

Image not found

S'aconsegueix transferir de forma segura imatges codificades amb alfabetos més extensos a través d'una xarxa quàntica

Un equip internacional d'investigadors aconsegueix el transport quàntic d'informació amb més dimensionalitat fins avui dia, fent servir una configuració inspirada en la teleportació, per tal que la informació no viatgi físicament entre les dues parts que es comuniquen.

December 14, 2023

La revista Nature Communications publica una investigació realitzada per un equip internacional de científics de la Universitat de Witwatersrand (WITS, Johannesburg, Sud-àfrica) i l'ICFO - Institut de Ciències Fòniques-, on es transporta una imatge impresa en un feix de llum mitjançant una xarxa, sense enviar físicament la imatge, un pas important cap a la realització d'una xarxa quàntica per a la transmissió d'informació escrita amb un alfabet d'alta dimensió.

La comunicació quàntica a llarga distància és una part essencial per a la seguretat de la informació, i s'ha pogut demostrar amb estats bidimensionals - els qubits - en distàncies molt llargues entre satèl·lits. Tot i que això pot semblar suficient, sobretot si ho comparem amb la contrapart clàssica que seria enviar bits que poden anar-se codificar en 1 (senyal) i 0 (sens senyal) cada vegada, l'òptica quàntica ens permet augmentar l'alfabet i descriure sistemes més complexos de forma segura en un sol enviament, com una empremta digital única o un rostre.

"Tradicionalment, dues entitats es comuniquen entre si enviant físicament informació d'una a l'altra, inclús en l'àmbit quàntic", comenta el professor Andrew Forbes, investigador principal de la Universitat de Wits. "Ara és possible teleportar informació per tal que no viatgi físicament a través de la connexió: una tecnologia 'Star Trek' feta realitat".

Fins ara, la teleportació només s'havia demostrat entre dues parts utilitzant alfabetos de baixa dimensió, cosa que requereix diversos fotons entrellacats per enviar imatges complexes.

En aquest estudi, l'equip va realitzar la primera demostració experimental del transport quàntic d'estats d'alta dimensió amb només dos fotons entrellacats com a recurs quàntic. Com a resultat, la informació semblava teleportada de l'emissor al receptor. L'equip va fer servir un detector òptic no lineal que evitava la necessitat de fotons addicionals, però podia funcionar per a qualsevol $i\frac{1}{2}$ patró $i\frac{1}{2}$ que calgués enviar. Amb la seva tècnica, **els científics han demostrat un nou protocol de comunicació, d'última generació, que permet enviar informació escrita en un alfabet de 15 dimensions amb un esquema escalable a dimensions encara més grans, aplanant el camí per a connexions de xarxes quàntiques amb més capacitat d'informació.**

A l'experiment, els investigadors van idear una forma elegant de transferir de manera segura informació espacial d'alta dimensió entre dues parts, conegudes com a Alice i Bob, mitjançant un esquema inspirat en la teleportació. A diferència d'experiments anteriors, que havien teleportat amb èxit estats tridimensionals (usant entrellacament de trajectòries) però requerint l'ajuda de fotons entrellacats addicionals, en aquest cas l'equip va fer servir una font de llum i només dos fotons entrellacats, formant el canal quàntic.

Primer, van codificar la informació per ser teleportada dins d'una "font de llum estampada" amb un alfabet que contenia 15 elements. Paral·lelament, van crear un parell de fotons entrellacats en aquestes 15 dimensions. Del parell de fotons, el segon fotó entrellacat viatja de Bob a Alice i es va mesurar la interacció amb la font de llum modelada a Alice amb un detector espacial no lineal, a través del que es coneix com a Mesurament de l'Estat de Bell (BSM). L'efecte d'aquest mesurament va ser barrejar els estats del segon fotó i de la font de llum en un segon vidre no lineal i fer una projecció espacial particular sobre el fotó unitari resultant d'aquest mesurament. Gràcies a que el primer i el segon fotó estaven entrellacats a principi, és a dir, que el seu estat conjunt estava altament correlacionat, el resultat del BSM va generar la transferència de la informació codificada de la font de llum coherent al primer fotó, que s'havia quedat a Bob i mai havia estat en contacte amb la font

Aplicacions pràctiques en l'àmbit bancari

El potencial d'aquest nou protocol de transport quàntic s'il·lustra a la figura adjunta. Imagineu un client que vol enviar informació confidencial a un banc, potser una empremta digital. En la comunicació quàntica tradicional, la informació ha d'enviar-se físicament de client al banc, i per tant, encara que sigui segura, comporta un risc de ser interceptada. L'esquema de transport quàntic proposat recentment, el banc envia un sol fotó sense informació al client (provinent d'un parell entrellacat), i aquest el superposa en un detector no lineal amb la informació que ha d'enviar-se. Com a resultat, la informació apareix al banc exactament com si hagués estat teleportada allà. Com que mai no s'envia físicament informació entre les dues parts, intentar interceptar el senyal no té sentit, i a més l'enllaç quàntic que connecta a les parts s'estableix mitjançant l'intercanvi de fotons quàntics

entrellacats

"Aquest protocol te totes les caracteristiques de la teleportacio excepte per un ingredient essencial: requereix l'us d'un raig laser intens perque el detector no-lineal sigui eficient, d manera que el remitent pugui saber el que s'enviara, pero nonecessiti saber-ho", explica Forbes. "No es tracta estrictament de teleportacio, pero ho podria ser en el futur si el detector no lineal pogues ser mes eficient". Fins i tot tal com esta ara, l'experiment obre un nou camí per connectar xarxes quantiques, proposant l'optica quantica no lineal com a recurs.

"Esperem que aquests resultats que validen la viabilitat del proces motivin nous avencos al camp de l'optica no lineal, superant els limits cap a una implementacio quantica completa", afirma el Dr. Adam Valles de l'ICFO (Barcelona), un dels lidere del projecte que va treballar sobre l'experiment durant la seva beca postdoctoral a Wits. "Ara hem de ser cautelosos, ja que aquesta configuracio no podria evitar que un remitent enganyos conservi millors copies de la informacio per ser teleportada. Això vol dir que podriem acabar amb molts clons del Sr. Spock al mon de Star Trek si això es el que Scotty vol. Des d'un punt de vista practic, la configuracio que demostrem actualment ja es pot fer servir per establir un canal segur d'alta dimensio per a comunicacions quantiques entre dues parts, sempre que el protocol no necessiti alimentar-se amb fotons individuals, com seria el dels repetidors quanticsi¿?

Reconeixement a la recerca de doctorat

Valles afegeix: i¿½Dur a terme aquests experiments de prova de concepte amb la tecnologia actualment disponible ha estat una aventura interessant, i hem d'agrair a la Dra. Berenei e Sephton de Wits per la seva determinacio i les seves habilitats extraordinaries per dur a terme un experiment tan monumental. Aquest es un veritable esforc experimental pel qual e l'ha d'elogiar?

½. Forbes comparteix el sentiment: "Aquest va ser un experiment heroic i la Dra. Berenice Sephton ha de ser reconeguda, perque va ser ella qui va fer que el sistema funcionés i va dur a terme els experiments cl

u". L'equip planeja continuar treballant en aquesta direccio, centrara els propers passos e el transport quantic mitjancant una xarxa de fibra optica.

Image not found

Illustration of the scheme?
s potential