

Celem informatyki kwantowej jest wykorzystanie układów działających na zasadach mechaniki kwantowej do wykonywania obliczeń. Osiągnięcie tego celu wymaga opanowania metod sterowania dynamiką systemów kwantowych. Zadanie to jest przedmiotem teorii kontroli kwantowej, które stawia sobie za cel znalezienie sekwencji impulsów sterujących aparaturą kwantową realizującej zadaną transformację stanów. Dziedzina ta jest kluczowa dla realizacji wielu elementów technologii kwantowych, takich jak bramki o wysokiej wierności dla uniwersalnych obliczeń kwantowych czy metrologia kwantowa.

Głównym celem moich badań jest analiza procesu uczenia się przez sztuczne sieci neuronowe schematu korekcji impulsów kontroli, rozumianego jako odwzorowanie impulsów kontroli kwantowej dla systemu bez szumu w impulsy kontroli kwantowej dla systemu z szumem.

Pierwszym problemem, jakim planuję się zająć w ramach pracy badawczej, jest określenie wpływu doboru danych wejściowych na skuteczność uczenia się optymalnych impulsów kontroli przez sztuczne sieci neuronowe. W ramach tego zagadnienia zamierzam, przebadać przypadki, w których impulsy kontroli mają nałożone ograniczenia na częstotliwość lub na minimalizację energii systemu. Badania te pozwolą odpowiedzieć na pytanie, jak zaproponowany przeze mnie pre-processing danych wpływa na wydajność uczenia się sieci. Ponadto, zamierzam dodać do danych wejściowych wartość parametru mocy szumu i sprawdzić, jak wpływa to na wydajność uczenia się sieci. Dodatkowo przebadam czy przy takim modelu uczenia, sieć będzie w stanie dobierać optymalne impulsy korekcji, dla nowych wartości parametru szumu.

Drugim problemem badawczym w kontekście schematu korekcji będzie hipoteza, iż istnieje zależność pomiędzy ilością informacji w ciągach kontroli a rodzajem szumu. Miarą ilości informacji będzie stopień kompresji, wyrażany liczbą parametrów sieci typu Neural Machine Translation (NMT). Zamierzam określić minimalną liczbę parametrów sieci neuronowej, dającej skutecznie kontrolujące impulsy, dla różnych rodzajów szumu. Następnie, na podstawie tych wyników, określe zależność między złożonością schematu korekcji a rodzajem szumu. Ponadto, w ramach badań wykorzystujących model NMT, planuję przeanalizować zakodowane przez sieć wektory impulsów. Uważam, że dzięki stopniowi kompresji uzyskanej przez część kodującą sieci, można uzyskać informację, jakie są minimalne wartości parametrów kontroli, takich jak liczba impulsów oraz ich amplituda, dla danego typu szumu.