**Olomoučtí vědci pomohli vytvořit kvantové kódy pro světlo. Jejich objev může být využit při konstrukci superrychlých kvantových počítačů**

Olomouc (22. ledna 2024) *–* **Mezinárodní skupina vědců experimentálně vytvořila první verzi Gottesman-Kitaev-Preskill (GKP) kvantových kódů pro volně šířené světlo a otevřela tím cestu pro konstrukci optických kvantových počítačů, které svými výkony mnohonásobně předčí klasickou výpočetní technologii. Unikátní experiment je výsledkem dlouhodobé spolupráce mezi vědci z University of Tokio, Univerzity Palackého v Olomouci a Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Výsledky jejich společné vědecké práce byly publikovány v prestižním časopise Science.**

Kvantové počítače nabízí nový způsob zpracování informace, jelikož využívají princip kvantové superpozice. Jejich kvantové bity, což je kvantová obdoba klasických počítačových bitů, díky tomu mohou být současně ve stavech 0 i 1. Důležitou vlastností, kterou tyto tzv. qubity musí splňovat, je odolnost proti náhodným chybám, ke kterým může docházet. Na rozdíl od klasického počítače mají totiž v případě kvantových počítačů případné chyby dalekosáhlejší následky. Je proto nutné detekovat a opravit i malé nepřesnosti.

Jeden logický qubit je kvůli snížení chybovosti vždy zakódován do většího počtu fyzických qubitů. Tento dosavadní přístup ale snižuje schopnost zapojovat qubity do větších kvantových obvodů, protože je potřeba udržet jejich celkovou kvantovou superpozici. Mezinárodní tým vědců se proto zaměřil na kódování logických qubitů do optických oscilátorů, které mohou nést i velmi složité kvantové kódy a zároveň si zachovávají odolnost proti chybovosti. „*Tyto kódy je možné vytvořit například pomocí mikrovlnných kvantových obvodů v supravodivých rezonátorech, pohybu jednotlivých chladných atomů a nyní díky výsledkům práce našeho mezinárodního týmu i za pokojové teploty jako speciální stavy světla, což je výhodné z hlediska praktického využití*,“ říká profesor Radim Filip z katedry optiky přírodovědecké fakulty.

Šířený puls světla fungující jako optický oscilátor má tu výhodu, že na jeho vysokých frekvencí není potřeba oscilátory chladit. I když je optický kód složený z velkého počtu fotonů, všechny jsou soudržné uvnitř jediného pulsu světla. „*Tyto pulsy lze kombinovat, zpracovávat a měřit za pokojové teploty s vysokými rychlostmi tak, jak to známe ze současných optických komunikací. Klíčový krok nelineárních měření si oba týmy již společně vyzkoušely v roce 2023 a výsledek publikovaly v Nature Communication*,“ uvádí Petr Marek z katedry optiky.

Chybám odolný GKP kód tvoří velké množství fotonů v jediném optickém pulsu, který má přesně danou strukturu a fotony jsou v něm uspořádány ve virtuální mřížce. „*Náhodné chyby pak vedou k deformaci nebo posunutí této mřížky, která se dá detekovat a opravit. Není ale snadné z experimentálních dat potvrdit, zda připravený stav už má tyto požadované vlastnosti. To byl náš úkol*,“ pokračuje Petr Marek.

Konstrukce těchto prvních GKP kódů ve světle je velice náročná a potřebuje silnou nelinearitu, což je pro vědce stále otevřená výzva. „*V provedeném experimentu byla tato nelinearita vytvořena pomocí vysoce kvalitních detektorů počtu fotonů. Do budoucna věříme v další rychlý vědecký pokrok. Nelinearita je klíčem k optickým kvantovým počítačům*,“ doplňuje Radim Filip.

Tento dlouhotrvající společný výzkum týmů z Olomouce a Tokia byl financován řadou projektů Grantové Agentury České republiky včetně projektu EXPRO a projekty CLUSTEC a NONGAUSS v rámci programů Flagship a Widening financovaných z Horizon Europe.

**Kontaktní osoba:**
doc. Mgr. Petr Marek, Ph.D. | Katedra optiky
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého
E: petr.marek@upol.cz | T: 604 377 237