



## رؤیای ساخت ممریستورهای کوانتومی به واقعیت تبدیل می‌شود

یادگیری ماشینی یک ساختار ایده‌آل را برای ممریستور کوانتومی معرفی می‌کند که شاید روزی بتواند از سیستم‌های محاسباتی کنونی پیشی بگیرد.

یادگیری ماشینی یک ساختار ایده‌آل را برای ممریستور کوانتومی معرفی می‌کند که شاید روزی بتواند از سیستم‌های محاسباتی کنونی پیشی بگیرد.

به گزارش اسپنا، دانشمندان روزبه روز بیشتر به ویژگی‌های منحصر به فرد مکانیک کوانتومی روی می‌آورند تا فناوری‌هایی را با سطوح بی‌سابقه‌ای از عملکرد، امنیت و بهره‌وری انرژی ایجاد کنند.

به نقل از ادونسد ساینس نیوز، جدیدترین نمونه‌ها در این حوزه اکتشافی، ممریستورهای کوانتومی هستند که اگر در سیستم‌های دنیای واقعی پیاده‌سازی شوند، مصرف انرژی بسیار کمتری را نسبت به حافظه‌های معمولی رایانه وعده می‌دهند.

«کارلوس هرنانی مورالس» (Carlos Hernani-Morales) پژوهشگر «دانشگاه والنسیا» (University of Valencia) در اسپانیا گفت: ممریستورهای کوانتومی، دستگاه‌هایی هستند که برای تقلید از ویژگی‌های ممریستور کلاسیک طراحی شده‌اند اما پیش از کوانتومی را در بر دارند.

مورالس ادامه داد: ممریستورها چهارمین عنصر مدار پایه به همراه مقاومت، القاگر و خازن هستند که توسط «لئون چوا» (Leon Chua) مهندس برق و رایانه در سال ۱۹۷۱ پیشنهاد شدند و گروه پژوهشی «اچ پی لبز» (HP Labs) آنها را به طور آزمایشی در سال ۲۰۰۸ پیاده‌سازی کرد. ممریستورها دارای مقاومت متغیری هستند که به جریان یا ولتاژ اعمال شده در آن و توانایی حفظ آخرین مقدار مقاومت بستگی دارد. بنابراین، به عنوان یک دستگاه حافظه عمل می‌کنند.

یکی از حوزه‌هایی که ممریستورهای کوانتومی می‌توانند در آن برتری داشته باشند، محاسبات نورومورفیک است. هدف از محاسبات نورومورفیک، ایجاد دستگاه‌هایی است که عملکرد مشابه مغز انسان دارند.

مورالس توضیح داد: محاسبات عصبی یک رویکرد الهام‌گرفته از مغز برای محاسبات است و یکی از حوزه‌هایی به شمار می‌رود که می‌تواند از پیشرفت فناوری ممریستور کوانتومی بهره‌مند شود زیرا این سیستم‌ها به توانایی ممریستورها برای حفظ اطلاعات بدون نیاز به منبع تغذیه ثابت تکیه می‌کنند و ویژگی‌های نورون‌های مغز انسان را به نمایش می‌گذارند.

با وجود پتانسیل ممریستورهای کوانتومی، دانشمندان هنوز یک دستگاه کاربردی را توسعه نداده‌اند. مورالس گفت: اگرچه ممریستورهای کوانتومی امیدوارکننده هستند اما در حال حاضر مانند بسیاری از فناوری‌های مرتبط با محاسبات کوانتومی، استفاده از آنها به جای نمونه کلاسیک، مزیت آشکاری ندارد.

پیاده‌سازی ممریستورهای کوانتومی به دلیل چندین عامل پیچیده تاکنون چالش برانگیز بوده است. سیستم‌های کوانتومی به شدت نسبت به نویزهای محیطی حساس هستند و این باعث بی‌ثباتی آنها می‌شود. این امر، حفظ انسجام کوانتومی را که اجازه می‌دهد ذراتی مانند الکترون‌ها یا فوتون‌ها به طور هم‌زمان در چندین حالت وجود داشته باشند و یک رابطه ثابت را بین این حالت‌ها حفظ کنند، دشوار می‌سازد.

علاوه بر این، کنترل دقیق حالات کوانتومی مانند برهم‌نهی و درهم‌تنیدگی، به تجهیزات و روش‌های پیچیده‌ای نیاز دارد و یافتن مواد مناسبی که از ویژگی‌های کوانتومی پشتیبانی کنند و رفتار ممریستور را نشان دهند، چالش برانگیز بوده است.

یادگیری ماشینی

مورالس و گروهش به جای روش آزمون و خطای معمول، به دنبال استفاده از یادگیری ماشینی بودند تا یک نگاه اجمالی را به آنچه امکان پذیر است ارائه دهند. آنها در مقاله خود نوشتند: ما استفاده از مدل‌های یادگیری ماشینی را برای یافتن یک مجموعه بهینه از پارامترهایی مطالعه کردیم که ظرفیت حافظه را در یک ممریستور کوانتومی منفرد و یک سیستم متشکل از دو ممریستور کوانتومی به حداکثر می‌رساند.

این گروه پژوهشی به طور ویژه یک نوع ممریستور کوانتومی را مورد بررسی قرار دادند که از اجزای الکترونیکی معمولی ترکیب شده با یک حلقه جریان ابررسانا تشکیل شده است و از اثرات مکانیک کوانتومی برای ذخیره و پردازش اطلاعات به شیوه‌هایی استفاده می‌کند که ممریستورهای کلاسیک نمی‌توانند آنها را انجام دهند.

الگوریتم یادگیری ماشینی با تنظیم پارامترهای متفاوت ممریستور از جمله میدان مغناطیسی مؤثر بر حلقه جریان، ساختار بهینه ممریستور را شناسایی کرد که تقریباً به حداکثر ظرفیت تئوری حافظه رسید.

همچنین، پژوهشگران ساده‌ترین سیستم‌هایی را بررسی کردند که تنها از دو ممریستور در هم تنیده تشکیل شده بودند. درهم‌تنیدگی ممریستورها نشان‌دهنده یک پدیده کوانتومی است که در آن، حالت‌های چندین ممریستور به گونه‌ای هم‌بسته می‌شوند که وضعیت یک ممریستور را نمی‌توان مستقل از حالت دیگری توصیف کرد. این امر به بهبود ویژگی‌های ممریستور مانند پردازش کارآمد اطلاعات کمک می‌کند.

پژوهشگران با تقویت دانش موجود یا تأیید بیشتر پیش‌بینی‌های نظری نوشتند: ما دریافتیم که در حالت بهینه، شواهد قوی وجود دارند که از ارتباط بین هم‌بستگی کوانتومی و رفتار ممریستور حمایت می‌کنند.

همچنین، این امر به شناسایی دستگاه‌های حافظه کوانتومی در آینده کمک می‌کند و دانشمندان را یک گام به محاسبات کوانتومی نورومورفیک قابل اجرا و سودمند نزدیک‌تر می‌سازد.

اگرچه این یافته‌ها اطلاعات مهمی را درباره ساختار ایده‌آل یک ممریستور کوانتومی فعال ارائه کرده‌اند که قادر به پیشی گرفتن از سیستم‌های محاسباتی کنونی است اما پیش از اجرای عملی باید بررسی‌های بیشتری انجام شود.

به علاوه، این گروه پژوهشی فقط روی یک سیستم متشکل از دو ممریستور کوانتومی متمرکز شدند و پرسش‌ها را پیرامون امکان سنجی و مزایای بالقوه درهم‌تنیدگی اعداد بزرگ‌تر بی‌پاسخ گذاشتند.

تحلیل نظری، هیچ روشی را برای حفظ ممریستورها در حالت درهم‌تنیده نشان نداده و یک چالش مهم را در محاسبات کوانتومی که حفظ درهم‌تنیدگی کیوبیت به دلیل تأثیرات محیطی می‌تواند زودگذر باشد، نادیده گرفته است. چالش این است که کیوبیت‌های کنونی را فقط می‌توان به طور مؤثر در یک درهم‌تنیدگی برای کسری از ثانیه حفظ کرد.

پرداختن به این چالش‌ها آسان نخواهد بود اما پژوهشگران می‌توانند راه را برای توسعه سیستم‌های محاسباتی کوانتومی بسیار کارآمد و قوی هموار سازند که از قابلیت‌های منحصر به فرد ممریستورهای درهم‌تنیده استفاده می‌کنند.

این پژوهش در مجله «Advanced Quantum Technologies» به چاپ رسید.