Android 应用性能优化经验分享

关于我 about me

张明云

就职于
步步高教育电子

4年
Android 应用开发经验

技术管理
软件工程
组件化
应用性能优化

知乎
编程、Android开发话题
优秀回答者

简书专题
《Android开发经验谈》
运营者

微信公众号：open_dev

1. 性能优化有多重要？
2. 应用性能状况
3. 性能优化流程、原则、指标和工具
4. 性能优化实战
5. 实际优化效果

1. 性能优化有多重要？
2. 应用性能状况
3. 性能优化流程、原则、指标和工具
4. 性能优化实战
5. 实际优化效果

01 性能优化有多重要？

作为手机用户，每天都有哪些问题让我们烦恼?

掉电快，充满一次电还管不了一天

手机莫名发烫

手机屏幕上密密麻麻的指纹印，难看、难擦

手机越用越卡

网络问题，无内容显示/持续转圈

01 性能优化有多重要？

做应用的挑战不只是需要把工作做完，而是要做得足够出色

- 改善性能就是改善产品体验
- 同类竞品越来越多，优胜劣汰
- 用户越来越“挑”

01 性能优化有多重要？

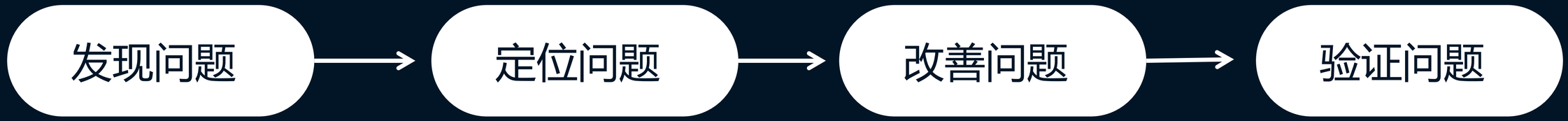
1. 性能优化有多重要？
2. 应用性能状况
3. 性能优化流程、原则、指标和工具
4. 性能优化实战
5. 实际优化效果

02 应用性能状况

- 约60%应用冷启动时间超过2S
- SDK的不合理使用（基础类型和装箱类型、HashMap和SparseArray）
- 在系统回调或频繁调用的代码块中创建新的实例
- 几乎所有的APP都存在过渡绘制问题，Activity和Window都设置了背景
- json库的不合理使用，导致Launcher严重卡顿
- 近10个应用监听开机广播，导致开机后一段时间内Launcher严重卡顿
- 应用内存占用不合理（适配不规范、缓存不合理、回收不及时）
- 系统SDK导致的内存泄漏（InputMethodManager、WebView，AndroidExcludedRefs.java）
- 非静态内部类导致的内存泄漏（Handler、Observer、AsyncTask）
- 四大组件的Context和Application Context的不合理使用
- IO操作完成后没有关闭文件（Cursor、TypedArray、File等）
- 功耗问题明显（循环动画、过渡绘制、网络请求不合理、后台服务常驻等）

1. 性能优化有多重要？
2. 应用性能状况
3. 性能优化流程、原则、指标和工具
4. 性能优化实战
5. 实际优化效果

03 性能优化流程



性能测试工具　　性能检测工具　　性能优化方法　　性能测试工具

03 性能优化原则

- 不能凭感觉，要看数据说话，有足够多的测量
- 尽量使用低配置设备进行测试
- 权衡利弊，以保证进度、稳定为主
- 改善后一定要验证，保证每一次改善都有效，不会导致其它问题

03 性能优化指标

指标	现象	原因	检测工具
启动速度	黑、白屏 首帧出现慢	布局复杂 UI阻塞 过渡绘制 初始化做的事情太多	Hierarchy Viewer StrictMode TraceView Hugo
流畅度	应用卡顿	内存抖动 过渡绘制 UI阻塞 整机剩余内存不足	Android Studio 开发者选项 StrictMode TraceView Hugo
内存	整机慢	内存占用多 内存抖动 内存泄漏	Android Studio Leakcanary
功耗	发烫 掉电快	硬件持续高负荷工作 频繁的网络访问 频繁的界面刷新 长时间不待机 后台持续工作	Android Studio 开发者选项

03 性能优化指标

指标	现象	原因	检测工具
启动速度	黑、白屏 首帧出现慢	布局复杂 UI阻塞 过渡绘制 初始化做的事情太多	Hierarchy Viewer StrictMode TraceView Hugo
流畅度	应用卡顿	内存抖动 过渡绘制 UI阻塞 整机剩余内存不足	Android Studio 开发者选项 StrictMode TraceView Hugo
内存	整机慢	内存占用多 内存抖动 内存泄漏	Android Studio Leakcanary
功耗	发烫 掉电快	硬件持续高负荷工作 频繁的网络访问 频繁的界面刷新 长时间不待机 后台持续工作	Android Studio 开发者选项

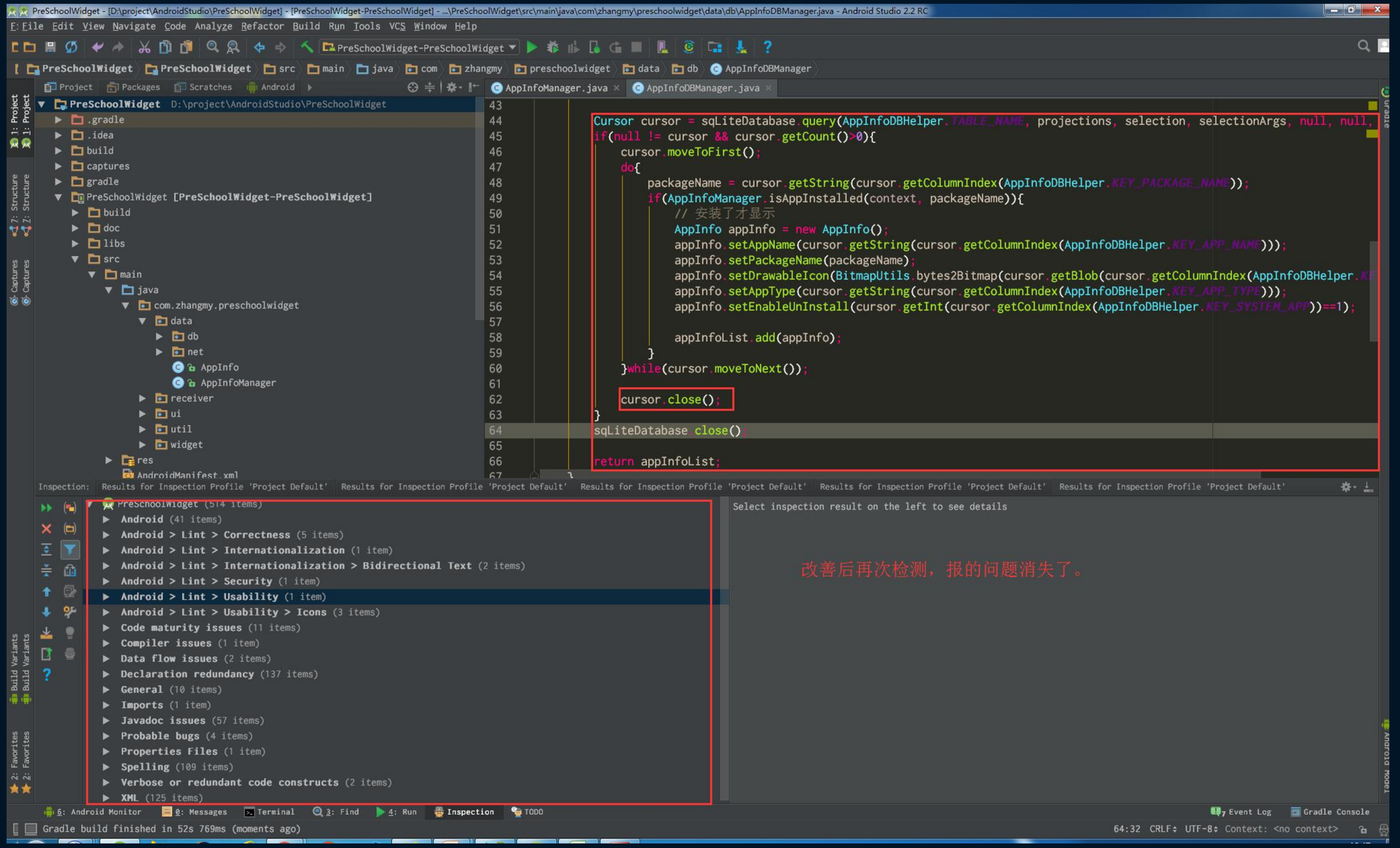
03 性能优化指标

指标	现象	原因	检测工具
启动速度	黑、白屏 首帧出现慢	布局复杂 UI阻塞 过渡绘制 初始化做的事情太多	Hierarchy Viewer StrictMode TraceView Hugo
流畅度	应用卡顿	内存抖动 过渡绘制 UI阻塞 整机剩余内存不足	Android Studio 开发者选项 StrictMode TraceView Hugo
内存	整机慢	内存占用多 内存抖动 内存泄漏	Android Studio Leakcanary
功耗	发烫 掉电快	硬件持续高负荷工作 频繁的网络访问 频繁的界面刷新 长时间不待机 后台持续工作	Android Studio 开发者选项

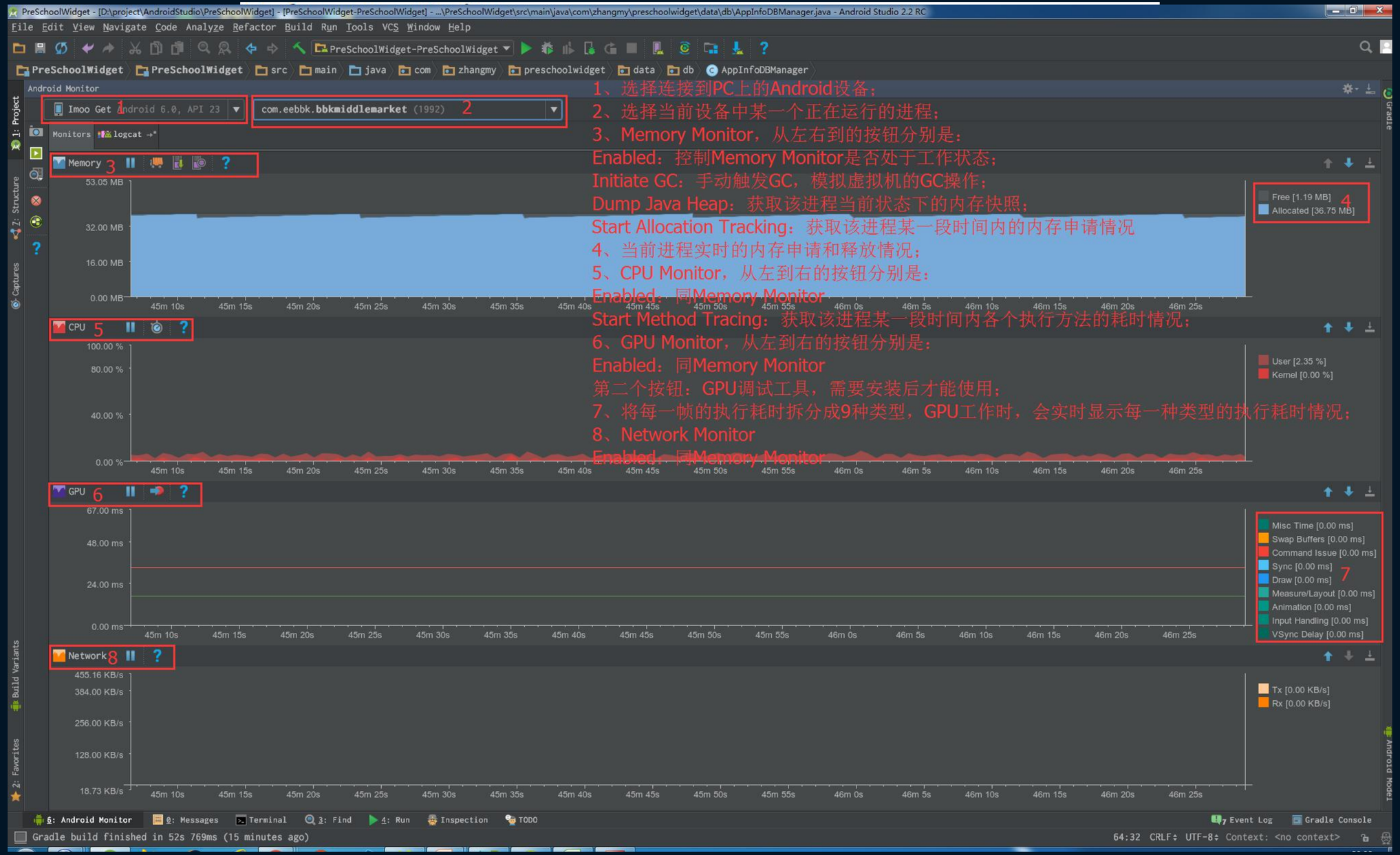
03 性能优化指标

指标	现象	原因	检测工具
启动速度	黑、白屏 首帧出现慢	布局复杂 UI阻塞 过渡绘制 初始化做的事情太多	Hierarchy Viewer StrictMode TraceView Hugo
流畅度	应用卡顿	内存抖动 过渡绘制 UI阻塞 整机剩余内存不足	Android Studio 开发者选项 StrictMode TraceView Hugo
内存	整机慢	内存占用多 内存抖动 内存泄漏	Android Studio Leakcanary
功耗	发烫 掉电快	硬件持续高负荷工作 频繁的网络访问 频繁的界面刷新 长时间不待机 后台持续工作	Android Studio 开发者选项

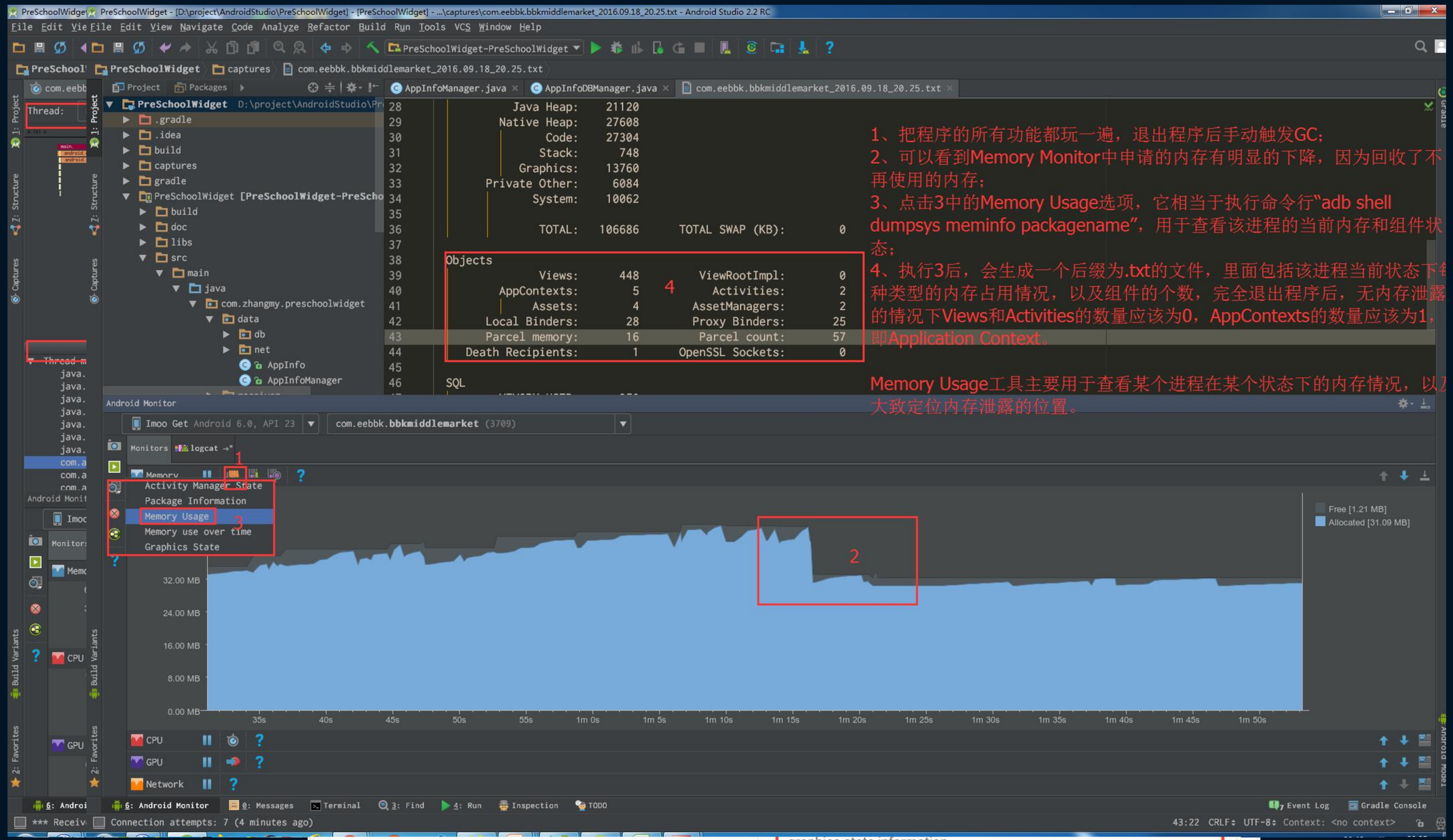
03 性能优化工具（AS Inspect Code）



03 性能优化工具（AS Performance Monitor）



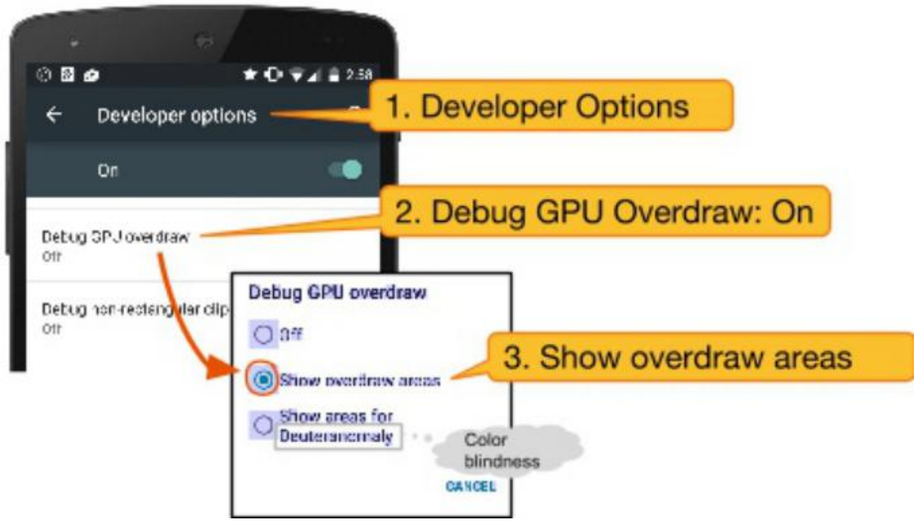
03 性能优化工具（AS Data Analysis）

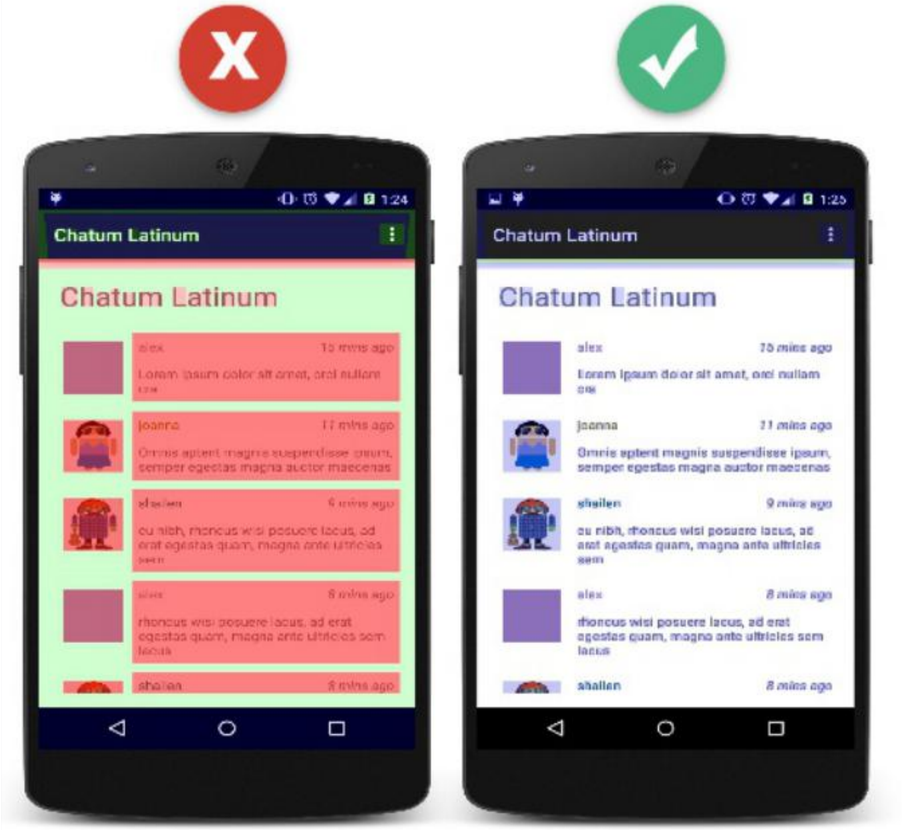


1、把程序的所有功能都玩一遍，退出程序后手动触发GC；
2、可以看到Memory Monitor中申请的内存有明显的下降，因为回收了不再使用的内存；
3、点击3中的Memory Usage选项，它相当于执行命令行“adb shell dumpsys meminfo packagename”，用于查看该进程的当前内存和组件状态；
4、执行3后，会生成一个后缀为.txt的文件，里面包括该进程当前状态下各种类型的内存占用情况，以及组件的个数，完全退出程序后，无内存泄露的情况下Views和Activities的数量应该为0，AppContexts的数量应该为1，即Application Context。

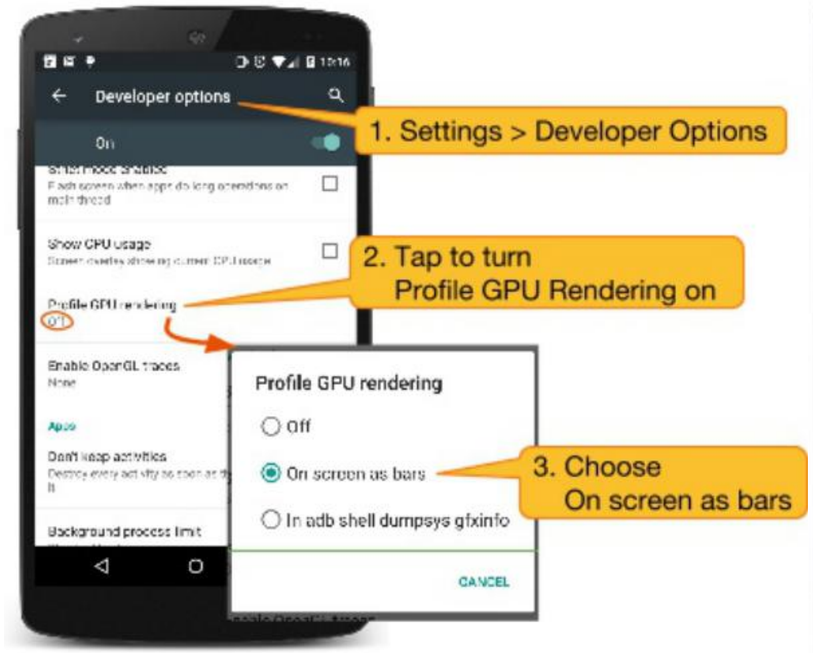
Memory Usage工具主要用于查看某个进程在某个状态下的内存情况，以大致定位内存泄露的位置。

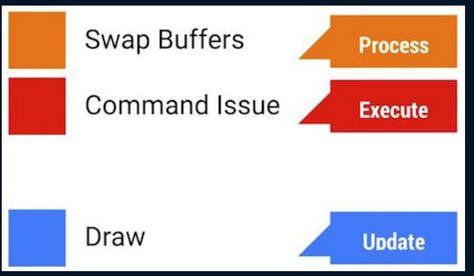
03 性能优化工具（开发者选项 过渡绘制）



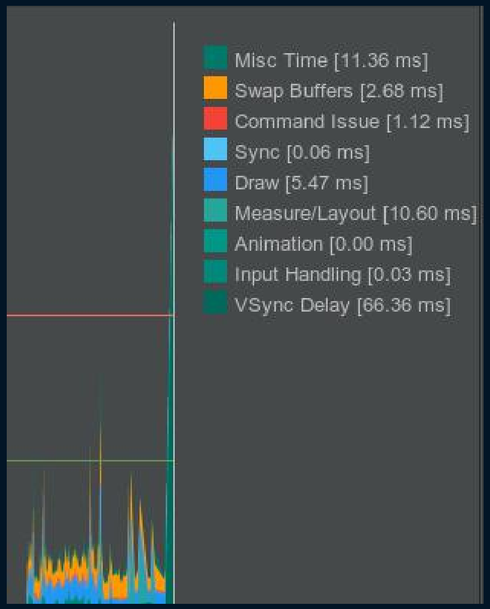


03 性能优化工具（开发者选项 GPU呈现模式分析）





API<23

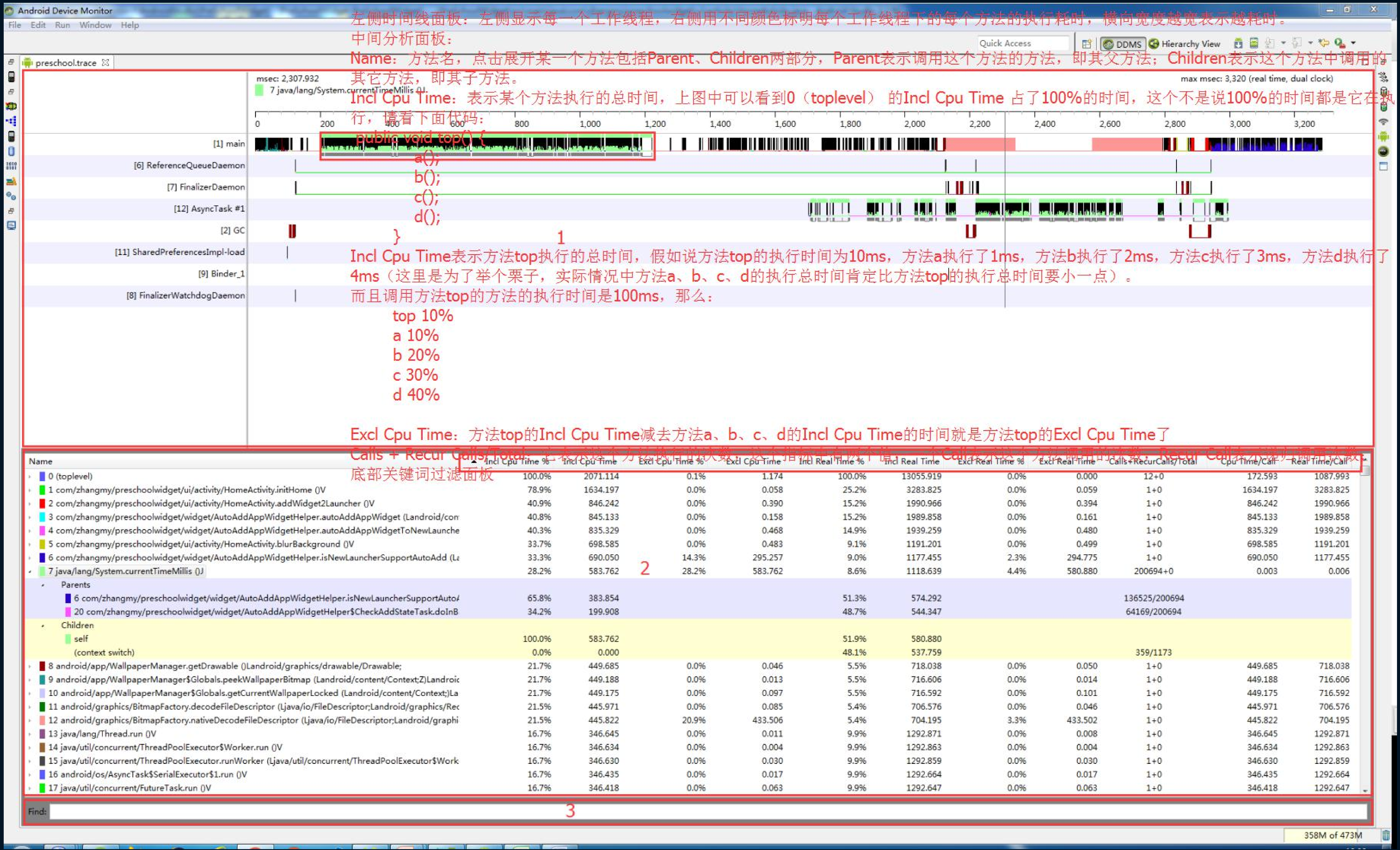


API>=23

03 性能优化工具（StrictMode）

```
StrictMode.setThreadPolicy(new StrictMode.ThreadPolicy.Builder()
        .detectDiskReads()
        .detectDiskWrites()
        .detectNetwork()   // or .detectAll() for all detectable problems
        .penaltyLog()
        .build());
StrictMode.setVmPolicy(new StrictMode.VmPolicy.Builder()
        .detectLeakedSqlLiteObjects()
        .detectLeakedClosableObjects()
        .penaltyLog()
        .penaltyDeath()
        .build());
```

03 性能优化工具（TraceView）



03 性能优化工具（方法耗时打印 Hugo）

```
buildscript {
  repositories {
    mavenCentral()
  }

  dependencies {
    classpath 'com.jakewharton.hugo:hugo-plugin:1.2.1'
  }
}

apply plugin: 'com.android.application'
apply plugin: 'com.jakewharton.hugo'
```

Disable logging temporarily by adding the following:

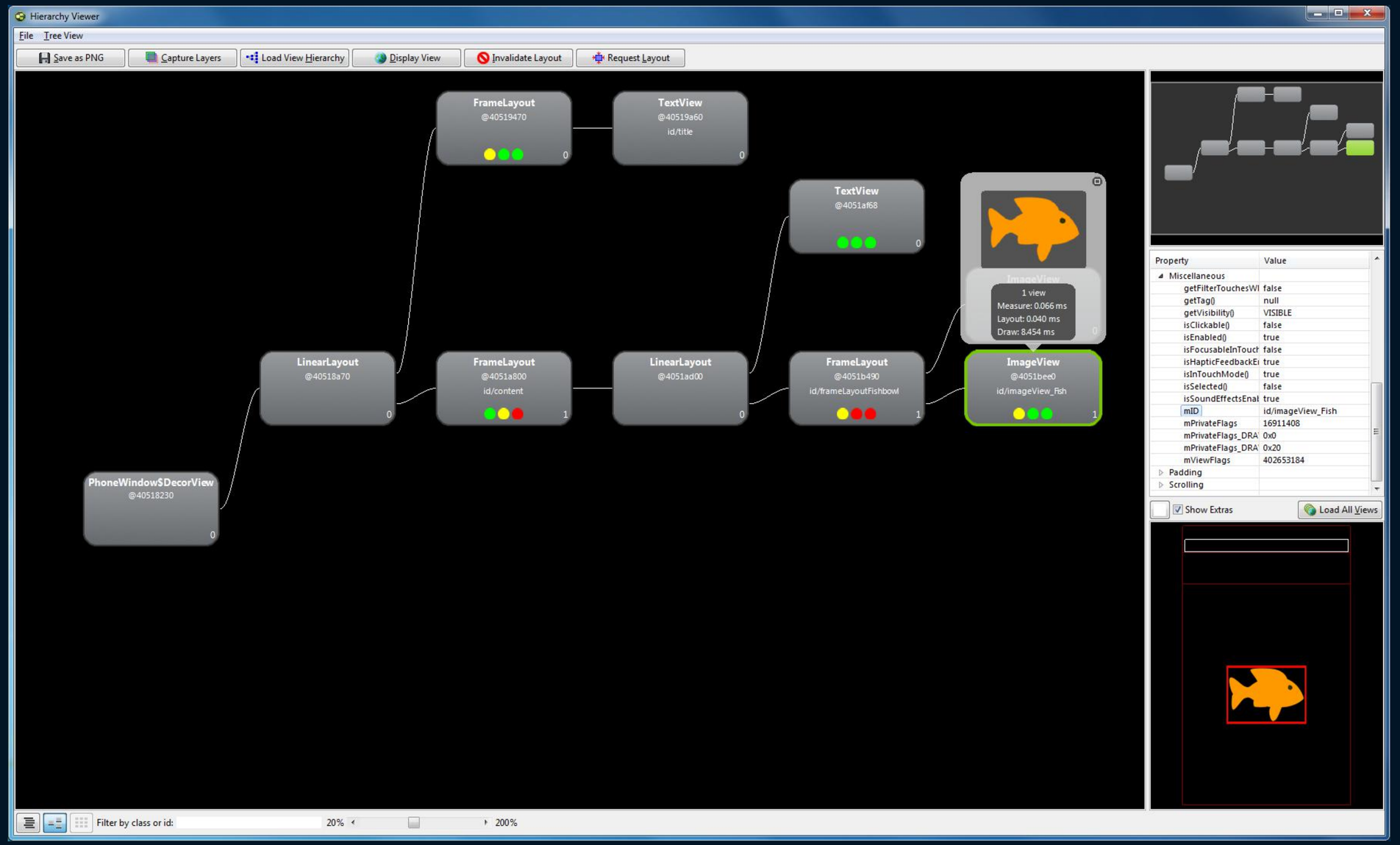
```
hugo {
  enabled false
}
```

If you want to toggle logging at runtime, use `Hugo.setEnabled(true|false)`

```
@DebugLog
public String getName(String first, String last) {
  SystemClock.sleep(15); // Don't ever really do this!
  return first + " " + last;
}
```

```
V/Example: ⟶ getName(first="Jake", last="Wharton")
V/Example: ⟵ getName [16ms] = "Jake Wharton"
```

03 性能优化工具（布局性能查看 Hierarchy Viewer）



03 性能优化（内存泄露检测 Leakcanary）

How do I use it?

Use a `RefWatcher` to watch references that should be GCed:

```
RefWatcher refWatcher = {...};

// We expect schrodingerCat to be gone soon (or not), let's watch it.
refWatcher.watch(schrodingerCat);
```

`LeakCanary.install()` returns a pre configured `RefWatcher`. It also installs an `ActivityRefWatcher` that automatically detects if an activity is leaking after `Activity.onDestroy()` has been called.

```
public class ExampleApplication extends Application {

  public static RefWatcher getRefWatcher(Context context) {
    ExampleApplication application = (ExampleApplication) context.getApplicationContext();
    return application.refWatcher;
  }

  private RefWatcher refWatcher;

  @Override public void onCreate() {
    super.onCreate();
    refWatcher = LeakCanary.install(this);
  }
}
```

You could use the `RefWatcher` to watch for fragment leaks:

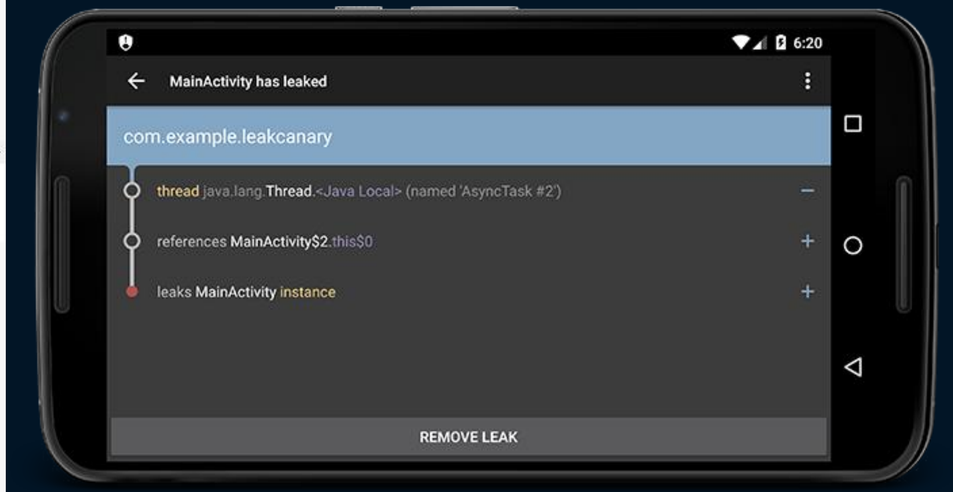
```
public abstract class BaseFragment extends Fragment {

  @Override public void onDestroy() {
    super.onDestroy();
    RefWatcher refWatcher = ExampleApplication.getRefWatcher(getActivity());
    refWatcher.watch(this);
  }
}
```

Update your dependencies to the latest SNAPSHOT (see build.gradle):

```
dependencies {
  debugCompile 'com.squareup.leakcanary:leakcanary-android:1.5-SNAPSHOT'
  releaseCompile 'com.squareup.leakcanary:leakcanary-android-no-op:1.5-SNAPSHOT'
}
```

Add Sonatype's `snapshots` repository:

```
repositories {
  mavenCentral()
  maven {
    url 'https://oss.sonatype.org/content/repositories/snapshots/'
  }
}
```



目录

CONTENT

04 性能优化实战-启动速度优化-三种启动模式

三种启动模式	
首次启动	耗时最长，fork进程+生成数据+dex编译为本地代码+应用初始化
冷启动	fork进程+应用初始化
热启动	应用恢复

应该以冷启动速度为优化指标，首次启动频次低，热启动耗时少，没多大意义。

04 性能优化实战-启动速度优化-冷启动平均耗时统计

Nimbledroid统计Google Play各类别APP冷启动平均耗时（Nexus 5 + Android 4.4）	
类别	冷启动平均耗时（秒）
在线音乐	3
通讯	2.5
购物	2.6
社交媒体	2.65
在线视频	3.5
设备优化	2.2
图像编辑	3.7

Google Play排名前100的非游戏类应用
39个冷启动时间在2秒以内
73个冷启动时间在3秒以内

04 性能优化实战-启动速度优化

启动速度优化		
启动分类	首次启动、冷启动、热启动	
现象	黑白屏、首帧出现慢	
原因分析	布局复杂、UI阻塞、过渡绘制	
测试工具	秒表、高速相机、命令行、Log(SDK≥4.4)	
检测工具	StrictMode、TraceView、Hugo、Hierarchy Viewer	
检测方法	使用StrictMode、Hugo、Hierarchy Viewer初步定位 使用TraceView精确定位	
优化方法	布局复杂	去掉Window背景、merge、ViewStub、space、CoordinatorLayout；
	过渡绘制	
	UI阻塞	AsyncTask、HandlerThread、IntentService、ThreadPool

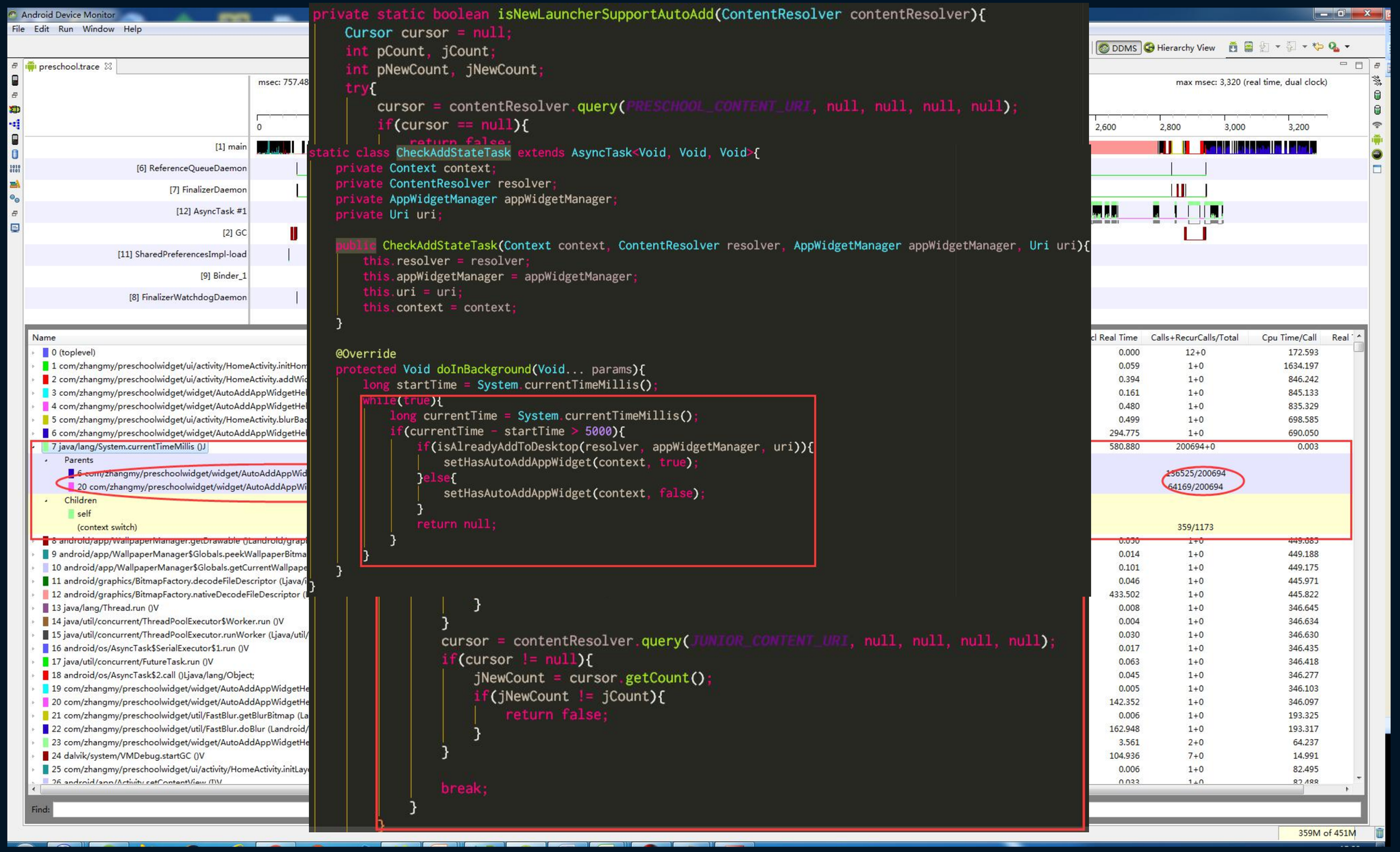
```
/system_process I/ActivityManager: [AppLaunch] Displayed Displayed com.eebbk.bbkmiddlemarket/.activity.HomeActivity: +1s262ms
```

04 性能优化实战-启动速度优化-Hugo大致定位耗时位置

```java
public class HomeActivity extends FragmentActivity implements AppFragment.OnFragmentInteractionListener{

    // ...这里是实例化对象的操作

    @DebugLog
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState){
        super.onCreate(savedInstanceState);
        initHome();
    }

    @DebugLog
    private void initHome(){
        initLayout();
        addWidget2Launcher();
        blurBackground();
        showContent();
    }

    @DebugLog
    private void initLayout() { setContentView(R.layout.activity_home_layout); }

    @DebugLog
    private void addWidget2Launcher(){...}

    @DebugLog
    private void blurBackground(){...}

    @DebugLog
    private void showContent(){
        findViews();
        showTitle();
        setViewPager();
    }

    @DebugLog
    private void findViews(){...}

    @DebugLog
    private void setViewPager(){...}
```

```
09-19 09:47:07.912 13908-13908/? V/PreSchoolWidgetApplication: ← onCreate [0ms]
09-19 09:47:08.012 13908-13908/? V/HomeActivity: ← initLayout [61ms]
09-19 09:47:09.882 13908-13908/? V/HomeActivity: ← addWidget2Launcher [1868ms]
09-19 09:47:11.492 13908-13908/? V/HomeActivity: ← blurBackground [1610ms]
09-19 09:47:11.502 13908-13908/? V/HomeActivity: ← findViews [0ms]
09-19 09:47:11.502 13908-13908/? V/HomeActivity: ← showTitle [1ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← setViewPager [5ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← showContent [14ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← initHome [3561ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← onCreate [3562ms]
```

04 性能优化实战-启动速度优化-TraceView精确定位




```
private static boolean isNewLauncherSupportAutoAdd(ContentResolver contentResolver){
    Cursor cursor = null;
    int pCount, jCount;
    int pNewCount, jNewCount;
    try{
        cursor = contentResolver.query(PRESCHOOL_CONTENT_URI, null, null, null, null);
        if(cursor == null){
            return false;
static class CheckAddStateTask extends AsyncTask<Void, Void, Void>{
    private Context context;
    private ContentResolver resolver;
    private AppWidgetManager appWidgetManager;
    private Uri uri;

    public CheckAddStateTask(Context context, ContentResolver resolver, AppWidgetManager appWidgetManager, Uri uri){
        this.resolver = resolver;
        this.appWidgetManager = appWidgetManager;
        this.uri = uri;
        this.context = context;
    }

    @Override
    protected Void doInBackground(Void... params){
        long startTime = System.currentTimeMillis();
        while(true){
            long currentTime = System.currentTimeMillis();
            if(currentTime - startTime > 5000){
                if(isAlreadyAddToDesktop(resolver, appWidgetManager, uri)){
                    setHasAutoAddAppWidget(context, true);
                }else{
                    setHasAutoAddAppWidget(context, false);
                }
                return null;
            }
        }
    }
}
                    }
                }
                cursor = contentResolver.query(JUNIOR_CONTENT_URI, null, null, null, null);
                if(cursor != null){
                    jNewCount = cursor.getCount();
                    if(jNewCount != jCount){
                        return false;
                    }
                }

                break;
            }
        }
```

04 性能优化实战-启动速度优化-改善后

```
private static boolean isNewLauncherSupportAutoAdd(ContentResolver contentResolver){
    Cursor cursor = null;
    int pCount, jCount;
    int pNewCount, jNewCount;
    try{
        cursor = contentResolver.query(PRESCHOOL_CONTENT_URI, null, null, null, null);
        if(cursor == null){
            return false;
        }else{
            if(cursor.getCount() == 0){
                return false;
            }
            pCount = cursor.getCount();
        }
        cursor = contentResolver.query(JUNIOR_CONTENT_URI, null, null, null, null);
        if(cursor == null){
            return false;
        }else{
            if(cursor.getCount() == 0){
                return false;
            }
            jCount = cursor.getCount();
        }

        long currentTime = System.currentTimeMillis();
        while(true){
            if(System.currentTimeMillis() - currentTime > 1000){
                cursor = contentResolver.query(PRESCHOOL_CONTENT_URI, null, null, null, null);
                if(cursor != null){
                    pNewCount = cursor.getCount();
                    if(pNewCount != pCount){
                        return false;
                    }
                }
                cursor = contentResolver.query(JUNIOR_CONTENT_URI, null, null, null, null);
                if(cursor != null){
                    jNewCount = cursor.getCount();
                    if(jNewCount != jCount){
                        return false;
                    }
                }

                break;
            }
        }
```

```
private static boolean isNewLauncherSupportAutoAdd(ContentResolver contentResolver){
    Cursor cursor = null;
    int pCount, jCount;
    int pNewCount, jNewCount;
    try{
        cursor = contentResolver.query(PRESCHOOL_CONTENT_URI, null, null, null, null);
        if(cursor == null){
            return false;
        }else{
            if(cursor.getCount() == 0){
                return false;
            }
            pCount = cursor.getCount();
        }
        cursor = contentResolver.query(JUNIOR_CONTENT_URI, null, null, null, null);
        if(cursor == null){
            return false;
        }else{
            if(cursor.getCount() == 0){
                return false;
            }
            jCount = cursor.getCount();
        }

        cursor = contentResolver.query(PRESCHOOL_CONTENT_URI, null, null, null, null);
        if(cursor != null){
            pNewCount = cursor.getCount();
            if(pNewCount != pCount){
                return false;
            }
        }
        cursor = contentResolver.query(JUNIOR_CONTENT_URI, null, null, null, null);
        if(cursor != null){
            jNewCount = cursor.getCount();
            if(jNewCount != jCount){
                return false;
            }
        }
```

由监听开机广播改为监听解锁的广播

04 性能优化实战-启动速度优化-改善后

```
static class CheckAddStateTask extends AsyncTask<Void, Void, Void>{
    private Context context;
    private ContentResolver resolver;
    private AppWidgetManager appWidgetManager;
    private Uri uri;

    public CheckAddStateTask(Context context, ContentResolver resolver, AppWidgetManager appWidgetManager, Uri uri){
        this.resolver = resolver;
        this.appWidgetManager = appWidgetManager;
        this.uri = uri;
        this.context = context;
    }

    @Override
    protected Void doInBackground(Void... params){
        long startTime = System.currentTimeMillis();
        while(true){
            long currentTime = System.currentTimeMillis();
            if(currentTime - startTime > 5000){
                if(isAlreadyAddToDesktop(resolver, appWidgetManager, uri)){
                    setHasAutoAddAppWidget(context, true);
                }else{
                    setHasAutoAddAppWidget(context, false);
                }
                return null;
            }
        }
    }
}
```

```
static class CheckAddStateTask extends AsyncTask<Void, Void, Void>{
    private Context context;
    private ContentResolver resolver;
    private AppWidgetManager appWidgetManager;
    private Uri uri;

    public CheckAddStateTask(Context context, ContentResolver resolver, AppWidgetManager appWidgetManager, Uri uri){
        this.resolver = resolver;
        this.appWidgetManager = appWidgetManager;
        this.uri = uri;
        this.context = context;
    }

    @Override
    protected Void doInBackground(Void... params){
        if(isAlreadyAddToDesktop(resolver, appWidgetManager, uri)){
            setHasAutoAddAppWidget(context, true);
        }else{
            setHasAutoAddAppWidget(context, false);
        }
        return null;
    }
}
```

延时的目的是为了解决刚开机时Launcher没有加载完成导致查询数据失败的问题
由监听开机广播改为监听解锁的广播。

04 性能优化实战-启动速度优化-改善后

```
09-19 09:47:07.912 13908-13908/? V/PreSchoolWidgetApplication: ← onCreate [0ms]
09-19 09:47:08.012 13908-13908/? V/HomeActivity: ← initLayout [61ms]
09-19 09:47:09.882 13908-13908/? V/HomeActivity: ← addWidget2Launcher [1868ms]
09-19 09:47:11.492 13908-13908/? V/HomeActivity: ← blurBackground [1610ms]
09-19 09:47:11.502 13908-13908/? V/HomeActivity: ← findViews [0ms]
09-19 09:47:11.502 13908-13908/? V/HomeActivity: ← showTitle [1ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← setViewPager [5ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← showContent [14ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← initHome [3561ms]
09-19 09:47:11.512 13908-13908/? V/HomeActivity: ← onCreate [3562ms]
```

```
09-19 16:11:31.272 459-459/? V/HomeActivity: ← initLayout [111ms]
09-19 16:11:31.622 459-459/? V/HomeActivity: ← addWidget2Launcher [352ms]
09-19 16:11:32.632 459-459/? V/HomeActivity: ← blurBackground [1011ms]
09-19 16:11:32.642 459-459/? V/HomeActivity: ← findViews [0ms]时间减少了近2秒
09-19 16:11:32.642 459-459/? V/HomeActivity: ← setViewPager [3ms]
09-19 16:11:32.642 459-459/? V/HomeActivity: ← showContent [8ms]
09-19 16:11:32.642 459-459/? V/HomeActivity: ← initHome [1488ms]
09-19 16:11:32.642 459-459/? V/HomeActivity: ← onCreate [1490ms]
```

04 性能优化实战-流畅度优化

流畅度优化		
现象	应用卡顿	
原因分析	内存抖动、过渡绘制、UI阻塞、整机剩余内存不足	
测试工具	Android Studio、开发者选项	
检测工具	StrictMode、TraceView、Hugo、Android Studio、开发者选项	
检测方法	使用StrictMode、Hugo、Android Studio、开发者选项初步定位 使用TraceView精确定位	
优化方法	内存抖动	减少局部变量的申请，特别是在频繁调用方法内；
	过渡绘制	去掉Window背景、merge、ViewStub、space、CoordinatorLayout；
	UI阻塞	AsyncTask、HandlerThread、IntentService、ThreadPool
	整机内存	内存泄露优化（非静态内部类、静态代码检查、Context、系统SDK泄露）

04 性能优化实战-流畅度优化

内存优化		
现象	整机慢	
原因分析	内存占用大、内存泄漏、内存抖动	
测试工具	Android Studio、Leakcananry	
检测工具	Android Studio、Leakcananry	
检测方法	使用adb shell dumpsys meminfo初步定位问题 使用Android Memory Monitor、Leakcanary精确定位问题	
优化方法	内存占大	缓存合理，图片放置位置合理。
	内存泄露	内存泄露优化（非静态内部类、静态代码检查、Context、系统SDK泄露）
	内存抖动	减少局部变量的申请，特别是在频繁调用方法内；

04 性能优化实战-功耗优化

功耗优化		
现象	发烫、掉电快	
原因分析	硬件持续高负荷工作 如频繁的网络访问、频繁的界面刷新、长时间不待机、后台持续工作	
测试工具	万用表、专业的电量测试工具	
检测工具	Android Studio、开发者选项	
检测方法	使用Android Monitor初步定位网络、C/GPU的问题 使用开发者选项精确定位频繁刷新的问题	
优化方法	频繁的网络访问	网络请求合并，改善网络请求策略
	频繁的界面刷新	改为触发时响应，不要一进界面就持续刷新界面
	长时间不待机	合理使用WakeLock
	后台持续工作	系统优化

1. 性能优化有多重要？
2. 应用性能状况
3. 性能优化流程、原则、指标和工具
4. 性能优化实战
5. 实际优化效果

05 实际优化效果

- 超过80%的应用冷启动速度基本都控制在了1.5S以内
- 解决图文混排控件界面因为图片太多导致滑动卡顿的问题
- 对大部分模块完成静态代码分析，解决了明显的性能问题（Handler内部类、IO操作导致的内存泄露）
- 解决两个APP因为适配不合理（图片存放的drawable文件夹不对）导致耗内存的问题
- 超过80%的应用基本做到无内存泄漏（除系统导致的内存泄漏问题外）
- 解决了两个系统导致的内存泄漏问题（WebView、InputMethodManager）
- 超过80%的应用过渡绘制层数控制在3X以内（无红色）
- 超过95%的应用安装包大小控制在10M以内

我讲完了，谢谢大家