

Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)
Факультет "Информационные технологии и прикладная математика"
Кафедра "Вычислительная математика и программирование"

**Лабораторная работа №2 по курсу
“Операционные системы”**

Студент: Сибирцев Роман Денисович

Группа: М8О-208Б-22

Преподаватель: Миронов Евгений Сергеевич

Вариант: 4

Оценка: _____

Дата: _____

Подпись: _____

Москва, 2023

Содержание

1 Репозиторий

<https://github.com/RomanSibirtsev/MAIOSlabs>

2 Цель работы

Приобретение практических навыков в:

- Управлении потоками в ОС
- Обеспечении синхронизации между потоками

3 Задание

Составить программу на языке Си, обрабатывающую данные в многопоточном режиме. При обработки использовать стандартные средства создания потоков операционной системы (Windows/Unix). Ограничение максимального количества потоков, работающих в один момент времени, должно быть задано ключом запуска вашей программы.

4 Описание работы программы

Отсортировать массив целых чисел при помощи TimSort

В ходе выполнения лабораторной работы я использовал следующие системные вызовы:

- `pthread_create()` - создание потока
- `pthread_join()` - ожидание завершения потока

5 Исходный код

timsort.hpp

```
1 #pragma once
2 #include <bits/stdc++.h>
3
4 void timSort(int *arr, int n, int maxThreads);
5 void printArray(int arr[], int n);
```

timsort.cpp

```
1 #include "timsort.hpp"
2 #include <cmath>
3
4 const int RUN = 4;
5
6 struct Args1 {
7     int* arr;
8     int left;
9     int right;
10 };
11
12 struct Args2 {
13     int* arr;
14     int l;
15     int m;
16     int r;
17 };
18
19 void printArray(int arr[], int n)
20 {
21     for (int i = 0; i < n; i++)
22         printf("%d ", arr[i]);
23     printf("\n");
24 }
25
26 void* insertionSort(void* args)
27 {
28     const auto &ar = *(Args1*)args;
29     int *arr = ar.arr;
30     int left = ar.left;
31     int right = ar.right;
32     for (int i = left + 1; i <= right; i++) {
33         int temp = arr[i];
34         int j = i - 1;
35         while (j >= left && arr[j] > temp) {
36             arr[j + 1] = arr[j];
37             j--;
38         }
39         arr[j + 1] = temp;
40     }
41
42     // sleep(50);
43     pthread_exit(0);
44 }
45
46 void* merge(void* args)
47 {
48     Args2 arg = *(Args2*)args;
49     int* arr = arg.arr;
```

```

50     int m = arg.m;
51     int r = arg.r;
52     int l = arg.l;
53
54     int len1 = m - l + 1, len2 = r - m;
55     int left[len1], right[len2];
56     for (int i = 0; i < len1; i++)
57         left[i] = arr[l + i];
58     for (int i = 0; i < len2; i++)
59         right[i] = arr[m + 1 + i];
60
61     int i = 0;
62     int j = 0;
63     int k = l;
64
65     while (i < len1 && j < len2) {
66         if (left[i] <= right[j]) {
67             arr[k] = left[i];
68             i++;
69         }
70         else {
71             arr[k] = right[j];
72             j++;
73         }
74         k++;
75     }
76
77     while (i < len1) {
78         arr[k] = left[i];
79         k++;
80         i++;
81     }
82
83     while (j < len2) {
84         arr[k] = right[j];
85         k++;
86         j++;
87     }
88
89     // sleep(50);
90     pthread_exit(0);
91 }
92
93 void timSort(int *arr, int n, int maxThreads)
94 {
95
96     int threadCount = std::min(n / RUN + 1, maxThreads);
97     if (maxThreads == -1) {
98         threadCount = n / RUN + 1;
99     }
100    pthread_t tid[threadCount];
101    int j = 0;
102    for (int i = 0; i < n; i += RUN)
103    {
104        Args1* arg = new Args1;
105        arg->arr = arr;
106        arg->left = i;
107        arg->right = std::min((i + RUN - 1), (n - 1));
108        // insertionSort((void*)(arg));

```

```

109         if (j < threadCount) {
110             pthread_create(&tid[j++], nullptr, insertionSort, (
void*)(arg));
111         } else {
112             while (j > 0) {
113                 pthread_join(tid[--j], NULL);
114             }
115             ++j;
116             pthread_create(&tid[j++], nullptr, insertionSort, (
void*)(arg));
117         }
118     }
119
120     while (j > 0) {
121         pthread_join(tid[--j], NULL);
122     }
123
124     std::vector<pthread_t> tid2(threadCount);
125     j = 0;
126     for (int size = RUN; size < n; size = 2 * size) {
127         for (int left = 0; left < n; left += 2 * size) {
128             int mid = left + size - 1;
129             int right = std::min((left + 2 * size - 1), (n - 1));
130             if (mid < right) {
131                 Args2* arg = new Args2;
132                 arg->arr = arr;
133                 arg->l = left;
134                 arg->m = mid;
135                 arg->r = right;
136                 // merge((void*)arg);
137                 if (j < threadCount) {
138                     pthread_create(&tid2[j++], nullptr, merge, (
void*)(arg));
139                 } else {
140                     while (j > 0) {
141                         pthread_join(tid2[--j], NULL);
142                     }
143                     pthread_create(&tid2[j++], nullptr, merge, (
void*)(arg));
144                 }
145             }
146         }
147     }
148
149     while (j > 0) {
150         pthread_join(tid2[--j], NULL);
151     }
152 }

```

6 Тесты

```
1 #include <iostream>
2 #include <algorithm>
3 #include <gtest/gtest.h>
4
5 #include "timsort.hpp"
6
7
8 void TestParent(int* base_arr) {
9     int n = sizeof(base_arr) / sizeof(base_arr[0]);
10    int arr_1[n], arr_2[n];
11    std::copy(base_arr, base_arr + n, arr_1);
12    std::copy(base_arr, base_arr + n, arr_2);
13
14    timSort(arr_1, n, 5);
15    std::sort(arr_2, arr_2 + n);
16
17    for (int i = 0; i < n; ++i) {
18        ASSERT_EQ(arr_1[i], arr_2[i]);
19    }
20 }
21
22 TEST(SortTest, ONE) {
23     int arr[] = { -2, 7, 15, -14, 0, 15, 0, 7, 234, 3, -89, 9,
24                 -12, 21,
25                 -7, -4, -13, 5, 8, -14, 12, 54, 1, 0, 127, 40,
26                 55};
27     TestParent(arr);
28 }
29
30 TEST(SortTest, TWO) {
31     int arr[] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
32                 15, 16,
33                 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26,};
34     TestParent(arr);
35 }
36
37 TEST(SortTest, THREE) {
38     int arr[] = {1, 2, -34, 45, -66, 2, 96, -9, 33, 1, 1, 90, 44,
39                 -34, -3, 4, 35, 0};
40     TestParent(arr);
41 }
```

7 Запуск тестов

```
roman@DESKTOP-K3DH39N:~/MAI/MAI_OS_labs/build/tests$ ./lab2_test
Running main() from /home/roman/MAI/MAI_OS_labs/build/_deps/googletest-src/googletest
[=====] Running 3 tests from 1 test suite.
[-----] Global test environment set-up.
[-----] 3 tests from SortTest
[ RUN      ] SortTest.ONE
[          OK ] SortTest.ONE (150 ms)
[ RUN      ] SortTest.TWO
[          OK ] SortTest.TWO (0 ms)
[ RUN      ] SortTest.THREE
[          OK ] SortTest.THREE (0 ms)
[-----] 3 tests from SortTest (150 ms total)

[-----] Global test environment tear-down
[=====] 3 tests from 1 test suite ran. (187 ms total)
[ PASSED  ] 3 tests.
```


8 Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы была написана программа на языке C++ для сортировки массива методом TimSort, обрабатывающая данные в многопоточном режиме. Я приобрел практические навыки в управлении потоками в ОС и обеспечении синхронизации между потоками.