

Kwantowe obliczenia stanowią nową perymetr w nauce i technologii, z potencjałem zrewolucjonizowania tak różnych dziedzin, jak kryptografia, nauka o materiałach oraz sztuczna inteligencja. W przeciwieństwie do tradycyjnych komputerów, które używają bitów do przetwarzania informacji w formie binarnej (0 i 1), komputery kwantowe wykorzystują kubity, które mogą istnieć w wielu stanach jednocześnie. Ta unikalna zdolność pozwala komputerom kwantowym rozwiązywać niektóre złożone problemy znacznie efektywniej niż komputery klasyczne. Jednak budowa i efektywne wykorzystanie komputerów kwantowych wymaga pokonania kilku istotnych wyzwań. Projekt ten podejmuje się rozwiązania niektórych z tych wyzwań poprzez zaawansowane badania nad operacjami kwantowymi wyższego rzędu oraz przechowywaniem i odtwarzaniem programów kwantowych.

Głównym celem projektu jest opracowanie metod przechowywania i odtwarzania programów kwantowych w pamięci kwantowej. Podobnie jak komputery klasyczne polegają na pamięci do przechowywania i wykonywania oprogramowania, komputery kwantowe wymagają pamięci kwantowej do obsługi programów kwantowych. Nasze badania mają na celu stworzenie bardziej efektywnych sposobów przechowywania programów kwantowych, zapewniając ich niezawodne odtwarzanie i wykonywanie, nawet w obecności szumów i błędów, które są powszechne w systemach kwantowych.

Projekt bada również koncepcję kwantowego programowania unitarnego, które polega na tworzeniu algorytmów kontrolujących sposób wykonywania operacji kwantowych. Jest to szczególnie istotne dla zadań takich jak uczenie maszynowe oparte na komputerach kwantowych, gdzie dążymy do wykorzystania komputerów kwantowych do przetwarzania i analizy ogromnych ilości danych bardziej efektywnie niż metody klasyczne. Tworząc nowe algorytmy kwantowe, chcemy zwiększyć możliwości kwantowego uczenia maszynowego, czyniąc je potężnym narzędziem do przyszłych zastosowań technologicznych lub przynajmniej dostarczając podstawowego zrozumienia jego ograniczeń.

Kolejnym kluczowym aspektem badań jest radzenie sobie z szumami w procesorach kwantowych. W rzeczywistych warunkach komputery kwantowe są podatne na różne rodzaje szumów i błędów, które mogą zakłócać ich działanie. Nasz projekt opracuje strategie minimalizowania tych problemów, co uczyni obliczenia kwantowe bardziej odpornymi i niezawodnymi, a także określi fundamentalne ograniczenia ich możliwości.

Aby osiągnąć te cele, zastosujemy zaawansowane narzędzia matematyczne z teorii reprezentacji, które dostarczają ram do zrozumienia symetrii i struktur leżących u podstaw operacji kwantowych. Techniki te, w połączeniu z programowaniem półokreślonym, pozwolą nam znaleźć optymalne rozwiązania dla złożonych problemów w obliczeniach kwantowych. Metody te nie tylko poszerzą nasze zrozumienie procesów kwantowych, ale także będą miały potencjalne zastosowania w innych dziedzinach fizyki, takich jak teoria pola kwantowego i fizyka materii skondensowanej. Ponadto, matematyczne wyzwania i innowacje związane z tymi badaniami mogą być przedmiotem znaczącego zainteresowania matematyków, otwierając nowe możliwości dla współpracy interdyscyplinarnej.

Ogólnie rzecz biorąc, celem tego projektu jest przesunięcie granic możliwości obliczeń kwantowych. Zajmując się zarówno praktycznymi, jak i teoretycznymi wyzwaniami, mamy nadzieję opracować nowe narzędzia i techniki, które przyspieszą rozwój technologii kwantowych. Postępy te mogą doprowadzić do przełomów w wielu dziedzinach, od bezpiecznej komunikacji i analizy danych po rozwój nowych materiałów i leków. W miarę jak zgłębiany fascynujący świat mechaniki kwantowej, zapraszamy społeczeństwo do wspólnego wyobrażania sobie przyszłości, w której obliczenia kwantowe przekształcają nasze rozumienie wszechświata i naszego w nim miejsca.