

HORIZON
2020

Indefinite Causal Structures on an Integrated Silicon Platform for Applications in Quantum Computing

Wyniki w skrócie

Superpozycja operacji zwiększy wydajność komputerów kwantowych

Przed naukowcami rozwijającymi dziedzinę komputerów kwantowych wciąż stoi wiele problemów. Zespół skupiony wokół projektu InCaSQuC jest przekonany, że zjawisko superpozycji operacji, możliwe dzięki mechanice kwantowej, stanowi rozwiązanie niektórych spośród nich. Z tego powodu pracują nad przełącznikiem kwantowym, którego celem jest zademonstrowanie skalowalności tego podejścia.



© Production Perig, Shutterstock

Zasada działania przełączników kwantowych jest prosta. Wyobraźmy sobie, że musimy przeprowadzić obliczenia wykorzystujące dwa operatory (A oraz B). Zamiast wybierać kolejność operatorów pomiędzy AB i BA, przełącznik kwantowy pozwala na jednoczesne wykonanie obu operacji dzięki superpozycji, co znacząco przyspiesza obliczenia.

Obecnie jest to jedna z najbardziej obiecujących ścieżek rozwoju komputerów kwantowych. Obecnie komputery kwantowe zwiększają szybkość i wydajność obliczeń dzięki ustawianiu bitów kwantowych (kubitów) w nakładających się stanach, zaś mechanika kwantowa pozwala nam pójść o krok dalej, umożliwiając nakładanie zarówno stanów, jak i operacji. W praktyce pozwala to na wykonywanie zadań przy

pomocy mniejszej liczby operacji niż przy użyciu jakiegokolwiek innego znanego algorytmu kwantowego.

Bardziej złożone niż A, B i C

Co stanie się w przypadku, gdy liczba operatorów wzrośnie do trzech? Obliczenia robią się znacznie bardziej złożone. „Biorąc pod uwagę sytuację, w której występują trzy operatory – A, B i C – mamy do dyspozycji znacznie więcej opcji. Powinniśmy połączyć kolejności ABC i ACB? A może tylko CBA i ABC? Łącznie istnieje 57 opcji”, opowiada Nadia Belabas, koordynatorka projektu InCaSQuC z ramienia C2N – wspólnego laboratorium CNRS oraz Uniwersytetu Paris Saclay.

Belabas nawiązała współpracę z Lorenzo Procopio, stypendystą programu „Maria Skłodowska-Curie”, aby osiągnąć taką skalowalność. Badacze skupili się na badaniu możliwości zintegrowanych i światłowodowych układów optycznych, umożliwiających zbudowanie przełącznika kwantowego, dzięki któremu możliwe będzie przeprowadzenie więcej niż dwóch operacji.

„Mówimy o złożonym układzie kwantowym, który łączy w sobie kwantowe źródło światła z operatorami A, B i C. Układ powinien być w stanie realizować i przełączać się między różnymi możliwymi ścieżkami zgodnie z zasadami mechaniki kwantowej. Z eksperymentalnego punktu widzenia opracowanie takiego układu stwarza trudności podobne do każdego innego układu wykorzystującego światło kwantowe – konieczność poradzenia sobie ze stratami”, wyjaśnia Procopio.

Pierwsze osiągnięcie projektu InCaSQuC opiera się na teoretycznym wykazaniu złożonych warunków, w których przełącznik kwantowy musi obsłużyć więcej niż dwie operacje. W kontekście komunikacji kwantowej zespół rozwinął pionierskie badania przeprowadzone przez Giulio Chiribellę, który wykazał, że umieszczenie dwóch pełnych zakłóceń kanałów w nieokreślonym porządku pozwoliło na przekazywanie informacji – jest to zjawisko, które na pierwszy rzut oka wymyka się intuicji.

„Wykazaliśmy, że zjawisko to jest silniejsze, kiedy następuje nałożenie wszystkich możliwych układów trzech kanałów, jednak występuje ono również wówczas, gdy wykorzystujemy mniejszą liczbę układów”, wskazuje Procopio.

Inspirująca fotonika krzemowa

W celu realizacji tych pomysłów, zespół skupiony wokół projektu zainspirował się niedawnymi postępami w dziedzinie fotoniki krzemowej. „Fotonika krzemowa to dojrzała technologia, wykorzystywana zarówno w aktywnych, jak i pasywnych urządzeniach”, wyjaśnia Belabas. „Nawiązaliśmy ścisłą współpracę z zespołami C2N oraz InPhyNi, które zajmują się opracowywaniem najnowocześniejszych filtrów oraz źródeł na potrzeby telekomunikacji. Jesteśmy przede wszystkim żywo

zainteresowani wysokim wymiarem przestrzeni częstotliwości, którego wykorzystanie umożliwia zastosowanie tych źródeł”.

Pomimo tego, że docelowo wszystkie funkcje mogą zostać zrealizowane w ramach układów, a wytwórnice są w stanie dostarczać wysokiej jakości próbki, podejście wykorzystane w ramach projektu InCaSQuC wyróżnia się tym, że jego założenia można zrealizować przy pomocy dostępnych na rynku urządzeń telekomunikacyjnych. Jak wyjaśnia Procopio: „Krzem jest w tym wypadku zdecydowanie obiecującym kierunkiem rozwoju, jednak chcemy przede wszystkim skupić się na wdrożeniu nieokreślonego porządku przyczynowego niezależnie od platformy”.

Obecnie, na trzy miesiące przed zaplanowanym zakończeniem, projekt wchodzi w swoją najważniejszą fazę, a najbliższa przyszłość pokaże, czy uda się doświadczalnie udowodnić opracowane założenia. Jak wyjaśnia Belabas, w pełni skalowalna realizacja przełącznika kwantowego na potrzeby scenariuszy zakładających wiele operacji stanowi duże wyzwanie nawet poza czasem globalnej pandemii. „Musimy kontrolować wiele parametrów doświadczenia, a zarazem mieć oko na łączne straty każdego elementu. Jeśli będziemy w stanie wykazać obecność kluczowych elementów, wśród których można wymienić kodowane częstotliwościowo operacje kwantowe na odpowiednio jasnych źródłach, postawimy ważny krok na drodze do skalowalnych, zintegrowanych i światłowodowych przełączników kwantowych”, dodaje badaczka.

Jeśli doświadczenie będzie miało miejsce, superpozycja operatorów niewątpliwie stanie się jedną z ważniejszych możliwości wykorzystywanych przez komputery kwantowe przyszłości.

Słowa kluczowe

InCaSQuC

superpozycja

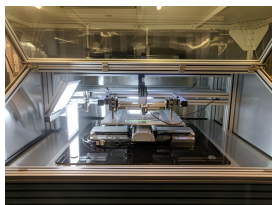
komputer kwantowy

mechanika kwantowa

przełącznik kwantowy

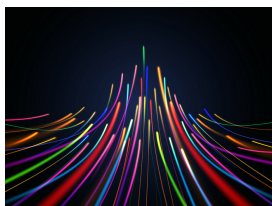
wieloperacyjność

Znajdź inne artykuły w tej samej dziedzinie zastosowania



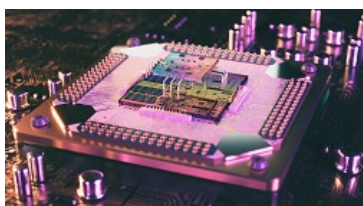
Nowy system atramentowy może przenieść elektronikę drukowaną na wyższy poziom

29 Stycznia 2019



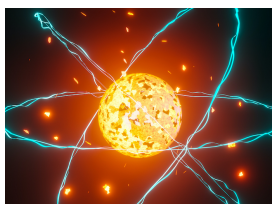
Ujarzmić światło lasera sieciowego

24 Listopada 2022



Sieci kwantowe kluczem do przyszłości komunikacji

23 Marca 2018



Jak czas może pomóc w dostaniu się do świata kwantowego?

22 Kwietnia 2022



Informacje na temat projektu

InCaSQuC

Finansowanie w ramach

Identyfikator umowy o grant: 800306

EXCELLENT SCIENCE - Marie Skłodowska-Curie
Actions

[Strona internetowa projektu](#) 

DOI

[10.3030/800306](https://doi.org/10.3030/800306) 

Projekt został zamknięty

Data podpisania przez KE

9 Marca 2018

Data rozpoczęcia

7 Sierpnia 2018

Data zakończenia

6 Sierpnia 2020

Koszt całkowity

€ 185 076,00

Wkład UE

€ 185 076,00

Koordynowany przez
CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CNRS

 France

Ten projekt został przedstawiony w...



Ostatnia aktualizacja: 29 Maja 2020

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/418218-superposition-of-operation-orders-for-more-efficient-quantum-computing/pl>

European Union, 2025