



در مورد یکی از انقلابی‌ترین فناوری‌های آینده چه می‌دانید؟

فرقی نمی‌کند وارد شدن به ماتریکس باشد یا تبدیل شدن به یک شخصیت آواتاری، اتصال مغزها به رایانه یک موضوع علمی-تخیلی است....

فرقی نمی‌کند وارد شدن به ماتریکس باشد یا تبدیل شدن به یک شخصیت آواتاری، اتصال مغزها به رایانه یک موضوع علمی-تخیلی است که هرگز فکر نمی‌کردیم به واقعیت تبدیل شود. اما به طور فزاینده‌ای، رابط‌های مغز و رایانه به حوزه‌ای جدی برای مطالعه در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی تبدیل شده‌اند و تحقیقات به سرعت به سمت آزمایش‌های انسانی واقعی حرکت می‌کند. به گزارش ایسنا، شاید شناخته‌شده‌ترین رابط مغز و رایانه توسط شرکت نورالینک ایلان ماسک ساخته شده باشد. در حالی که این فناوری به افراد دارای معلولیت درجات بیشتری از آزادی و کنترل را می‌دهد و کاربردهای بالقوه‌ای در بازی و مراقبت‌های بهداشتی دارد اما چالش‌های فنی، اخلاقی و نظارتی قابل توجهی هنوز وجود دارد.

رابط مغز و رایانه چیست؟

به نقل از دیجیتال ترندز، بیایید از ابتدا شروع کنیم. در یک جمله، رابط مغز و رایانه دستگاه‌هایی هستند که شکاف بین سیگنال‌های الکتریکی آنالوگ مغز و دستگاه‌های دیجیتال خارجی را پر می‌کنند. براساس مطالعه‌ای که در سال ۲۰۲۳ در مجله برین اینفورم (Brain Inform) منتشر شد، یک رابط مغز و رایانه با دور زدن مسیرهای ارتباطی مرسوم برای کارهای مختلف مانند دیدن، حرکت و گفتار، فعالیت الکتریکی مغز و دنیای بیرونی را برای تقویت توانایی‌های انسان در تعامل با محیط فیزیکی به هم متصل می‌کند. رابط مغز و رایانه یک کانال ارتباطی غیر عضلانی فراهم می‌کند و دریافت، دستکاری، تجزیه و تحلیل و ترجمه سیگنال‌های مغزی را برای کنترل دستگاه‌ها یا اپلیکیشن‌های کاربردی تسهیل می‌کند.

توسعه اولیه رابط مغز و رایانه در واقع در دهه ۱۹۲۰ با ظهور نوارمغزی (EEG) آغاز شد که آزمایشی است که از الکترودها برای تقویت و سپس اندازه‌گیری فعالیت الکتریکی در مغز استفاده می‌کند. با این حال، رابط‌های مغز و رایانه مدرن در دهه ۱۹۷۰ از طریق مطالعه دکتر ژاک ویدال (Jacques Vidal) از دانشگاه کالیفرنیا لس آنجلس، با بودجه بنیاد ملی علوم و دارپا، تکامل یافتند. او اولین محقق بود که اصطلاح «رابط مغز و رایانه» را ابداع کرد.

در طول نیم قرن اخیر، رابط‌های مغز و رایانه در کاربردهای مختلف، از ترسیم عملکرد درونی مغز گرفته تا تقویت شناخت و مهارت‌های حرکتی انسان، کاربرد بالینی پیدا کرده‌اند. رابط‌ها حتی برای بازگرداندن تحرک فیزیکی به بیمارانی که از آسیب و بیماری رنج می‌برند، مانند مبتلایان به سکته مغزی، استفاده می‌شود. پتانسیل‌های این فناوری فوق‌العاده هیجان‌انگیز است، اما همانطور که احتمالا می‌توانید تصور کنید، چالش‌های به ظاهر غیرقابل حلی نیز وجود دارد که محققان این فناوری باید با آن‌ها روبرو شوند.

رابط‌های مغز و رایانه غیر تهاجمی

ممکن است تصور کنید که تمام رابط‌های مدرن مغز و رایانه با جراحی در مغز نصب می‌شوند، اما این فناوری در واقع، بسته به اینکه دستگاه چقدر باید به ماده خاکستری کاربر نزدیک باشد، به اشکال مختلفی ارائه می‌شود. انواع کاملاً غیر تهاجمی وجود دارد که همه ما با آنها آشنا هستیم، مانند نوار مغزی (EEG) و ام‌آر‌آی (MRI) که به سادگی فعالیت مغز را نظارت و ضبط می‌کنند. سپس، مواردی وجود دارد که به عنوان نوار مغزی اندوواسکولار «کم تهاجمی» دسته‌بندی می‌شوند. در این روش از یک کاتتر برای رساندن الکترودها به مغز بدون نیاز به جراحی باز مغز استفاده می‌شود. کاتتر (Catheter)، یک لوله نازک، معمولاً بلند و انعطاف‌پذیر و ساخته شده از مواد مناسب برای کارهای پزشکی است.

رابط‌های مغز و رایانه غیر تهاجمی تکانه‌های الکتریکی مغز را از طریق جمجمه و پوست سر بیمار دریافت کرده و مستقیماً به دستگاه خارجی منتقل می‌کنند. در حالی که این به نظر جذاب می‌رسد زیرا نیازی به جراحی مغز وجود ندارد اما این فناوری مملو از چالش‌ها است.

برای مثال، یکی از بزرگترین مشکلات رابط‌های خارجی، نسبت ضعیف سیگنال به نویز آنهاست. این بدان معنی است که تکانه‌های الکتریکی دریافت شده اغلب توسط جمجمه و پوست سر مختل می‌شوند و رمزگشایی دقیق سیگنال‌های مغز دشوار می‌شود. رمزگشایی این سیگنال‌ها به دلیل وجود الگوهای عصبی پیچیده‌ی مغز که برای تفسیر قابل اعتماد به الگوریتم‌های پیچیده و منابع محاسباتی قابل توجهی نیاز دارند، پیچیده‌تر می‌شود.

دکتر جین هاگینز (Jane Huggins)، مدیر آزمایشگاه رابط مستقیم مغزی دانشگاه میشیگان می‌گوید: بیایید فهرستی از چیزهایی تهیه کنیم که بر فعالیت مغز شما تاثیر می‌گذارند، خوب، باید گفت اگر فهرستی از چیزهایی که تاثیری ندارند نیز تهیه کنیم، فهرست کوتاه‌تری خواهیم داشت. همه چیز، از آنچه که بیمار در حال حاضر می‌بیند تا میزان نور اتاق گرفته تا چیزی که برای ناهار خورده تا وضعیت عاطفی، می‌توانند بر دامنه سیگنال‌ها و پیچیدگی آنچه در حال وقوع است تاثیر بگذارند. انتخاب قطعاتی که نیاز دارید سخت است.

در همین حال، از نظر راحتی و قابلیت استفاده، استفاده از رابط‌های غیر تهاجمی به دلیل حجیم بودن الکترودها و هدست‌ها،

برای مدت طولانی ناراحت کننده است. به همین دلیل است که ایده ایمپلنت های مغزی تهاجمی تبدیل به آینده ای شده است که این فناوری به سوی آن می رود.

دسترسی مستقیم به مغز

رابط های مغز و رایانه قابل کاشت، تکانه ها را مستقیماً از ماده مغزی که تراشه روی آن قرار دارد دریافت می کنند و آنها را به دستورات تبدیل می کنند. سپس به صورت بی سیم، سیگنال های فرمان به یک دستگاه خارجی رله می شود که آنها را اجرا کند.

دکتر هاگینز به این موضوع اشاره می کند که اگرچه برخی از افراد همیشه از ایده کاشت دستگاه در مغز احساس ناراحتی می کنند، اما در دراز مدت، این راحت ترین گزینه است.

او گفت: مردم به رابط های کاشته شده به عنوان گزینه «تهاجمی» اشاره می کنند. مطمئناً اگر شما یک رابط را کاشت کنید، به جراحی نیز خواهید داشت و این می تواند یک جراحی بسیار قابل توجه باشد. از سوی دیگر، هاگینز آن را به جراحی مفصل ران مصنوعی خود تشبیه می کند که چند سال پیش انجام داده است. او می گوید: نیاز به جراحی تهاجمی وجود دارد؟ بله. اما در زندگی روزمره، رابط ها را می توان به طور کامل فراموش کرد و احساس نکرد.

رابط های مغز و رایانه کاشته شده نیازی به تنظیمات ۱۰ تا ۲۰ دقیقه ای برای کار روزانه ندارند. آنها همچنین مانند رابط های مغز و رایانه خارجی نیازی به شارژ و تمیز کردن ندارند. هاگینز اظهار داشت که رابط های آینده چه کاشته شده چه خارجی می توانند مزایایی را ارائه دهند که مشابه نحوه عملکرد کاشت حلزون امروزی است.

اگر بتوانید الکترودهای نوار مغزی را در زیر پوست سر قرار دهید، لازم نیست هر روز آنها را بپوشید و بردارید و آنها نامرئی خواهند بود.

علاوه بر این، اصول اولیه این فناوری بیش از آنچه تصور می کنید وجود داشته است. چندین دهه از نصب اولین پروتزهای عصبی در انسان می گذرد و این زمینه با سرعتی سریع در حال گسترش است.

این ما را به جایی که امروز هستیم هدایت می کند. اولین بیماران، این تراشه های کاشته شده را تا کنون دریافت کرده اند. پس از یک مطالعه شش ساله و دریافت تاییدیه اداره غذا و دارو آمریکا در سال ۲۰۲۳، نورالینک کارآزمایی بالینی خود را برای اولین تراشه قابل کاشت خود آغاز کرد و عمل جراحی را در ماه ژانویه سال ۲۰۲۴ بر روی اولین بیمار خود به پایان رساند. تنها در عرض چند ماه، نورالینک به روزرسانی ای را منتشر کرده بود که نشان می داد بیمار در حال کنترل لب تاپ برای بازی آنلاین فقط با مغزش است.

در حال حاضر، آزمایش رابط مغز و رایانه یک بیمار دوم را پیدا کرده است، در حالی که نفر اول از بازی شطرنج به بازی Civilization VI پیشرفت کرده است.

نورالینک به دلیل پر طرفدار و خبرساز بودن بنیانگذارش، تمام توجهات را به خود جلب کرده است، اما این شرکت در توسعه فناوری رابط مغز و رایانه تنها نیست.

شرکت سینکرون (Synchron) بروکلین نیویورک، که در حال توسعه دستگاهی است که می تواند به طور ایمن در رگ های خونی مغز کاشته شود، آزمایش بالینی شش بیمار خود را سال گذشته آغاز کرد. شرکت برین گیت (BrainGate)، یک کادر تحقیقاتی متشکل از دانشگاه های سراسر ایالات متحده، اولین رابط مغز و رایانه بی سیم و پهن باند در جهان را در سال ۲۰۲۱ کاشت. از سوی دیگر، شرکت بلکراک نوروتک (Blackrock Neurotech) در سالت لیک سیتی، یوتا مستقر است و در حال انجام آزمایش های انسانی برای بیش از دو دهه است. تاکنون هیچ گزارشی از سوی سازمان غذا و دارو تحت عنوان «مضرات جدی حوادث» برای آن منتشر نشده است.

این دستگاه ها، کاربران را قادر می سازند تا به طور مؤثر اعضای آسیب دیده را دور بزنند تا دستگاه های خارجی را مستقیماً با افکار خود کنترل کنند و بدون وابستگی به افراد سالم، فعالیت های خود را انجام دهند و کیفیت زندگی خود را به میزان قابل توجهی بهبود بخشند. این فناوری پیش از این تعدادی از زمینه های تحقیقاتی از جمله سرگرمی و بازی، اتوماسیون صنعتی، آموزش و بازآرایی عصبی را متحول کرده است.

چالش های ادامه دار

در حالی که به نظر می رسد رابط های کاشته شده، آینده ی این حوزه را تشکیل دهند، اما مطمئناً با چالش های خاص خود همراه هستند. به عنوان مثال، حتی رابط های کاشته شده، که کیفیت بالاتری از سیگنال را ارائه می دهند و پایداری طولانی مدتی دارند، با مشکلاتی همراه هستند. این دستگاه ها می توانند در طول زمان به دلیل واکنش های بافت زیستی یا خرابی های مکانیکی تخریب شوند و قابلیت استفاده و طول عمر آن ها برای کاربردهای مداوم محدود شود.

رابط های مغز و رایانه کاشته شده همچنین بر موانع آموزش و کالبراسیون مورد نیاز غلبه نمی کنند، که چالش مهمی برای فناوری رابط ها ایجاد می کند. همانطور که دکتر هاگینز توضیح می دهد، کاربران اغلب برای به دست آوردن کنترل موثر بر روی این دستگاه ها نیاز به تمرین گسترده دارند، که این فرآیند را هم وقت گیر و هم گاهی خسته کننده می کند.

نورالینک یک برنامه در حال توسعه برای کمک به این فرآیند دارد و به بیماران کمک می کند تا ذهن خود را برای کنترل بهتر دستگاه های دیجیتالی که پیش تر روی میمون ها آزمایش شده است، آموزش دهند.

فراتر از راحتی و هزینه، پیامدهای اخلاقی و حریم خصوصی این فناوری، چالش های مهمی را برای توسعه بیشتر رابط های مغز و رایانه ایجاد می کند. داده های تولید شده توسط رابط ها از جمله احساسات، نیت و افکار ما، ذاتاً شخصی هستند و خطر جمع

آوری ناخواسته و سوء استفاده از این داده ها ممکن است افزایش یابد. پذیرش رابط های مغز و رایانه همچنین مشکلاتی را در زمینه استقلال، رضایت و دسترسی ایجاد می کنند. چه چیزی مانع از آن خواهد شد که افراد مجبور به استفاده از رابط های مغز و رایانه بر خلاف میل شان شوند یا بدون درک کامل عواقب رابط ها از آنها استفاده کنند؟

هاگینز می گوید: هیچ چیز ترسناک تر از این نیست که فکر کنیم ممکن است یک نفر دیگر به جای ما تصمیم بگیرد که یک رابط مغز و رایانه کاشته شده می خواهیم یا خیر و آن را به ما تحمیل کند.

همین امر در مورد استفاده از سیستم های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی برای کمک به بیماران دارای رابط مغز و رایانه نیز صادق است. ما می توانیم بسیاری از عملکردهای هوش مصنوعی و رابط ها را با هم ترکیب کنیم، اما این موضوع به شکل گرفتن سؤالاتی مشابه منجر می شود: چه کسی تصمیم می گیرد؟ چه چیزی قرار است گفته شود؟

و به این سؤالات اخلاقی برمی گردیم. اگر فردی توانایی هایش رو به وخامت باشد برای مثال مشابه بیماران مبتلا به ALS، آیا تعادلی وجود دارد؟ آیا این تعادل در طول زمان تغییر خواهد کرد؟ یا من فقط می خواهم تسلیم شوم و به هوش مصنوعی اجازه دهم جملات من را به صورت خودکار تکمیل کند؟

این ها نگرانی های جدی برای آینده هستند، حتی اگر هنوز تا نیاز واقعی به رویارویی با آنها فاصله زیادی داشته باشیم. هاگینز به این نکته اشاره می کند که یکی از بزرگترین چالش های آینده رابط های مغز و رایانه ترس و باورهای غلط است. او اذعان کرد: این خیلی مردم را می ترساند. یک بار از من پرسیده شد که آیا دولت می تواند افکار ما را با استفاده از ماهواره ها بخواند؟ و من می گفتم، خب، می دانی، من در دریافت پاسخ درست زمانی که کسی در آزمایشگاهم نشسته است و فعالانه سعی می کند به یک کلید روی صفحه کلید توجه کند، مشکل دارم. نگران نباشید که مردم افکار شما را با ماهواره ها بخوانند.

نگاهی به آینده روشن تر رابط های مغز و رایانه

مطمئناً، محققان رابط های مغز و رایانه در ارائه این فناوری انقلابی به عموم مردم با چالش های قابل توجهی روبرو هستند. هاگینز خاطرنشان می کند که همکارانش که بر روی مطالعات تحقیقاتی رابط های کاشته شده کار می کنند، فرآیند بسیار دقیقی را طی می کنند تا مطمئن شوند که شرکت کنندگان در آن مطالعات، متوجه می شوند که این طرح چیست و همچنین درک واقعی از مزایا و خطرات آن دارند.

همین رفتارها به ندرت به عموم مردمی که با وعده های خارق العاده ارتباط تله پاتی، حافظه و یادآوری کامل، و حتی ادغام ذهن های انسان ها و رباتیک بمباران می شوند، تعمیم داده می شود.

هاگینز پذیرفته است که برای دیدن پیشرفت رابط های مغز و رایانه در طول زندگی، کاهش انتظارات واقعاً ضروری است.

او می گوید: فکر می کنم مواردی از پیشرفت در دسترس خواهد بود، فقط فکر نمی کنم این موارد با همه ی تبلیغاتی که انجام می شود سازگار باشد. افراد باید انتظارات واقع بینانه داشته باشند و درک کنند که این یک فناوری جدید است. ما هنوز در حال یادگیری هستیم که چگونه کار می کند، چرا کار می کند، چه زمانی کار می کند، چه زمانی کار نمی کند، به چه نوع حمایتی نیاز دارد، و چند مکان می توانند آن را ارائه دهند.

بنابراین ما احتمالاً در آینده ای قابل پیش بینی یادگیری کنگ فو در یک لحظه را تجربه نخواهیم کرد. اما این بدان معنا نیست که نسل بعدی چنین نخواهد بود. ممکن است راه درازی در پیش داشته باشیم، اما پایه و اساس آن تجربیات آینده، امروز ساخته می شود و این دلیلی برای هیجان انگیز بودن رابط های مغز و رایانه است.