复杂应用组件

林伟 sirius.lin@bytedance.com

字节跳动Android工程师

ByteDance 字节跳动

提纲

- Handler机制（Android的消息队列机制）
- Android中的多线程
- 自定义View

Handler机制

Handler的使用场景

先看这样两个例子：

1.启动今日头条app的时候，展示了一个开屏广告，默认播放x秒；在x秒后，需跳转到主界面。

2.用户在抖音App中，点击下载视频，下载过程中需要弹出Loading弹窗，下载结束后提示用户下载成功/失败。

Handler概念

Handler机制为Android系统解决了以下两个问题:

1. 调度（Schedule）Android系统在某个时间点执行特定的任务
    a. Message(android.os.Message)
    b. Runnable(java.lang.Runnable)
2. 将需要执行的任务加入到用户创建的线程的任务队列中

From Android Developer Website:
There are two main uses for a Handler:
(1) to schedule messages and runnables to be executed at some point in the future;
(2) to enqueue an action to be performed on a different thread than your own.

Handler常用方法

```
// 立即发送消息
public final boolean sendMessage(Message msg)
public final boolean post(Runnable r);

// 延时发送消息
public final boolean sendMessageDelayed(Message msg, long delayMillis)
public final boolean postDelayed(Runnable r, long delayMillis);

// 定时发送消息
public boolean sendMessageAtTime(Message msg, long uptimeMillis);
public final boolean postAtTime(Runnable r, long uptimeMillis);
public final boolean postAtTime(Runnable r, Object token, long uptimeMillis);

// 取消消息
public final void removeCallbacks(Runnable r);
public final void removeMessages(int what);
public final void removeCallbacksAndMessages(Object token);
```

Handler的使用

- 调度Message
  - ✓ 新建一个Handler，实现handleMessage()方法
  - ✓ 在适当的时候给上面的Handler发送消息
- 调度Runnable
  - ✓ 新建一个Handler，然后直接调度Runnable即可
- 取消调度
  - ✓ 通过Handler取消已经发送过的Message/Runnable

Handler的使用举例

启动今日头条app的时候，展示了一个开屏广告，默认播放3秒；在3秒后，需跳转到主界面。

```
Handler handler = new Handler();
Runnable runnable = new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        // 跳转首页
        jumpToMainActivity();
    }
};
handler.postDelayed(runnable, delayMillis: 3000);
```

Handler的使用举例

启动今日头条app的时候，展示了一个开屏广告，默认播放3秒；在3秒后，需跳转到主界面。如果用户点击了跳过，则应该直接进入主界面。

```
final Handler handler = new Handler();
final Runnable runnable = new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        // 跳转首页
        jumpToMainActivity();
    }
};
handler.postDelayed(runnable, delayMillis: 3000);
mSkipButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        handler.removeCallbacks(runnable);
        jumpToMainActivity();
    }
});
```

Handler的使用举例

用户在抖音App中，点击下载视频，下载过程中需要弹出Loading窗，下载结束后提示用户下载成功/失败。

补充知识点:
Android中，UI控件并非是线程安全的，只能在主线程内调用，所以所有对于UI控件的调用，必须在主线程。
因此，通常我们也把主线程也叫做UI线程。

Handler的使用举例

用户在抖音App中，点击下载视频，下载过程中需要弹出Loading窗，下载结束后提示用户下载成功/失败。

```
    View mDownLoadButton = findViewById(R.id.mSkipButton);
    mDownLoadButton.setOnClickListener((v) -> {
            new DownLoadThread(mVideoId).start();
    });
}
private class DownLoadThread extends Thread {
    String mVideoId;
    public DownLoadThread(String videoId) { this.mVideoId = videoId; }
    @Override
    public void run() {
        mHandler.sendMessage(Message.obtain(mHandler, MSG_START_DOWNLOAD));
        try {
            String videoPath = downloadVideo(mVideoId);
            mHandler.sendMessage(Message.obtain(mHandler, MSG_DOWNLOAD_SUCCESS, videoPath));
        } catch (Exception e) {
            mHandler.sendMessage(Message.obtain(mHandler, MSG_DOWNLOAD_FAIL));
        }
    }
    private String downloadVideo(String videoId) {}
}
```

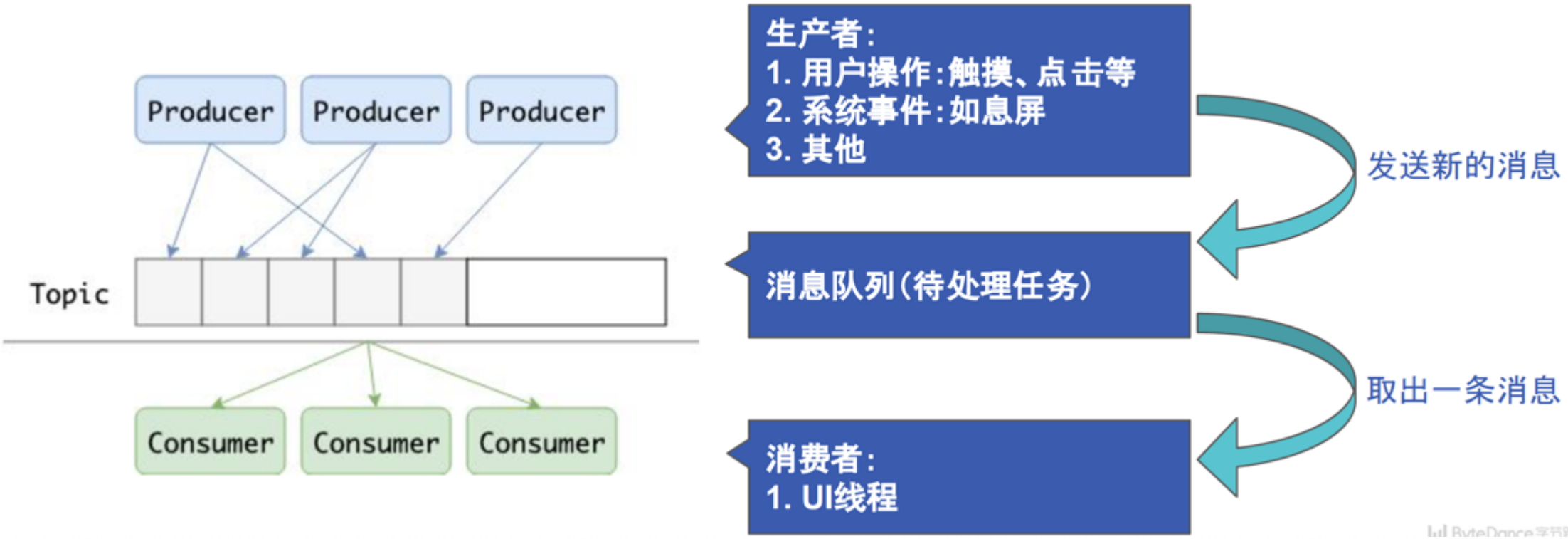
Handler的使用举例

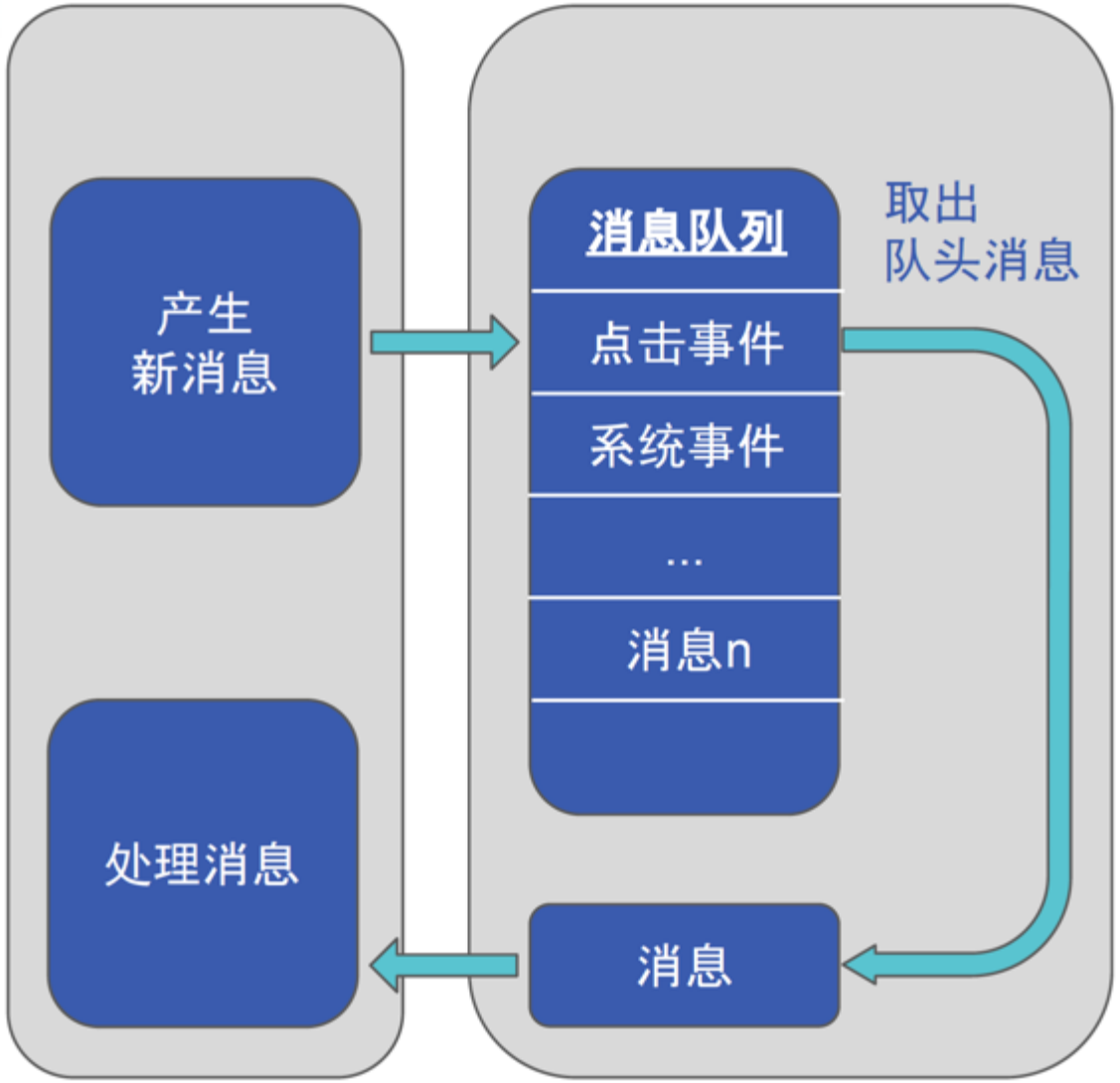
用户在抖音App中，点击下载视频，下载过程中需要弹出Loading窗，下载结束后提示用户下载成功/失败。

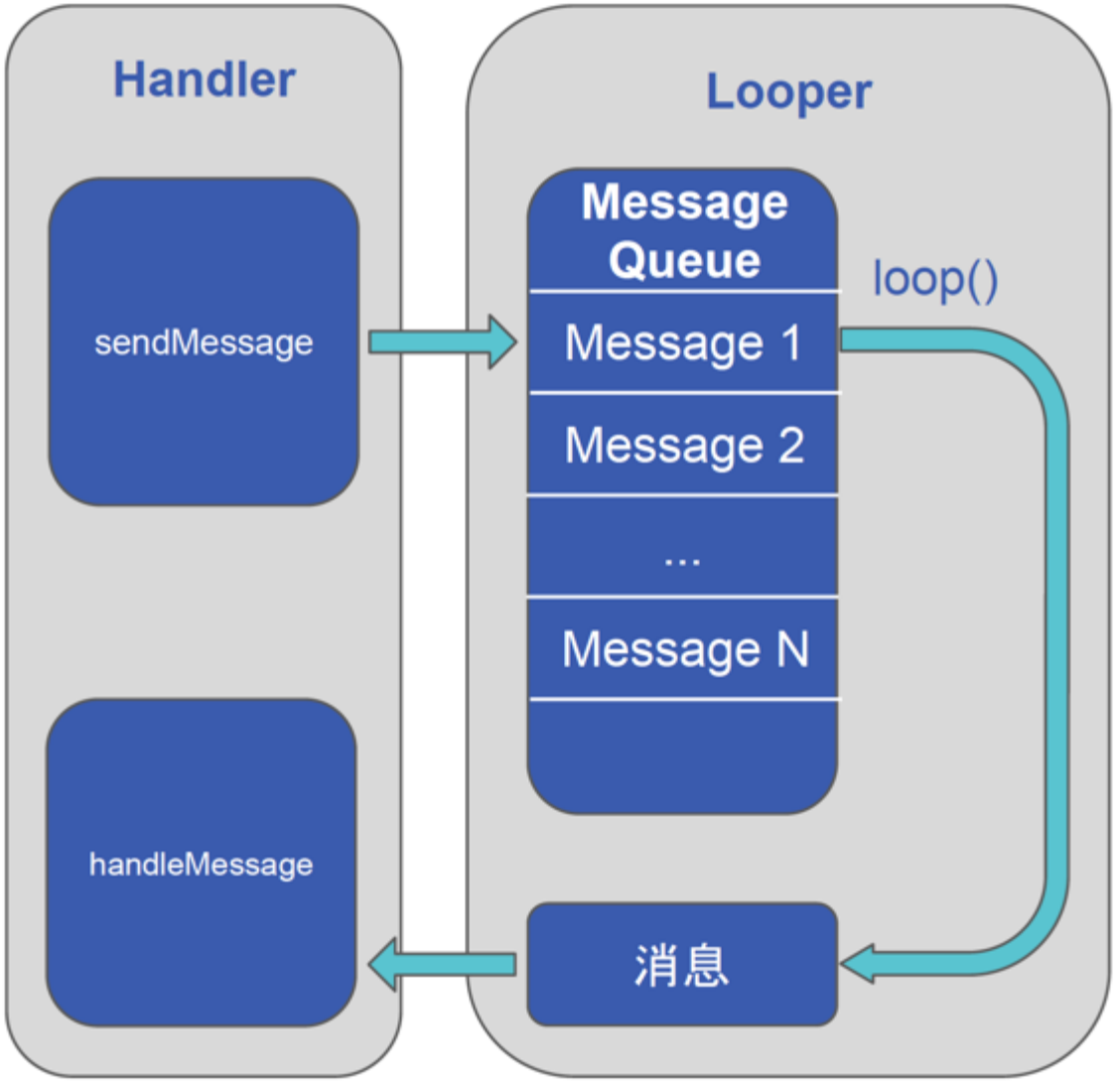
```
private static final int MSG_START_DOWNLOAD = 1;
private static final int MSG_DOWNLOAD_SUCCESS = 2;
private static final int MSG_DOWNLOAD_FAIL = 3;
private Handler mHandler = new Handler() {
    @Override
    public void handleMessage(@NonNull Message msg) {
        super.handleMessage(msg);
        switch (msg.what) {
            case MSG_START_DOWNLOAD:
                toast( msg: "开始下载");
                showLoading();
                break;
            case MSG_DOWNLOAD_SUCCESS:
                toast( msg: "下载成功");
                hideLoading();
                break;
            case MSG_DOWNLOAD_FAIL:
                toast( msg: "下载失败");
                hideLoading();
                break;
            default:
                break;
        }
    }
};
```

Handler原理：UI线程与消息队列机制

Android中，UI线程负责处理界面的展示，响应用户的操作：




产生
新消息
处理消息
消息队列
点击事件
系统事件
...
消息n
消息
取出
队头消息

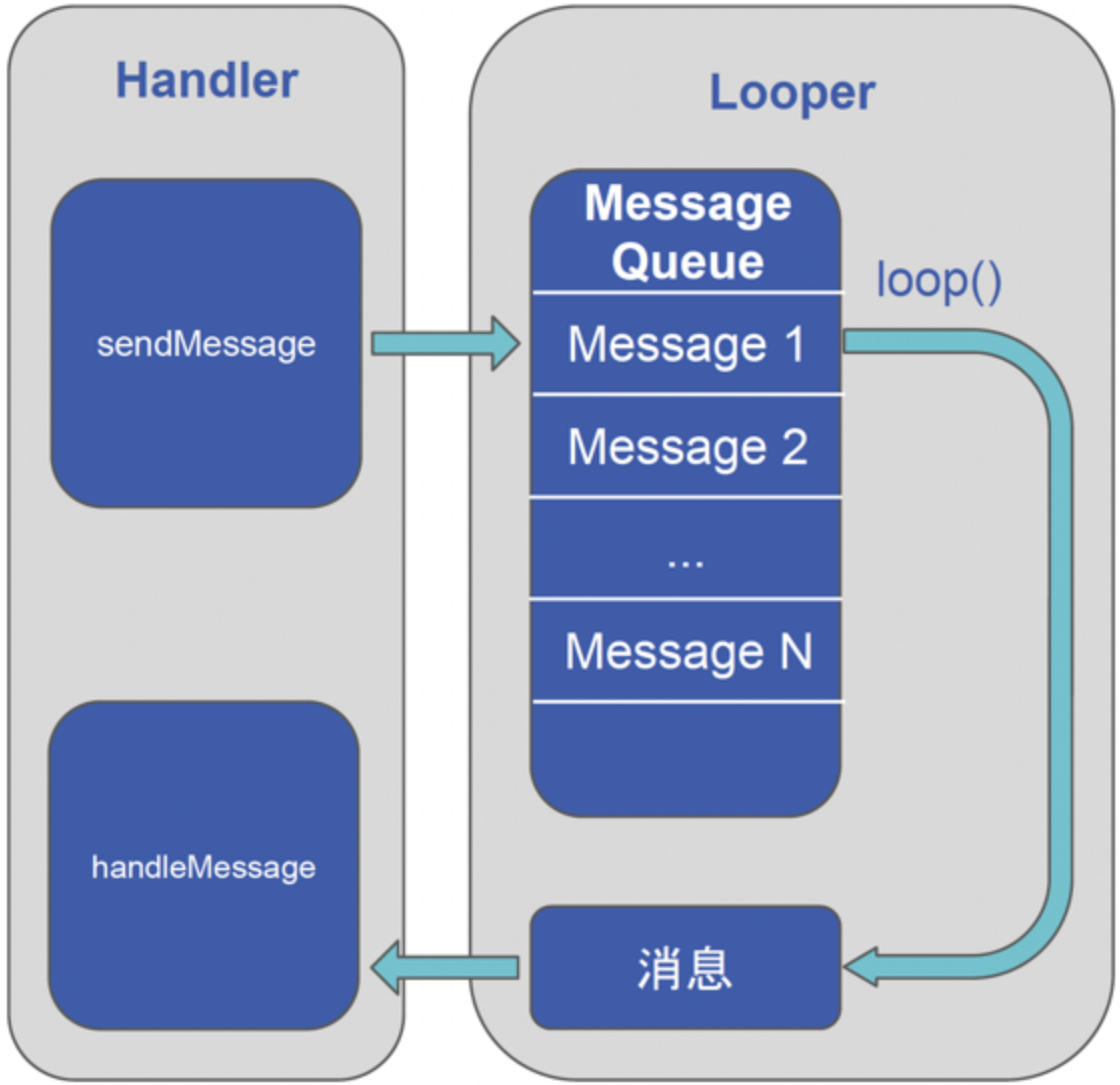

Handler
sendMessage
handleMessage
Looper
Message
Queue
Message 1
Message 2
...
Message N
消息
loop()

- Message：
  - ➢ 消息，由MessageQueue统一队列，然后交由Handler处理。

- MessageQueue：
  - ➢ 消息队列，用来存放Handler发送过来Message，并且按照先入先出的规则执行。

- Handler：
  - ➢ 处理者，负责发送和处理Message
  - ➢ 每个Message必须有一个对应的Handler

- Looper：
  - ➢ 消息轮询器，不断的从MessageQueue中抽取Message并执行。



辨析Runnable/Message

1. Runnable会被打包成Message，所以实际上Runnable也是Message
2. 没有明确的界限，取决于使用的方便程度

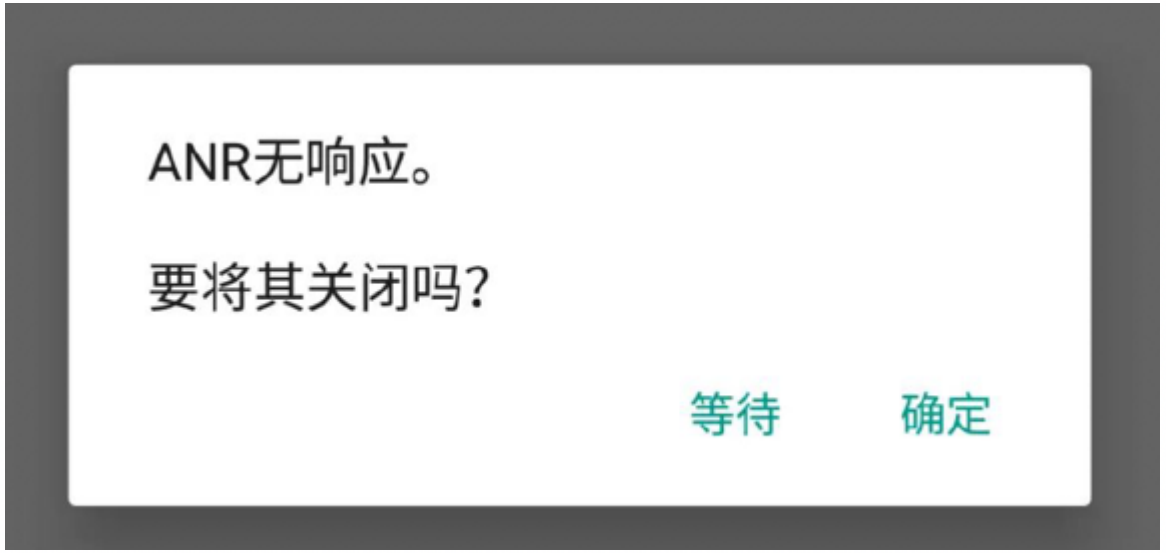
```
Handler handler = new Handler();
Runnable runnable = new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        // 跳转首页
        jumpToMainActivity();
    }
};
handler.postDelayed(runnable, delayMillis: 3000);
```

=

```
Handler handler = new Handler() {
    @Override
    public void handleMessage(@NonNull Message msg) {
        super.handleMessage(msg);
        if (msg.what == MSG_GO_MAIN_ACTIVITY) {
            // 跳转首页
            jumpToMainActivity();
        }
    }
};
handler.sendMessageDelayed(
        Message.obtain(handler, MSG_GO_MAIN_ACTIVITY),
        delayMillis: 3000);
```

扩展：ANR

主线程（UI线程）不能执行耗时操作，否则会出现 ANR (Application Not Responding)



Handler总结

- ✓Handler就是Android中的消息队列机制的一个应用，可理解为是一种生产者消费者的模型，解决了Android中的线程内&线程间的任务调度问题；
- ✓Handler的本质就是一个死循环，待处理的Message加到队列里面，Looper负责轮询执行；
- ✓掌握Handler的基本用法：立即/延时/定时发送消息、取消消息；

Android多线程

进程与线程

进程（Process）是一个具有一定独立功能的程序关于某个数据集合的一次运行活动。 它是操作系统动态执行的基本单元，在传统的操作系统中，进程既是基本的分配（资源）单元，也是基本的执行（调度）单元。

一般情况下，android中的一个app是一个进程，如果需要使用多进程，需要手动开启。

线程（Thread）是操作系统能够进行运算调度的最小单位。它被包含在进程之中，是进程中的实际运作单位。

Android中的常用线程

- ✓ Thread
- ✓ ThreadPool
- ✓ AsyncTask *
- ✓ HandlerThread *
- ✓ IntentService *

Thread

```
class MyThread extends Thread{
    @Override
    public void run() {
        super.run();
        // do something
    }
}
```

一个简单的Thread的例子

```
Thread thread = new Thread() {
    @Override
    public void run() {
        super.run();
        while(!isInterrupted()){
            // do something
        }
    }
};
thread.start();
thread.interrupt();
```

怎样优雅的启动和停止一个Thread

ThreadPool

接口 Java.util.concurrent.ExecutorService 表述了异步执行的机制，并且可以让任务在一组线程内执行。

重要函数：

- execute(Runnable)
- submit(Runnbale): 有返回值（Future），可以cancel，更方便进行错误处理
- shutdown()

ThreadPool

为什么要使用线程池?

1. 线程的创建和销毁的开销都比较大，降低资源消耗
2. 线程是可复用的，提高响应速度
3. 对多任务多线程进行管理，提高线程的可管理性

ThreadPool

介绍几种常用的线程池：

➢ 单个任务处理时间比较短且任务数量很大（多个线程的线程池）：
- 网络库：FixedThreadPool 定长线程池
- DB操作：CachedThreadPool 可缓存线程池

➢ 执行定时任务（定时线程池）：
- 定时上报性能日志数据： ScheduledThreadPool 定时任务线程池

➢ 特定单项任务（单线程线程池）：
- 日志写入：SingleThreadPool 只有一个线程的线程池

AsyncTask

回到之前的例子：
用户在抖音App中，点击下载视频，下载过程中需要弹出Loading窗，下载结束后提示用户下载成功/失败。

Handler模式来实现的异步操作，代码相对臃肿，在多个任务同时执行时，不易对线程进行精确的控制。
Android提供了工具类AsyncTask，它使创建异步任务变得更加简单，不再需要编写任务线程和Handler实例即可完成相同的任务

AsyncTask

AsyncTask的定义及重要函数：

1. AsyncTask<Params, Progress, Result>：UI线程
2. onPreExecute：UI线程
3. doInBackground：非UI线程
4. publishProgress：非UI线程
5. onProgressUpdate：UI线程
6. onPostExecute：UI线程

```
private class DownloadTask extends AsyncTask<String, Integer, String> {
    public static final String DOWNLOAD_FAIL = "download_fail";
    @Override protected void onPreExecute() {
        super.onPreExecute();
        toast( msg: "开始下载");
        showLoading();
    }
    @Override protected String doInBackground(String... strings) {
        String url = strings[0];
        try {
            return downloadVideo(url);
        } catch (Exception e) {
            return DOWNLOAD_FAIL;
        }
    }
    private String downloadVideo(String videoId) {
        int progress = 0;
        while (progress < 100) {
            publishProgress(progress);
            progress++;
        }
        return "local_url";
    }
    @Override protected void onProgressUpdate(Integer... values) {
        super.onProgressUpdate(values);
        Log.d( tag: "download",  msg: "下载进度: " + values[0]);
    }
    @Override protected void onPostExecute(String s) {
        super.onPostExecute(s);
        if (DOWNLOAD_FAIL.equals(s)) {
            hideLoading();
            toast( msg: "下载失败");
        } else {
            hideLoading();
            toast( msg: "下载成功: " + s);
```

HandlerThread

HandlerThread的本质：继承Thread类 & 封装Handler类

试想一款股票交易App：

- 由于因为股票的行情数据都是实时变化的。
- 所以我们软件需要每隔一定时间向服务器请求行情数据。

这个轮询的请求的调度是否可以放到非主线程，由Handler + Looper去处理和调度？

HandlerThread

```java
public class StockHandlerThread extends HandlerThread implements Handler.Callback {
    public static final int MSG_QUERY_STOCK = 100;
    // 与工作线程相关的Handler
    private Handler mHandler;
    public StockHandlerThread(String name) {
        super(name);
    }
    public StockHandlerThread(String name, int priority) {
        super(name);
    }
    @Override
    protected void onLooperPrepared() {
        mHandler = new Handler(getLooper(), callback: this);
        // 首次请求
        mHandler.sendEmptyMessage(MSG_QUERY_STOCK);
    }
    @Override
    public boolean handleMessage(@NonNull Message msg) {
        if (msg.what == MSG_QUERY_STOCK) {
            // 请求股票数据
            // ...
            // 回调主线程或者写入数据库
            // ...
            // 10s后再次请求
            mHandler.sendEmptyMessageDelayed(MSG_QUERY_STOCK, delayMillis: 10 * 1000);
        }
        return true;
    }
}
```

HandlerThread

源码：

```
public class HandlerThread extends Thread {
    int mPriority;
    int mTid = -1;
    Looper mLooper;
    private @Nullable Handler mHandler;

    public HandlerThread(String name) {...}

    /** Constructs a HandlerThread. ...*/
    public HandlerThread(String name, int priority) {...}

    /** Call back method that can be explicitly overridden if needed to execute some ...*/
    protected void onLooperPrepared() {}

    @Override
    public void run() {...}

    /** This method returns the Looper associated with this thread. If this thread not been started ...*/
    public Looper getLooper() {...}

    /** @return a shared {@link Handler} associated with this thread ...*/
    @NonNull
    public Handler getThreadHandler() {...}

    /** Quits the handler thread's looper. ...*/
    public boolean quit() {...}

    /** Quits the handler thread's looper safely. ...*/
    public boolean quitSafely() {...}

    /** Returns the identifier of this thread. See Process.myTid(). ...*/
    public int getThreadId() { return mTid; }
}
```

IntentService

回顾一下Service：

Service 是一个可以在后台执行长时间运行操作而不提供用户界面的应用组件。

常见Service：

- 音乐播放
- Push

IntentService

Service是执行在主线程的。
而很多情况下，我们需要做的事情可能并不希望在主线程执行，那么就应该用IntentService。
比如：用Service下载文件

那什么是IntentService?

IntentService 是 Service 的子类，它使用工作线程逐一处理所有启动请求。如果您不要求服务同时处理多个请求，这是最好的选择。

IntentService

```java
public class DownloadService extends IntentService {
    /**
     * Creates an IntentService.  Invoked by your subclass's constructor.
     *
     * @param name Used to name the worker thread, important only for debugging.
     */
    public DownloadService(String name) {
        super( name: "DownloadService");
    }
    @Override
    protected void onHandleIntent(@Nullable Intent intent) {
        if (intent != null) {
            try {
                String url = intent.getStringExtra( name: "url");
                // download file from url
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

Android多线程总结

Thread	多线程的基础
ThreadPool	对线程进行更好的管理
AsyncTask	Android中为了简化多线程的使用，而设计的默认封装
HandlerThread	开启一个线程，就可以处理多个耗时任务
IntentService	Android中无界面异步操作的默认实现

Android自定义view

View绘制的三个重要步骤

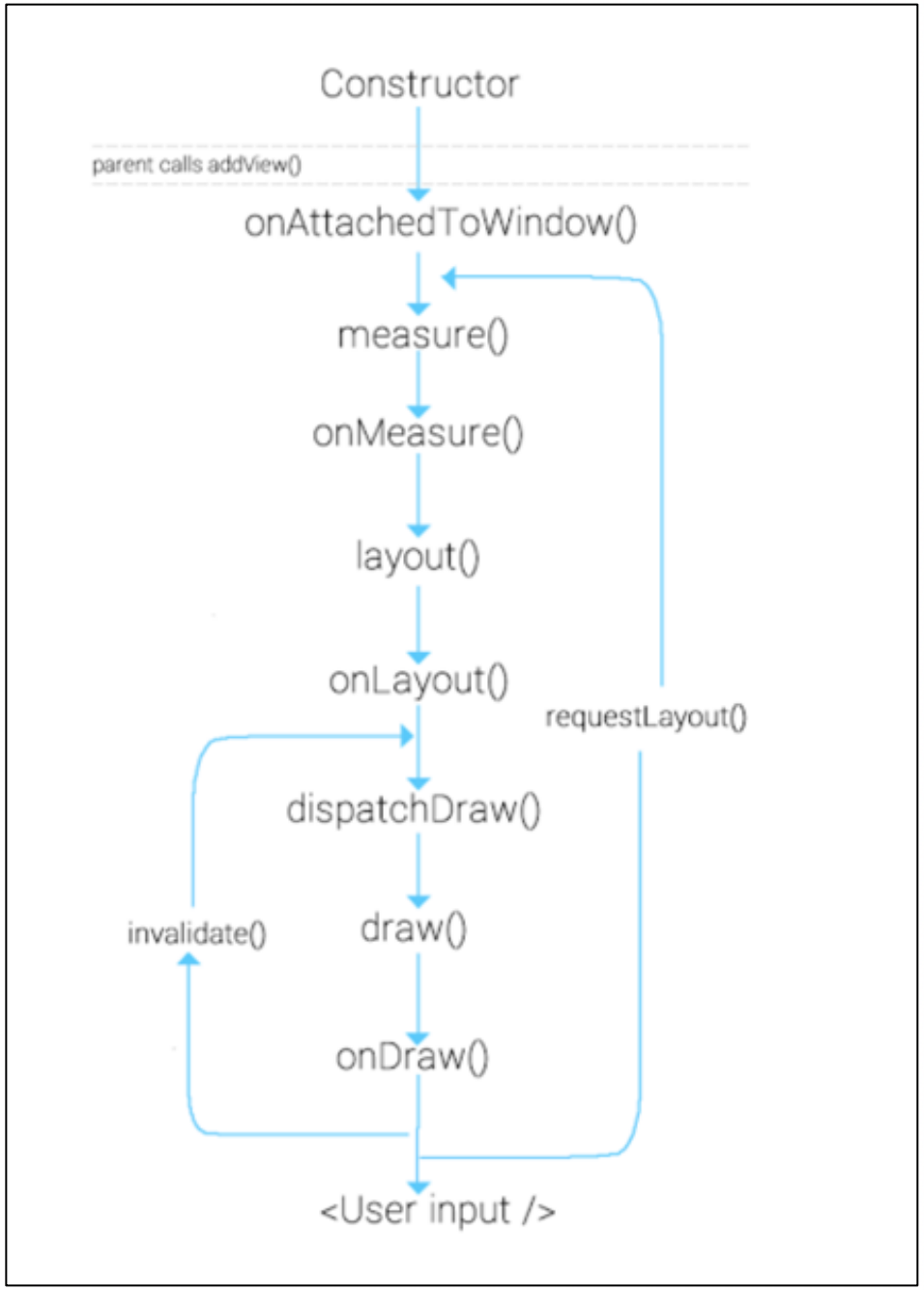
举例说明：

1. 首先画一个100 x 100的照片框，需要尺子测量出宽高的长度（measure过程）

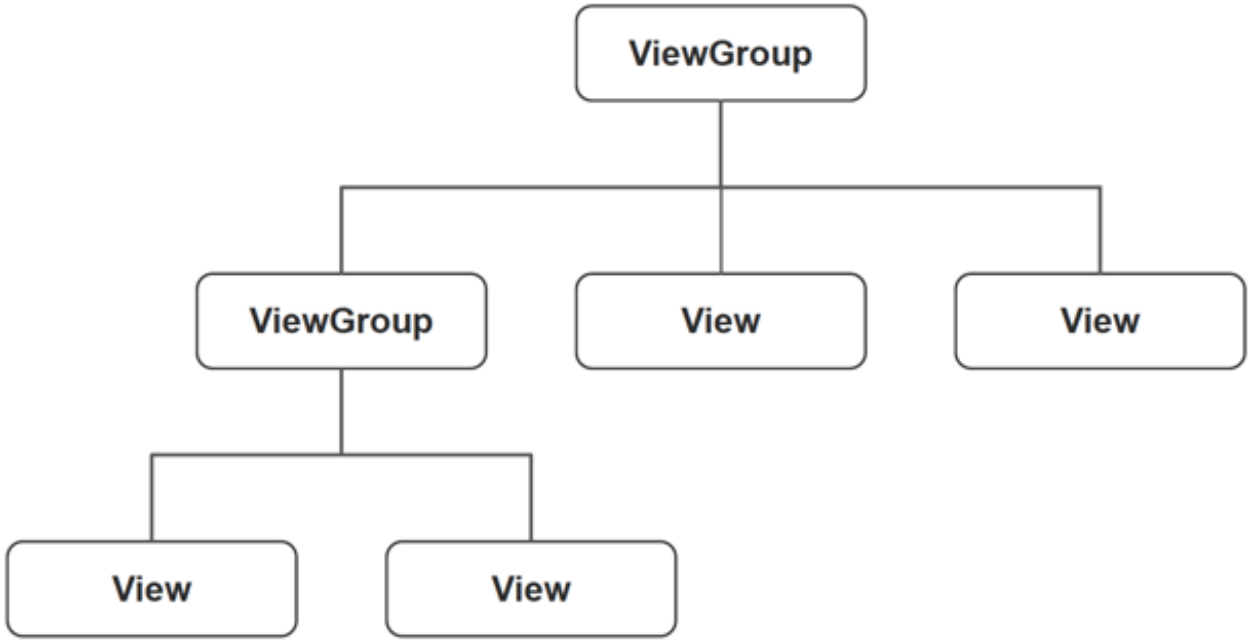
2. 然后确定照片框在屏幕中的位置（layout过程）

3. 最后借助尺子用手画出我们的照片框（draw过程）

View绘制的三个重要步骤

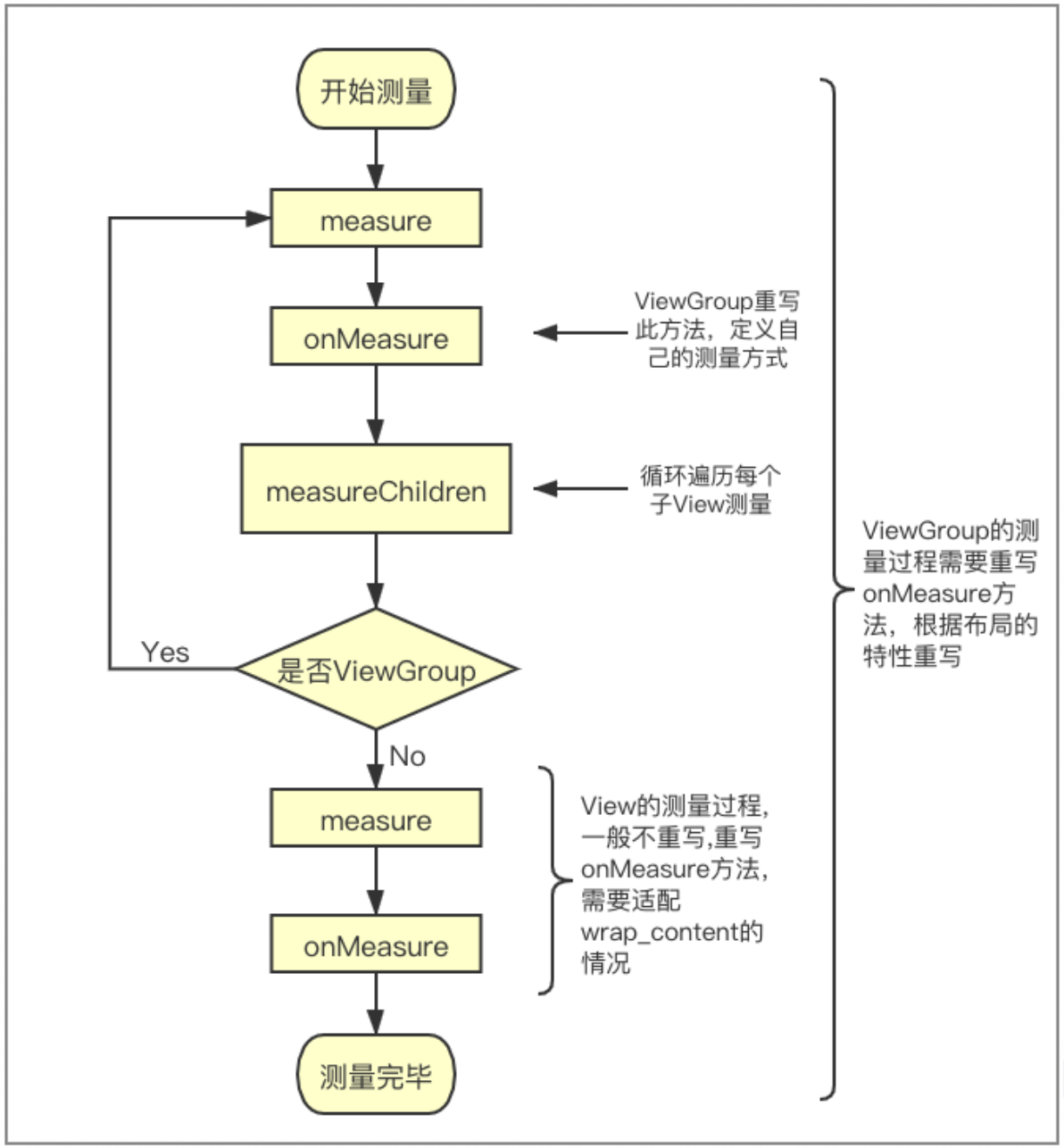


扩展：详解 ViewTree 及 View / ViewGroup 绘制流程

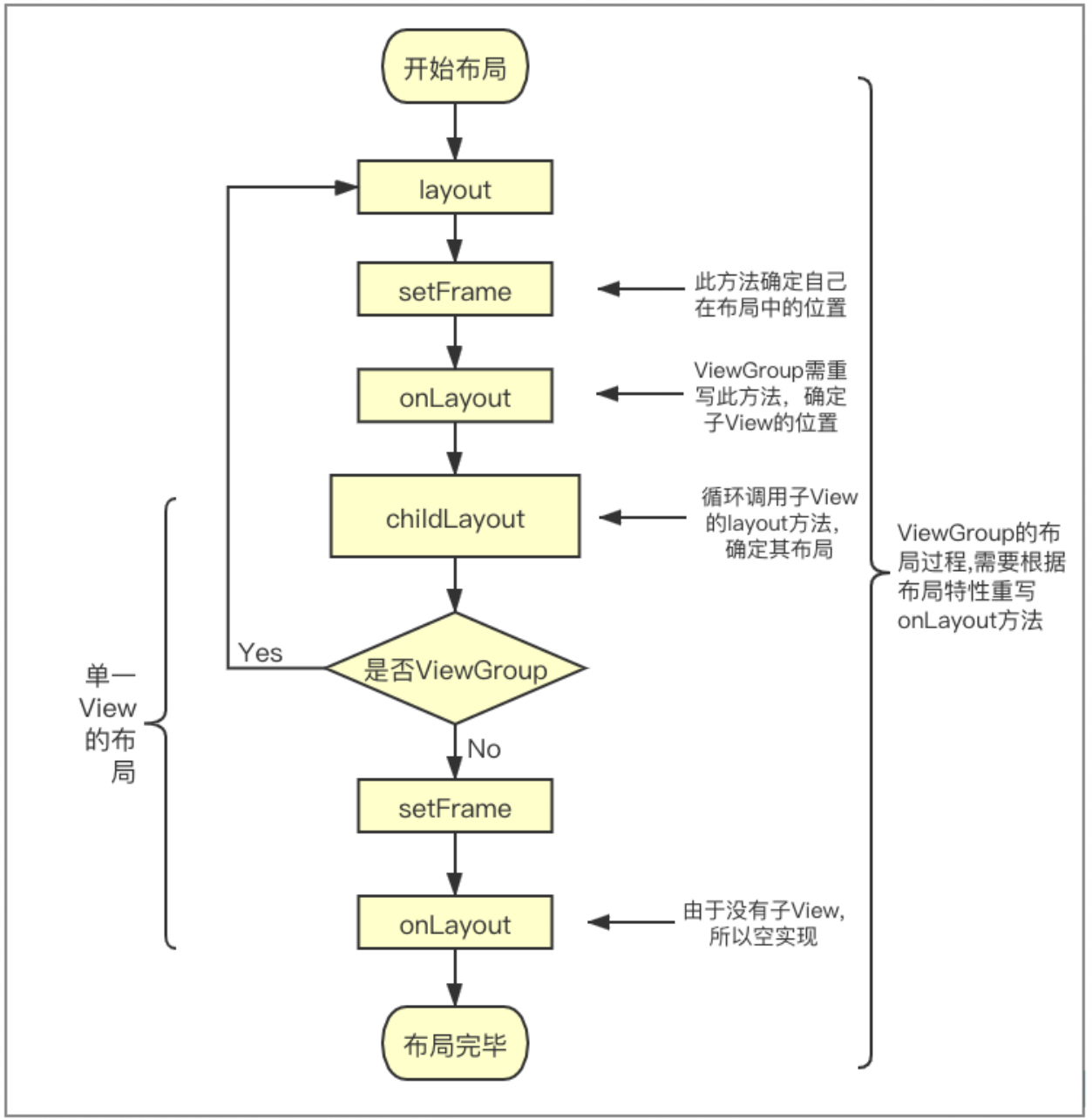


自上而下递归进行：
Measure
Layout
Draw

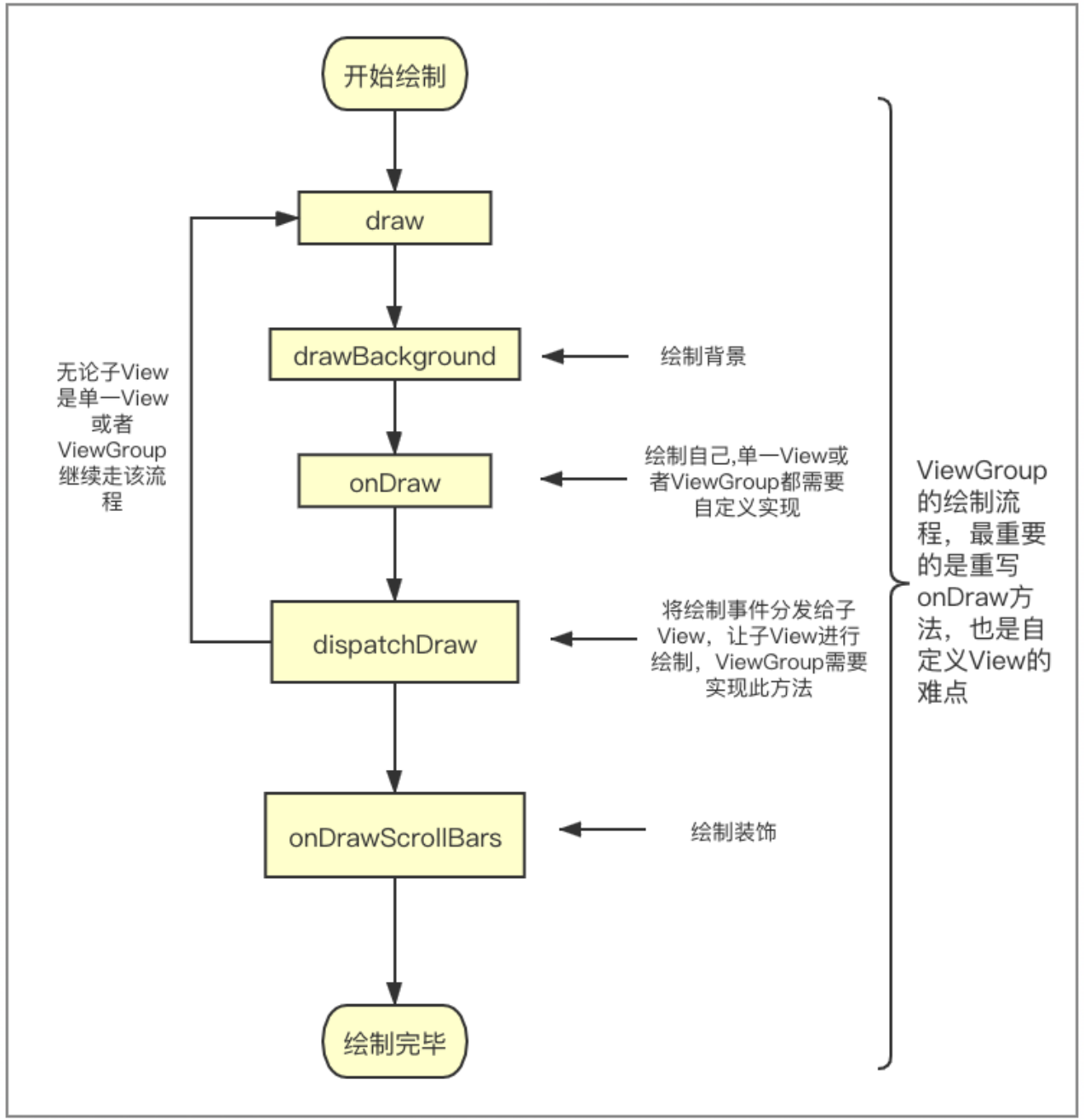
扩展：ViewGroup 绘制



扩展：ViewGroup 绘制



ViewGroup绘制



自定义View-重写onDraw

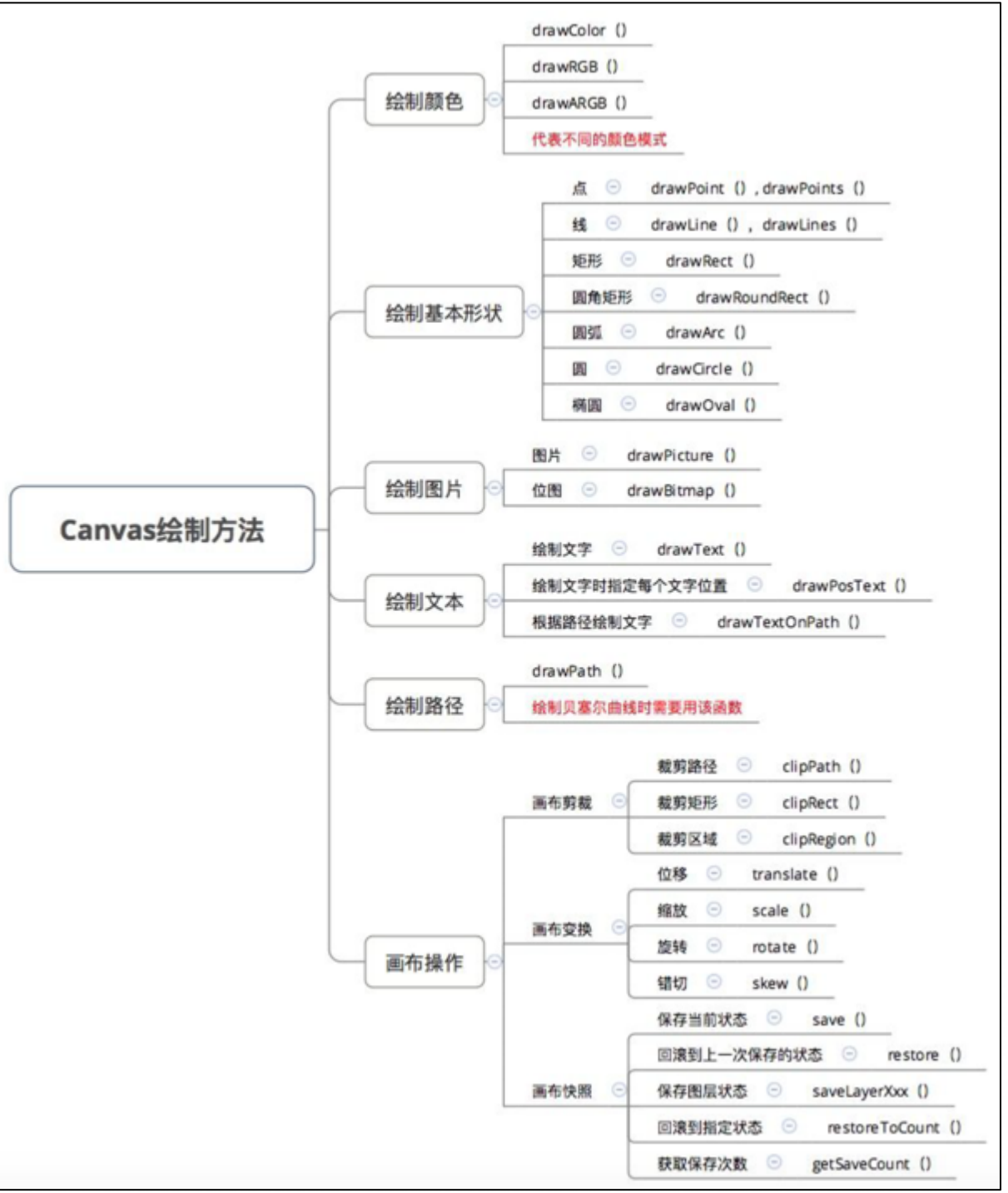
自定义View最常见操作 - 重写onDraw

```
public class ClockView extends View {
    public ClockView(Context context) { super(context); }
    public ClockView(Context context, @Nullable AttributeSet attrs) { super(context, attrs); }
    public ClockView(Context context, @Nullable AttributeSet attrs, int defStyleAttr) {...}
    @Override
    protected void onDraw(Canvas canvas) {
        super.onDraw(canvas);
        // 自己的绘制代码
        // ...
    }
}
```

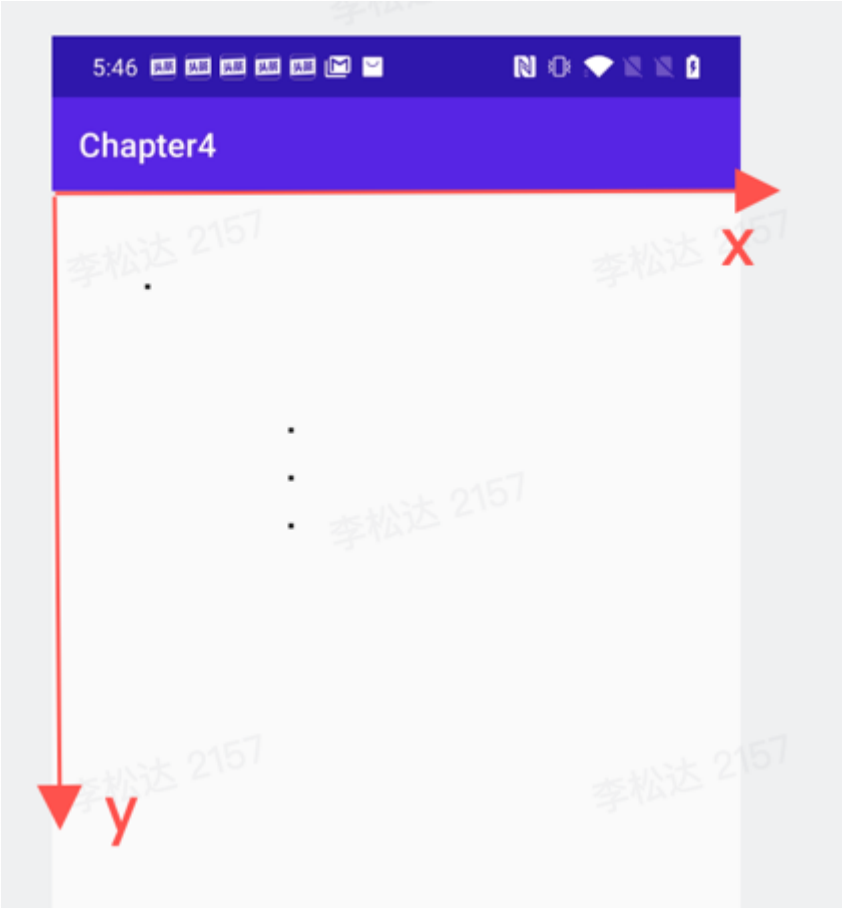
自定义View-重写onDraw

自定义View最常见操作 - 重写onDraw

概念解析：
1. Canvas：画布
2. Paint：画笔



View绘制-点

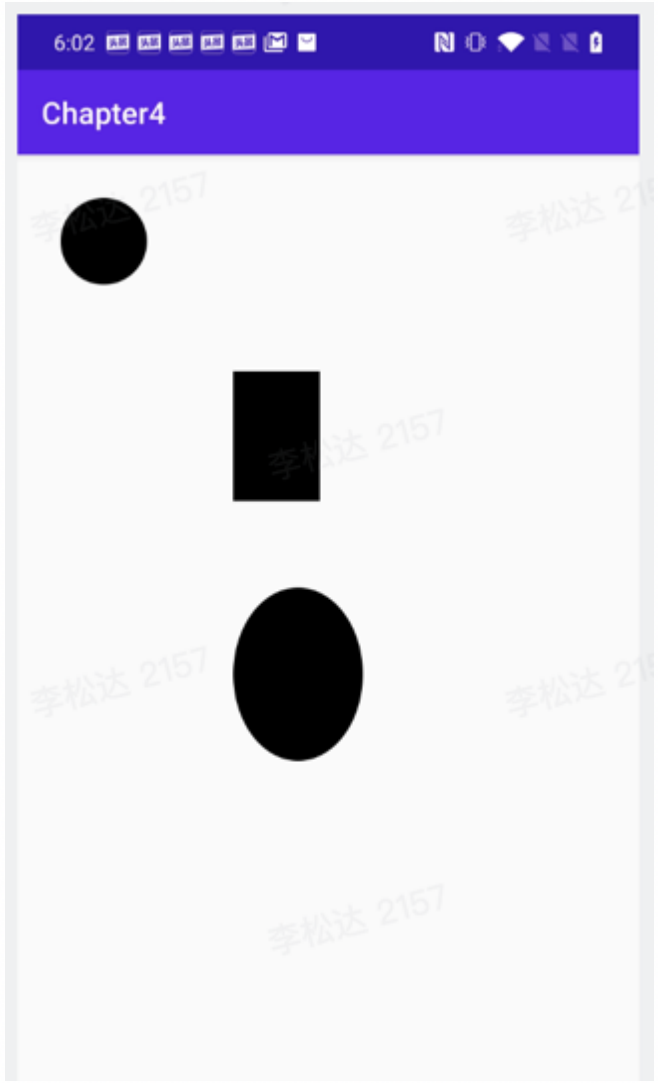



```java
public class CustomView extends View {
    private Paint mPaint;
    public CustomView(Context context) {
        super(context);
        init();
    }
    public CustomView(Context context, @Nullable AttributeSet attrs) {
        super(context, attrs);
        init();
    }
    public CustomView(Context context, @Nullable AttributeSet attrs, int defStyleAttr) {
        super(context, attrs, defStyleAttr);
        init();
    }
    private void init() {
        mPaint = new Paint();
        mPaint.setColor(Color.BLACK);
        mPaint.setStyle(Paint.Style.FILL);
        mPaint.setAntiAlias(true);
        mPaint.setStrokeWidth(10f);
    }
    @Override
    protected void onDraw(Canvas canvas) {
        super.onDraw(canvas);
        canvas.drawPoint( x: 200,  y: 200, mPaint);
        canvas.drawPoints(new float[]{
                500, 500,
                500, 600,
                500, 700
        }, mPaint);
    }
}
```

View绘制-线


```
@Override
protected void onDraw(Canvas canvas) {
    super.onDraw(canvas);
    canvas.drawLine( startX: 300,  startY: 300,  stopX: 500,  stopY: 600, mPaint);
    canvas.drawLines(new float[]{
            100, 200, 200, 200,
            100, 300, 200, 300
    }, mPaint);
}
```

View绘制-圆




```
@Override
protected void onDraw(Canvas canvas) {
    super.onDraw(canvas);
    canvas.drawCircle( cx: 200,  cy: 200,  radius: 100, mPaint);
    canvas.drawRect( left: 500,  top: 500,  right: 700,  bottom: 800, mPaint);
    canvas.drawOval( left: 500,  top: 1000,  right: 800,  bottom: 1400, mPaint);
}
```

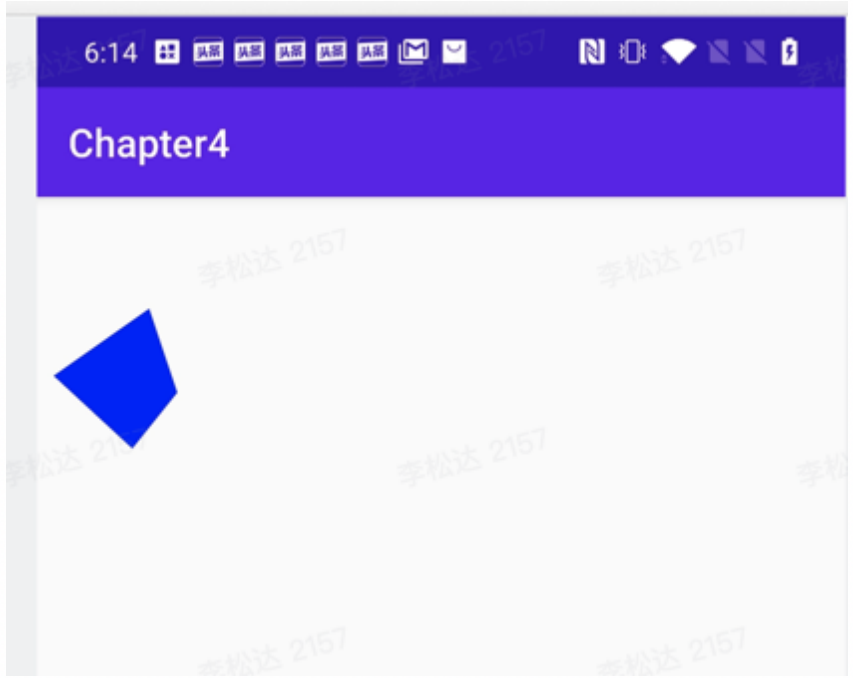
View绘制-填充


```
private void init() {
    mPaint = new Paint();
    mPaint.setColor(Color.BLUE);
    mPaint.setStyle(Paint.Style.FILL);
    mPaint.setAntiAlias(true);
    mPaint.setStrokeWidth(50f);
}

@Override
protected void onDraw(Canvas canvas) {
    super.onDraw(canvas);
    mPaint.setStyle(Paint.Style.FILL);
    canvas.drawCircle( cx: 200,  cy: 200,  radius: 100, mPaint);
    mPaint.setStyle(Paint.Style.STROKE);
    canvas.drawCircle( cx: 200,  cy: 500,  radius: 100, mPaint);
    mPaint.setStyle(Paint.Style.FILL_AND_STROKE);
    canvas.drawCircle( cx: 200,  cy: 800,  radius: 100, mPaint);

}
```

View绘制-不规则图形




```
@Override
protected void onDraw(Canvas canvas) {
    super.onDraw(canvas);
    Path path = new Path();//绘制多边形的类
    path.moveTo( x: 200,  y: 200);//起始点
    path.lineTo( x: 250,  y: 350);
    path.lineTo( x: 170,  y: 450);
    path.lineTo( x: 30,  y: 320);
    path.close();//闭合图形
    canvas.drawPath(path, mPaint);

}
```

View绘制-画文本


```
@Override
protected void onDraw(Canvas canvas) {
    super.onDraw(canvas);
    mPaint.setTextSize(50f);
    canvas.drawText( text: "这是一段测试文本",  x: 100,  y: 100, mPaint);
    Path path = new Path();//绘制多边形的类
    path.moveTo( x: 200,  y: 200);//起始点
    path.lineTo( x: 250,  y: 350);
    path.lineTo( x: 170,  y: 450);
    path.lineTo( x: 30,  y: 320);
    path.close();//闭合图形
    mPaint.setTextSize(25f);
    canvas.drawTextOnPath( text: "这是第二段测试文本，测试的内容是使用canvas画出一段文本", path,  hOffset: 0,  vOffset: 0, mPaint);

}
```

View绘制-画文本


```
@Override
protected void onDraw(Canvas canvas) {
    super.onDraw(canvas);
    mPaint.setTextSize(50f);
    mPaint.setTextAlign(Paint.Align.LEFT);
    canvas.drawText( text: "这是一段测试文本",  x: 500,  y: 500, mPaint);
    mPaint.setTextAlign(Paint.Align.CENTER);
    canvas.drawText( text: "这是一段测试文本",  x: 500,  y: 700, mPaint);
    mPaint.setTextAlign(Paint.Align.RIGHT);
    canvas.drawText( text: "这是一段测试文本",  x: 500,  y: 900, mPaint);

}
```

自定义view总结

View的绘制流程：

- 重要绘制流程：
  - ✓ Measure：测量
  - ✓ Layout：布局
  - ✓ Draw：绘制
- 以及几个重要函数：
  - ✓ onSizeChanged
  - ✓ invalidate
  - ✓ requestLayout
- 理解 ViewTree 及 ViewGroup 的Measure / Layout / Draw的流程
- View自定义绘制：
  - ✓ 绘制图形：点、线、圆形、椭圆、矩形、圆角矩形
  - ✓ 绘制文字：文字的测量

课堂作业

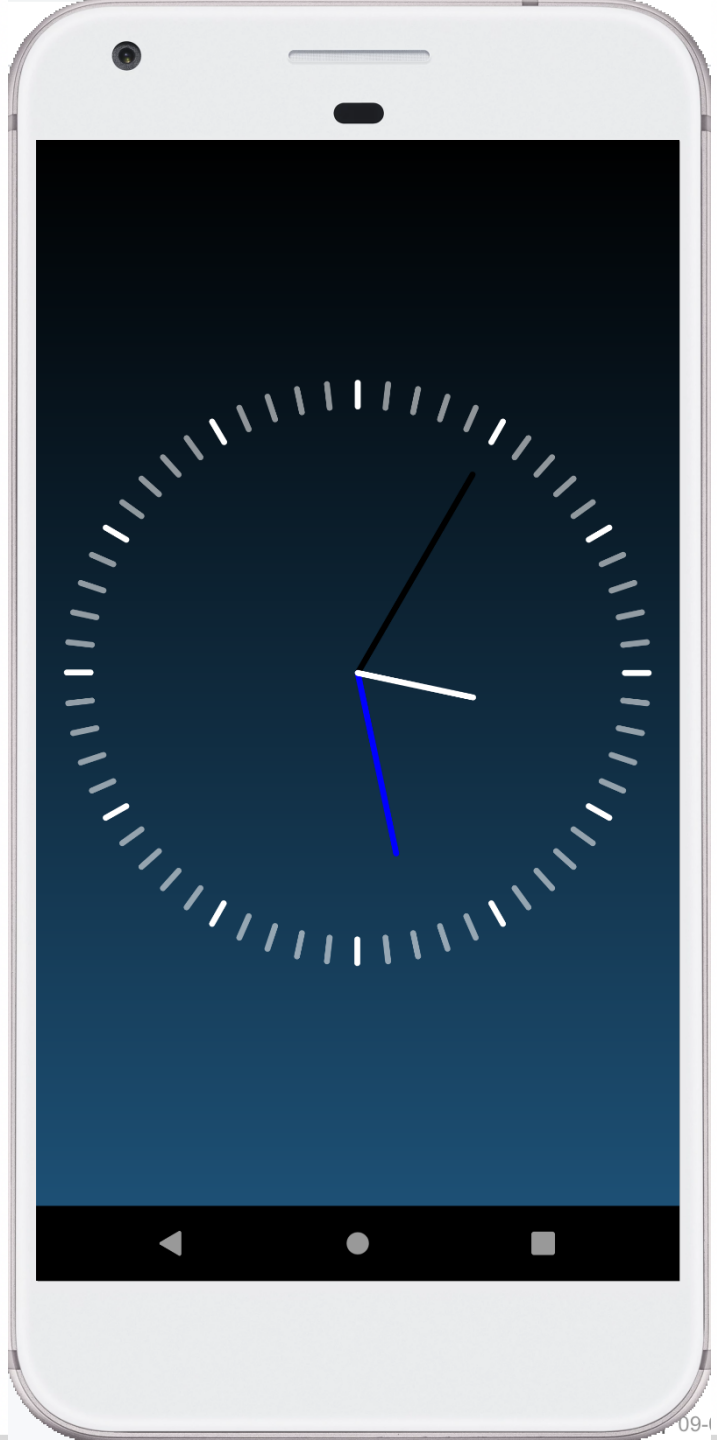
时钟App

作业：
1. 绘制时钟界面，包括表盘、时针、分针、秒针
2. 时针、分针、秒针需要跳动

减分项：
1. 程序会在某些情况下崩溃
2. 逻辑过于复杂

https://github.com/bytedance-android-camp-sjtu/chapter-4

在Clock.java类中完成todo部分



THANKS.

ByteDance 字节跳动