چین چگونه در رقابت فناورانه با آمریکا اکوسیستم بومی AI ساخت؟

الگوی چینی توسعهٔ هوش مصنوعی

ندا اظهری
مترجم

از سال‌ها پیش که بحث ژتاشه‌ها و اهمیت آن به دلیل رونق فناوری هوش مصنوعی در دنیا مطرح شد، آمریکا به عنوان پیشگام در این عرصه فعالیت‌های خود را با جدیت تمام آغاز کرد و به قدرت بلامنازع صنعت ژتاشه‌ها تبدیل شد. با توسعه روزافزون فناوری‌های نوظهور و گسترگی مدل‌های مختلف هوش مصنوعی و بایستگی بسیاری از آن‌ها به ژتاشه‌ها، آمریکا تلاش می‌کند اقتدار و جایگاه خود را در این بازار حفظ کند. اما چنین به‌نظر می‌رسد سالی است گوی سبقت را در حوزه علم از آمریکا ربوده‌اند، به یکی از رقبای سرسخت برای آن‌ها تبدیل شده و با برنامه‌ریزی‌های جدی و سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی که برای دستیابی هرچه بیشتر به ژتاشه‌ها و هوش مصنوعی انجام داده‌اند، در حال پیشی گرفتن از آمریکا هستند. به طوری که دولت ترامپ محدودیت‌های فناوری سنگینی را پیش روی چین قرار داده‌اند تا بتوانند تا حدی مانع ارتقادم پیشرفت آن‌ها در هوش مصنوعی و ژتاشه شود.

رصدخانه فناوری چین (CTO) که تحلیلی به مؤسسه مطالعات چین «مرکانور» (مرکیس) است، از سوی وزارت فدرال آموزش و پژوهش آلمان (BMFTR) تأمین مالی می‌شود. محققان این رصدخانه، طی یک پروژه سه‌ساله، پیشرفت چین را در توسعه و بهره‌مندی از فناوری‌های حیاتی جهانی بررسی می‌کنند. این پروژه، داده‌ها و تجزیه و تحلیل‌هایی را ارائه می‌دهد که به تصمیم‌گیرندگان در دولت، کسب‌وکارها و سایر حوزه‌ها کمک می‌کند تا درک بهتری از اهداف و تلاش‌های چین در دستیابی به فناوری‌های آینده داشته باشند. در این گزارش، پیشرفت چین در لایه‌های مختلف فناوری هوش مصنوعی مورد ارزیابی قرار گرفته و به روش‌هایی اشاره شده است که دولت در قالب آن رشد می‌کند و در هر لایه به طور قابل توجهی متفاوت است. همچنین روندهای کلیدی که هوش مصنوعی چین به آن متکی است، مبنای سرمایه، استعداد و داده‌ها و چشم‌اندازیکن برای دستیابی به اهداف، مورد بررسی قرار گرفته است.

چرا هوش مصنوعی اولویت گرفت؟

رقابت بر سر برتری در فناوری هوش مصنوعی در حال حاضر، به یکی از رقابت‌های اصلی ژئوپلیتکی بین چین و آمریکا تبدیل شده است. نه‌تنها انتظامی بر روی هوش مصنوعی بتواند مسیر رشد کلی و کار بشر را شکلی دوباره ببخشد، بلکه استفاده بالقوه آن در کاربردهای نظامی می‌تواند تعادل جهانی قدرت را نیز دگرگون کند. همچنین برخی بر این باورند که دستیابی به هوش مصنوعی عمومی (AGI) که در آن هوش مصنوعی در قابلیت‌هایی که دارد از انسان پیشی می‌گیرد، به رقابت برای ساخت نسخه اتم شباهت دارد؛ به گونه‌ای که هر کشوری بتواند اول به هوش مصنوعی عمومی دست پیدا کند، برنده این رقابت ژئوپلیتکی خواهد شد. انتشار ChatGPT توسط OpenAI در سال ۲۰۲۲ به عنوان نخستین ابزار هوش مصنوعی مولد که به طور عمومی در دسترس قرار گرفت، رقابت هوش مصنوعی را به اوج خود رساند.

خودآتکایی فناورانه در دستور کار چین

در جلسه مطالعاتی «دفتر سیاسی» چین که در اردیبهشت ۱۴۰۴ تمرکز روی موضوع هوش مصنوعی برگزار شد، رئیس جمهور و حزب کمونیست چین سخنرانی کلیدی سیاست‌مدار و رئیس سابق وقایل کنترل از نظر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و اقدامی سراسری برای دستیابی به خودآتکایی و قدرت برتر شدن در حوزه فناوری را تأکید زدند. تأکید روی حاکمیت هوش مصنوعی، چرخش نسبتاً جدیدی را در استراتژی هوش مصنوعی چین و تصمیم‌گیری‌ها در این حوزه ایجاد می‌کند. در اسناد رسمی پیشین هم در خواست‌هایی برای همکاری‌های بین‌المللی مطرح شده بود، اما از زمان اعمال سیاست فشار دولت آمریکا بر توسعه هوش مصنوعی در چین، بسیاری در این کشور خواستار ضد تحریم کردن اکوسیستم هوش مصنوعی شدند. چین برای خودکفایی، نیاز به تولید مدل‌های هوش مصنوعی دارد؛ چهارچوب‌های نرم‌افزاری متناسب‌ با مدل‌های هوش مصنوعی و نیز ژتاشه‌هایی که آموزش و آزایش این فناوری‌ها را تأمین می‌کنند، همگی پیشرفت فناوری هوش مصنوعی را به دنبال دارند.

نخستین استراتژی هوش مصنوعی پکن در ۲۰۱۷

آمریکا هوش مصنوعی و فناوری‌های نیمه‌رسانایی را شناسایی کرده است که پیشرفت‌های آن را به عنوان یکی از اهداف کلی چندگانه و رهبری آمریکا را به عنوان یک «ضرورت امنیت ملی» امکان‌پذیر می‌کند. به این ترتیب، واشنگتن سیاست‌هایی را با هدف کاهش سرعت توسعه هوش مصنوعی چین تدوین کرده است که از آن میان می‌توان به اعمال محدودیت‌های صادراتی روی نیمه‌رسانه‌های پیشرفته و موردنیاز برای فناوری مدل‌های هوش مصنوعی و نیز اعمال محدودیت روی تجهیزات و نرم‌افزارهای مورد استفاده در تولید ترانشه‌ها اشاره کرد. رهبران چین نیز به عنوان کلید امنیت ملی و رقابت، پیشرفت‌هایی را در حوزه هوش مصنوعی مشاهده کرده و ویژگی‌های آن‌ها را در قالب میدان استراتژیک در حال ظهوری مشخص می‌کنند که فرصتی تاریخی را برای جهش اقتصادی و نظامی آمریکا فراهم می‌کند. یکی، نخستین استراتژی هوش مصنوعی خود را در سال ۲۰۱۷ منتشر کرد که در آن، گام‌هایی را برای تبدیل شدن به یک مرکز بزرگ نوآوری‌های هوش مصنوعی در دنیا عنوان کرد. اعمال محدودیت‌های صادراتی از سوی آمریکا، این بازیکن را ظرف دو سال گذشته وادار کرده که به ایستگی چین به کشورهای خارجی به ویژه آمریکا برای آینده هوش مصنوعی این کشور، یک خطر امنیت ملی محسوب می‌شود.

چین نخستین کشوری است که تلاش می‌کند مجموعه‌ای ملی از هوش مصنوعی را توسعه دهد اما برخی کشورها در اروپا نیز به تازگی این هدف را در پیش گرفته‌اند. درک پیشرفت هوش مصنوعی چین برای تصمیم‌گیران اروپایی که به دنبال رقابت فناورانه هستند، حیاتی است؛ به عنوان مثال برای پیش‌بینی محدودیت‌های صادراتی آمریکا که ممکن است شرکت‌های اروپایی را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه براین، آزمودن خودکفایی چین در این حوزه از فناوری، به اروپایی‌ها کمک می‌کند تا بتوانند چالش‌های احتمالی را در توسعه یک مجموعه اروپایی پیش‌بینی کنند. در این بین اروپا با در خود جای دادن شماری از تأمین‌کنندگان کلیدی تجهیزات تولیدی نیمه‌رسانا و معدودی از استارتاپ‌های LLM، حضوری استراتژیک دارد. اما باوجوداین، اروپا در توسعه و به کارگیری از پیشرفته‌ترین سیستم‌های هوش مصنوعی عقب افتاده است. رشد شکاف‌های فراقیانوس اطلس، به‌ویژه در دوران دولت جدید دونالد ترامپ، در خواست‌ها برای راه‌حل‌های «هوش مصنوعی مستقل» را از سر گرفته است.

هوش مصنوعی چین: لایه‌های مختلف، رویکردهای متفاوت

یک مجموعه هوش مصنوعی ساده‌شده از سه لایه تشکیل شده است؛ یکی زیرساختی که محاسبات را تغذیه می‌کند، چهارچوب‌های یادگیری ماشینی که برای ساخت مدل‌های هوش مصنوعی به کار می‌روند و برنامه‌های کاربردی مانند مدل‌های زبان بزرگ (LLM)، یکی در حالت ایدئال، خودکفایی در همه زمینه‌ها را ترجیح می‌دهد، اما یک سلسله‌مراتب واضح در حال ظهور است. حمایت دولتی بر لایه‌های پایین‌تر مجموعه مدنظر است و چهارچوب‌ها در حالت میانی قرار دارند. لایه‌های بالاتر یعنی مدل‌ها و برنامه‌های هوش مصنوعی، از یک محیط توانمند بهره‌مند می‌شوند، اما محیت مستقیم دولت بسیار محدود است. محدودیت‌های صادراتی آمریکا و متحدان آن، اکنون فروش و استفاده از پردازش گرافیکی (GPU) پیشرفته به چین، مانند آن‌هایی که توسط انویدیا طراحی شده‌اند، حافظه پهنای باند بالایی که در ارتباط با آن‌ها استفاده می‌شوند و نرم‌افزار مورد نیاز برای تولید این نیمه‌رساناها را محدود می‌کند. در نتیجه، این مهم‌ترین لایه برای توسعه فناوری داخلی محسوب می‌شود. چهارچوب‌های یادگیری ماشینی متن باز هستند و بنابراین در حال حاضر نمی‌توانند هدف کنترل‌های صادراتی قرار گیرند. LLM‌ها و برنامه‌های کاربردی آن‌ها بسرعت در حال توسعه بوده و شرکت‌ها به طور دائم از یکدیگر پیشی می‌گیرند و توسط یک اکوسیستم نرم‌افزاری فعال و دسترسی به پیشرفت‌های جهانی متن باز تقویت می‌شوند.

لایه پایین: هوآوی پیشتاز است

تمام هوش مصنوعی روی ژتاشه‌ها سوار شده و این ژتاشه‌ها برای اجرای حجم کاری محاسباتی هوش مصنوعی آغزاانه‌اند. دولت چین، ژتاشه‌سازی هوش مصنوعی را به عنوان یک قابلیت اساسی می‌بیند که در آن از آمریکا عقب مانده و تلاش می‌کند از آمریکا پیش بیفتد. چین در سال ۲۰۱۴، سرمایه برای یکی کلانی را برای تجمیع برنامه‌های قدیمی غیرمرتبط در زمینه توسعه و تولید ژتاشه‌ها راه‌اندازی کرد. مرکزیت دولت مرکزی با حمایت جدی محلی تکمیل می‌شود، به طوری که بسیاری از استان‌ها یا شهرها از ابزارهای سرمایه‌گذاری خود برای تأمین مالی شرکت‌های نیمه‌رسانا استفاده می‌کنند. فول‌فناوری هوآوی، به‌عنوان بازیگر اصلی در هماهنگی تلاش‌سازی ظهور کرده و با SMIC همکاری نزدیکی دارد. SMIC بزرگترین ریخته‌گر فناوری سرمایه‌گذاری «هایا» هوآوی اکنون در سراسر زنجیره تأمین سرمایه‌گذاری کرده که به‌صورت بومی توسعه داده شده است، به همراه گروه سرمایه‌گذاری صنعتی بزرگ «شنزن»، یک صندوق سرمایه‌گذاری دولتی در شهر شنزن. سرمایه‌گذاری مشترک انجام می‌دهد.

مانع داخلی پیشرفت قابلیت‌های طراحی در چین

هوآوی در تلاش برای رقابت با شرکت‌های بزرگ فناوری آمریکایی مانند اپل، اولین ترانه موبایل هوش مصنوعی خود را در سال ۲۰۱۷ طراحی کرد و در سال ۲۰۱۸ یک ترانه سرور را برای رقابت با انویدیا به آن افزود. باوجوداین، تمام این ترانه‌ها در شرکت تایوانی TSMC تولید شده‌اند. قرار گرفتن هوآوی در فهرست سیاه وزارت بازرگانی آمریکا در مِی سال ۲۰۱۹ و به دنبال آن اعمال «قانون محصول مستقیم خارجی»، این شرکت چینی را از ساخت ترانه در TSMC منع کرد. از سال ۲۰۱۶ چند شرکت تولید بدون ساخت یا «فبلس» دیگر در چین ظهور کرده‌اند. شرکت‌های «فبلس» در صنعت نیمه‌رسانا، به شرکتی اطلاق می‌شود که تمام مدِ پیش، طراحی DeepSeek به‌عنوان پیشرفته‌ترین ترانه هوش مصنوعی در حال توسعه و تحقیق و توسعه است که از آن میان می‌توان به اعمال محدودیت‌های صادراتی روی تحقیق و توسعه و طراحی محصولات است. طراحی، بخشی با ارزش افزوده بالا از زنجیره تأمین نیمه‌رساناست که نسبت به تولید، سرمایه‌بری کمتری دارد. بنابراین، موانع برای ورود محدود است، به‌ویژه اگر شرکت‌ها بتوانند از نرم‌افزار اتوماسیون طراحی الکترونیکی (EDA) و سایر ابزارها برای توسعه استفاده کنند. چین امتیاز بزرگ دیگری دارد. رهبران چین نیز به عنوان کلید امنیت ملی و رقابت، پیشرفت‌هایی را در حوزه هوش مصنوعی مشاهده کرده و ویژگی‌های آن‌ها را در قالب میدان استراتژیک در حال ظهوری مشخص می‌کنند که فرصتی تاریخی را برای جهش اقتصادی و نظامی آمریکا فراهم می‌کند. یکی، نخستین استراتژی هوش مصنوعی خود را در سال ۲۰۱۷ منتشر کرد که در آن، گام‌هایی را برای تبدیل شدن به یک مرکز بزرگ نوآوری‌های هوش مصنوعی در دنیا عنوان کرد. اعمال محدودیت‌های صادراتی از سوی آمریکا، این بازیکن را ظرف دو سال گذشته وادار کرده که به ایستگی چین به کشورهای خارجی به ویژه آمریکا برای آینده هوش مصنوعی این کشور، یک خطر امنیت ملی محسوب می‌شود.

مشکلات نرم‌افزاری؛ مانعی برای کاربرد تراشه‌ها

عملکرد A۹۱۰B، روی کاغذ، تقریباً با تراشه A۱۰۰ انویدیا، تراشه‌ای که در سال ۲۰۱۹ عرضه شده... برابری می‌کند. باوجوداین، در عمل، تراشه‌های هوآوی با مشکلاتی مستقل از آن‌ها از آنچه آمار عملکرد نشان می‌دهد، کم‌بازده‌تر می‌کند. قدرت تراشه‌ها مهم‌ترین عامل نیست. بیشتر حجم کاری هوش مصنوعی روی چند تراشه اعمال می‌شود. انویدیا رهبر بلامنازع در طراحی تراشه‌های هوش مصنوعی در حال حاضر است، به‌ویژه به این دلیل که تراشه‌های آن حتی بین سرورها نیز به‌راحتی به‌یکدیگر متصل می‌شوند. بخشی از مزیت رقابتی انویدیا در CUDA است، هوآوی تاکنون بیشتر مدل‌های هوش مصنوعی با استفاده از CUDA نوشته شده‌اند، بنابراین تغییر به ترانه‌های غیر انویدیا پرهزینه است. شرکت‌های بزرگ چینی از دو طریق تلاش می‌کنند تسلط انویدیا را در حوزه ساخت ترانه به چالش بکشند. شرکت‌های کوچکتری چون «مورن تیرد»، یک لایه سازگاری برای مدل‌هایی در دستگاه یکپارچه طراحی نکمیل می‌شود، به طوری که توسعه‌دهندگانی که به ترانه‌های آن‌ها روی می‌آورند نیازی به تغییر کد CUDA خود ندارند. اما معماری دستگاه یکپارچه محاسباتی برای ترانه‌های انویدیا بهینه شده و به طور مرتب به‌روزرسانی می‌شود، بنابراین لایه‌های سازگاری نیاز به پشتیبانی مداوم دارند و هرگز به اندازه یک چهارچوب یا محیط بالای مشابه مبنی بر این مشکل نیست که هوآوی تراشه‌هایی را در SMIC با نقض کنترل‌های صادراتی آمریکا تولید کرده است که نشان می‌دهد قابلیت‌های SMIC محدودتر و از نظر کیفیت پایین‌تر از آن چیزی است که تصور می‌شد.

یکی دیگر از تنگناهای کلیدی، حافظه با پهنای باند بالا (HBM) است. بسیاری از وظایف هوش مصنوعی، به‌ویژه وظایفی که در آموزش و اجرای مدل‌های زبانی بزرگ‌تر دخیل هستند، به‌شدت به حافظه وابسته‌اند. هوآوی در حال همکاری با شرکت سازنده تراشه حافظه Tongfu Microelectronics برای توسعه HBM است، اما طبق گزارش‌ها، این شرکت قبل از اعمال محدودیت‌های صادراتی، حافظه قابل توجهی را از کره‌جنوبی نیز ذخیره کرده است. به دلیل محدودیت‌های تولید، تراشه جدیدتر C۹۱۰ هوآوی تنها از دو قطعه B۹۱۰ تشکیل شده است که برای عملکرد بهتر در کنار هم قرار گرفته‌اند. این امر، بسته‌بندی پیشرفته را با اهمیت‌تر جلوه می‌دهد. چین در سال‌های اخیر در زمینه مونتاژ و آزمایش برون‌سپاری شده در جهان پیشرو است و بنابراین ظرفیت بسته‌بندی قابل توجهی در داخل کشور دارد. اما این کارخانه‌ها بر بسته‌بندی غیرپیشرفته متمرکزند و به اکثون باید برای ایجاد ظرفیت بسته‌بندی پیشرفته تطبیق داده شوند. شرکت «فناوری‌های زینکس» تنها یکی از شرکت‌هایی است که با پشتیبانی هوآوی این کار را انجام می‌دهد.

۱) طراحی

شرکت‌های چینی: هوآوی، کمبریون، موورتریدز، کونلون

وابستگی حیاتی: نرم‌افزار اتوماسیون طراحی الکترونیکی (EDA)

۲) تولید اولیه

شرکت‌های چینی: SMIC

وابستگی حیاتی: ماشین‌های لیتوگرافی، مواد شیمیایی و سایر تجهیزات

بسته‌بندی پیشرفته (تنها تراشه‌های پیشرفته)

شرکت‌های چینی: تونگفو، xingsen

۳) مونتاژ، تست و بسته‌بندی (تولید نهایی)

شرکت‌های چینی: تونگفو، xingsen

تولید نیمه‌رساناهای پیشرفته

فرایند بسیار پیچیده
با وابستگی به
تجهیزات و فناوری جهانی

لایه میانی: تسلط غول‌های فناوری چین بر مدل‌های داخلی یادگیری ماشینی

در لایه بعدی، از چهارچوب‌های یادگیری ماشینی برای ساده کردن فرایند توسعه و تسهیل آن استفاده می‌شود. آن‌ها رابط‌های استاندارد، کتابخانه‌ها و ابزارهایی برای طراحی، آموزش و تلید الگوریتم‌های هوش مصنوعی هستند. در حالی که توسعه‌دهندگان قدرتمند کد را از ابتدا بنویسند تا مدل‌ها را آموزش دهند و مستقر کنند، استفاده از یک چهارچوب بسیار سریع‌تر و آسان‌تر است و امکان انتقال و تکرار به ترانه‌های جدیدتر را فراهم می‌کند. چهارچوب‌ها را می‌توان به عنوان زبان مشترک توسعه هوش مصنوعی در نظر گرفت.

چهارچوب‌های پیش‌رو روی هوش مصنوعی در سطح دنیا، TensorFlow، PyTorch، Paddle، MindSpore به‌عنوان چهارچوب یادگیری ماشینی هوآوی، هم برای ترانه‌های هوش مصنوعی پرچمدار این شرکت، یعنی پردازنده‌های گرافیکی Ascend و هم برای یادگیری ماشینی متنی بر CUDA در دسترس است. این چهارچوب در سال ۲۰۲۰ به‌عنوان یک چهارچوب متمرکز هوش مصنوعی چین به مشتریان چینی بود. در آوریل ۲۰۲۵، دولت ترامپ الزام صدور مجوز را برای صادرات H۲۰ به چین وضع کرد که احتمالاً شرایط را برای صنعت هوش مصنوعی چین سخت‌تر هم خواهد کرد. علاوه بر نوآوری در تولید، توسعه‌دهندگان چینی در تلاشند تا از تراشه‌های محدود موجود خود بهتر استفاده کنند. به‌عنوان‌مثال، علی‌بابا روشی را برای آموزش همان مدل با استفاده از تزکیبی از تراشه‌های خارجی و داخلی توسعه داده است. علاوه بر این، سازندگان ساخت افزار چینی در حال ارائه ماشین‌هایی در مقیاس سرور هستند که با استفاده از تراشه‌ها و توان بسیار بالاتر، در عملکرد، با انویدیا رقابت می‌کنند. چین در حال حاضر از انرژی فراوان و قیمت‌های انرژی یارانه‌ای برخوردار است، بنابراین در مقایسه با غرب، موقعیت بهتری برای تأمین تقاضای انرژی هوش مصنوعی دارد.

لایه بالایی: رقابت شدید بر سر مدل‌ها و کاربردهای مدل‌های زبانی بزرگ

در صدر لایه، فوقانی، کاربردهای هوش مصنوعی قرار گرفته است. با توجه به تمرکز اخیر بر LLM، این گزارش بر LLM‌ها و کاربردهای متعدد آن‌ها تأکید دارد. آن‌ها از زمان راه‌اندازی ChatGPT در اواخر سال ۲۰۲۲ به نقطه کانونی رقابت جهانی فناوری تبدیل شده‌اند. در چین اقداماتی برای مقابله با این چالش وجود دارد و دانشگاه‌ها و همچنین شرکت‌های خصوصی به‌طور گسترده برای توسعه LLM‌ها وارد رقابت شده‌اند. بودجه خصوصی فراوان و دسترسی به مدل‌های متنی‌باز جهانی، پیشرفت سریع چین را ممکن ساخته است. اگرچه چین در سال‌های نخست پس از انتشار ChatGPT از گردونه رقابت عقب مانده، اما مدل‌های داخلی با مدل‌های پیشروی غربی رقابت نکردند، زیرا این مدل‌ها پس از انتشار بسرعت ممنوع شدند. با انتشار مدل‌های DeepSeek در اواخر سال ۲۰۲۴، چین به یکی از مشارکت‌کنندگان در توسعه LLM جهانی تبدیل شد.

توسعه نرم‌افزار فنی گسترده‌تری دارد، بنابراین حمایت مستقیم دولت از لایه از لایه از فناوری، ارتباط کمتری دارد. یکی از اشکال قابل توجه، کوپن‌های دولتی استانی برای استارتاپ‌ها به‌منظور خرید یا اجاره قدرت محاسباتی برای آموزش مدل بوده است. این کوپن‌ها معمولاً از ۱۰ تا ۵۰ درصد هزینه‌های محاسباتی و تا مجموع سالانه ۶۹ میلیون و ۲۴۲ هزار دلار برای همه شرکت‌ها در سخاوتمندترین منطقه یعنی «شنزن» متغیر است. گذشته از این مکانیسم، نقش دولت را می‌توان به بهترین شکل به‌عنوان ایجاد انگیزه در اکوسیستم به‌جای یارانه مستقیم توصیف کرد. صحنه LLM چین از بازیکران بزرگ و کوچک تشکیل شده است. غول‌های فناوری مستقر همگی روی مدل‌های خود کار می‌کنند. آزمایشگاه‌های پژوهشی دانشگاهی و تحت حمایت دولت نیز به بخش عمده‌ای از استعدادهای برتر هوش مصنوعی و شرکت‌های نوپای چین را تولید می‌کنند. همین گونه هستند. در کنار شرکت‌های فناوری موجود که سعی در جذب این روند دارند، مجموعه‌های از استارتاپ‌ها ظهور کرده‌اند. در نهایت، DeepSeek به‌عنوان یک شرکت نوظهور و تحول‌آفرین حضور دارد که از هانگژو، قطب نوظهور نوآوری هوش مصنوعی، برخاسته است.

در حالی که مدل‌های زبانی بزرگ در چین هنوز از پیشرفته‌ترین رقبای غربی عقب هستند، اکنون در معیارهای مختلف ارزیابی عملکرد خوبی دارند. چت‌بات Arena دانشگاه برکلی یک رتبه‌بندی محبوب به‌شمار می‌رود. امتیازهای آن با مقایسه جفت چت‌بات‌هایی به دست می‌آید که به‌صورت کوروکورانه آزمایش شده و توسط داوطلبان رأی داده شده‌اند. در مارس ۲۰۲۵، حدود ۴ امتیاز برتر شامل پنج ورودی چینی است که در صدر آن DeepSeek-R۱ در رتبه ششم قرار دارد. چت‌بات Qwen-۲٫۵-Max در رتبه دهم و GLM-۴-Plus-۰۱۱۱، شرکت Zhipu در رتبه چهارم قرار دارد. سایر مدل‌های جدول امتیازات از شرکت‌های پیشروی غربی از جمله، xAI، OpenAI و گوگل هستند.

معیار مسلط زبانی بزرگ SuperCLUE کامل‌تر نگاه ویژه به طیف گسترده‌ای از LLM‌های چینی ارائه می‌دهد. این معیار عملکرد LLM‌ها را در وظایفی ارزیابی می‌کند که با استفاده از زبان چینی انجام می‌شوند. در مارس ۲۰۲۵، مدل «o۳-mini» از OpenAI با بالاترین امتیاز و پس از آن R۱ از DeepSeek قرار گرفت. سایر LLM‌های چینی، از جمله جدیدترین مدل‌های Hunyuan، Qwen، zhinao، ۳۶۰، با فاصله کمی از مدل‌های برتر گوگل و Anthropic قرار دارند.

حمایت دولت از اکوسیستم متن‌باز

مدل‌های زبانی بزرگ در مقایسه با لایه‌های ساخت‌افزاری هوش مصنوعی، مسیر توسعه نسبتاً آسانی را در چین طی کرده‌اند که بخشی از آن به لطف رویه دیرینه GitHub را تشکیل می‌دادند، که بزرگترین مخزن کد منبع باز در جهان و یکی از معدود پلتفرم‌های اینترنتی بزرگ غربی باقی مانده است که هنوز در داخل چین فعالیت می‌کند. وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین (MIIT) برای ایجاد یک جایگزین داخلی، برای تضمین دسترسی مداوم و نیز برای کنترل بهتر فعالیت‌ها در این پلتفرم، در سال ۲۰۲۰ از پلتفرم متن‌باز محلی Gitee حمایت کرد. این پلتفرم تا حدودی مورد توجه کاربران چینی قرار گرفته به دلیل سرعت دسترسی سریع‌تری که در داخل چین دارد و نیز بومی‌سازی بهتر، مورد ستایش قرار گرفته است، اما بسیاری هنوز GitHub را برای تعامل با جامعه بین‌المللی ترجیح می‌دهند.

سیستم ابری علی بابا یا Aliyun، یکی از پیشگامان در حوزه پلتفرم‌های متن‌باز هوش مصنوعی چین به شمار می‌رود. سری Qwen از آن به طور مرتب در صدر جدول‌های متن‌باز قرار دارد. علی بابا، همچنین پلتفرم ModelScope را اداره می‌کند؛ پلتفرمی برای مدل‌های هوش مصنوعی متن‌باز که از پلتفرم Hugging Face الهام گرفته است. این پلتفرم که به مقصد پیش فرض پروژه‌های «تلاش برای مدل‌های هوش مصنوعی متن‌باز» در چین مبنوع شده بیانگر سیاست‌های پیرامون هوش مصنوعی مولد است. بسیاری از شرکت‌های چینی، در حالی که پیشرفته‌ترین مدل‌های تجاری خود را به صورت متن‌باز نگه می‌دارند، با متن‌باز کردن مدل‌های کمی قدیمی‌تر در جمع پلتفرم‌های هوش مصنوعی متن‌باز شرکت می‌کنند.

DeepSeek ورود LLM‌های چینی را نشان می‌دهد

مدل‌های برترهوش مصنوعی در چت‌بات Arena

ژانویه ۲۰۲۵

o1-2024-12-17 (OpenAI)	1,351
o1-preview (OpenAI)	1,335
DeepSeek-V3 (DeepSeek)	1,320
Step-2-16K-Exp (StepFun)	1,306
o1-mini (OpenAI)	1,306
Gemini-1.5-Pro-002 (Google)	1,303
Grok-2-08-13 (xAI)	1,288
Yi-Lightning (01 AI)	1,287
GPT-4o-2024-05-13 (OpenAI)	1,285
Claude 3.5 Sonnet (Anthropic)	1,283
Qwen2.5-plus-1127 (Alibaba)	1,282
DeepSeek-v2.5-1210 (DeepSeek)	1,279
Athene-v2-Chat-72B (NexusFlow)	1,277
GLM-4-Plus (Zhipu AI)	1,274
GPT-4o-mini-2024-07-18 (OpenAI)	1,273
Llama-3.1-Nemotron-70B-Instruct (Nvidia)	1,269

ژوئن ۲۰۲۴

GPT-4o-2024-05-13 (OpenAI)	1,287
Gemini-Advanced-0514 (Google)	1,267
Gemini-1.5-Pro-API-0514 (Google)	1,265
GPT-4-Turbo-2024-04-09 (OpenAI)	1,256
GPT-4-1106-preview (OpenAI)	1,251
Claude 3 Opus (Anthropic)	1,249
GPT-4-0125-preview (OpenAI)	1,246
Gemini-1.5-Flash-API-0514 (Google)	1,231
Llama-3.70b-Instruct (Meta)	1,207
Claude 3 Sonnet (Anthropic)	1,201
Command R+ (Cohere)	1,189
Qwen2-72B-Instruct (Alibaba)	1,187
GPT-4-0314 (OpenAI)	1,186
Claude 3 Haiku (Anthropic)	1,178
Qwen1.5-110B-Chat (Alibaba)	1,162
Yi-1.5-34B-Chat (01 AI)	1,162

مدل‌های چینی به رنگ قرمز

لایه پایینی: تسلط سخت‌افزاری هوش مصنوعی چین

در لایه پایینی، از چهارچوب‌های یادگیری ماشینی برای ساده کردن فرایند توسعه و تسهیل آن استفاده می‌شود. آن‌ها رابط‌های استاندارد، کتابخانه‌ها و ابزارهایی برای طراحی، آموزش و تلید الگوریتم‌های هوش مصنوعی هستند. در حالی که توسعه‌دهندگان قدرتمند کد را از ابتدا بنویسند تا مدل‌ها را آموزش دهند و مستقر کنند، استفاده از یک چهارچوب بسیار سریع‌تر و آسان‌تر است و امکان انتقال و تکرار به ترانه‌های جدیدتر را فراهم می‌کند. چهارچوب‌ها را می‌توان به عنوان زبان مشترک توسعه هوش مصنوعی در نظر گرفت.

چهارچوب‌های پیش‌رو روی هوش مصنوعی در سطح دنیا، TensorFlow، PyTorch، Paddle، MindSpore به‌عنوان چهارچوب یادگیری ماشینی هوآوی، هم برای ترانه‌های هوش مصنوعی پرچمدار این شرکت، یعنی پردازنده‌های گرافیکی Ascend و هم برای یادگیری ماشینی متنی بر CUDA در دسترس است. این چهارچوب در سال ۲۰۲۰ به‌عنوان یک چهارچوب متمرکز هوش مصنوعی چین به مشتریان چینی بود. در آوریل ۲۰۲۵، دولت ترامپ الزام صدور مجوز را برای صادرات H۲۰ به چین وضع کرد که احتمالاً شرایط را برای صنعت هوش مصنوعی چین سخت‌تر هم خواهد کرد. علاوه بر نوآوری در تولید، توسعه‌دهندگان چینی در تلاشند تا از تراشه‌های محدود موجود خود بهتر استفاده کنند. به‌عنوان‌مثال، علی‌بابا روشی را برای آموزش همان مدل با استفاده از ترکیبی از تراشه‌های خارجی و داخلی توسعه داده است. علاوه بر این، سازندگان ساخت‌افزار چینی در حال ارائه ماشین‌هایی در مقیاس سرور هستند که با استفاده از تراشه‌ها و توان بسیار بالاتر، در عملکرد، با انویدیا رقابت می‌کنند. چین در حال حاضر از انرژی فراوان و قیمت‌های انرژی یارانه‌ای برخوردار است، بنابراین در مقایسه با غرب، موقعیت بهتری برای تأمین تقاضای انرژی هوش مصنوعی دارد.

مدل‌های زبانی بزرگ (LLM) چینی برجسته و توسعه‌دهندگان آن‌ها در سال ۲۰۲۵

طبقه‌بندی	نام	مدل برتر	یادداشت‌ها	امتیاز
عمومی/چندوجهی	علی بابا	Qwen	پیشگام در تلفیق منبع باز هوش مصنوعی چین	۶۶٫۳۸
	بایت دنس	Doubao	مدل زبانی شرکت مادر «تیک تاک»، از محبوب‌ترین چت‌بات‌ها در چین پشتیبانی می‌کند	۶۶٫۶۸
	تنسنت	Hunyuan	بر یکپارچه کردن هوش مصنوعی در بسیاری از محصولات خود از جمله WeChat تمرکز دارد	۶۲٫۴۹
	هواوی	PanGu	بر حمایت از کاربردهای صنعتی تأکید می‌کند	–
نرم‌افزار/سخت‌افزار متن‌باز	کیمو/۳۶۰	۳۶-zhinao	شرکت امنیت سایبری در ارتباط با رانش چین به فهرست «موجودی» آمریکایی در سال ۲۰۲۰ اضافه شد	۵۹٫۰۸
	کونلون	Sky-Chat	یک شرکت بازی‌سازی شبکه‌ای	۴۹٫۱۷
	بایدو	ERNIE	Associated Ernie Bot، نخستین چت‌بات بزرگی بود که بعد از عرضه ChatGPT، در چین اغلب به کارگرد	۴۷٫۵۶
	آی فلای تک	Spark	به برترین فناوری تشخیص صوتی اقزوده‌شده به فهرست «موجودی» آمریکایی در سال ۲۰۱۹ شناخته می‌شود	۴۰٫۷۶
	سنس تایم	InternLM	مدل InternLM اغزوده‌شده به فهرست «موجودی» آمریکایی در سال ۲۰۱۹، از طرفی ارائه‌دهنده هوش مصنوعی شاخ‌های توسعه یافته است.	۳۲٫۰۲
	دیپ سیک	DeepSeek-R۱	استارتاپ‌های کم‌تر شناخته‌شده پیش از مدل‌های جهش‌یافته، از طریق «صندوق پوشش ریسک کمی» حمایت می‌شوند	۲۷٫۳۳
	ونگ	YAYI	جدایی از آکادمی علوم چین	۵۵٫۸۱
	کیمی	Kimi	استارتاپ تحت حمایت علی بابا	۵۱٫۴۷
	استپ فان	Step	بررسی مدل‌های چندگانه و اهداف آن‌ها با صنعت خودرو	۵۰٫۸۱
	زیپو آی ای	GLM	از دانشگاه «شینهوا» جدا شد و در ژانویه ۲۰۲۵، به فهرست هوش مصنوعی آمریکایی اضافه شده است.	۴۸٫۶۱
	۰۱ AI	Yi	زمانی در بین برترین بازیگران، از ابعاد LLM‌ها در نوشته است	۲۳٫۴۹
	بایچوان	Baichuan	به سمت کاربردها به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی پزشکی رفته است	–
	مینی مکس	MiniMax	روی نرم‌افزارهای مصرفی تمرکز کرده است	–
آزمایش‌های پژوهشی	BAAI	WuDao، Emu	توسعه‌دهندگان اولیه مدل‌های قوی بزرگ به فهرست «موجودی» آمریکایی در مارس ۲۰۲۵ افزوده‌شده است	–
	آزمایشگاه یک چنگ	Peng Cheng Mind	ارائه زیرساخت‌ها و پلتفرم‌های کلیدی افزوده‌شده به فهرست «موجودی» آمریکایی در ژانویه ۲۰۲۵	–

یک چهارم دانشمندان هوش مصنوعی در چین فارغ التحصیل شده‌اند

دستیابی به خودکفایی در هوش مصنوعی به عوامل داخلی و خارجی مرتبط است. لایه‌های هوش مصنوعی به چند روندی متکی است که دسترسی به آن‌ها برای هر کشور یا منطقه‌ای جهت رقابت در بسترهای پیشرفته هوش مصنوعی بسیار اهمیت دارد. این روندی‌ها عبارتند از سرمایه، استعداد داده‌ها و زیرساخت‌ها. درک دسترسی و نقش این روندی‌های هوش مصنوعی در چ