

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АНГАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ СО РАН

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР

**МАТЕРИАЛЫ
ЧЕТЫРНАДЦАТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
19–24 сентября 2022 г.**

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2022

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОСТЕЙШИХ АЛГОРИТМОВ КВАНТОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ*

М.А. Олейник

¹. Томский государственный университет, Томск, Россия
marinamoro149@gmail.com

IMPLEMENTATION OF THE SIMPLE ALGORITHMS FOR QUANTUM IMAGE PROCESSING

D.I. Oleinik

Tomsk State University, Tomsk, Russia

В настоящее время квантовые вычисления являются интенсивно развивающимся направлением в науке. Это обусловлено тем, что квантовые вычисления не имеют себе равных среди их традиционных аналогов в таких областях, как скорость вычислений, защита от неразрешённого доступа и минимальные требования к объёму данных [1]. Одним из перспективных направлений в области квантовых вычислений является обработка изображений. Квантовая обработка изображений фокусируется на квантовых алгоритмах хранения, обработки и извлечения визуальной информации. Квантовую обработку изображений можно разделить на три основные группы: цифровая обработка изображений с квантовой поддержкой; квантовая визуализация на основе оптики, и классическая квантовая обработка изображений.

Реализация квантовых алгоритмов осуществлялась с использованием систем симуляции IBM Quantum Experience [2] и Quirk [3]. На рис. 1 представлены тестовое изображение и квантовая схема его реализации. В представленной схеме, кубиты $q[1]$ и $q[2]$ определяют номер столбца, кубиты $q[3]$ и $q[4]$ определяют номер строки, а кубит $q[0]$ определяет цвет соответствующего пикселя

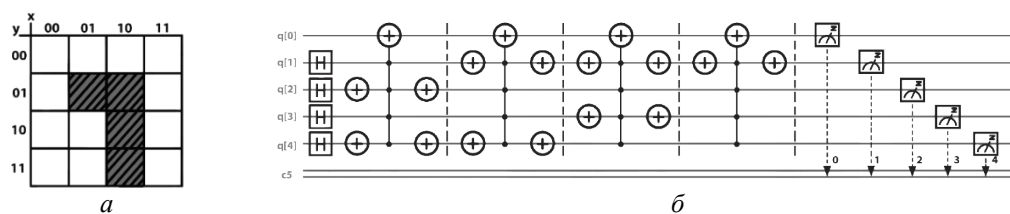


Рис. 1. Тестовое изображение (а) и квантовая схема (б)

В ходе проведения модельных исследований были реализованы влияния различных квантовых гейтов (NOT и SWAP) на тестовое изображение. После разработки схем поворотов осуществлялась симуляция работы квантового компьютера с последующими измерениями вероятностей состояний. На рисунке 2 представлены результаты обработки изображений с использованием симуляторов квантового компьютера.

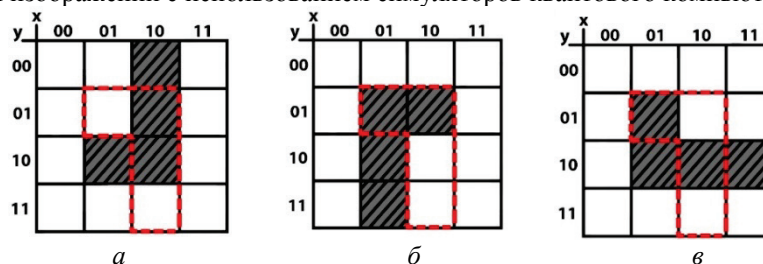


Рис. 2. Результаты влияния квантовых гейтов на изображение: а – результат поворота изображения относительно оси Y ; б – результат поворота изображения относительно оси X ; в – результат поворота изображения относительно оси Z

Таким образом, в данной работе были реализованы три квантовых алгоритма поворота изображения относительно осей X , Y и Z . Для тестового изображения была разработана схема оракула к которой применялись соответствующие гейты поворотов. Следует отметить, что градация серого может быть обеспечена за счет перевода кубита $q[0]$ в состояние суперпозиции. Преимущества представления изображений в квантовой системе включают возможность ускорить любую обработку изображений.

Литература

1. Fei Yan, Salvador E. Venegas-Andraca. Quantum Image Processing. – Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2020. – 171 p.
2. IBM Quantum Composer [Электронный ресурс]. – Армонк: IBM, 2022. – URL: <https://quantumcomputing.ibm.com/composer/new-experiment> (дата обращения: 02.05.2022).
3. Gidney C. Quirk: Quantum Circuit Simulator [Электронный ресурс] // Algorithmic Assertions. – URL: <https://algassert.com/quirk> (дата обращения: 02.05.2022).

* Работа выполнена в рамках программы развития Томского государственного университета (Приоритет 2030), проект № 2.0.6.22 ЛМУ.