Android – Eine Einführung

Tasks & Threads

Andreas Wilhelm

Institut für Informatik
Georg-August-Universität Göttingen

www.avedo.net

Überblick

- Applikation läuft in einem einzigen Thread (Main- oder UI-Thread)
- Main-Thread verarbeitet Events und verwaltet Benutzeroberfläche
- Größere Operationen im Main-Thread blockieren diesen
- Falls Main-Thread länger als fünf Sekunden blockiert zeigt Android ANR-Dialog (Application Not Responding)
- Android Grafik-Toolkit eintrittsinvariant $\rightarrow$ Komponente kann nicht aus verschiedenen Threads verwendet werden
  $\rightarrow$ Änderungen an der grafischen Oberfläche nur im Main-Thread

Zwei Regeln sind im Zusammenhang mit Threads wichtig:

1. Länger andauernde Operationen sollten in Threads ausgelagert werden.
2. Änderungen an der grafischen Oberfläche sollte nur der Main-Thread vornehmen.

Klassen

- Android verbindet Java-Concurrent-API (*java.util.concurrent*) mit Eigenimplementationen (*android.os*)
- Einfache Konstrukte für Nebenläufigkeit *Threads* und *AsyncTasks*
- Kommunikation mit Main-Thread über *Handler*
- Zeitlich festgelegte oder periodische Ausführung mit *Timer* und *ScheduledThreadPoolExecutor*

Überblick

- Verwendung von Java Threads (*java.lang.Thread*)
- Zwei Möglichkeiten Threads zu nutzen:
  1. Ableiten von Thread und Überschreiben der *run()* Methode
  2. Übergabe eines *Runnables* beim Erstellen
- Problem: Aktualisieren der grafischen Oberfläche:
  1. *Activity.runOnUiThread(Runnable)* führt Runnable im Main-Thread aus
  2. Methoden *post(Runnable)* und *postDelayed(Runnable, long)* delegieren Operation direkt an betreffendes View
  3. Verwendung eines Handlers

Implementierung

```
public void onSyncClicked(View v) {
   new Thread(
      new Runnable() {
         public void run() {
            final Drawable pic = fetchOneImage(resourcePath, localPath);
            iview.post(
               new Runnable() {
                  public void run() {
                     iview.setDrawable(pic);
                  }
               }
            );
         }
      }
   ).start();
}
```

Listing : Download im Thread

Probleme mit Threads

- Applikationen laufen in einem Thread
- Blockierter Main-Thread führt zu Anzeige von ANR-Dialog
- Android Grafik-Toolkit eintrittsinvariant
- Kommunikation zwischen dem betreffenden Thread und dem Main-Thread nötig

Überblick

- Handler ermöglicht Kommunikation mit anderen Threads
- Handler wird mit genau einem Thread und dessen Nachrichten-Stapel assoziiert
- Handler wird an erstellenden Thread gebunden
- Liefert Nachrichten und Operationen (*Runnables*) an dessen Stapel
- Beeinflussung der Zeitablaufsteuerung mit *post*()* und *send*()* Methoden
- *post*()* reihen *Runnables* in den Stapel ein
- *send*()* Methoden fügen Nachrichten dem Stapel hinzu, die beim verlassen des Stapels in *handleMessage()* verarbeitet werden
- Handler erlauben zeitlich gebundene oder periodische Ausführung

Implementierung

```
public class Downloader extends Activity {
   private Button startDownload;
   private ProgressBar progressBar;

   private final Handler handler = new Handler();

   @Override
   public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
      // Setup the activity, ...
      super.onCreate(savedInstanceState);
      setContentView(R.layout.downloader_activity);

      // ... fetch the progressbar ...
      progressBar = (ProgressBar) findViewById(R.id.progressBar);

      // ... and setup the download button.
      startDownload = (Button) findViewById(R.id.startDownload);
      startDownload.setOnClickListener(
         new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
               progressBar.setProgress(0);
               progressBar.setVisibility(View.VISIBLE);
               handler.post(run);

               Thread downloadThread = new Thread(
                  new Runnable() {
                     int size = getPackageSize();
                     while(true) {
                        handler.post(
                           new Runnable() {
                              int chunkSize = getChunkSize();
                              progressBar.setProgress(size / chunkSize);
                           });
                     }
                  });
```

Überblick

- Einsatz von Handlern nicht komfortabel
- AsyncTask kapselt die Erstellung von Threads und Handlern
- Verwendung durch Ableitung

onPreExecute() Wird vor der Durchführung der eigentlichen Operation im Main-Thread aufgerufen. In ihr kann beispielsweise eine Progressbar angezeigt werden, ohne einen Handler zu nutzen.

doInBackground(Params...) Wird im im Hintergrund laufenden Thread aufgerufen. Sie wird direkt nach Beendigung von *onPreExecute()* aufgerufen und führt die tatsächliche Operation aus. Die Parameter, die bei der Erstellung des AsyncTasks mit übergeben wurden, werden dazu an die Methode gereicht. Änderungen, die im Main-Thread angezeigt werden sollen, können mit einem Aufruf von *publishProgress()* an die Methode *onProgressUpdate()* weitergegeben werden. Das Ergebnis dieses Schritts wird beim Aufruf der Methode *onPostExecute()* weitergegeben.

onProgressUpdate(Progress...) Wird im Main-Thread ausgeführt und kann dazu verwendet werden, den aktuellen Status der Operation in der grafischen Oberfläche dazustellen.

onPostExecute(Result) Wird im Main-Thread ausgeführt und bekommt als Eingabewert das Ergebnis des Hintergrund-Threads übergeben. Sie kann dazu genutzt werden die Ergebnisse der Operation grafisch dazustellen.

Die Klasse

AsyncTask ist eine generische Klasse, die drei Typen bei der Instanzierung erwartet:

Params Die Parameter sind die Werte, die beim Aufruf der Methode *execute()* angegeben und weiter an die Methode *doInBackground()* gereicht werden.

Progress Das Array vom Typ ”*Progress*” ist der Eingabeparameter der Methode *onProgressUpdate()*, die sich auf Basis dieser Daten um die Aktualisierung der grafischen Oberfläche kümmert.

Result Dieser Typ ist der Typ des Rückgabewerts, den die Methode *doInBackground()* liefert und an die Methode *onPostExecute()* weitergibt, die sich um die abschließende Aktualisierung der grafischen Oberfläche kümmert.

Implementierung

```
public class OneDownloader extends Activity {
   private Button startDownload;
   private ProgressBar progressBar;

   private class Downloader extends AsyncTask<URL, Integer, Long> {
      @Override
      public void onPreExecute() {
         progressBar.setProgress(100, 0, false);
         progressBar.setVisibility(View.VISIBLE);
      }

      @Override
      protected Long doInBackground(URL... urls) {
         int count = urls.length;
         long totalSize = 0;

         for (int i = 0; i < count; i++) {
             totalSize += Downloader.downloadFile(urls[i]);
             publishProgress((int) ((i / (float) count) * 100));

             if (isCancelled()) {
               break;
             }
         }

         return totalSize;
      }

      @Override
      public void onProgressUpdate(String... args){
         progressBar.setProgress(100, args[0], false);
      }

      @Override
      protected void onPostExecute(Long result) {
         progressBar.setContentText("Download complete")
```

Anmerkungen

- Deutlich Übersichtlicher als Verwendung von Handlern
- Gleiche Operation kann iterativ auf mehrere Eingaben angewendet werden (*execute(url1, url2, ..., urln)*)
- Abbrechen eines Tasks mit *cancel(boolean)*
- Abbrechen führt anstatt *onPostExecute()*, *onCancelled()* aus

Zustand des Threads

Da ein AsyncTask jeder Zeit abgebrochen werden kann, sollte regelmäßig überprüft werden, ob dies geschehen ist. Dazu kann die Methode *isCancelled()* verwendet werden.

Synchronisation

- AsyncTasks synchronisiert Callback-Aufrufe $\rightarrow$ Daten stehen im nächsten Calllback bereit
- Beispiel: Im Konstruktor oder *onPreExecute()* gesetzte Daten stehen in *doInBackground()* zur Verfügung

Es ist dafür wichtig folgendes zu beachten:

1. Instanzierung der Klasse AsyncTask muss immer im Main-Thread vorgenommen werden
2. Das Starten des Tasks mit *execute()* muss im Main-Thread geschehen
3. Keine der oben beschrieben Methoden (*onPreExecute()*, *doInBackground()*, ...) sollte direkt aufgerufen werden – darum kümmert sich das System
4. Jeder Task kann nur ein einziges mal ausgeführt werden

Nebenläufigkeit

- AsyncTask führt mehrere Operationen seriell in einem einzelnen Thread aus
- Mehrere Threads können über *executeOnExecutor()* verwendet werden
- Bis Android 1.6 Standard-Verfahren
- Seit Android 3.0 serielle Variante Standard

Überblick

- Verwendung durch Ableitung
- Ausführung einmaliger oder wiederkehrender Aufgaben
- Ausführung der Aufgaben sequentiell in nur einem Thread
  $\rightarrow$ Ausführung kann zeitlicher Verschiebung unterliegen
- Aufgaben werden im *One-Shot*-Modus zu absolutem oder relativen Zeitpunkt ausgeführt
- Regelmäßig wiederkehrende Aufgaben werden in festem Intervall oder mit festgelegtem zeitlichen Abstand ausgeführt
- Implementierung der Aufgaben als TimerTask

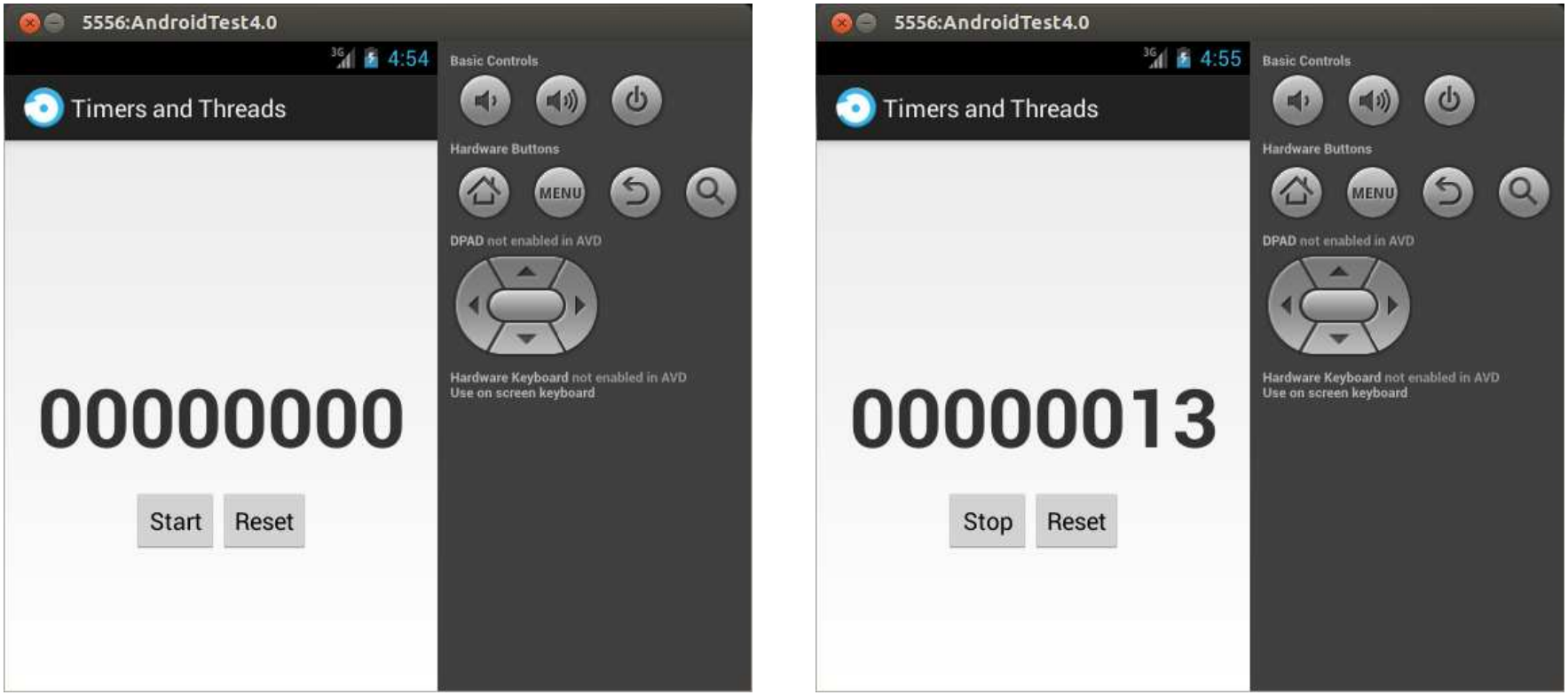
Timer beenden

Man sollte bei der Verwendung von Timern darauf achten, dass diese explizit mit *cancel()* beendet werden, wenn sie nicht mehr benötigt werden, um Resourcen, wie den Thread, freizugeben. Andernfalls würden diese Resourcen nie freigegeben und wären blockiert.

Implementierung

```
public class TimerActivity extends Activity {
   // Place the attributs here!

   @Override
   protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
      // Do the setup here!
   }

   public void onStartStopClicked(View v) {
      if(!this.isRunning) {
         // Setup the timer and task and start the scheduling.
         this.counterTimer = new Timer();
         this.counterTask = new CounterTask();
         this.counterTimer.schedule(this.counterTask, 1000, 1000);

         // Change the button label and the running state.
         this.startStopBtn.setText(R.string.lblStop);
         this.isRunning = true;
      } else {
         // Cancel the current task.
         this.counterTask.cancel();

         // Change the button label and the running state.
         this.startStopBtn.setText(R.string.lblStart);
         this.isRunning = false;
      }
   }

   public void onResetClicked(View v) {
      // Make a toast ...
      Toast.makeText(this, "Canceled timer!", Toast.LENGTH_SHORT).show();

      // ... and cancel the task and timer.
      if(this.counterTask != null)
         this.counterTask.cancel();
      if(this.counterTimer != null)
```

Screenshots



(a) Der Counter vor dem Start

(b) Der laufende Counter

Abbildung: Ein Timer basierter Counter

Anmerkungen

- Timer ist sehr einfach zu verwenden
- Probleme bei zeitkritischen Aufgaben
- Ausführung da sequentiell recht langsam
- Oftmals Verwendung von *ScheduledThreadPoolExecutor* sinnvoll

Allgemeines

- Verwendung durch Ableitung
- Ausführung einmaliger oder wiederkehrender Aufgaben
- Verteilung der Aufgaben auf einen Thread-Pool
- Aufgaben werden im *One-Shot*-Modus zu absolutem oder relativen Zeitpunkt ausgeführt
- Regelmäßig wiederkehrende Aufgaben werden in festem Intervall oder mit festgelegtem zeitlichen Abstand ausgeführt
- Aufgaben können einzeln verwaltet werden ohne Pool zu beeinflussen

Vergleich zu Timer

- Verwaltung eines Thread-Pools statt sequentieller Ausführung in einem Thread $\rightarrow$ Performanter
- Verwendung von *Runnables* und *Callables* anstatt eigener *TimerTask*-Klasse $\rightarrow$ Flexibler in der Entwicklung
- *Callables* zusätzlich zu *Runnables* (*TimerTask* implementiert *Runnable*) $\rightarrow$ Erlaubt Rückgabewerte und werfen von Exceptions
- Beide garantieren das Aufgaben nicht vor angestrebten Zeitpunkt ausgeführt werden, sonst allerdings nichts

Zeitablaufsteuerung

Methode	Beschreibung
schedule()	Führt Aufgabe ein einziges mal aus.
scheduleAtFixedRate()	Erlaubt eine wiederholte Ausführung einer Aufgabe, dessen Ausführung keiner zeitlichen Abweichung unterliegen darf.
scheduleWithFixedDelay()	Erlaubt die wiederholte Ausführung einer Aufgabe, wobei das Zeitintervall zwischen den Ausführungen fest ist.
execute() & submit()	Führen die Aufgabe direkt aus.

Rückgabewerte

Sowohl die *schedule*()*, als auch die *submit()* Methoden liefern ein *ScheduledFuture*- bzw. *Future*-Objekt zurück, das dazu verwendet werden kann, die Aufgabe mit *cancel()* abzubrechen, mit *get()* das Ergebnis der Aufgabe zu lesen und mit *isDone()* zu überprüfen, ob die Aufgabe bereits erledigt wurde.

Aufgaben beenden

Ausführung durch ThreadPoolExecutor kann mit *shutdown()* oder auch *shutdownNow()* beendet werden. *shutdownNow()* Versucht alle Aufgaben zu beenden, *shutdown()* richtig sich nach Policies:

Policy	Beschreibung
ExecuteExistingDelayedTasksAfterShutdownPolicy	Falls diese Policy ausgewählt wird (auf *true* gesetzt), dann werden die einmalig ausgeführten Aufgaben nicht aus der Warteschlange gelöscht.
ContinueExistingPeriodicTasksAfterShutdownPolicy	Falls diese Policy ausgewählt wird (auf *true* gesetzt), dann werden alle periodisch wiederholten Aufgaben nicht aus der Warteschlange gelöscht.

Implementierung

```
public class PoolExecutorActivity extends Activity {
   // Place the attributs here!

   @Override
   protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
      // Do the setup here!
   }

   public void onStartStopClicked(View v) {
      if(!this.isRunning) {
         // Setup the timer and task and start the scheduling.
         this.counterTimer = new ScheduledThreadPoolExecutor(1);
         this.counterTimer.scheduleAtFixedRate(this.counterTask, 1000, 1000, TimeUnit.MILLISECONDS);

         // Change the button label and the running state.
         this.startStopBtn.setText(R.string.lblStop);
         this.isRunning = true;
      } else {
         // Cancel the current task.
         this.counterTimer.shutdownNow();

         // Change the button label and the running state.
         this.startStopBtn.setText(R.string.lblStart);
         this.isRunning = false;
      }
   }

   public void onResetClicked(View v) {
      // Make a toast ...
      Toast.makeText(this, "Canceled timer!", Toast.LENGTH_SHORT).show();

      // ... and cancel the task and timer.
      if(this.counterTimer != null) {
         this.counterTimer.shutdownNow();
      }
```