Министерство образования Российской Федерации
Московский Государственный Технический
Университет им. Н.Э. Баумана

Отчет по лабораторной работе №6
По курсу «Анализ алгоритмов»

Тема: «Конвейерная обработка данных»

Студент: **Горохова И.Б.**
Группа: **ИУ7-51**

Преподаватель: **Волкова Л.Л.**

Москва, 2017

Содержание

Постановка задачи

В ходе лабораторной работы предстоит:

1. реализовать конвейерную обработку данных с помощью потоков;
2. сравнить реализованный конвейер с однопоточной обработкой тех же данных.

Реализация

Для реализации конвейерной обработки с помощью потоков было выделено три этапа, на каждом из которых производится своя операция обработки данных. В первом потоке выполняется первая операция, после чего выходные данные передаются во второй поток для выполнения второй операции. Выходные данные после выполнения третьей операции подаются в третий поток для выполнения третьей операции.

В качестве входных данных выбраны строки, в качестве операций - преобразования над строками.

Для реализации на языке Java были написаны три класса с интерфейсами **Runnable**, каждый из которых в своем потоке выполняет свою операцию, после чего передает данные на следующий этап.

Реализация классов схожа. Однако в класс First на вход подается очередь из исходных данных, а в классы Second и Third на вход подаются пустые очереди. Для очереди использован класс **ConcurrentLinkedQueue** В листингах 1-3 приведена реализация классов First для первого потока, Second для второго потока и Third для третьего потока.

Листинг 1: Класс First

```
1  class First implements Runnable {
2      boolean cancel =false;
3      private ConcurrentLinkedQueue<String> queue;
4      private Second next;
5
6      First(ConcurrentLinkedQueue<String> q) {
7          queue = q;
8      }
9
10     @Override
```

```
11      public void run() {
12          while (!cancel) {
13              String data = queue.poll();
14              if (data != null) {
15                  System.out.println("0: " + data);
16                  data = addInverse(data);
17                  next.enqueue(data);
18                  System.out.println("1: "+ data);
19              }
20              else {
21                  cancel();
22              }
23          }
24      }
25
26      private void cancel() {
27          cancel = true;
28          System.out.println("1: FINISHED");
29      }
30
31      void setNext(Second next) {
32          this.next = next;
33      }
34
35      private String addInverse(String str) {
36          StringBuilder res = new StringBuilder(str);
37          for (int i = str.length()-1; i >= 0; i--)
38              res.append(str.charAt(i));
39          return res.toString();
40      }
41  }
```

Поля класса First:

- cancel - флаг окончания работы потока, который поставится в true, когда очередь из входных данных опустеет;
- queue - очередь, из которой берутся данные (строки) для обработки;
- next - ссылка на следующий этап.

Методы класса First:

- run() - содержит код для потока. Пока очередь не пуста, с помощью *queue.poll*() из очереди берутся данные, производится операция над

ними, далее данные добавляются в очередь ко второму потоку с помощью $next.enqueue(data)$;

- cancel() - ставит флаг cancel в true;
- setNext() - добавляет в next сслыку на следующий этап;
- addInverse() - функция преобразования строки на данном этапе.

Листинг 2: Класс Second

```
class Second implements Runnable {
    boolean cancel = false;
    private ConcurrentLinkedQueue<String> queue = new
       ConcurrentLinkedQueue<String>();
    private First prev;
    private Third next;

    public void run() {
        while (!cancel) {
            String data = queue.poll();
            if (data != null) {
                data = GetEvenLiterals(data);
                next.enqueue(data);
                System.out.println("    2: " + data);

            }
            else {
                cancel();
            }
        }
    }

    void enqueue(String data) {
        queue.offer(data);
    }

    private void cancel() {
        if (prev.cancel) {
            cancel = true;
            System.out.println("    2: FINISHED");
        }
    }

```

```
33      void setPrev(First prev) {
34          this.prev = prev;
35      }
36
37      void setNext(Third next) {
38          this.next = next;
39      }
40
41      private String GetEvenLiterals(String str) {
42          StringBuilder res = new StringBuilder();
43          for (int i = 0; i < str.length(); i+=2) {
44              res.append(str.charAt(i));
45          }
46          return res.toString();
47
48      }
49
50  }
```

Поля класса Second:

- cancel - флаг окончания работы потока, который поставится в true, когда очередь из входных данных опустеет;
- queue - очередь, из которой берутся данные (строки) для обработки;
- next - ссылка на следующий этап;
- prev - ссылка на предыдущий этап.

Методы класса Second:

- run() - содержит код для потока. Пока очередь не пуста, с помощью $queue.poll()$ из очереди берутся данные, производится операция над ними, далее данные добавляются в очередь к третьему потоку с помощью $next.enqueue(data)$;
- enqueue(data) - добавляет data в очередь queue;
- cancel() - ставит флаг cancel в true;
- setNext() - добавляет в next сслыку на следующий этап;
- setPrev() - добавляет в prev ссылку на предыдущий этап;

- getEvenLiterals() - функция преобразования строки на данном этапе.

Листинг 3: Класс Third

```
class Third implements Runnable {
    private boolean cancel = false;
    private ConcurrentLinkedQueue<String> queue = new
       ConcurrentLinkedQueue<String>();
    private Second prev;

    public void run() {
        while (!cancel) {
            String data = queue.poll();
            if (data != null) {
                data = chooseLiterals(data);
                System.out.println("        3: " + data);

            }
            else {
                cancel();
            }
        }
    }

    void enqueue(String data) {
        queue.offer(data);
    }

    private void cancel() {
        if (prev.cancel) {
            cancel = true;
            System.out.println("        3: FINISHED");
        }
    }

    void setPrev(Second prev) {
        this.prev = prev;
    }

    private String chooseLiterals(String str) {
        StringBuilder res = new StringBuilder();
        int len = str.length();
        for (int i = 0; i < len/2; i++) {
```

```
39                 res.append(str.charAt(i));
40                 res.append(str.charAt(len - i - 1));
41             }
42             if (len \% 2 == 1)
43                 res.append(str.charAt((int)(len/2)));
44             return res.toString();
45         }
46
47 }
```

Поля класса Third:

- cancel - флаг окончания работы потока, который поставится в true, когда очередь из входных данных опустеет;
- queue - очередь, из которой берутся данные (строки) для обработки;
- prev - ссылка на предыдущий этап.

Методы класса Third:

- run() - содержит код для потока. Пока очередь не пуста, с помощью $queue.poll()$ из очереди берутся данные, производится операция над ними; $next.enqueue(data)$;
- enqueue(data) - добавляет data в очередь queue;
- cancel() - ставит флаг cancel в true;
- setPrev() - добавляет в prev ссылку на предыдущий этап;
- chooseLiterals() - функция преобразования строки на данном этапе.

Количество этапов (потоков) не ограничено и увеличивается путём добавления нового класса со схожей реализацией.
Данные и операции над ними так же могут быть любыми.

В листинге 4 представлен код функции main:

```
1     ConcurrentLinkedQueue<String> queue = new
          ConcurrentLinkedQueue<String>();
2     FillQueue(queue);
3     First step1 = new First(queue);
4     Second step2 = new Second();
5     Third step3 = new Third();
6     step1.setNext(step2);
```

```
7       step2.setPrev(step1);
8       step2.setNext(step3);
9       step3.setPrev(step2);
10      Thread th1 = new Thread(step1);
11      Thread th2 = new Thread(step2);
12      Thread th3 = new Thread(step3);
13      th1.start();
14      th2.start();
15      th3.start();
16      try {
17          th1.join();
18          th2.join();
19          th3.join();
20      } catch (InterruptedException e) {
21          e.printStackTrace();
22      }
```

Строки 1-2: создание и наполнение очереди исходными данными;
Строки 3-9: инициализация этапов First, Second, Third;
Строки 10-15: создание и запуск потоков для этапов First, Second, Third;
Строки 16-22: ожидание окончания работы потоков.

Этапы обработки строки

На первом этапе, выполняющемся в первом потоке, проводится конкатенация исходной строки с инверсивной исходной строкой. На втором этапе, выполняющемся на втором потоке, производится выборка букв на четных позициях и получение из них новой строки. На третьем этапе, выполняющемся на третьем потоке, производится выборка букв в порядке первая-последняя-вторая-предпоследняя... и образование из них новой строки. Пример работы представлен в Таблице 1.

Таблица 1. Преобразования строк.

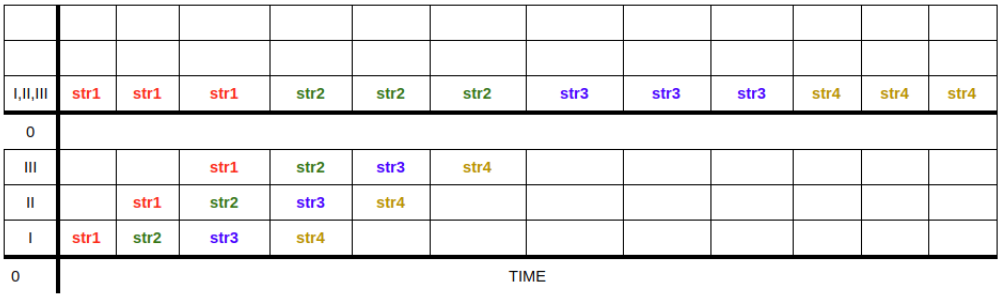
Входная строка	1 этап	2 этап	3 этап
слово	словооволс	соовл	слово
буква	буквааквуб	бкаву	буква
символ	символловмис	смолви	символ

Пример работы программы

```
0: мишень                                   //строка1
1: мишенььнешим                             //строка1 этап1
0: пуля                                     //строка2
1: пуляялуп                                 //строка2 этап1
        2: мшньеи                           //строка1 этап2
                3: мишень                   //строка1 этап3
0: соревнование                             //строка3
1: соревнованиееинавонверос                 //строка3 этап1
0: алгоритм                                 //строка4
1: алгоритммтирогла                         //строка4 этап1
        2: пляу                             //строка2 этап2
                3: пуля                     //строка2 этап3
0: коррозия                                 //строка5
1: коррозиияизоррок                         //строка5 этап1
        2: срвоаиенвнео                     //строка3 этап2
                3: соревнование             //строка3 этап3
        2: агртмиол                         //строка4 этап2
                3: алгоритм                 //строка4 этап3
1: FINISHED
        2: кроиязро                         //строка5 этап2
                3: коррозия                 //строка5 этап3
                3: FINISHED
        2: FINISHED
```

Конвейер

На нижней части изображения 1 показан принцип работы трехэтапного конвейера. Идея этого конвейера заключается в параллельном выполнении операции в трех потоках: Как только первый поток заканчивает работать с данными, он отдает их в следующий поток, а сам проделывает свою работу с новыми данными. В это же время во втором потоке обрабатываются данные, полученные из первого потока. Аналогично выполняется передача данных и в третий поток.
На верхей части изображения 1 показано распределение времени на работу с каждой строкой при условии, что три операции будет выполнять один поток (без использования распараллеливания).



Изображение 1. Конвейер на трех потоках.

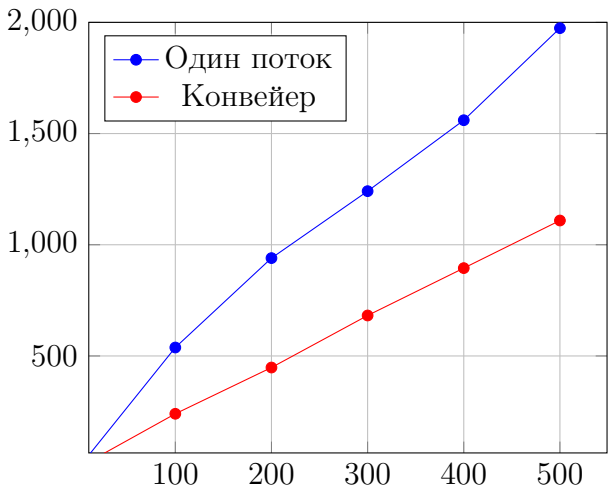
Если принять, что каждая операция выполняется за время t, то для выполнения операций над N строками с помощью одного потока потребуется
$F(N) = N * 3t$, а для выполнения операций над N строками с помощью конвейера потребуется
$F(N) = (N + 2)t$

Эксперимент

В качестве эксперимента были произведены замеры времени работы конвейера на очереди из 100, 200, 300, 400 и 500 строк. Также было замерено время на обработку очередей из этих же строк с помощью одного потока, выполняющего три этапа обработки последовательно. Результаты замеров приведены в таблице 2 и на графике 1 (по оси абсцисс - количество строк, по оси ординат - время в миллисекундах).

Таблица 2. Результаты замеров времени.

Количество строк в очереди	Время работы в одном потоке (мсек)	Время работы конвейера (мсек)
100	538	240
200	940	448
300	1241	682
400	1560	895
500	1974	1109



Изображение 2. Временной график.

Выводы из эксперимента

В результате эксперимента была подтверждена эффективность использования конвейера перед однопоточной обработкой данных. В результате теоретической оценки было выведено, что использование конвейера на трех потоках при больших входных данных должно давать приемущество в три раза, однако экспериментальные замеры показали, что конвейер эффективнее примерно в 2 раза. Это происходит из-за того, что на каждом этапе обработка данных занимает неодинаковое время.

Заключение

В ходе лабораторной работы я реализовала конвейерную обработку данных с помощью потоков на языке программирования Java и сравнила реализованный конвейер с однопоточной обработкой тех же данных.