

ЛАБОЛАТОРНАЯ РАБОТА ПО КУРСУ
«КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР»
Двухкубитовые квантовые схемы

Плотников Антон, А4101

Санкт-Петербург, 2017

1. Цель работы

Изучение простейших двухкубитовых квантовых логических схем.

2. Задачи

1. Изучение работы квантовых логических схем, составленных из элементов алгоритмов CNOT, X, Z и H.
2. Прогнозирование результатов виртуального эксперимента и сравнение результатов теоретических и экспериментальных расчетов.

3. Методика проведения исследования

Собираем квантовую схему используя квантовые логические элементы CNOT, X, H и Z, подаем на вход цепочки элементов двухкубитовое состояние кубит, получаем выходное двухкубитовое состояние и, используя матричное представление схемы, сравниваем результаты теоретических расчетов с полученными экспериментальными данными.

4. Анализ погрешностей

Пусть $|\phi_1\rangle$ – состояние, соответствующее первой альтернативе, а $|\phi_2\rangle$ – состояние, соответствующее второй альтернативе. Пусть перед измерением система находилась в состоянии $c_1 |\phi_1\rangle + c_2 |\phi_2\rangle$. Тогда с вероятностью $|c_1|^2$ измерение даст первый результат, и система окажется после измерения в состоянии $|\phi_1\rangle$, а с вероятностью $|c_2|^2$ измерение даст второй результат, и система окажется после измерения в состоянии $|\phi_2\rangle$.

5. Результаты

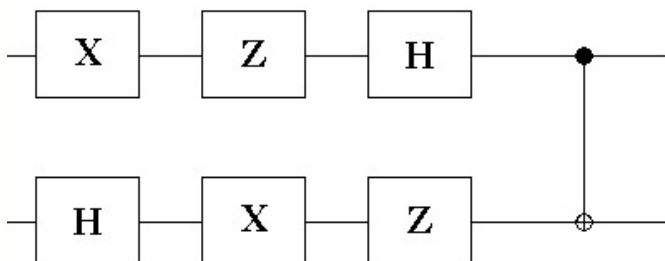
Исходный вектор:

$$|\phi_1\rangle = |1\rangle$$

$$|\phi_2\rangle = |1\rangle$$

$$|\phi\rangle = |\phi_1\rangle \otimes |\phi_2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Квантовая схема:



Теоретические расчеты:

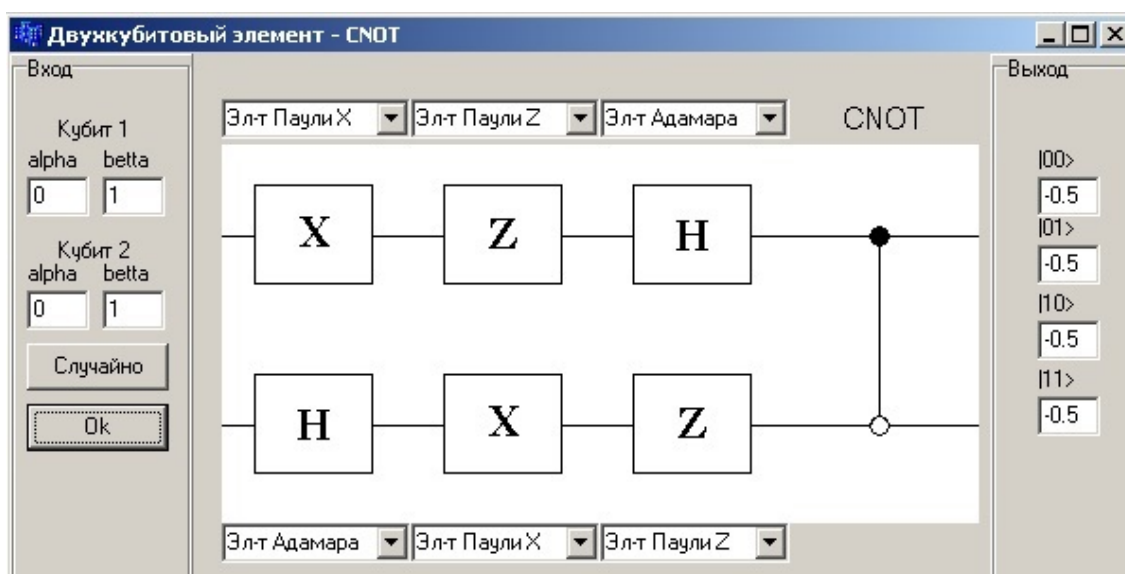
$$U_1 = HZX = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$U_2 = ZXH = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$U = U_1 \otimes U_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \otimes \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$CNOTU|\phi\rangle = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Экспериментальные расчеты:



5. Выводы

Изучив работу квантовых логических схем, составленных из элементов алгоритмов CNOT, X, Z и H, сравнили результаты теоретических и экспериментальных расчетов. В результате получили одинаковые результаты.