



PODPIS ZAUFANY

ŁUKASZ PIOTR
PAWELA
10.06.2022 20:35:04 [GMT+2]
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

dr hab. inż. Łukasz Pawela
Instytut Informatyki
Teoretycznej i Stosowanej PAN
ul. Bałtycka 5, 44-100 Gliwice

Gliwice, 10 czerwca 2022 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgra Konrada Szymańskiego „Numerical ranges
and geometry in quantum information:
Entanglement, uncertainty relations, phase
transitions, and state interconversion”

Podsumowanie rozprawy wstępne

Forma drukowana recenzowanej rozprawy obejmuje 121 stron. Praca jest napisana w języku angielskim i zawiera:

- 5 rozdziałów,
- podsumowanie,
- Załącznik A, zawierający wizualizacje 3D,
- Załącznik B, zawierający kod (Mathematica) potrzebny do odtworzenia części wyników,
- wykaz literatury.

Tytuł pracy oddaje jej zawartość, a przyjęty układ pracy jest właściwy. Praca zawiera dwa zestawy wyników. Pierwszy, zaprezentowany w Rozdziale 4 dotyczy wykorzystania łącznego obrazu numerycznego macierzy hermitowskich. Drugi, przedstawiony w rozdziale piątym, pokazuje ograniczenia dotyczące interkonwersji stanów kwantowych.

Pierwszy rozdział zawiera motywację podjętych badań oraz rys historyczny opisujący wcześniejsze wyniki. W rozdziale drugim Autor przedstawia podstawowe

pojęcia związane z mechaniką kwantową, niezbędne dla zrozumienia dalszej części pracy, w szczególności dokładną charakterystykę zbioru stanów kwantowych. Rozdział trzeci pracy wprowadza czytelnika w zagadnienia geometrii zbiorów wypukłych oraz algebry wielomianów, wykorzystywane w dalszej części rozprawy. Rozdział czwarty zawiera omówienie wykorzystania łącznego obrazu numerycznego macierzy hermitowskich w zagadnieniach mechaniki kwantowej. Autor rozpoczyna od przedstawienia podstawowych definicji, następnie omawia klasyfikację tych obiektów dla macierzy 3×3 . Następnie łączne obrazy numeryczne zostają użyte do badania relacji nieoznaczoności, przejść fazowych oraz wykrywania splątania. Wreszcie, Rozdział 5 prezentuje problem interkonwersji stanów kwantowych dla kilku wybranych zestawów założeń. Ostatni, szósty, rozdział zawiera zwięzłe omówienie uzyskanych wyników oraz zbior otwartych problemów. Wszystkie rozdziały zawierają starannie przygotowane rysunki, które pomagają zrozumieć prezentowane definicje oraz twierdzenia.

Praca zawiera wyniki opublikowane wcześniej przez Autora w formie artykułów naukowych:

- [1] Konrad Szymański, Stephan Weis, and Karol Życzkowski, Classification of joint numerical ranges of three hermitian matrices of size three, *Linear Algebra and its Applications* 545 (2018).
- [2] Jakub Czartowski, Konrad Szymański, Bartłomiej Gardas, Yan Fyodorov, and Karol Życzkowski, Separability gap and large-deviation entanglement criterion, *Physical Review A* 100 (2019).
- [3] Konrad Szymański and Karol Życzkowski, Geometric and algebraic origins of additive uncertainty relations, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 53.1 (2019).
- [4] Konrad Szymański and Karol Życzkowski, Universal witnesses of vanishing energy gap, *Europhysics Letters* 136 (2021).
- [5] Timo Simmacher, Jakub Czartowski, Konrad Szymański, and Karol Życzkowski, Confident entanglement detection via the separable numerical range, *Physical Review A* 104 (2021).

Rozprawa jest napisana w sposób bardzo przystępny. Autor prowadzi czytelnika od podstawowych pojęć z dziedziny mechaniki kwantowej oraz algebry wielomianów aż do jego autorskich wyników. Strona techniczna dysertacji jest bez zarzutu. Skład całego dokumentu, przypisy na marginesach, jakość obrazku – wszystko to stoi na bardzo wysokim poziomie.

Mam jedynie dwie drobne, niewpływające w żadnym stopniu na ocenę końcową uwagi. Po pierwsze, czasami przypisy na marginesach wydają się być nadużywane,

jak na przykład na stronie 46, gdzie lemat i jego twierdzenie zostały umieszczone na marginesie. Po drugie wiem, że Autor część prezentowanych w dysertacji kształtów łącznych zakresów numerycznych wydrukował w trzech wymiarach. Szkoda, że nie zostało to wspomniane w tekście. Mam nadzieję, że w trakcie publicznej obrony Autor pochwali się wydrukowanymi obiektami.

Ocena końcowa i wnioski

Rozprawa doktorska mgra Konrada Szymańskiego pt.: „*Numerical ranges and geometry in quantum information: Entanglement, uncertainty relations, phase transitions, and state interconversion*” dotyczy ważnego zarówno poznawczo, jak i aplikacyjnie problemu oraz stanowi wartościowe osiągnięcie naukowe Autora.

Dysertacja stanowi istotny wkład mgra Konrada Szymańskiego w rozwój dyscypliny naukowej – nauki fizyczne. Przeprowadzone przez Doktoranta analizy pokazują, że Autor posiada wiedzę teoretyczną oraz zacięcie programistyczne do przeprowadzania analiz numerycznych. Dodatkowo liczne wyniki analityczne, że Autor potrafi przeprowadzić dowody twierdzeń matematycznych zachowując odpowiedni rygor.

Praca jest bardzo bogata w nowe wyniki. Strona merytoryczna, jak i techniczna pracy są na bardzo wysokim poziomie. Rozprawa w obecnej formie mogłaby zostać wydana jako monografia. Z tego powodu wnioskuję o dopuszczenie mgra Konrada Szymańskiego do dalszych etapów procedury oraz o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

dr hab. inż. Łukasz Paweła

