Лекция 5. Концепции потока

Преподаватели:
Арчакова С.А., Шубин А.А.

Вопросы, рассматриваемые на данной лекции

- Определение потока;
- Асинхронное параллельное выполнение;
- Семафоры;
- Мониторы

Определение потока

- Поток (thread) — логический объект, описывающий последовательность независимо выполняемых программных инструкций внутри процесса. Потоки позволяют воспользоваться преимуществами параллельного выполнения операций в рамках процесса. Каждый процесс имеет как минимум один поток выполнения.
- Многопоточность (multithreading) — технология, позволяющая
включать в состав процесса несколько работающих потоков для
выполнения параллельных операций, возможно даже одновременно (для многопроцессорных / многоядерных систем).

Определение потока

Элементы процесса

Совместно используемые всеми потоками процесса	Индивидуальные для каждого потока процесса
Адресное пространство; Родительский процесс; Дочерние процессы; Открытые файлы; Необработанные аварийные сигналы; Сигналы и их обработчики; Информация об использовании ресурсов	Состояние (готов, выполняется, блокирован); Программный счетчик; Контекст выполнения; Стек процедур потока

Определение потока

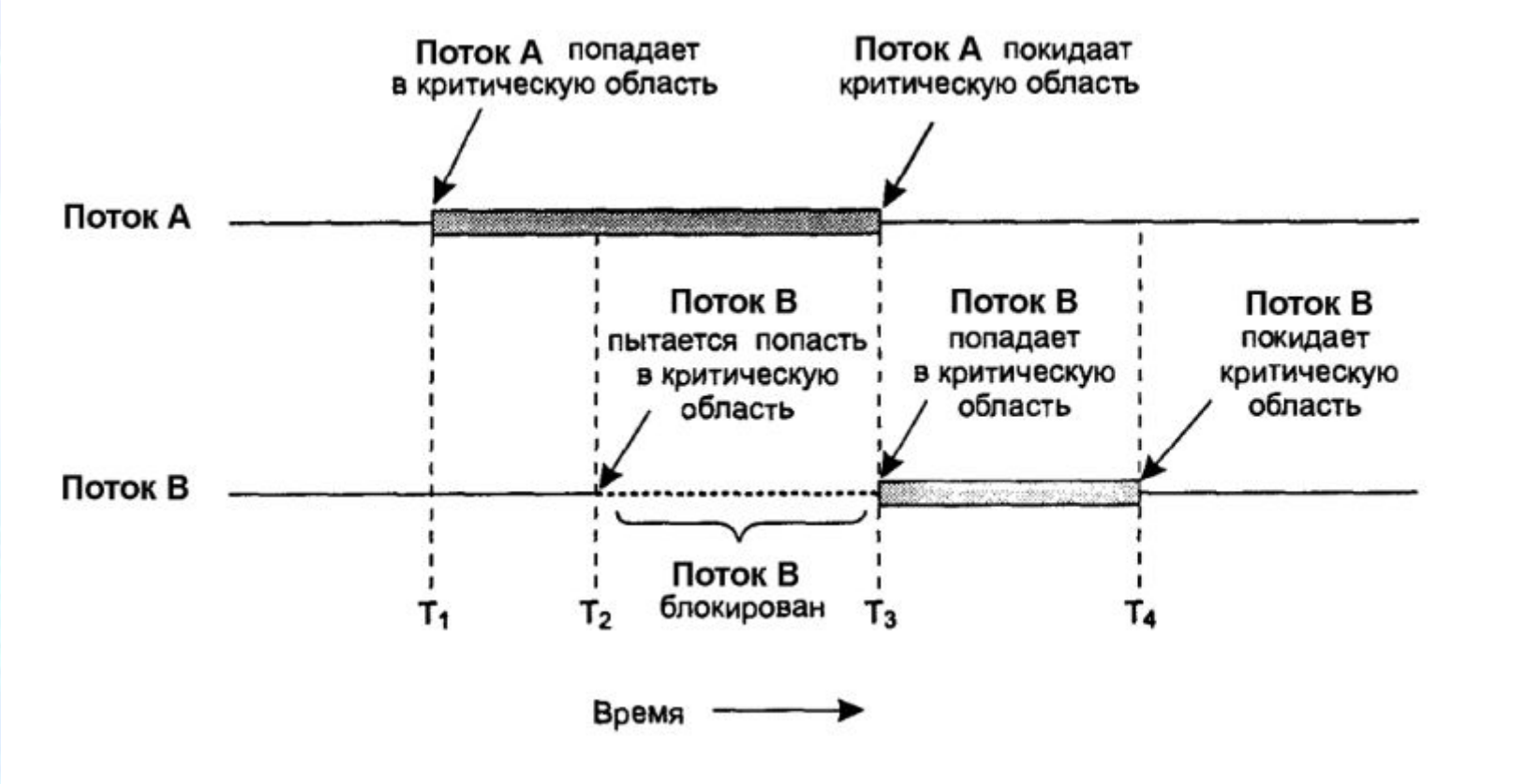
Мотивы использования потоков

- Архитектура системы программирования обеспечивает написание фрагментов кода, которые должны выполняться параллельно;
- Производительность многопроцессорных / многоядерных систем;
- Взаимодействие потоков через общее адресное пространство

Асинхронное параллельное выполнение

- Асинхронные параллельные потоки (asynchronous concurrent threads) - потоки, которые существуют в системе одновременно и выполняются независимо друг от друга, но периодически должны синхронизироваться и взаимодействовать.
- Критический участок (critical section, критическая область) - фрагмент кода, выполняющий операции над разделяемым ресурсом (например, запись значения в разделяемую переменную). Чтобы добиться корректной работы программы, в своем критическом участке в любой момент времени должен находиться только один поток.
- Взаимоисключение (mutual exclusion) - ограничение, в соответствии с которым выполнение одного потока внутри своего критического участка исключает выполнение других потоков внутри своих критических участков. Взаимоисключение жизненно важно для обеспечения корректной работы нескольких потоков, обращающихся к одним и тем же разделяемым данным для их модификации.

Асинхронное параллельное выполнение



На рисунке показано взаимоисключение с использованием критических участков

Асинхронное параллельное выполнение

Пример: необходимость взаимоисключения.

Пусть потоки A и B счетчики, использующие общую глобальную переменную *count*.

Рассмотрим следующую последовательность событий:

1) поток A считывает в регистр R значение переменной count=n: R=n;

2) поток A увеличивает в регистре R значение на единицу: R=n+1;

3) по истечении кванта времени процессор передается потоку B;

4) поток B увеличивает значение переменной count на единицу: count=n+1;

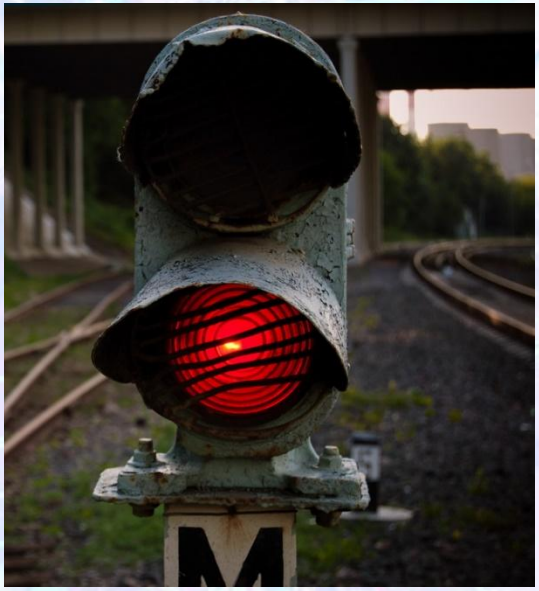
5) процессор возвращается потоку A;

6) поток A сохраняет значение n+1 из регистра R в переменную count: count=n+1.

В результате, переменная count имеет значение n+1, а при корректной работе потоков A и B, должно быть: count=n+2.

Семафоры

- Двоичный семафор (binary semaphore) – абстракция, используемая при реализации взаимоисключения, в которой применяются две атомарные операции (P и V) для доступа к защищенной переменной S, определяющей, могут ли потоки входить в свои критические участки (S=1 – могут, S=0 – нет).



Семафоры

- Защищенная переменная S (protected variable S) - бинарное значение S, в котором хранится состояние семафора. Опросить либо изменить это значение можно только с помощью атомарных операций P и V. При создании семафора S присваивается значение 1.

- Атомарная операция (atomic operation) - операция непрерывно выполняемая от начала до конца.

Семафоры

- Операция P (операция ожидания) - одна из двух операций, позволяющих менять значение семафора S. Если S=0, то операция P блокирует вызывающий поток. Если S>0, то операция P уменьшит значение S на единицу и позволит вызывающему потоку продолжить работу;

- Операция V (операция оповещения) - одна из двух операций, позволяющих менять значение семафора S. Если у данного семафора есть заблокированные потоки, операция V будит один из них и увеличивает значение S на единицу, если заблокированных потоков нет, то просто увеличивает значение S на единицу.

Семафоры

- Считающий семафор (counting semaphore) - семафор, в котором переменная S целочисленная и может принимать значения больше 1. Считающие семафоры применяются, когда необходимо выделить ресурс из пула идентичных ресурсов.

Считающий семафор

• При создании считающего семафора, переменной S присваивается значение числа n ресурсов в пуле;
• Каждая операция P уменьшает значение S на единицу, показывая, что некоторому потоку выделен один ресурс из пула;
• Каждая операция V увеличивает значение S на единицу, показывая, что поток возвратил один ресурс в пул.

Мониторы

- Монитор (monitor) - конструкция параллельного программирования, которая содержит как данные, так и процедуры, необходимые для управления взаимоисключением при распределении общего ресурса или пула идентичных ресурсов.

Монитор

• Потоки, обращающиеся к монитору, не знают какие данные находятся внутри монитора и не имеют к ним доступа;
• В каждый момент времени в мониторе может находиться только один поток.

Мониторы

- Переменная–условие (condition–variable) - переменная, которой соответствует очередь потоков, ожидающих входа в монитор, в случае, если распределяемый ресурс занят.

Переменная–условие

• Если потоку необходимо дождаться переменной–условия в тот момент, когда он находится внутри монитора, он выходит из монитора и попадает в очередь ожидания переменной–условия
• Потоки пребывают в этой очереди до тех пор, пока не получат оповещения от других потоков

Мониторы

```
1  // Resource allocator monitor
2
3  // monitor initialization (performed only once)
4  boolean inUse = false; // simple state variable
5  Condition available; // condition variable
6
7  // request resource
8  monitorEntry void getResource()
9  {
10    if ( inUse ) // is resource in use?
11    {
12       wait( available ); // wait until available is signaled
13    } // end if
14
15    inUse = true; // indicate resource is now in use
16
17 } // end getResource
18
19 // return resource
20 monitorEntry void returnResource()
21 {
22    inUse = false; // indicate resource is not in use
23    signal( available ); // signal a waiting thread to proceed
24
25 } // end returnResource
```

Простейший монитор на псевдокоде. Здесь *getResource()* – аналог операции ожидания P, а *returnResource()* – аналог операции оповещения V

Мониторы

- *wait(conditionVariable)* - процедура монитора, которую поток использует в случае, если ресурс занят; выдав команду ожидания поток выходит из монитора и попадает в очередь.

- *signal(conditionVariable)* - процедура монитора, используя которую поток оповещает другие потоки о том, что ресурс свободен и выходит из монитора; первый поток, ожидающий в очереди, получив сигнал, может выйти из очереди и войти в монитор.