



S?aconsegueix transferir de forma segura imatges codificades amb alfabetos mes extensos a traves d?una xarxa quantica

Un equip internacional d'investigadors aconseguix el transport quantic d'informacio amb mes dimensionalitat fins avui dia, fent servir una configuracio inspirada en la teleportacio, per tal que la informacio no viatgi fisicament entre les dues parts que es comuniquen.

December 14, 2023

La revista Nature Communications publica una investigacio realitzada per un equip internacional de científics de la Universitat de Witwatersrand (WITS, Johannesburg, Sud-africa) i l'ICFO - Institut de Ciències Fòniques-, on es transporta una imatge impresa en un feix de llum mitjancant una xarxa, sense enviar físicament la imatge, un pas important cap a la realització d'una xarxa quantica 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 codificant 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'altre, 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 vagi 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 tipus de informació 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 va viatjar 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 d'

llum en un segon vidre no lineal i fer una projeccio espacial particular sobre el foto uni resultant d'aquest mesurament. Gracies a que el primer i el segon foto estaven entrellacats a principi, es a dir, que el seu estat conjunt estava altament correlacionat, el resultat del BS va generar la transferencia de la informacio codificada de la font de llum coherent al prime foto, que s'havia quedat a Bob i mai havia estat en contacte amb la font

Aplicacions practiques en l'ambit bancari

El potencial d'aquest nou protocol de transport quantic s'il·lustra a la figura adjunta. Imagineu un client que vol enviar informacio confidencial a un banc, potser una empremt digital. En la comunicacio quantica tradicional, la informacio ha d'enviar-se fisicament de client al banc, i per tant, encara que sigui segura, comporta un risc de ser interceptada. L'esquema de transport quantic proposat recentment, el banc envia un sol foto sens informacio al client (provinent d'un parell entrellacat), i aquest el superposa en un detecto no lineal amb la informacio que ha d'enviar-se. Com a resultat, la informacio apareix al ban exactament com si hagues estat teleportada alla. Com que mai no s'envia fisicamen informacio entre les dues parts, intentar interceptar el senyal no te sentit, i a mes l'enlla quantic que connecta a les parts s'estableix mitjancant l'intercanvi de fotons quantic entrellacats.

"Aquest protocol te totes les caracteristiques de la teleportacio excepte per un ingredien 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, perquè 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 direcció, centrada els propers passos en el transport quàntic mitjançant una xarxa de fibra òptica.

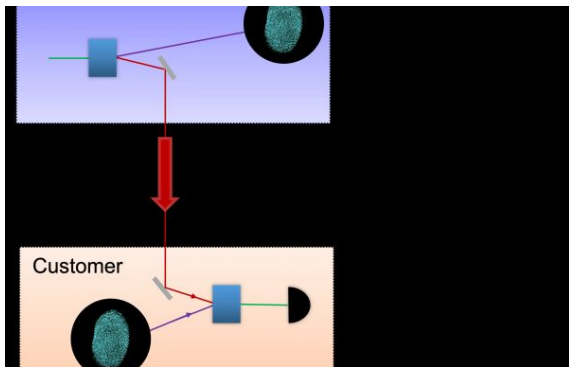


Illustration of the scheme's potential