آیندهٔ رابطهای انسان-ماشین چگونه خواهد بود؟

What Will Be the Future of Human-Machine Interfaces?

فاضل امیرواحدی
دانشجوی دکترای پیوستهٔ بیوتکنولوژی دانشگاه تهران
famirvahedi@gmail.com

چکیده

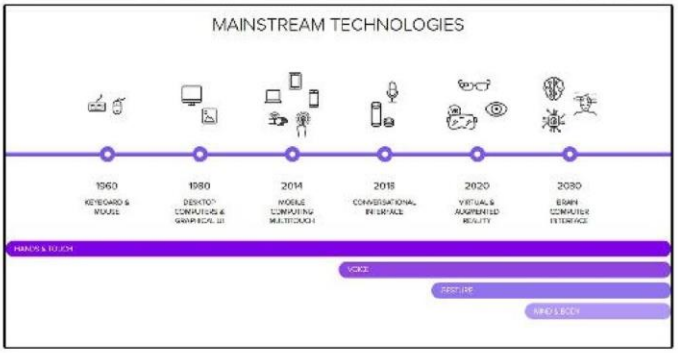
در این مقاله به بررسی کوتاه سیر تکامل رابطهای انسان-ماشین خواهیم پرداخت و سپس به‌صورت مفصل‌تر نحوهٔ تعامل انسان با ماشین‌های امروزی به کمک رابطهای جدید را تجزیه و تحلیل خواهیم کرد تا بفهمیم که چه آینده‌ای در انتظار انسان است؟ در این راستا به تلاش‌ها جهت کنترل جهان اطرافمان با ذهن خودمان با رویکرد توان‌بخشی معلولین به کمک ماشین‌ها اشاره می‌کنیم. همچنین به روی دیگر سکه نگاهی می‌اندازیم و خطرات ماشین‌ها همانند احتمال کنترل ذهن افراد، افکار و احساسات آن‌ها با استفاده از ماشین‌ها، به خطر افتادن حیات دموکراسی و... را طرح و بررسی می‌کنیم.

کلمات کلیدی: رابط- انسان- ماشین- هوش مصنوعی- نورالینک

مقدمه

انسان از ابتدای پیدایش زندگی گروهی، برای هرچه بهتر برطرف کردن نیازهای حیاتی خود ابزارهایی را ساخته و از آن‌ها استفاده کرده است. در این رابطه همواره موضوعاتی از قبیل کارایی ابزار، در دسترس بودن، سادگی استفاده و... مدنظر سازندگان آن‌ها بوده است. امروزه نیز با توجه به رشد سریع دنیای دیجیتال و نیاز انسان‌ها به آن، معیارهایی برای ساخت ابزار جهت دسترسی هرچه مطلوب‌تر به دنیای دیجیتال وجود دارد که منجر به پیدایش مبحث مستقلی با عنوان **واسط انسان-ماشین** شده است. درحالی‌که حوالی دههٔ ۶۰ میلادی وسیله‌های ارتباطی انسان-ماشین (رایانه) به ماوس و کیبورد محدود می‌شدند به‌تدریج این ارتباط به‌صورت دستیارهای صوتی، استفاده از اشاره و...در آمده است تا جایی که امروزه این فرایند به مرحلهٔ کنترل ماشین با ذهن رسیده است و همه روزه اخبار مربوط به رابطهای مغز-ماشین را می‌توان در منابع علمی مشاهده کرد.

یکی از افرادی که از رابطهای انسان-ماشین به‌خوبی استفاده کرد استیون هاوکینگ، فیزیکدان سرشناس، است که در ۲۱ سالگی علائم بیماری بسیار نادری به نام ALS در او مشاهده شد. این بیماری بخشی از نخاع و مغز و سیستم عصبی را مورد حمله قرار می‌دهد و به‌تدریج اعصاب حرکتی بدن را از بین می‌برد و با تضعیف ماهیچه‌ها، باعث فلج عمومی می‌گردد؛ به‌طوری‌که به‌مرور توانایی هرگونه حرکتی از شخص سلب می‌شود. معمولا مبتلایان به این بیماری بی‌درمان مدت زیادی زنده نمی مانند و این مدت برای استیون بین دو تا سه سال پیش‌بینی شده بود؛ اما استیون با ارادهٔ خود و نیز به لطف فناوری نه‌تنها زنده ماند بلکه توانست پژوهش‌های ارزنده‌ای در زمینهٔ کیهان‌شناسی انجام دهد و برخلاف پیش بینی‌ها بیش از ۵۰ سال عمر کند. چه می‌شود اگر ما با استفاده از تکنولوژی به بسیاری از مردم که روزانه متوجه ابتلای خود به بیماری‌های مشابه می‌شوند کمک کنیم؟ آیا هاوکینگ‌هایی دیگر خواهند توانست مرزهای دانش را جابه‌جا کنند یا به خاطر عارضه و بیماری خود شاهد از بین رفتن یک به یک فرصت‌ها و آرزوهایشان خواهند بود؟



تصویر ۱- سیر تغییر و تحول رابطهای انسان-ماشین (رایانه) از دهه ۷۰ میلادی

تصویر ۲- پروفسور هاوکینگ به همراه گروه ارتقادهندهٔ سیستم ارتباطی مخصوص پروفسور هاوکینگ

اما چرا نحوهٔ ارتباط ما با ماشین‌ها و ابزارهایی که برای سهولت کارهایمان ساخته‌ایم تا این اندازه مهم است؟ تا چه حد می‌توانیم واسطهٔ فیزیکی بین انسان و ماشین را ساده‌تر کنیم؟ آیا راحتی بیشتر همواره خوب است؟ آیا استفاده از رابط‌های ذهن-ماشین (رایانه) بی خطر است؟ آیا هوش مصنوعی به برقراری عدالت در جامعه و افزایش شفافیت سیستم‌های اداری و سیاسی کمک خواهد کرد؟

تصویر ۳- توان‌بخشی معلولین به کمک دریافت اطلاعات ناحیه حرکتی مغز آن‌ها و ارسال فرمان به دست رباتی

به نظر می‌رسد اکنون‌که جهان به سمت استفادهٔ فراگیر از ماشین‌های هوشمند و کنترل آن‌ها با ذهن پیش می‌رود بهتر است که کمی در مورد آینده‌ای که انتظار بشر را می‌کشد و به نظر کمی هم شکننده می‌آید بیندیشیم؛ این که آیا روزی مرز انسان-ماشین شکسته خواهد شد؟ آیا بشریت همواره به کاربردهای صلح‌آمیز این تکنولوژی رجوع خواهد کرد؟ تا چه حد می‌توانیم به ماشین‌ها و البته خودمان اعتماد کنیم؟

نورالینک، پیام‌آور آینده

برای درک بهتر ابعاد موضوع به نمونه‌ای نوین در زمینهٔ رابط انسان-ماشین می‌پردازیم که تا همین چند سال پیش تنها می‌شد ردی از آن را در فیلم‌های علمی-تخیلی جستجو کرد. امروزه بسیاری از مردم از ضایعه‌های عصبی رنج می‌برند که درنهایت سبب معلولیت در دستگاه حسی-حرکتی آن‌ها یا عوارض عصبی دیگر می‌شود؛ ضایعه‌هایی که گاهی قدرت تکلم افراد را از آن‌ها می‌گیرند، سبب ازکارافتادگی عضلات می‌شوند و... اما امروزه پژوهشگران با کار بر روی رابط‌های مغز-ماشین (BMIs) در تلاش هستند تا با کمک ماشین، تأثیر این اختلالات عصبی در زندگی افراد را به حداقل برسانند.

نورالینک شرکت پیشرویی است که در تلاش برای بهبود زندگی انسان با طراحی و ساخت رابط‌های مغز-ماشین قابل کشت می‌باشد.

تصویر ۴- ایلان ماسک در حال معرفی محصول جدید شرکت نورالینک

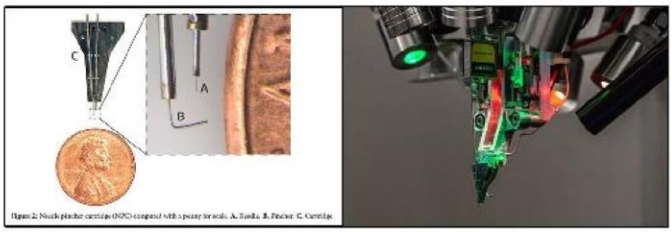
رابط‌های مغز-ماشین بالینی هنوز به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار نمی‌گیرند؛ زیرا تعداد متوسط کانال‌های مغزی، پتانسیل بهره‌برداری آن‌ها (رابط‌ها) را محدود کرده است؛ اما در فناوری جدید نورالینک، پژوهشگران یک بستر رابط یکپارچه مغز - ماشین با هزاران کانال ساخته‌اند که در آن آرایه‌ای (شبکه‌ای منظم) از رشته الکترودها مورداستفاده قرار گرفته است. در این طراحی تعداد ۳۰۷۲ الکترود در هر آرایه در ۹۶ رشته توزیع شده است که از این جهت دارای تراکم بی سابقه‌ای می‌باشد. سیستم نورالینک دارای سه مولفهٔ اصلی زیر است:

۱) میله‌های پلیمری بسیار ظریف
۲) ربات جراحی مغز و اعصاب
۳) لوازم الکترونیکی با تراکم بالا

عرض رشته‌های ساخته شده از ۵۰-۵ میکرومتر است (گلبول‌های قرمز دارای قطری حدود ۵ میکرومتر هستند). نورالینک از یک سیستم جاسازی رباتی برای جاگذاری میله‌های انعطاف‌پذیر استفاده کرده است که به جاگذاری سریع و قابل‌اطمینان تعداد بالایی میله منجر می‌شود تا از رگ‌ها دوری کرده و منجر به آسیب‌دیدگی رگ‌ها نگردد و از مناطق پراکندهٔ مغز، با تشخیص دادن تغییر میدان الکترومغناطیسی ایجاد شده توسط سلول‌های مغز، از این مناطق ثبت گرفته می‌شود.

ربات مورداستفاده به‌طور خودکار می‌تواند در هر دقیقه ۶ رشته (۱۹۲ الکترود) را درج کند. با استفاده از این سیستم رباتی، به‌طور متوسط ۸۷,۱ ± ۱۲,۶٪ موفقیت در ۱۹ عمل جراحی به دست آمده است.

از اهداف مهم این سیستم بدین شرح است: این یک بستر تحقیقاتی برای استفاده در جوندگان است و به‌عنوان نمونه‌ای برای کاشت‌های بالینی آینده در انسان عمل می‌کند. توانایی تکرار سریع طرح‌ها و آزمایش در جوندگان، امکان اصلاح سریع دستگاه‌ها، فرآیندهای تولید



تصویر ۵- سیستم رباتی کاشت دهنده‌ی الکترودهای نازک (راست) و مقایسه اندازه‌ی سوزن با سکه (چپ)

و نرم‌افزار را فراهم می‌آورد؛ زیرا این یک بستر تحقیقاتی است و سیستم از یک اتصال سیمی استفاده می‌کند تا پهنای باند را برای جریان داده‌های خام به حداکثر برساند. این مورد برای ارزیابی عملکرد و برای توسعه الگوریتم‌های پردازش سیگنال و رمزگشایی بسیار مهم است.

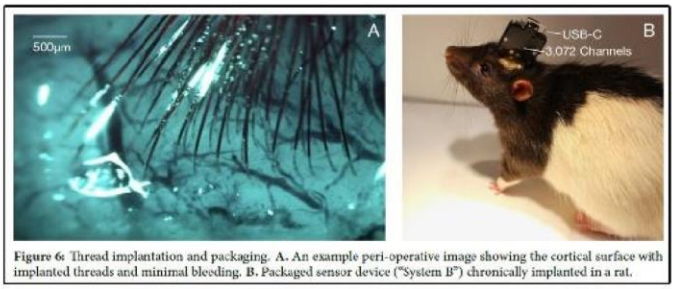


Figure 6: Thread implantation and packaging. A. An example peri-operative image showing the cortical surface with implanted threads and minimal bleeding. B. Packaged sensor device ("System B") chronically implanted in a rat.

تصویر ۶- کاشت رشته و بسته‌بندی (packaging). A) تصویر یک نمونهٔ پیش از عمل که سطح قشر را با نخ‌های کاشته شده و حداقل خونریزی نشان می‌دهد.B)دستگاه حسگر بسته‌بندی شده که در موش صحرایی کاشته می‌شود.

درحالی‌که قبل از اینکه وسیلهٔ پهنای باندی (وسیله‌ای که بتوان به کمک آن اطلاعات کافی را از نمونهٔ مورد بررسی به دست آورد) برای کاربردهای بالینی مناسب باشد، باید با چالش‌های مهم فناوری روبرو شوید. با وجود چنین دستگاهی، تصور اینکه بیمار مبتلا به آسیب نخاعی می‌تواند به طرز ماهرانه یک ماوس و کیبورد دیجیتال را کنترل کند، قابل‌قبول است.

ولی افتاد مشکل‌ها!

با وجود تمام مزایایی که بهبود رابط انسان-ماشین یا مغز-رایانه دربردارد، آیا هیچ‌گونه خطر بالقوه‌ای از سوی این تکنولوژی متوجه انسان نیست؟ منتقدان سیستم‌های هوش مصنوعی همواره از احتمال کنترل انسان توسط هوش مصنوعی حرف می‌زنند. فارغ از این‌ها هوش مصنوعی امروزه می‌تواند به دست‌آویزی برای سیاستمداران جهت دستیابی به اهدافشان تبدیل شود؛ کافیست تنها یک لحظه چشم‌ها را بسته و به زندگی روزمرهٔ خود و ارتباطمان با سیستم‌های هوشمند بیندیشیم؛ از ساعت‌های هوشمند گرفته تا رایانه‌های شخصی. در واقع بخش عظیمی از اطلاعات و زندگی ما اکنون در فضای دیجیتال به راحتی قابل دسترسی است. یا تصور کنید که روزی بتوانید به کمک ایمپلنت‌های مغزی در آینده‌ای نه‌چندان دور بدون نیاز به تایپ کردن و تنها با فکر کردن به‌صورت آنلاین در گوگل جست‌وجو کنید! آیا ممکن است که تفکرات و احساسات شما بعدها توسط ایمپلنت‌های این‌چنینی یا چیزهایی شبیه محصول نورالینک کنترل شوند؟! در این صورت مسئلهٔ آزادی انسان چه معنایی خواهد داشت؟ آیا لذت استفاده از این فناوری‌های نوین انسان را در خواب غفلت فروبرده و هوشیاری او را خواهد ربود؟ آیا ممکن است بتوان بعدها به افراد حس خودآگاهی کاذب را القا کرد؟

این مورد از داغ‌ترین موضوعات جهان فناوری است که حیطهٔ بزرگی از مباحث عمومی و تخصصی مثل فناوری، هوش مصنوعی، سیاست، اخلاقیات، دموکراسی و...غیره را دربرمی‌گیرد.

بایدها و نبایدها

اما آیا راهکاری برای مشکلات احتمالی پیش رو وجود دارد؟ آیا به خاطر ترس از کنترل شدن توسط انسان‌های دیگر یا هوش مصنوعی، باید قید تکنولوژی را بزنیم؟ شاید گاهی به نظر برسد که تنها راه‌حل همین باشد؛ اما می‌توان با طراحی پروتکل‌های امنیتی در جهت حفظ حریم شخصی افراد مانع از بروز برخی نگرانی‌ها شد. برای مثال در مورد کاشت امپلنت‌های مغزی چه در جهت مقاصد درمانی چه در جهت استفاده‌های روزمره و یا تبدیل‌شدن به یک سایبورگ[1]، باید فردی که از این سیستم استفاده می‌نماید آزادی عمل در جهت تعیین محتوای خروجی- ورودی مغز خود داشته باشد و از خروج اطلاعاتی که مایل به خروج آن‌ها نیست خودداری نماید.

مورد دیگری که می‌توان در جهت افزایش ضریب اطمینان به کار برد استفاده از سیستم متن باز (open source) می‌باشد تا افراد بتوانند به‌طور شفاف فعالیت‌ها و دستورالعمل‌های سیستم را مشاهده و حتی آن را تغییر دهند.

به نظر می‌رسد بهتر این باشد تا زمان مشخص شدن یک نتیجهٔ مطلوب و قطعی در پیش‌بینی آینده عجله نکنیم و همچنین در استفاده از ابزارهایی که همهٔ جنبه‌های آن برای ما روشن نیست جانب احتیاط را رعایت کنیم. اخبار روزمره را دنبال کنیم؛ اما همیشه بدانیم حقیقت دورتر از چیزی است که به نظر می‌رسد و همواره آن چیزی نیست که به ما گفته می‌شود.

منابع

1)Elon Musk & Neuralink, (2019), An integrated brain-machine interface platform with thousands of channels, bioRxiv, doi: http://dx.doi.org/10.1101/703801,available at https://www.biorxiv.org/content/10.1101/703801v2.

[1] سایبورگ کوتاه شدهٔ دو واژهٔ سایبرنتیک و ارگانیسم، یک موجود با هر دو اجزای ارگانیک و مکانیکی