

Polski wkład w prace nad kwantowym internetem

27 maja 2023

Światło może nawet 50 razy szybciej przenosić informację kwantową dzięki soczewce czasowej, zastosowanej przez fizyków z UW w konwerterze zmieniającym cechy fotonów. Ta technologia może przyczynić się do zbudowania, w niedalekiej przyszłości, superszybkich łączy kwantowego internetu – informuje uczelnia.

Jak wyjaśnia na stronie Uniwersytetu Warszawskiego dr Michał Karpiński, kierownik Laboratorium Fotoniki Kwantowej Wydziału Fizyki UW, światło umożliwia szybką transmisję danych za pośrednictwem światłowodowych sieci telekomunikacyjnych. Ta zdolność przenoszenia informacji może zostać rozszerzona na przesyłanie informacji kwantowej poprzez kodowanie jej w pojedynczych cząstkach światła – fotonach.

„Aby fotony były efektywnie wczytywane do urządzeń przetwarzających informację kwantową, muszą posiadać konkretne własności: odpowiednią centralną długość fali, czyli częstotliwość, odpowiedni czas trwania oraz widmo, czyli spektrum częstotliwości” – wylicza współautor pracy opublikowanej w [„Nature Photonics”](#).

GRUBOŚĆ SZKŁA SOCZEWKI ZMIENIA SIĘ W CZASIE

Opracowywane przez badaczy na całym świecie prototypy komputerów kwantowych budowane są z wykorzystaniem różnych technik – pułapkowanych jonów, kropek kwantowych, nadprzewodzących obwodów elektrycznych czy ultrachłodnych chmur atomowych. Te platformy przetwarzania informacji kwantowej działają w różnych skalach czasowych: od pikosekundowych, przez nano, aż po mikrosekundowe. Aby

połączyć takie urządzenia w sieć kwantową, niezbędna jest aparatura umożliwiająca zmienianie cech przesyłanych kwantowych impulsów światła – pojedynczych fotonów.

Naukowcy zaprezentowali w „Nature Photonics” konwerter, który pozwala na nawet 200-krotną zmianę czasu trwania impulsu, przy wydajności rzędu 25 proc. Dr Karpiński zapewnia, że powstałe dzięki temu łącze kwantowego internetu mogłoby działać nawet 50 razy szybciej. Kluczowym elementem opracowanej na UW techniki jest tzw. soczewka czasowa.

„Klasyczna soczewka przestrzenna zmienia rozmiar wiązki światła, skupia je albo rozprasza. Skupienie wiązki światła otrzymujemy poprzez użycie soczewki wypukłej, gdzie grubość szkła zmniejsza się wraz z odległością od jej środka. Na podobnej zasadzie soczewka czasowa potrafi skracać albo wydłużać impulsy światła, przy czym tutaj efektywna optyczna grubość szkła zmienia się w czasie, a nie w przestrzeni” – tłumaczy dr Filip Sośnicki z Laboratorium Fotoniki Kwantowej, który był odpowiedzialny za opracowanie eksperymentu.

„Aby skupić szeroką wiązkę światła, soczewka musi być odpowiednio duża, co z kolei powoduje jej dużą wypukłość, znacznie zwiększając ilość, a więc i wagę, szkła wymaganego do jej wytworzenia. Zamiast tego możemy użyć, znanej już od XIX wieku, soczewki Fresnela, której specyficzny kształt zmniejsza grubość takiej soczewki do zaledwie kilku milimetrów lub mniej. W ramach naszych badań stworzyliśmy czasowy odpowiednik takiej właśnie soczewki Fresnela” – wyjaśnia dr Sośnicki. Soczewki Fresnela stosowane są m.in. w reflektorach, latarniach morskich, sygnalizatorach kolejowych i aparatach telefonów komórkowych.

SILNY EFEKT BEZ ZNISZCZENIA

SOCZEWKI

Badacze wykorzystali efekt elektrooptyczny. Pozwala on zmieniać współczynnik załamania światła w kryształach (w tym przypadku niobianie litu) w zależności od przyłożonego do niego zewnętrznego pola elektrycznego. Używając szybkich sygnałów elektrycznych można osiągnąć optyczną grubość kryształu zmienną w czasie, potrzebną do stworzenia soczewki czasowej. Jednak zbyt silne pole elektryczne może spowodować zniszczenie kryształu.

„W opracowanej przez nas technice zwiększamy współczynnik załamania światła etapami, podobnie jak w przestrzennej soczewce Fresnela. Uzyskujemy w ten sposób silny efekt, nie niszcząc kryształu. Pozwala to na znacznie większe modyfikacje kwantowych impulsów światła” – tłumaczy dr Karpiński. Takie „etapowe” działania wymagają wykorzystania ultraszybkiej elektroniki mikrofalowej. Dr Filip Sośnicki porównuje, że sieci 5G czy szybkie Wi-Fi działają na częstotliwościach od 3 do 5 GHz – natomiast sygnały naukowców z UW są ponad siedem razy szybsze, z częstotliwościami aż do 35 GHz.

Fizycy zamierzają testować konwersję fotonów między różnego rodzaju platformami oraz zwiększać odległość przesyłu fotonów. „Do tej pory przesyłaliśmy je między urządzeniami w jednym laboratorium, teraz będziemy próbować dokonywać takiego przesyłu między różnymi budynkami, a nawet miastami” – zapowiada dr Michał Karpiński.

Jak podkreślono na stronie internetowej UW, prace prowadzone przez grupę fizyków są istotnym krokiem na drodze do budowania sieci kwantowych. Niewielkie sieci mogą tworzyć pojedynczy komputer kwantowy. Rozległe utworzą kwantowy internet i umożliwią znacznie bezpieczniejsze niż obecnie przesyłanie danych między komputerami kwantowymi w różnych miejscach świata.

Uczelnia przypomniała, że już w 2016 r. naukowcy z Wydziału

Fizyki UW we współpracy międzynarodowej zaprezentowali na łamach „Nature Photonics” prototyp konwertera. Urządzenie umożliwiało sześciokrotną zmianę czasu trwania impulsu optycznego, przy wydajności przekraczającej 30 proc. Wykorzystana wówczas technika, prosta modulacja elektrooptyczna, miała ograniczenia i pozwalała na dziesięciokrotne skrócenie trwania impulsu.

Autorstwo: Karolina Duszczyk (PAP)

Źródło: NaukawPolsce.pl