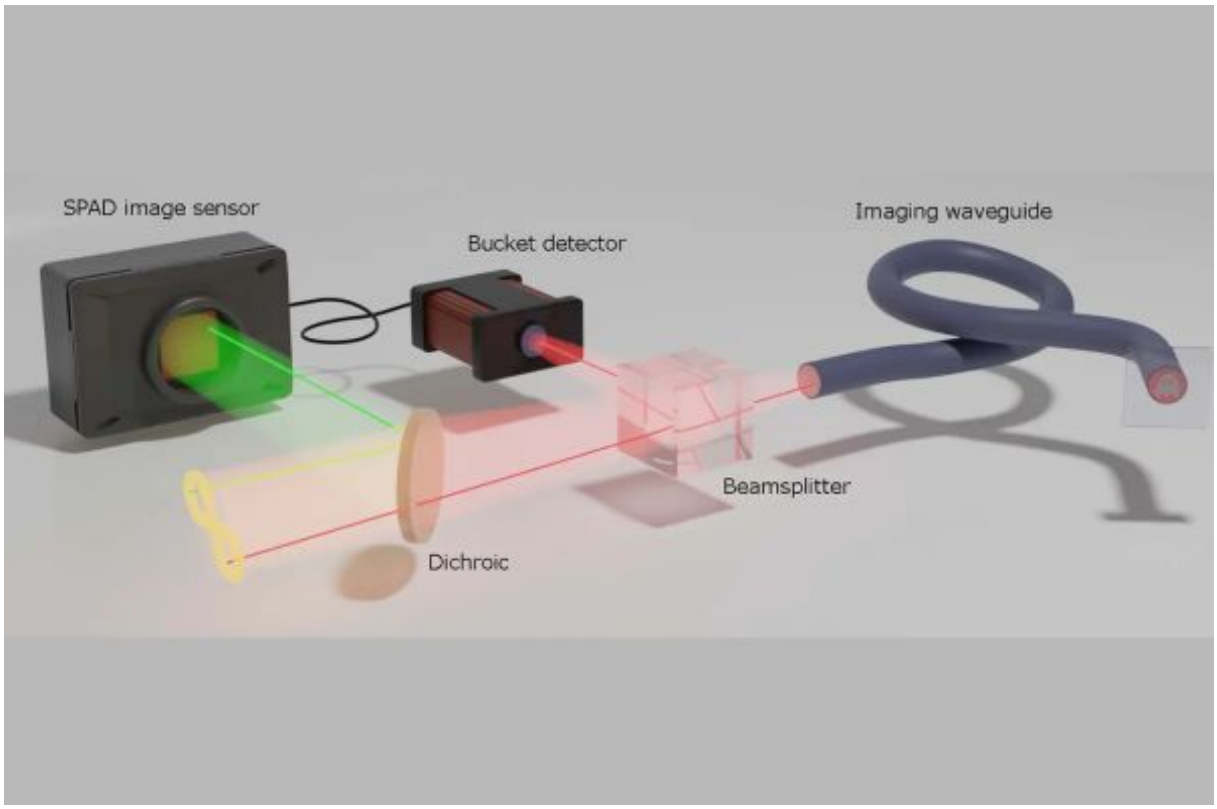


La imagen cuantica alcanza lo inaccesible

Investigadores de ICFO y colaboradores han demostrado la imagen cuantica fantasma (quantum ghost imaging) guiada por fibra en tiempo real. La tecnica, publicada en Optica, emplea una fibra optica para iluminar muestras que de otro modo resultarian inaccesibles, asi como una nueva camara SPAD especialmente disenada para tomar imagenes en tiempo real sin necesidad de un equipo externo.
Este enfoque extiende los beneficios de la imagen cuantica a aplicaciones en las que el acceso directo a la muestra es inviable o potencialmente danino, como la endoscopia biomedica o la inspeccion industrial remota.

January 08, 2026

En los ultimos anos, los fisicos cuanticos han comenzado a explorar el potencial de la luz cuantica (por ejemplo, los fotones entrelazados) para mejorar la imagen optica, aumentando la resolucion, la relacion senal-ruido y otras caracteristicas clave.

Uno de los ejemplos mas llamativos es la **imagen cuantica fantasma** (QGI, por sus siglas en ingles). En esta tecnica, pares de fotones entrelazados, cuyas posiciones y tiempos de llegada estan correlacionados mas alla del regimen clasico, se dividen en dos trayectorias: uno de ellos (el foton idler) ilumina la muestra y unicamente se registra su tiempo de llegada, mientras que el otro (el foton senal) es detectado directamente por una camara, capturando tanto la posicion como el tiempo de llegada. Al seleccionar tan solo aquellas mediciones con las correlaciones temporales esperadas, se reconstruye la imagen de la muestra, la cual esta basada exclusivamente en los fotones senal. Asi, la imagen surge a partir de fotones que nunca han interactuado con la muestra, de ahi el nombre de i¿½imagen fantasmai?½. En una publicacion reciente en Optica, investigadores del ICFO, el **Dr. Alexander Demuth** y el **Dr. Robin Camphausen**, dirigidos por el **Prof. ICREA del ICFO Valerio Pruneri**, junto con colaboradores de la Fondazione Bruno Kessler, en Trento (Italia), han ampliado las capacidades de la QGI al demostrar, por primera vez, **imagen cuantica guiada por fibra en tiempo real**.

En un trabajo previo del grupo del Prof. Pruneri, los investigadores ya habian empleado una fibra optica para transmitir correlaciones cuanticas espaciales. En este caso, sin embargo, la fibra optica no solo transmite pares de fotones espacialmente correlacionados, sino que tambien ilumina con ellos una muestra distante, lo que permite **obtener imagenes de regiones que de otro modo resultarian inaccesibles**. El metodo presentado es, por tanto, **adecuado para la endoscopia**, una tecnica minimamente invasiva en la que el tejido biologico opaco oculta al objeto bajo estudio.

Ademas, los investigadores desarrollaron una camara de diodos de avalancha de foton unico (SPAD, por sus siglas en ingles) personalizada especificamente para la QGI. El diseno permite correlacionar temporalmente las detecciones de los fotones senal con los tiempos de llegada de los idler directamente en los pixeles de la camara. Gracias a esta capacidad de correlacionar las mediciones en el propio chip, **ya no hay necesidad de externalizar dicho procesamiento**, tal como requieren las tecnicas de vanguardia, evitando asi la latencia y, en consecuencia, permitiendo tomar por primera vez **imagenes cuanticas en tiempo real**.

De cara al futuro, los investigadores esperan mejorar la camara SPAD para que pueda capturar imagenes mas rapidamente y con un mayor numero de pixeles, asi como generar pares de fotones con frecuencias ampliamente separadas. i¿½Una ventaja crucial de a imagen cuantica fantasma en general es que la senal y el idler pueden tener frecuencias diferentesi¿½, comenta el Dr. Alexander Demuth, primer autor del articulo. i¿½En nue tro experimento, esta separacion fue pequena y sirvio unicamente como prueba de concepto El siguiente paso natural es ampliarla. Idealmente, uno de los fotones podria situarse e el infrarrojo medio, donde no hay demasiados sensores de imagen disponibles, lo que permitiria realizar endoscopia minimamente invasiva en este rango de frecuencia

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

Agradecimientos:
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).