

*Балдычев Александр Александрович,
Митяков Александр Владимирович*

КВАНТОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Аннотация

Цель заметки – продемонстрировать возможность разработки программных продуктов для обучения и проведения исследований в квантовой проблематике при помощи свободно-распространяемых инструментов. В заметке рассматривается возможность применения библиотеки квантовых вычислений `libquantum` с использованием графической библиотеки `Qt`.

Ключевые слова: алгоритмы квантовых вычислений, библиотека `libquantum`, графическая библиотека `Qt`, открытое программное обеспечение.

ВВЕДЕНИЕ

При ознакомлении с квантовой тематикой основной проблемой, с которой сталкиваются студенты, является сложность осознания тех процессов, которые в ней происходят. Квантовые регистры, операции, алгоритмы кардинально отличаются от того, как все «научились думать» за прошедшие годы обучения. Поэтому необходим определенный набор инструментов, который мог бы более наглядно продемонстрировать эти особенности и который давал бы возможность в максимально простой форме попробовать самостоятельно изучить базовые элементы и операции из теории квантовых вычислений. Способ представления знаний в таких инструментах можно придумать весьма разнообразный от эмулятора квантового компьютера до развлекательных приложений.

По сути, на данный момент, разработчикам таких продуктов нужно заботиться лишь об интерфейсе пользователя, о его простоте, а всю работу по математической обработке и представлению базисных элементов квантового компьютера берут на себя многочисленные библиотеки. Практически для любого языка программирования существуют как коммерческие, так и сво-

бодные версии. Одной из таких библиотек является библиотека `libquantum` [1].

РАБОТА С БИБЛИОТЕКОЙ LIBQUANTUM

`Libquantum` – это библиотека написанная на языке Си, симулирующая процессы квантовой механики с углублением в сторону квантовых вычислений. Основной единицей для работы в данной библиотеке является квантовый регистр, состоящий из произвольного задаваемого числа кубитов. Над квантовым регистром посредством стандартных функций библиотеки возможно выполнение всех основных квантовых преобразований (создание квантовых вентилях), а также измерений как покубитно, так и целиком. В поставку библиотеки также включены примеры реализаций нескольких основных квантовых алгоритмов.

Рассмотрим работу с `libquantum` на примере программы на языке Си, реализующей квантовую цепь алгоритма Дойча (см. листинг 1). Для реализации использовались стандартные функции `libquantum`, за исключением процедуры применения функции. В итоге мы получили программу, реализующую алгоритм Дойча, однако такой вид программы малоприменим для целей обучения, ему не хватает более дружественного интерфейса. Добавив графику, можно дать воз-

© А.А. Балдычев, А.В. Митяков, 2010

Листинг 1

```

#include <quantum.h>
void quantum_func(int *f, quantum_reg reg, int n) {
    int i,j;
    for(i=0;i<(1<<n+1);i++){
        j=reg.node[i].state>>1;
        reg.node[i].state = reg.node[i].state ^ f[j] ;
    }
}
int main () {
    int func[2]; //массив значений функций
    printf("\nВведите функцию:");
    printf("\nf(%d)=", i); scanf("%d", func);
    printf("\nf(%d)=", i); scanf("%d", func+1);
    quantum_reg reg;
    printf("Создаем квантовый регистр размера 2 с начальным значением 1:\n");
    reg = quantum_new_qureg(1,2);
    quantum_print_qureg(reg);
    printf("Выполняем преобразование адамара на весь квантовый регистр:\n");
    quantum_walsh(2, &reg);
    quantum_print_qureg(reg);
    printf("Применяем оператор:\n");
    quantum_func(func, reg, 1);
    printf("Выполняем преобразование адамара на 1 кубит:\n");
    quantum_hadamard(1, &reg);
    quantum_print_qureg(reg);
    printf("Выполняем измерение 1 кубита, результат %d: \n",
           quantum_bmeasure(1, &reg));

    return 0;
}

```

возможность пошагового выполнения алгоритма с детальным описанием каждого шага и представить некоторую визуализацию состояния квантового регистра, демонстрирующую влияние каждого пройденного шага на квантовый регистр. Для этих целей можно воспользоваться свободной графической библиотекой Qt. Учитывая данный аспект продемонстрируем пример простого эмулятора квантового компьютера на основе свободных библиотек libquantum и Qt.

Простейший эмулятор должен позволять выполнять следующие действия:

- создавать квантовый регистр определенного размера;
- выполнять над регистром базовые преобразования: Адамара, Паули, C-NOT;
- производить измерение определенных кубитов и регистра в целом;
- визуализировать состояния квантового регистра.

Основная проблема, возникающая при выполнении поставленной задачи, заключается в отображении выполняемых действий на экран, чтобы обучающийся мог наглядно видеть, какой эффект вносят воздействия различных вентилей на квантовый регистр. Это непростая задача, так как квантовая природа происходящих явлений позволяет оперировать лишь с вероятностным состоянием квантового регистра. Невозможно определенно сказать, что происходит в квантовом регистре до момента измерения. Поэтому визуализация является важнейшей методической задачей. Простейшим вариантом является отображение вероятностей состояний квантового регистра до и после преобразования.

Авторами заметки с учетом вышеупомянутых выкладок была разработана программа, представленная на рис. 1, позволяющая применять основные квантовые вен-

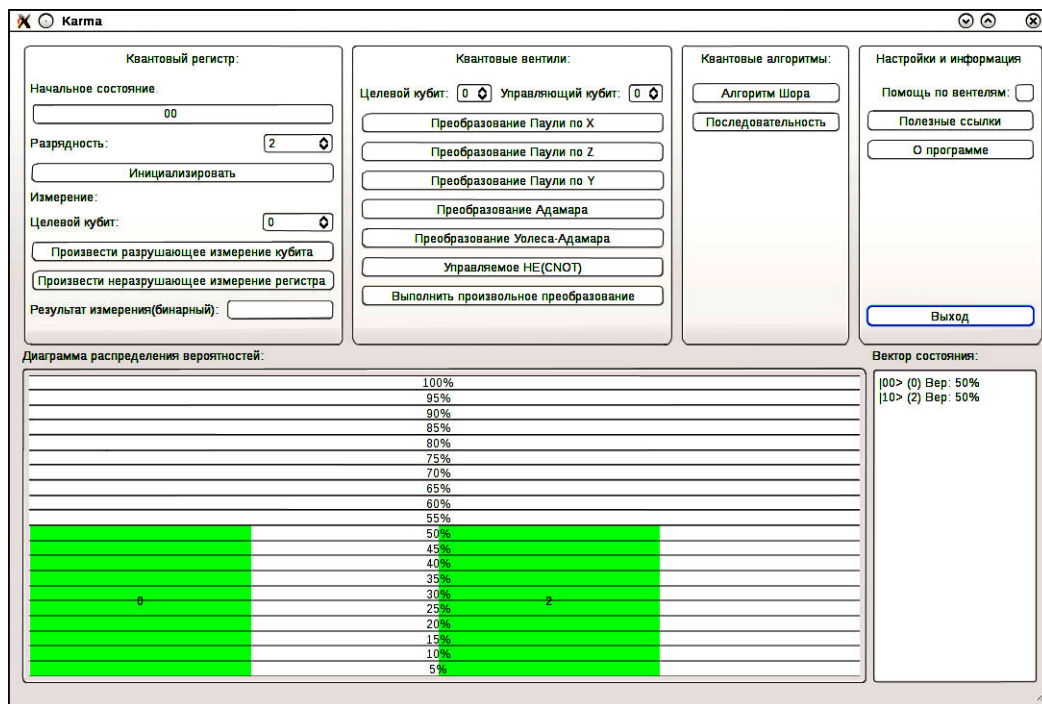


Рис. 1

тили и отображать результаты в виде гистограммы вероятностного состояния квантового регистра, а также содержащая реализацию алгоритма Шора с пошаговым выполнением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с помощью библиотек с открытым исходным кодом можно создавать полноценные приложения для изучения и исследования квантовой проблематики.

Литература

1. <http://www.libquantum.de/>
2. Википедия – свободная энциклопедия: <http://www.wikipedia.org>

Abstract

The main objective of the article is to demonstrate the ability of the education software development and research in the domain of the quantum computing. This article describes the use of the free software tools for quantum simulation: libquantum library along with GUI toolkit Qt.

Keywords: quantum computing, libquantum library, GUI toolkit Qt.

*Балдычев Александр Александрович,
магистрант факультета
Компьютерных технологий и
информатики (ФКТИ) кафедры ВТ
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
alexaldychev@gmail.com,
Митяков Александр Владимирович,
магистрант ФКТИ кафедры ВТ
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
avmityakov@gmail.com*

© Наши авторы, 2010.
Our authors, 2010.