Московский Государственный Технический Университет имени Н. Э. Баумана.

ФАКУЛЬТЕТ “Информатики и систему управления”

КАФЕДРА “Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии”

Отчет

По лабораторной работе №6

По курсу “Анализ Алгоритмов”

Тема “Организация конвейерных вычислений”

Студент: Бадалян Д.А.

Группа: ИУ7-51

Преподаватель: Волкова Л.Л.

Москва, 2017

Постановка задачи

Необходимо организовать конвейерные вычисления на произвольной вычислительной системе, сделать выводы о:

1) Конвейерных вычислениях в целом как о способе параллелизации программ
2) Особенностях их реализации

Теория

Конвейер – совокупность ступеней и средств передачи данных между ними, организованных таким образом, что на вход системы поступают исходные данные, затем они последовательно, в соответствии с разбиением базовой функции на подфункции, перемещаются между ступенями, подвергаясь на каждом этапе промежуточной обработке, в результате чего на выходе получается требуемый результат. Одновременно в конвейере может находиться более одного элемента входных данных.

Выполнение

Для выполнения был выбран язык программирование C# и пространство имён System.Threading.

Исходная задача состоит в написании некой функции F(x), которая должна отработать с N наборами входных данных и выдать N соответствующих результатов.

Функция была разбита на 3 подфункции:

F(x) = F3(F2(F1(x)))

F1(x) = x*x

F2(x) = x + 3

F3(x) = x - 10

Было создано 3 потока, отвечающих за каждую ступень.

Описание алгоритма:

Как только какой-либо поток отработал с текущим набором переменных – он передает полученный результат в следующий поток (либо в результирующий буфер памяти если речь идет о последней ступени) и получает новый набор переменных от предыдущего потока (либо не от потока, если речь идет о первой ступени). Передача данных между потоками осуществляется за счет глобальных очередей.

Так как речь идет о элементарных вычислениях, коих достаточно для целей данной лабораторной работы, и достаточно примитивном взаимодействии потоков друг с другом, что и подразумевается в простейшем конвейере - схема алгоритма избыточна, словесного описания, данного выше, достаточно.

Листинг

```
        static void f1()
         {
             int temp = 0;
             for (int i = 0; i < len; i++)
             {
                 temp = input[i] * input[i];
                 lock (locker)
                 {
                     queue1.Enqueue(temp);
                 }
                 Console.WriteLine("1. Взял: " + input[i] + ", положил: " + (temp));
             }
         }

         static void f2()
         {
             int temp;
             while (work)
             {
                 if (queue1.Count != 0)
                 {
                     lock (locker)
                     {
                         temp = queue1.Dequeue();
                         queue2.Enqueue(temp + 3);
                     }
                     Console.WriteLine("\t2. Взял: " + temp + ", положил: " + (temp + 3));
                 }
             }
         }

         static void f3()
         {
             int temp2;
             while (work)
             {
                 if (queue2.Count != 0)
                 {
                     lock (locker)
                     {
                         temp2 = queue2.Dequeue();
                     }
                     output[schetchik] = temp2 - 10;
                     Console.WriteLine("\t\t3. Взял: " + temp2 + ", положил: " +
(output[schetchik]));
                     schetchik++;
                     if (schetchik == len)
                         work = false;
                 }
             }
         }
```

queue1, queue2, queue3 – глобальные очереди типа

input, output – входной/выходной массив

schetchik – глобальная переменная, отвечающая за индексирование выходного массива. При schetchik == len (где len длина входного, и, соответственно, выходного массива) – это будет означать конец работы потоков 2,3.

Реализация

Основное, что стоит отметить по поводу реализации – реализацию доступа к критической зоне, в данном случае это глобальные очереди queue1, queue2, queue3. Проблема является классической проблемой в вопросе взаимодействии потоков и имеет множество решений. В данной реализации была выбрана команда lock, которая при доступе к критической зоне блокирует доступ к ней другим процессам. Естественно это сказывается на производительности.

Т.к. цели исследования скорости работы конвейера не стояло - другие средства синхронизации опробованы не были.

Трудоемкость

В силу необходимости синхронизации, как уже отмечалось выше, теряется скорость работы конвейера.

Если предположить, что t – число операций, выполняемых на ступени (в среднем), то трудоемкость конвейера:

$Fk = N*t$

Трудоемкость последовательной обработки данных:

$Fp = 3*N*t$

Получение точного выражения для трудоемкости конвейера не является возможным, т.к. сценарий, по которому потоки будут выполняться на CPU всегда разный. Поэтому высчитывать точное значение t на каждой ступени для получение точного значения Fp не имеет смысла.

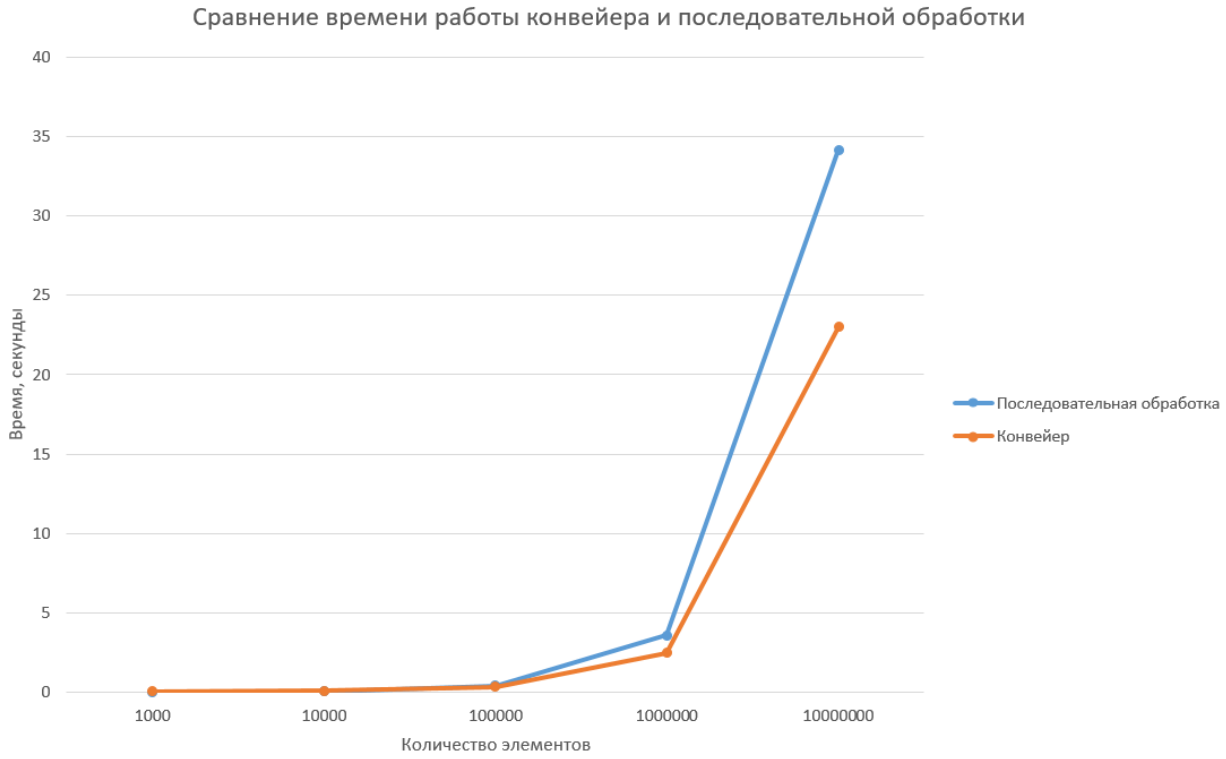
Так же стоит отметить, что количество ядер на ноутбуке, на котором выполнялась лабораторная равно 4.

И при все при этом, действительно ли потоки (в данном случае их 3) выполняются на разных ядрах и достигается ли параллельность – остается на совести методе Thread::Start(), разработчиков Visual Studio и диспетчера Windows.

Временные эксперименты

При функциях F1, F2, F3 последовательная обработка всегда оказывалась быстрее. (На 10.000.000 элементах это было так, дальше я смотреть не стал).

При условии приличного числа вычислений - результаты следующие (они проводятся по той же схеме, т.е. просто измены функции F1, F2, F3)



Замеры проводились с помощью объекта System.Diagnostics.Stopwatch

Вывод

Конвейерные вычисления – один из видов параллелизации программ, который при большом числе вычислений на ступенях - действительно их ускоряет. При том надо учитывать, что конвейерные вычисления невозможны без синхронизации, т.к. потоки, так или иначе, должны передавать друг другу данные – что и замедляет конвейер и делает его неэффективным при малом числе вычислений, проводимых на ступенях.