

Pamięć kwantowa jako optyczny teleskop czasowy

22 sierpnia 2020

Doktoranci Wydziału Fizyki UW (FUW) pod kierunkiem dr. hab. Wojciecha Wasilewskiego z Centrum Optycznych Technologii Kwantowych (QOT) skonstruowali i przetestowali optyczny teleskop czasowy zbierający sygnały przez rekordowo długi okres kilkudziesięciu mikrosekund – poinformował w piątek FUW.

Jak podano w komunikacie FUW, teleskop czasowy jest szczególnym urządzeniem optycznym, które pozwala na jednoczesny odbiór i analizę wielu blisko leżących zakresów częstotliwości optycznych (kanałów). Skonstruowane urządzenie pozwala rozdzielać sygnały optyczne tak bliskie w częstotliwości jak stacje radiowe UKF FM (0,1MHz). Powstałe w innych grupach na świecie teleskopy czasowe uzyskują dotychczas rozdzielczość milion razy mniejszą i są dostosowane do szerokopasmowych sygnałów emitowanych przez urządzenia optyczne bazujące głównie na ciele stałym.

„Teleskop opracowany na Uniwersytecie Warszawskim operuje w zupełnie innym reżimie, co sprawia, że może on rejestrować sygnały emitowane przez systemy bazujące np. na gazach atomowych, pojedynczych jonach czy prężnie rozwijających się w ostatnich czasach układach opto-mechanicznych, co dotychczas było niemożliwe. Urządzenie to przekracza także tysiąckrotnie możliwości spektrometrów optycznych, które zazwyczaj nie pozwalają na jednoczesny odbiór więcej niż jednego kanału. Warto zauważyć, że uzyskanie tak dużej rozdzielczości z wykorzystaniem konwencjonalnych metod wymagałoby użycia ok. 10^{12} km światłowodu – to prawie tyle, ile obwód orbity Saturna” – informuje FUW.

Tak doskonałe rezultaty uzyskano – jak wyjaśniono – odpowiednio programując skonstruowaną przez twórców pamięć

kwantową.

„Praca zaczęła się od analizy zasad działania wspólnych dla wielokanałowego radia i teleskopu optycznego, gdyż oba te urządzenia realizują transformatę Fouriera, chociaż w zupełnie innym zakresie częstotliwości. Wiele powszechnie dostępnych urządzeń pozwala obserwować spektrum muzyczne w trakcie odtwarzania piosenek, gdzie słupki obrazujące siłę poszczególnych zakresów fal akustycznych są obliczane przez komputer przy wykorzystaniu wspomnianej transformaty. Działa ona w obie strony – możemy rozłożyć dźwięk na tony składowe albo złożyć akord z poszczególnych tonów, imitując grę na fortepianie. Wykorzystując transformatę Fouriera muzycy już wiele lat temu nauczyli elektryczny fortepian mówić (<https://youtu.be/-6e2c0v4sBM>)” – opisano.

Zademonstrowana w urządzeniu metoda uzyskiwania transformaty Fouriera sygnałów optycznych także jest odwracalna. Dzięki temu poszczególne odbierane kanały są zupełnie niezależne, co jest ważne w niektórych protokołach komunikacyjnych korzystających z wielu kanałów jednocześnie.

Według FUW opracowany, unikalny schemat może zostać zastosowany jako odbiornik w protokołach przesyłania informacji kwantowej, czyli docelowo na przykład w kryptografii kwantowej, gdzie wykorzystanie wielu kanałów podnosi prędkość przesyłu. Innym potencjalnym zastosowaniem jest odbieranie danych z bardzo odległych satelitów nadających sygnały optyczne. „Dzięki nadzwyczajnej charakterystyce opisywanego odbiornika, można by go także użyć do praktycznej realizacji niedawno zaproponowanych przez teoretyków nadzwyczaj wyrafinowanych schematów kodowania optycznego, co również mogłoby w sposób znaczący podnieść prędkość odbioru zakodowanej informacji” – czytamy w komunikacie.

Praca powstała w grupie Laboratorium Pamięci Kwantowych przy udziale dwóch doktorantów, magistranta i jednego, niedawno wypromowanego doktora przy wsparciu kierownika laboratorium,

na unikalnej w skali świata pamięci kwantowej, skonstruowanej całkowicie na Uniwersytecie Warszawskim. Poza tym zespołowi pomagają dwaj studenci elektroniki.

„Zgodna i wytężona praca całego zespołu obejmowała rozbudowę układu optycznego, precyzyjną weryfikację współdziałania podzespołów w szeregu pomiarów testowych, opracowanie koncepcji nowego eksperymentu poprzez symulacje teoretyczne, dopasowanie parametrów do rzeczywistego eksperymentu, poszukiwanie reżimu, w którym nowy schemat działa jak najlepiej i na końcu ostateczne pomiary i wykreślenie otrzymanych wyników w syntetycznej formie, odpowiadającej modelom teoretycznych. Opracowany schemat nie jest podobny do żadnego znanego wcześniej, dzięki czemu wszyscy członkowie zespołu musieli wykazać się dużą kreatywnością, co pozwoliło na nabranie unikalnego, szerokiego doświadczenia w optyce kwantowej, elektronice, programowaniu i szeregu innych zagadnień” – podkreślono w komunikacie.

Źródło: [NaukawPolsce.PAP.pl](https://naukawpolsce.pap.pl)