Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)

Факультет информационных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №3
по курсу «Операционные системы»
III Семестр

Вариант 14

Студент:	Короткевич Л. В.
Группа:	М80-208Б-19
Преподаватель:	Миронов Е.С
Оценка:	
Дата:	

Москва 2020

1. Постановка задачи

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.

Привести исследование зависимости ускорения и эффективности алгоритма от входящих данных и количества потоков. Получившиеся результаты объяснить.

Вариант 14:

Есть колода из 52 карт, рассчитать экспериментально (метод Монте-Карло) вероятность того, что сверху лежат две одинаковых карты. Количество раундов подается с ключом.

2. Метод решения

Используемые системные и библиотечные вызовы для выполнения работы:

int pthread_mutex_init(pthread_mutex_t *restrict mutex, const pthread_mutexattr_t *restrict attr);	Функция pthread_mutex_init() инициализирует мьютекс, на который ссылается mutex, с атрибутами, заданными attr. Если значение attr равно NULL, то используются атрибуты мьютекса по умолчанию
int pthread_create(pthread_t *thread, const pthread_attr_t *attr, void *(*start_routine) (void *), void *arg);	Функция pthread_create() запускает новый поток в вызывающем процессе. Новый поток начинает выполнение, вызывая start_routine(); arg передается в качестве единственного аргумента start_routine().
int pthread_join(pthread_t thread, void **retval);	Функция pthread_join() ожидает завершения указанного потока. Если этот поток уже завершен, то функция thread_join() немедленно возвращается.

int pthread_mutex_destroy (pthread_mutex_t *mutex);	Функция pthread_mutex_destroy() уничтожает мьютекс, на который ссылается mutex; мьютекс становится, по сути, неинициализированным.

Краткий алгоритм решения:

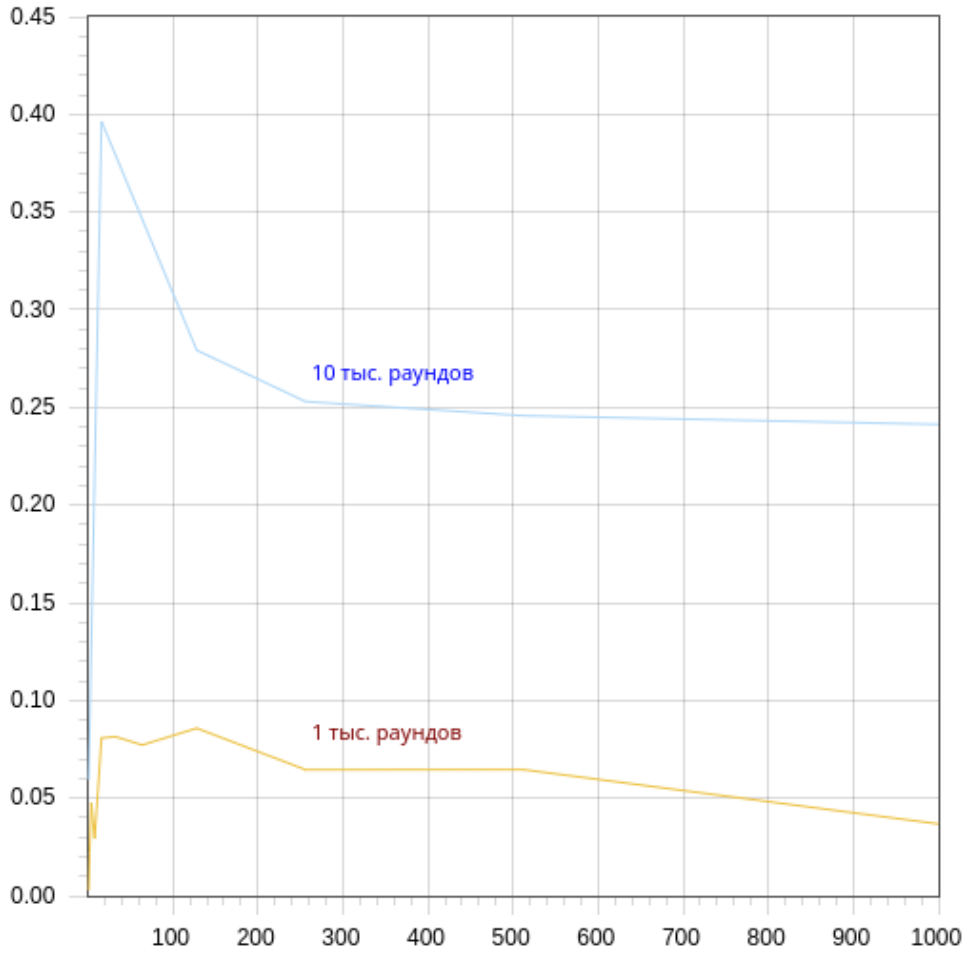
1) Получение числа раундов, кол-ва потоков в кач-ве аргументов при запуске программы.
2) Инициализация мьютекса.
3) Запуск потоков.
    1) Моделирование перемешивания колоды карт.
    2) Получение результата.
4) Завершение потоков.
5) Уничтожение мьютекса.

Несколько подробней об отдельной функции void *thread_func(void *arg): Функция получает на вход единственный аргумент – число раундов. Создается массив целых чисел размера 52. Заполняется числами от 0 до 12 (каждого из числа ровно 4, сколько и мастей в стандартной колоде). Устанавливается в качестве базы для rand() текущее время. После чего нехитрым алгоритмом перемешивается исходный массив. Затем мы сравниваем две крайние карты и, соответственно, увеличиваем в случае положительного рез-тата глобальную переменную count на 1.

Вычисление теоретической вероятности для последующего сравнения точности полученных результатов при проведении экспериментов:
На первое место ставится одна из 52 карт. Следом за ней - одна из 3 оставшихся с равным первой значением (масти полагаем незначащим параметром). Следом - 50 любых карт в случайном порядке. Итого: 52 * 3 * 50! удовл. вариантов. Всего же – 52!. Вероятность равняется 52 * 3 * 50! / 52! = 3/51 – приблизительно 5.9%.

3. Тестирование

График зависимости времени от числа потоков при фиксированнмом числе раундов:



Консоль:

```
[leo@pc final]$ gcc -pthread -o main main.c
[leo@pc final]$ ./main 100 1
Probability equals to 0.050
Time spent: 0.001903 seconds
[leo@pc final]$ ./main 100 10
Probability equals to 0.080
Time spent: 0.008503 seconds
[leo@pc final]$ ./main 100 100
Probability equals to 0.080
Time spent: 0.015445 seconds
[leo@pc final]$ ./main 1000 1
Probability equals to 0.059
Time spent: 0.011920 seconds
[leo@pc final]$ ./main 1000 100
Probability equals to 0.064
Time spent: 0.015275 seconds
[leo@pc final]$ ./main 1000 1000
Probability equals to 0.046
Time spent: 0.095889 seconds
```

4. Листинг программы

main.c:

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

const int DECK_SIZE = 52;

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

int count = 0;
pthread_mutex_t mutex;

void *thread_func(void *arg)
{
   int deck[DECK_SIZE];

   for (int k = 0; k < *((int *)arg); ++k)
   {
      for (int i = 0; i < DECK_SIZE; ++i)
      {
         deck[i] = (i + 1) % 13; // значения карт варьируются от 2 до 14 == от 0 до 12
      }

      srand(clock());

      for (int i = DECK_SIZE - 1; i >= 0; --i)
      {
         int j = (int)rand() % (i + 1);
         swap(&deck[i], &deck[j]);
      }

      if (deck[0] == deck[1])
      {
         pthread_mutex_lock(&mutex);
         ++count;
         pthread_mutex_unlock(&mutex);
      }
   }

   pthread_exit(0);
}

int main(int argc, char *argv[])
{
   if (argc != 3)
   {
      perror("Usage: ./main <number of rounds> <number of threads>\n");
      exit(1);
   }

   clock_t begin = clock();

   pthread_t tid[atoi(argv[2])];

   if (pthread_mutex_init(&mutex, NULL) < 0)
   {
      perror("Mutex init error");
      exit(1);
   }

   int rounds = atoi(argv[1]);
```

```
    for (int i = 0; i < atoi(argv[2]); ++i)
    {
        if (pthread_create(&tid[i], NULL, thread_func, &rounds) != 0)
        {
            perror("Can't create thread\n");
            exit(1);
        }
    }
    for (int i = 0; i < atoi(argv[2]); ++i)
    {
        if (pthread_join(tid[i], NULL) != 0)
        {
            perror("Can't join threads");
            exit(1);
        }
    }

    if (pthread_mutex_destroy(&mutex) < 0)
    {
        perror("Mutex destroy error");
        exit(1);
    }

    clock_t end = clock();
    double time_spent = (double)(end - begin) / CLOCKS_PER_SEC;

    printf("Probability equals to %.3lf\n", (double)count / (atoi(argv[1]) * atoi(argv[2])));
    printf("Time spent: %lf seconds\n", time_spent);

    return 0;
}
```

Вывод

По мере выполнения данной лабораторной работы я познал величие и могущество многопоточности; освоил работу с мьютексами: создание/удаление, использование во избежание некорректностей, нарушения последовательности выполнения задач потоками.

Во время тестирования осознал следующие вещи: несмотря на сильную погрешность в измерении эффективности работы программы из-за тонкостей работы “железа” (оперативная память – полная или пустая, процессор – занят чем-нибудь или нет), наблюдается ярко-выраженный рост скорости при увеличении кол-ва потоков.

Наблюдательно, что для предельно точной оценки вероятности (схожей с теоретической до сотых) достаточно всего одной тысячи раундов! Я был приятно удивлен тому, как просто проверять правдивость тех или иных теоретический утверждений с помощью компьютера. Полагаю, без многопоточности, сей процесс занял бы большое время.

Интересно также было реализовывать метод Монте-Карло: полное моделирование ситуации, эксперимента для последующего получения результатов. Хотя в данной ЛР мне кажется избыточным полное моделирование процесса (можно было бы обойтись случайной генерацией двух карт), в других случаях, как, например, вычисление числа «пи» с точностью до n знаков и других вычислительных задачах без этого никуда!