



DIGITAL DEVELOPMENT CENTER
مركز التطوير الرقمي

الشبكات الكمية Quantum Networks

تحرير وترجمة
مركز التطوير الرقمي

عن المركز

مركز التطوير الرقمي منظمة عراقية غير حكومية تأسست سنة ٢٠٢٠ ، مسجل لدى دائرة المنظمات غير الحكومية في الأمانة العامة لمجلس الوزراء .

يسعى المركز إلى سد الفجوة الرقمية والتحول إلى مجتمع رقمي ومواطنة رقمية Digital Citizenship لبناء اقتصاد رقمي متطور وتحسين جودة حياة المواطن.

إنَّ من أهم أهداف المركز تنمية الموارد البشرية في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ، وبما يتناسب مع متطلبات المرحلة ويلبي احتياجات سوق العمل المحلي والدولي ، ونشر الوعي الرقمي والثقافة الرقمية بين أبناء المجتمع ، ودعم قطاع الاتصالات من خلال ورش العمل ، الندوات ، المؤتمرات ، والدراسات والبحوث.

ومن ضمن أولويات المركز خلق بيئة رقمية مناسبة لتشجيع الشركات وأصحاب الاهتمام المشترك من الشركات في الدول والاستثمار في هذا القطاع الحيوي، ويسعى المركز إلى رعاية القدرات والطاقات الشابة من المواهب والمتميزين في مراحل الدراسة الأولية ، والمساهمة في دعم حملة الشهادات العليا بما يساهم في تشجيعهم على إعداد الدراسات البحثية وتقديم الاستشارات العلمية ، والمواءمة بين المنظمات المحلية والدولية من خلال التواصل مع المنظمات العالمية والإقليمية، ولتحقيق هدف المواطنة الرقمية ومحو الأمية الرقمية يسعى المركز ليكون حلقة وصل بين القطاع العام والخاص وتقديم المشورة لدوائر الدولة والمؤسسات الخاصة، والمساهمة في بلورة القرارات الاستراتيجية للدولة العراقية بما يتعلق بتقنيات المعلومات والاتصالات .

هل تعد الشبكات الكمية خطوة القادمة نحو إنترنت أكثر أماناً؟

إتخذ الفيزيائيون خطوة كبيرة نحو إصدار كمي جديد للإنترنت من خلال ربط ثلاثة أجهزة كمية في شبكة واحدة. سيوفر الإنترنت الكمي الإتصالات فائقة الأمان ويفتح تطبيقات علمية مثل أنواع جديدة من أجهزة الإستشعار لموجات الجاذبية والتلسكوبات بدقة غير مسبوقة.

يقول رودني فان ميتر (Rodney Van Meter)، المهندس المختص بالشبكات الكمية في جامعة كيو في طوكيو، "تعد الشبكات الكمية خطوة كبيرة نحو المستقبل". على الرغم من أن الشبكة لا تتمتع حتى الآن بالأداء المطلوب للتطبيقات العملية، يضيف فان ميتر، موضحاً عن تقنية أساسية ستمكّن الإنترنت الكمي من توصيل الأجهزة عبر مسافات طويلة.

تستغل الإتصالات الكمية ظواهر فريدة من نوعها في عالم الكم، مثل قدرة الجسيمات الأولية أو الذرات على التواجد في "تراكب" لحالات متزامنة متعددة، أو مشاركة حالة "التشابك" مع جسيمات أخرى. و أظهر الباحثون مبادئ الشبكات الكمية التي تربط ثلاث أجهزة من قبل، لكن هذا النمط يمكن أن يؤدي بسهولة أكبر إلى تطبيقات عملية.

الويب المتشابك (Entangled Web)

في قلب الإتصالات الكمية توجد المعلومات المخزنة في كيوبتات (Qubits)، وهو المكافئ الكمي للبتات في أجهزة الكمبيوتر الرقمية العادية، والتي يمكن برمجتها لتكون في حالة "0" و "1". إن الغرض الرئيسي من الشبكة الكمية هو تمكين الكيوبتات الموجودة على جهاز المستخدم من التشابك مع تلك الموجودة على جهاز شخص آخر. هذا التشابك له العديد من الإستخدامات، بدءاً من التشفير نظراً لأن القياسات على الكائنات المتشابكة دائماً ما تكون مترابطة، من خلال قراءة حالات الكيوبتات بشكل متكرر، يمكن للمستخدمين إنشاء رمز سري لا يمكن كسره.

وقام الفيزيائي رونالد هانسون (Ronald Hanson) من جامعة دلفت للتكنولوجيا في هولندا ومعاونوه، بربط ثلاثة أجهزة بطريقة تجعل أي جهازين في الشبكة ينتهي بهما الأمر بتشابك كيوبتات متبادلة. كما أنهم يضعون الكيوبتات في جميع الأجهزة الثلاثة في حالة التشابك ثلاثي الإتجاهات، والتي تمكن ثلاثة مستخدمين من مشاركة معلومات سرية.

يقوم كل جهاز بتخزين المعلومات الكمية في بلورة الماس إصطناعية، وعلى وجه التحديد في الحالات الكمية في البلورة، حيث تحل ذرة النيتروجين محل أحد الكربونات. وفي مثل هذا الجهاز الماسي، يمكن للباحثين حث كيوبتات النيتروجينية لإصدار الفوتونات، والتي ستتشابك تلقائياً مع الذرة. يمكن بعد ذلك إرسال الفوتون إلى ألياف ضوئية وتسليمه إلى جهاز آخر، مما يساعد على إنشاء التشابك بين الكيوبتات البعيدة. في إحدى التجارب عام 2015، نجح فريق دلفت في تشابك جهازين، وإستخدموهما لتأكيد بعض التنبؤات الحاسمة لميكانيكا الكم.

الذاكرة الكمية

أحد الأجهزة الثلاثة في تجربة الفريق، وعلى وجه التعيين الجهاز الموجود في منتصف الشبكة، تم إعداده أيضاً لتخزين المعلومات في "ذاكرة كمية"، والتي يمكنها الإحتفاظ بالبيانات لفترة أطول من وحدات البت الأخرى وكانت أساسية في إعداد التشابك الثلاثي. يستخدم كيوبت الذاكرة من عنصر الكربون 13*.

إستخدم الباحثون إلكترونات نشطاً في النيتروجين كجهاز إستشعار، لتحديد موقع نواة الكربون 13 القريبة. من خلال التلاعب بهذا الإلكترون، تمكنوا من إدخال نواة الكربون إلى حالات كمية محددة، وتحويلها إلى كيوبت إضافي. يمكن لمثل هذه الذاكرات الكمية للكربون أن تحافظ على حالاتها الكمية لمدة دقيقة واحدة أو أكثر، وهي حالة أبدية في العالم دون الذري.

* عنصر الكاربون 13: وهو نظير غير مشع يشكل حوالي 1% من الكربون الطبيعي. يحتوي الكربون 13 على نيوترون إضافي في نواته، لذا فهو يعمل مثل جسم مغناطيسي.

مكنت ذاكرة الكربون الباحثين من إنشاء شبكتهم المكونة من ثلاثة أجهزة على مراحل. أولاً، قاموا بربط إحدى العقد الطرفية باستخدام النيتروجين في العقدة المركزية. ثم قاموا بتخزين الحالة الكمية للنيتروجين في ذاكرة الكربون. أدى هذا إلى تحرير كيوبت النيتروجين المركزي ليصبح متشابكاً مع الكيوبت عند العقدة الثالثة. نتيجة لذلك، كان للجهاز المركزي كيوبت واحد متشابك مع العقدة الأولى، وآخر متشابك في نفس الوقت مع العقدة الثالثة، مكوناً ما يسمى بـ "الشبكة الكمية". يحتاج الكيوبت الكربوني إلى أن يكون معزولاً بشكل كافٍ عن بيئته حتى تتمكن حالته الكمية من البقاء بينما يقوم الفيزيائيون بإجراء المزيد من العمليات، ولكن لا يزال من الممكن الوصول إليها حتى يمكن برمجتها.

قالت تريسي نورثوب (Tracy Northup)، عالمة الفيزياء في جامعة إنسبروك في النمسا، إن هذا التحدي وغيره من التحديات جعل التجربة أكثر صعوبة من الشبكة ذات العقدتين. "بمجرد أن تحاول ربط ثلاثة أجهزة، يصبح الأمر أكثر تعقيداً بشكل ملحوظ".

مكّن تخزين المعلومات في عقدة الفريق من إظهار تقنية تسمى مبادلة التشابك (Entanglement Swapping)، والتي يمكن أن تكون حاسمة بالنسبة للإنترنت الكمي في المستقبل مثل أجهزة التوجيه بالنسبة للإنترنت الحالي.

قال ماريوس بريديس (Marijus Briedis)، رئيس التكنولوجيا في شركة الأمن السيبراني في شركة NordVPN، "يتيح الإنترنت الكمي للمستخدمين نقل المعلومات بشكل أكثر أماناً من أي وقت مضى. بينما سيتم نقل البيانات المشفرة باستخدام توزيع المفاتيح الكمية بشكل أكثر أماناً وسيكون إعتراضها أكثر صعوبة، لا يمكننا الجزم بعدم وجود نقاط ضعف".

يتطلب التشفير العام من الطرفين اللذين يرغبان في التواصل بشكل آمن أن يشاركا أولاً "مفتاح" سري، كما قال مايكل رايمر (Michael Raymer)، عضو هيئة التدريس في جامعة أوريغون وباحث بارز في مركز الشبكات الكمية بقيادة جامعة أريزونا، في مدونة له.

وأضاف رايمر "توفر فيزياء الكم وسيلة للقيام بذلك بطرق آمنة تماماً من حيث

المبدأ، ولكنها قد تظل عرضة للهجمات بسبب الأخطاء في الأجهزة أو المشغل. وبالتالي، يعمل باحثو الأمن على إبتكار أنظمة تشفير أقوى لا تتطلب استخدام مبادئ كمية. قد لا تكون هذه الأنظمة آمنة تماماً من حيث المبدأ ولكنها قد تكون أكثر عملية على المدى القصير".

قال تيريل فرانتز (Terrill Frantz)، والذي يقود برامج الحوسبة الكمية في جامعة هاريسبرج للعلوم والتكنولوجيا في بنسلفانيا، إن الإنترنت الكمي لن يكون بالضرورة أكثر أماناً من الإنترنت الذي لدينا اليوم. وعلاوة على ذلك، قال إن الإنترنت الكمي ليس بديلاً أو تحسیناً لإنترنت اليوم.

وأضاف "إنها تمتلك بعض القيمة المضافة المثيرة للإهتمام والمحتملة في بعض النواحي. على سبيل المثال، سيتم تعزيز خصوصية البيانات لأنك ستعرف متى يقرأ شخص ما بياناتك. لن يمنع ذلك من قراءتها، لكنك تعرف ما إذا كان شخص ما قد سرق معلوماتك".

ومع ذلك، فإن الحوسبة الكمية ستقدم أيضاً تهديدات أمنية معينة، كما قال يعقوب الأنصاري (Jacob Anbsari)، رئيس أمن المعلومات في شركة شيلمان، وهي شركة إمتثال للأمن والخصوصية، في مقابلة صحفية.

قال يعقوب "من المرجح أن تصبح المخططات الرئيسية غير المتماثلة التي تعتمد على تحليل الأعداد الكبيرة (وعلى الأخص *RSA) غير فعالة تماماً ضد تطبيق عملي لتحليل التشفير الكمي. ستحتاج المؤسسات التي تعتمد على RSA، على سبيل المثال، تلك التي تستخدم HTTPS/TLS في تطبيقات الويب الخاصة بهم، إلى إجراء تغييرات مهمة لمعالجة هذا الأمر".

* RSA: وهي خوارزمية واسعة الاستخدام للتشفير الآمن. تتضمن مفتاحاً عاماً ومفتاحاً خاصاً. إن المفتاح العام هو مفتاح التشفير فقط ويجب أن يكون معلوماً لكل من يحاول الإتصال بمالك المفتاح. يمكن أن تُفكّ الرسائل التي تم تشفيرها بإستخدام المفتاح العام فقط بإستخدام المفتاح الخاص.

المصادر : <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00420-5>

<https://www.lifewire.com/a-quantum-network-could-make-the-internet-more-secure-5218711>