Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Факультет вычислительной математики и кибернетики
Кафедра суперкомпьютеров и квантовой информатики

Отчёт по заданию 1:

Разработка параллельной версии решения СЛАУ методом отражения и обратным ходом метода Гаусса

Аксой Тевфик Огузхан
323 группа

Постановка задачи

- **Написать последовательный алгоритм, приводящий матрицу в верхний треугольный вид методом отражения**
- **Найти элементы вектора столбца x решив приведенную в верхний треугольный вид матрицу методом обратного хода Гаусса**
- **Найти и вывести норму невязки $||Ax - b||$**
- **Распараллелить алгоритмы приведения матрицы в верхний треугольный вид методом отражения и обратного хода метода Гаусса.**
- **Измерить времена выполнений параллельных алгоритмов**
- **Запустить программу на вычислительном комплексе IBM Polus с разными размерами вводных данных и количествами OpenMP нитей. Сделать выводы о времени выполнения.**

Кратко алгоритм решения

Метод отражения

```
for k = 1 : n do
    x_k = A_(k:m,k)
    v_k = sgn(x_k) * ||x||_2 * e_1 + x_k
    v_k = v_k / ||v_k||_2
    A_(k:m,k:n) = A_(k:m,k:n) − 2 * v_k (v_k^T * A_(k:m,k:n))
end for
```

Обратный ход метода Гаусса

```
b_(n−1) = b_(n-1) / A_(n-1,n-1)
for i = n − 2 : 0 do
    for j = n − 1 : i do
        b_i -= b_j * A_(i,j)
    b_i = b_i / A_(i,i)
```

Компиляция и запуск программы

В программе используется такие особенности C++11, как лямбда функции, равномерные распределения чисел, чтобы создать рандомные числа в стиле современного C++ и синонимы шаблонов и типов (type alias, alias template)

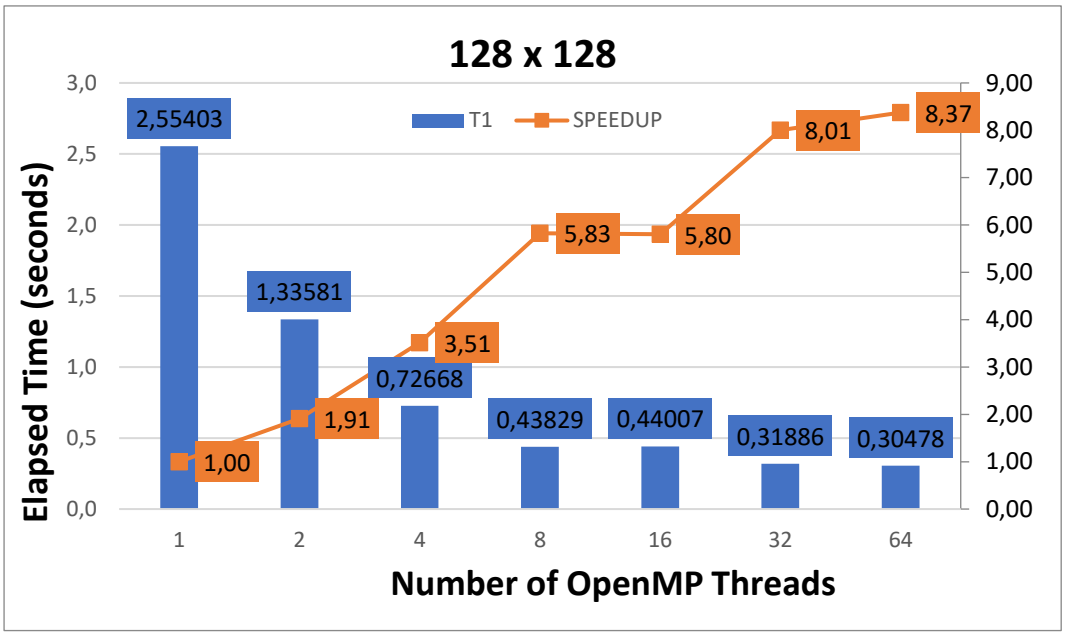
Программа скомпилировалась с помощью команды `g++ main.cpp -o main -std=c++11 -fopenmp` и запустилась с помощью скрипта, написанная на языке Python. **Скрипт создаёт планировщик ompjob.lsf для размещения работы на очередь по указанным данным и вызывает команду bsub < ompjob.lsf.** Так же можно при запуске скрипта указать число нитей и размеры матриц.

```
def make_script(num_threads_list=[1, 2, 4, 8, 16, 20, 32, 64],
                sizes_list=[128, 256, 512, 1024]):

    with open('ompjob.lsf', 'w') as f:
        header = 'source /polusfs/setenv/setup.SMPI\n' + \
            '#BSUB -n 1 -q normal\n' + \
            '#BSUB -W 00:45\n' + \
            '#BSUB -o result.out\n' + \
            '#BSUB -e result.err\n'

        f.write(header)
        for size in sizes_list:
            f.write(
                f'echo "========= MATRIX: {size} x {size} ========="\n')
            for num_threads in num_threads_list:
                f.write(
                    f'echo "============ THREADS: {num_threads} ============"\n')
                f.write(
                    f'OMP_NUM_THREADS={num_threads} mpiexec ./main {size} {size}
{num_threads}\n')

if __name__ == '__main__':
    make_script()
    os.system('g++ main.cpp -o main -fopenmp -std=c++11')
    os.system('bsub < ompjob.lsf')
```

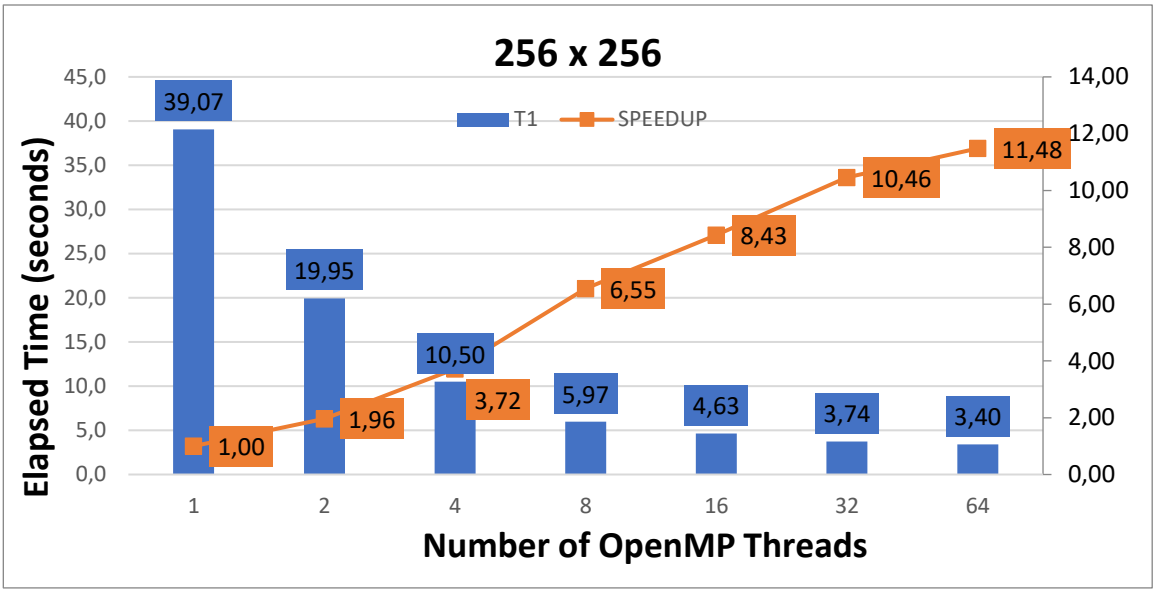
Результаты и выводы

После запуска и обработки программы в Полюсе, файл с результатами ***«result.out»*** на свой компьютер скопировал, дальше для составления графиков по результатам, перенёс данные от результатов в Excel с помощью скрипта. В Excel составил графики ускорения в зависимости от количества нитей. В графику данные о T2 не добавил так как они очень маленькие и по сравнению с T1 невидимыми становятся.

MatrixSize	Threads	T1	T2	Total	SPEEDUP
128x128	**1**	2,55403	0,00019	2,55423	1,00
128x128	**2**	1,33581	0,00020	1,33601	1,91
128x128	**4**	0,72668	0,00020	0,72688	3,51
128x128	**8**	0,43829	0,00020	0,43849	5,83
128x128	**16**	0,44007	0,00020	0,44027	5,80
128x128	**32**	0,31886	0,00021	0,31906	8,01
128x128	**64**	0,30478	0,00020	0,30499	8,37



MatrixSize	Threads	T1	T2	Total	SPEEDUP
256x256	**1**	39,07	0,0007624	39,07	1,00
256x256	**2**	19,95	0,0007665	19,95	1,96
256x256	**4**	10,50	0,0007656	10,50	3,72
256x256	**8**	5,97	0,0007831	5,97	6,55
256x256	**16**	4,63	0,0010098	4,63	8,43
256x256	**32**	3,74	0,0010595	3,74	10,46
256x256	**64**	3,40	0,0011946	3,40	11,48



MatrixSize	Threads	T1	T2	Total	SPEEDUP
512x512	**1**	617,7790	0,0030	617,7820	1,00
512x512	**2**	313,1760	0,0031	313,1790	1,97
512x512	**4**	159,8050	0,0030	159,8080	3,87
512x512	**8**	87,2194	0,0031	87,2225	7,08
512x512	**16**	65,5751	0,0033	65,5784	9,42
512x512	**32**	51,0282	0,0036	51,0318	12,11
512x512	**64**	42,6757	0,0036	42,6793	14,47