌دیدگی از ناحیه ستون فقرات شده‌اند یا در توانایی آن‌ها در برقراری ارتباط اختلال ایجاد شده است اما باید دانست که فناوری ذهن‌خوانی نمی‌تواند همیشه درست‌ترین و بهترین راه‌حل باشد.