# Todo

rk屏幕旋转动画：com.wm/screenRotationAnimation.java

Toast太慢了，看DisplayContent.canAddRoastWindForUId

显示原理

两路显示窗口呢

[Android 7.1.2 (Android N) Android WindowManager](http://zhoujinjian.cc/2018/03/01/Android-7-1-2-Android-N-Android-WindowManagerService-%E7%AA%97%E5%8F%A3%E7%AE%A1%E7%90%86%E6%9C%8D%E5%8A%A1%E5%88%86%E6%9E%90-i-wonder/index.html)

[《深入理解Android 卷III》第四章 深入理解WindowManagerService](https://blog.csdn.net/innost/article/details/47660193)

WindowManager.LayoutParams.FLAG\_TRANSLUCENT\_STATUS

https://blog.csdn.net/QQxiaoqiang1573/article/details/79888186

# 基本概念

Android系统中的窗口是屏幕上的一块用于绘制各种UI元素并可以响应应用户输入的一个矩形区域。从原理上来讲，窗口的概念是独自占有一个Surface实例的显示区域。例如Dialog、Activity的界面、壁纸、状态栏以及Toast等都是窗口。

WMS怎么来的？Surface：是一块画布，应用可以随心所欲地通过Canvas或者OpenGL在其上作画。然后通过SurfaceFlinger将多块Surface的内容按照特定的顺序（Z-order）进行混合并输出到FrameBuffer，从而将Android“漂亮的脸蛋”显示给用户。

既然每个窗口都有一块Surface供自己涂鸦，必然需要一个角色对所有窗口的Surface进行协调管理。于是，WMS便应运而生。WMS为所有窗口分配Surface，掌管Surface的显示顺序（Z-order）以及位置尺寸，控制窗口动画，并且还是输入系统的一重要的中转站。

本章将深入分析WMS的两个基础子系统的工作原理：

· 布局系统（Layout System），计算与管理窗口的位置、层次。

· 动画系统（Animation System），根据布局系统计算的窗口位置与层次渲染窗口动画。

## 源码清单

Ghj

**/frameworks/base/services/core/java/com/android/server/am/**

* ActivityStack.java
* ActivityManagerService.java
* ActivityStackSupervisor.java
* ActivityStarter.java
* ActivityRecord.java

**/frameworks/base/core/java/android/view/**

* WindowManagerImpl.java
* ViewManager.java
* WindowManagerGlobal.java
* ViewRootImpl.java
* Choreographer.java
* IWindowSession.aidl
* DisplayEventReceiver.java
* SurfaceControl.java
* Surface.java
* SurfaceSession.java

**/frameworks/base/services/core/java/com/android/server/wm/**

* WindowManagerService.java
* AppWindowAnimator.java
* AppTransition.java
* AppWindowToken.java
* Session.java
* WindowState.java
* WindowAnimator.java
* WindowStateAnimator.java
* WindowSurfacePlacer.java
* WindowSurfaceController.java

## Window 组织方式

ActivityManagerService（AMS），WindowManagerService（WMS），SurfaceFlinger（SF）等几个模块相互合作。App负责业务逻辑，绘制自己的视图；AMS管理组件、进程信息和Activity的堆栈及状态等等；WMS管理Activity对应的窗口及子窗口，还有系统窗口等；SF用于管理图形缓冲区，将App绘制的东西合成渲染在屏幕上。 窗口管理系统主要框架：

窗口管理系统WMS是Android中的主要子系统之一，它涉及到App中组件的管理，系统和应用窗口的管理和绘制等工作。由于其涉及模块众多，且与用户体验密切相关，所以它也是Android当中最为复杂的子系统之一。一个App从启动到主窗口显示出来，需要App，ActivityManagerService（AMS），WindowManagerService（WMS），SurfaceFlinger（SF）等几个模块相互合作。App负责业务逻辑，绘制自己的视图；AMS管理组件、进程信息和Activity的堆栈及状态等等；WMS管理Activity对应的窗口及子窗口，还有系统窗口等；SF用于管理图形缓冲区，将App绘制的东西合成渲染在屏幕上。



主要对象功能介绍：

WindowManagerService负责完成窗口的管理工作

WindowState和应用端窗口一一对应，应用调用WMS添加窗口时，最终会在WindowManagerService.addWindow()创建一个WindowState与之一一对应

WindowToken是一个句柄，保存了所有具有同一个token的WindowState。应用请求WindowManagerService添加窗口的时候，提供了一个token，该token标识了被添加窗口的归属，WindowManagerService为该token生成一个WindowToken对象，所有token相同的WindowState被关联到同一个WindowToken，如输入法添加窗口时，会传递一个IBinder mCurToken，墙纸服务添加窗口时，会传递一个WallpaperConnection::final Binder mToken。

AppWindowToken继承于WindowToken，专门用于标识一个Activity。AppWindowToken里的token实际上就是指向了一个Activity。ActivityManagerService通知应用启动的时候，在服务端生成一个token用于标识该Activity，并且把该token传递到应用客户端，客户端的Activity在申请添加窗口时，以该token作为标识传递到WindowManagerService。同一个Activity中的主窗口、对话框窗口、菜单窗口都关联到同一个AppWindowToken。

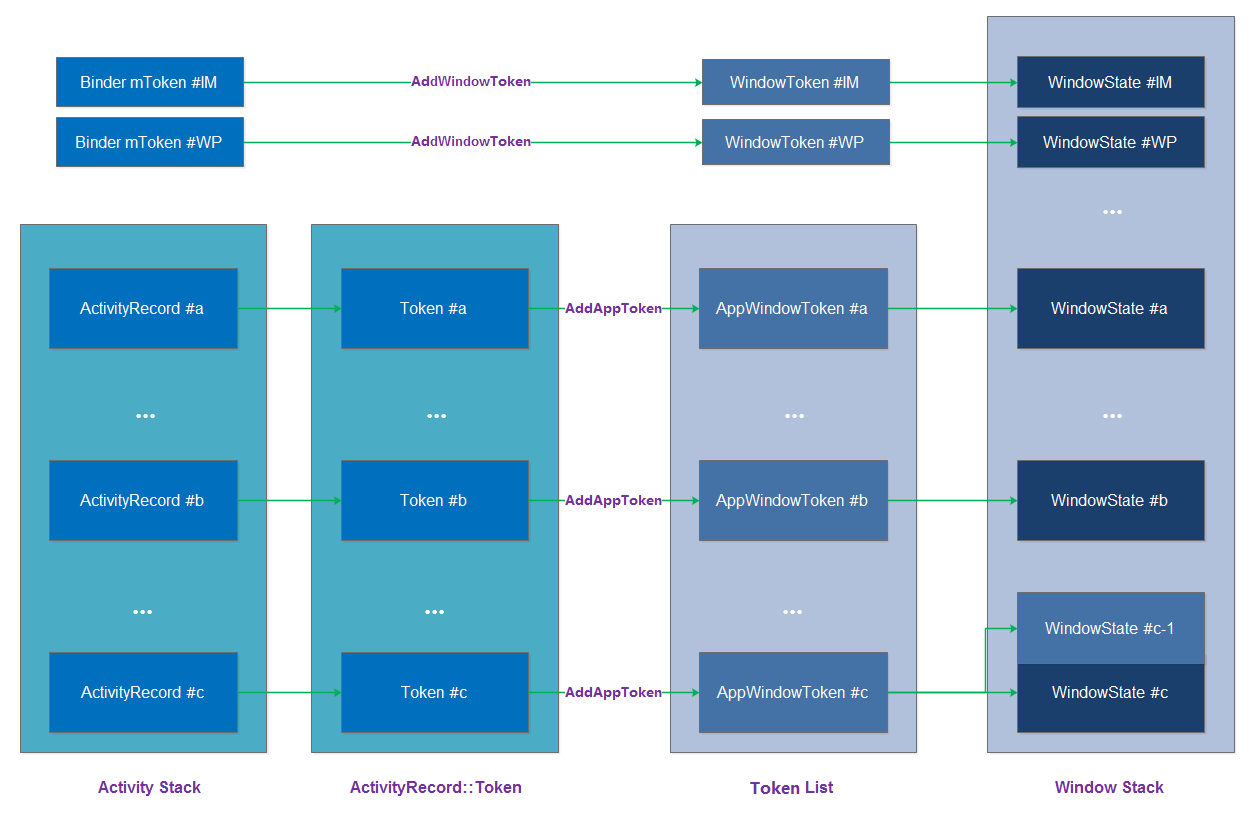
Session表示一个客户端和服务端的交互会话。一般来说不同的应用通过不同的会话来和WindowManagerService交互，但是处于同一个进程的不同应用通过同一个Session来交互。

Activity管理服务ActivityManagerService中每一个ActivityRecord对象在Window管理服务WindowManagerService中都对应有一个AppWindowToken对象。

此外，在输入法管理服务InputMethodManagerService中，每一个输入法窗口都对应有一个Binder对象，这个Binder对象在Window管理服务WindowManagerService又对应有一个WindowToken对象。

与输入法窗口类似，在壁纸管理服务WallpaperManagerService中，每一个壁纸窗口都对应有一个Binder对象，这个Binder对象在Window管理服务WindowManagerService也对应有一个WindowToken对象。

在Window管理服务WindowManagerService中，无论是AppWindowToken对象，还是WindowToken对象，它们都是用来描述一组有着相同令牌的窗口的，每一个窗口都是通过一个WindowState对象来描述的。例如，一个Activity组件窗口可能有一个启动窗口（Starting Window），还有若干个子窗口，那么这些窗口就会组成一组，并且都是以Activity组件在Window管理服务WindowManagerService中所对应的AppWindowToken对象为令牌的。从抽象的角度来看，就是在Window管理服务WindowManagerService中，每一个令牌（AppWindowToken或者WindowToken）都是用来描述一组窗口（WindowState）的，并且每一个窗口的子窗口也是与它同属于一个组，即都有着相同的令牌。



其中，Activity Stack是在ActivityManagerService服务中创建的，Token List和Window Stack是在WindowManagerService中创建的，而Binder for IM和Binder for WP分别是在InputMethodManagerService服务和WallpaperManagerService服务中创建的，用来描述一个输入法窗口和一个壁纸窗口

## Android Token

Token是ActivityRecord的内部静态类，我们先来看下Token的继承关系，Token extends IApplicationToken.Stub，从IApplicationToken.Stub类进行继承，根据Binder的机制可以知道Token是一个匿名Binder实体类，这个匿名Binder实体会传递给其他进程，其他进程会拿到Token的代理端。 我们知道匿名Binder有两个比较重要的用途，一个是拿到Binder代理端后可跨Binder调用实体端的函数接口，另一个作用便是在多个进程中标识同一个对象。往往这两个作用是同时存在的，比如我们这里研究的Token就同时存在这两个作用，但最重要的便是后者，Token标识了一个ActivityRecord对象，即间接标识了一个Activity。

Token梳理： 分析源码，我们发现，大多数 token 的对象，都表示一个 IBinder 对象。提到 IBinder，大家一点也不陌生，就是 Android 的 IPC 通信机制。在创建窗口过程中，涉及到的 IPC 通信，无非包含两方面，一个是 WmS 用来跟应用所在的进程进行通信的 ViewRootImpl.W 类的对象，另一个是指向一个 ActivityRecord 的对象，自然应该是WMS用来跟 AMS进行通信的了。我们梳理了一下，token 以下几处的定义，分别来讲讲这里的 token 代表什么。



分析一下 View 的 AttachInfo 的赋值。ViewRootImpl 在构建方法里，会初始化一个 AttachInfo 实例，把它的 Session，以及 W类对象赋值给 AttachInfo。分析可以看到，AttachInfo 中的 mWindowToken，与mWindow 都是指向 ViewRootImpl 中的 mWindow(W类实例)。当一个 View attach 到窗口后，ViewRootImpl会执行performTraversals，如果发现是首次调用会，会把自己的 mAttachInfo 传递给根 View（通过dispatchAttachedToWindow），告诉 View 树现在已经 attch to Window 了，马上可以显示了。根 View（一般是 ViewGroup）会把这个信息，遍历地传递给 View 树中的每一个子 View，这样每个 View 的 mAttachInfo 都被赋值为 ViewRootImp 的 mAttachInfo了。

### Token对象的创建

下面这个图是Token的传递，首先会传递到WMS中，接着会传递到应用进程ActivityThread中，下面来具体分析这个传递流程。 总体流程图



我们之前分析：【Android 7.1.2 (Android N) Activity启动流程分析】 在启动Activity过程中会调用ActivityStarter.startActivityLocked()

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

[->ActivityStarter.java]

final int startActivityLocked(IApplicationThread caller, Intent intent, Intent ephemeralIntent,

String resolvedType, ActivityInfo aInfo, ResolveInfo rInfo,

IVoiceInteractionSession voiceSession, IVoiceInteractor voiceInteractor,

IBinder resultTo, String resultWho, int requestCode, int callingPid, int callingUid,

String callingPackage, int realCallingPid, int realCallingUid, int startFlags,

ActivityOptions options, boolean ignoreTargetSecurity, boolean componentSpecified,

ActivityRecord[] outActivity, ActivityStackSupervisor.ActivityContainer container,

TaskRecord inTask) {

......

ActivityRecord sourceRecord = null;

ActivityRecord resultRecord = null;

......

ActivityRecord r = new ActivityRecord(mService, callerApp, callingUid, callingPackage,

intent, resolvedType, aInfo, mService.mConfiguration, resultRecord, resultWho,

requestCode, componentSpecified, voiceSession != null, mSupervisor, container,

options, sourceRecord);

......

try {

err = startActivityUnchecked(r, sourceRecord, voiceSession, voiceInteractor, startFlags,

true, options, inTask);

}

return err;

}

可以看到在startActivityLocked()中创建了一个ActivityRecord对象

[->ActivityRecord.java]

final IApplicationToken.Stub appToken; // window manager token

ActivityRecord(ActivityManagerService \_service, ProcessRecord \_caller,

int \_launchedFromUid, String \_launchedFromPackage, Intent \_intent, String \_resolvedType,

ActivityInfo aInfo, Configuration \_configuration,

ActivityRecord \_resultTo, String \_resultWho, int \_reqCode,

boolean \_componentSpecified, boolean \_rootVoiceInteraction,

ActivityStackSupervisor supervisor,

ActivityContainer container, ActivityOptions options, ActivityRecord sourceRecord) {

service = \_service;

appToken = new Token(this, service);

......

}

在ActivityRecord的构造函数中创建，标识着当前这个ActivityRecord，即间接代表着一个Activity。

### AMS调用WMS的addAPPToken()接口

在启动一个Activity时，会调用startActivityLocked()来在WMS中添加一个AppWindowToken对象 startActivityLocked()创建ActivityRecord对象后会继续调用startActivityUnchecked()方法。

|  |  |
| --- | --- |
| 1 2 3 4 5 6 7 8 | [->ActivityStarter.java] private int startActivityUnchecked(final ActivityRecord r, ActivityRecord sourceRecord,  IVoiceInteractionSession voiceSession, IVoiceInteractor voiceInteractor,  int startFlags, boolean doResume, ActivityOptions options, TaskRecord inTask) {  ......  mTargetStack.startActivityLocked(mStartActivity, newTask, mKeepCurTransition, mOptions);  ......  } |

|  |  |
| --- | --- |
| 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 | [->ActivityStack.java] final void startActivityLocked(ActivityRecord r, boolean newTask, boolean keepCurTransition,  ActivityOptions options) {  ......  addConfigOverride(r, task);  ......  }   void addConfigOverride(ActivityRecord r, TaskRecord task) {  final Rect bounds = task.updateOverrideConfigurationFromLaunchBounds();  // 跳转到WMS  mWindowManager.addAppToken(task.mActivities.indexOf(r), r.appToken,  r.task.taskId, mStackId, r.info.screenOrientation, r.fullscreen,  (r.info.flags & FLAG\_SHOW\_FOR\_ALL\_USERS) != 0, r.userId, r.info.configChanges,  task.voiceSession != null, r.mLaunchTaskBehind, bounds, task.mOverrideConfig,  task.mResizeMode, r.isAlwaysFocusable(), task.isHomeTask(),  r.appInfo.targetSdkVersion, r.mRotationAnimationHint);  r.taskConfigOverride = task.mOverrideConfig;  } |

我们继续看下WindowManager.addAppToken()方法

|  |  |
| --- | --- |
| 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 | [->WindowManagerService.java]  @Override  public void addAppToken(int addPos, IApplicationToken token, int taskId, int stackId,  int requestedOrientation, boolean fullscreen, boolean showForAllUsers, int userId,  int configChanges, boolean voiceInteraction, boolean launchTaskBehind,  Rect taskBounds, Configuration config, int taskResizeMode, boolean alwaysFocusable,  boolean homeTask, int targetSdkVersion, int rotationAnimationHint) {  ......   synchronized(mWindowMap) {  AppWindowToken atoken = findAppWindowToken(token.asBinder());  if (atoken != null) {  Slog.w(TAG\_WM, "Attempted to add existing app token: " + token);  return;  }  //根据ActivityRecord中IApplicationToken.Stub的代理，创建AppWindowToken  atoken = new AppWindowToken(this, token, voiceInteraction);  atoken.inputDispatchingTimeoutNanos = inputDispatchingTimeoutNanos;  atoken.appFullscreen = fullscreen;  atoken.showForAllUsers = showForAllUsers;  atoken.targetSdk = targetSdkVersion;  atoken.requestedOrientation = requestedOrientation;  atoken.layoutConfigChanges = (configChanges &  (ActivityInfo.CONFIG\_SCREEN\_SIZE | ActivityInfo.CONFIG\_ORIENTATION)) != 0;  atoken.mLaunchTaskBehind = launchTaskBehind;  atoken.mAlwaysFocusable = alwaysFocusable;  atoken.mRotationAnimationHint = rotationAnimationHint;   Task task = mTaskIdToTask.get(taskId);  if (task == null) {  task = createTaskLocked(taskId, stackId, userId, atoken, taskBounds, config);  }  task.addAppToken(addPos, atoken, taskResizeMode, homeTask);  //将atoken放入到mTokenMap中，等应用程序addWindow时，进行身份验证  //其中token.asBinder()是IApplicationToken.Stub的代理，atoken就是根据代理，得到对应AppWindowToken  mTokenMap.put(token.asBinder(), atoken);   // Application tokens start out hidden.  atoken.hidden = true;  atoken.hiddenRequested = true;  }  } |

### AMS跨Binder调用应用进程的scheduleLaunchActivity()将Token传递给上层应用进程

当框架通过ApplicationThread的代理回调到ActivityThread的时候，将对应的步骤一种生成的token代理传入。 ActivityStackSupervisor.realStartActivityLocked()

[->ActivityStackSupervisor.java]

final boolean realStartActivityLocked(ActivityRecord r, ProcessRecord app,

boolean andResume, boolean checkConfig) throws RemoteException {

......

app.thread.scheduleLaunchActivity(new Intent(r.intent), r.appToken,

System.identityHashCode(r), r.info, new Configuration(mService.mConfiguration),

new Configuration(task.mOverrideConfig), r.compat, r.launchedFromPackage,

task.voiceInteractor, app.repProcState, r.icicle, r.persistentState, results,

newIntents, !andResume, mService.isNextTransitionForward(), profilerInfo);

......

return true;

}

进而层层调用到：ViewRootImpl.setView()

1

2

[->ViewRootImpl.java]

WindowManager.LayoutParams l = r.window.getAttributes();

ViewRootImpl.setView()函数中添加Activity窗口时在参数mWindowAttributes中携带Token代理对象

ViewRootImpl.setView()函数中添加Activity窗口时在参数mWindowAttributes中携带Token代理对象

[->ViewManager.java]

public int addWindow(Session session, IWindow client, int seq,

WindowManager.LayoutParams attrs, int viewVisibility, int displayId,

Rect outContentInsets, Rect outStableInsets, InputChannel outInputChannel) {

......

boolean addToken = false;

//attrs这个是应用程序ActivityClientRecord中传递过来的参数，其中的attrs.token就是步骤三种的r.token

WindowToken token = mTokenMap.get(attrs.token);

......

win = new WindowState(this, session, client, token,

attachedWindow, appOp[0], seq, attrs, viewVisibility, displayContent);

mWindowMap.put(client.asBinder(), win);

......

}

根据Binder机制可以知道从上层应用传递过来的Token代理对象会转换成SystemServer进程中的Token本地对象，后者与第2步中从Token对象是同一个对象，所以上面调用mTokenMap.get(attrs.token)时便能返回正确返回一个WindowToken（这个WindowToken其实是一个APPWindowToken），这样添加的窗口也就跟Activity关联上了

## 源码（部分）：

## SampleWindow的实现

一个从命令行启动的动画窗口

<https://blog.csdn.net/innost/article/details/47660193>



## 类分析

final WindowManagerPolicy mPolicy = new PhoneWindowManager();

InputMonitor.java的主要目的还是解耦,防止PhoneWindowManager和InputManagerService太紧,

public int interceptKeyBeforeQueueing(KeyEvent event, int policyFlags) {

return mService.mPolicy.interceptKeyBeforeQueueing(event, policyFlags);

}

## WindowManagerPolicy

### Policy flags.事件策略

// Policy flags. These flags are also defined in frameworks/base/include/ui/Input.h.

public final static int FLAG\_WAKE = 0x00000001;

public final static int FLAG\_VIRTUAL = 0x00000002;

public final static int FLAG\_INJECTED = 0x01000000;

public final static int FLAG\_TRUSTED = 0x02000000;

public final static int FLAG\_FILTERED = 0x04000000;

public final static int FLAG\_DISABLE\_KEY\_REPEAT = 0x08000000;

public final static int FLAG\_INTERACTIVE = 0x20000000;

public final static int FLAG\_PASS\_TO\_USER = 0x40000000;

# WMS窗口类型

添加一个窗口是通过 WindowManagerGlobal.addView()来完成的，分析 addView 方法的参数，有三个参数是必不可少的，view，params，以及 display。而 display 一般直接取 WindowMnagerImpl 中的 mDisplay，表示要输出的显示设备。view 自然表示要显示的 View，而 params 是 WindowManager.LayoutParams，用来描述这个 view 的些窗口属性，其中一个重要的参数 type，用来描述窗口的类型。

[->WindowManagerGlobal]

public void addView(View view, ViewGroup.LayoutParams params,

Display display, Window parentWindow) {

if (view == null) {

throw new IllegalArgumentException("view must not be null");

}

if (display == null) {

throw new IllegalArgumentException("display must not be null");

}

if (!(params instanceof WindowManager.LayoutParams)) {

throw new IllegalArgumentException("Params must be WindowManager.LayoutParams");

}

打开WindowManager类，看到静态内部类。

``` java

[->WindowManager]

public static class LayoutParams extends ViewGroup.LayoutParams implements Parcelable {

......

}

可以看到在LayoutParams中，有2个比较重要的参数: flags,type。 我们简要的分析一下flags,该参数表示Window的属性，它有很多选项，通过这些选项可以控制Window的显示特性，这里主要介绍几个比较常用的选项。

FLAG\_NOT\_FOCUSABLE 表示Window不需要获取焦点，也不需要接收各种输入事件，此标记会同时启用FLAG\_NOT\_TOUCH\_MODAL，最终事件会直接传递给下层具有焦点的Window。

FLAG\_NOT\_TOUCH\_MODAL 系统会将当前Window区域以外的单击事件传递给底层的Window，当前Window区域以内的单击事件则自己处理，这个标记很重要，一般来说都需要开启此标记，否则其他Window将无法接收到单击事件。

FLAG\_SHOW\_WHEN\_LOCKED 开启此模式可以让Window显示在锁屏的界面上。

Type参数表示Window的类型，Window有三种类型，分别是应用Window、子Window、系统Window。应用类Window对应着一个Activity。子Window不能单独存在，它需要附属在特定的父Window之中，比如常见的PopupWindow就是一个子Window。有些系统Window是需要声明权限才能创建的Window，比如Toast和系统状态栏这些都是系统Window。

## 应用窗口

Activity 对应的窗口类型是应用窗口， 所有 Activity 默认的窗口类型是 TYPE\_BASE\_APPLICATION。 WindowManager 的 LayoutParams 的默认类型是 TYPE\_APPLICATION。 Dialog 并没有设置type，所以也是默认的窗口类型即 TYPE\_APPLICATION

# WindowManagerService

本章涉及的源代码文件名及位置：

frameworks/base/services/java/com/android/server/SystemServer.java

frameworks/base/services/java/com/android/server/wm/WindowManagerService.java

frameworks/base/services/java/com/android/server/am/ActivityStack.java

frameworks/base/services/java/com/android/server/wm/WindowState.java

frameworks/base/policy/src/com/android/internal/policy/impl/PhoneWindowManager.java

frameworks/base/core/java/android/view/animation/AccelerateDecelerateInterpolator.java

frameworks/base/core/java/android/view/animation/Animation.java

frameworks/base/core/java/android/view/animation/AlphaAnimation.java

frameworks/base/services/java/com/android/server/wm/WindowAnimator.java

frameworks/base/services/java/com/android/server/wm/WindowStateAnimator.java

# 初识窗口的创建、绘制与销毁

# 理解Window和WindowManager

对于重要的系统服务在手机开机的时候进行初始化, 然后保存在了系统进程中. 当我们应用启动的时候会触发ContextImpl类的加载, 在类加载的时候通过静态代码块对各个系统服务进行进行了注册,并保存到一个静态map容器中, 之后就可以通过getSystemService(serviceName)的形式获取不同的系统服务.

Window表示的是一个窗口的概念，在日常生活中使用的并不是很多，但是某些特殊的需求还是需要的，比如悬浮窗之类的，他的具体实现是PhoneWindow,

创建一个Window很简单，只需要WindowManager去实现，WindowManager是外界访问Window的入口，Window的具体实现是在WindowManagerService中，他们两个的交互是一个IPC的过程，Android中的所有视图都是通过Windowl来实现的，无论是Activity,Dialog还是Toast,他们的视图都是直接附加在Window上的，因此Window是View的直接管理者，在之前的事件分发中我们说到，View的事件是通过WIndow传递给DecorView，然后DecorView传递给我们的View，就连Activity的setContentView,都是由Window传递的。

## Window和WindowManager



**Window与WindowManager基础关系**

ViewManager接口定义了一组规则，也就是add、update、remove的操作View接口。也就是说ViewManager是用来添加和移除activity中View的接口

WindowManager继承自ViewManager，然后自己还是一个接口，同时又定义了一个静态内部类LayoutParams（这个类比较重要，后面会分析。提前透漏下，如果你在APP做过类似360助手屏幕的那个悬浮窗或者做过那种类似IOS的小白圆点，点击展开菜单功能，你或多或少就能猜到这个类的重要性）。WindowManager用来在应用与Window之间的接口、窗口顺序、消息等的管理。

ViewManager的另一个实现子类ViewGroup

|  |
| --- |
| public abstract class ViewGroup extends View implements ViewParent, ViewManager {  //protected ViewParent mParent;  //这个成员是View定义的，ViewGroup继承自View，所以也可以拥有。  //这个变量就是前面我们一系列文章分析View向上传递的父节点，类似于一个链表Node的next一样  //最终指向了ViewRoot  ......  public void addView(View child, LayoutParams params) {  addView(child, -1, params);  }  ......  public void addView(View child, int index, LayoutParams params) {  ......  // addViewInner() will call child.requestLayout() when setting the new LayoutParams  // therefore, we call requestLayout() on ourselves before, so that the child's request  // will be blocked at our level  requestLayout();  invalidate(true);  addViewInner(child, index, params, false);  }  ......  } |

所以说View通过ViewGroup的addView方法添加到ViewGroup中，而ViewGroup层层嵌套到最顶级都会显示在在一个窗口Window中, 对于一个Activity只有一个DecorView（ViewRoot），也只有一个Window。

为了了解Window的工作机制，我们首先来看下如何通过WindowManager来创建一个Window.

|  |
| --- |
| Button btn = new Button(this);  btn.setText("我是窗口");  WindowManager wm = (WindowManager) getSystemService(WINDOW\_SERVICE);  WindowManager.LayoutParams layout = new WindowManager.LayoutParams(WindowManager.LayoutParams.WRAP\_CONTENT  , WindowManager.LayoutParams.WRAP\_CONTENT, 0, 0, PixelFormat.TRANSLUCENT);  layout.flags = WindowManager.LayoutParams.FLAG\_NOT\_TOUCH\_MODAL  | WindowManager.LayoutParams.FLAG\_NOT\_FOCUSABLE  | WindowManager.LayoutParams.FLAG\_SHOW\_WHEN\_LOCKED;  layout.gravity = Gravity.CENTER;  layout.type = WindowManager.LayoutParams.TYPE\_PHONE;  layout.x = 300;  layout.y = 100;  wm.addView(btn, layout); |

述的代码，其中type和flag是比较重要的，我们来看下

**Flag参数表示window的属性**，他有很多选项，我们挑几个重点的

* FLAG\_NOT\_FOCUSABLE: 表示窗口不需要获取焦点，也不需要接收各种事件，这属性会同时启动FLAG\_NOT\_TOUCH\_MODAL，最终的事件会传递给下层的具体焦点的window.
* FLAG\_NOT\_TOUCH\_MODAL:在此模式下，系统会将当前window区域以外的单击事件传递给底层的Window，此前的Window区域以内的单机事件自己处理，这个标记很重要，一般来说都需要开启，否则其他window将无法获取单击事件
* FLAG\_SHOW\_WHEN\_LOCKED: 开启这个属性可以让window显示在锁屏上.

**Type参数表示window的类型**，window有三种类型，分别是应用，子，系统，应用window对应一个Activity,子Window不能单独存在，需要依赖一个父Window，比如常见的Dialog都是子Window,系统window需要声明权限，比如系统的状态栏.Window是分层的，每个Window对应着z-ordered,层级大的会覆盖在层级小的Window上面，这和HTML中的z-index的概念是一致的，在这三类中.

* 应用是层级范围是1-99.
* 子window的层级是1000-1999
* 系统的层级是2000-2999。

这些范围对应着type参数，如果想要window在最顶层，那么层级范围设置大一点就好了，很显然系统的值要大一些，系统的值很多，我们一般会选择TYPE\_SYSTEM\_OVERLAY和TYPE\_SYSTEM\_ERROR，记得要设置权限.

**<uses-permission android:name="android.permission.SYSTEM\_ALERT\_WINDOW"/>**

WindowManager所提供的功能很简单，常用的有三个方法，添加View,更新View,删除View,这三个方法定义在ViewManager中，而WindowManager继承自ViewManager:

|  |
| --- |
| public interface ViewManager {  public void addView(View view, ViewGroup.LayoutParams params);  public void updateViewLayout(View view, ViewGroup.LayoutParams params);  public void removeView(View view);  } |

虽然只有三个功能，但是这三个功能足够我们使用了，我们常见的可以推动的View，其实也很好实现，就是不断的更改他xy的位置.

|  |
| --- |
| button.setOnTouchListener(new View.OnTouchListener() {  @Override  public boolean onTouch(View v, MotionEvent event) {  int rawX = (int) event.getRawX();  int rawY = (int) event.getRawY();  switch (event.getAction()) {  case MotionEvent.ACTION\_MOVE:  layout.x = rawX;  layout.y = rawY;  wm.updateViewLayout(button, layout);  break;  }  return false;  }  }); |

## Window的内部机制

Window是一个抽象的概念，每一个Window对应着一个View和一个ViewRootImpl,Window和View通过ViewRootImpl建立关系，因此Window并不是实际存在的，这点从WindowManager定义的接口都是针对View，这说明View才是window的实体，在实际使用当中我们并不能直接访问Window的添加过程.

### Window的添加过程

Window的添加过程是通过WindowManager的addView去实现的，而真正实现的是一个接口，也就是WindowManagerImpl.

|  |
| --- |
| Activity.attach() {  mWindow = new PhoneWindow(this, window);  mWindow.setWindowManager(  (WindowManager)context.getSystemService(Context.WINDOW\_SERVICE));  **mWindowManager = mWindow.getWindowManager();**  }  Window.setWindowManager() {  mWindowManager = ((**WindowManagerImpl**)wm).createLocalWindowManager(this);  } |

|  |
| --- |
| @Override  public void addView(View view, ViewGroup.LayoutParams params) {  **mGlobal**.addView(view, params, mDisplay, mParentWindow);  }  @Override  public void updateViewLayout(View view, ViewGroup.LayoutParams params) {  mGlobal.updateViewLayout(view, params);  }  @Override  public void removeView(View view) {  mGlobal.removeView(view, false);  } |

可以发现，WindowManagerImpl并没有直接去实现一个Window的三大操作，而是全部交给了WindowManagerGlobal来处理，WindowManagerGlobal是一个工厂的性质提供自己的实现，在WindowManagerGlobal中有一段如下的代码：

private final WindowManagerGlobal mGlobal = WindowManagerGlobal.getInstance();

WindowManagerImpl这种工作模式就是典型的桥接模式，将所有的操作全部委托给WindowManagerGlobal（**@hide**这是系统隐藏类，普通app不可见！）去实现，WindowManagerGlobal的addView方法主要分如下几步：

|  |
| --- |
| public final class WindowManagerGlobal {  private final ArrayList<View> mViews = new ArrayList<View>();  private final ArrayList<ViewRootImpl> mRoots = new ArrayList<ViewRootImpl>();  private final ArrayList<WindowManager.LayoutParams> mParams =  new ArrayList<WindowManager.LayoutParams>();  public void addView(View view, ViewGroup.LayoutParams params,  Display display, Window parentWindow) {  ......  ViewRootImpl root;  View panelParentView = null;  synchronized (mLock) {  ......  **//1.创建ViewRootImpl**  root = new ViewRootImpl(view.getContext(), display);  view.setLayoutParams(wparams);  **//2.添加到列表中**  mViews.add(view);  mRoots.add(root);  mParams.add(wparams);  }  **//3. 最后执行这个，将View显示在手机屏幕上**  try {  root.setView(view, wparams, panelParentView);  } catch (RuntimeException e) {  ......  }  }  } |

#### 创建ViewRootImpl

**ViewRootImpl的作用**可以总结为: Android Framework与WMS之间的通信也是通过Binder机制进行的. 这里就建立了与WMS的通信. 最后通过openSession()函数来与WMS建立一个通信会话, 相当于建立了一个长期的处理中心, 双方有什么需要够可以通过这个Session来交换信息.

WMS是运行在SystemServer进程。 ViewRootImpl是通信的桥梁

上面的方法中先是new了一个ViewRootImpl，然后调用他的setView来显示布局。

Android中的View都是通过ViewRootImpl来完成绘制的。

|  |
| --- |
| ublic final class ViewRootImpl implements ViewParent,  View.AttachInfo.Callbacks, ThreadedRenderer.HardwareDrawCallbacks {  public ViewRootImpl(Context context, Display display) {  mContext = context;  //获取IWindowSession，与WindowManagerService建立连接  mWindowSession = **WindowManagerGlobal.getWindowSession();**  //这里保存当前线程  mThread = Thread.currentThread();  }  } |

继续追踪WindowManagerGlobal.getWindowSession()：

|  |
| --- |
| public static IWindowSession **getWindowSession**() {  synchronized (WindowManagerGlobal.class) {  if (sWindowSession == null) {  try {  InputMethodManager imm = InputMethodManager.getInstance();  //获取WindowManagerService  IWindowManager windowManager = **getWindowManagerService**();  //与系统的WindowManagerService建立一个IWindowSession  sWindowSession = windowManager.openSession(  new IWindowSessionCallback.Stub() {  @Override  public void onAnimatorScaleChanged(float scale) {  ValueAnimator.setDurationScale(scale);  }  },  imm.getClient(), imm.getInputContext());  } catch (RemoteException e) {  throw e.rethrowFromSystemServer();  }  }  return sWindowSession;  }  }  public static IWindowManager getWindowManagerService() {  synchronized (WindowManagerGlobal.class) {  if (sWindowManagerService == null) {  //这里返回的是IBinder对象，进行IPC通信  **sWindowManagerService = IWindowManager.Stub.asInterface(**  **ServiceManager.getService("window"));**  ......  }  return sWindowManagerService;  }  } |

继续看 sWindowManagerService = IWindowManager.Stub.asInterface(

ServiceManager.getService("window"));这行：

|  |
| --- |
| public final class ServiceManager {  public static IBinder getService(String name) {  try {  IBinder service = sCache.get(name);  if (service != null) {  return service;  } else {  return getIServiceManager().getService(name);  }  } catch (RemoteException e) {  Log.e(TAG, "error in getService", e);  }  return null;  }  } |

所以IWindowManager.Stub.asInterface(ServiceManager.getService("window"));得到的是一个IBinder对象。到这里，在ServiceManager的getService方法中通过getIServiceManager().getService("window")获取到一个IBinder，与WMS建立初步连接。然后通过IWindowManager.Stub.asInterface方法将IBinder转换成IWindowManager对象。通过这个对象调用openSession打开一个Session，实现通话。但是，WMS只负责管理View的z-order，也就是管理当前那个View在最上层显示，并不管理绘制。

#### ViewRootImpl.setView

绘制View的任务就在ViewRootImpl的setView方法中。

|  |
| --- |
| public void setView(View view, WindowManager.LayoutParams attrs, View panelParentView) {  synchronized (this) {  ......  //请求绘制View  requestLayout();  ......  int res; /\* = WindowManagerImpl.ADD\_OKAY; \*/  try {  ......  //请求WindowManagerService，让WMS实现Window的添加。  res = mWindowSession.addToDisplay(mWindow, mSeq, mWindowAttributes,  getHostVisibility(), mDisplay.getDisplayId(),  mAttachInfo.mContentInsets, mAttachInfo.mStableInsets,  mAttachInfo.mOutsets, mInputChannel);  }  ......  }  } |

setView主要做了两件事：

（1）requestLayout();

（2）向WMS请求添加Window；

#### requestLayout();

@Override

public void requestLayout() {

if (!mHandlingLayoutInLayoutRequest) {

checkThread();

mLayoutRequested = true;

scheduleTraversals();

}

}

**这里我另外注意一下checkThread()这个方法。**

void checkThread() {

if (mThread != Thread.currentThread()) {

throw new CalledFromWrongThreadException(

"Only the original thread that created a view hierarchy can touch its views.");

}

}

是不是看到了熟悉的异常提示？这个方法要判断当前更新UI 的线程是不是创建ViewRootImpl时的线程，只有在创建ViewRootImpl的线程中更新对应的UI才不会报错。所以不能在子线程中更新UI也是这个原因。

setView->requestLayout->scheduleTraversals—>mTraversalRunnable->doTraversal->performTraversals来通过一个handler把这个任务发送出去：完成异步刷新请求

看performTraversals();这个方法里将近一千行代码,大致是四个过程：

private void performTraversals(){

// 1 获取Surface对象，用于图形绘制

//2 测量整个视图树中各个View的大小，用performMeasure方法

//3 布局整个视图树，用performLayout方法

//4 绘制整个视图树，用performDraw方法

}

performDraw->ViewRootImpl.draw()方法->.ViewRootImpl.drawSoftware方法，调用GPU绘图。

draw()中获取到绘制表面Surface，里面最后调用ViewRootImpl的drawSoftware方法，调用GPU绘图。

private boolean drawSoftware(Surface surface, AttachInfo attachInfo, int xoff, int yoff,

boolean scalingRequired, Rect dirty) {

final Canvas canvas;

try {

//获取canvas

canvas = mSurface.lockCanvas(dirty);

// TODO: Do this in native

canvas.setDensity(mDensity);

} catch (Surface.OutOfResourcesException e) {

}

try {

if (!canvas.isOpaque() || yoff != 0 || xoff != 0) {

canvas.drawColor(0, PorterDuff.Mode.CLEAR);

}

try {

......

//从这里开始绘制整个视图树，从DecorView开始

mView.draw(canvas);

} finally {

......

}

} finally {

try {

//解锁canvas，并通知SurfaceFlinger更新这块区域。

surface.unlockCanvasAndPost(canvas);

} catch (IllegalArgumentException e) {

......

}

}

return true;

}

综上所述，视图树的绘制主要有以下步骤：

（1）判断使用CPU还是GPU绘制

（2）获取绘制表面Surface对象

（3）通过Surface对象获取并锁住绘图对象

（4）从DecorView开始绘制整个视图树

（5）解锁Canvas，并通知SurfaceFlinger更新这块区域。

**2.创建ViewRootImpl并将View添加到列表中**

在WindowManagerGlobal有如下几个列表是比较重要的.

|  |
| --- |
| private final ArrayList<View> mViews = new ArrayList<View>();  private final ArrayList<ViewRootImpl> mRoots = new ArrayList<ViewRootImpl>();  private final ArrayList<WindowManager.LayoutParams> mParams =  new ArrayList<WindowManager.LayoutParams>();  private final ArraySet<View> mDyingViews = new ArraySet<View>(); |

在上面的声明中，mViews存储所有window所对应的View，mRoots存储是所有window所对应的ViewRootImpl，mParams存储是所对应的布局参数，而mDyingViews则存储那些正在被删除的对象，在addView中通过如下方式将Window的一系列对象添加到列表中.

|  |
| --- |
| root = new ViewRootImpl(view.getContext(), display);  view.setLayoutParams(wparams);  mViews.add(view);  mRoots.add(root);  mParams.add(wparams); |

如此一来,Window的添加请求就交给WindowManagerService去处理了，在WindowManagerService内部为每一个应用添加了一个单独的Session,具体WIndow在WindowManagerService中怎么添加的，我们就不去分析了，读者可以自己去熟悉下.

### Window的删除过程

Window的删除过程和添加过程一样，都是通过Impl再通过Global来实现了，下面是Global的removeView.

|  |
| --- |
| public void removeView(View view) {  synchronized (this) {  mViews.remove(view);  for (int i = mViewRects.size(); i-- > 0; ) {  AttachInfo.InvalidateInfo info = mViewRects.get(i);  if (info.target == view) {  mViewRects.remove(i);  info.recycle();  }  }  if (mPosted && mViews.isEmpty() && mViewRects.isEmpty()) {  mChoreographer.removeCallbacks(Choreographer.CALLBACK\_ANIMATION, this, null);  mPosted = false;  }  } |

removeView的代码很清晰，首先通过findViewLocked来查找待删除的索引，这个超找过程就是建立的数组遍历，然后进一步的删除。

removeViewLocked是通过ViewRootImpl来完成删除操作的，在windowmanager中提供了两种接口removeView和removeViewImmediate，他们分别表示异步删除和同步删除，其中removeViewImmediate，使用起来要格外注意，一般来说不需要使用此方法来删除window以免发生意外的错误，这里主要是异步删除的问题，具体的删除操作是ViewImple的die方法来完成的，在异步删除的情况下，die只是发生一个删除的请求后就返回了，这个时候View并没有完成删除的操作，所有最后会将其添加到mDyingViews中，mDyingViews表示待删除的View列表，ViewRootImpe的die方法如下：

在die方法内部只是做了简单的判断，那么就发送了一个MSG\_DIE的消息，ViewRootImpl中的mHandler会处理此消息并且并调用doDie方法，如果是同步删除就会直接调用doDie方法，在doDie方法内部会操作dispatchDetachedFromWindow，真正删除window就是在这里面实现的，他主要做了四件事。

1.垃圾回收相关的工作，比如清除数据和消息，移除回调

2.通过Session的remove方法来删除window,这同样是一个IPC的过程，最终会调用wms的removeWindow方法

3.调用view的dispatchDetachedFromWindow方法，在内不会调用onDetachedFromWindow,他做了一些回收资源或者停止动画的一些操作

4.调用WindowManagerGlobal的doRemoveView方法刷新数据

### Window的更新过程

到这里，window的删除就接收完了，在说下更新，需要看WindowManagerGlobal的updateViewLayout方法。

|  |
| --- |
| public void updateViewLayout(View view, ViewGroup.LayoutParams params) {  final WindowManager.LayoutParams wparams = (WindowManager.LayoutParams)params;  view.setLayoutParams(wparams);  synchronized (mLock) {  int index = findViewLocked(view, true);  ViewRootImpl root = mRoots.get(index);  **mParams.remove(index);**  **mParams.add(index, wparams);**  root.setLayoutParams(wparams, false);  }  } |

updateViewLayout做的方法比较简单，首先他更新View的LayoutParams替换老的，接着再更新下ViewRootimpl中的LayoutParams，这一步是通过viewrootimpl的setLayoutParams来做的，在ViewRootImpl中会通过scheduleTraversals方法来对View，测量，布局，重绘等等，除了view本身的重绘之外，ViewRootImpl还会通过WindowSession来更新Window的视图，这个过程最终是WindowManagerService的relayoutWindow来实现的，具体也是一个IPC的过程

## Window的创建过程

通过上面的分析，我们知道，view是android中视图的呈现方式，但是view不能单独存在，他必须依附在window这个抽象类中，因此有视图的地方就有window，activity，toast都是，我们继续来分析window的创建过程。

### Activity的Window创建过程

要分析Activity的Window创建过程就需要去了解activity的启动过程，详细的会在后面说，这里简单概括，activity的启动过程很复杂，最终会由ActivityThread中的perfromLaunchActivity()来完成整个启动过程。

在Activity的attach方法中，系统会创建activity所属的window对象PhoneWindow并为其设置回调接口，window对象的创建过程是由PolicyManager的akeNewWindow方法实现的，由于activity实现了window的callback方法接口，因此当window接受到外界的状态改变的时候就会去调用activity的方法，callback接口中的方法很多，但是有几个确实我们非常熟悉的，你如onAttachedToWindow等。

下面分析activity的视图是怎么依附在window上的由于activity的视图是由setContentView开始的，所有我们先看下这个方法：

|  |
| --- |
| public void setContentView(@LayoutRes int layoutResID) {  getWindow().setContentView(layoutResID);  initWindowDecorActionBar();  } |

1.如果没有DecorView就去创建他

DecorView是一个FrameLayout,在之前就已经说过了，这里说一下。DecorView是activity中的顶级View,一般来说他的内部包含标题栏和内部栏，但是这个会随着主题的变化而发生改变的，不管怎么样，内容是一定要存在的，并且内容有固定的id，那就是content,完整的就是android.R.id.content，DecorView的创建是由installDecor方法来完成的，在方法内部会通过generateDecor方法来完成创建DecorView,这个时候他就是一个空白的FrameLayout.

|  |
| --- |
| protected DecorView generateDecor(){  return new DecorView(getContext(),-1);  } |

为了初始化DecorView的结构，PhoneWindow还需要通过generateLayout方法来加载具体的布局文件到DecorView中，这个跟主题有关.

|  |
| --- |
| View in = mLayoutInflater.inflate(layoutResource, null);  decor.addView(in, new ViewGroup.LayoutParams(MATCH\_PARENT, MATCH\_PARENT));  mContentRoot = (ViewGroup) in;  ViewGroup contentParent = (ViewGroup)findViewById(ID\_ANDROID\_CONTENT); |

其中ID\_ANDROID\_CONTENT的定义如下，这个id对应的就是ViewGroup的mContentParent

public static final int ID\_ANDROID\_CONTENT = com.android.internal.R.id.content

2.将View添加到DecorView的mContentParent中

这个过程比较简单，由于在第一步的时候已经初始化了DecorView，因此这一部就直接将activity的视图添加到DecorView的mContentParent中既可，mLayoutInflater.inflate(layoutResID, mContentParent);到此为止，由此可以理解activity的setcontentview的来历了，也许有读者会怀疑，为什么不叫setview来，他明明是给activity设置视图啊，从这里来看，他的确不适合叫做setview,因为activity的布局文件只是添加到了DecorView的mContentParent中，因此交setContentView更加准确。

3.回调Activity的onCreateChanged方法来通知Activity视图已经发生改变

这个过程很简单，由于window实现了Callback接口，这里表示布局已经被添加到DecorView的mContentParent中了，于是通知activity。使其可以做相应的处理Activity的onCreateChanged是一个空实现，我们可以在子activity处理这个回调

|  |
| --- |
| final callback cb = getCallback();  if(cb != null && !isDestroyed()){  cb.onContentChanged();  } |

经过了上面的三个步骤，到这里为止DecorView已经被创建并且初始化完毕了activity的布局文件也已经添加到了DecorView的内容中，但是这个时候DecorView还没有被windowmanager添加到window中，这里需要正确的理解window的概念，window更多的是表示一种抽象的功能集合，虽然说早在activity的attch中window就已经被创建了，但是这个时候由于DecorView还没有被windowmanager识别，所有还不能提供具体的功能，因为他还无法接收外界的输入，在activityThread的makeVisible中，才能被视图看到：

|  |
| --- |
| void makeVisible() {  if (!mWindowAdded) {  ViewManager wm = getWindowManager();  wm.addView(mDecor, getWindow().getAttributes());  mWindowAdded = true;  }  mDecor.setVisibility(View.VISIBLE);  } |

到这里，window的创建过程就已经分析完了

### Dialog的Window创建过程



#### 创建Window

dialog的window创建过程和activity的类似，我们来看下

|  |
| --- |
| Dialog(Context context, int theme, boolean createContextThemeWrapper) {  if (createContextThemeWrapper) {  if (theme == 0) {  TypedValue outValue = new TypedValue();  context.getTheme().resolveAttribute(com.android.internal.R.attr.dialogTheme,  outValue, true);  theme = outValue.resourceId;  }  mContext = new ContextThemeWrapper(context, theme);  } else {  mContext = context;  }  mWindowManager = (WindowManager)context.getSystemService(Context.WINDOW\_SERVICE);  Window w = PolicyManager.makeNewWindow(mContext);  mWindow = w;  w.setCallback(this);  w.setOnWindowDismissedCallback(this);  w.setWindowManager(mWindowManager, null, null);  w.setGravity(Gravity.CENTER);  mListenersHandler = new ListenersHandler(this);  } |

#### 初始化DecorView并将Dialog的师徒添加到DecorView

这个过程也和activity的类似，都是通过window去指定加载的布局文件:

|  |
| --- |
| public void setContentView(int layoutResID) {  mWindow.setContentView(layoutResID);  } |

#### 将DecorView添加到window并且显示

在Dialog的show方法中，会通过windowmanager将DecorView添加到window中

|  |
| --- |
| mWindowManager.addView(mDecor, l);  mShowing = true; |

从上述的三个步骤可以发现，dialog的创建过程和activity很类似

普通的dialog有一个特殊的地方，那就是必须用activity的context，否则会报错

Dialog dialog = new Dialog(this);

dialog.setTitle("Hello");

dialog.show();



上面的信息非常的明确，是没有应用token导致的，而应用token一般只有activity持有，所有这里需要activity的context.

另外系统比较特殊，他可以不需要token. 使用过程：在AndroidManifest.xml中加上权限android.permission.SYSTEM\_ALERT\_WINDOW; 调用dialog.show()之前加alertDialog.getWindow().setType(WindowManager.LayoutParams.TYPE\_SYSTEM\_ERROR); 系统的type有很多都可以用，TYPE\_SYSTEM\_ERROR，TYPE\_SYSTEM\_OVERLAY都可以。

但是Android6.0的则需要通过代码申请权限，使用要特别注意，实在嫌麻烦，最好自己new一个activity当dlg。

到这里，我们的window就全部分析完成了，相信大家对window有了一些新的见解了。

## 常见使用注意

1. 用Application作为dlg的context：
2. 在子线程更新ui
3. 实现系统转屏功能：

**ViewRootImpl**

**mWm** = WindowManagerGlobal.*getWindowManagerService*();

**mWm** = IWindowManager.Stub.*asInterface*(ServiceManager.*getService*(**"window"**));

**mWm**.freezeRotation(2);//180度

# WMS

frameworks/base/services/java/com/android/server/WindowManagerService.java

WMS只负责管理View的z-order，也就是管理当前那个View在最上层显示，并不管理绘制。

关键字：堆栈，

与Activity类似，Android系统中的窗口也是以**堆栈**的形式组织在WMS中的，其中，Z轴位置较低的窗口位于Z轴位置较高的窗口的下面（前台Z最大）。在本文中，我们就详细分析WMS是如何以堆栈的形式来组织窗口的。

应用程序进程中的每一个Activity组件在AMS中都对应有一个ActivityRecord对象。AMS的每一个ActivityRecord对象AMS中都对应有一个AppWindowToken对象。输入法窗口类似，在壁纸管理服务WallpaperManagerService中，每一个壁纸窗口都对应有一个Binder对象，这个Binder对象在WMS也对应有一个WindowToken对象。

在WMS中，无论是AppWindowToken对象，还是WindowToken对象，它们都是用来描述一组有着相同令牌的窗口的，每一个窗口都是通过一个WindowState对象来描述的。例如，一个Activity组件窗口可能有一个启动窗口（Starting Window），还有若干个子窗口，那么这些窗口就会组成一组，并且都是以Activity组件在AMS中所对应的AppWindowToken对象为令牌的。从抽象的角度来看，就是在AMS中，每一个令牌（AppWindowToken或者WindowToken）都是用来描述一组窗口（WindowState）的，并且每一个窗口的子窗口也是与它同属于一个组，即都有着相同的令牌。

上述的窗口组织方式如图1所示：



图1 窗口在WindowManagerService服务中的组织方式

其中，Activity Stack是在ActivityManagerService服务中创建的，Token List和Window Stack是在WindowManagerService中创建的，而Binder for IM和Binder for WP分别是在InputMethodManagerService服务和WallpaperManagerService服务中创建的，用来描述一个输入法窗口和一个壁纸窗口。

图1中的对象的对应关系如下所示：

1. ActivityRecord-J对应于AppWindowToken-J，后者描述的一组窗口是{WindowState-A, WindowState-B, WindowState-B-1}，其中， WindowState-B-1是WindowState-B的子窗口。

2. ActivityRecord-K对应于AppWindowToken-K，后者描述的一组窗口是{WindowState-C, WindowState-C-1, WindowState-D, WindowState-D-1}，其中， WindowState-C-1是WindowState-C的子窗口，WindowState-D-1是WindowState-D的子窗口。

3. ActivityRecord-N对应于AppWindowToken-N，后者描述的一组窗口是{WindowState-E}，其中， WindowState-E是系统当前激活的Activity窗口。

4. Binder for IM对应于WindowToken-I，后者描述的一组窗口是{WindowState-I}，其中， WindowState-I是WindowState-E的输入法窗口。

5. Binder for WP对应于WindowToken-W，后者描述的一组窗口是{WindowState-W}，其中， WindowState-W是WindowState-E的壁纸窗口。

从图1还可以知道，Window Stack中的WindowState是按照它们所描述的窗口的Z轴位置从低到高排列的。

以上就是WindowManagerService服务组织系统中的窗口的抽象模型，接下来我们将分析AppWindowToken、WindowToken和WindowState的一些增加、移动和删除等操作，以便可以对这个抽象模型有一个更深刻的认识。

## 增加AppWindowToken

从前面Android应用程序窗口（Activity）与WindowManagerService服务的连接过程分析一文可以知道，一个Activity组件在启动的过程中，ActivityManagerService服务会调用调用WindowManagerService类的成员函数addAppToken来为它增加一个AppWindowToken，如下所示：

1. **public** **class** WindowManagerService **extends** IWindowManager.Stub
2. **implements** Watchdog.Monitor {
3. ......
5. /\*\*
6. \* Mapping from a token IBinder to a WindowToken object.
7. \*/
8. **final** HashMap<IBinder, WindowToken> mTokenMap =
9. **new** HashMap<IBinder, WindowToken>();
11. /\*\*
12. \* The same tokens as mTokenMap, stored in a list for efficient iteration
13. \* over them.
14. \*/
15. **final** ArrayList<WindowToken> mTokenList = **new** ArrayList<WindowToken>();
16. ......
18. /\*\*
19. \* Z-ordered (bottom-most first) list of all application tokens, for
20. \* controlling the ordering of windows in different applications.  This
21. \* contains WindowToken objects.
22. \*/
23. **final** ArrayList<AppWindowToken> mAppTokens = **new** ArrayList<AppWindowToken>();
24. ......
26. **public** **void** addAppToken(**int** addPos, IApplicationToken token,
27. **int** groupId, **int** requestedOrientation, **boolean** fullscreen) {
28. ......
30. **synchronized**(mWindowMap) {
31. AppWindowToken wtoken = findAppWindowToken(token.asBinder());
32. **if** (wtoken != ) {
33. ......
34. **return**;
35. }
36. wtoken = **new** AppWindowToken(token);
37. ......
38. mAppTokens.add(addPos, wtoken);
39. ......
40. mTokenMap.put(token.asBinder(), wtoken);
41. mTokenList.add(wtoken);
43. ......
44. }
45. }
47. ......
48. }

WMS类有三个成员变量mTokenMap、mTokenList和mAppTokens，它们都是用来描述系统中的窗口的。

成员变量mTokenMap指向的是一个HashMap，它里面保存的是一系列的WindowToken对象，每一个WindowToken对象都是用来描述一个窗口的，并且是以描述这些窗口的一个Binder对象的IBinder接口为键值的。例如，对于Activity组件类型的窗口来说，它们分别是以用来描述它们的一个ActivityRecord对象的IBinder接口保存在成员变量mTokenMap所指向的一个HashMap中的。

成员变量mTokenList指向的是一个ArrayList，它里面保存的也是一系列WindowToken对象，这些WindowToken对象与保存在成员变量mTokenMap所指向的一个HashMap中的WindowToken对象是一样的。成员变量mTokenMap和成员变量mTokenList的区别就在于，前者在给定一个IBinder接口的情况下，可以迅速指出是否存在一个对应的WindowToken对象，而后者可以迅速**遍**历WindowManagerService服务中的WindowToken对象。

成员变量mAppTokens指向的也是一个ArrayList，不过它里面保存的是一系列**AppWindowToken**对象，每一个AppWindowToken对象都是用来描述一个**Activity**组件窗口的，而这些AppWindowToken对象是以它们描述的窗口的Z轴坐标由小到大保存在这个ArrayList中的，这样我们就可以通过这个ArrayList来从上到下或者从下到上地遍历系统中的**所有Activity**组件窗口。由于这些AppWindowToken对象所描述的Activity组件窗口也是一个窗口，并且AppWindowToken类是从WindowToken继承下来的，因此，**这些AppWindowToken对象还会同时被保存在成员变量mTokenMap所指向的一个HashMap和成员变量mTokenList所指向的一个ArrayList中。**

理解了WMS类的这三个成员变量的含义之后，它的成员函数addAppToken的实现就好理解了，其中，参数token指向的便是用来描述正在启动的Activity组件所对应的一个ActivityRecord对象，而参数addPos用来描述该Activity组件在堆栈中的位置，这个位置同时也是接下来要创建的AppWindowToken对象在WMS类的mTokenList所描述的一个ArrayList中的位置。

WMS类的成员函数addAppToken首先调用另外一个成员函数findAppWindowToken来在成员变量mTokenMap所描述的一个HashMap检查是否已经存在一个AppWindowToken。如果已经存在的话，那么WindowManagerService类的成员函数addAppToken就什么也不做就返回了，否则的话，就会使用参数token来创建一个AppWindowToken对象，并且会将该AppWindowToken对象分别保存在WMS的成员变量mTokenMap、mTokenList和mAppTokens中。

## 删除AppWindowToken

删除AppWindowToken是通过调用WindowManagerService类的成员函数removeAppTokensLocked来实现的，如下所示：

1. **private** **void** removeAppTokensLocked(List<IBinder> tokens) {
2. // XXX This should be done more efficiently!
3. // (take advantage of the fact that both lists should be
4. // ordered in the same way.)
5. **int** N = tokens.size();
6. **for** (**int** i=0; i<N; i++) {
7. IBinder token = tokens.get(i);
8. **final** AppWindowToken wtoken = findAppWindowToken(token);
9. **if** (!mAppTokens.remove(wtoken)) {
10. ......
11. i--;
12. N--;
13. }
14. }
15. }

WindowManagerService类的成员函数removeAppTokensLocked可以同时删除一组AppWindowToken对象。

参数tokens所描述的是一个IBinder接口列表，与这些IBinder接口所对应的AppWindowToken对象就是接下来要删除的。WindowManagerService类的成员函数removeAppTokensLocked通过一个for循环来依次调用另外一个成员函数findAppWindowToken，以便可以找到保存在列表tokens中的每一个IBinder接口所对应的AppWindowToken对象，然后将该AppWindowToken对象从WindowManagerService类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList中删除。

注意，WindowManagerService类的成员函数removeAppTokensLocked是在内部使用的，它只是把一个AppWindowToken对象从成员变量mAppTokens中删除，而没有从另外两个成员变量mTokenMap和mTokenList中删除。

## 移动AppWindowToken至指定位置

移动AppWindowToken至指定位置是通过调用WMS类的成员函数moveAppToken来实现的，如下所示：

1. **public** **void** moveAppToken(**int** index, IBinder token) {
2. **if** (!checkCallingPermission(android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS,
3. "moveAppToken()")) {
4. **throw** **new** SecurityException("Requires MANAGE\_APP\_TOKENS permission");
5. }
7. **synchronized**(mWindowMap) {
8. ......
9. **final** AppWindowToken wtoken = findAppWindowToken(token);
10. **if** (wtoken ==  || !mAppTokens.remove(wtoken)) {
11. ......
12. **return**;
13. }
14. mAppTokens.add(index, wtoken);
15. ......
17. **final** **long** origId = Binder.clearCallingIdentity();
18. ......
19. **if** (tmpRemoveAppWindowsLocked(wtoken)) {
20. ......
21. reAddAppWindowsLocked(findWindowOffsetLocked(index), wtoken);
22. ......
23. updateFocusedWindowLocked(UPDATE\_FOCUS\_WILL\_PLACE\_SURFACES);
24. mLayoutNeeded = **true**;
25. performLayoutAndPlaceSurfacesLocked();
26. }
27. Binder.restoreCallingIdentity(origId);
28. }
29. }

参数token描述的是要移动的AppWindowToken对象所对应的一个IBinder接口，而参数index描述的是该AppWindowToken对象要移动到的位置。注意，移动一个AppWindowToken对象到指定的位置是需要android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS权限的。

WMS类的成员函数moveAppToken首先找到与参数token所对应的AppWindowToken对象，并且将该AppWindowToken对象从WMS类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList中移除，这样做的目的是为了接下来可以将该AppWindowToken对象移动至该ArrayList中的指定位置上，即参数index所描述的位置上。

注意，上述操作只是将参数token所对应的AppWindowToken对象移动到了WMS类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList的指定位置上，接下来还需要同时将与该A**ppWindowToken对象所对应的WindowState**对象移动至WMS服务内部的一个WindowState堆栈合适位置上去。

**移动对应的WindowState**对象的操作同样也是分两步执行的：第一步先调用WMS类的成员函数tmpRemoveAppWindowsLocked来将这些WindowState对象从**原来的WindowState堆栈位置移除**；第二步再调用WMS类的成员函数reAddAppWindowsLocked来将这些WindowState对象**插入到WindowState堆栈的合适位置去**。

对应的WindowState对象被移动到的合适位置是通过调用WMS类的成员函数findWindowOffsetLocked来获得的，它的实现如下所示：

1. 参考/\*\*
2. \* Z-ordered (bottom-most first) list of all Window objects.
3. \*/
4. **final** ArrayList<WindowState> mWindows = **new** ArrayList<WindowState>();
5. ......
7. **private** **int** findWindowOffsetLocked(**int** tokenPos) {
8. **final** **int** NW = mWindows.size();
10. **if** (tokenPos >= mAppTokens.size()) {
11. **int** i = NW;
12. **while** (i > 0) {
13. i--;
14. WindowState win = mWindows.get(i);
15. **if** (win.getAppToken() != ) {
16. **return** i+1;
17. }
18. }
19. }
21. **while** (tokenPos > 0) {
22. // Find the first app token below the new position that has
23. // a window displayed.
24. **final** AppWindowToken wtoken = mAppTokens.get(tokenPos-1);
25. ......
26. **if** (wtoken.sendingToBottom) {
27. ......
28. tokenPos--;
29. **continue**;
30. }
31. **int** i = wtoken.windows.size();
32. **while** (i > 0) {
33. i--;
34. WindowState win = wtoken.windows.get(i);
35. **int** j = win.mChildWindows.size();
36. **while** (j > 0) {
37. j--;
38. WindowState cwin = win.mChildWindows.get(j);
39. **if** (cwin.mSubLayer >= 0) {
40. **for** (**int** pos=NW-1; pos>=0; pos--) {
41. **if** (mWindows.get(pos) == cwin) {
42. ......
43. **return** pos+1;
44. }
45. }
46. }
47. }
48. **for** (**int** pos=NW-1; pos>=0; pos--) {
49. **if** (mWindows.get(pos) == win) {
50. ......
51. **return** pos+1;
52. }
53. }
54. }
55. tokenPos--;
56. }
58. **return** 0;
59. }

参数tokenPos描述的是一个AppWindowToken对象在WindowManagerService类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList的位置，WindowManagerService类的成员函数findWindowOffsetLocked的目标就要找到与该AppWindowToken对象所对应的WindowState对象在WindowManagerService服务内部的一个WindowState堆栈的起始偏移位置。有了这个起始偏移位置之后，我们就可以将对应的所有WindowState对象有序地插入到该WindowState堆栈中去。WindowManagerService服务内部的WindowState堆栈是通过WindowManagerService类的成员变量mWindows来描述的。接下来我们就分两种情况来分析这个起始偏移位置的计算过程。

第一种情况是参数tokenPos的值大于WindowManagerService类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList的大小。这是一种**异常**情况，一般来说，参数tokenPos是指向mAppTokens列表的某一个位置的，不过这时候意味着它所描述的AppWindowToken对象的Z轴位置要大于mAppTokens列表的最上面的一个AppWindowToken对象的Z轴位置的。这也就是说，与参数tokenPos所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象的要位于与mAppTokens列表的最上面的一个AppWindowToken对象所对应的任一个WindoState对象的上面。因此，就需要找到与mAppTokens列表的最上面的一个AppWindowToken对象所对应的**Z轴位置最大的一个WindoState**对象在WindowState堆栈中的位置i，然后就可以知道与参数tokenPos所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象在WindowState堆栈的起始偏移位置为i+1。

如何找到mAppTokens列表的最上面的一个AppWindowToken对象所对应的Z轴位置最大的一个WindoState对象在WindowState堆栈中的位置i呢？从图1可以可得到一个结论：WMS内部中的所有WindowState对象都是**按照Z轴从位置从小到大排列在WindowState堆栈中的**，并且在mAppTokens列表中，位于上面的一个AppWindowToken对象所对应的那些WindowState对象的Z轴位置是一定大于位于下面的一个AppWindowToken对象所对应的那些WindowState对象的Z轴位置的。**因此，我们只要从WindowState堆栈的顶端开始往下遍历，找到这样的一个WindowState对象，它是属于一个AppWindowToken对象的，即它的成员函数getAppToken的返回值不等于null**，那么它在WindowState堆栈中的位置就是我们要找到的位置i。有了这个位置i之后，将它的值加上1，就可以得到参数t所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象在WindowState堆栈的起始偏移位置了。

第二种情况是参数tokenPos的值小于WindowManagerService类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList的大小。根据前面得到的推论，我们只要在mAppTokens列表中找到一个AppWindowToken对象，它满足以下三个条件：

A. 它在mAppTokens列表中的位置小于tokenPos；

B. 它在WindowState堆栈中对应有WindowState对象；

C. 它不是将要置于WindowState堆栈的底部。

如果一个AppWindowToken对象在WindowState堆栈中对应有WindowState对象，那么这些WindowState对象也会同时按照Z轴从小到大的顺序保存它的成员变量windows所描述的一个ArrayList中，这意味着如果一个AppWindowToken对象满足条件B，那么它的成员变量windows所描述的一个ArrayList的大小就大于0。

如果一个AppWindowToken对象不是将要置于WindowState堆栈的底部，那么它的成员变量sendingToBottom的值就不等于true，这也意味这个AppWindowToken对象满足条件C。

如果能找到满足上述条件的一个AppWindowToken对象wtoken，那么我们只要找到与它所对应的Z轴位置最大的WindowState对象在WindowManagerService服务内部的WindowState堆栈中的位置i，那么将它的值加1，就可以得到与参数tokenPos所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象在WindowState堆栈的起始偏移位置了。

那么如何找到与这个AppWindowToken对象wtoken对应的Z轴位置最大的WindowState对象在WMS服务内部的WindowState堆栈中的位置i呢？从前面的图1可以知道，一个AppWindowToken对象所对应的WindowState对象可以划分为两种类型：第一种类型是父窗口类型的；第二种是子窗口类型的。如果一个WindowState对象所描述的窗口是父窗口，那么它的子窗口就保存在它的成员变量mChildWindows所描述的一个ArrayList中，并且这些子窗口是按照Z轴位置从小到大的顺序排列的，同时，该WindowState对象也会保存在与它所对应的一个AppWindowToken对象的成员变量windows所描述的一个ArrayList中。

有了上述结论，并且假设存在一个能够满足上述三个条件的AppWindowToken对象wtoken，那么就可以从上到下遍历保存在它的成员变量windows所描述的一个ArrayList中的每一个WindowState对象win：

I. 如果WindowState对象win所描述的一个窗口具有子窗口，那么就继续从上到下遍历这些子窗口，即从上到下遍历WindowState对象win的成员变量mChildWindows所描述的一个ArrayList。如果能找到一个WindowState对象cwin，它的成员变量mSubLayer的值大于等于0，那么该WindowState对象cwin在WindowManagerService服务内部的WindowState堆栈中的位置就是我们要得到的位置i。注意，如果WindowState对象cwin的成员变量mSubLayer的值小于0，那么它虽然是一个子窗口，但是它却是位于父窗口的后面的，即它的Z轴位置是小于父窗口的Z轴位置的。

II. 如果WindowState对象win所描述的一个窗口不具有子窗口，即它的成员变量mChildWindows所描述的一个ArrayList的大小等于0，那么它在WindowManagerService服务内部的WindowState堆栈中的位置就是我们要得到的位置i。

得到了位置i之后，将它的值加1，那么就可以得到与参数tokenPos所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象在WindowState堆栈的起始偏移位置了。

回到WindowManagerService类的成员函数moveAppToken中，调整好参数token所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象在WindowState堆栈中的位置之后，即调用了成员函数reAddAppWindowsLocked之后，这时候系统中的窗口的布局就会发生了变化，即系统中的窗口的Z轴位置关系发生了变化，那么接下来就需要调用成员函数updateFocusedWindowLocked来重新计算系统中的窗口的Z轴位置，并且调用成员函数performLayoutAndPlaceSurfacesLocked来重新布局系统中的窗口。

## 移动AppWindowToken至顶端

移动AppWindowToken至顶端是通过调用WindowManagerService类的成员函数moveAppTokensToTop来实现的，如下所示：

1. **public** **void** moveAppTokensToTop(List<IBinder> tokens) {
2. **if** (!checkCallingPermission(android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS,
3. "moveAppTokensToTop()")) {
4. **throw** **new** SecurityException("Requires MANAGE\_APP\_TOKENS permission");
5. }
7. **final** **long** origId = Binder.clearCallingIdentity();
8. **synchronized**(mWindowMap) {
9. removeAppTokensLocked(tokens);
10. **final** **int** N = tokens.size();
11. **for** (**int** i=0; i<N; i++) {
12. AppWindowToken wt = findAppWindowToken(tokens.get(i));
13. **if** (wt != ) {
14. mAppTokens.add(wt);
15. **if** (mNextAppTransition != WindowManagerPolicy.TRANSIT\_UNSET) {
16. mToTopApps.remove(wt);
17. mToBottomApps.remove(wt);
18. mToTopApps.add(wt);
19. wt.sendingToBottom = **false**;
20. wt.sendingToTop = **true**;
21. }
22. }
23. }
25. **if** (mNextAppTransition == WindowManagerPolicy.TRANSIT\_UNSET) {
26. moveAppWindowsLocked(tokens, mAppTokens.size());
27. }
28. }
29. Binder.restoreCallingIdentity(origId);
30. }

WindowManagerService类的成员函数moveAppTokensToTop可以同时将一组AppWindowToken移至顶端，同时需要调用者具有android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS权限。

参数tokens所描述的是一个IBinder接口列表，与这些IBinder接口所对应的AppWindowToken对象就是接下来要移至顶端的。在将保存在参数tokens中的IBinder接口所对应的AppWindowToken对象移至顶端之前，WindowManagerService类的成员函数首先会调用前面所描述的成员函数removeAppTokensLocked来删除这些AppWindowToken对象，然后再依次将它们添加到WindowManagerService类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList的末尾去。

注意，WindowManagerService类的成员变量mNextAppTransition用来描述系统当前是否正在切换Activity窗口。如果是的话，那么它的值就不等于WindowManagerPolicy.TRANSIT\_UNSET，这时候就需要：

A. 将所有要移至顶端的AppWindowToken对象都保存在WindowManagerService类的另外一个成员变量mToTopApps所描述的一个ArrayList中去，并且将这些AppWindowToken对象的成员变量sendingToTop的值设置为true。

B. 将所有要移至顶端的AppWindowToken对象所对应WindowState对象都移至WindowManagerService服务内部的一个WindowState堆栈的顶端去，这是通过调用另外一个成员函数moveAppWindowsLocked来实现的。

执行完成上述两个操作之后，与要移至顶端的AppWindowToken对象所对应的窗口就会位于窗口堆栈的最上面了。

## 移动AppWindowToken至底端

移动AppWindowToken至顶端是通过调用WindowManagerService类的成员函数moveAppTokensToBottom来实现的，如下所示：

1. **public** **void** moveAppTokensToBottom(List<IBinder> tokens) {
2. **if** (!checkCallingPermission(android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS,
3. "moveAppTokensToBottom()")) {
4. **throw** **new** SecurityException("Requires MANAGE\_APP\_TOKENS permission");
5. }
7. **final** **long** origId = Binder.clearCallingIdentity();
8. **synchronized**(mWindowMap) {
9. removeAppTokensLocked(tokens);
10. **final** **int** N = tokens.size();
11. **int** pos = 0;
12. **for** (**int** i=0; i<N; i++) {
13. AppWindowToken wt = findAppWindowToken(tokens.get(i));
14. **if** (wt != ) {
15. mAppTokens.add(pos, wt);
16. **if** (mNextAppTransition != WindowManagerPolicy.TRANSIT\_UNSET) {
17. mToTopApps.remove(wt);
18. mToBottomApps.remove(wt);
19. mToBottomApps.add(i, wt);
20. wt.sendingToTop = **false**;
21. wt.sendingToBottom = **true**;
22. }
23. pos++;
24. }
25. }
27. **if** (mNextAppTransition == WindowManagerPolicy.TRANSIT\_UNSET) {
28. moveAppWindowsLocked(tokens, 0);
29. }
30. }
31. Binder.restoreCallingIdentity(origId);
32. }

WindowManagerService类的成员函数moveAppTokensToBottom可以同时将一组AppWindowToken移至底端。将一组AppWindowToken移至底端与将一组AppWindowToken移至顶端的实现是类似的，只不过是移动的方向相反而已。因此，WindowManagerService类的成员函数moveAppTokensToBottom的实现可以参考前面所分析的成员函数moveAppTokensToTop的实现，这里不再详述。

## 增加WindowToken

从图1可以知道，如果一个WindowState对象不是与一个AppWindowToken对象对应的，那么它就必须要与一个WindowToken对象对应。例如，用来描述输入法窗口和壁纸窗口的WindowState对象对应的就是WindowToken对象，而不是AppWindowToken对象，因为它们不是Activity类型的窗口。

输入法窗口和壁纸窗口分别是由输入法管理服务InputMethodManagerService和壁纸管理服务WallpaperManagerService调用WindowManagerService类的成员函数addWindowToken来增加对应的WindowToken对象的，如下所示：

1. **public** **void** addWindowToken(IBinder token, **int** type) {
2. **if** (!checkCallingPermission(android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS,
3. "addWindowToken()")) {
4. **throw** **new** SecurityException("Requires MANAGE\_APP\_TOKENS permission");
5. }
7. **synchronized**(mWindowMap) {
8. WindowToken wtoken = mTokenMap.get(token);
9. **if** (wtoken != ) {
10. Slog.w(TAG, "Attempted to add existing input method token: " + token);
11. **return**;
12. }
13. wtoken = **new** WindowToken(token, type, **true**);
14. mTokenMap.put(token, wtoken);
15. mTokenList.add(wtoken);
16. **if** (type == TYPE\_WALLPAPER) {
17. mWallpaperTokens.add(wtoken);
18. }
19. }
20. }

调用WindowManagerService类的成员函数addWindowToken需要具有android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS权限。

对于输入法窗口和壁纸窗口来说，参数token指向的是与它们所关联的一个Binder对象的IBinder接口，而参数type描述的是要在WindowManagerService服务内部增加WindowToken对象的窗口的类型。

WindowManagerService类的成员函数addWindowToken首先检查在成员变量mTokenMap所描述的一个HashMap检查是否已经存在一个WindowToken对象与参数token对应。如果已经存在的话，那么WindowManagerService类的成员函数addWindowToken就什么也不做就返回了，否则的话，就会使用参数token来创建一个WindowToken对象，并且会将该WindowToken对象分别保存在WindowManagerService类的成员变量mTokenMap和mTokenList中。

这里有两个地方需要注意：

A. 由于这里增加的是WindowToken对象，而不是AppWindowToken对象，因此，与增加AppWindowToken不同，这里不需要将新创建的WindowToken对象保存在WindowManagerService类的成员变量mAppTokens中。

B. 如果参数type的值等于TYPE\_WALLPAPER，那么就意味着新创建的WindowToken对象是用来描述壁纸窗口的，这时候还需要将新创建的WindowToken对象保存在WindowManagerService类的成员变量mWallpaperTokens所描述的一个ArrayList中，以方便管理壁纸窗口。

对于非输入法窗口、非壁纸窗口以及非Activity窗口来说，它们所对应的WindowToken对象是在它们增加到WindowManagerService服务的时候创建的。从前面Android应用程序窗口（Activity）与WindowManagerService服务的连接过程分析一文可以知道，增加一个窗口WindowManagerService服务最终是通过调用WindowManagerService类的成员函数addWindow来实现的，接下来我们就主要分析与创建WindowToken相关的逻辑，如下所示：

1. **public** **int** addWindow(Session session, IWindow client,
2. WindowManager.LayoutParams attrs, **int** viewVisibility,
3. Rect outContentInsets, InputChannel outInputChannel) {
4. ......
6. **synchronized**(mWindowMap) {
7. ......
9. **boolean** addToken = **false**;
10. WindowToken token = mTokenMap.get(attrs.token);
11. **if** (token == ) {
12. **if** (attrs.type >= FIRST\_APPLICATION\_WINDOW
13. && attrs.type <= LAST\_APPLICATION\_WINDOW) {
14. ......
15. **return** WindowManagerImpl.ADD\_BAD\_APP\_TOKEN;
16. }
17. **if** (attrs.type == TYPE\_INPUT\_METHOD) {
18. ......
19. **return** WindowManagerImpl.ADD\_BAD\_APP\_TOKEN;
20. }
21. **if** (attrs.type == TYPE\_WALLPAPER) {
22. ......
23. **return** WindowManagerImpl.ADD\_BAD\_APP\_TOKEN;
24. }
25. token = **new** WindowToken(attrs.token, -1, **false**);
26. addToken = **true**;
27. }
29. ......
31. **if** (addToken) {
32. mTokenMap.put(attrs.token, token);
33. mTokenList.add(token);
34. }
36. ......
37. }
39. ......
40. }

如果参数attrs所描述的一个WindowManager.LayoutParams对象的成员变量token所指向的一个IBinder接口在WindowManagerService类的成员变量mTokenMap所描述的一个HashMap中没有一个对应的WindowToken对象，并且该WindowManager.LayoutParams对象的成员变量type的值不等于TYPE\_INPUT\_METHOD、TYPE\_WALLPAPER，以及不在FIRST\_APPLICATION\_WINDOW和LAST\_APPLICATION\_WINDOW，那么就意味着这时候要增加的窗口就既不是输入法窗口，也不是壁纸窗口和Activity窗口，因此，就需要以参数attrs所描述的一个WindowManager.LayoutParams对象的成员变量token所指向的一个IBinder接口为参数来创建一个WindowToken对象，并且将该WindowToken对象保存在WindowManagerService类的成员变量mTokenMap和mTokenList中。

## 删除WindowToken

删除WindowToken是通过调用WindowManagerService类的成员函数removeWindowToken来实现的，如下所示：

1. **public** **void** removeWindowToken(IBinder token) {
2. **if** (!checkCallingPermission(android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS,
3. "removeWindowToken()")) {
4. **throw** **new** SecurityException("Requires MANAGE\_APP\_TOKENS permission");
5. }
7. **final** **long** origId = Binder.clearCallingIdentity();
8. **synchronized**(mWindowMap) {
9. WindowToken wtoken = mTokenMap.remove(token);
10. mTokenList.remove(wtoken);
11. **if** (wtoken != ) {
12. **boolean** delayed = **false**;
13. **if** (!wtoken.hidden) {
14. wtoken.hidden = **true**;
16. **final** **int** N = wtoken.windows.size();
17. **boolean** changed = **false**;
19. **for** (**int** i=0; i<N; i++) {
20. WindowState win = wtoken.windows.get(i);
22. **if** (win.isAnimating()) {
23. delayed = **true**;
24. }
26. **if** (win.isVisibleNow()) {
27. applyAnimationLocked(win,
28. WindowManagerPolicy.TRANSIT\_EXIT, **false**);
29. changed = **true**;
30. }
31. }
33. **if** (changed) {
34. mLayoutNeeded = **true**;
35. performLayoutAndPlaceSurfacesLocked();
36. updateFocusedWindowLocked(UPDATE\_FOCUS\_NORMAL);
37. }
39. **if** (delayed) {
40. mExitingTokens.add(wtoken);
41. } **else** **if** (wtoken.windowType == TYPE\_WALLPAPER) {
42. mWallpaperTokens.remove(wtoken);
43. }
44. }
46. ......
47. } **else** {
48. Slog.w(TAG, "Attempted to remove non-existing token: " + token);
49. }
50. }
51. Binder.restoreCallingIdentity(origId);
52. }

调用WindowManagerService类的成员函数removeWindowToken需要具有android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS权限。

WindowManagerService类的成员函数removeWindowToken首先找到与参数token所描述的Binder接口所对应的WindowToken对象，接着再将该WindowToken对象从WindowManagerService类的成员变量mTokenMap和mTokenList中删除。

删除了一个WindowToken对象之后，如果该WindowToken对象不是处于不可见的状态，即它的成员变量hidden的值不等于false，那么就意味着它所描述窗口口也有可能是可见的，那么WindowManagerService类的成员函数removeWindowToken就需要作以下两个检查：

A. 如果该WindowToken对象所描述的窗口的其中一个处于动画显示过程，即用来描述该窗口的一个WindowState对象的成员函数isAnimating的返回值等于true，那么就需要该WindowToken对象的状态设置为正在退出状态，即将它保存在WindowManagerService类的成员变量mExitingTokens所描述的一个ArrayList中。

B. 如果该WindowToken对象所描述的窗口是可见的，即用来描述该窗口的一个WindowState对象的成员函数isVisibleNow的返回值等于true，那么就需要调用WindowManagerService类的成员函数applyAnimationLocked来给它应用一个退出动画，该退出动画是通过调用WindowManagerService类的成员函数performLayoutAndPlaceSurfacesLocked来实现的。当一个窗口退出了之后，系统当前获得焦点的窗口可能会发生变化，这时候就需要调用WindowManagerService类的成员函数updateFocusedWindowLocked来重新调整系统当前获得焦点的窗口。

注意，如果正在删除的WindowToken对象是用来描述壁纸窗口的，那么还需要将该WindowToken对象从WindowManagerService类的成员变量mWallpaperTokens所描述的一个ArrayList中删除。

* 1. 增加WindowState

从前面Android应用程序窗口（Activity）与WindowManagerService服务的连接过程分析一文可以知道，增加一个窗口WindowManagerService服务最终是通过调用WindowManagerService类的成员函数addWindow来实现的，如下所示：

1. /\*\*
2. \* Mapping from an IWindow IBinder to the server's Window object.
3. \* This is also used as the lock for all of our state.
4. \*/
5. **final** HashMap<IBinder, WindowState> mWindowMap = **new** HashMap<IBinder, WindowState>();
6. ......
8. /\*\*
9. \* Z-ordered (bottom-most first) list of all Window objects.
10. \*/
11. **final** ArrayList<WindowState> mWindows = **new** ArrayList<WindowState>();
12. ......
14. **public** **int** addWindow(Session session, IWindow client,
15. WindowManager.LayoutParams attrs, **int** viewVisibility,
16. Rect outContentInsets, InputChannel outInputChannel) {
17. ......
19. WindowState win = ;
21. **synchronized**(mWindowMap) {
22. ......
24. win = **new** WindowState(session, client, token,
25. attachedWindow, attrs, viewVisibility);
26. ......
28. mWindowMap.put(client.asBinder(), win);
29. ......
31. **if** (attrs.type == TYPE\_INPUT\_METHOD) {
32. mInputMethodWindow = win;
33. addInputMethodWindowToListLocked(win);
34. ......
35. } **else** **if** (attrs.type == TYPE\_INPUT\_METHOD\_DIALOG) {
36. mInputMethodDialogs.add(win);
37. addWindowToListInOrderLocked(win, **true**);
38. adjustInputMethodDialogsLocked();
39. ......
40. } **else** {
41. addWindowToListInOrderLocked(win, **true**);
42. **if** (attrs.type == TYPE\_WALLPAPER) {
43. .......
44. adjustWallpaperWindowsLocked();
45. } **else** **if** ((attrs.flags&FLAG\_SHOW\_WALLPAPER) != 0) {
46. adjustWallpaperWindowsLocked();
47. }
48. }
50. ......
51. }
53. ......
54. }

WindowManagerService类有两个成员变量mWindowMap和mWindows是用来保存系统中的WindowState对象。其中，成员变量mWindowMap指向的是一个HashMap，它的关键字是一个IBinder接口，一般这个IBinder接口指向的是一个Binder代理对象，引用了运行在应用程序进程这一侧的一个类型为W的Binder本地对象，用来描述一个窗口；成员变量mWindows指向的是一个ArrayList，保存在它里面的WindowState对象是按照其Z轴位置从小到大的顺序排列的。成员变量mWindowMap和mWindows的区别在于，前者给在定一个IBinder接口的情况下，可以快速找到与对应的WindowState对象，而后者用来从上到下或者下到上遍历系统的WindowState对象。由于系统中的WindowState对象是按照其Z轴位置从小到大的顺序排列在成员变量mWindows中的，因此，成员变量mWindows所指向的ArrayList就是我们在前面图1中所说的Window Stack。

理解了WindowManagerService类有两个成员变量mWindowMap和mWindows的作用之后，WindowManagerService类的成员函数addWindow增加一个WindowState对象的过程就容易理解了。

参数client是一个Binder代理对象，引用了运行在应用程序进程这一侧的一个类型为W的Binder本地对象，用来描述要增加到WindowManagerService服务中的一个窗口。WindowManagerService类的成员函数addWindow首先创建一个WindowState对象win，接着再以参数client所描述的一个Binder代理对象的IBinder接口为关键字，将WindowState对象win保存在WindowManagerService类的成员变量mWindowMap中，最后还会根据要增加到WindowManagerService服务中的窗口的类型来调用不同的成员函数将WindowState对象win增加到WindowManagerService类的成员变量mWindows中：

A. 如果要增加的是输入法窗口，即参数attrs所描述的一个WindowManager.LayoutParams对象的成员变量type的值等于TYPE\_INPUT\_METHOD，那么就会调用成员函数addInputMethodWindowToListLocked来将WindowState对象win增加到WindowManagerService类的成员变量mWindows中去，并且会将WindowState对象win保存在WindowManagerService类的成员变量mInputMethodWindow中。

B. 如果要增加的是输入法对话框，即参数attrs所描述的一个WindowManager.LayoutParams对象的成员变量type的值等于TYPE\_INPUT\_METHOD\_DIALOG，那么就会调用成员函数addWindowToListInOrderLocked来将WindowState对象win增加到WindowManagerService类的成员变量mWindows中去，并且会将WindowState对象win保存在WindowManagerService类的成员变量mInputMethodDialogs中，以及调用成员函数adjustInputMethodDialogsLocked来调整刚才所添加的输入法窗口在窗口堆栈中的位置，使得它位于系统当前需要输入法窗口的窗口的上面。

C. 如果要增加的是壁纸窗口，即参数attrs所描述的一个WindowManager.LayoutParams对象的成员变量type的值等于TYPE\_WALLPAPER，那么就会调用成员函数addWindowToListInOrderLocked来将WindowState对象win增加到WindowManagerService类的成员变量mWindows中去，并且会调用成员函数adjustWallpaperWindowsLocked来调整刚才所添加的壁纸窗口在窗口堆栈中的位置，使得它位于系统当前需要壁纸窗口的窗口的下面。

D . 如果要增加的既不是输入法窗口，也不是输入法对话框和壁纸窗口，那么就只会调用成员函数addWindowToListInOrderLocked来将WindowState对象win增加到WindowManagerService类的成员变量mWindows中去，但是如果要增加的窗口需要显示壁纸，即参数attrs所描述的一个WindowManager.LayoutParams对象的成员变量flags的FLAG\_SHOW\_WALLPAPER位等于1，那么还会继续调用成员函数adjustWallpaperWindowsLocked来调整系统中的壁纸窗口在窗口堆栈中的位置，使得它位于刚才所添加的窗口的下面。

在后面的两篇文章中，我们再详细分析WindowManagerService类的成员函数addInputMethodWindowToListLocked、adjustInputMethodDialogsLocked和adjustWallpaperWindowsLocked的实现，其中，前两者是与输入法窗口相关的，而后者是与壁纸窗口相关的。本文主要关注WindowManagerService类的成员函数addWindowToListInOrderLocked的实现，它会将一个指定的WindowState对象增加到窗口堆栈中的合适位置上去。

## 增加WindowState到窗口堆栈

从前面的分析可以知道，将一个WindowState对象增加到WMS服务内部中的窗口堆栈，即WMS类的成员变量mWindows，是通过调用WMS类的成员函数addWindowToListInOrderLocked来实现的。

WMS类的成员函数addWindowToListInOrderLocked的实现比较复杂，我们先列出它的框架，然后再详细分析它的实现，如下所示：

1. **private** **void** addWindowToListInOrderLocked(WindowState win, **boolean** addToToken) {
2. **final** IWindow client = win.mClient;
3. **final** WindowToken token = win.mToken;
4. **final** ArrayList<WindowState> localmWindows = mWindows;
6. **final** **int** N = localmWindows.size();
7. **final** WindowState attached = win.mAttachedWindow;
8. **int** i;
9. **if** (attached == ) {
10. //CASE 1：要增加的窗口win没有附加在其它窗口上
11. **int** tokenWindowsPos = token.windows.size();
12. **if** (token.appWindowToken != ) {
13. //CASE 1.1：要增加的窗口win是一个Activity窗口
14. **int** index = tokenWindowsPos-1;
15. **if** (index >= 0) {
16. //CASE 1.1.1：用来要增加的窗口win的令牌token已存在其它窗口
17. ......
18. } **else** {
19. //CASE 1.1.2：用来要增加的窗口win的令牌token尚未存在任何窗口
20. ......
21. }
22. } **else** {
23. //CASE 1.2：要增加的窗口win不是一个Activity窗口
24. ......
25. }
26. **if** (addToToken) {
27. token.windows.add(tokenWindowsPos, win);
28. }
29. } **else** {
30. //CASE 2：要增加的窗口win附加在窗口attached上
31. ......
32. }
34. **if** (win.mAppToken !=  && addToToken) {
35. win.mAppToken.allAppWindows.add(win);
36. }
37. }
39. ......

我们首先分析一下WMS类的成员函数addWindowToListInOrderLocked的几个本地变量的含义：

A. token。本地变量token指向的是参数win所描述的一个WindowState对象的成员变量mToken所指向一个WindowToken对象，这个WindowToken对象用来描述WindowState对象win所对应的窗口令牌。

B. localmWindows。本地变量localmWindows指向的是WMS类的成员变量mWindows所描述的一个ArrayList，即一个窗口堆栈，WMS类的成员函数addWindowToListInOrderLocked的目标就是要将参数win所描述的一个WindowState对象增加到该窗口堆栈的合适位置上去。

C. attached。本地变量attached指向的是参数win所描述的一个WindowState对象的成员变量mAttachedWindow 所指向的一个WindowState对象，如果它的值不等于null，那么就意味参数win所描述的窗口要附加在本地变量attached所描述的窗口上。

D. tokenWindowsPos。本地变量tokenWindowsPos用来描述与窗口令牌token所对应的窗口的数量。

E. token.appWindowToken。从前面Android应用程序窗口（Activity）与WMS服务的连接过程分析一文可以知道，如果一个WindowToken对象的成员变量appWindowToken的值不等于null，那么就意味着该WindowToken对象的实际类型为是AppWindowToken，即它所描述的是一个Activity窗口令牌，这种类型的令牌的特点是在ActivityManagerService服务的Activity组件堆栈中对应有一个ActivityRecord对象，如图1所示。

F. index。本地变量index的值等于tokenWindowsPos-1，如果它的值大于等于0，那么就意味着窗口令牌tokent已经存在其它窗口，否则的话，就意味着窗口令牌tokent尚未存在任何窗口。

从这些本地变量的含义，我们就可以分情况来将参数win所描述的一个WindowState对象增加到WMS服务内部的窗口堆栈的合适位置上去：

CASE 1：要增加的窗口win没有附加在其它窗口上

----CASE 1.1：要增加的窗口win是一个Activity窗口

----CASE 1.1.1：用来要增加的窗口win的令牌token已存在其它窗口。这时候意味着窗口win需要保存在其它已经存在的窗口的附近，因此，我们只要找到这些已经存在的窗口在窗口堆栈中的位置，那么再根据其它属性，就可以将窗口win保存在已经存在的窗口的上面或者下面。

----CASE 1.1.2：用来要增加的窗口win的令牌token尚未存在任何窗口。虽然这时候窗口win在窗口堆栈中没有位置可以参考，但是它毕竟是一个Activity窗口，我们可以通过与它所对应的AppWindowToken对象在App Token List（即WMS类的成员变量mAppTokens所描述的一个ArrayList）中的位置来获得它窗口堆栈中的位置。回忆我们在前面第3节分析移动AppWindowToken至指定位置的操作时得到的结论：WMS服务内部中的所有WindowState对象都是按照Z轴从位置从小到大排列在WindowState堆栈中的，并且在mAppTokens列表中，位于上面的一个AppWindowToken对象所对应的那些WindowState对象的Z轴位置是一定大于位于下面的一个AppWindowToken对象所对应的那些WindowState对象的Z轴位置的。因此，我们只要找到用来描述窗口win的一个AppWindowToken对象（token.appWindowToken）的上一个或者下一个AppWindowToken对象所对应的窗口在窗口堆栈中的位置，那么就可以这个位置为参考，得到窗口win在窗口堆栈中的位置。

----CASE 1.2：要增加的窗口win不是一个Activity窗口。这时候既然要增加的窗口也没有附加在其它窗口上，那么就意味着要增加的窗口win在窗口堆栈中没有位置可以参考，因此，我们就需要根据它的Z轴位置来决定它在窗口堆栈的位置。

CASE 2：要增加的窗口win附加在窗口attached上。这时候就意味着要增加的窗口win要保存在窗口attached的上面，即窗口在窗口堆栈的位置要以窗口attached在窗口堆栈的位置为参考。

从上面的分析就可以知道，CASE 1.1.1、CASE 1.1.2和CASE 2都有一个共同特点，即要增加的窗口win在窗口堆栈的位置有一个参考值，而在CASE 1.2中，要增加的窗口win在窗口堆栈的位置没有参考值，需要通过其Z轴位置来确定。

在分析上述四种情况之前， 我们还需要再说明一下WMS类的成员函数addWindowToListInOrderLocked的参数addToToken的含义。参数addToToken是一个布尔变量，如果它的值等于true，那么就说明需要将参数win所描述的一个WindowState对象添加用来描述它的窗口令牌token的成员变量windows所描述的一个ArrayList中去。注意，窗口令牌token的成员变量windows所描述的一个ArrayList里面所保存的WindowState对象是按照Z轴位置从小到大的顺序来排列的，因此，在将WindowState对象win保存到这个ArrayList之前，首先要按照它的Z轴位置计算得到它在这个ArrayList中的位置tokenWindowsPos。另一方面，在参数addToToken的值等于true，并且参数win所描述的是一个Activity窗口，即它的成员变量mAppToken不等于null的情况下，还需要将参数win所描述的一个WindowState对象保存在用来描述它的窗口令牌，即一个AppWindowToken对象成员变量allAppWindows所描述的一个ArrayList中去，以便可以知道一个AppWindowToken对象对应的Activity窗口都有哪些。

接下来，我们就分别分析这四种情况是如何将窗口win增加窗口堆栈中去的。

CASE 1.1.1对应的代码为：

1. **if** (win.mAttrs.type == TYPE\_BASE\_APPLICATION) {
2. // Base windows go behind everything else.
3. placeWindowBefore(token.windows.get(0), win);
4. tokenWindowsPos = 0;
5. } **else** {
6. AppWindowToken atoken = win.mAppToken;
7. **if** (atoken !=  &&
8. token.windows.get(index) == atoken.startingWindow) {
9. placeWindowBefore(token.windows.get(index), win);
10. tokenWindowsPos--;
11. } **else** {
12. **int** newIdx =  findIdxBasedOnAppTokens(win);
13. **if**(newIdx != -1) {
14. //there is a window above this one associated with the same
15. //apptoken note that the window could be a floating window
16. //that was created later or a window at the top of the list of
17. //windows associated with this token.
18. ......
19. localmWindows.add(newIdx+1, win);
20. mWindowsChanged = **true**;
21. }
22. }
23. }

这段代码又分为三种情况来将参数win所描述的一个WindowState对象添加到窗口堆栈中：

A. 参数win描述的窗口的类型为TYPE\_BASE\_APPLICATION。在一个令牌对应的所有窗口中，类型为TYPE\_BASE\_APPLICATION的窗口位于其它类型的窗口的下面。因此，这段代码就会调用WMS类的成员函数placeWindowBefore来将参数win所描述的一个WindowState对象保存窗口堆栈中，并且它是位于令牌token的窗口列表的第0个位置的WindowState对象的下面。这时候变量tokenWindowsPos的值会被设置为0，表示参数win所描述的一个WindowState对象要保存窗口令牌token的窗口列表的第0个位置上。

B. 参数win描述的一个WindowState对象的成员变量mAppToken的值不等于null，这意味着参数win描述的是一个Activity窗口，这时候如果窗口令牌atoken（与token描述的是同一个窗口令牌）的窗口列表的第index个位置（即最上面的一个位置） 的WindowState对象描述的是一个Activity启动窗口，即与窗口令牌atoken的成员变量startingWindow描述的是同一个窗口，那么就说明窗口令牌atoken的窗口列表的第index个位置的WindowState对象描述的是窗口win的启动窗口。由于一个窗口的启动窗口总是位于它的上面，因此，这段代码就会调用WMS类的成员函数placeWindowBefore来将参数win所描述的一个WindowState对象保存窗口堆栈中，并且它是位于令牌atoken的窗口列表的第index个位置的WindowState对象的下面。这时候变量tokenWindowsPos的值减少1，即相当于是等于index，表示参数win所描述的一个WindowState对象要插入在窗口令牌token的窗口列表的第index个位置上。

C. 参数win所描述的窗口的类型既不是TYPE\_BASE\_APPLICATION，而且它也没有启动窗口，那么这时候就需要将它保存在窗口令牌token的窗口列表的最上面一个窗口的上面。窗口令牌token的窗口列表的最上面一个窗口在窗口堆栈中的位置newIdx是通过调用WMS类的成员函数findIdxBaseOnAppTokens来获得的，这时候参数win所描述的一个WindowState对象就应该保存在窗口堆栈，即变量localmWindows所描述的一个ArrayList的第newIdx+1个位置上。

CASE 1.1.2对应的代码为：

1. // Figure out where the window should go, based on the
2. // order of applications.
3. **final** **int** NA = mAppTokens.size();
4. WindowState pos = ;
5. **for** (i=NA-1; i>=0; i--) {
6. AppWindowToken t = mAppTokens.get(i);
7. **if** (t == token) {
8. i--;
9. **break**;
10. }
12. // We haven't reached the token yet; if this token
13. // is not going to the bottom and has windows, we can
14. // use it as an anchor for when we do reach the token.
15. **if** (!t.sendingToBottom && t.windows.size() > 0) {
16. pos = t.windows.get(0);
17. }
18. }
19. // We now know the index into the apps.  If we found
20. // an app window above, that gives us the position; else
21. // we need to look some more.
22. **if** (pos != ) {
23. // Move behind any windows attached to this one.
24. WindowToken atoken = mTokenMap.get(pos.mClient.asBinder());
25. **if** (atoken != ) {
26. **final** **int** NC = atoken.windows.size();
27. **if** (NC > 0) {
28. WindowState bottom = atoken.windows.get(0);
29. **if** (bottom.mSubLayer < 0) {
30. pos = bottom;
31. }
32. }
33. }
34. placeWindowBefore(pos, win);
35. } **else** {
36. // Continue looking down until we find the first
37. // token that has windows.
38. **while** (i >= 0) {
39. AppWindowToken t = mAppTokens.get(i);
40. **final** **int** NW = t.windows.size();
41. **if** (NW > 0) {
42. pos = t.windows.get(NW-1);
43. **break**;
44. }
45. i--;
46. }
47. **if** (pos != ) {
48. // Move in front of any windows attached to this
49. // one.
50. WindowToken atoken = mTokenMap.get(pos.mClient.asBinder());
51. **if** (atoken != ) {
52. **final** **int** NC = atoken.windows.size();
53. **if** (NC > 0) {
54. WindowState top = atoken.windows.get(NC-1);
55. **if** (top.mSubLayer >= 0) {
56. pos = top;
57. }
58. }
59. }
60. placeWindowAfter(pos, win);
61. placeWindowAfter(pos, win);
62. } **else** {
63. // Just search for the start of this layer.
64. **final** **int** myLayer = win.mBaseLayer;
65. **for** (i=0; i<N; i++) {
66. WindowState w = localmWindows.get(i);
67. **if** (w.mBaseLayer > myLayer) {
68. **break**;
69. }
70. }
71. ......
72. localmWindows.add(i, win);
73. mWindowsChanged = **true**;
74. }
75. }

这段代码要能冠军WMS服务内部的一个AppWindowToken列表mAppTokens来在窗口堆栈中找到一个参数位置来保存参数win所描述的一个WindowState对象。

最上面的一个for循环执行完成之后，我们假设变量pos的值不等于null，这时候它与变量i以及变量token的关系如图2所示：



图2 窗口win位于窗口C的下面

这时候位于令牌token上面的令牌在窗口堆栈中对应有WindowState对象。注意，这时候第i+2个令牌在窗口堆栈中不对应有WindowState对象，而第i+3个令牌在窗口堆栈中对应有C和D两个WindowState对象，并且这两个WindowState对象所描述的窗口都不是即将要切换到窗口堆栈的底部的。由于第i+3个令牌位于令牌token的上面，并且这两个令牌之间的其它令牌在窗口堆栈中不对应有WindowState对象，因此，这时候参数win所描述的WindowState对象在窗口堆栈中的位置应该以第i+3个令牌所对应的Z轴位置最小的WindowState对象在窗口堆栈中的位置为参考，即以WindowState对象C在窗口堆栈中的位置为参考，而WindowState对象C也正好是变量pos所指向的WindowState对象。

接下来，上述代码会继续检查WindowState对象C是否附加有SubLayer值小于0的窗口。如果有的话，那么就会将变量pos指向SubLayer值最小的那个WindowState对象，这是因为该WindowState对象是在WindowState对象C的最下面的，并且它与WindowState对象C是同属一个令牌的。最后，上述代码就会调用WMS类的成员函数placeWindowBefore来将参数win所描述的一个WindowState对象保存窗口堆栈中由变量pos所指向的那个WindowState对象的下面。

假设最上面的一个for循环执行完成之后，变量pos的值等于null，那么就说明位于令牌token上面的令牌在窗口堆栈中都没有对应有WindowState对象，或者说它们所对应的WindowState对象都是即将要切换到窗口堆栈的底部去的，这时候就需要通过位于令牌token上面的令牌来在窗口堆栈中找到一个参考位置来保存参数win所描述的WindowState对象，这是通过中间的while循环来实现的。

中间的while循环执行完成之后，假设变量pos的值不等于null，这时候它与变量i以及变量token的关系如图3所示：



图3 窗口win位于窗口D的上面

这时候位于令牌token上面的令牌在窗口堆栈中没有对应有WindowState对象。注意，这时候第i-1个令牌在窗口堆栈中不对应有WindowState对象，而第i-2个令牌在窗口堆栈中对应有C和D两个WindowState对象。由于第i-2个令牌位于令牌token的下面，并且这两个令牌之间的其它令牌在窗口堆栈中不对应有WindowState对象，因此，这时候参数win所描述的WindowState对象在窗口堆栈中的位置应该以第i-2个令牌所对应的Z轴位置最大的WindowState对象在窗口堆栈中的位置为参考，即以WindowState对象D在窗口堆栈中的位置为参考，而WindowState对象D也正好是变量pos所指向的WindowState对象。

接下来，上述代码会继续检查WindowState对象D是否附加有SubLayer值大于等于0的窗口。如果有的话，那么就会将变量pos指向SubLayer值最大的那个WindowState对象，这是因为该WindowState对象是在WindowState对象D的最上面的，并且它与WindowState对象D是同属一个令牌的。最后，上述代码就会调用WMS类的成员函数placeWindowAfter来将参数win所描述的一个WindowState对象保存窗口堆栈中由变量pos所指向的那个WindowState对象的上面。

假设中间的while循环执行完成之后，变量pos的值等于null，这时候就说明在窗口堆栈中实在是找不到参考位置来保存参数win所描述的WindowState对象了，因此，就只能通过参数win所描述的WindowState对象的Z轴位置，即它的成员变量mBaseLayer的值来在窗口堆栈中找到一个合适的位置了，如最下面的for循环所示。由于窗口堆栈中的WindowState对象是按照它们的Z轴位置由小到大的顺序来排列的，因此，最下面的for循环只要从下到上找到一个Z轴位置比参数win所描述的WindowState对象的Z轴位置大的一个WindowState对象在窗口堆栈中的位置i，那么就可以将参数win所描述的WindowState对象插入在窗口堆栈的第i个位置上了。

CASE 1.2对应的代码为：

1. // Figure out where window should go, based on layer.
2. **final** **int** myLayer = win.mBaseLayer;
3. **for** (i=N-1; i>=0; i--) {
4. **if** (localmWindows.get(i).mBaseLayer <= myLayer) {
5. i++;
6. **break**;
7. }
8. }
9. **if** (i < 0) i = 0;
10. ......
11. localmWindows.add(i, win);
12. mWindowsChanged = **true**;

由于这时候在窗口堆栈中是没有参考位置来保存参数win所描述的WindowState对象的，因此，这段代码就只能通过参数win所描述的WindowState对象的Z轴位置，即它的成员变量mBaseLayer的值来在窗口堆栈中找到一个合适的位置了，如这段代码中的for循环所示。由于窗口堆栈中的WindowState对象是按照它们的Z轴位置由小到大的顺序来排列的，因此，这段代码中的for循环只要从上到下找到一个WindowState对象，它的Z轴位置小于或者等于参数win所描述的WindowState对象的Z轴位置，那么该WindowState对象在窗口堆栈中的位置i就可以用插入参数win所描述的WindowState对象了。

CASE 2对应的代码为：

1. // Figure out this window's ordering relative to the window
2. // it is attached to.
3. **final** **int** NA = token.windows.size();
4. **final** **int** sublayer = win.mSubLayer;
5. **int** largestSublayer = Integer.MIN\_VALUE;
6. WindowState windowWithLargestSublayer = ;
7. **for** (i=0; i<NA; i++) {
8. WindowState w = token.windows.get(i);
9. **final** **int** wSublayer = w.mSubLayer;
10. **if** (wSublayer >= largestSublayer) {
11. largestSublayer = wSublayer;
12. windowWithLargestSublayer = w;
13. }
14. **if** (sublayer < 0) {
15. // For negative sublayers, we go below all windows
16. // in the same sublayer.
17. **if** (wSublayer >= sublayer) {
18. **if** (addToToken) {
19. token.windows.add(i, win);
20. }
21. placeWindowBefore(
22. wSublayer >= 0 ? attached : w, win);
23. **break**;
24. }
25. } **else** {
26. // For positive sublayers, we go above all windows
27. // in the same sublayer.
28. **if** (wSublayer > sublayer) {
29. **if** (addToToken) {
30. token.windows.add(i, win);
31. }
32. placeWindowBefore(w, win);
33. **break**;
34. }
35. }
36. }
37. **if** (i >= NA) {
38. **if** (addToToken) {
39. token.windows.add(win);
40. }
41. **if** (sublayer < 0) {
42. placeWindowBefore(attached, win);
43. } **else** {
44. placeWindowAfter(largestSublayer >= 0
45. ? windowWithLargestSublayer
46. : attached,
47. win);
48. }
49. }

这段代码要将参数win所描述的WindowState对象附加在变量attached所描述的WindowState对象的上面或者下面，取决于它的成员变量mSubLayer的值是大于0还是小于0。我们分四种情况来考虑。

第一种情况是参数win所描述的WindowState对象的成员变量mSubLayer的值小于0，并且这时候在附加在窗口attached的WindowState对象中，存在一个WindowState对象，它的成员变量mSubLayer的值大于等于参数win所描述的WindowState对象的成员变量mSubLayer的值，如图4和图5所示：



图4 窗口win插入到窗口B的下面



图5 窗口win插入在窗口attached的下面

在图4和图5中，WindowState对象A和B均是附加在WindowState对象attached中。

在图4中，WindowState对象A和B的成员变量mSubLayer的值均小于0，而WindowState对象win的成员变量mSubLayer的值比WindowState对象A的大，但是比WindowState对象B的小，这时候WindowState对象win在窗口堆栈中就应该位于WindowState对象B的下面，这是通过调用WMS类的成员函数placeWindowBefore来实现的。

在图5中，WindowState对象A和B的成员变量mSubLayer的值均大于0，由于WindowState对象win的成员变量mSubLayer的值小于0，这时候WindowState对象win在窗口堆栈中就应该位于WindowState对象attached的下面，这是通过调用WMS类的成员函数placeWindowBefore来实现的。

第二种情况是参数win所描述的WindowState对象的成员变量mSubLayer的值大于0，并且这时候在附加在窗口attached的WindowState对象中，存在一个WindowState对象，它的成员变量mSubLayer的值大于参数win所描述的WindowState对象的成员变量mSubLayer的值，如图6所示：



图6 窗口win插入在窗口B的下面

在图6中，WindowState对象A和B均是附加在WindowState对象attached中。其中，WindowState对象A和B的成员变量mSubLayer的值均大于0，而WindowState对象win的成员变量mSubLayer的值比WindowState对象A的大，但是比WindowState对象B的小，这时候WindowState对象win在窗口堆栈中就应该位于WindowState对象B的下面，这是通过调用WMS类的成员函数placeWindowBefore来实现的。

第三种情况是参数win所描述的WindowState对象的成员变量mSubLayer的值小于0，但是在附加在窗口attached的WindowState对象中，找不到一个WindowState对象，它的成员变量mSubLayer的值比WindowState对象的成员变量mSubLayer的值大，如图7所示：



图7 窗口win插入在窗口attached的下面

        在图7中，WindowState对象A和B均是附加在WindowState对象attached中。其中，WindowState对象A和B以及win的成员变量mSubLayer的值均小于0，但是WindowState对象win的成员变量mSubLayer的值比WindowState对象A和B的都要大，这时候WindowState对象win在窗口堆栈中就应该位于WindowState对象attached的下面，这是通过调用WMS类的成员函数placeWindowBefore来实现的。

        第四种情况是参数win所描述的WindowState对象的成员变量mSubLayer的值大于等于0，但是在附加在窗口attached的WindowState对象中，找不到一个WindowState对象，它的成员变量mSubLayer的值比WindowState对象的成员变量mSubLayer的值大，如图8和图9所示：



图8 窗口win插入在窗口B的上面



图9 窗口win插入在窗口attached的上面

图9 窗口win插入在窗口attached的上面

        在图8和图9中，WindowState对象A和B均是附加在WindowState对象attached中。

        在图8中，WindowState对象A和B的成员变量mSubLayer的值均大于0，并且WindowState对象win的成员变量mSubLayer的值比WindowState对象A和B的都要大，这时候WindowState对象win在窗口堆栈中就应该位于WindowState对象B的上面，这是通过调用WMS类的成员函数placeWindowAfter来实现的。

        在图9中，WindowState对象A和B的成员变量mSubLayer的值均小于等于0，而WindowState对象win的成员变量mSubLayer的值大于0，这时候WindowState对象win在窗口堆栈中就应该位于WindowState对象attached的上面，这是通过调用WMS类的成员函数placeWindowAfter来实现的。

         注意，在这四种情况中，如果参数addToToken的值等于true，那么都需要将参数win所描述的WindowState对象增加到与它所对应的窗口令牌token的窗口列表windows中去。

         10. 删除WindowState

          删除WindowState是通过调用WMS类的成员函数tmpRemoveWindowLocked来实现的，如下所示：

**[java]** [view plain](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908) [copy](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908)

1. **public** **class** WMS **extends** IWindowManager.Stub
2. **implements** Watchdog.Monitor {
3. ......
5. **private** **int** tmpRemoveWindowLocked(**int** interestingPos, WindowState win) {
6. **int** wpos = mWindows.indexOf(win);
7. **if** (wpos >= 0) {
8. **if** (wpos < interestingPos) interestingPos--;
9. ......
10. mWindows.remove(wpos);
11. mWindowsChanged = **true**;
12. **int** NC = win.mChildWindows.size();
13. **while** (NC > 0) {
14. NC--;
15. WindowState cw = win.mChildWindows.get(NC);
16. **int** cpos = mWindows.indexOf(cw);
17. **if** (cpos >= 0) {
18. **if** (cpos < interestingPos) interestingPos--;
19. ......
20. mWindows.remove(cpos);
21. }
22. }
23. }
24. **return** interestingPos;
25. }
27. ......
28. }

        这个函数定义在文件frameworks/base/services/java/com/android/server/WMS.java中。

        WMS类的成员函数tmpRemoveWindowLocked将参数win所描述的窗口及其子窗口从WMS服务内部的窗口堆栈中删除，即从 WMS类的成员变量mWindows所描述的一个ArrayList中删除。

        如果每一个被删除的窗口在窗口堆栈中的位置比参数interestingPos的值小，那么WMS类的成员函数tmpRemoveWindowLocked还会将参数interestingPos的值减少1，这相当于是计算当删除参数win所描述的窗口及其子窗口之后，原来位于窗口堆栈中第interestingPos个位置的窗口现在位于窗口堆栈的位置，这个位置最终会作为WMS类的成员函数tmpRemoveWindowLocked的返回值。

       11. 在指定位置增加WindowState

       在指定位置增加WindowState是通过调用WMS类的成员函数reAddWindowLocked来实现的，如下所示：

**[java]** [view plain](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908) [copy](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908)

1. **public** **class** WMS **extends** IWindowManager.Stub
2. **implements** Watchdog.Monitor {
3. ......
5. **private** **final** **int** reAddWindowLocked(**int** index, WindowState win) {
6. **final** **int** NCW = win.mChildWindows.size();
7. **boolean** added = **false**;
8. **for** (**int** j=0; j<NCW; j++) {
9. WindowState cwin = win.mChildWindows.get(j);
10. **if** (!added && cwin.mSubLayer >= 0) {
11. ......
12. mWindows.add(index, win);
13. index++;
14. added = **true**;
15. }
16. ......
17. mWindows.add(index, cwin);
18. index++;
19. }
20. **if** (!added) {
21. ......
22. mWindows.add(index, win);
23. index++;
24. }
25. mWindowsChanged = **true**;
26. **return** index;
27. }
29. ......
30. }

        这个函数定义在文件frameworks/base/services/java/com/android/server/WMS.java中。

        参数win描述的即为要增加的WindowState对象，而参数index描述的即为要将参数win所描述的WindowState对象及其子WindowState对象要增加到窗口堆栈中的起始位置。

       由于参数win所描述的WindowState对象的子WindowState对象的成员变量mSubLayer的值可能会小于0，也可能大于0。大于0的子WindowState对象位于参数win所描述的WindowState对象的上面，而小于0的子WindowState对象位于参数win所描述的WindowState对象的下面。因此，WMS类的成员函数reAddWindowLocked先增加那些小于0的子WindowState对象，接着再增加参数win所描述的WindowState对象，最后增加那些大于0的子WindowState对象。

        假设WMS类的成员函数reAddWindowLocked一共在窗口堆栈中增加了N个WindowState对象，那么它的返回值就等于index + N，这样调用者就可以知道参数win所描述的WindowState对象及其子WindowState对象在窗口堆栈中的最高位置是多少。

        基于第9、第10和第11这三操作，可以组合成很多其它的WindowState操作，如接下来的第12、第13、第14和第15个操作所示。

        12. 将一个WindowState对象及其所有子WindowState对象增加到窗口堆栈中

         将一个WindowState对象及其所有子WindowState对象增加到窗口堆栈中是通过调用WMS类的成员函数reAddWindowToListInOrderLocked来实现的，如下所示：

**[java]** [view plain](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908) [copy](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908)

1. **public** **class** WMS **extends** IWindowManager.Stub
2. **implements** Watchdog.Monitor {
3. ......
5. **private** **void** reAddWindowToListInOrderLocked(WindowState win) {
6. addWindowToListInOrderLocked(win, **false**);
7. // This is a hack to get all of the child windows added as well
8. // at the right position.  Child windows should be rare and
9. // this case should be rare, so it shouldn't be that big a deal.
10. **int** wpos = mWindows.indexOf(win);
11. **if** (wpos >= 0) {
12. ......
13. mWindows.remove(wpos);
14. mWindowsChanged = **true**;
15. reAddWindowLocked(wpos, win);
16. }
17. }
19. ......
20. }

        这个函数定义在文件frameworks/base/services/java/com/android/server/WMS.java中。

        为了得到参数win所描述的WindowState对象的子WindowState对象在窗口堆栈中的起始位置，WMS类的成员函数reAddWindowToListInOrderLocked首先将参数win所描述的WindowState对象增加到窗口堆栈中，这是通过调用前面所分析的成员函数addWindowToListInOrderLocked来实现的，目的是为了获得它在窗口堆栈的位置。有了这个位置之后，WMS类的成员函数reAddWindowToListInOrderLocked就可以调用前面所分析的成员函数reAddWindowLocked来将WindowState对象及其所有子WindowState对象增加到窗口堆栈中去了，不过在调用之前，要先将参数win所描述的WindowState对象从窗口中堆栈删除。

        13. 将一个WindowToken对象对应的所有WindowState对象及其子WindowState对象增加到窗口堆栈的指定位置上

         将一个WindowToken对象对应的所有WindowState对象都增加到窗口堆栈中是通过调用WMS类的成员函数reAddAppWindowsLocked来实现的，如下所示：

**[java]** [view plain](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908) [copy](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908)

1. **public** **class** WMS **extends** IWindowManager.Stub
2. **implements** Watchdog.Monitor {
3. ......
5. **private** **final** **int** reAddAppWindowsLocked(**int** index, WindowToken token) {
6. **final** **int** NW = token.windows.size();
7. **for** (**int** i=0; i<NW; i++) {
8. index = reAddWindowLocked(index, token.windows.get(i));
9. }
10. **return** index;
11. }
13. ......
14. }

        这个函数定义在文件frameworks/base/services/java/com/android/server/WMS.java中。

        与参数token所描述的WindowToken对象所对应的WindowState对象保存在它的成员变量windows所描述的一个ArrayList中。通过遍历这个ArrayList，就可以将与参数token所描述的WindowToken对象所对应的WindowState对象及其子WindowState对象都增加到窗口堆栈的指定的起始位置上去，这是通过调用前面所分析的成员函数reAddWindowLocked来实现的。

        参数index描述的便是最初指定的起始位置，每一次调用WMS类的成员函数reAddWindowLocked之后，它的值都便会被更新为下一个WindowState对象及其子WindowState对象要增加到窗口堆栈中的位置。

        最后，WMS类的成员函数reAddAppWindowsLocked将与参数token所描述的WindowToken对象所对应的WindowState对象在窗口堆栈中的最高位置加1后的得到结果返回给调用者。

       14. 将一个AppWindowToken对象所对应的WindowState对象及其子 WindowState对象移动到窗口堆栈的指定位置上

        将一个AppWindowToken对象所对应的WindowState对象及其子 WindowState对象移动到窗口堆栈的指定位置上是通过调用WMS类的成员函数moveAppWindowsLocked来实现的，如下所示：

**[java]** [view plain](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908) [copy](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908)

1. **public** **class** WMS **extends** IWindowManager.Stub
2. **implements** Watchdog.Monitor {
3. ......
5. **private** **void** moveAppWindowsLocked(AppWindowToken wtoken, **int** tokenPos,
6. **boolean** updateFocusAndLayout) {
7. // First remove all of the windows from the list.
8. tmpRemoveAppWindowsLocked(wtoken);
10. // Where to start adding?
11. **int** pos = findWindowOffsetLocked(tokenPos);
13. // And now add them back at the correct place.
14. pos = reAddAppWindowsLocked(pos, wtoken);
16. **if** (updateFocusAndLayout) {
17. **if** (!updateFocusedWindowLocked(UPDATE\_FOCUS\_WILL\_PLACE\_SURFACES)) {
18. assignLayersLocked();
19. }
20. mLayoutNeeded = **true**;
21. performLayoutAndPlaceSurfacesLocked();
22. }
23. }
25. ......
26. }

        这个函数定义在文件frameworks/base/services/java/com/android/server/WMS.java中。

        参数wtoken描述的是要移动其所对应的WindowState对象的一个AppWindowToken对象，而参数tokenPos描述的是该AppWindowToken对象在WMS服务内部的AppWindowToken列表中的新位置。

        WMS类的成员函数moveAppWindowsLocked首先调用前面所分析的成员函数tmpRemoveAppWindowsLocked来移除所有与参数wtoken所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象，接着再调用也是前面所分析的成员函数findWindowOffsetLocked来获得与参数wtoken所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象在窗口堆栈中的起始位置。有了这个起始位置之后，就可以也是前面所分析的成员函数reAddAppWindowsLocked来将与参数wtoken所描述的AppWindowToken对象所对应的WindowState对象及其子WindowState对象移动到窗口堆栈上去了。

        最后，如果参数updateFocusAndLayout的值等于true，那么WMS类的成员函数moveAppWindowsLocked还会更新系统当前获得焦点的窗口，以及重新计算系统中的所有窗口的Z轴位置以及重新布局系统中的所有窗口，这三个操作分别是通过调用WMS类的成员函数updateFocusedWindowLocked、assignLayersLocked和performLayoutAndPlaceSurfacesLocked来实现的。

        15. 将一组AppWindowToken对象所对应的WindowState对象及其子 WindowState对象移动到窗口堆栈的指定位置上

         将一组AppWindowToken对象所对应的WindowState对象及其子WindowState对象移动到窗口堆栈的指定位置上是通过调用WMS类的另外一个版本的成员函数moveAppWindowsLocked来实现的，如下所示：

**[java]** [view plain](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908) [copy](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908)

1. **public** **class** WMS **extends** IWindowManager.Stub
2. **implements** Watchdog.Monitor {
3. ......
5. **private** **void** moveAppWindowsLocked(List<IBinder> tokens, **int** tokenPos) {
6. // First remove all of the windows from the list.
7. **final** **int** N = tokens.size();
8. **int** i;
9. **for** (i=0; i<N; i++) {
10. WindowToken token = mTokenMap.get(tokens.get(i));
11. **if** (token != ) {
12. tmpRemoveAppWindowsLocked(token);
13. }
14. }
16. // Where to start adding?
17. **int** pos = findWindowOffsetLocked(tokenPos);
19. // And now add them back at the correct place.
20. **for** (i=0; i<N; i++) {
21. WindowToken token = mTokenMap.get(tokens.get(i));
22. **if** (token != ) {
23. pos = reAddAppWindowsLocked(pos, token);
24. }
25. }
27. **if** (!updateFocusedWindowLocked(UPDATE\_FOCUS\_WILL\_PLACE\_SURFACES)) {
28. assignLayersLocked();
29. }
30. mLayoutNeeded = **true**;
31. performLayoutAndPlaceSurfacesLocked();
33. //dump();
34. }
36. ......
37. }

        这个函数定义在文件frameworks/base/services/java/com/android/server/WMS.java中。

        这个操作与前面分析的第14个操作是类似，区别只在于前者是批量地移动一组AppWindowToken对象所对应的WindowState对象及其子 WindowState对象，而后者是只移动一个AppWindowToken对象所对应的WindowState对象及其子WindowState对象，此外，前者总是会调用WMS类的成员函数updateFocusedWindowLocked、assignLayersLocked和performLayoutAndPlaceSurfacesLocked来更新系统当前获得焦点的窗口、以及重新计算每一个窗口的Z轴位置，并且对这些窗口进行重新布局。

        至此，我们就分析完成WMS服务组织系统中的窗口的方式了。从分析的过程中，可以得到以下结论：

        1. WMS服务维护有一个AppWindowToken堆栈和一个WindowState堆栈，它们与ActivityManagerService服务维护的Actvity堆栈是有关相同的Z轴位置关系的。

        2. ActivityManagerService服务中的每一个ActivityRecord对象在WMS服务中都对应有一个AppWindowToken对象，而WMS服务中的每一个AppWindowToken对象都对应有一组WindowState对象。

        3. 在WindowState堆栈中，AppWindowToken堆栈中的第i+1个AppWindowToken对象所对应的WindowState对象都位于第i个AppWindowToken对象所对应的WindowState对象的上面。

        4. 一个WindowState对象可以附加在另外一个WindowState对象上面，此外，一个WindowState对象还可以有子WindowState对象，它们都是与同一个AppWindowToken对象或者WindowToken对象所对应的。

        5. WMS服务有两个特殊的WindowToken，它们分别用来描述系统中的输入法窗口令牌和壁纸窗口令牌，其中，输入法窗口位于需要输入法的窗口的上面，而壁纸窗口位于需要壁纸的窗口的下面。

        最后，我们可以将WMS服务中的AppWindowToken理解成一个Activity组件令牌，而将它所对应的WindowState对象理解成一个Activity窗口。有了这些概念之后，就为学习WMS服务的各种实现打下坚实的基础。在接下来的两篇文章中，我们就会在本文的基础上，继续分析WMS服务是如何管理系统中的输入法窗口和壁纸窗口的，敬请关注！

## 实例分析：显示一个系统dlg流

new WindowState()

## REF

[Android窗口管理服务WMS对窗口的组织方式分析](http://blog.csdn.net/luoshengyang/article/details/8498908)

<http://www.jianshu.com/p/40776c123adb>

<http://gityuan.com/2017/01/08/windowmanger/>

# Toast

## 定制

https://www.jianshu.com/p/64db5aa824e4

全屏

params.width = -1;*//-1表示全屏, 你也可以设置任意宽度.*

params.height = -2;*// (int) dpToPx(context, T\_HEIGHT);*

## 创建过程

Toast和dialog不同，他的工作过稍微复杂一点，首先Toast也是基于Window来实现的，但是由于Toast具有定时取消的功能，所以系统采用了handler，在toast内部有两类IPC的过程，第一类Toast访问NotificationManagerService，第二类是NotificationManagerService回调toast的TN接口

Toast具有系统的window,他内部试下的师徒有两种方式制定，一个是系统设定，还可以setview指定

### show()

|  |
| --- |
| public void show() {  if (mNextView == null) {  throw new RuntimeException("setView must have been called");  }  INotificationManager service = getService();  String pkg = mContext.getOpPackageName();  TN tn = mTN;  tn.mNextView = mNextView;  try {  service.enqueueToast(pkg, tn, mDuration);  } catch (RemoteException e) {  // Empty  }  }  /\*\*  \* Close the view if it's showing, or don't show it if it isn't showing yet.  \* You do not normally have to call this. Normally view will disappear on its own  \* after the appropriate duration.  \*/  public void cancel() {  mTN.hide();  try {  getService().cancelToast(mContext.getPackageName(), mTN);  } catch (RemoteException e) {  // Empty  }  } 全屏 |

#### Toast的显示

从上面的代码可以看出，显示和隐藏是通过NMS来实现的，由于NMS运行在系统，所以只能通过远程调用，这里就跨进程实现了IPC，在这个时候NMS是运行在binder线程池中，所以需要handler切换到主线程中，所以这就意味着Toast无法**在没有Lopper的线程中弹出.**

我们首先来看下Toast的显示过程

|  |
| --- |
| INotificationManager service = getService();  String pkg = mContext.getOpPackageName();  TN tn = mTN;  tn.mNextView = mNextView;  try {  service.enqueueToast(pkg, tn, mDuration);  } catch (RemoteException e) {  // Empty  } |

NMS的enqueueToast方法的第一个参数就是当前应用的包名，第二个参数表示远程回调，第三个是时长，enqueueToast首先将Toast请求封装为一个ToastRecord对象将其添加到一个队列中，其实这本书就是一个arraylist，对于非系统应用来说，他只能存50个，这样是为了防止dos,如果不这样做，试想一下，其他应用还能弹出东西来吗？

代码丢失

正常情况下，一个应用不可能达到上限，

Toast显示出来之后，NMS会通过scheduleTimeoutLocked来发送一个延时消息

|  |
| --- |
| private void scheduleTimeoutLocked(ToastRecord r)  {  mHandler.removeCallbacksAndMessages(r);  Message m = Message.obtain(mHandler, MESSAGE\_TIMEOUT, r);  long delay = r.duration == Toast.LENGTH\_LONG ? LONG\_DELAY : SHORT\_DELAY;  mHandler.sendMessageDelayed(m, delay);  } |

上面的代码，LONG\_DELAY是3.5s，SHORT\_DELAY是2s,NMS会通过cancelToastLocked来隐藏toast并且清楚队列。

|  |
| --- |
| ToastRecord record = mToastQueue.get(index);  try {  record.callback.hide();  } catch (RemoteException e) {  Slog.w(TAG, "Object died trying to hide notification " + record.callback  + " in package " + record.pkg);  // don't worry about this, we're about to remove it from  // the list anyway  } |

通过上面的分析，大家知道toast的显示隐藏实际上是toast的TN这个类来实现的，分别对应的show/hide，由于这两个方法都是NMS以跨进程的方式调用的，因此他运行在Binder池中，为了切换，在他们内部使用了handler

|  |
| --- |
| @Override  public void show(IBinder windowToken) {  if (localLOGV) Log.v(TAG, "SHOW: " + this);  mHandler.obtainMessage(0, windowToken).sendToTarget();  }  /\*\*  \* schedule handleHide into the right thread  \*/  @Override  public void hide() {  if (localLOGV) Log.v(TAG, "HIDE: " + this);  mHandler.post(mHide);  } |

上述的代码，mShow和mHide是两个Runnable，他们的内部实现分别调用了具体方法，由此可见，handlershow才是真正的方法，

|  |
| --- |
| public void handleShow(IBinder windowToken) {  if (localLOGV) Log.v(TAG, "HANDLE SHOW: " + this + " mView=" + mView  + " mNextView=" + mNextView);  if (mView != mNextView) {  // remove the old view if necessary  handleHide();  mView = mNextView;  Context context = mView.getContext().getApplicationContext();  String packageName = mView.getContext().getOpPackageName();  if (context == null) {  context = mView.getContext();  }  mWM = (WindowManager)context.getSystemService(Context.WINDOW\_SERVICE);  // We can resolve the Gravity here by using the Locale for getting  // the layout direction  final Configuration config = mView.getContext().getResources().getConfiguration();  final int gravity = Gravity.getAbsoluteGravity(mGravity, config.getLayoutDirection());  mParams.gravity = gravity;  if ((gravity & Gravity.HORIZONTAL\_GRAVITY\_MASK) == Gravity.FILL\_HORIZONTAL) {  mParams.horizontalWeight = 1.0f;  }  if ((gravity & Gravity.VERTICAL\_GRAVITY\_MASK) == Gravity.FILL\_VERTICAL) {  mParams.verticalWeight = 1.0f;  }  mParams.x = mX;  mParams.y = mY;  mParams.verticalMargin = mVerticalMargin;  mParams.horizontalMargin = mHorizontalMargin;  mParams.packageName = packageName;  mParams.hideTimeoutMilliseconds = mDuration ==  Toast.LENGTH\_LONG ? LONG\_DURATION\_TIMEOUT : SHORT\_DURATION\_TIMEOUT;  mParams.token = windowToken;  if (mView.getParent() != null) {  if (localLOGV) Log.v(TAG, "REMOVE! " + mView + " in " + this);  mWM.removeView(mView);  }  if (localLOGV) Log.v(TAG, "ADD! " + mView + " in " + this);  mWM.addView(mView, mParams);  trySendAccessibilityEvent();  }  } |

移除

|  |
| --- |
| public void handleHide() {  if (localLOGV) Log.v(TAG, "HANDLE HIDE: " + this + " mView=" + mView);  if (mView != null) {  // note: checking parent() just to make sure the view has  // been added... i have seen cases where we get here when  // the view isn't yet added, so let's try not to crash.  if (mView.getParent() != null) {  if (localLOGV) Log.v(TAG, "REMOVE! " + mView + " in " + this);  mWM.removeViewImmediate(mView);  }  mView = null;  }  }  } |

# 实例分析

## 如何将屏幕锁定横屏

<https://blog.csdn.net/wangxueming/article/details/62426735>

updateOrientationFromAppTokensLocked

req = ActivityInfo.SCREEN\_ORIENTATION\_LANDSCAPE;

mWindowManager.setAppOrientation(r.appToken, requestedOrientation);

Configuration config = mWindowManager.updateOrientationFromAppTokens(

mConfiguration, r.mayFreezeScreenLocked(r.app) ? r.appToken : null);

if (config != null) {

r.frozenBeforeDestroy = true;

if (!updateConfigurationLocked(config, r, false)) {

mStackSupervisor.resumeFocusedStackTopActivityLocked();

}

}

## WinMS.setAppOrientation

if (!checkCallingPermission(android.Manifest.permission.MANAGE\_APP\_TOKENS,

"setAppOrientation()")) {

throw new SecurityException("Requires MANAGE\_APP\_TOKENS permission");

}

就这样啊。。。

atoken.requestedOrientation = requestedOrientation;

## WinMS.updateOrientationFromAppTokens

## computeScreenConfigurationLocked

final int dw = displayInfo.logicalWidth;

final int dh = displayInfo.logicalHeight;

config.orientation = (dw <= dh) ? Configuration.ORIENTATION\_PORTRAIT :

Configuration.ORIENTATION\_LANDSCAPE;

# 其他

## WindowOrientationListener

### WindowOrientationListener

private WindowOrientationListener(Context context, Handler handler, int rate) {

mHandler = handler;

mSensorManager = (SensorManager)context.getSystemService(Context.SENSOR\_SERVICE);

mRate = rate;

mSensor = mSensorManager.getDefaultSensor(USE\_GRAVITY\_SENSOR

? Sensor.TYPE\_GRAVITY : Sensor.TYPE\_ACCELEROMETER);

if (mSensor != null) {

// Create listener only if sensors do exist

mSensorEventListener = new SensorEventListenerImpl(context);

}

}

看到这边，一下子就明白旋屏事件上报的大致流程。首先由传感器计算数据确认是否上报，然后通过Handler或者回调方法来处理。这么想是因为构造器中传递进来一个Handler对象，另

默认采用的传感器是加速度传感器，USE\_GRAVITY\_SENSOR：false

在Android7.0中，默认采用的是方向传感器。

WindowOrientationListener构造器中，mSensorManager、mSensor、mSensorEventListener对象。在后面的enable方法中，通过mSensorManager调用registerListener为mSensor注册监听事件mSensorEventListener。

### Enable

public void enable() {

......

mSensorManager.registerListener(mSensorEventListener, mSensor, mRate, mHandler);

mEnabled = true;

}

}

### SensorEventListenerImpl

@Override

public void onSensorChanged(SensorEvent event) {

int proposedRotation;

int oldProposedRotation;

synchronized (mLock) {

// The vector given in the SensorEvent points straight up (towards the sky) under

// ideal conditions (the phone is not accelerating). I'll call this up vector

// elsewhere.

float x = event.values[ACCELEROMETER\_DATA\_X];

float y = event.values[ACCELEROMETER\_DATA\_Y];

float z = event.values[ACCELEROMETER\_DATA\_Z];

}

}

......

// Tell the listener.

if (proposedRotation != oldProposedRotation && proposedRotation >= 0) {

if (LOG) {

Slog.v(TAG, "Proposed rotation changed! proposedRotation=" + proposedRotation

+ ", oldProposedRotation=" + oldProposedRotation);

}

onProposedRotationChanged(proposedRotation);

}

}

传感器数据计算过程这里省略了，在onSensorChanged方法的最后通过函数回调上报旋屏事件。回顾上面的内容，验证的确如此

### onProposedRotationChanged(int rotation);

/\*\*

\* Called when the rotation view of the device has changed.

\*

\* This method is called whenever the orientation becomes certain of an orientation.

\* It is called each time the orientation determination transitions from being

\* uncertain to being certain again, even if it is the same orientation as before.

\*

\* @param rotation The new orientation of the device, one of the Surface.ROTATION\_\* constants.

\* @see android.view.Surface

\*/

onProposedRotationChanged方法是声明在WindowOrientationListener类的一个抽象方法，它具体实现在PhoneWindowManager的一个内部类，即MyOrientationListener。

PhoneWindowManager.java (android-6.0\frameworks\base\services\core\java\com\android\server\policy)

@Override

public void onProposedRotationChanged(int rotation) {

if (localLOGV) Slog.v(TAG, "onProposedRotationChanged, rotation=" + rotation);

updateRotation(false);

}

### updateRotation

void updateRotation(boolean alwaysSendConfiguration) {

try {

//set orientation on WindowManager

mWindowManager.updateRotation(alwaysSendConfiguration, false); //false、false

} catch (RemoteException e) {

// Ignore

}

}

很明显，是通知WMS更新rotation。

WindowManagerService.java (android-6.0\frameworks\base\services\core\java\com\android\server\wm)

/\*\*

\* Recalculate the current rotation.

\*

\* Called by the window manager policy whenever the state of the system changes

\* such that the current rotation might need to be updated, such as when the

\* device is docked or rotated into a new posture.

\*/

@Override

public void updateRotation(boolean alwaysSendConfiguration, boolean forceRelayout) {

updateRotationUnchecked(alwaysSendConfiguration, forceRelayout);

}

public void updateRotationUnchecked(boolean alwaysSendConfiguration, boolean forceRelayout) {

......

boolean changed;

synchronized(mWindowMap) {

changed = updateRotationUncheckedLocked(false);

......

if (changed || alwaysSendConfiguration) {

sendNewConfiguration();

}

......

}

一般情况，rotation都是发生变化的，也就是说updateRotationUncheckedLocked返回值通常为true，故会调用sendNewConfiguration。

/\*

\* Instruct the Activity Manager to fetch the current configuration and broadcast

\* that to config-changed listeners if appropriate.

\*/

void sendNewConfiguration() {

try {

mActivityManager.updateConfiguration(null);

} catch (RemoteException e) {

}

}

## REF

[Android设计模式（二） 续：WindowManager](http://www.jianshu.com/p/3e9f068ed82d)

Dlg:

<http://blog.csdn.net/yanbober/article/details/46361191>

<http://blog.csdn.net/hwliu51/article/details/75040297>

http://www.jianshu.com/p/672e6486a72a