

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

Un equip internacional d'investigadors aconsegueix 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 cientifics de la Universitat de Witwatersrand (WITS, Johannesburg, Sud-africa) i l'ICFO - Institut de Ciencies Fotoniques-, on es transporta una imatge impresa en un feix de llum mitjancant una xarxa, sense enviar fisicament la imatge, un pas important cap a la realitzacio d'una xarxa quantica per a la transmissio d'informacio escrita amb un alfabet d'alta dimensio.

La comunicacio quantica a llarga distancia es una part essencial per a la seguretat de la informacio, i s'ha pogut demostrar amb estats bidimensionals - els qubits - en distancies molt llargues entre satel·lits. Tot i que aixo pot semblar suficient, sobretot si ho comparem amb l contrapart classica que seria enviar bits que poden anar-se codificar en 1 (senyal) i 0 (sens senyal) cada vegada, l'optica quantica ens permet augmentar l'alfabet i descriure sistem s mes complexos de forma segura en un sol enviament, com una empremta digital unica o n rostr

"Tradicionalment, dues entitats es comuniquen entre si enviant fisicament informacio d'una a l'altre, inclus en l'ambit quantici¿½, comenta el professor Andrew Forbes, investig dor principal de la Universitat de Wits. "Ara es possible teleportar informacio per tal que no v atgi fisicament a traves de la connexio: una tecnologia "Star Trek" feta realitat".

Fins ara, la teleportacio nomes s'havia demostrat entre dues parts utilitzant alfabets de baixa dimensio, cosa que requereix diversos fotons entrellacats per enviar imatges complexes.

En aquest estudi, l'equip va realitzar la primera demostracio experimental del transport quantic d'estats d'alta dimensio amb nomes dos fotons entrellacats com a recurs quantic. Com a resultat, la informacio semblava teleportada de l'emissor al receptor. L'equip va fer servir un detector optic no lineal que evitava la necessitat de fotons addicionals, pero podia funcionar per a qualsevol i¿½patroi¿½ que calgues enviar. Amb la seva tecnica, **els cientifics han demostrat un nou protocol de comunicacion, d'ultima generacio, que permet enviar informacio escrita en un alfabet de 15 dimensions amb un esquema escalable a dimensions encara mes grans, aplanant el cami per a connexions de xarxes quantiques amb mes capacitat d'informacio.**

A l'experiment, els investigadors van idear una forma elegant de transferir de manera segura informacio espacial d'alta dimensio entre dues parts, conegudes com a Alice i Bob, mitjancant un esquema inspirat en la teleportacio. A diferencia d'experiments anteriors, que havien teleportat amb exit estats tridimensionals (usant entrellacament de trajectories) pero requerint l'ajuda de fotons entrellacats addicionals, en aquest cas l'equip va fer servir una font de llum i nomes dos fotons entrellacats, formant el canal quantic.
Primer, van codificar la informacio per ser teleportada dins d'una "font de llum estampada" amb un alfabet que contenia 15 elements. Paral·lelament, van crear un parell de foton entrellacats en aquestes 15 dimensions. Del parell de fotons, el segon foto entrellacat v viatjar de Bob a Alice i es va mesurar la interaccio amb la font de llum modelada a Alice am un detector espacial no lineal, a traves del que es coneix com a Mesurament de l'Estat de Bel (BSM). L'efecte d'aquest mesurament va ser barrejar els estats del segon foto 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 cami 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 liders 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. Aixo vol dir que podriem acabar amb molts clons del Sr. Spock al mon de Star Trek si aixo 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 tecnolog a 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'elogiari?

½. Forbes comparteix el sentiment: "Aquest va ser un experiment heroic i la Dra. Beren ice Sephton ha de ser reconeguda, perque va ser ella qui va fer que el sistema funciones 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.

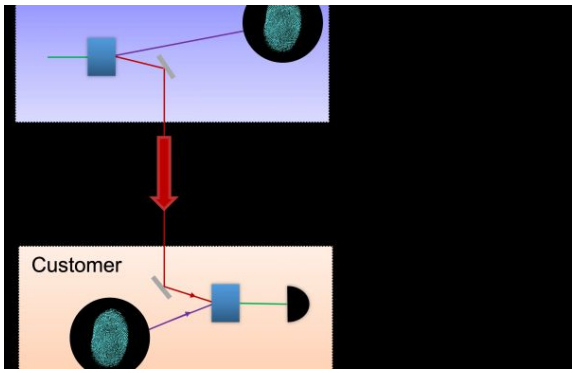


Illustration of the scheme?s potential