

Uniwersalność bramek kwantowych w teorii obliczeń kwantowych

Katarzyna Karnas

promotor: dr hab. Adam Sawicki, prof. CFT PAN

Streszczenie

Tematem niniejszej pracy jest jeden z ważniejszych problemów w teorii obliczeń kwantowych, czyli problem uniwersalności bramek kwantowych. Polega on na określeniu, czy ze skończonego zbioru bramek działających na układzie kwantowym można wygenerować dowolną operację unitarną na tym układzie. Problem ten ma ogromne znaczenie praktyczne, jako że tylko niewielka liczba bramek kwantowych może być zrealizowana eksperymentalnie w stosunkowo prosty sposób. Wszystkie pozostałe operacje na układzie muszą być w takim wypadku uzyskane jako złożenie bramek podstawowych. Z drugiej strony, z matematycznego punktu widzenia problem uniwersalności jest problemem generowania nieskończonej grupy ze skończonej, niewielkiej liczby elementów.

Niniejsza rozprawa została zrealizowana w ramach grantu badawczego dotyczącego uniwersalności, optymalności i sterowania w obliczeniach kwantowych, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki DEC-2015/18/E/ST1/00200. Głównym celem badań było opracowanie algorytmu do badania uniwersalności dowolnego zbioru bramek kwantowych. Wymagane było, aby algorytm był łatwy do zaimplementowania i zawsze zwracał wynik po skończonej liczbie iteracji.

Praca składa się z czterech rozdziałów, podsumowania oraz Appendixu. W rozdziale 1 definiujemy podstawowe pojęcia z teorii obliczeń kwantowych, omawiamy zasadę działania komputera kwantowego i podajemy matematyczną definicję uniwersalności. Na końcu tego rozdziału przedstawiamy również szkic całej rozprawy. Rozdział 2 zawiera matematyczne pojęcia i twierdzenia, które wykorzystane zostały w naszej pracy. W następnych dwóch rozdziałach, które stanowią główną część pracy prezentujemy wyniki. Rozdział 3 zawiera dowód uniwersalności dla pewnych szczególnych zbiorów bramek, natomiast w rozdziale 4 przedstawiliśmy podejście, które może być stosowane dla dowolnych zbiorów bramek. Narzędzia użyte w tych dwóch rozdziałach pochodzą z różnych obszarów matematyki, od teorii rozszerzeń ciał po teorię reprezentacji półprostych, zwartych grup i algebr Liego. Na końcu zamieściliśmy Appendix z dodatkowymi wynikami oraz informacjami, które znajdują się poza głównym tematem pracy.

Katarzyna Karnas