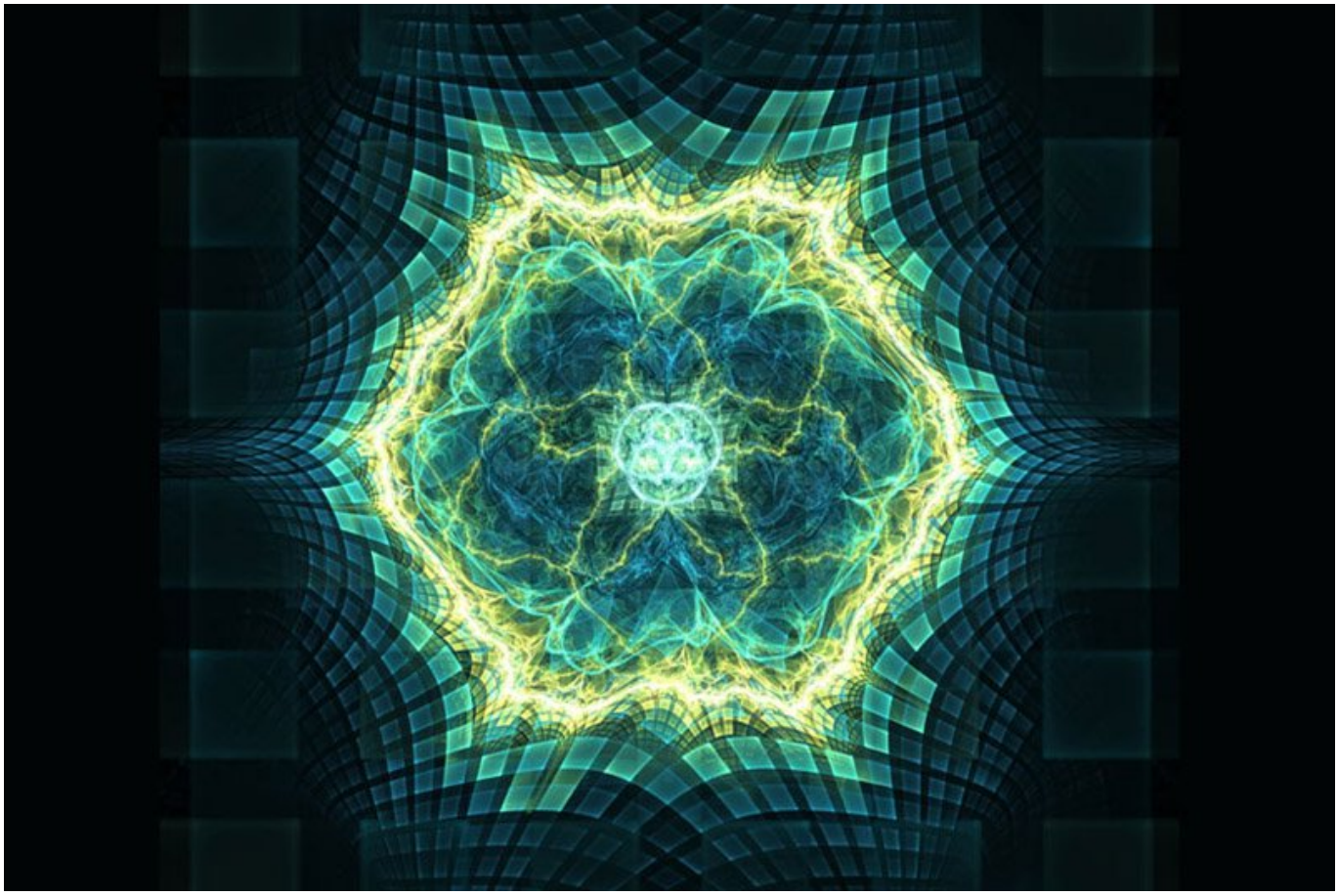

禪

محاسبات کوانتومی از تئوری تا واقعیت

رایانش کوانتومی چیست و اساس کار آن چگونه است؟

با نگاهی به تاریخچه کامپیوترها مشاهده میکنیم، سامانههای کامپیوتری امروزی هیچ وجه تشابهی با نیاکان خود ندارند. آنها نه تنها فضای کمتری اشغال میکنند، بلکه در زمینه قدرت پردازش اطلاعات نیز از کامپیوترهای نسل قدیم بسیار نیرومندتر هستند. اما دنیای فناوری دیوانهوار علاقهمند است تا پیشرفت کند.

این مطلب یکی از مجموعه مقالههای پرونده ویژه «کامپیوترهای کوانتومی» است که در شماره ۱۸۹ ماهنامه شبکه منتشر شد. برای دانلود این پرونده ویژه میتوانید اینجا کلیک کنید.

همین موضوع باعث شده است تا پردازندههای مرکزی کامپیوترها بهسرعت بهسمت محدودیتهای فیزیکی خود نزدیک شوند، بهطوری که قانون مور اکنون در مرز خطر قرار گرفته است. محدودیتهای فیزیکی سیلیکون باعث شده است تا تولیدکنندگان پردازندهها در زمینه افزایش تعداد ترانزیستورها با محدودیتهایی روبهرو شوند. کارشناسان پیشبینی کردهاند، قانون مور در خوشبینانهترین حالت تا ده سال دیگر پایدار خواهد بود و در ظاهر اینگونه بهنظر میرسد که لیتوگرافی 7 نانومتری پردازندهها پایانی بر عمر این قانون خواهد بود. این مشکلات باعث شده است تا غولهای عرصه فناوری بهفکر جایگزینی برای سیلیکون باشند. در حالی که نانولههای کربنی جایگزین مناسبی برای ترانزیستورهای سیلیکونی امروزی هستند، اما بهواسطه مشکلاتی که دارند بهسختی میتوان از آنها در مقیاس عمومی بهشکلی که مقرون بهصرفه باشد استفاده کرد. در نتیجه آیبیام، گوگل، مایکروسافت، دیویو سیستمز وغیره بهدنبال آن هستند تا رایانش کوانتومی را در مقیاس عمومی و آن هم در سریعترین زمان ممکن به واقعیت عینی تبدیل

کنند . رایانشی که بر پایه قوانین فیزیک کوانتوم کار میکند . در دنیای کوانتوم ذرات مواد یا بهعبارت دقیقتر کیوبیتها میتوانند در آن واحد صفر، یک و هر دو این مقادیر را داشته باشند . بهحالت آخر در دنیای کوانتوم برهمنهی میگویند .

مطلب پیشنهادی

مقدمه پرونده ویژه کامپیوترهای کوانتومی

کوانتوم محدودیتها را درهم میشکند

طراحی و ساخت کامپیوترهای کوانتومی بیش از آنچه تصورش را میکنید اهمیت دارد . در سال 2012 و در حالی که بسیاری از کارشناسان پیشبینی کرده بودند جایزه نوبل فیزیک به پژوهشی که در ارتباط با ذره گریزان بوزون هیگز انجام شده است، اهدا خواهد شد، مسیر خود را تغییر داد و بهدست دو تن از پژوهشگران حوزه فیزیک کوانتوم (اپتیک کوانتومی) سرگئی هاروچ و دیوید جی واینلند رسید . (سال بعد دو دانشمند انگلیسی و بلژیکی بهنامهای پیتر هیگز و فرانسوا انگلرت موفق شدند جایزه نوبل را در زمینه کشف ذره گریزان بوزون هیگز دریافت کنند .) افرادی که با اصول اولیه الکترونیک آشنایی دارند بهخوبی از اتفاقاتی که درون سیستم کامپیوتری آنها رخ میدهد با خبر هستند . بهسبب آنکه اصولی که در زمینه ساخت ترانزیستورها مورد استفاده قرار میگیرد تقریباً یکسان بوده و تنها اندازه و مقیاس است که ممکن است متفاوت باشند. ایده شکلگیری کامپیوترهای کوانتومی به دهه 80 میلادی بازمیگردد . زمانی که ریچارد فایتمن پیشنهاد کرد محاسبات را باید از دنیای دیجیتال وارد دنیای جدیدی بهنام دنیای کوانتوم کرد . دنیایی که بسیاری از مشکلات رایج امروزی را نداشته و افقهای جدیدی را پیش روی فناوری قرار میدهد . این ایده تا سال 1994 که پیتر شور در آزمایشگاه AT&T این نظریه را مورد بررسی قرار داد و تقریباً گامهای اولیه را در این زمینه برداشت، دستنخورده باقی مانده بود .

0
1
Classical Bit
$|0\rangle$
$\frac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}}$
$|1\rangle$
Qubit

شکل 1- بیت کلاسیک و سنتی در مقابل کوبیت کوانتومی

از سال 1994 به بعد بود که نظریه اطلاعات و مکانیک کوانتوم در تعامل مستقیمی با محاسبات نانومتری

nano computing

(qubit)

Quantum Entanglement Tunneling Superposition of Quantum Quantum

همچنین به این نکته توجه داشته باشید، کامپیوترهای کوانتومی تنها زمانی میتوانند مورد استفاده قرار گیرند که دمای نزدیک به صفر کلوین باشند . امروزه بسیاری از شرکتها با این چالش بزرگ روبهرو شدهاند، چالشی که دیویو سیستمز مدتها پیش آن را پشت سر گذاشته است.

چه تفاوتی میان کامپیوترهای کلاسیک و کوانتومی وجود دارد؟

پروفسور لاورنس کراوس فیزیکدان صاحب نام و نویسنده کتاب «آفرینش از هیچ » در این ارتباط میگوید : «در یک کامپیوتر سنتی شما با گروهی از یکها و صفرها که در مکانیسم دودویی مورد استفاده قرار میگیرند سر و کار دارید . این سیستم امروزه برای انجام محاسبات مورد استفاده قرار میگیرد . تصور کنید یک ذره بنیادی در حال چرخش را در اختیار دارید . این ذره بسته به اینکه در چه جهتی قرار دارد، در حال چرخش است. این چرخش ممکن است از بالا به پایین باشد . حال اگر تعداد زیادی از این ذرات را در اختیار داشته باشیم، این توانایی را داریم تا اطلاعات را ذخیرهسازی کنیم . سیستمی که در آن تعدادی از چرخشها بهسمت بالا و تعداد دیگری بهسمت پایین هستند . چنین رویکردی در دنیای محاسبات دودویی حکمفرما است.

اما در یک کامپیوتر کوانتومی اوضاع متفاوت است . ما بهخوبی از این موضوع اطلاع داریم که ذراتی همچون الکترون این توانایی را دارند تا در یک لحظه در تمام جهات بچرخند . چرخش در تمام جهات یکی از عجیبترین ویژگیهای مکانیک کوانتوم است . ما میتوانیم با اندازهگیری الکترونها جهت چرخش آنها را متوجه شویم. چرخشی که میتواند در هر جهتی رخ دهد . دیوانهکننده بهنظر میرسد، اما واقعیت دارد . اگر یک الکترون بتواند در آن واحد در تمام جهات بچرخد و بتوانیم آن را اندازهگیری کنیم بهمعنای آن است که میتوانیم محاسبات بسیار زیادی را بهطور همزمان انجام دهیم . در این ساز و کار میتوانیم فرآیند اندازهگیری را در انتهای محاسبات انجام دهیم . زمانی که یک ذره در یک لحظه بتواند چند کار را بهطور همزمان انجام دهد بهمعنای آن است که چند محاسبه را در یک لحظه میتواند انجام دهد . این رویکرد ساز و کار کامپیوترهای کوانتومی را شکل میدهد . اما برای دستیابی به چنین ساز و کاری ما با مشکلات عدیدهای روبهرو هستیم .

ما میتوانیم با اندازهگیری الکترونها جهت چرخش آنها را متوجه شویم . چرخشی که میتواند در هر جهتی رخ دهد . دیوانهکننده بهنظر میرسد، اما واقعیت دارد . اگر یک الکترون بتواند در آن واحد در تمام جهات بچرخد و بتوانیم آن را اندازهگیری کنیم بهمعنای آن است که میتوانیم محاسبات بسیار زیادی را بهطور همزمان انجام دهیم

اولین مورد در ارتباط با خود ما انسانها است . ما انسانها بهشکل کوانتومی رفتار نمیکنیم . هیچگاه نمیتوانیم بهسمت دیواری بدویم که در پشت سرمان قرار دارد . اگر از هماکنون تا پایان جهان این کار را انجام دهید و سر خود را به دیوار بکوبید، فقط یک سردرد وحشتناک را تجربه خواهید کرد . اما اگر یک الکترون باشید، این امکان وجود دارد تا به چنین خواستهای دست پیدا کنید . ناپدید شوید و در آن طرف دیوار ظاهر شوید . به این رویکرد تونلزنی کوانتومی میگویند . تا به امروز خواص منحصر به فرد کوانتوم تنها در مقیاس کوچک دیده شده است. ما انسانها بهواسطه آنکه همانند اشیا بزرگ کلاسیک هستیم نمیتوانیم از چنین قواعدی پیروی کنیم . اما قوانین فیزیک کوانتوم اعلام میدارند، هنگامی که تعداد زیادی ذره در وضعیت برهمنهی قرار داشته باشند، تمامی همبستگیهای میان این ذرات بهواسطه وجود عوامل مختلف از میان خواهند رفت، بهطوری که چنین پدیده عجیبی ناگهان بیثبات میشود .

در نتیجه برای آنکه بتوانیم یک حالت کوانتومی را بهوجود آوریم، بهشکلی که بتوانیم خصوصیات کوانتومی که پیشتر به آنها اشاره شد را در اختیار داشتهٔ باشیم، باید سامانه خود را بهشکلی طراحی کنیم که از تمام محیط مستقل و جدا باشد . این دقیقاً همان مشکلی است که کامپیوترهای کوانتومی با آن روبهرو هستند . شما تلاش میکنید این عنصر بسیار بسیار ریز را مجبور کنید تا یک رفتار کوانتومی از خود نشان دهد. این حرف بهمعنای آن است که در تلاش هستید این عنصر را از برهمنهیهای درون خود و جهان بیرونش جدا کنید . این بخش مشکل داستان است. بهدلیل اینکه این جداسازی باید در حد کافی انجام شود . به این رویکرد همدوسی کوانتومی (وابستگی کوانتومی) میگویند . چالش بسیار بزرگی که قابلیتهای منحصر به فردی را در اختیار شما قرار میدهد . بهشکلی که در ورود به دنیای جدیدی را پیش روی شما قرار

میدهد.»

نویسنده :
حمیدرضا تائبی
دسته بندی:
پرونده ویژه
تاریخ انتشار :
10:45 - 02/02/1396
برچسب:
کوانتوم - کامپیوترهای کوانتومی - محاسبات کوانتومی - رایانش کوانتومی

نشانی
: https://www.shabakeh-mag.com/cover-story/7521/%D8%B1%D8%A7%DB%8C%D8%A7%D9%86%D8%B4-%DA%A9%D9%88%D8%A7%D9%86%D8%AA%D9%88%D9%85%DB%8C-%DA%86%DB%8C%D8%B3%D8%AA-%D9%88-%D8%A7%D8%B3%D8%A7%D8%B3-%DA%A9%D8%A7%D8%B1-%D8%A2%D9%86-%DA%86%DA%AF%D9%88%D9%86%D9%87-%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%9F