

## Обработка матриц

Задача :

Проведите сравнение производительности работы программы по двум плоскостям:

- 1) Разные способы умножения квадратных матриц:
  - умножение квадратных матриц без транспонирования;
  - умножение квадратных матриц с транспонированием.
- 2) Разные уровни оптимизации:
  - O0;
  - O3;
  - Os.

Для решения данной задачи необходимо реализовать следующие скрипты.

### Обязательные скрипты:

- `build_apps.sh`, вызвав который, можно получить весь набор необходимых исполняемых файлов.
- `update_data.sh`, вызвав который, можно добавить некоторые данные в датасет данных исследования.
- `make_preproc.sh`, вызвав который, можно подготовить данные из набора, провести первичный анализ: посчитать среднее арифметическое, медианное, найти максимум и минимум, вычислить нижний и верхний квартили, etc.
- `make_postproc.gpi`, вызвав который, можно получить указанные ниже графики.
- `go.sh`, вызвав который, можно получить данные исследования.

### Дополнительные скрипты:

- `build_app.sh`, вызвав который, можно получить необходимые исполняемые файлы для одной конкретной программы на си.
- `update_specific_data_c.sh`, вызвав который, можно добавить дополнительные данные в датасет данных исследования для одной конкретной программы на си.
- `update_specific_data_exe.sh`, вызвав который, можно добавить дополнительные данные в датасет данных исследования для одного конкретного исполняемого файла.

### Таблицы данных:

Для умножение квадратных матриц без транспонирования, оптимизация О0

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)
1	0	-
50	0	-
100	3	140,91
150	10	39,32
200	25	7,38
250	47	3,23
300	78	1,89
350	121	0,03
400	177	0,30
450	248	0,15
500	339	0,03
550	452	0,01

Для умножение квадратных матриц без транспонирования, оптимизация О2

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)	$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{\ln(n_{i+1}) - \ln(n_i)}$	$\frac{\ln(t_{i+1}^2) - \ln(t_i^2)}{\ln(n_{i+1}) - \ln(n_i)}$
1	0	-	-	-
50	0	-	-	-
100	0	-	-	-
150	2	768,14	4,35	8,71
200	7	44,50	2,77	5,55
250	13	25,03	2,89	5,77
300	22	9,86	2,82	5,65
350	34	4,91	2,74	5,47
400	49	2,35	2,78	5,56
450	68	1,26	2,77	5,53
500	91	0,01	2,90	5,80
550	120	0,19	-	-

Для умножение квадратных матриц без транспонирования, оптимизация ОЗ

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)
1	0	-
50	0	-
100	0	-
150	2	0,42
200	6	70,89
250	13	21,74
300	22	8,06
350	34	4,50
400	48	2,79
450	65	1,21
500	88	0,41
550	117	0,17

Для умножение квадратных матриц без транспонирования, оптимизация Os

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)
1	0	-
50	0	-
100	0	-
150	2	731,50
200	7	45,11
250	13	0,75
300	23	9,44
350	35	4,63
400	50	2,63
450	68	1,39
500	90	0,44
550	120	0,20

Для умножение квадратных матриц с транспонированием, оптимизация O0

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)
1	0	-
50	0	-
100	3	178,73
150	11	0,01
200	26	6,81
250	47	3,25
300	79	1,58
350	123	0,77
400	178	0,27
450	250	0,06
500	341	0,01
550	454	0,01

Для умножение квадратных матриц с транспонированием, оптимизация O2

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)	$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{\ln(n_{i+1}) - \ln(n_i)}$	$\frac{\ln(t_{i+1}^2) - \ln(t_i^2)}{\ln(n_{i+1}) - \ln(n_i)}$
1	0	-	-	-
50	0	-	-	-
100	0	-	-	-
150	2	729,36	3,82	7,64
200	6	95,33	3,46	6,93
250	13	28,26	2,89	5,77
300	22	10,16	3,01	6,02
350	35	0,02	2,37	4,73
400	48	2,60	2,83	5,66
450	67	1,29	2,80	5,60
500	90	0,29	3,02	6,04
550	120	0,16	-	-

Для умножение квадратных матриц с транспонированием, оптимизация O3

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)
1	0	-
50	0	-
100	0	-
150	2	615,63
200	6	78,63
250	13	21,74
300	22	8,59
350	34	4,31
400	48	0,01
450	66	1,21
500	88	0,22
550	117	0,20

Для умножение квадратных матриц с транспонированием, оптимизация Os

Размер квадратных матриц n	Время выполнения $t$ (мс)	Относительная стандартная ошибка среднего (%)
1	0	-
50	0	-
100	0	-
150	2	798,82
200	7	48,95
250	14	21,07
300	23	10,14
350	35	4,40
400	50	2,37
450	68	1,65
500	90	0,00
550	120	0,19

График для всех случаев

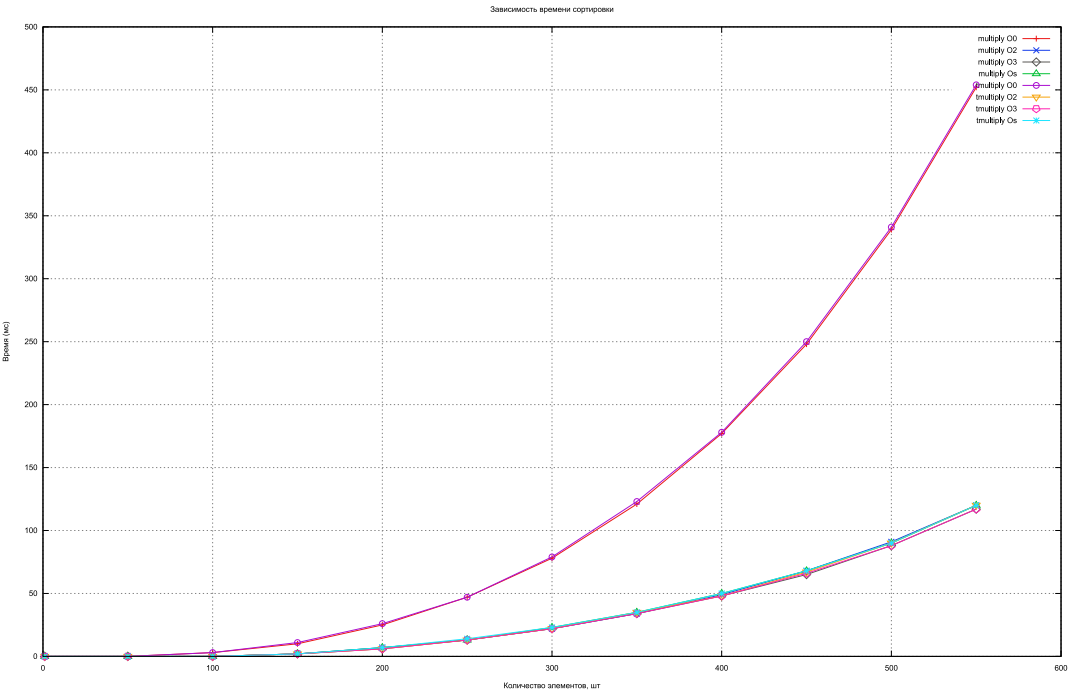
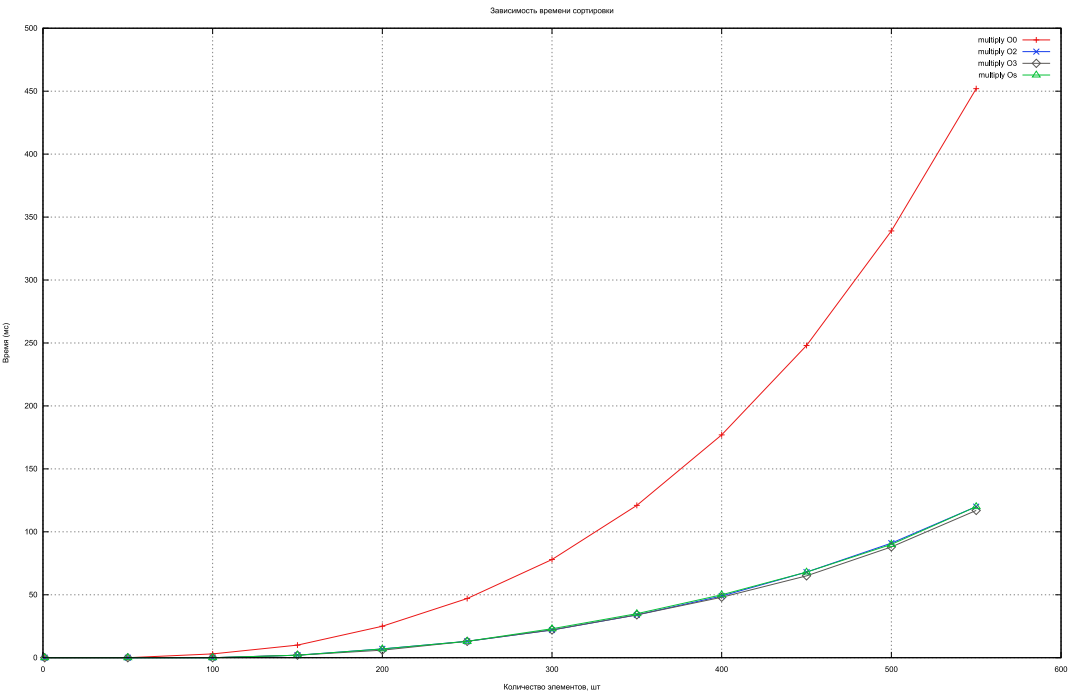
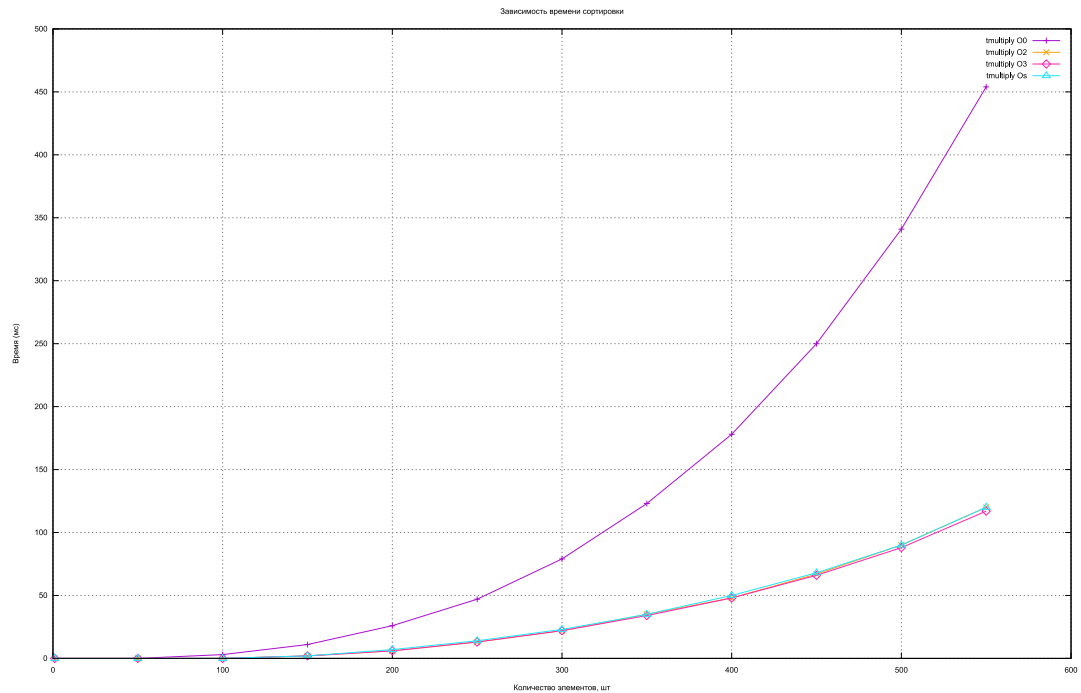


График для случаев без транспонирования



## График для случаев с транспонированием



### Вопросы по заданию

Из графиков приведенных выше мы можем увидеть, что на моей машине перемножение матриц с транспонированием и без занимает одинаковое количество времени. Вероятно, время которое затрачивается на транспонирование компенсируется временем, которое получается выиграть за счёт перемножения с транспонированием (не каждый раз запрашиваем новую строку, когда идем по столбцам, а берем одну строку и работаем с её элементами). Кроме того мы можем увидеть, что даже при самой наименьшей степени оптимизации, мы получаем результат примерно равный случаю с самой высокой оптимизацией.