Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)
Факультет информационных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №X по курсу
«Операционные системы»

Студент: Друхольский А.К.
Группа: М8О-207Б-21
Вариант: 17
Преподаватель: Черемисинов Максим
Оценка: _____
Дата: _____
Подпись: _____

Москва, 2022

Содержание

Репозиторий

https://github.com/ssForz/OS-labs

Постановка задачи

Цель работы

Приобретение практических навыков в:

Управление потоками в ОС

Обеспечение синхронизации между потоками

Задание

Составить программу на языке Си, обрабатывающую данные в многопоточном режиме. При обработки использовать стандартные средства создания потоков операционной системы (Windows/Unix). Ограничение потоков должно быть задано ключом запуска вашей программы. Так же необходимо уметь продемонстрировать количество потоков, используемое вашей программой с помощью стандартных средств операционной системы.
В отчете привести исследование зависимости ускорения и эффективности алгоритма от входящих данных и количества потоков. Получившиеся результаты необходимо объяснить.
Вариант 17) Найти в большом целочисленном массиве минимальный элемент

Общие сведения о программе

Программа компилируется из файла main.c при помощи cmake. В программе реализована многопоточность. Функции для работы с потоками. которые я использовал:

- pthread_create() — создание потока с передачей ему аргументов. В случае успеха возвращает 0.
- `pthread_join()` — ожидает завершения потока обозначенного `THREAD_ID`. Если этот поток к тому времени был уже завершен, то функция немедленно возвращает значение.
- pthread_mutex_init() — инициализация мьютекса
- pthread_mutex_lock() — блокировка мьютекса
- pthread_mutex_lock() — открытие доступа к мьютексу
- pthread_mutex_destroy() - удаление мьютекса

Общий метод и алгоритм решения

Требуется найти минимальный элемент в массиве. Суть будет в том, что массив разобьётся на количество частей, равное количеству потоков. В каждом потоке будет искаться минимальный элемент подмассива (изначально была попытка сравнивать минимум каждого потока с глобальной переменной, используя при этом мьютекс, но это сказалось отрицательно на эффективности, поэтому было принято решение выделить из каждого подмассива минимальный элемент отдельно). Количество потоков логично будет ограничить количеством элементов в массиве.

Так же в функции, которую выполняет поток добавим вывод надписи, что сейчас процедура выполняется в данном потоке (на этапе тестирования). Сделаем это для наглядности параллельности процедур.

Исходный код

```
#include<pthread.h>
#include<iostream>
#include <ctime>
#include<vector>
#include<fstream>
#include<chrono>

using namespace std;

static int minimal = 1e9;
pthread_mutex_t mutex;
int flag = 0;
vector<int> result(100);

struct arg_to_thread {
   int* big_array;
   int partition;
   int num_of_thread;
   int count_threads;
   int size_array;
};

void* thread_func(void *args)
{
   int minimum = 1e9;
   arg_to_thread* arguments = (arg_to_thread*) args;
   int num_of_thread = arguments->num_of_thread;
   int partition = arguments->partition;
   flag = 1;
```

```
    int count_threads = arguments->count_threads;
    int size_array = arguments->size_array;
    int* big_array = arguments->big_array;

        if (num_of_thread != count_threads - 1) {
            for (int j = num_of_thread * partition; j < num_of_thread * partition + partition; ++j) {
                if (big_array[j] < minimum) {
                    minimum = big_array[j];
                    result[num_of_thread] = big_array[j];
                }
            }
        } else {
            for (int j = size_array - 1; j > size_array - partition - 1; --j) {
                if (big_array[j] < minimum) {
                    minimum = big_array[j];
                    result[num_of_thread] = big_array[j];
                }
            }

        }



    return 0;
}

int main(int argc, char const *argv[])
{

    ifstream file("./src/big_massives.txt");
    int count_threads;
    cout<<"Введите количество потоков: ";
    cin>>count_threads;
    cout<<endl;
    int size_array;
    cout<<"Введите размер массива: ";
    cin>>size_array;
    cout<<endl;
    vector<int>big_array(size_array);
    cout<<"Введите массив: "<<endl;
    for(int i = 0; i < size_array; ++i) {
        string s;
        getline(file, s);
```

```
    big_array[i] = atoi(s.c_str());
  }
  if (count_threads > size_array) {
     cout<<"Количество потоков больше максимального"<<endl;
     count_threads = size_array;
  }
  pthread_t threads[count_threads];

  pthread_mutex_init(&mutex, NULL);
  int partition = size_array / count_threads;
  struct arg_to_thread arg;
  arg.partition = partition;
  arg.big_array = big_array.data();
  arg.count_threads = count_threads;
  arg.size_array = size_array;

  chrono::steady_clock::time_point begin = chrono::steady_clock::now();
  for (int i = 0; i < count_threads; i++) {
     arg.num_of_thread = i;
     if (i == count_threads - 1) {
        partition += size_array % count_threads;
        arg.partition = partition;
     }
     int status = pthread_create(&threads[i], NULL, thread_func, (void*)&arg);
     while(flag != 1) {
        //ожидание пока функции передадутся аргументы
     }
     flag = 0;
     if (status != 0) {
        cout<<"Create thread error"<<endl;
     }
  }

  for (int i = 0; i < count_threads; ++i) {
     pthread_join(threads[i], NULL);
  }
  chrono::steady_clock::time_point end = chrono::steady_clock::now();

  pthread_mutex_destroy(&mutex);
  int minimum2 = 1e9;
  for (int i = 0; i < count_threads; ++i) {
     if (result[i] < 1e9) {
        minimum2 = result[i];
     }
```

```
    }
    cout<<"Минимальное значение: "<<minimum2<<endl;
    cout<<chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(end-begin).count();
    return 0;

}
//find_minimal(big_array, i, partition)
```

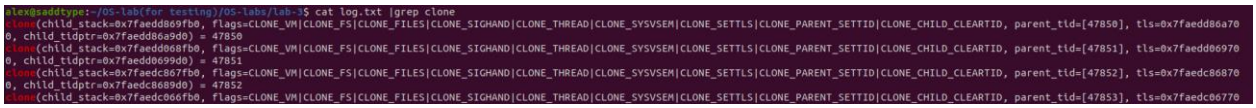
Демонстрация работы программы

Продемонстрируем работу многопоточного алгоритма на массиве из 10^8 чисел

```
alex@saddtype:~/OS-lab(for testing)/OS-labs/lab-3$ ./main
Введите количество потоков: 2

Введите размер массива: 100000000

Введите массив:
Минимальное значение: -49
115591alex@saddtype:~/OS-lab(for testing)/OS-labs/lab-3$ ./main
Введите количество потоков: 4

Введите размер массива: 100000000

Введите массив:
Минимальное значение: -49
50921alex@saddtype:~/OS-lab(for testing)/OS-labs/lab-3$ ./main
Введите количество потоков: 8

Введите размер массива: 100000000

Введите массив:
Минимальное значение: -49
alex@saddtype:~/OS-lab(for testing)/OS-labs/lab-3$ ./main
Введите количество потоков: 1

Введите размер массива: 100000000

Введите массив:
Минимальное значение: -49
```

Из тестирования видно, что значения при 1, 2, 4, 8, 16 потоках сильно отличаются. Особенно это разница заметна при малом количестве потоков (отличие почти в два раза при 1 и 2 потоках).

Проверим вывод утилиты strace (запишем в отдельный файл, а потом найдём вызовы создания потоков). Проверим на тесте с 4-мя потоками.



Можно сделать вывод, что создание потоков реализовано в Linux с помощью утилиты clone(). Отличие от fork() в более тонкой настройке. С помощью этой утилиты в целом можно самостоятельно создавать потоки.

Выводы

Я познакомился с многопоточностью и смог реализовать её для моей задачи. Так же мне удалось выявить зависимость между количеством потоков и временем выполнения. При малом количестве потоков (<=4) разницы во времени выполнения очень значительна. Дальнейшее увеличение количества потоков приводит лишь к незначительному набору эффективности (много времени тратиться на инициализацию потоков). Так же, с помощью утилиты strace, я узнал как реализовано создание потоков в линуксе. Многопоточность – полезная вещь в различных проектах, а благодаря этой лабораторной работе я получил базовые навыки в работе с потоками.