Лабораторная работа 5. Параллелизм задач

Задание

На базе директив #pragma omp task реализовать многопоточный рекурсивный алгоритм быстрой сортировки (QuickSort). Опорным выбирать центральный элемент подмассива (функция partition, см. слайды к лекции). При достижении подмассивами размеров THREASHOLD = 1000 элементов переключаться на последовательную версию алгоритма.
Выполнить анализ масштабируемости алгоритма для различного числа сортируемых элементов и порогового значения THRESHOLD.

Описание функций

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <omp.h>

#define CLOCK_MONOTONIC      1
int size = 1000000;
int THREASHOLD = 1000;
int threshold = 1000;

double speadup(double time_nomp, double time_omp){
   return time_nomp / time_omp;
}

double wtime() {
   struct timespec ts;
   clock_gettime(CLOCK_MONOTONIC, &ts);
   return ts.tv_sec + ts.tv_nsec * 1E-9;
}

void write(double S, int n) {
   FILE *f;
   f = fopen("res.txt", "a");
   fprintf(f, "%d %f\n", n, S);
   fclose(f);
}
```

```
void swap(int* a, int* b) {
    int temp = *a;
    *a = *b;
    *b = temp;
}

void partition(int *v, int low, int high, int* pi, int* pj) {
    int i = low;
    int j = high;
    int pivot = v[(low + high) / 2];

    while (i <= j) {
        while (v[i] < pivot) i++;
        while (v[j] > pivot) j--;

        if (i <= j) {
            swap(&v[i], &v[j]);
            i++;
            j--;
        }
    }
    *pi = i;
    *pj = j;
}

void quicksort_serial(int *v, int low, int high) {
    if (low < high) {
        int i, j;
        partition(v, low, high, &i, &j);

        if (low < j) {
            quicksort_serial(v, low, j);
        }
        if (i < high) {
            quicksort_serial(v, i, high);
        }
    }
}

void quicksort_tasks(int *v, int low, int high) {
    int i, j;
```

```
    partition(v, low, high, &i, &j);
    if (high - low < threshold || (j - low < threshold || high - i < threshold)) {
        if (low < j)
            quicksort_tasks(v, low, j);
        if(i < high)
            quicksort_tasks(v, i, high);
    } else {
        #pragma omp task untied
        quicksort_tasks(v, low, j);
        quicksort_tasks(v, i, high);
    }
}
void print_arr(int *arr)
{
    for (int i = 0; i < size; i++)
    {
        printf("%d ", arr[i]);
    }
    printf("\n");
}
void fillArrayWithRandomValues(int arr[]) {
    srand(time(0));
    for (int i = 0; i < size; i++) {
        arr[i] = rand() % 1000 + 1;
    }
}

int main() {
    int arr[size];
    fillArrayWithRandomValues(arr);

    double t = wtime();
    quicksort_serial(arr, 0, size - 1);
    t = wtime() - t;
    printf("Serial time: %f \n", t);
    //print_arr(arr);

    for (int i = 2; i <= 8; i += 2) {
        double time_omp;
        printf("------------%d------------\n", i);
        fillArrayWithRandomValues(arr);
        time_omp = wtime();
```

```
      #pragma omp parallel num_threads(i)
      {
        #pragma omp single
        quicksort_tasks(arr, 0, size - 1);
      }
      //print_arr(arr);
      time_omp = wtime() - time_omp;
      printf("Tasks time: %f \n", time_omp);
      printf("Speedup: %.6f\n\n", speadup(t, time_omp));
      write(speadup(t, time_omp), i);
    }
    return 0;
}
```

`main`

- Заполняет массив случайными значениями.
- Измеряет время выполнения последовательной сортировки и выводит его.
- Для каждого количества потоков от 2 до 8 (с шагом 2) выполняет параллельную сортировку:
    - Заполняет массив случайными значениями.
    - Измеряет время выполнения параллельной сортировки и выводит его.
    - Вычисляет и выводит ускорение.
    - Записывает результат в файл.

`fillArrayWithRandomValues`

- Заполняет массив случайными значениями от 1 до 1000.

`print_arr`

- Печатает массив.

`quicksort_tasks`

- Рекурсивно выполняет быструю сортировку, используя прагмы OpenMP для параллельной реализации.
- Разбивает массив на две части с помощью функции `partition`.
- Если размер подмассива меньше порогового значения (`threshold`), выполняет рекурсивный вызов на этих подмассивах последовательно.
- Если размер подмассива больше порогового значения, создает две параллельные задачи для рекурсивной сортировки подмассивов.
- Директива `#pragma omp parallel` используется для создания параллельного региона, в котором будет выполняться параллельная версия quicksort.
- Директива `#pragma omp single` указывает, что только один поток будет исполнять следующий блок кода, который включает первый вызов функции `quicksort_tasks`.
- Директива `#pragma omp task untied` указывает, что каждый рекурсивный вызов `quicksort_tasks` будет добавляться в очередь задач у одного потока, другие потоки будут воровать задачи у этого потока.

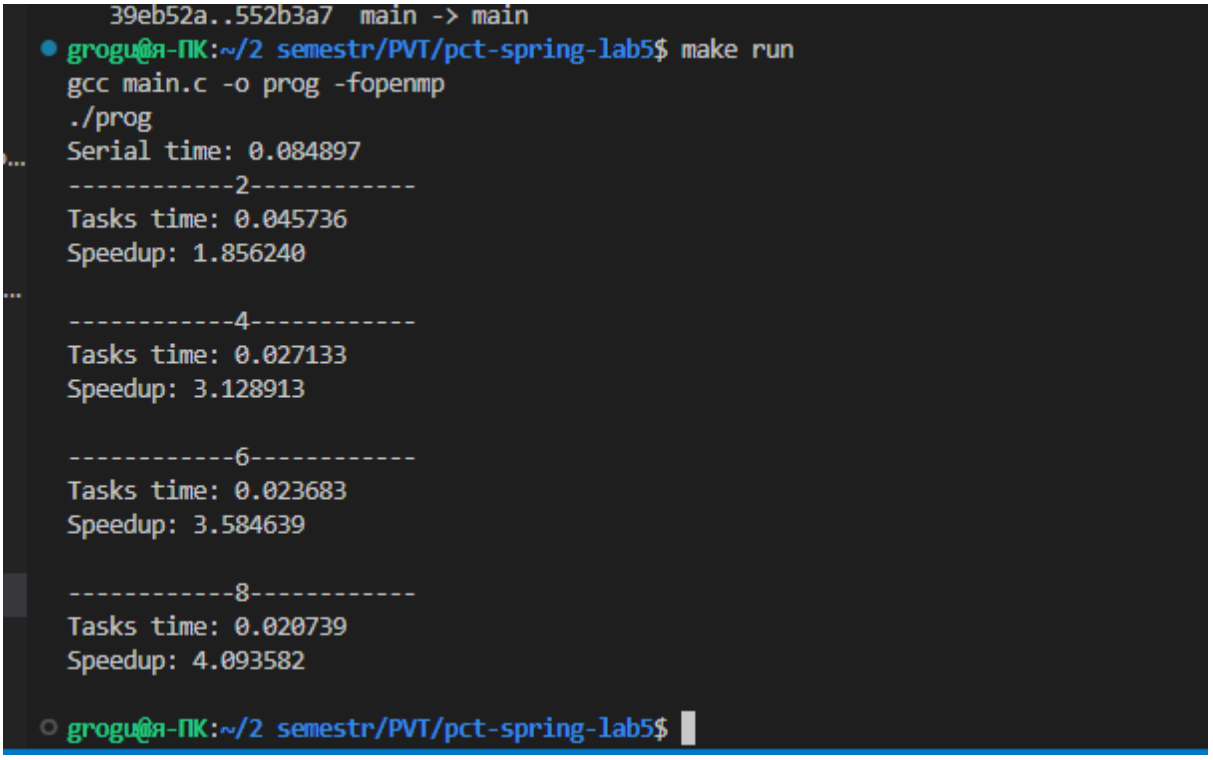
`quicksort_serial`

- Рекурсивно выполняет быструю сортировку. Последовательная версия.

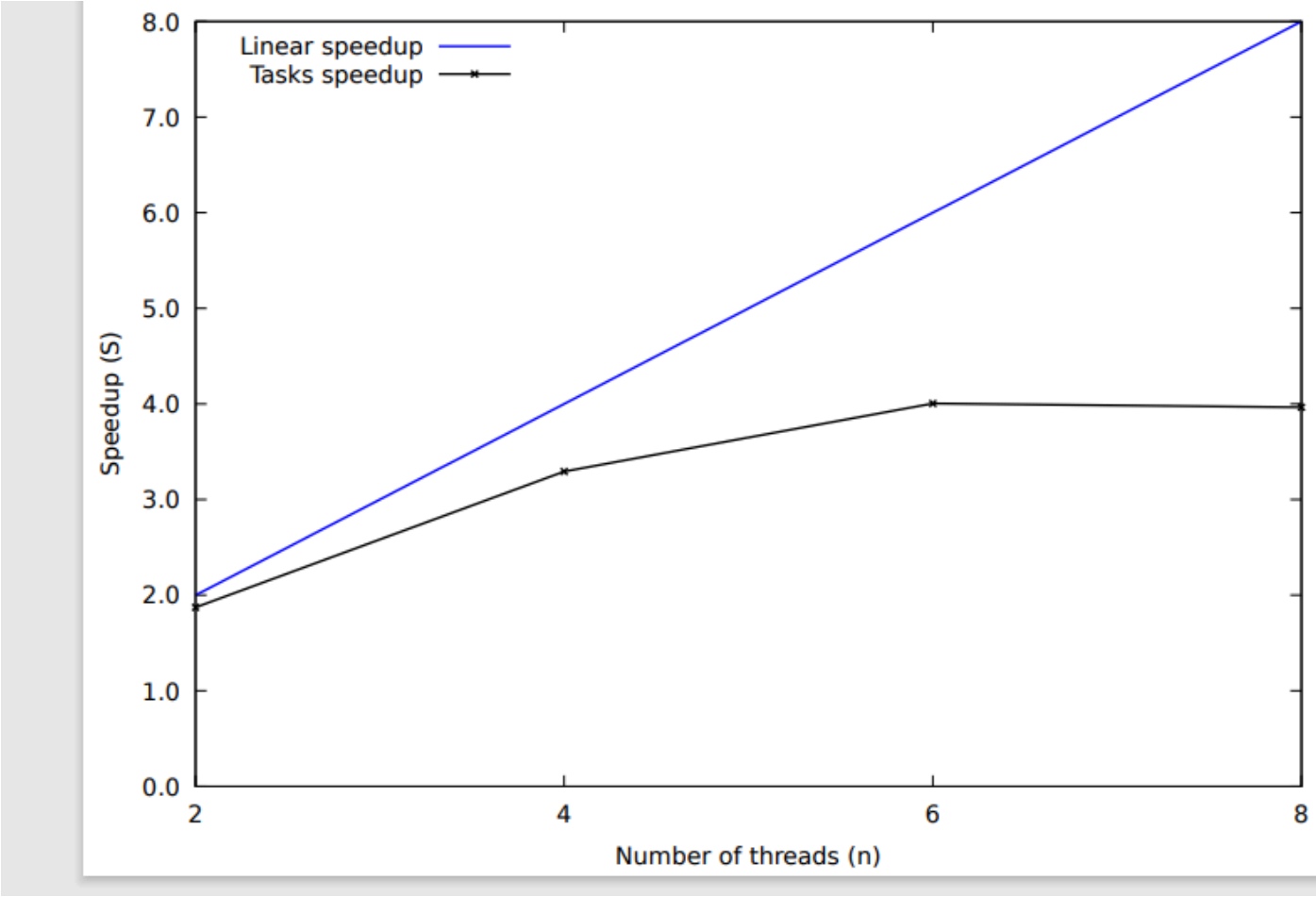
`partition`

- Разделяет массив на две части относительно опорного элемента.

.


39eb52a..552b3a7 main -> main
grogu@я-ПК:~/2 semestr/PVT/pct-spring-lab5$ make run
gcc main.c -o prog -fopenmp
./prog
Serial time: 0.084897
----------2----------
Tasks time: 0.045736
Speedup: 1.856240
----------4----------
Tasks time: 0.027133
Speedup: 3.128913
----------6----------
Tasks time: 0.023683
Speedup: 3.584639
----------8----------
Tasks time: 0.020739
Speedup: 4.093582
grogu@я-ПК:~/2 semestr/PVT/pct-spring-lab5$

график




```
int size = 1000000;
```

Размер массива один миллион чисел.

Процессор ryzen 5 3600 6c/12t