

پیشبرد سریع علم با هوش مصنوعی

Accelerating science with AI

مقدمه

ادغام هوش مصنوعی در جریان‌های کاری پژوهشی، نقطه عطفی در تاریخ علم به شمار می‌رود. این تحول نه تنها بهره‌وری علمی را افزایش می‌دهد، بلکه مسیرهای تازه‌ای برای کشف و نوآوری می‌گشاید. اعلام مأموریت جنسیس (Genesis)^۱ توسط کاخ سفید، بار دیگر اهمیت راهبردی این فناوری را در تسریع پژوهش‌های بنیادین و کاربردی برجسته ساخته است.

محورهای کلیدی تحول

۱. ایجاد زیرساخت یکپارچه پژوهش

ایجاد زیرساختی جامع و یکپارچه که تمامی اجزای چرخه پژوهش را از داده‌ها و الگوریتم‌ها تا سخت‌افزارهای پیشرفته و سامانه‌های عامل‌محور در بر گیرد، ضرورتی انکارناپذیر است. چنین زیرساختی باید امکان اتصال مستقیم به حسگرها و کنترل‌کننده‌ها را فراهم سازد تا داده‌های زنده در زمان واقعی گردآوری شوند و آزمایش‌های علمی با دقت و سرعت بیشتری کنترل گردند. این امر موجب می‌شود که پژوهشگران بتوانند از ظرفیت‌های هوش مصنوعی برای تسریع فرآیندهای علمی بهره‌مند شوند و مسیر کشف‌های نوین را هموار سازند.

۲. سیاست‌گذاری و توانمندسازی دانشمندان

تدوین سیاست‌های حمایتی و تخصیص منابع کافی برای توانمندسازی دانشمندان، شرط اساسی در بهره‌برداری مؤثر از هوش مصنوعی است. این سیاست‌ها باید چرخه بازخورد میان پیشرفت علمی و نوآوری در هوش مصنوعی را تغذیه کنند و زمینه را برای طرح پرسش‌های علمی تحول‌آفرین فراهم آورند. همچنین، توسعه مدل‌های متن‌باز، ابزارهای استاندارد و داده‌های آماده بهره‌برداری باید به‌عنوان اولویت‌های راهبردی در دستور کار قرار گیرد تا پژوهشگران بتوانند با اعتماد و شفافیت بیشتری از هوش مصنوعی به‌عنوان شریک علمی بهره‌برداری کنند.

۳. نمونه‌های کاربردی در حوزه‌های علمی

کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف علمی، نشان‌دهنده ظرفیت بی‌بدیل آن در تسریع کشف‌های نوین است. در فیزیک و فناوری همجوشی هسته‌ای، هوش مصنوعی می‌تواند با پیش‌بینی و کنترل ناپایداری‌های پلاسما، دستیابی به انرژی پاک و پایدار را تسهیل کند. در علوم مواد و مولکولی، مدل‌سازی دینامیک و کارکرد مولکول‌ها می‌تواند مسیر کشف مواد جدید با ویژگی‌های منحصر به فرد را هموار سازد. در مرزهای کوانتومی نیز توسعه الگوریتم‌های شبیه‌سازی طبیعت، امکان حل مسائل پیچیده‌ای را فراهم می‌آورد که تاکنون غیرقابل حل به نظر می‌رسیدند.

^۱ مأموریت Genesis یک ابتکار ملی ایالات متحده به رهبری وزارت انرژی است که با دستور اجرایی رئیس‌جمهور در نوامبر ۲۰۲۵ آغاز شد. هدف آن ایجاد یک بستر یکپارچه هوش مصنوعی برای استفاده از داده‌های علمی فدرال، ابررایانه‌ها و آزمایشگاه‌های ملی به منظور تسریع کشف‌های علمی، تقویت امنیت ملی و پیشبرد نوآوری فناورانه است.

۴. نقش داده‌ها در موفقیت علمی

داده‌ها به عنوان سوخت اصلی موتور هوش مصنوعی، نقشی حیاتی در موفقیت علمی ایفا می‌کنند. تجربه موفق بانک داده پروتئین^۲ نشان داد که سرمایه‌گذاری بلندمدت در ابزارهای آزمایشگاهی پیشرفته و ایجاد مخازن دسترسی آزاد، زمینه‌ساز پیشرفت‌های بنیادین در پیش‌بینی ساختار پروتئین بوده است. با وجود این، چالش اصلی در حوزه پژوهش و توسعه، پراکندگی و ناهمگونی داده‌هاست که مانع کشف‌های نوین می‌شود. بنابراین، استانداردسازی و یکپارچه‌سازی داده‌ها باید به عنوان یک اولویت ملی و بین‌المللی دنبال گردد.

۵. زیرساخت‌های آینده و مدل‌های ترکیبی

نسل آینده دانشمندان نیازمند زیرساخت‌های محاسباتی فوق‌پیشرفته خواهد بود که توان محاسباتی عظیم‌مقیاس، ابررایانه‌های کوانتومی، شبکه‌های امن و ذخیره‌سازی گسترده داده‌ها را در یک چارچوب یکپارچه گرد آورد. مدل‌های ترکیبی که یادگیری هوش مصنوعی را با قوانین طبیعی فیزیک و شیمی تلفیق می‌کنند، نه جایگزین مدل‌های علمی معتبر بلکه تقویت‌کننده آن‌ها خواهند بود. این مدل‌ها با ایجاد نقاط کنترل برای اعتبارسنجی نتایج، موجب افزایش اعتماد به خروجی‌های علمی خواهند شد. داده‌های حاصل از هر تحلیل هوش مصنوعی، چرخه‌ای خودتقویت‌کننده از بهبود را تغذیه می‌کنند.

۶. تأمین مالی و همکاری‌های راهبردی

شتاب‌بخشی به علم با هوش مصنوعی نیازمند سرمایه‌گذاری گسترده و پایدار (تأمین مالی عمومی و خصوصی) است. مجموع سرمایه‌گذاری سالانه در پژوهش و توسعه ایالات متحده به یک تریلیون دلار می‌رسد؛ رقمی که اغلب کمتر از ارزش واقعی آن مورد توجه قرار می‌گیرد. با توجه به آن که بیش از ۷۰ درصد سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه ایالات متحده از سوی بخش خصوصی تأمین می‌شود، همکاری‌های راهبردی میان بخش عمومی و خصوصی می‌تواند ارزش افزوده‌ای چشمگیر ایجاد کند. پژوهش و توسعه (R&D) که در حال حاضر ۳/۵ درصد تولید ناخالص داخلی ایالات متحده را تشکیل می‌دهد، موتور اقتصادی قدرتمندی است که بازدهی آن بسیار فراتر از هزینه‌هایش است. سرمایه‌گذاری مشترک در زیرساخت‌های محاسباتی و چارچوب‌های داده‌ای، زمینه‌ساز توسعه روش‌های نوین کشف علمی خواهد بود.

نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی به عنوان شریک علمی معتبر، ظرفیت آن را دارد که مسیر کشف‌های علمی را به‌طور چشمگیری تسریع کند و بهره‌وری پژوهش را در تمامی حوزه‌ها افزایش دهد. ادغام موفقیت‌آمیز این فناوری در جریان‌های کاری پژوهشی، نه تنها موجب ارتقای کیفیت و سرعت کشف‌های علمی می‌شود، بلکه نوآوری را تقویت کرده و رشد اقتصادی و اجتماعی را نیز تغذیه خواهد کرد.

^۲ PDB (Protein Data Bank) یک پایگاه داده جامع و استاندارد برای ذخیره‌سازی و اشتراک‌گذاری اطلاعات ساختارهای سه‌بعدی پروتئین‌ها و ماکرومولکول‌ها است.

به عبارتی، با سرمایه‌گذاری هوشمندانه، سیاست‌گذاری دقیق و همکاری گسترده، می‌توان عصر تازه‌ای از کشف‌های علمی را رقم زد که اثرات آن فراتر از مرزهای دانشگاه و صنعت، به کل جامعه و اقتصاد جهانی گسترش خواهد یافت. این همان وعده نهایی عصر تازه کشف و نوآوری است.

پیشنهادهای

۱. تدوین راهبرد ملی برای استانداردسازی داده‌های پژوهشی ضروری است تا پراکندگی و ناهمگونی داده‌ها که مانعی جدی در مسیر کشف‌های علمی محسوب می‌شود، برطرف گردد. این راهبرد باید به‌گونه‌ای طراحی شود که داده‌های موجود برای بهره‌برداری در هوش مصنوعی آماده شوند و داده‌های آینده نیز از ابتدا با استانداردهای لازم تولید و ذخیره‌سازی شوند.

۲. سرمایه‌گذاری مشترک میان بخش عمومی و خصوصی در زیرساخت‌های محاسباتی پیشرفته و چارچوب‌های اشتراک‌گذاری داده‌ها باید به‌عنوان یک اولویت راهبردی دنبال شود. چنین همکاری‌هایی می‌تواند ظرفیت‌های نوآوری بخش خصوصی را با نقش زیربنایی دولت ترکیب کرده و زمینه‌ساز توسعه روش‌های نوین کشف علمی گردد.

۳. ترویج توسعه مدل‌های متن‌باز و ابزارهای استاندارد پژوهشی اقدامی حیاتی برای افزایش شفافیت و اعتماد در نتایج علمی مبتنی بر هوش مصنوعی است. این سیاست باید توسط مؤسسات پژوهشی، نشریات علمی و نهادهای تأمین مالی حمایت شود تا دسترسی عمومی به داده‌ها، روش‌ها و کدها تضمین گردد.

۴. توانمندسازی نسل آینده دانشمندان از طریق آموزش‌های تخصصی در حوزه هوش مصنوعی و فراهم‌سازی دسترسی به زیرساخت‌های محاسباتی فوق‌پیشرفته باید به‌عنوان یک سرمایه‌گذاری بلندمدت در نظر گرفته شود. این اقدام نه تنها موجب ارتقای مهارت‌های پژوهشی خواهد شد، بلکه زمینه‌ساز شکل‌گیری نسل جدیدی از دانشمندان توانمند در بهره‌گیری از فناوری‌های نوین خواهد بود.

۵. ایجاد سازوکارهای اعتبارسنجی نتایج علمی با استفاده از مدل‌های ترکیبی و داده‌های واقعی باید به‌طور نظام‌مند در فرآیندهای پژوهشی گنجانده شود. این سازوکارها امکان مقایسه و اصلاح خروجی‌های هوش مصنوعی در برابر مدل‌های علمی معتبر را فراهم می‌سازند و بدین‌سان اعتماد به نتایج پژوهشی افزایش می‌یابد.

Published online 25 November 2025; 10.1126/science.aee0605

کارشناس: فرما توسلیان