

РЕЦЕНЗИЯ
на дисертационен труд
за получаване на образователна и научна степен „доктор“

Докторант: **Христо Светленов Тончев**
Тема: „Квантови алгоритми“
Научен ръководител: проф. дфзн Николай Витанов Витанов

Рецензент: доц. д-р **Боян Тонев Торосов**

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика
Професионално направление: 4.1. Физически науки

Със заповед No 38-404/26.06.2017 на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ съм определен за член на научното жури за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.1 „Физически науки“ на редовен докторант Христо Светленов Тончев към СУ. Представените ми документи по защитата (дисертация, автореферат, списък с публикации, публикациите и автобиография) отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ на Министерския съвет на Република България и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ, което ми даде основание да рецензирам дисертационния труд.

1. Обща характеристика на дисертационния труд

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд по вид, обем и съдържание съответства на специфичните изисквания на първичното звено, в което е изготвен. Общият му обем е 144 страници. В библиографската справка са посочени 91 заглавия, голяма част от които публикувани в последните 10 години, което показва актуалност на научните изследвания, свързани с темата на дисертацията. Графичният материал се състои от 76 фигури.

Целта на дисертацията е да се подобрят някои добре известни квантови алгоритми, като бъдат обобщени за кюнитен (кюдитен) запис на

информацията. Дисертацията се състои от кратко въведение и мотивировка на значимостта на тематиката на квантовите алгоритми, следват четири глави, литература и заключение, съдържащо списък на публикациите и приносите, участие в конференции и забелязани цитати.

Глава 1. представлява увод в теорията на квантовата информация, целящ да запознае читателя с основни концепции като кюбит, еднокюбитни и многокюбитни гейтове, квантови вериги и т.н.

Глава 2. е посветена на алгоритъма на Гровър, представляващ квантов алгоритъм за търсене. Описана е работата на алгоритъма при реализация с кюбити, след което е изведено обобщение за кютрити. Показано е, че сложността на алгоритъма не се променя, но кютритният запис позволява по-голям брой състояния при същия брой частици.

В глава 3. е демонстриран алгоритъм за определяне на фазата, използващ кюбити в контролния регистър и кюдити в таргет регистъра. Алгоритъмът е приложен за направата на квантов брояч. Показано е, че вероятността за намиране на броя решения се увеличава в кютритния случай.

В глава 4. се разглежда квантовият алгоритъм за търсене със случайна разходка върху хиперкуб. Предложен е нов метод за разделяне на хиперкуб на две чрез асиметрични монети, което води до удвояване на вероятността за намиране на търсения елемент.

2. Актуалност на темата

Квантовите компютри представляват изключително модерна и обещаваща област на съвременната физика. Показано е, че този тип изчислителни машини теоретично могат да решават проблеми, които са нерешими за класически компютри, тъй като сложността им е експоненциална. Квантовите алгоритми от своя страна са двигателят на огромния интерес към областта.

3. Научни публикации по темата на дисертацията

Резултатите от научните изследвания, свързани с темата на дисертацията на Христо Тончев, са публикувани в 3 научни работи в списания с импакт фактор и са представени на 3 конференции. Що се отнася до личния принос на докторанта, в една от статиите той е самостоятелен автор, в една е първи и в една втори автор, което говори за сериозен принос.

4. Критични бележки

Към работата имам следните забележки:

- Дисертацията е написана крайно нестарателно: трудно е да се намери страница без правописни грешки, често в текста шрифтът се променя, а на места дори и размерът на шрифта е различен. Математическите символи в текста не са в курсив, а означенията се използват дотолкова небрежно, че се стига до неуместни уравнения като $N = 2^N$ на стр. 44. Термини като „произволно предвиждане“ будят недоумение, така както и изрази като „...брой операции нараства експоненциално $O(n)$... “ на стр. 60.
- Използва се неточна, на места дори подвеждаща терминология при съществуваща установена такава: *квантови мрежи* вместо *квантови вериги*, *бази данни* вместо *структури от данни*, *произволно преместване* вместо *случайна разходка*, *трудност/изчислимост* на алгоритъм вместо *сложност* на алгоритъм.

Имам следните въпроси към докторанта:

- На стр. 38 от дисертацията бинарното търсене е представено като типичен пример за вероятностен алгоритъм. Кое точно е вероятностното в този алгоритъм?
- В глава 2. от дисертацията е показано, че като аналог на матрицата на Адамар в итерацията на Гровър може да се използва произволна матрица, чиито елементи в първата колона имат равни модули. В същото време огромно внимание е обърнато на възможността за реализация на алгоритъма на Гровър чрез сложни операции като трансформация на Фурие, обратна Фурие трансформация, реални аналози на Адамаровата матрица и т.н. Всичко това изглежда като очевидно, но напълно безсмислено упражнение, предвид факта, че тези матрици просто притежават необходимата първа колона. Въпросът ми е защо някой би използвал операция като трансформацията на Фурие, сама по себе си по-сложна за експериментална реализация от самия алгоритъм на Гровър, при положение че му е необходимо единствено да реализира подходящо първата колона?

5. Автореферат

Авторефератът на дисертацията, изложен на 41 страници, отразява коректно съдържанието ѝ и включва основния графичен материал. Формулираните приноси и публикациите по темата съответстват на тези, изброени в дисертацията.

6. Общо заключение

Дисертацията на Христо Тончев е базирана на сериозни изследвания, публикувани в много добри научни списания. Качеството на тези научни статии е високо и компенсират критичните ми забележки.

Отчитайки изложените факти, считам, че дисертационният труд на Христо Тончев отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ и на Препоръчителните изисквания към кандидатите за придобиване на научните степени и заемане на академичните длъжности в СУ. Това ми дава основание да дам положителна оценка на дисертационния труд на докторанта и да предложа на уважаемото научно жури да присъди на Христо Тончев образователната и научна степен „доктор” в професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Физика на атомите и молекулите“.

12.09.2017 г.
София

Рецензент:
(доц. д-р Боян Торосов)