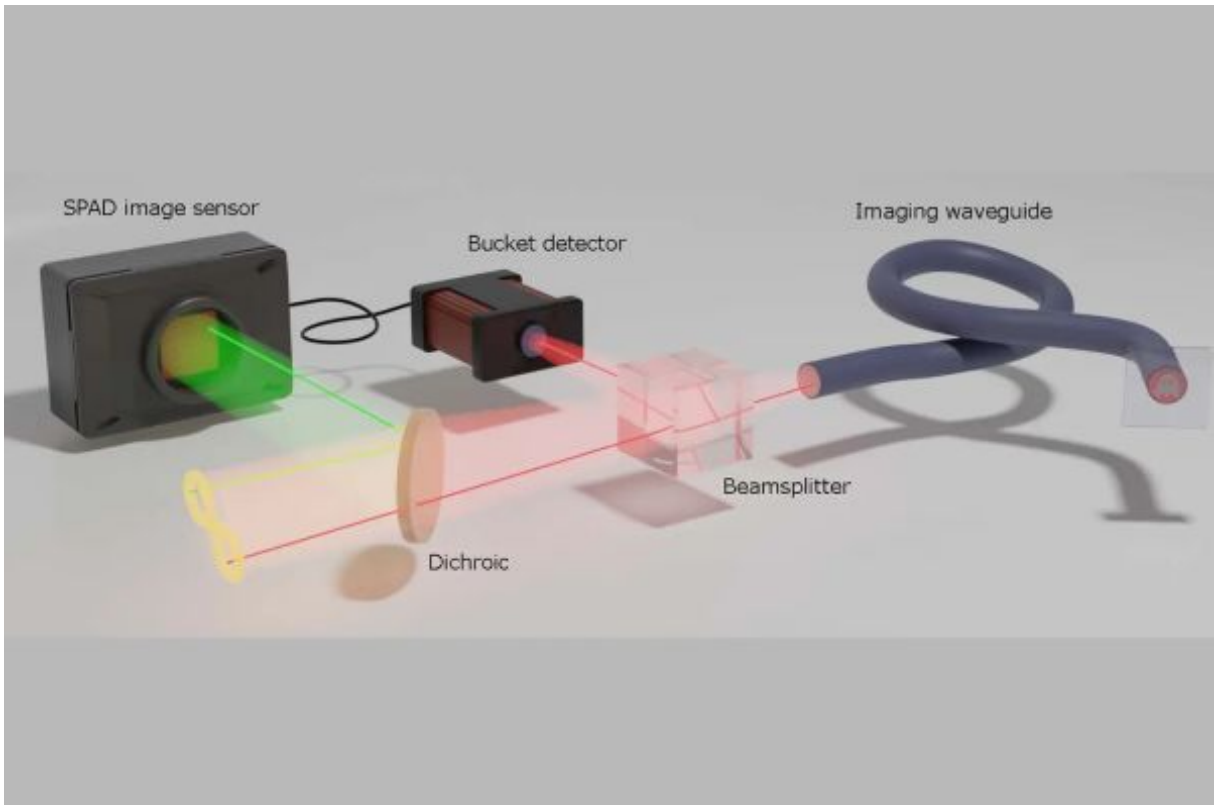


La imatge quantica copsa l?inaccessible

Investigadors de l'ICFO i col·laboradors han demostrat la imatg quantica fantasma (quantum ghost imaging) guiada per fibra en temps real. La tecnica, publicada a Optica, utilitza una fibra optica per il·luminar mostres que d'altra manera resultarie inaccessibles, aixi com una nova cameraSPAD especialment dissenyada per obtenir imatges en temps real sense necessitat d'equipament extern.
Aquest enfocament esten els beneficis de la imatge quantica a aplicacions on l'acces directe a la mostra es inviable o potencialment perjudicial, com ara l'endoscopia biomedica o la inspeccio industrial remota.

January 08, 2026

En els darrers anys, els fisics quantics han comencat a explorar el potencial de la llum quantica (per exemple, els fotons entrellacats) per millorar la imatge optica, augmentant la resolucio, la relacio senyal-soroll i altres caracteristiques clau.

Un dels exemples mes destacats es la **imatge quantica fantasma** (QGI, per les sigles en angles). En aquesta tecnica, parells de fotons entrellacats, les posicions i els temps d'arribada dels quals estan correlacionats mes enlla del regim classic, es divideixen en dues trajectories: un d'ells (el foto idler) il·lumina la mostra i nomes se'n registra el temp d'arribada, mentre que l'altre (el foto senyal) es detectat directament per una camera capturant tant la posicio com el temps d'arribada. En seleccionar unicament aquelle mesures amb les correlacions temporals esperades, es reconstrueix la imatge de la mostra basada exclusivament en els fotons senyal. Aixi, la imatge sorgeix a partir de fotons que n han interactuat mai amb la mostra, d'aqui el nom d'i¿½imatge fantasmai ?½. En una publicacio recent a Optica, investigadors de l'ICFO, el **Dr. Alexander Demuth** i el **Dr. Robin Camphausen**, dirigits pel **Prof. ICREA de l'ICFO Valerio Pruneri**, juntament amb col·laboradors de la Fondazione Bruno Kessler, a Trento (Italia), han ampliat les capacitats d la QGI en demostrar, per primera vegada, **imatge quantica guiada per fibra en temps real**. En un treball previ del grup del Prof. Pruneri, els investigadors ja havien utilitzat una fibra optica per transmetre correlacions quantiques espacials. En aquest cas, pero, la fibra optica no nomes transmet parells de fotons espacialment correlacionats, sino que tambe il·lumin amb ells una mostra distant, fet que permet **obtenir imatges de regions que d'altra manera serien inaccessibles**. El metode presentat es, per tant, **adequat per a l'endoscopia**, una tecnica minimament invasiva que es fa servir quan el teixit biologic opac oculta l'objecte d'estudi.

A mes, els investigadors desenvoluparen una camera de diodes d'allau de foto unic (SPAD, per les sigles en angles) personalitzada especificament per a la QGI. El disseny permet correlacionar temporalment les deteccions dels fotons senyal amb els temps d'arribada dels idler directament als pixels de la camera. Gracies a la capacitat de correlacionar les mesures al mateix xip, ja **no cal externalitzar aquest processament**, tal com requereixen les tecniques d'avantguarda, cosa que evita la latencia i, en conseqüencia, permet **obtenir per primera vegada imatges quantiques en temps real**.

De cara al futur, els investigadors esperen millorar la camera SPAD per tal que pugui capturar imatges mes rapidament i amb un nombre mes gran de pixels, aixi com generar parells de fotons amb freqüencies ampliament separades. i¿½Un avantatge clau de la imatge quant ca fantasma en general es que el senyal i l'idler poden tenir freqüencies diferentsi¿½, comenta el Dr. Alexander Demuth, primer autor de l'article. i¿½En el nostre experiment, aq esta separacio era petita, nomes servia com a prova de concepte. El següent pas natu al es ampliar-la. Idealment, un dels fotons podria situar-se a l'infraroig mitja, on hi ha pocs s nsors d'imatge disponibles, fet que permetria realitzar endoscopia minimament invasiva en quest rang de freqüen

Referencia:

Alexander Demuth, Robin Camphausen, Massimo Gandola, Enrico Manuzzato, Alessandro

Tontini, Leonardo Gasparini, Valerio Pruneri, Real-time waveguided quantum ghost imaging, Optica (2025).
DOI: https://doi.org/10.1364/OPTICA.574234

Agraiments:
Agencia Estatal de Investigacion (CEX2024-001490-S, MICIU/AEI/10.13039/501100011033, MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER); Fundacion Cellex (ICFO CELLEX PhD-fellowship); FUNDACIO Privada MIR-PUIG; Centres de Recerca de Catalunya; Ministerio de Economia y Competitividad (MAGICAL: PID2022-137952NB-I00); Ministerio de Ciencia, Innovacion y Universidades (PRTR-C17.I1); H2020 Future and Emerging Technologies (899580, H2020-FETOPEN-2018-2020); HORIZON EUROPE Digital, Industry and Space (101082596).