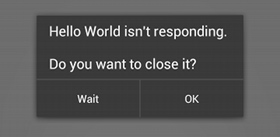
# ANR剖析



Application Not Responding, Android系统对于一些事件需要在一定的时间范围内完成，如果超过预定时间能未能得到有效响应或者响应时间过长，都会造成ANR。一般地，这时往往会弹出一个提示框，告知用户当前xxx未响应，用户可选择继续等待或者Force Close。

和发生Crash一样，ANR也是Android应用程序无法继续运行的一种异常，和Crash的区别是，它不一定是由于程序的异常错误导致的，一般是应用处理长时间没有结果响应导致主进程不能处理下一件事情。

注: 在系统设置->开发人员选项-》“显示所有应用程序无响应ANR”开关可以进行设置后台的应用 程序是否显示anrdlg。

本节介绍ANR的定义、分析、原理、应用发生ANR的原因、尽量避免发生ANR。

## ANR定义

定义: Application Not Responding,**主线程在特定的时间内没有做完特定的事情**。具体而言，在Android系统中，4大组件，应用发生的ANR有以下几种类型：

1.KeyDispatchTimeout(InputDispatching Timeout)

最常见的ANR类型是对输入事件**5s**内无响应，比如**按键或触摸事件**在此时间内无响应。

具体的超时时间的定义在framework下的ActivityManagerService.java

staticfinal int KEY\_DISPATCHING\_TIMEOUT = 5\*1000

2.BroadcastTimeout(BroadcastQueue)

BroadcastReceiver在指定时间（原生系统默认是**10s**）内无法处理完成，并且没有结束执行onReceive。对于前台广播，则超时为BROADCAST\_FG\_TIMEOUT = 10s；对于后台广播，则超时为BROADCAST\_BG\_TIMEOUT = 60s;

3. ContentProvider Timeout：内容提供者, CONTENT\_PROVIDER\_PUBLISH\_TIMEOUT = 10s; 统计区间是在System\_Server进程调用startProcessLocked之后会调用AMS.attachApplicationLocked，以这为起点，一直到provider进程installProvider以及publishContentProviders，调用到AMS.publishContentProviders为止。超过了这个时间就会系统就会杀掉Provider进程。

4. ServiceTimeout：前台服务超时为SERVICE\_TIMEOUT = 20s；后台服务超时为SERVICE\_BACKGROUND\_TIMEOUT = SERVICE\_TIMEOUT \* 10 = 200s（ActiveServices.[**Java**](http://lib.csdn.net/base/java)）；服务超时，是指在执行服务的方法超时了，即在执行服务的周期函数onCreate()、onBind()、onStart()的时候超时了。在后台线程组中服务执行超时时间为200s，非后台线程组中服务执行超时时间为20s。默认情况下，服务都在非后台线程组中执行，超时时间为20s。

在Process.java中，定义了几种线程组：

|  |  |
| --- | --- |
| THREAD\_GROUP\_DEFAULT | 默认线程组 |
| THREAD\_GROUP\_BG\_NONINTERACTIVE | 后台线程组 |
| THREAD\_GROUP\_FOREGROUND | 前台线程组 |
| THREAD\_GROUP\_SYSTEM | 系统线程组 |

## ANR相关日志

当发生ANR时，会将ANR相关的信息，例如ANR产生的原因，CPU的状态统计信息，进程方法调用堆栈信息输出到各个日志文件中。通过分析这些日志文件，可以找出ANR发生的时间，以及ANR产生的原因。ANR日志信息记录在event.txt、main.txt、system.txt以及trace.txt文件中。

### **event日志**

　　在event日志中，通过查找am\_anr关键字，查询ANR相关的日志信息，例如：

1. 04－12 11:22:11.999  1538  1648 I am\_anr  : [0,3026,com.android.incallui,952680013,Input dispatching timed out (Waiting to send key event because the focused window has not finished processing all of the input events that were previously delivered to it.  Outbound queue length: 0.  Wait queue length: 1.)]

　　通过event日志，可以确定是否发生了ANR，以及发生ANR的应用程序，以及ANR发生的时间点。

### **main日志**

　　对于输入事件的ANR，可以在main日志里面查找InputDispatcher关键字，查看ANR发生的原因。例如：

**[plain]** [view plain](http://blog.csdn.net/chewbee/article/details/72668169) [copy](http://blog.csdn.net/chewbee/article/details/72668169)

1. 04-12 11:22:11.886  1538  2037 I InputDispatcher: Application is not responding: AppWindowToken{ae8dbc1 token=Token{88984a8 ActivityRecord{4e734cb u0 com.android.incallui/.InCallActivity t13049}}} - Window{d4efe8f u0 com.android.incallui/com.android.incallui.InCallActivity}.  It has been 5410.4ms since event, 5000.3ms since wait started.  Reason: Waiting to send key event because the focused window has not finished processing all of the input events that were previously delivered to it.  Outbound queue length: 0.  Wait queue length: 1.

### **system日志**

        在system日志中，可以查找关键字ANR in关键字，查看ANR发生时的CPU的状态信息，以及ANR发生的原因。例如：

**[plain]** [view plain](http://blog.csdn.net/chewbee/article/details/72668169) [copy](http://blog.csdn.net/chewbee/article/details/72668169)

1. 04-12 11:22:18.724  1538  1648 E ActivityManager: ANR in com.android.incallui (com.android.incallui/.InCallActivity)
2. 04-12 11:22:18.724  1538  1648 E ActivityManager: PID: 3026
3. 04-12 11:22:18.724  1538  1648 E ActivityManager: Reason: Input dispatching timed out (Waiting to send key event because the focused window has not finished processing all of the input events that were previously delivered to it.  Outbound queue length: 0.  Wait queue length: 1.)
4. 04-12 11:22:18.724  1538  1648 E ActivityManager: Load: 8.8 / 8.63 / 8.25
5. 04-12 11:22:18.724  1538  1648 E ActivityManager: CPU usage from 0ms to 6728ms later:
6. 04-12 11:22:18.724  1538  1648 E ActivityManager:   82% 1538/system\_server: 27% user + 54% kernel / faults: 12842 minor 54 major
7. ................
8. 04-12 11:22:18.724  1538  1648 E ActivityManager: 37% TOTAL: 21% user + 14% kernel + 1.5% irq

　　通过system日志，可以看到ANR发生时，CPU的使用情况，如果CPU使用量接近100%，说明当前设备很忙，有可能是CPU饥饿导致了ANR；如果CPU使用量很少，则说明主线程被阻塞了。

### **trace日志**

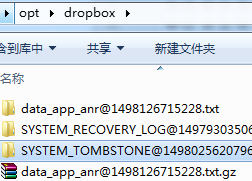
**/data/anr/traces.txt**

/data/system/dropbox

trace文件主要是记录ANR发生时，最近活动进程的方法调用堆栈信息。可以通过搜索Cmd line关键字，查找记录的进程包名。然后查看对应进程的方法调用堆栈，分析ANR发生时的方法调用信息。例如：

在Android系统上，如果发生ANR，Logcat会产生对应的日志和一个**/data/anr/traces.txt**文件，只保留最后一次发生ANR时的信息，“/data/system/dropbox则是保存最近3d的anr。”是DB指定的文件存放位置.分析ANR原因主要是分析这两个信息。但是Logcat不一定保证在发生ANR时可以拿到，特别是在非开发人员手上发生ANR情况时，再去拿logcat已经晚了，并且ANR的原因非常复杂。需要注意的是，traces.txt是抓取的是超时后（如input超时就是5s后）的snapshot，并不一定能够真实的反应出block的点。

也存在抓到主线程没有block，在idle的情况。



日志文件

注意，并不能因为有进程cpu占用高就果断的去怀疑他。因为最主要的线索traces.txt的有效性并不是非常高，所以ANR问题分析是存在一定的局限性的。

## 分析工具

#### 分析工具Analyze Stacktrace

在Android Studio上提供了一个分析trace文件的工具：**Analyze Stacktrace**。Analyze Stacktrace可以更直观地分析导致ANR的原因。

Analyze Stacktrace使用方法如下：

1）在Android Studio的工具栏中，选择Analyze→Analyze Stacktrace，打开Analyze Stacktrace工具窗口。

2）将traces.txt中的内容复制到窗口，单击Normalize按钮，生成Thread Dump列表，如图5-2所示，左边为所有线程列表，右边为选中线程的具体信息。注意有可能不显示没有上锁的线程。值得注意的是， 当前运行的其他进程也会把当前的函数堆栈信息输出到traces.txt文件中, 但发生ANR的进程正常情况下会第一个输出，所以一般情况下我们只看traces.txt的开头就行了。

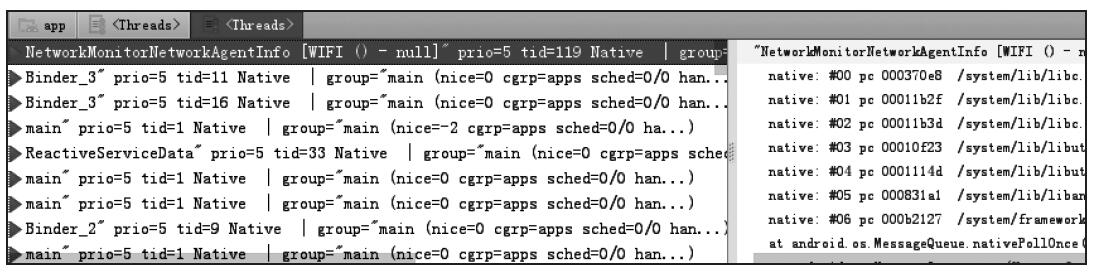


图5-2　Thread Dump列表

3）如果某个线程被标红，说明此线程被堵塞了，然后在右边的详细信息中查看堵塞的具体原因。

https://wenku.baidu.com/content/6a2246463a3567ec102de2bd960590c69ec3d8d2?m=1f7b13269e62442f93caaa768a7b08f0&type=pic&src=742396fc29b0e6bb918ccbc448ddc3bb.jpg提示　部分ANR是由于多个线程之间的同步锁导致，在使用Analyze Stacktrace分析时，可以在详情页查看是在等待哪个线程，再定位到对应的线程。

从以上的分析能够知道， 发生ANR时Android为我们提供了两种“利器”：traces文件和CPU使用率。**线程有很多状态，了解这些状态的意义对分析ANR的原因是有帮助的.**



开发中定位ANR问题日志有个很简单的规律，就是直接找到我们自己开发App所使用的包名（包括第三方Library库）信息开始定位找就可以了

[浅析android 线程状态](http://www.jianshu.com/p/3fb50ddc36d0)，java的6种线程状态定义在/java/lang/Thread.java中:在VMThread.java中, 可以看到下面的代码， native thread有10种状态, 对应着java thread的6种状态.

//

static final Thread.State[] STATE\_MAP = new Thread.State[] {

Thread.State.TERMINATED, // ZOMBIE

Thread.State.RUNNABLE, // RUNNING

Thread.State.TIMED\_WAITING, // TIMED\_WAIT

Thread.State.BLOCKED, // MONITOR

Thread.State.WAITING, // WAIT

Thread.State.NEW, // INITIALIZING

Thread.State.NEW, // STARTING

**Thread.State.RUNNABLE, // NATIVE**

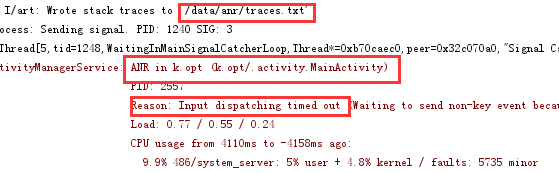
Thread.State.WAITING, // VMWAIT

**Thread.State.RUNNABLE // SUSPENDED**

};

#### KeyDispatchTimeout分析

这里简单构造一个ANR，在HomePageActivity中的单击处理函数中等待100s（Thread，sleep），然后在屏幕上滑动，投递触屏事件，结果出现ANR。发生ANR后，首先看Logcat的信息，**Logcat**信息如下：

从以上Logcat信息中，关注标粗的几个值的信息，它们的意义如下：

·ANR IN：发生ANR的具体类。

·PID：发生ANR的进程，系统在此时会生成trace文件，当前的时间点也是发生ANR的具体时间，以及生成trace文件的时间。

·Reason：当前ARN的类型以及导致ANR的原因。

·CPU usage：CPU的使用情况，在日志中CPU usage有两个时间点，第一个是发生ANR前的CPU使用情况，第二个是发生ANR后的CPU使用情况。

此时用户如果在屏幕上滑动，会产生InputDispatcher事件得不到处理

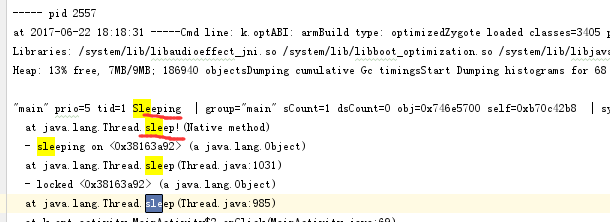
从Logcat中除了能看出在哪个类发生ANR以及ANR的类型，具体的原因主要还是看CPU的使用情况，如果**CPU使用量很少，说明主线程可能阻塞**，如果IOwait很高，说明ANR有可能是由于主线程进行耗时的I/O操作造成的。

接下来分析这个文件**/data/anr/traces.txt**。

可以直接使用adb工具获取traces.txt文件：adb pull/data/anr/traces.txt.

https://wenku.baidu.com/content/6a2246463a3567ec102de2bd960590c69ec3d8d2?m=1f7b13269e62442f93caaa768a7b08f0&type=pic&src=742396fc29b0e6bb918ccbc448ddc3bb.jpg提示　trace文件在非root手机上也可以读取，虽然在非root手机上没有权限查看data目录下的内容，**但anr目录可以读取**。

用工具使用，读取出来的traces.txt内容如下：



因此当前这个例子故意写了一个ANR，所以很容易定位到就是在onClick事件中超时导致，在这个日志中需要关注的是线程的状态。

用kak的工具检查，但是不准确，可是可以解决大部分问题，处理问题再解。避免出现问题。

#### [死锁ANR](http://blog.csdn.net/oujunli/article/details/9102101)分析

参考：[通过Android trace文件分析死锁ANR](http://blog.csdn.net/oujunli/article/details/9102101)

Eg1

|  |
| --- |
| 对应的部分trace文件内容如下：  "PowerManagerService" prio=5 tid=24 MONITOR   | group="main" sCount=1 dsCount=0 obj=0x41dd0eb0 self=0x5241b218   | sysTid=567 nice=0 sched=0/0 cgrp=apps handle=1380038664   | state=S schedstat=( 6682116007 11324451214 33313 ) utm=450 stm=219 core=1   at com.[**android**](http://lib.csdn.net/base/android).server.am.ActivityManagerService.broadcastIntent(ActivityManagerService.[**Java**](http://lib.csdn.net/base/java):~13045)   - waiting to lock <0x41a874a0> (a com.android.server.am.ActivityManagerService) held by tid=12 (android.server.ServerThread)   at android.app.ContextImpl.sendBroadcast(ContextImpl.java:1144)   at com.android.server.power.PowerManagerService$DisplayBlankerImpl.unblankAllDisplays(PowerManagerService.java:3442)   at com.android.server.power.DisplayPowerState$PhotonicModulator$1.run(DisplayPowerState.java:456)   at android.os.Handler.handleCallback(Handler.java:800)   at android.os.Handler.dispatchMessage(Handler.java:100)   at android.os.Looper.loop(Looper.java:194)   at android.os.HandlerThread.run(HandlerThread.java:60)      "Binder\_B" prio=5 tid=85 MONITOR   | group="main" sCount=1 dsCount=0 obj=0x42744770 self=0x58329e88   | sysTid=3700 nice=-20 sched=0/0 cgrp=apps handle=1471424616   | state=S schedstat=( 1663727513 2044643318 6806 ) utm=132 stm=34 core=1   at com.android.server.power.PowerManagerService$DisplayBlankerImpl.toString(PowerManagerService.java:~3449)   - waiting to lock <0x41a7e420> (a com.android.server.power.PowerManagerService$DisplayBlankerImpl) held by tid=24 (PowerManagerService)   at java.lang.StringBuilder.append(StringBuilder.java:202)   at com.android.server.power.PowerManagerService.dump(PowerManagerService.java:3052)   at android.os.Binder.dump(Binder.java:264)   at android.os.Binder.onTransact(Binder.java:236)   at android.os.IPowerManager$Stub.onTransact(IPowerManager.java:373)   at android.os.Binder.execTransact(Binder.java:351)   at dalvik.system.NativeStart.run(Native Method)    "android.server.ServerThread" prio=5 tid=12 MONITOR   | group="main" sCount=1 dsCount=0 obj=0x41a76178 self=0x507837a8   | sysTid=545 nice=-2 sched=0/0 cgrp=apps handle=1349936616   | state=S schedstat=( 15368096286 21707846934 69485 ) utm=1226 stm=310 core=0   at com.android.server.power.PowerManagerService.isScreenOnInternal(PowerManagerService.java:~2529)   - waiting to lock <0x41a7e2e8> (a java.lang.Object) held by tid=85 (Binder\_B)   at com.android.server.power.PowerManagerService.isScreenOn(PowerManagerService.java:2522)   at com.android.server.wm.WindowManagerService.sendScreenStatusToClientsLocked(WindowManagerService.java:7749)   at com.android.server.wm.WindowManagerService.setEventDispatching(WindowManagerService.java:7628)   at com.android.server.am.ActivityManagerService.updateEventDispatchingLocked(ActivityManagerService.java:8083)   at com.android.server.am.ActivityManagerService.wakingUp(ActivityManagerService.java:8077)   at com.android.server.power.Notifier.sendWakeUpBroadcast(Notifier.java:474)   at com.android.server.power.Notifier.sendNextBroadcast(Notifier.java:455)   at com.android.server.power.Notifier.access$700(Notifier.java:62)   at com.android.server.power.Notifier$NotifierHandler.handleMessage(Notifier.java:600)   at android.os.Handler.dispatchMessage(Handler.java:107)   at android.os.Looper.loop(Looper.java:194)   at com.android.server.ServerThread.run(SystemServer.java:1328) |

从trace文件看，是因为TID为24的线程等待一个TID为12的线程持有的锁，TID为12的线程等待一个TID为85的线程持有的锁，而TID为85的线程确等待一个TID为24的线程持有的锁，导致了循环等待的现象，对应的trace文件的语句如下：

TID 24：- waiting to lock <0x41a874a0> (a com.android.server.am.ActivityManagerService) held by tid=12 (android.server.ServerThread)

TID 12： - waiting to lock <0x41a7e2e8> (a java.lang.Object) held by tid=85 (Binder\_B)

TID 85：- waiting to lock <0x41a7e420> (a com.android.server.power.PowerManagerService$DisplayBlankerImpl) held by tid=24 (PowerManagerService)

    既然是死锁，那么先看各线程都有那些锁。

先看TID=24的线程的栈顶，ActivityManagerService的broadcastIntent函数代码如下:

public final int broadcastIntent(IApplicationThread caller,

Intent intent, String resolvedType, IIntentReceiver resultTo,

int resultCode, String resultData, Bundle map,

String requiredPermission, boolean serialized, boolean sticky, int userId) {

enforceNotIsolatedCaller("broadcastIntent");

synchronized(this) {

intent = verifyBroadcastLocked(intent);

final ProcessRecord callerApp = getRecordForAppLocked(caller);

final int callingPid = Binder.getCallingPid();

final int callingUid = Binder.getCallingUid();

final long origId = Binder.clearCallingIdentity();

int res = broadcastIntentLocked(callerApp,

callerApp != null ? callerApp.info.packageName : null,

intent, resolvedType, resultTo,

resultCode, resultData, map, requiredPermission, serialized, sticky,

callingPid, callingUid, userId);

Binder.restoreCallingIdentity(origId);

return res;

}

可以看到TID=24需要ActivityManagerService这个锁。再看TID=12线程的栈顶，PowerManagerService的isScreenOnInternal函数代码如下：

private boolean isScreenOnInternal() {

synchronized (mLock) {

return !mSystemReady

|| mDisplayPowerRequest.screenState != DisplayPowerRequest.SCREEN\_STATE\_OFF;

}

}

可以看到需要PowerManagerService的mlock这个锁。最后看TID=85线程的栈顶，同样在PowerManagerService里面，内部类DisplayBlankerImpl的toString函数：

public String toString() {

synchronized (this) {

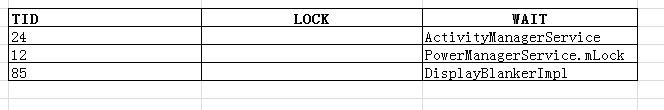
return "blanked=" + mBlanked;

}

}

这是在内部类DisplayBlankerImpl里面实现的，所以需要DisplayBlankerImpl这个锁。

对应的表格如下：



各线程等待的锁情况

死锁的原因是持有锁，又等待锁，下面我们要填充LOCK列，死锁原因就一目了然了。

跟踪TID=24线程的堆栈，在PowerManagerService内部类**DisplayBlankerImp**l的unblankAllDisplays函数中持有锁，持有了this就是持有了**DisplayBlankerImpl**

public void unblankAllDisplays() {

**synchronized (this)** {

mDisplayManagerService.unblankAllDisplaysFromPowerManager()}

}

跟踪TID=12线程的堆栈，在ActivityManagerService的wake\_up函数中持有锁，持有了this就是持有了**ActivityManagerService**

public void wakingUp() {

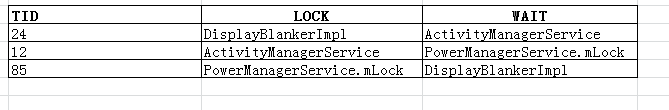
synchronized(this) { } }

跟踪TID=85线程的堆栈，在PowerManagerService的dump有持有锁**mLock**的操作

protected void dump(FileDescriptor fd, PrintWriter pw, String[] args) {

synchronized (mLock) {}

因此得到以下的变量lock和wait图，可以清晰的看出死锁了，资源循环等待了。



表二 各线程锁的情况

分析方法：先填充wait列的同步变量，然后在每个线程执行的堆栈的方法中，找出这些同步变量，添加到lock里面就好！

[非常经典的一个案例：Android ANR问题原因分析](http://blog.csdn.net/sinat_22657459/article/details/52780759)

[ANR问题的分析流程](http://blog.csdn.net/jiangguohu1/article/details/52636470)

#### 实际案例

系统死锁，修改gps的时候

### 系统监控原理

所有类型的ANR的监控过程可分为三个步骤: 埋炸弹, 拆炸弹, 引爆炸弹，

#### BROADCAST\_TIMEOUT\_MSG

下面以Service Timeout为例。

比起普通广播，只是多加一个intent.addFlags(Intent.FLAG\_RECEIVER\_FOREGROUND);就可以了。

### Service Timeout原理

不介绍key，便于理解。

Service Timeout是位于”ActivityManager”线程中的AMS.MainHandler收到SERVICE\_TIMEOUT\_MSG消息时触发。

对于Service有两类:对于前台服务，则超时为SERVICE\_TIMEOUT = 20s；

对于后台服务，则超时为SERVICE\_BACKGROUND\_TIMEOUT = 200s

[Service前台服务的使用](http://www.jianshu.com/p/5505390503fa)

在一般情况下，Service几乎都是在后台运行，一直默默地做着辛苦的工作。但这种情况下，**后台运行的Service系统优先级相对较低**，当系统内存不足时，在后台运行的Service就有可能被回收。  
　　那么，如果我们希望Service可以**一直保持运行状态且不会在内存不足的情况下被回收**时，可以选择将需要保持运行的Service设置为**前台服务**。App中的**音乐播放服务**

由变量ProcessRecord.execServicesFg来决定是否前台启动

[理解Android ANR的触发原理](http://gityuan.com/2016/07/02/android-anr/)

#### 埋炸弹

文章[startService流程分析](http://gityuan.com/2016/03/06/start-service/)详细介绍Service启动流程. 其中在Service进程attach到system\_server进程的过程中会调用realStartServiceLocked()方法来埋下炸弹. 通过发送delay消息(SERVICE\_TIMEOUT\_MSG). 炸弹已埋下, 我们并不希望炸弹被引爆, 那么就需要在炸弹爆炸之前拆除炸弹.

|  |
| --- |
| **//1.埋炸弹**  ActiveServices.realStartServiceLocked(ServiceRecord r,  ProcessRecord app, boolean execInFg) throws RemoteException {  //最终执行服务的onCreate()方法  bumpServiceExecutingLocked(r, execInFg, "create");  try {  app.thread.scheduleCreateService(r, r.serviceInfo,  mAm.compatibilityInfoForPackageLocked(r.serviceInfo.applicationInfo),  app.repProcState);  } catch (DeadObjectException e) {  mAm.appDiedLocked(app);  throw e;  }  }  ActiveServices.bumpServiceExecutingLocked(ServiceRecord r, boolean fg, String why) {  scheduleServiceTimeoutLocked(r.app);  }  ActiveServices.scheduleServiceTimeoutLocked(ProcessRecord proc) {  long now = SystemClock.uptimeMillis();  Message msg = mAm.mHandler.obtainMessage(  ActivityManagerService.SERVICE\_TIMEOUT\_MSG);  msg.obj = proc;  **mAm.mHandler.sendMessageAtTime(msg,**  **proc.execServicesFg ? (now+SERVICE\_TIMEOUT) : (now+ SERVICE\_BACKGROUND\_TIMEOUT));**  } |

#### 拆炸弹

在system\_server进程AS.realStartServiceLocked()调用的过程会埋下一颗炸弹, 超时没有启动完成则会爆炸. 那么什么时候会拆除这颗炸弹的引线呢? 经过Binder等层层调用进入目标进程的主线程handleCreateService()的过程.

|  |
| --- |
| **//2.拆炸弹**  ActivityThread.handleCreateService(CreateServiceData data) {  java.lang.ClassLoader cl = packageInfo.getClassLoader();  Service service = (Service) cl.loadClass(data.info.name).newInstance();  try {  //创建ContextImpl对象  ContextImpl context = ContextImpl.createAppContext(this, packageInfo);  context.setOuterContext(service);  //创建Application对象  Application app = packageInfo.makeApplication(false, mInstrumentation);  service.attach(context, this, data.info.name, data.token, app,  ActivityManagerNative.getDefault());  //调用服务onCreate()方法  service.onCreate();  ActivityManagerNative.getDefault().serviceDoneExecuting(  data.token, SERVICE\_DONE\_EXECUTING\_ANON, 0, 0);  }  }  AS.serviceDoneExecutingLocked(ServiceRecord r, boolean inDestroying,  boolean finishing) {  if (r.executeNesting <= 0) {  if (r.app != null) {  r.app.execServicesFg = false;  r.app.executingServices.remove(r);  if (r.app.executingServices.size() == 0) {  //当前服务所在进程中没有正在执行的service,则移除服务超时消息SERVICE\_TIMEOUT\_MSG **mAm.mHandler.removeMessages(ActivityManagerService.SERVICE\_TIMEOUT\_MSG, r.app);**  }  } |

#### 引爆炸弹

前面介绍了埋炸弹和拆炸弹的过程, 如果在炸弹倒计时结束之前成功拆卸炸弹,那么就没有爆炸的机会, 但是世事难料. 总有些极端情况下无法即时拆除炸弹,导致炸弹爆炸, 其结果就是App发生ANR. 接下来,带大家来看看炸弹爆炸的现场:

在system\_server进程中有一个Handler线程, 名叫”ActivityManager”.当倒计时结束便会向该Handler线程发送 一条信息SERVICE\_TIMEOUT\_MSG,

|  |
| --- |
| **//3.引爆炸弹**  ActivityManagerService.MainHandler **extends** Handler{  **public void** handleMessage(Message msg){  **switch**(msg.what){  **case** SERVICE\_TIMEOUT\_MSG:{  mServices.serviceTimeout((ProcessRecord)msg.obj);  }**break**;  }  }  } AS.serviceTimeout(ProcessRecord proc){  String anrMessage=**null**;  **synchronized**(mAm){  …  **if**(timeout!=**null**&&mAm.mLruProcesses.contains(proc)){  Slog.w(TAG,**"Timeout executing service: "**+timeout);  … mAm.mHandler.postDelayed(mLastAnrDumpClearer,LAST\_ANR\_LIFETIME\_DURATION\_MSECS);  anrMessage=**"executing service "**+timeout.shortName;  }  }   **if**(anrMessage!=**null**){   ***//当存在timeout的service，则执行appNotResponding***mAm.appNotResponding(proc,**null**,**null**,**false**,anrMessage);  } } |

### KeyDispatchTimeout原理

Android ANR 分析解决方法<http://www.cnblogs.com/purediy/p/3225060.html>

frameworks/base/+/4f868ed/services/core/java/com/android/server/am/ActivityManagerService.java

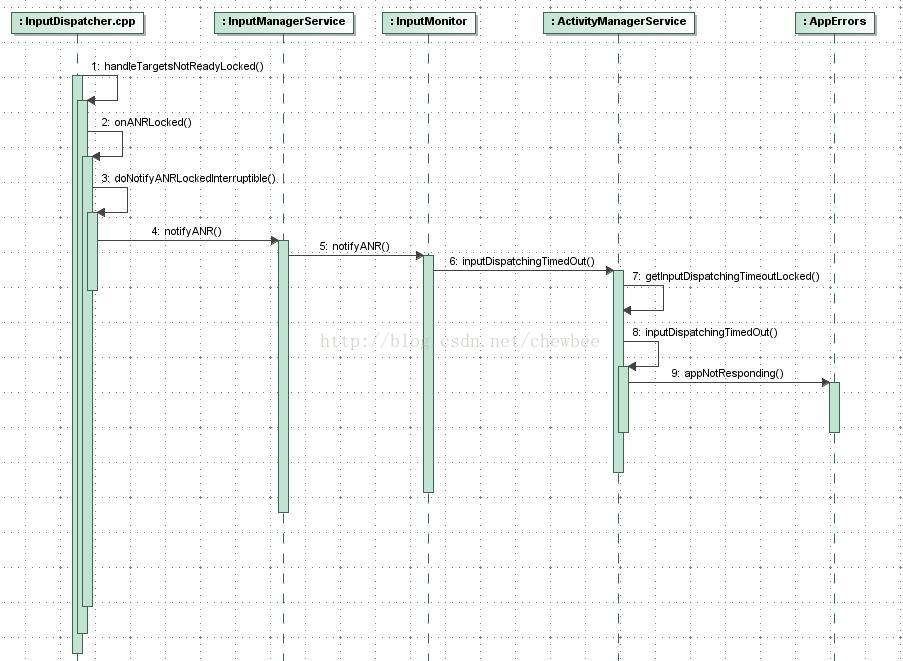
// How long we wait until we timeout on key dispatching.

static final int KEY\_DISPATCHING\_TIMEOUT = 5\*1000;

[ANR源码分析之InputDispatcher Timeout](http://blog.csdn.net/chewbee/article/details/72670038)

当输入事件例如触摸、点击事件，在5s内没有响应的话，则会产生一个ANR消息。InputDispatcher Timeout的整体流程如下：

应用接收到输入事件时，会向系统注册该输入事件对应的输入通道、输入窗口等信息，InputDispatcher会监听这些注册的输入事件。当输入事件执行完成了，就会向系统发送处理完成finish消息。如果在5s内，没有收到输入事件结束finish消息，则InputDispatcher发送ANR通知



#### Traces系统源码

SystemServer在启动时， 会创建并添加DROPBOX\_SERVICE.

|  |
| --- |
| //SystemServer.java  private void startOtherServices() {  try {  Slog.i(TAG, "DropBox Service");  ServiceManager.addService(Context.DROPBOX\_SERVICE,  new DropBoxManagerService(context, new File("/data/system/dropbox")));  } catch (Throwable e) {  reportWtf("starting DropBoxManagerService", e);  }  } |

framework是如何输出ANR信息到traces.txt文件中去的？

### KeyDispatchTimeout具体的原因

必要条件

1.主线程

2.有输入事件

3.处理超时

我们需要关注的是第一种情况导致的ANR。**KeyDispatchTimeout具体的原因有**：

(1). 当前的事件没有机会得到处理（即UI线程正在处理前一个事件，没有及时的完成或者looper被某种原因阻塞住了）

(2). 当前的事件正在处理，但没有及时完成

首先要知道事件发生的线程，一般来说大多数可能是ui线程操作超时.

### 产生原因

引起ANR的根本原因总体来说有以下两种：

1）应用程序自身逻辑有缺陷，或者在某些异常场景触发了此缺陷，如主线程堵塞、死循环等导致。

2）由于Android设备其他进程的CPU占用高、事件没有得到及时的响应、死锁，导致当前应用进程无法抢占到CPU时间片。cpu 饥饿

|  |  |
| --- | --- |
| Anr类别 | 主要原因、解决办法 |
| **InputDispatching** | (1)当前的事件没有机会得到处理  (2)当前的事件正在处理，但没有及时完成 |
| **Broadcast** | 将耗时操作放在子线程中操作，让广播的onReceive函数尽快返回； |
| **ContentProvider** | 将数据库操作放在子线程中执行； |
| **Service** | 服务方法中的一些耗时操作放在子线程中执行，让服务方法尽快返回 |

主线程操作超时=>将耗时操作放在子线程中执行！！！

* UI线程尽量只做跟UI相关的工作；
* 避免频繁实时更新UI；

long currTime = SystemClock.uptimeMillis();

if (currTime - lastUpdateTime >= MIN\_RATE&&!progressModel.isDone()) {

lastUpdateTime = currTime;

* 耗时的工作放在子线程中执行，例如数据库操作、I/O耗时操作放在子线程中去操作；
* 尽量用Handler来处理UI线程与其他线程之间的交互。
* 在设计及代码编写阶段避免出现出现同步/死锁或者错误处理不恰当等情况。

**Broadcast TimeOut**

* 改用动态方式注册广播，不要用静态方式注册广播；
* 要进行复杂操作的的时候，可以在onReceive()方法中启动一个Service来处理
* 避免在IntentReceiver里启动一个Activity，因为它会创建一个新的画面，并从当前用户正在运行的程序上抢夺焦点。如果你的应用程序在响应Intent广 播时需要向用户展示什么，你应该使用Notification Manager来实现。

**ContentProviderClient Timeout**

* 将数据库操作放在子线程中执行；
* 改用其他的方式来替代ContentProviderClient；

**Service TimeOut**

* 将服务方法中的一些耗时操作放在子线程中执行，让服务方法尽快返回。

从上面可以看到，一个比通用的解决策略是将耗时操作放在子线程中执行

### ANR避免方法

没有人愿意在出问题之后去解决问题

知道了ANR产生的原因, 那么想要避免ANR, 也就很简单了, 就一条规则:：

不要在主线程(UI线程)里面做繁重的操作.

这里面实际上涉及到两个问题:

1. 哪些地方是运行在主线程的?
2. 不在主线程做, 在哪儿做?

主线程是指进程所拥有的线程, 在Java中默认情况下一个进程只有一个线程, 这个线程就是主线程. 主线程主要处理界面交互相关的逻辑, 因为用户随时会和界面发生交互, 因此主线程在任何时候都必须有较高的响应速度, 否则就会产生一种界面卡顿的感觉. 为了保持较高的响应速度, 这就要求主线程中不能执行耗时的任务, 这个时候子线程就派上用场. 子线程也叫作工作线程, 除了主线程以外的线程都叫做子线程，

Android沿用了Java的线程模型, 其中的线程也分为主线程和子线程, 其中主线程也叫UI线程. **主线程的作用是运行四大组件以及处理它们和用户的交互**. 而子线程的作用则是执行耗时任务, 比如网络请求, I/O操作等. 从Android 3.0 开始系统要求网络访问必须在子线程中进行, 否则网络访问将会失败并抛出NetworkOnMainThreadException这个异常, 这样做是为了避免主线程由于耗时操作所阻塞从而出现ANR现象.

#### 哪些地方是执行在主线程的

UI线程主要包括如下：

1. Activity所有生命周期回调:onCreate(), onResume(), onDestroy(), onKeyDown(), onClick(),etc

3. Mainthread handler: handleMessage(), post\*(runnable r), etc View的post(Runnable)

没有使用子线程的looper的Handler的handleMessage, post(Runnable)，

• Service默认是执行在主线程的.

• BroadcastReceiver的onReceive回调是执行在主线程的.

AsyncTask: onPreExecute(), onProgressUpdate(), onPostExecute(), onCancel,etc，除了doInBackground

(

#### 使用子线程的方式有哪些

上面我们几乎一直在说, 避免ANR的方法就是在子线程中执行耗时阻塞操作. 那么在Android中有哪些方式可以让我们实现这一点呢.

#### 3.2.1 启Thread方式

这个其实也是Java实现多线程的方式. 有两种实现方法, 继承Thread 或 实现Runnable接口:

**继承Thread**

class PrimeThread extends Thread {

long minPrime;

PrimeThread(long minPrime) {

this.minPrime = minPrime;

}

public void run() {

// compute primes larger than minPrime

. . .

}

}

PrimeThread p = new PrimeThread(143);

p.start();

**实现Runnable接口**

class PrimeRun implements Runnable {

long minPrime;

PrimeRun(long minPrime) {

this.minPrime = minPrime;

}

public void run() {

// compute primes larger than minPrime

. . .

}

}

PrimeRun p = new PrimeRun(143);

new Thread(p).start();

#### 3.2.2 使用AsyncTask

这个是Android特有的方式, AsyncTask顾名思义, 就是异步任务的意思.

private class DownloadFilesTask extends AsyncTask<URL, Integer, Long> {

// Do the long-running work in here

// 执行在子线程

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));

// Escape early if cancel() is called

if (isCancelled()) break;

}

return totalSize;

}

// This is called each time you call publishProgress()

// 执行在主线程

protected void onProgressUpdate(Integer... progress) {

setProgressPercent(progress[0]);

}

// This is called when doInBackground() is finished

// 执行在主线程

protected void onPostExecute(Long result) {

showNotification("Downloaded " + result + " bytes");

}

}

// 启动方式

new DownloadFilesTask().execute(url1, url2, url3);

#### 3.2.3 HandlerThread

Android中结合Handler和Thread的一种方式. 前面有云, 默认情况下Handler的handleMessage是执行在主线程的, 但是如果我给这个Handler传入了子线程的looper, handleMessage就会执行在这个子线程中的. HandlerThread正是这样的一个结合体:

// 启动一个名为new\_thread的子线程

HandlerThread thread = new HandlerThread("new\_thread");

thread.start();

// 取new\_thread赋值给ServiceHandler

private ServiceHandler mServiceHandler;

mServiceLooper = thread.getLooper();

mServiceHandler = new ServiceHandler(mServiceLooper);

private final class ServiceHandler extends Handler {

public ServiceHandler(Looper looper) {

super(looper);

}

@Override

public void handleMessage(Message msg) {

// 此时handleMessage是运行在new\_thread这个子线程中了.

}

}

#### 3.2.4 IntentService

Service是运行在主线程的, 然而IntentService是运行在子线程的.  
实际上IntentService就是实现了一个HandlerThread + ServiceHandler的模式.

以上HandlerThread的使用代码示例也就来自于[IntentService源码](https://github.com/android/platform_frameworks_base/blob/master/core/java/android/app/IntentService.java).

#### 3.2.5 Loader

Android 3.0引入的数据加载器, 可以在Activity/Fragment中使用. 支持异步加载数据, 并可监控数据源在数据发生变化时传递新结果. 常用的有CursorLoader, 用来加载数据库数据.

// Prepare the loader. Either re-connect with an existing one,

// or start a new one.

// 使用LoaderManager来初始化Loader

getLoaderManager().initLoader(0, null, this);

//如果 ID 指定的加载器已存在，则将重复使用上次创建的加载器。

//如果 ID 指定的加载器不存在，则 initLoader() 将触发 LoaderManager.LoaderCallbacks 方法 //onCreateLoader()。在此方法中，您可以实现代码以实例化并返回新加载器

// 创建一个Loader

public Loader<Cursor> onCreateLoader(int id, Bundle args) {

// This is called when a new Loader needs to be created. This

// sample only has one Loader, so we don't care about the ID.

// First, pick the base URI to use depending on whether we are

// currently filtering.

Uri baseUri;

if (mCurFilter != null) {

baseUri = Uri.withAppendedPath(Contacts.CONTENT\_FILTER\_URI,

Uri.encode(mCurFilter));

} else {

baseUri = Contacts.CONTENT\_URI;

}

// Now create and return a CursorLoader that will take care of

// creating a Cursor for the data being displayed.

String select = "((" + Contacts.DISPLAY\_NAME + " NOTNULL) AND ("

+ Contacts.HAS\_PHONE\_NUMBER + "=1) AND ("

+ Contacts.DISPLAY\_NAME + " != '' ))";

return new CursorLoader(getActivity(), baseUri,

CONTACTS\_SUMMARY\_PROJECTION, select, null,

Contacts.DISPLAY\_NAME + " COLLATE LOCALIZED ASC");

}

// 加载完成

public void onLoadFinished(Loader<Cursor> loader, Cursor data) {

// Swap the new cursor in. (The framework will take care of closing the

// old cursor once we return.)

mAdapter.swapCursor(data);

}

Pk

* AsyncTask: 封装了线程池和Handler, 它主要是为了方便开发者在子线程中更新UI.
* HandlerThread: 是一种具有消息循环的线程, 在它的内部可以使用Handler.
* IntentService: 是一个服务, 系统对其进行了封装使其可以更方便地执行后台任务, IntentService内部采用了HandlerThread来执行任务, 当任务执行完毕后IntentService会自动退出. 从执行任务的角度来看, 更像一个后台的线程. 但是因为其本身是一种服务, 所以导致不容易被系统杀死从而保证任务的执行. 而如果是一个后台线程, 由于这个时候进行中没有活动的四大组件, 那么这个进程的优先级会很低, 很容易被系统杀死, 这就是IntentService的优点.

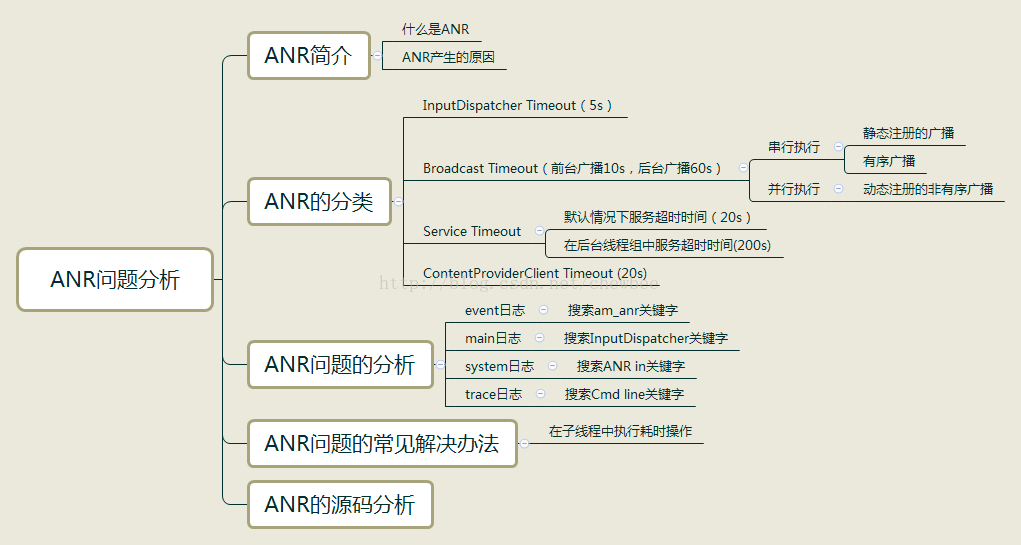
### +不要在子线程更新UI，那么如何更新：Handler介绍

* 由于Android开发规范的限制，我们并不能在子线程中访问UI控件，否则就会触发程序异常，**这个时候通过Handler就可以将更新UI的操作切换到主线程中执行**。因此，本质上来说，Handler并不是专门用于更新UI的，它只是常被开发者用来更新UI。
* **Handler的主要作用是将一个任务切换到某个指定的线程中去执行**，**那么Android为什么要提供这个功能呢？或者说Android为什么需要提供在某个具体的线程中执行任务这种功能呢？**这是因为Android规定访问UI只能在主线程中进行，如果在子线程中访问UI，那么程序就会抛出异常。 ViewRootImpl对UI操作做了验证，这个验证工作是由ViewRootImpl的checkThread方法来完成的，如下所示。
* 
* **系统之所以提供Handler，主要原因就是为了解决在子线程中无法访问UI的矛盾**。
* **系统为什么不允许在子线程中访问UI呢？这是因为Android的UI控件不是线程安全的**，如果在多线程中并发访问可能会导致UI控件处于不可预期的状态，那为什么系统不对UI控件的访问加上锁机制呢？缺点有两个：首先加上锁机制会让UI访问的逻辑变得复杂；其次锁机制会降低UI访问的效率，因为锁机制会阻塞某些线程的执行。鉴于这两个缺点，最简单且高效的方法就是采用**单线程模型来处理UI操作**，对于开发者来说也不是很麻烦，只是需要通过Handler切换一下UI访问的执行线程即可。
* 这里描述一下Handler的工作原理。Handler创建时会采用当前线程的Looper来构建内部的消息循环系统，如果当前线程没有Looper，那么就会报错，如下所示。
* 代码如下：

|  |
| --- |
| **new** Thread(**new** Runnable() {  @Override  **public void** run() {*//Can't create handler inside thread that has not called Looper.prepare()* Toast.*makeText*(KApplication.*getIns*(),**"toast in sub Thread"**,Toast.***LENGTH\_LONG***).show();  } }).start(); |

* 报错如下：
* 
* 如果解决上述问题呢？其实很简单，只需要为当前线程创建Looper即可，或者在一个有Looper的线程中创建Handler也行，具体会在10.2.3节中进行介绍。
* 或者直接用主线程的Looper
* 

### 思维导图



对于ANR问题, 个人认为还是预防为主, 认清代码中的阻塞点, 善用线程. 同时形成良好的编程习惯, 要有MainThread和Worker Thread的概念的...(实际上人的工作状态也是这样的~~哈哈)

### 参考:

各种timeout的详细介绍: [Timeout](http://blog.csdn.net/chewbee/article/details/72670038)

[前台广播为什么比后台广播快](http://blog.csdn.net/lusing/article/details/51614173)

[Android Broadcast 优先级低?](http://light3moon.com/2015/01/22/Android%20Broadcast%20%E5%88%86%E6%9E%90%E2%80%94%E2%80%94%E8%B6%85%E6%97%B6%E6%88%96%E5%BC%82%E5%B8%B8/)

[Android Broadcast广播机制分析](http://gityuan.com/2016/06/04/broadcast-receiver/)

[理解Android ANR的触发原理-拆弹](http://gityuan.com/2016/07/02/android-anr/)

<http://www.voidcn.com/article/p-dfpaosyh-bhh.html>

[ANR问题分析指北](http://www.voidcn.com/article/p-dfpaosyh-bhh.html)

<http://blog.csdn.net/yzzst/article/details/41549927>

http://rayleeya.iteye.com/blog/1955657

[https://zhuanlan.zhihu.com/p/22272957](javascript:void%200) 这是原来同事的ANR分析文章，要用心看，一定会有收获。   
针对分析ANR的问题需要注意：1. traces.txt中thread的状态 Monitoring,block 等是什么意思  
2. Looper.nativePoll 这个究竟是什么意思，需要研究 Handler,Looper的实现机制   
然后自己会使用C/C++写epoll的使用