



محاسبات کوانتومی، ارتباطات بی‌سیم و شبکه‌های 6G

شبکه‌های بی‌سیم 6G آینده به رایانه‌های کوانتومی متکی خواهند بود اما توسعه این فناوری و پایدارسازی آن پیچیده است. یکی از پژوهشگران پیشرو در حوزه پیشبرد 6G، شرح کاملی از این فناوری را در یک مصاحبه ارائه داده است.

شبکه‌های بی‌سیم 6G آینده به رایانه‌های کوانتومی متکی خواهند بود اما توسعه این فناوری و پایدارسازی آن پیچیده است. یکی از پژوهشگران پیشرو در حوزه پیشبرد 6G، شرح کاملی از این فناوری را در یک مصاحبه ارائه داده است. به گزارش اسپنا، در حالی که شبکه‌های بی‌سیم نسل پنجم (5G) تنها از حدود پنج سال گذشته در دسترس بوده اند، شبکه‌های 6G به سرعت در حال تحقق بخشیدن به رویاها هستند.

به نقل از ادونسد ساینس نیوز، این فناوری بی‌سیم که پیش بینی می‌شود در حدود سال ۲۰۳۰ راه اندازی شود، نه تنها سرعت داده بسیار سریع تری را نسبت به 5G ارائه می‌دهد، بلکه هوش مصنوعی و فناوری‌های کوانتومی را برای کاهش تأخیر و ادغام حوزه‌های انسانی، فیزیکی و دیجیتالی ادغام می‌کند.

یکی از پژوهشگرانی که تلاش‌های اروپا را در حوزه 6G رهبری می‌کند، «ریکاردو باسلی» (Riccardo Bassoli) است که بر طراحی و ادغام فناوری‌های محاسبات کوانتومی، ارتباطات و سنجش برای این نسل جدید شبکه‌ها تمرکز دارد. باسلی که سرپرست گروه پژوهشی شبکه‌های ارتباط کوانتومی در «دانشگاه فنی درسدن» (TU Dresden) آلمان است، با شرکت‌های گوناگونی مانند «دویچه تلکوم» (Deutsche Telekom) و «اکونیک» (aconnic) همکاری می‌کند و در پروژه‌های اتحادیه اروپا مانند «Hexa-X-II» و «QIA» نیز مشارکت دارد.

اگرچه جزئیات هنوز مبهم هستند اما باسلی در مصاحبه اخیر با ادونسد ساینس نیوز، به این موضوع پرداخت که جهان متصل به 6G ممکن است چگونه باشد و چالش‌های عملی را پیرامون اجرای این فناوری مورد بحث قرار داد.

ادونسد ساینس نیوز: حوزه تخصصی شما چیست؟

باسلی: زمانی که من دوره استادی خود را در دانشگاه درسدن آغاز کردم، ایده‌ام این بود که نقش فناوری‌های کوانتومی را در فعال سازی شبکه‌های نسل بعدی 6G- به تصویر بکشم. آیا محاسبات کوانتومی، سنجش کوانتومی یا فناوری‌های ارتباط کوانتومی می‌توانند در شبکه‌هایی که بین سال‌های ۲۰۳۰ تا ۲۰۴۰ خواهیم داشت، نقش داشته باشند؟ این پرسش اصلی بود که از ابتدا به سوی آن سوق داده شدم. تحقیقات من به طور ویژه بر دستیابی به تأخیر کم در شبکه‌های ارتباطی متمرکز هستند و در عین حال، الزامات پایداری و اعتماد حاصل از 6G را برآورده می‌کنند.

ادونسد ساینس نیوز: ارتباطات کوانتومی چیست و چه تفاوتی با ارتباطات کلاسیک دارد؟

باسلی: در ارتباطات کلاسیک، شما عمدتاً بیت‌های اطلاعات را به صورت امواج الکترومغناطیسی -یا امواج صوتی در ارتباطات زیر آب- ترسیم می‌کنید. در ارتباطات کوانتومی و محاسبات کوانتومی، شما اطلاعات را به صورت ویژگی‌های سیستم‌های اتمی و زیراتمی درمی‌آورید. به عنوان مثال، شما خواص یک ذره یا اسپین الکترون یا سطوح انرژی یک اتم را در نظر می‌گیرید.

ادونسد ساینس نیوز: فاصله رسیدن به 6G در این مقطع زمانی چقدر است؟

باسلی: معمولاً یک دهه طول می‌کشد تا هر نسل از شبکه‌های بی‌سیم تلفن همراه توسعه یابد. استقرار 6G بین سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۴۰ خواهد بود. در حال حاضر، مقدار کیوبیت‌های موجود در رایانه‌های کوانتومی محدود است اما تصور می‌شود که رایانه‌های کوانتومی در دهه آینده چند کیوبیت دیگر نیز در دسترس خواهند داشت. بررسی سطح آمادگی که فناوری‌های محاسبات کوانتومی می‌توانند طی پنج تا ۱۰ سال به آن برسند، برای درک کاربرد بالقوه بسیار مهم است.

ادونسد ساینس نیوز: چگونه 6G نسبت به 5G بهتر خواهد شد؟

باسلی: 5G برای اولین بار پارادایم مجازی سازی را در شبکه‌های ارتباطی معرفی کرد. ایده این است که عملکردهای سخت افزاری نیز می‌توانند به صورت انتزاعی درآیند و به عنوان ماژول‌های نرم افزاری پیاده سازی شوند تا بتوان آنها را در هر گره شبکه محاسباتی -به عنوان مثال، یک سرور- اجرا کرد. این چشم انداز محاسبات فضای ابری و رایانش لبه ای است. در 6G، چشم انداز این است که زیرساخت‌های سخت افزاری به طور کامل در یک به اصطلاح «پیوستار نرم افزاری» انتزاعی شوند تا بتوان آنها را به صورت پویا و تطبیقی توسط صفحه کنترل شبکه مدیریت کرد. این نرم افزار شبکه همان چیزی است که محاسبات را به یک پارادایم کلیدی در شبکه‌های ارتباطی -محاسبات درون شبکه ای- تبدیل می‌کند.

یک رکن دیگر، هوش درون شبکه ای است. این بدان معناست که از یادگیری ماشینی یا هوش مصنوعی نه تنها به عنوان یک سرویس، بلکه برای مدیریت و عملیات شبکه نیز استفاده شود. در مرحله بعد، ارتباطات معنایی از 6G برای بازسازی پارادایم‌های ارتباطی به منظور دستیابی به استفاده کارآمدتر از منابع ارتباطی پشتیبانی خواهند کرد.

در نهایت 6G «شبکه شبکه‌ها» خواهد بود. این می‌تواند کمی فنی تر باشد. چشم انداز هدف 6G، تحقق یک اکوسیستم از شبکه‌هاست که انواع فناوری‌های بی‌سیم و سیمی زمینی را با شبکه‌های غیرزمینی مانند ماهواره‌ها، پهپادها، وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین و مواردی از این دست به هم متصل می‌کنند. این اکوسیستم، 6G را قادر می‌سازد تا به طور یکپارچه به هر مکان روی زمین متصل شود.

ادونسد ساینس نیوز: در مورد کدام قابلیت 6G بیشتر هیجان زده هستید؟

باسلی: هم گرایی تجربه حسی انسان، محیط، و جهان های مجازی در یک واقعیت ترکیبی. به عنوان مثال، برای توانمندسازی حضور از راه دور انسان. در مرحله بعد، کنترل از راه دور ربات ها و ماشین ها برای انجام دادن وظایف مشترک ویژه به طور یکپارچه که چندین زمینه را در صنعت، بهداشت و آموزش به طور قابل توجهی پیش خواهد برد.

ادونسد ساینس نیوز: فکر می کنید کدام حوزه ها به طور چشمگیری تحت تأثیر فناوری 6G قرار خواهند گرفت؟

باسلی: 6G کار در صنعت را به طور قابل توجهی افزایش می دهد. یک کارگر قادر خواهد بود تا وظایف گوناگونی را با همکاری انواع ربات ها و ماشین ها انجام دهد و استرس فیزیکی کارگر را کمتر کند. مورد بعد، دموکراتیزه کردن مهارت ها و کارآمدتر، مؤثرتر و مقرون به صرفه تر کردن آنهاست. این نکات فقط برخی از مواردی هستند که ما در مرکز پژوهشی خود در نظر می گیریم. اینجاست که اینترنت لمسی یک نقش کلیدی را ایفا می کند.

ادونسد ساینس نیوز: اینترنت لمسی چیست؟ آیا این هم یکی از قابلیت های 6G خواهد بود؟

باسلی: ایده ای که در دهه گذشته با 5G آغاز شد، این بود که آیا می توانیم کنترل را به شبکه اضافه کنیم. آیا انسان می تواند یک ربات را از راه دور کنترل کند؟ برای انجام دادن این کار، نمی توان تنها به اطلاعات سمعی و بصری تکیه کرد، بلکه به انتقال حس لامسه نیز نیاز است. شما می توانید این توانایی را هنگام انجام دادن یک جراحی از راه دور یا کنترل از راه دور یک ربات در کارخانه تصور کنید. بدون داشتن بازخورد لمسی نمی توان این کار را انجام داد. این قطعا یک ستون اساسی برای «متاورس» خواهد بود که در آن، اشیای واقعی با اشیای مجازی به طور یکپارچه در یک محیط واقعیت ترکیبی تعامل خواهند داشت.

ادونسد ساینس نیوز: چالش های اصلی پیش روی اجرای فناوری 6G چیست؟

باسلی: چالش های بسیاری وجود دارد. فناوری 6G یک اکوسیستم از شبکه ها و فناوری هاست. شما باید اطمینان حاصل کنید که همه این فناوری ها به طور یکپارچه با یکدیگر ادغام می شوند تا عملکردهای سرتاسری مورد نیاز را ارائه دهند.

ادونسد ساینس نیوز: چالش های عملی ادغام محاسبات کوانتومی با شبکه های بی سیم چیست؟

باسلی: اول از همه این که ما در حال حاضر یک فناوری استاندارد نداریم. به عنوان مثال، رایانه های کلاسیک به نوعی استانداردسازی شده اند. آنها از فناوری های خاصی استفاده می کنند که قبلا به روش خاصی کار می کردند. ما می توانیم این را به فناوری های ارتباطی نیز تعمیم دهیم. در محاسبات و ارتباطات کوانتومی نمی دانیم که آیا این فناوری ها در آینده مورد استفاده قرار خواهند گرفت یا خیر زیرا هنوز در حال بررسی عملکرد و قابلیت های آنها هستیم.

برای مثال، ما رایانه های کوانتومی گوناگونی را می بینیم که مبتنی بر فناوری های کاملا متفاوتی هستند اما نمی دانیم کدام فناوری برای برآوردن نیازهای شبکه های ارتباطی آینده بهترین خواهد بود. ما باید همه آنها را بررسی کنیم تا مزایا و محدودیت های آنها را ببینیم. این یکی از اهداف اصلی پروژه «QUARKS» ما با همکاری دانشمندان «دانشگاه فنی مونیخ» (TU Munich) است که توسط «وزارت آموزش و پژوهش فدرال آلمان» (BMBF) تامین مالی می شود.

ادونسد ساینس نیوز: آیا در این مرحله گزینه های پیشرو وجود دارند؟

باسلی: این یک کار در حال پیشرفت است. ما در حال حاضر نمی توانیم یک فناوری را از دیگری متمایز کنیم.

ادونسد ساینس نیوز: در حال حاضر رایانه های کوانتومی با ویژگی صرفه جویی در مصرف انرژی شناخته نشده اند. چگونه می توان کارایی انرژی و پایداری رایانه های کوانتومی را افزایش داد؟

باسلی: یکی از شاخص های کلیدی عملکرد در 6G، بهره وری انرژی است. گاهی اوقات، راه حل هایی برای استفاده از برخی فناوری های کوانتومی پیشنهاد می شوند که یکی از معیارهای 6G را هدف قرار می دهند اما نه همه آنها را به طور هم زمان. در 6G، ما باید به طور هم زمان معیارهای گوناگونی را برآورده کنیم که گاهی اوقات باعث ایجاد مبادلات مهم می شوند. به عنوان مثال، اگر می خواهید از امنیت و اعتماد بالا در شبکه اطمینان حاصل کنید، امنیت دارای یک بار محاسباتی و یک بار ارتباطی است که به انرژی بیشتری نیز نیاز دارد.

یک چالش مهم در به کارگیری محاسبات کوانتومی در شبکه ها، محاسبه مصرف انرژی پلتفرم های گوناگون به صورت شفاف و کامل با در نظر گرفتن انرژی واقعی مربوط به مبادلات با زمان محاسبات، قابلیت اطمینان و مقدار کیوبیت های محاسباتی واقعی است که می توانید ارائه دهید. در حال حاضر، بحث های مربوط به انرژی در محاسبات کوانتومی چندان رایج نیستند.

از سوی دیگر، آنچه من و گروهم سعی داریم انجام دهیم، ارزیابی محاسبات کوانتومی با در نظر گرفتن همه معیارهای عملکرد 6G است. از منظر مهندسی، این ها پرسش های مهمی هستند که باید به آنها پاسخ دهیم. موفقیت در مهندسی یک فناوری نه تنها به کیفیت فناوری، بلکه به کاربرد واقعی و مقیاس پذیری آن در بیرون از آزمایشگاه نیز مربوط می شود.

ادونسد ساینس نیوز: آیا محاسبات کوانتومی آن قدر پیشرفت خواهد کرد که تا سال ۲۰۳۰ در شبکه های 6G ادغام شود؟

باسلی: انتشار 6G در جامعه از سال ۲۰۳۰ آغاز خواهد شد و در طول دهه آینده رشد خواهد کرد. ایجاد اتصال شبکه در همه جا مستلزم سرمایه گذاری توسط عوامل صنعتی متفاوت در کشورهای گوناگون است.

من فکر می کنم ادغام محاسبات کوانتومی با 6G در نیمه دوم دهه -شاید از سال ۲۰۳۵ تا ۲۰۴۰- گسترده تر و تأثیرگذارتر خواهد بود. این امر بستگی زیادی به پیشرفت های حوزه پژوهش، صنعت و استانداردسازی این فناوری ها دارد. نقش محاسبات کوانتومی ممکن است تسریع سخت افزار مراکز محاسباتی کنونی باشد. با وجود این، پیشرفت در اثبات یک مزیت کوانتومی واقعی نیز نهفته است که فقط زمان محاسبه را در نظر نمی گیرد.

اگر با کمک محاسبات کوانتومی به هدف خود برای رسیدن به تأخیر کم دست یابیم، گمان می کنم که صنعت، سیستم آموزشی

و سیستم های موقت های رعداشته ، اولد ، بخش ، هابه ، باشند که سهد مه ، نند .
ریکاردو باسلی