

Fizyka kwantowa pręźnie się rozwija i trafia do popkultury, przedstawiając się jako skomplikowany, acz niezwykle interesujący koncept. Można jednak intuicyjnie rozumieć wiele jej aspektów, takich jak superpozycja – cząstka będąca w superpozycji jest w wielu stanach na raz, nie tylko w jednym jak w przypadku klasycznego opisu. Podczas pomiaru cząstka wybiera jeden z tych stanów i zostaje w nim. Dzięki superpozycji możliwe są bardzo wydajne kwantowe algorytmy, działające między innymi na zasadzie równoczesnego sprawdzania całej przestrzeni rozwiązań na raz – tak działa np. algorytm Shora służący do rozkładania liczby na czynniki pierwsze. Dzięki temu kwantowe komputery przyniosą jakościowy przeskok w prędkości przetwarzania wielu algorytmów. Kwantowy opis świata dopuszcza dodatkowo splątanie kwantowe, które jest szczególnym rodzajem superpozycji. Kilka cząstek lub układów nie może być wówczas opisanych indywidualnie, gdyż zachodzą korelacje między nimi, na przykład dwie cząstki mogą być albo w stanie 0 albo w stanie 1, ale zawsze zmierzmy obie w takim samym stanie. Splątanie kwantowe pozwala wymieniać informację kwantową pomiędzy układami. Może służyć też do tak zwanej teleportacji stanu kwantowego, co niestety nie jest taką teleportacją jaką znamy z filmów – przekazuje się tu tylko informację a nie fizyczną cząstkę. Praktycznie wyłącznym medium do przekazywania informacji kwantowej są fotony, czyli pojedyncze cząstki światła. Mają szereg ciekawych właściwości, ale szczególnie ważne jest, że słabo oddziałują z otoczeniem i poruszają się szybko, bo z prędkością światła – stąd ich nazwa – latające kubity (kwantowe bity). Fotony można więc użyć do łączenia ze sobą układów kwantowych – takie sieci są nazywane często kwantowym internetem i pozwalają znacznie zwiększyć możliwości istniejących układów kwantowych. Niestety różne układy kwantowe wymagają różnych fotonów - np. mających różną barwę światła, czy przebieg w czasie, więc nie można ich łatwo połączyć.

W naszym projekcie będziemy rozwijać technologię przekształceń czasowych i spektralnych (zmiana czasu trwania fotonu i jego koloru) w celu umożliwienia komunikacji kwantowej i łączenia układów kwantowych różniących się między sobą. Szczególną uwagę przykładamy do zachowania kwantowej informacji niesionej przez te fotony w procesie ich modyfikacji. Stworzenie wydajnych interfejsów umożliwia połączenie wielu układów i dynamiczny rozwój kwantowego przetwarzania informacji. Układy takie potrzebne są szczególnie do rozszerzenia możliwości aktualnie dostępnych pomiarów z innych dziedzin – możemy np. połączyć ze sobą wiele optycznych teleskopów, tak aby uzyskać znaczący wzrost rozdzielczości, jak w przypadku słynnego zdjęcia czarnej dziury wykonanego przy użyciu połączenia wielu radioteleskopów. Dodatkowo interfejsy kwantowe umożliwią komunikację na duże odległości przez dopasowanie wymagań układów: „kwantowych powielaczy sygnału” i istniejących infrastruktur światłowodowych. Dzięki temu możliwe będzie stworzenie szerokiej sieci kwantowej, umożliwiającej łączenie odległych ośrodków naukowych i firm w celu dalszego rozwoju i wykorzystania technologii kwantowych.