

Streszczenie rozprawy

Celem niniejszej rozprawy jest systematyczna analiza struktur wypukłych pojawiających się w teorii informacji kwantowej. W szczególności rozważamy konkretne zbiory stanów, zbiory korelacji i zbiory asamblaży na kwantowych układach złożonych. Dyskutujemy tutaj problematykę zagadnienia charakteryzacji stanów separowalnych oraz istnienia punktów ekstremalnych (eksponowanych), posiadających konkretne fizyczne reprezentacje. Przeprowadzone badania w znacznym stopniu kładą nacisk na symetrie wybranych struktur.

Pierwszy rozdział rozprawy stanowi przypomnienie podstawowych definicji i faktów związanych z pojęciem wypukłości, konceptem kwantowego splątania w układach wielocząstkowych, a także opisem ewolucji i pomiarów w formalizmie mechaniki kwantowej.

Rozdział drugi prezentuje oryginalną koncepcję przestrzeni D-symetrycznej oraz wielocząstkowych stanów D-symetrycznych, w szczególności opisując kryteria całkowitej separowalności wybranej klasy stanów diagonalnych, wyrażone w terminach uogólnionych własności PPT i klasycznego problemu momentów.

W rozdziale trzecim przywołujemy charakteryzację zbiorów korelacji niesygnalizujących, kwantowych i lokalnych, opisujących scenariusz eksperymentu Bell, zaś rozdział czwartym przedstawia analogiczną dyskusję w odniesieniu do scenariuszy sterowania. Omawiamy w nim dwu i wielopodukładowe zbiory asamblaży z modelem lokalnych stanów ukrytych, asamblaży kwantowych i asamblaży niesygnalizujących oraz relacje w jakich do siebie pozostają. Przywołujemy również pojęcie nierówności sterowania, a w przypadku trójpodukładowego sterowania, opisujemy także znaną rodzinę asamblaży biseparowalnych.

W rozdziale piątym wprowadzamy nową ideę asamblaży sztywnego i wykorzystujemy ją do wykazania możliwości kwantowej realizacji nielokalnych, a zarazem ekstremalnych (eksponowanych) asamblaży niesygnalizujących w najprostszym nietrywialnym scenariuszu trójpodukładowym. W szczególności pokazujemy, że dla dowolnego prawdziwie

splątanego stanu z przestrzeni $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^d$, możliwe jest otrzymanie asamblażu o opisanych wyżej własnościach. Jako konsekwencję wspomnianych rozważań, prezentujemy także ogólną konstrukcję pewnych nierówności sterowania.

Rozdział szósty, kontynuując tematykę niesygnalizujących asamblaży, przedstawia analizę zbioru asamblaży krawędziowych. W rozdziale tym dowodzimy, że w najprostszym nietrywialnym scenariuszu asamblaży krawędziowych nie można otrzymać poprzez pomiary na trójkubitowych stanach rzędu większego lub równego trzy.

W rozdziale siódmym dyskutujemy ogólną teorię niesygnalizującego sterowania kanałów i charakteryzujemy ją w oparciu o asamblaże macierzy Choi. W szczególności, pokazujemy, że możliwa jest kwantowa realizacja nielokalnych punktów ekstremalnych (eksponowanych) w zbiorze wszystkich asamblaży niesygnalizujących kanałów.

W rozdziale ósmym rozważamy inne uogólnienie scenariusza sterowania, tym razem dopuszczając jego sekwencyjny charakter. Posługując się oryginalnie zaproponowaną ideą sekwencyjnych asamblaży kwantowych w modelu wielocząstkowym, pokazujemy, że rozważane scenariusze, pozwalają na kwantową realizację nielokalnych punktów ekstremalnych (eksponowanych) w zbiorze wszystkich sekwencyjnych asamblaży niesygnalizujących.

W rozdziale dziewiątym, wprowadzamy nowy zbiór korelacji hybrydowych, zawarty w sposób nietrywialny pomiędzy zbiorem korelacji kwantowych a zbiorem korelacji niesygnalizujących. Pokazujemy, że tak określony zbiór postkwantowych korelacji dopuszcza istnienie realizowalnych kwantowo nielokalnych punktów ekstremalnych (eksponowanych).

Rozprawę kończy krótkie podsumowanie prezentowanego materiału, zawierające wybrane sugestie dalszych kierunków badań.