

پیش بینی هشت استاد دانشگاه استنفورد از تحولات هوش مصنوعی در سال جدید میلادی

هیا هو تمام شد، به دیوار واقعیت نزدیک می‌شویم

علی محمولی مترجم

پس از سال‌ها هیجان‌فراینده، سر مایه‌گذاری‌های نجومی و قمارهای چندمیلیارد دلاری، سسال ۲۰۲۶ را می‌توان نقطه‌ای دانست که گردوخاک هوش مصنوعی آرام‌آرام فرومی‌نشیند و این فناوری ناچار می‌شود با واقعیت‌ریان کارنامه خود مواجه شود. دورانی که در آن، هوش مصنوعی دیگر نه به مثابه یک وعده بی‌پایان، بلکه به عنوان مجموعه‌ای از ابزارهای مشخص با توانمندی‌ها، محدودیت‌ها و هزینه‌های واقعی مسود قضاوت قرار می‌گیرد. فاصله میان تبلیغ و عملکرد، میان ادعا و پیامد، اکنون بیش از هر زمان دیگری قابل اندازه‌گیری شده است. در چنین شرایطی، جمعی از استادان دانشگاه استنفورد در حوزه‌های علوم کامپیوتر، پزشکی، حقوق و اقتصاد، در مجموعه‌ای از مصاحبه‌ها و تحلیل‌های میان‌رشته‌ای که توسط تارنامای مرکز هوش مصنوعی انسان‌محور دانشگاه استنفورد (موسوم به HAI) منتشر شده، به بررسی آینده هوش مصنوعی در سال پیش‌رو پرداخته‌اند؛ آینده‌ای که به‌زعم آنان، نه با جهش‌های نمایشی، بلکه با توقف، بازنگری و حساب‌کشی تعریف خواهد شد. به بیان دقیق‌تر، آنچه در راه است، پایان «عصر تریج» و ورود به «عصر ارزیابی» است که در آن، صرف به‌کارگیری AI دیگر مزیت محسوب نمی‌شود و هر کاربردی باید پاسخگوی

سال رشد جهانی حاکمیت هوش مصنوعی



من بر این باورم که در سال پیش‌رو با هوش مصنوعی عمومی (AGI) مواجه نخواهیم شد؛ اما در عوض، روندی پرت‌رنگ‌تر و معنادارتر را شاهد خواهیم بود؛ صعود حاکمیت هوش مصنوعی. بسیاری از دولت‌ها در تلاشند خود را، هم از ارائه‌دهندگان مملود و انحصاری هوش مصنوعی و هم از مدبر سیاسی آمریکا، تاحده ممکن مستقل کنند. اما حاکمیت هوش مصنوعی دقیقاً به چه معناست؟ در ساده‌ترین مصداق، می‌تواند به ساخت یک مدل زبانی بزرگ بومی توسط یک کشور اشاره داشته باشد. در سطحی دیگر، ممکن است کشوری مدل زبانی بزرگ توسعه‌یافته‌در جغرافیایی دیگر را بر زیرساخت سخت‌افزاری خود اجرا کند تا مطمئن‌ان باید داده‌ها از مرزهایش خارج نمی‌شوند. مسئله انبجاست که خود مفهوم «حاکمیت» هنوز تعریف دقیق و تثبیت‌شده‌ای ندارد. از همین رو، مرکز هوش مصنوعی انسان‌محور (HAD) روی پروژه‌ای کار می‌کند که هدف آن، روشن‌تر کردن این مضادیق و مرزبندی‌ها برای افکار عمومی است. در سال ۲۰۲۵، شاهد سر مایه‌گذاری‌های سنگین در حوزه مراکز داده در نقاط مختلف جهان بودیم؛ از اقدام امارات متحده عربی در ماه مه گرفته تا پروژه‌های کره جنوبی در پاییز. به احتمال زیاد، شرکت‌هایی مانند انویدیا و OpenAI نیز در همین راستا از کشورهای مختلف بازدید خواهند کرد؛ روندی که مستقیماً به مسئله حاکمیت هوش مصنوعی و نحوه بهره‌برداری بازگیران از آن گره خورده است. این موج سر مایه‌گذاری در سال ۲۰۲۶ نیز ادامه خواهد یافت، اما واقعیت این است که نمی‌توان تمام سر مایه جهان را روی یک موضوع متمرکز کرد. از این منظر، این تسر مایه‌گذاری بیش از آنکه پایدار باشد، شباهت زیادی به یک حباب دارد. در عین حال، در سال ۲۰۲۶

اثرات واقعی خود باشد. در این چهارچوب تازه، مسئله دیگر فقط پیشرفت فنی نیست، بلکه تنظیم نسبت میان هوش مصنوعی و نهادهای حساس اجتماعی است. از تلاش برای تعریف شاخص‌های استاندارد و قابل اتکا جهت سنجش استدلال، تصمیم‌سازی و خطای الگوریتم‌ها در نظام حقوقی تا ایجاد داشبوردهای لحظه‌ای برای رصد اثرات AI بر بازار کار، بهره‌وری، حذف یا خلق مشاغل جدید. هم‌زمان، بحث بر سر طراحی سازوکارهای چهارچوب‌مند و سخت‌گیرانه برای اعتبارسنجی سیل استارت‌آپ‌هایی است که با برچسب «هوش مصنوعی» وارد حوزه حیاتی پزشکی و درمان شده‌اند؛ حوزه‌ای که در آن، خطا نه یک باگ نرم‌افزاری، بلکه مسئله‌ای مرتبط با جان انسان است. به باور این پژوهشگران، سال‌های آتی، دوران آزمون نهایی است؛ دوره‌ای که در آن، هیجان جای خود را به دقت، سرعت به مسئولیت و کمیت به کیفیت می‌دهد؛ دوران استانداردسازی، حساس‌رسی و مقایسه بی‌رحمانه خروجی‌ها با وعده‌ها. در چنین فضایی، دیگر سؤال محوری این نیست که «آیا هوش مصنوعی قادر به انجام این کار است یا نه؟» بلکه این پرسش مطرح می‌شود که «تا چه حد، با چه هزینه‌ای و چه پیامدهایی به نفع چه کسانی باید از آن استفاده کرد؟»، پرسشی که پاسخ به آن، نه فقط مسیر توسعه فناوری، بلکه آینده رابطه جامعه، دولت و بازار با هوش مصنوعی را در دهه پیش‌رو تعیین خواهد کرد.

بیشتر از زبان شرکت‌ها خواهیم شنید که هوش مصنوعی، جز در حوزه‌های محدودی مانند برنامه‌نویسی یا مراکز تماس، هنوز به افزایش معنادار بهره‌وری منجر نشده است.

اما سؤال اینجاست که شرکت‌ها می‌آموزند هوش مصنوعی را کجا، چگونه و با چه انتظاری به کار بگیرند؟ شاید، به همان من، در سال جدید با نسل تازه‌ای از رابط‌های کاربری هوش مصنوعی روبه‌رو خواهیم شد؛ محصولاتی فراتر از چت‌بات‌ه‌های متعارف یا حتی مرورگر وبی که OpenAI معرفی کرد. دست‌کم باید انتظار دیدن نمونه‌های اولیه این رابط‌ها را داشت، حتی اگر ورود رسمی آن‌ها به بازار به تعویق بیفتد. تا امروز، تمرکز اصلی بر مدل‌های هر چه بزرگ‌تر بوده؛ اما هم‌زمان شاهد مدل‌های کوچک‌تری نیز بودیم که در عمل، از غول‌های پرهزینه عملکردی بهتر دارند. به نظر می‌رسد نوعی «قله داده‌ای» رسیدیم که در داده‌ها، تنها محدودیت رشدمان، بلکه کیفیت آن‌ها نیز کم است. از این رو، انتظار می‌رود تلاش‌ها به سمت ساخت مجموعه داده‌های کوچک‌تر اما با کیفیت‌تر سوق پیدا کند که امکان دستیابی به عملکرد بالاتر را با مدل‌های سبک‌تر فراهم می‌کنند. در حوزه تولید ویدئو، پیشرفت‌های قابل توجهی در سال ۲۰۲۵ رخ داد، هر چند خروجی‌ها عموماً هنوز قانع‌کننده نبودند. با این حال، تجربه‌ای شخصی در یکی از کلاس‌هایم قابل تأمل بود؛ گروهی از دانشجویان ویدئویی با استفاده از هوش مصنوعی تولید کردند که در شرایط عادی به بازگیران و لوکی‌ش‌های خاص نیاز داشت. ویدئویی نقص نبود؛ اما خوب از آب در آمد. از همین رو، معتقدم ابزارهای تولید ویدئو مبتنی بر هوش مصنوعی بالاخره به آستانه‌ای از کیفیت رسیده‌اند که کاربرد آن‌ها در دنیای واقعی توجیه‌پذیر شود و احتمالاً در سال آینده فراگیرتر خواهند شد. البته هم‌زمان با این رشد، باید منتظر موجی از چالش‌ها و منازعات جدی در حوزه کپی‌رایت نیز بود.

زمان گشودن جعبهٔ سیاه هوش مصنوعی در علم



من ظرفیت مدل‌های پایدار برای گشودن افق‌های تازه‌در کشف پیش‌بینی‌های علمی و پزشکی بسیار جدی‌می‌دانم. در حال حاضر چند مسیر متفاوت برای ساخت این مدل‌ها وجود دارد. یک رویکرد، ساخت یک مدل عظیم «ادغام زودهنگام» است که همه انواع داده را از ابتدار خود جذب می‌کند. رویکرد دیگر، «ادغام دیر هنگام» است، یعنی ساخت مدل‌های جداگانه برای هر مدالیت و ترکیب آن‌ها در مرحله نهایی. پرسش‌های عمیقی در اینجا مطرح است؛ آیا مدل‌هایی که جداگانه آموزش دیده‌اند واقعاً می‌توانند به خوبی با یکدیگر کار کنند؟ اگر بخشی از داده‌ها مخلدش یا کم کیفیت باشد چه اتفاقی می‌افتد؟ در مدل‌های ادغام دیر هنگام، اگر مثلاً مدلی متشکل از DNA، RNA، و پروتئین‌ها داشته باشیم، می‌توان صرفاً ماژول (پودمان) DNA را بازسازی کرد، بی‌آنکه نیازی به بازآموزی کل سامانه باشد؛ اما در مدل‌های ادغام زودهنگام، هر تغییر کوچک به معنای بازسازی کل مدل است. پیش‌بینی من این است که در سال آینده، تصویری روشن‌تری از برتری یکی از این دو رویکرد به دست خواهیم آورد. هم‌زمان، جامعه علمی بیش از پیش به قدرت خیره‌کننده هوش مصنوعی در پژوهش پی برده است. اما در علم، پیش‌بینی دقیق به تنهایی کافی نیست؛ باید بدانیم مدل چگونه به آن پیش‌بینی رسیده. به همین دلیل، تمرکز فزاینده‌ای در آزمایشگاه‌ها نه بر خروجی نهایی، بلکه بر ساختار درونی شبکه عصبی شکل گرفته است؛ اینکه کدام داده به کدام داده «توجه» می‌کند و این توجه چگونه به عملکرد

۲۰۲۶؛ سال هوش مصنوعی حقوق دان



پیش‌بینی من این است که در حوزه هوش مصنوعی برای خدمات حقوقی، مسائل پیچ‌و دخیل دو موضوع کلان تعریف شود. نخست، سخت‌گیری و بازگشت سر مایه (ROD). به احتمال زیاد، شرکت‌های حقوقی و دادگاه‌ها دیگر این سؤال سلو‌طوحانه مطرح نخواهند کرد که «آیا می‌تواند بنویسد؟» بلکه پرسش محوری این خواهد بود که «با چه کیفیتی، روی چه موضوعی و با چه سطحی از ریسک؟» می‌تواند بنویسد. در این چهارچوب، ارزیابی‌های استاندارد و کاملاً دامنه‌محور به یک پیش‌نیاز بدیهی تبدیل خواهند شد؛ از ارزیابی‌هایی که عملکرد مدل را به خروجی‌های ملموس حقوقی گرومی‌زنند، از جمله دقت تحلیلی، صحت ارجاعات، ریسک نقض محرمانگی و زمان انجام کار. هم‌زمان، تمرکز از سناریوهای کنترل‌شده و مصنوعی به سمت سنسنجش بهره‌وری واقعی در گردش

حباب هوش مصنوعی احتمالاً از این بزرگ‌تر نخواهد شد



بیلوردهای سافتر انستیسکو گویای وضع فعلی‌اند: «هوش مصنوعی، همه‌جا؛ برای همه چیز؛ در تمام اوقات». لحن نسبتاً شیدگانه این تبلیغات، به خوبی حجم امیدها و سر مایه‌گذاری‌های عظیمی را نشان می‌دهد که بر دوش هوش مصنوعی مولد و عامل‌های هوشمند گذاشته شده است. تا اینجا، بازارهای مالی و غول‌های فناوری بی‌هیچ تردیدی روی هوش مصنوعی شش‌پربندی کرده‌اند؛ با تزریق مقادیر نجومی سر مایه و نیروی انسانی و ساخت زیرساخت‌های محاسباتی غول‌آسا برای تداوم رشد آن. اما نشانه‌هایی در حال ظهور است که حکایت از محدودیت‌ها دارد؛ این را که هوش مصنوعی لزوماً همه آن وعده‌هایی را که به آن منتسب است، محقق نخواهد کرد، حتی در برخی موارد، شواهدی از گمراه‌سازی، کاهش مهارت انسانی و آسیب‌های واقعی

زمان ظهور چت‌بات پزشکی



تا همین اواخر، توسعه مدل‌های هوش مصنوعی پزشکی به شدت پرهزینه بود؛ چراکه به داده‌های آموزشی که توسط متخصصان در کیفیت پزشکی تهیه شده بود، نیاز داشت. برای مثال تشخیص خوش خیم یا بدخیم بودن یک ماموگرافی مستلزم مداخله مستقیم یک پزشک خبره بود. ظهور روش‌های نوین یادگیری خود نظارت که امروزه به طور گسترده در آموزش چت‌بات‌های تجاری به کار می‌روند، این معادله را دگرگون کرده‌اند. این روش‌ها بدون نیاز به برچسب خوردن، هزینه آموزش مدل‌های پزشکی را به طور چشمگیری کاهش داده‌اند. با این حال، پژوهشگران حوزه هوش مصنوعی پزشکی در گردآوری مجموعه داده‌های عظیم، کندتر از هم‌تایان خود در سایر حوزه‌ها عمل کرده‌اند؛ عمدتاً به دلیل الزام‌های سخت‌گیرانه مربوط به حفظ حریم خصوصی داده‌های بیماران. با وجود این محدودیت،

عبور از هیاهو به داشبوردها: سنجش لحظه‌ای هوش مصنوعی



در سال ۲۰۲۶، مجادلات کلی و انتزاعی درباره اثرات اقتصادی هوش مصنوعی کنار می‌روند و جای خود را به سنجش‌های دقیق، مستمر و داده‌محور می‌دهند. «داشبوردهای اقتصادی هوش مصنوعی» با بسامد بالا ظهور می‌کنند؛ ابزارهایی که در سطح وظایف و مشاغل نشان می‌دهند هوش مصنوعی کجا بهره‌وری را افزایش می‌دهد، کجا نیروی کار را جابه‌جا می‌کند و کجا نقش‌های جدید می‌آفریند. این سامانه‌ها با اتکا به داده‌های حقوق و دستمزد، سکوهای کاری و الگوهای مصرف، عملاً به حساب‌های ملی لحظه‌ای بدل می‌شوند. در پژوهش «قناری‌ها در معدن» که با همکاری ADP انجام داده‌ام، هم‌اکنون نشانه‌ها روشن است:

نقش بیماران در درمان با کمک AI پرتنگ‌تر می‌شود



با تشدید هیاهو پیرامون کاربردهای هوش مصنوعی مولد، سازندگان این فناوری‌ها تدریجاً از چرخه‌های تصمیم‌گیری طولانی و فرساینده در نظام سلامت دلسرد می‌شوند و مسیر خود را به سوی کاربران نهایی تغییر می‌دهند. این چرخش عمدتاً از طریق برنامه‌هایی صورت می‌گیرد که رایگان عرضه می‌شوند و مستقیماً مصرف‌کننده را هدف می‌گیرند؛ نمونه‌هایی مانند خلاصه‌سازی متون علمی در OpenEvidence یا پاسخ‌های آتی به پرسش‌های بالینی در AtroposHealth. نشانه‌های اولیه این روندند. در سطح فناوری، شاهد گسترش مدل‌ها ترانسفورمر مولد خواهیم بود؛ مدل‌هایی که بدون نیاز به برچسب‌گذاری اختصاصی برای هر وظیفه، قادرند

به چشم می‌خورد. افزون بر این، داده‌ها نشان می‌دهند توسعه فعلی هوش مصنوعی با هزینه‌های زیست‌محیطی سنگینی همراه است. انتظار دارم در ادامه، با واقع‌گرایی بیشتری نسبت به توان واقعی هوش مصنوعی مواجه شویم. هوش مصنوعی برای برخی وظایف و فرایندها ابزاری درخشان است و برای برخی دیگر، مسئله‌ساز. نمونه روشن آن، دانشجویانی هستند که بدون خواندن متون، پایان‌نامه می‌نویسند. در بسیاری از موارد، اثر هوش مصنوعی نه انقلابی، بلکه متوسط خواهد بود، یعنی اندکی افزایش بهره‌وری و خلاقیت در این‌سو و قدری کار اضافی و ملال‌آور در آن‌سوسو. آنچه بیش از همه امیدوارکننده است، حرکت به سمت مطالعات تجربی دقیق‌تر و جزئی‌تر درباره این پرسش ساده، ولی اساسی است که هوش مصنوعی دقیقاً چه کاری را می‌توانند انجام دهد و چه کاری را نمی‌تواند؟ این لزوماً به معنای ترکیدن حباب نیست، اما به احتمال زیاد، این حباب دیگر قرار نیست خیلی بزرگ‌تر از این شود.

یادگیری خود نظارت حتی بر پایه مجموعه داده‌های کوچک‌تر نیز نتایج امیدوارکننده‌ای به همراه داشته است؛ از رادیولوژی و پاتولوژی گرفته تا چشم‌پزشکی، پوست، انکولوژی، قلب و عروق و بسیاری شاخه‌های دیگر زیست‌پزشکی.

بسیاری از ما لحظه شگفتی‌آوری را به یاد داریم که برای نخستین بار با توانمندی‌های خارق‌العاده چت‌بات‌های مبتنی بر یادگیری خود نظارت روبه‌رو شدیم. بزودی، شاهد لحظه‌ای مشابه در پزشکی خواهیم بود؛ یک «لحظه چت‌چی بی‌مانند» برای حوزه سلامت، زمانی که مدل‌های هوش مصنوعی بر پایه داده‌های سلامت با کیفیت و در مقیاسی هم‌سنگ داده‌های آموزش چت‌بات‌ها دیگر، آموزش داده می‌شوند. این نسل تازه از مدل‌های پایه زیست‌پزشکی، دقت سامانه‌های هوش مصنوعی پزشکی را به شکل معناداری افزایش خواهد داد و هم‌زمان، امکان توسعه ابزارهایی را فراهم می‌کند که بتوانند بیماری‌های نادر و کم‌شیوع را تشخیص دهند؛ بیماری‌هایی که تا امروز، به دلیل فقر داده‌های آموزشی، عملاً از دسترس بسیاری از سامانه‌های هوشمند خارج بوده‌اند.

کارکنان جوان در مشاغل در معرض هوش مصنوعی، به طور نامتوازن با پیامدهای ضعیف‌تر در اشتغال و درآمد روبه‌رو شده‌اند.

در سال ۲۰۲۶، این نوع شکاف‌ها دیگر با وقفه‌های چندساله منتشر نمی‌شوند، بلکه به‌صورت ماهانه به‌روزرسانی خواهند شد. مدیران، در کنار داشبوردهای مالی روزمره، شاخص‌های مواجهه با هوش مصنوعی را رصد می‌کنند و سیاست‌گذاران نیز این داده‌ها را مبنای هدف‌گذاری آموزشی، تقویت شبکه‌های حمایتی و طراحی سیاست‌های نوآوری قرار می‌دهند. بدین ترتیب، محور بحث از پرسش ساده «آیا هوش مصنوعی اهمیت دارد؟» به پرسش‌های تعیین‌کننده‌تری منتقل می‌شود؛ اینکه آثار آن با چه سرعتی منتشر می‌شوند؟ چه گروه‌هایی عقب می‌مانند و کدام سر مایه‌گذاری‌های مکمل می‌توانند ظرفیت هوش مصنوعی را به رشد اقتصادی فراگیر و پایدار بدل کنند؟

تشخیص‌های محتمل، پاسخ به در مان یا مسیر پیشرفت بیماری را پیش‌بینی کنند. این گذار، مرز میان ابزار پشتیبان و مدخله‌گر بالینی را مبهم‌تر می‌کند. در چنین فضایی، آکا‌های بیماران از مبنایی

که «کمک» هوش مصنوعی بر آن استوار است، اهمیتی حیاتی پیدا می‌کند (مطابق با آنچه پیش‌تر به آن پرداخته‌ام). هم‌زمان، توان پژوهشگران برای هم‌گام ماندن با شتاب تحولات فناوریانه از طریق بنیامرک‌های معتبر، بیش از پیش تحت فشار قرار می‌گیرد؛ هر چند ضرورت این کار، دست‌کم در سطح گفتمانی، به طور گسترده پذیرفته شده است. در ادامه همین مسیر، رشد ابزارهایی را نیز شاهد خواهیم بود که بیماران را به ایفای نقشی فعال‌تر در مراقبت از سلامت خود توانمند می‌سازند، علی‌الخصوص در حوزه‌هایی مانند درمان سرطان که این دگرگونی می‌تواند پیامدهای ساختاری داشته باشد.

ضرورت تمرکز بر طراحی سامانه‌های هوش مصنوعی انسان‌محور

ضرورت تمرکز بر طراحی سامانه‌های هوش مصنوعی انسان‌محور بیش از پیش برجسته است؛ سامانه‌هایی که صرفاً از حیث فنی پیشرفته نباشند، بلکه با شیوه‌های اندیشیدن، تعامل و همکاری انسان‌ها پیوندی معنادار برقرار کنند. تحقق چنین هدفی مستلزم عبور آگاهانه از منطق بهینه‌سازی کوتاه‌مدت برای افزایش مشارکت یا رضایت آتی کاربران است و جایگزین کردن آن با توجه به پیامدهای بلندمدت تعامل انسان و هوش مصنوعی بر رشد، توانمندی و رفاه کاربران. ما به سامانه‌هایی نیاز داریم که ظرفیت‌های انسانی را تقویت کنند، نه آنکه به تدریج جایگزین یا تضعیفشان سازند. این اصل باید از همان مراحل اولیه طراحی و توسعه در کانون توجه قرار گیرد، نه آنکه بعداً و به‌صورت پسینی، ذیل عنوان کلی و مبهم «هم‌ترازی» به آن پرداخته شود.



نیاز به حرکت آگاهانه‌تر به‌سوی توسعه سامانه‌های هوش مصنوعی که قادر به خلق منافع پایدار و بلندمدت باشندند، امروز بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود. تشدید رفتارهای چاپلوسانه در مدل‌های زبانی بزرگ، گسترش کاربست آن‌ها در حوزه‌های سلامت روان و همراهی عاطفی و اثرگذاری فزاینده هوش مصنوعی بر تفکر انتقادی و مهارت‌های بنیادین انسانی، همگی نشان می‌دهند در نقطه‌ای تعیین‌کننده برای بازاندیشی ایستاده‌ایم؛ نقطه‌ای که در آن باید به روشنی مشخص کنیم از هوش مصنوعی دقیقاً چه می‌خواهیم و با چه سازوکارهایی می‌توان به آن دست‌یافت. از منظر شخصی،