

Московский Государственный Университет

им. М.В. Ломоносова

Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики.
Кафедра Суперкомпьютеров и Квантовой Информатики.



Практикум на ЭВМ.

Отчет №1: Параллельная программа на OpenMP, которая
реализует однокубитное квантовое преобразование.

Шахворостов Дмитрий 323

2021

Постановка задачи

Реализовать параллельную программу на C++ с использованием OpenMP, которая выполняет однокубитное квантовое преобразование над вектором состояний длины 2^n , где n – количество кубитов, по указанному номеру кубита k .

Формат командной строки:

```
./main <n> <k> <numthreads>
```

Сборка:

```
make
```

Листинг программы

Инициализация матрицы U.

```
vector<complexd> a(num_qubits);
vector<vector<complexd>> u(2);
for (size_t i = 0; i < 2; ++i) {
    u[i].resize(2);
}
for (size_t i = 0; i < 2; ++i) {
    for (size_t j = 0; j < 2; ++j) {
        u[i][j] = 1.0 / sqrt(2);
    }
}
u[1][1] *= -1;

a_start_time = omp_get_wtime();

srand(omp_get_wtime());
int temp_seed = rand();
```

Инициализация вектора a.

```
#pragma omp parallel
{
    unsigned int seed = temp_seed * (omp_get_thread_num() + 1);
    #pragma omp for
    for (size_t i = 0; i < num_qubits; ++i) {
        a[i] = complexd(((double) rand_r(&seed)) / RAND_MAX,
                        ((double) rand_r(&seed)) / RAND_MAX);
    }
}

a_end_time = omp_get_wtime();
b_start_time = omp_get_wtime();

vector<complexd> b = single_qubit_transform(a, u, n, k);
b_end_time = omp_get_wtime();
```

Однокубитное квантовое преобразование.

```
vector<complexd> single_qubit_transform(vector<complexd>& a, vector<vector<complexd>>& u,
                                         size_t n, size_t k) {
    size_t num_qubits = 1 << n, temp = 1 << (n - k);
    vector<complexd> b(num_qubits);

    #pragma omp parallel
    {
        #pragma omp for
        for (size_t i = 0; i < num_qubits; ++i) {
            b[i] = u[(i & temp) >> (n - k)][0] * a[(i | temp) ^ temp]
                + u[(i & temp) >> (n - k)][1] * a[i | temp];
        }
    }

    return b;
}
```

Результаты

А) 18 позиция.

Количество кубитов	Количество потоков	Время работы программы(сек)	Ускорение
20	1	0,036	1,000
	2	0,019	1,885
	4	0,011	3,259
	8	0,007	5,310
24	1	0,577	1,000
	2	0,305	1,895
	4	0,168	3,430
	8	0,103	5,613
28	1	10,189	1,000
	2	4,956	2,056
	4	2,869	3,551
	8	1,678	6,072
30	1	38,702	1,000
	2	20,799	1,861
	4	11,521	3,359
	8	6,901	5,608

Б) 1 позиция

Количество кубитов	Количество потоков	Время работы программы(сек)	Ускорение
20	1	0,036	1,000
	2	0,019	1,880
	4	0,011	3,369
	8	0,007	5,486
24	1	0,578	1,000
	2	0,306	1,888
	4	0,171	3,388
	8	0,105	5,530
28	1	9,722	1,000
	2	5,141	1,891
	4	2,831	3,434
	8	1,770	5,492
30	1	50,448	1,000
	2	26,661	1,892
	4	14,654	3,443
	8	8,552	5,899

В) Последняя позиция.

Количество кубитов	Количество потоков	Время работы программы(сек)	Ускорение
20	1	0,036	1,000
	2	0,019	1,885
	4	0,011	3,347
	8	0,007	5,292
24	1	0,578	1,000
	2	0,306	1,891
	4	0,170	3,404
	8	0,104	5,560
28	1	9,364	1,000
	2	6,715	1,395
	4	2,869	3,264
	8	1,686	5,555
30	1	39,797	1,000
	2	28,107	1,416
	4	11,420	3,485
	8	7,074	5,626