Модуль 2. Объектно-ориентированное программирование

Тема 2.10. Параллелизм и синхронизация. Потоки

4 часа

Оглавление

2.10. Параллелизм и синхронизация. Потоки

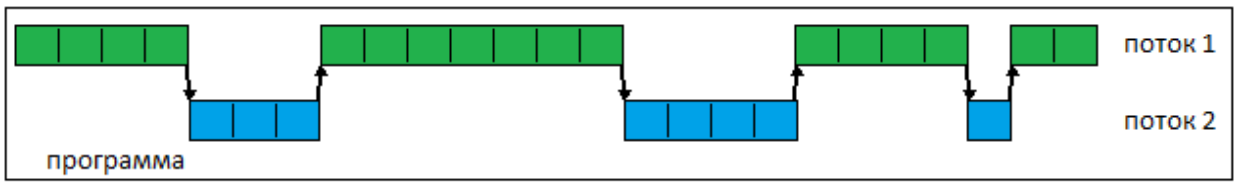
2.10.1 Общие понятия

С постоянным повышением сложности задач повышается и требование к вычислительным способностям (мощностям) компьютеров. Компьютерные технологии постоянно совершенствуются, и одним из требованием к производству вычислительных систем является соблюдение закона Гордона Мура (основателя корпорации Intel), в соответствии с которым «производительность вычислительных систем должна удваиваться каждые 18 месяцев». Это способствовало появлению многоядерных процессоров. Если когда то многоядерность была не распространена среди персональных компьютеров, а использовалась для специализированных задач, то на сей день даже мобильные устройства содержат в себе многоядерные процессоры (2-х,4-х ядерные), а компьютерные процессоры насчитывают десятки ядер.

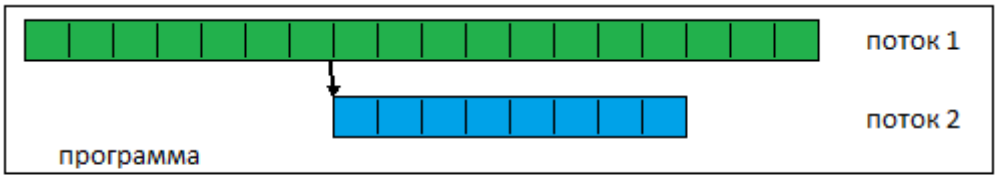
С приходом многоядерности появилось понятие параллелизма – одновременного выполнения нескольких вычислений. До этого все задачи процессор выполнял последовательно. Конечно и при одноядерных процессорах можно было просматривать сайты в браузере, слушать музыкальный плеер и в это время копировать файлы на флешку, и для пользователя всё это выглядело как одновременное (параллельное) выполнение, но на самом над этими процессами работал всего один процессор. Для того, чтобы создать видимость параллельного выполнения, процессы (программы) разделялись на **потоки.** Процессор поочередно выполнял потоки из разных процессов, таким образом создавалось впечатление параллелизма, это называется – псевдопараллелизмом.

Давайте разбираться дальше, что же такое поток?

Поток можно представить как последовательность команд программы, которая претендует на использование процессора вычислительной системы для своего выполнения. Потоки одной и той же программы работают в общем адресном пространстве и, тем самым, разделяют (совместно используют) данные программы.



в каждый момент времени выполняется один поток (псевдопараллелизм)



параллельное выполнение потоков

Разработка многопоточных программ непростой процесс. При планировании многопоточной программы оптимальным вариантом является разделение задачи на потоки, число которых равно количеству процессоров. Если сделать много потоков, то это не ускорит выполнение программы, а затормозит её, потому что переключение между потоками требует некоторого дополнительного времени.

Дополнительно разработка усложняется рисками нарушения целостности данных. Зачастую потоки нуждаются в одних и тех же ресурсах, при параллельном изменении этих ресурсов могут возникнуть ошибки. Например, два потока должны записать данные в файл, если они попытаются сделать это одновременно, то в итоге получим совершенно непредсказуемый результат. Чтобы этого не произошло потоки нужно **синхронизировать**. Пока над записью в файл работает первый поток, второй поток должен ожидать своей очереди.

К примеру, во многих приложениях приходится подгружать какой-либо контент из интернета. Когда происходит загрузка, пользователь должен продолжать взаимодействовать с UI (User Interface). Для организации параллельного потока в Android существует класс ***AsyncTask***. Его задача состоит в том, чтобы выполнять задачи в фоновом потоке, параллельно с UI.

Рассмотрим некоторые методы класса AsyncTask

Метод (public)	**Описание**
execute()	Выполняет задачу
Метод (protected)	**Описание**
doInBackground ()	В этом методе описываются команды, которые нужно выполнить в фоновом потоке
onPreExecute ()	Метод запускается перед методом doInBackground()
onPostExecute ()	Метод запускается после метода doInBackground()

Ниже приведен небольшой пример с применение AsyncTask. В примере используется задержка времени в качестве имитации, к примеру, загрузки файла из интернета. На layout располагается TextView для вывода состояния задачи и CheckBox для демонстрации, что UI непрерывно доступен пользователю.

```
<RelativeLayout xmlns:android=»http://schemas.android.com/apk/res/android"
        xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
```

```
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        tools:context="${relativePackage}.${activityClass}" >

        <TextView
           android:id="@+id/textView1"
           android:layout_width="wrap_content"
           android:layout_height="wrap_content"
           android:text="текст" />

        <CheckBox
           android:id="@+id/checkBox1"
           android:layout_width="wrap_content"
           android:layout_height="wrap_content"
           android:layout_alignParentRight="true"
           android:layout_alignParentTop="true"
           android:text="Интерфейс" />

</RelativeLayout>
```

В классе MainActivity нужно поместить следующий код

```
public class MainActivity extends Activity {

        TextView progress;
        MyTask task; // объект задачи

        @Override
        protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
           super.onCreate(savedInstanceState);
           setContentView(R.layout.activity_main);
           progress = (TextView)findViewById(R.id.TextView1);
           task = new MyTask();
           task.execute();
        }

        public class MyTask extends AsyncTask <Void, Void, Void> {
            @Override
             protected void onPreExecute() {
              super.onPreExecute();
              progress.setText("Begin");
             }

                  @Override
                  protected Void doInBackground(Void... arg0) {
                  try {
                        TimeUnit.SECONDS.sleep(10);
```

```
                    } catch (InterruptedException e) {
                      e.printStackTrace();
                    }
                    return null;
                }
                @Override
                  protected void onPostExecute(Void result) {
                    super.onPostExecute(result);
                    progress.setText("End");
                  }

        }
}
```

Метод объекта AsyncTask может быть вызван только внутри UI потока. Если создать еще один объект задачи и выполнить для неё метод execute во время выполнения первой будут работать две задачи, такого допускать нельзя.

При повороте экрана в приложении во время выполнения задачи AsyncTask будет создана новая задача, которая начнет выполняться заново, но старая задача, также продолжит свое выполнение. Это произойдет из-за того, что Android при повороте экрана создает новое Activity и метод onCreate будет вызван заново.

2.10.2 Альтернативные способы создания потокового класса

Существует 2 варианта создания параллельной программы на Java. Можно создать объект, наследуемые от класса Thread, переопределив в нем метод run(), также можно создать объекты реализующие интерфейс Runnable.

Ознакомиться со всеми конструкторами и методами класса Thread можно на официальном сайте

https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/lang/Thread.html

Ниже рассмотрен вариант реализации класса *Thread*

```
public class MainActivity extends Activity {

        TextView text;
        String s = "";

        @Override
        protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_list_item);
```

```
        text = (TextView) findViewById(R.id.text1);

        AnotherThread t = new AnotherThread();//создание потока
        t.start();//запуск потока
        for (int i = 0; i < 10; i++) {
          try{
             Thread.sleep(1000);              //Приостанавливает поток на 1 секунду
           } catch(InterruptedException e){}
                s = s + "1";
                text.setText(s);
        }
        }

        class AnotherThread extends Thread {
                  @Override
                  public void run() {
                        for (int i = 0; i < 10; i++) {
                           try{
                              Thread.sleep(1000);              //Приостанавливает поток на 1 секунду
                            } catch(InterruptedException e){}
                        s = s + "2";
                        text.setText(s);
                }
             }
        }
}
```

Приостановка потока нужна для того, чтобы четче отследить параллельность выполняемых потоков, цикл из 10 итераций выполнится моментально и скорее всего в текстовом поле выведутся сначала единицы, потом двойки. После запуска метода start() свою работу начал второй поток, а именно запустился метод run(). При реализации класса, наследуемого от Thread, теряется возможность наследования от других классов. Это связанно с тем, что в Java запрещенно множественное наследование классов (через extends), т.е. невозможна ситуация когда класс является потомком нескольких родительских классов.

Второй вариант создания нового потока через реализацию интерфейса Runnable. Интерфейс Runnable содержит один единственный метод run(). Конструкторы класса Thread могут взаимодействовать с этим интерфейсов, один из конструкторов Thread(Runnable target).

```
public class MainActivity extends Activity {

       TextView text;
       String s = "";

       @Override
       protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
              super.onCreate(savedInstanceState);
              setContentView(R.layout.activity_list_item);
```

```
            text = (TextView) findViewById(R.id.text1);
            Thread t = new Thread(new Runnable() {

                  @Override
                  public void run() {
                        for (int i = 0; i < 10; i++) {
                              try {
                                    Thread.sleep(1000);
                              } catch (InterruptedException e) {
                              }
                              s = s + "2";
                              text.setText(s);
                        }
                  }
            });
            t.start();
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                  try {
                        Thread.sleep(1000);
                  } catch (InterruptedException e) {
                  }
                  s = s + "1";
                  text.setText(s);
            }
      }
}
```

Класс также может реализовывать интерфейс Runnable. В конструктор Thread нужно передать объект этого класса. Использование интерфейса Runnable лучше использовать, когда не нужно наследовать от класса Thread ничего лишнего, а только реализовать метод run(). Также если ваш класс для потока должен наследоваться от другого класса, не являющимся потомком Thread, то использование Runnable - ваш случай.

2.10.3 Реализация логики потока

Итак, при создании нового потока, мы переопределяем метод **run()**. В нем размещается код, который нужно выполнить в новом потоке. Поток начинает свою работу с этого метода и заканчивает своё выполнение по окончанию метода. В этом методе должна быть реализована логика потока.

Метод **start()** запускает новый поток и вызывает метод run(). В таком случае мы получим **асинхронные потоки**, это значит, что мы не знаем заранее в какой последовательности будут выполняться потоки. Если мы попытаемся вызвать метод run() для объекта самостоятельно, то мы получим обычный синхронный вызов функции, то есть управление к потоку, из которого мы сделали вызов, вернется только после завершения метода run().

2.10.4 Синхронизация потоков

Использование асинхронных потоков может привести к ошибочному выполнению.

Рассмотрим пример, есть общий баланс **money = 100** и два пользователя, которые захотели снять определенное количество средств с баланса **amount1 = 80** и **amount2 = 90**. Существует функция для проведения этой операции, в которой указано, что если пользователь пытается снять сумму, которая больше баланса, то операция выполнена не будет. При использовании асинхронных потоков возможна такая ситуация, что проверка на возможность снятия средств с баланса пройдет одновременно и при текущем значении баланса в обоих случаях провести операцию снятия будет разрешено. В итоге мы можем получить непредсказуемый результат, баланс может уйти в минус, хотя разработчик был уверен, что обезопасил себя от этого.

Шаги	Процесс 1	Процесс 2	Переменная
0	money – amount1 > 0	money – amount2 > 0	money == 100
1	money -= amount2		
2		money -= amount2	
3			money == -70

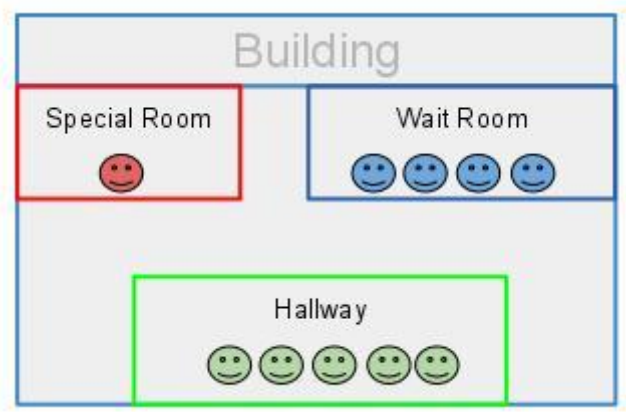
Для разрешения таких проблем в Java используется синхронизация. Механизм синхронизации основывается на концепции монитора.

Монитор - это объект специального назначения, в котором применен принцип взаимного исключения. Во время выполнения программы монитор допускает лишь поочередное выполнение процедуры,находящейся под его контролем.

У каждого объекта в *Java* имеется **свой собственный** неявный монитор. Когда метод типа synchronized вызывается для объекта, происходит обращение к монитору объекта чтобы определить, выполняет ли в данный момент какой-либо другой поток метод типа synchronized для данного объекта. Если нет, то текущий поток получает разрешение войти в монитор. Вход в монитор называется также *блокировкой*(*locking*) монитора. Если при этом другой поток уже вошел в монитор, то текущий поток должен ожидать до тех пор, пока другой поток не покинет монитор. Таким образом монитор *Java* вводит поочередность в параллельную обработку.

Также монитор можно представить как здание, в котором есть специальная комната. В этой комнате в каждый момент времени может находиться только один посетитель (поток). В этой комнтае могут быть данные и операторы.

Если посетитель хочет занять эту комнату, то он должен вначале войти в прихожую (точка входа) и дождаться своей очереди. Администратор по своим критериям выбирает посетителя и разрешает войти в комнату пока она пуста. Если посетитель в специальной комнате по каким-то причинам заснул, то администратор перемещает его в комнату заснувших (Wait Room), чтобы они позже вновь смогли войти в специальную комнату (wait-потоки будут рассмотрены позже).



Объявление метода synchronized не подразумевает, что только один поток может одновременно выполнять этот метод. Имеется ввиду, что в любой момент времени только один поток может вызвать этот метод(или любой другой метод типа synchronized) для **конкретного объекта**. Таким образом, мониторы *Java* связаны с объектами, но не с блоками кода. Два потока могут параллельно выполнять один и тот же метод типа *synchronized* при условии, что этот метод вызван для разных объектов.

Мониторы не являются объектами языка *Java*,у них нет атрибутов или методов. Доступ к мониторам возможен на уровне собственного кода*JVM*.

Модификатор synchronized может быть применим для:

- метода экземпляра класса
- блока, синхронизированного на экземпляре класса

В следующем примере рассмотрена синхронизация внутри блока. В такой конструкции следует указывать объект, одновременный доступ к которому должен быть заблокирован.

```
public class MainActivity extends Activity {

	TextView text;
	String s = "";
	A a = new A();

	class A {
		public int count = 0;

		public void inc() {
			this.count++;
		}
	}

	@Override
	protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
		super.onCreate(savedInstanceState);
		setContentView(R.layout.activity_list_item);
		text = (TextView) findViewById(R.id.text1);
		Thread t = new Thread(new Runnable() {
```

```
                @Override
                public void run() {
                        synchronized (a) {
                                while (a.count < 5) {
                                        try {
                                                Thread.sleep(1000);
                                        } catch (InterruptedException e) {
                                        }
                                        a.inc();
                                        s = s + a.count;
                                        text.setText(s);
                                }
                        }
                }

        });
        t.start();
        synchronized (a) {
                while (a.count < 5) {
                        try {
                                Thread.sleep(1000);
                        } catch (InterruptedException e) {
                        }
                        a.inc();
                        s = s + a.count;
                        text.setText(s);
                }
        }
    }
}
```

Попробуйте воспроизвести данный пример с синхронизацией и без неё. Скорее всего результат будет различным.

Применять блочную синхронизацию удобно, когда нужно синхронизировать не весь метод целиком. Например, вам нужно обеспечить чтение/изменение массива из разных потоков. Также если разработчик не имеет доступа к какому-либо методу, потому что не он его разработал. Тогда можно поместить вызов такого метода внутрь блока с синхронизацией.

У объектов также существуют несколько методов для организации работы потоков. Данные методы можно применять только внутри блока synchronized к блокирующемуся объекту.

wait()	Вызывается внутри синхронизированного блока или метода, останавливает выполнение текущего потока и высвобождает захваченный им объект.
notify()	Метод также может быть вызван только внутри синхронизированного блока.

	Возвращает блокировку объекта потоку, из которого был вызван метод wait(). Если их несколько, то поток выбирается случайно.
notifyAll()	Пробуждает все потоки, из которых был запущен метод wait() для данного объекта.

Также существует метод join() применяемый к потоку. Этот метод ожидает завершение потока для которого он вызван. В параметрах метода join() можно указать максимальное время ожидания.

Метод wait останавливает выполнение текущего потока, пока не будут вызваны notify или notifyAll. Т.к. пробудиться поток может по разным причинам (notify предназначался другому wait, был вызван notifyAll и т.д.), то поток останавливают с определенным условием. Но условие остановки должно регулироваться другим потоком и для потокобезопасного изменения данных как раз и нужны синхронизации. Если synchronized не будет прописан, то будет выброшено исключение `IllegalMonitorStateException.`

```
class MyHouse {
    private boolean pizzaArrived = false;

    public void eatPizza(){
        synchronized(this){
            while(!pizzaArrived){
                try {
                    wait();
                } catch (InterruptedException e) {}
            }
        }
        System.out.println("yumyum..");
    }

    public void pizzaGuy(){
        synchronized(this){
             pizzaArrived = true;
             notifyAll();
        }
    }
}
```

Здесь поток, желающий поесть пиццу (метод eatPizza), будет вынужден ждать разносчика пиццы из другого потока (метод pizzaGuy), пока он не принесет ее и не оповестит об этом.

Может показаться, что ждущий пиццу заблокирует объект MyHouse (блок synchronized) и разносчик пиццы не сможет к нему, т.к. ему требуется тоже блокировка. Но это не так. При вызове wait поток отпускает блокировку. Если кто-то вызовет notify (notifyAll), то поток пробуждается, вновь захватывает блокировку и продолжает выполнение после команды wait.

2.10.5 Блокировки

Существует понятие **мертвой (взаимной) блокировки** (deadlock). Ситуация, когда потоки находятся в бесконечном ожидании ресурсов. Рассмотрим причину ее возникновения.

Например, есть два потока. И первому, и второму потоку нужны объекты **a** и **b**. Возможно такое, что первый поток сперва заблокирует, к примеру объект **a**, в это время второй поток заблокирует объект **b**. В итоге первый поток не сможет начать выполнения, пока не получит объект **b**, а второй поток уже не сможет его освободить, так как ничего не может сделать, пока не получит объект **a**. Таким образом возникнет состояние взаимной блокировки(deadlock). Потоки будут ждать нужных ресурсов бесконечно.

Шаг	**Поток 1**	**Поток 2**
0	Блокировка объекта a	Блокировка объекта b
1	Ожидание объекта b	Ожидание объекта a
2	deadlock	deadlock

В данном примере вероятность блокировки мала, но если представить, что в этом участвует гораздо больше потоков и ресурсов, то блокировка вполне вероятна.

Упражнение 2.10.1

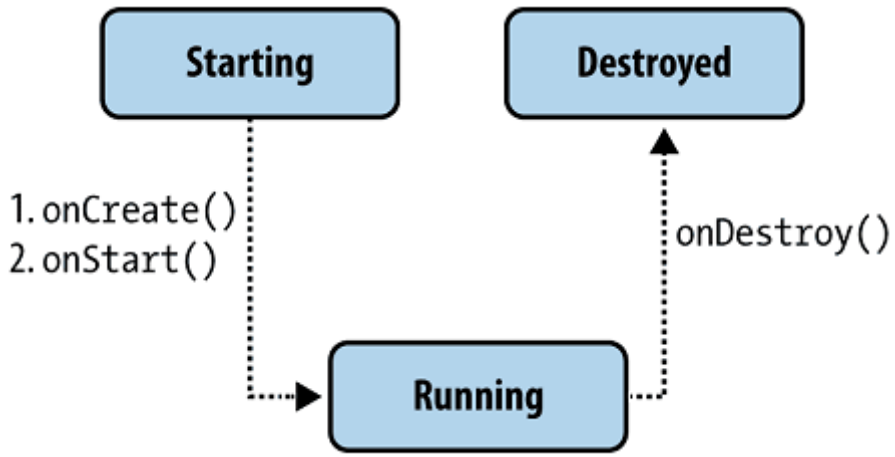
Разобрать пример программы, совершающей загрузку картинки из интернета и устанавливающей ее на экран.

2.10.6 Другой тип Android-приложений - сервисы

В Android существует специальный класс service, который позволяет запускать, проводить какие-либо процессы, когда приложение неактивно, то есть свернуто или закрыто. Далее будем называть исполнение класса service службой. Службы необходимы в приложениях, которые должны работать не только во время входа пользователя, но и в фоновом режиме. Например почтовые службы или месенжеры используют службы, чтобы после того как появляются новые сообщения, выводить пользователю уведомления о них.

У служб достаточно высокий приоритет, Android пытается сохранить их в работающем состоянии. ОС может пожертвовать службой, если будет не хватать памяти для используемой Activity. Если это случается, то позже система перезапускает службу.

Службы имеют свой жизненный цикл, чем то похожим на жизненный цикл Activity.



Запуск службы из приложения осуществляется с помощью метода Context.startService(Intent service), остановка - Context.stopService(Intent service). Службу также можно запустить методом Context.bindService.

При запуске службы, то есть при вызове метода startService() запускается метод onCreate(), затем метод onStartCommand (до API 6 метод назывался onStart()). Если запуск будет произведен повторно, то запустится только метод onStartCommand(). При завершение работы службы выполняется метод onDestroy(). Когда служба выполнила все нужные действия её можно остановить вызвав метод stopSelf().

После создания службы её также необходимо занести в файл манифеста приложения. Атрибуты службы описываются в тэге <service>. Атрибуты позволяют разрешить доступ к службе из других приложений, также разрешить доступ только из своего приложения.

```
<application
        <service
        android:name=".MainActivity"
        </service>
        </application>
```

В Android существует ряд системных служб, которые можно использовать в своих приложениях, вот некоторые из них:

- ACTIVITY_SERVICE - служба для управления активностями
- POWER_SERVICE- служба для управления энергопотреблением
- SENSOR_SERVICE - служба для доступа к датчикам
- SENSOR_SERVICE - SensorManager для работы с сенсорами устройства;
- LOCATION_SERVICE - LocationManager для управление отслеживанием текущего местоположения;
- WALLPAPER_SERVICE - com.android.server.WallpaperService для работы с обоями.

Задание 2.10.1

Модифицируйте программу из упражнения так, чтобы в случае ошибки происходило несколько попыток скачивания картинки из интернета.

Благодарности

Компания Samsung Electronics выражает благодарность за участие в подготовке данного материала преподавателю IT ШКОЛЫ SAMSUNG Вихрову Виктору Андреевичу.