
Streszczenie

Informacja kwantowa rozwinęła się w XX wieku, przyczyniając się do szybkiego postępu technologii wykorzystujących kwantowo-mechaniczny opis układów mikroskopowych. Postęp tej dziedziny nauki jest związany z badaniem zjawisk nieistniejących w świecie makroskopowym takich jak protokoły kwantowe wykorzystujące superpozycję oraz splątanie kwantowe. Oba zjawiska sprawiają, że układy kwantowe są atrakcyjne z perspektywy tworzenia urządzeń kwantowych dających przewagę nad odpowiednikami klasycznymi.

Wykorzystując świat kwantów, finalnym celem naukowców i wynalazców jest komputer kwantowy o rozmiarze, który uczyni go przydatnym do obliczeń niemożliwych do wykonania na klasycznych komputerach stosujących algebrę Boole'a. Aby użyć fizyki do znalezienia przełomowego urządzenia kwantowego, trzeba zrozumieć zawilości opisu teoretycznego. Z tego powodu, celem tej rozprawy jest dostarczenie nowych konstrukcji przydatnych do zrozumienia mechaniki kwantowej z perspektywy odwzorowań i deseni.

Niniejsza rozprawa jest ułożona w następujący sposób. W rozdziale wstępnym wprowadzono niezbędne pojęcia z dziedziny informacji kwantowej, w tym desenie kwantowe i odwzorowania. W dalszej części pracy badano dwa przykłady odwzorowań kwantowych.

Pierwszy przypadek dotyczy problemu unistochastyczności łączącego macierze bistochastyczne i unitarne, przydatne odpowiednio w dziedzinie klasycznej i kwantowej. Skupiono się na charakterystyce zbioru macierzy unistochastycznych wraz z przedstawieniem algorytmu pozwalającego określić, czy dana macierz bistochastyczna o wymiarze 4 jest unistochastyczna. Ponadto udowodniono, iż prosty warunek łańcuszkowy jest wystarczający do unistochastyczności macierzy cyrkulantnej o rozmiarze 4. Zbadano unistochastyczność podzbiorów wielościanu Birkhoffa macierzy bistochastycznych o dowolnym wymiarze N i udowodniono, że promienie i przeciwpromienie są unistochastyczne, pod warunkiem istnienia stabilnej (*robust*) macierzy Hadamarda w wymiarze N .

Kolejny rozdział rozprawy opisuje moc płaczącą (*entangling power*) w przypadku wielocząstkowym. Głównym osiągnięciem przedstawionym w tym rozdziale jest jawny wzór analityczny na średnią moc płaczącą trójcząstkowej bramki ortogonalnej.

Posługując się pojęciem mocy płaczącej, w następnym rozdziale rozwijano nowatorskie pomysły dotyczące poszukiwania absolutnie maksymalnie splątanego (*absolutely maximally entangled*, AME) stanu czterech układów z 6 poziomami, którego istnienie po raz pierwszy zostało wykazane przez autora i współpracowników. Przedstawiono kilka nowych metod poszukiwania żadanego stanu, z których część może okazać się przydatna w badaniu innych układów kwantowych. W szczególności, wyprowadzono hesjan dla mocy płaczącej i sumy entropii, a następnie wykorzystano go do badania ekstremalności znalezionych rozwiązań. Co więcej, badania ujawniły blokową strukturę nowo odkrytego stanu AME, która może być przydatna przy szukaniu innych deseni kwantowych.

Ostatni rozdział dotyczy rozszerzenia niedawno wprowadzonego pojęcia kwantowych deseni Sudoku (SudoQ). Aby je scharakteryzować, zdefiniowano kardynalność SudoQ, czyli liczbę różnych stanów tworzących deseń. Kardynalność, jako miara „kwantowości”, może być istotna również przy badaniu kwantowych kwadratów łacińskich. Takie układy o najwyższej kardynalności implikują rodziny pomiarów kwantowych o specjalnej symetrii. Scharakteryzowano ogólny przypadek wymiaru N^2 , a ponadto wykazano związek pomiędzy kwantowymi deseniami SudoQ a bazami wzajemnie nieobciążonymi (*mutually unbiased bases*, MUBs).