Android 消息处理机制原理

作者 **囚鸦 (/u/07ceb7c3b113)** + 关注 (/sign_in)
2015.04.19 08:00 字数 3282 阅读 669 评论 0 喜欢 0
(/u/07ceb7c3b113)

Android 消息机制本质

使用Handler将子线程的Message放入主线的MessageQueue中，在主线程中使用。

Android 消息机制

我们都知道Android UI线程是不安全的(因invalidate
方法不安全)，如果在子线程中尝试进行UI更新可能会导致程序崩溃。

解决的办法也很简单：在UI线程中创建一个handler实例，在子线程中创建Message，使用handler将Message发送出去，之在handler的handleMessge()方法中捕获Handler发送的Message对象，然后再进行UI操作。

Android这种方法借鉴了Windows的消息处理机制。

Android 消息机制原理之Handler的创建

探究如何创建一个Handler对象,以及创建Handler对象的注意事项。
创建一个Handler对象非常简单,但是也有需要注意的地方。

分别在主线和子线程中创建Handler对象

```
public class HandlerActivity extends Activity {
    Handler mHandler;
    Handler sHandler;
    @Override
    public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        mHandler = new Handler();
        new Thread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                sHandler = new  Handler();
            }
        }).start();
    }
}
```

运行以上代码程序崩溃并报错：

> Can't create handler inside thread that has not called Looper.prepare()
> **提示**：子线程没有调用Loopr.prepare()，不能创建Handler对象

在sHandler = new Handler();之前调用Loopr.prepare()方法试试。
程序没有报错。
究其原因，看起源码，搞清楚为什么不调用Looper.prepare()方法就会报错。Handler的无参数构造函数源码如下：

```
public Handler() {
    if (FIND_POTENTIAL_LEAKS) {
        final Class<? extends Handler> klass = getClass();
        if ((klass.isAnonymousClass() || klass.isMemberClass() || klass.isLocalClass()) &&
            (klass.getModifiers() & Modifier.STATIC) == 0) {
            Log.w(TAG, "The following Handler class should be static or leaks might occur: "
                    klass.getCanonicalName());
            }
        }

    mLooper = Looper.myLooper();
    if (mLooper == null) {
        throw new RuntimeException(
            "Can't create handler inside thread that has not called Looper.prepare()");
    }
    mQueue = mLooper.mQueue;
    mCallback = null;
}
```

调用Looper.myLooper()方法获取Looper对象，如果Looper对象为null则抛出"Can't create handler inside thread that has not called Looper.prepare()"异常。那么什么时候Looper对象为Null呢？查看Looper.myLooper()源码：

```
public static Looper myLooper() {
    return sThreadLocal.get();
}
```

源码非常简单，只是从sThreadLocal.get()中获取了Looper对象，结合抛出的异常，不难猜出sThreadLocal中的Looper对象是在Looper.prepare()方法中设置进去的，继续查看Looper.prepare()源码

```
public static void prepare() {
    if (sThreadLocal.get() != null) {
            throw new RuntimeException("Only one Looper may be created per thread");
    }
    sThreadLocal.set(new Looper());
}
```

通过Looper.prepare()源码可知：

1. 每个线程中只能有一个Looper对象。
2. 在Looper.prepare()中为这个线程创建并设置Loopr对象

那么问题来了，主线程没有调用Looper.prepare()方法，为什么就没有崩溃呢？细心的朋友我相信已经注意到这点，实际上在程序启动时，系统已经为我们调用了Looper.prepare()方法。
查看ActivityThread的main()方法源码：

```
public static void main(String[] args) {
    SamplingProfilerIntegration.start();

    // CloseGuard defaults to true and can be quite spammy.  We
    // disable it here, but selectively enable it later (via
    // StrictMode) on debug builds, but using DropBox, not logs.
    CloseGuard.setEnabled(false);

    Process.setArgV0("<pre-initialized>");

    Looper.prepareMainLooper();
    if (sMainThreadHandler == null) {
        sMainThreadHandler = new Handler();
    }

    ActivityThread thread = new ActivityThread();
    thread.attach(false);

    if (false) {
        Looper.myLooper().setMessageLogging(new
                LogPrinter(Log.DEBUG, "ActivityThread"));
    }

    Looper.loop();

    throw new RuntimeException("Main thread loop unexpectedly exited");
}
```

查看Looper.prepareMainLooper()源码，发现会调用Looper.prepare()

```
public static void prepareMainLooper() {
    prepare();
    setMainLooper(myLooper());
    myLooper().mQueue.mQuitAllowed = false;
}
```

所以在主线程中就不用再去手动调用Looper.prepare()方法。这样基本上把Handler在线程中的创建搞明白了。

> **总结**：
>
> - 在主线程中可以直接创建Handler对象。
> - 在子线程中需要先调用Looper.prepare()再创建Handler对象。

Android 消息机制原理之Message的发送与接收

发送消息这个流程相信大家已经非常熟悉，使用new创建新的Message对象或者通过handler的obtainMessage()方法获取(比较喜欢这种方式)，使用setDate()或者arg参数为Message携带一些数据，并通过Handler对象发送出去。以下示例代码用于发送与接收的讲解：

```
public class HandlerActivity extends Activity {

    Handler mHandler = new Handler(){
        @Override
        public void handleMessage(Message msg) {
            super.handleMessage(msg);
        }
    };

    @Override
    public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        new Thread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                Message msg = mHandler.obtainMessage();
                msg.arg1 = 14;
                Bundle bundle =  new Bundle();
                bundle.putString("handler","handler");
                mHandler.sendMessage(msg);
            }
        }).start();
    }
}
```

可是这里mHandler到底是把Message发送到哪里去了呢？为什么之后又可以在Handler的handleMessage()方法中重新得到这条Message呢？看来又需要通过阅读源码才能解除我们心中的疑惑了，Handler中提供了很多个发送消息的方法，其中除sendMessageAtFrontOfQueue()方法之外，其它的发送消息方法最终都会辗转调sendMessageAtTime()方法，这个方法的源码如下所示：

```
public boolean sendMessageAtTime(Message msg, long uptimeMillis){
    boolean sent = false;
    MessageQueue queue = mQueue;
    if (queue != null) {
        msg.target = this;
        sent = queue.enqueueMessage(msg, uptimeMillis);
    }
    else {
        RuntimeException e = new RuntimeException(
                this + " sendMessageAtTime() called with no mQueue");
        Log.w("Looper", e.getMessage(), e);
    }
    return sent;
}
```

sendMessageAtTime()方法接收两个参数，其中msg参数就是我们发送的Message对象，而uptimeMillis参数则表示发送消息的时间，它的值等于自系统开机到当前时间的毫秒数再加上延迟时间，如果你调用的不是sendMessageDelayed()方法，延迟时间就为0，然后将这两个参数都传递到MessageQueue的enqueueMessage()方法中。这个MessageQueue又是什么东西呢？其实从名字上就可以看出了，它是一个消息队列(世纪并不是队列结构)，用于将所有收到的消息以队列的形式进行排列，并提供入队和出队的方法。这个类是在Looper的构造函数中创建的，因此一个Looper也就对应了一个MessageQueue。

那么enqueueMessage()方法毫无疑问就是入队的方法了，我们来看下这个方法的源码：

```
final boolean enqueueMessage(Message msg, long when) {
    if (msg.isInUse()) {
        throw new AndroidRuntimeException(msg
                + " This message is already in use.");
    }
    if (msg.target == null && !mQuitAllowed) {
        throw new RuntimeException("Main thread not allowed to quit");
    }
    final boolean needWake;
    synchronized (this) {
        if (mQuiting) {
            RuntimeException e = new RuntimeException(
                    msg.target + " sending message to a Handler on a dead thread");
            Log.w("MessageQueue", e.getMessage(), e);
            return false;
        } else if (msg.target == null) {
            mQuiting = true;
        }

        msg.when = when;
        //Log.d("MessageQueue", "Enqueing: " + msg);
        Message p = mMessages;
        if (p == null || when == 0 || when < p.when) {
            msg.next = p;
            mMessages = msg;
            needWake = mBlocked; // new head, might need to wake up
        } else {
            Message prev = null;
            while (p != null && p.when <= when) {
                prev = p;
                p = p.next;
            }
            msg.next = prev.next;
            prev.next = msg;
            needWake = false; // still waiting on head, no need to wake up
        }
    }
    if (needWake) {
        nativeWake(mPtr);
    }
    return true;
}
```

首先你要知道，MessageQueue并没有使用一个集合把所有的消息都保存起来，它只使用了一个mMessages对象表示当前待处理的消息。然后观察上面的代码的16~31行我们就可以看出，所谓的入队其实就是将所有的消息按时间来进行排序，这个时间当然就是我们刚才介绍的uptimeMillis参数。具体的操作方法就根据时间的顺序调用msg.next，从而为每一个消息指定它的下一个消息是什么。当然如果你是通过sendMessageAtFrontOfQueue()方法来发送消息的，它也会调用enqueueMessage()来让消息入队，只不过时间为0，这时会把新入队的这条消息赋值给mMessages，然后将这条消息的next指定为刚才的mMessages，这样也就完成了添加消息到队列头部的操作。现在入队操作我们就已经看明白了，那出队操作是在哪里进行的呢?这个就需要看一看Looper.loop()方法的源码了，如下所示：

```
public static void loop() {
    Looper me = myLooper();
    if (me == null) {
        throw new RuntimeException("No Looper; Looper.prepare() wasn't called on this thread.");
    }
    MessageQueue queue = me.mQueue;

    // Make sure the identity of this thread is that of the local process,
    // and keep track of what that identity token actually is.
    Binder.clearCallingIdentity();
    final long ident = Binder.clearCallingIdentity();

    while (true) {
        Message msg = queue.next(); // might block
        if (msg != null) {
            if (msg.target == null) {
                // No target is a magic identifier for the quit message.
                return;
            }

            long wallStart = 0;
            long threadStart = 0;

            // This must be in a local variable, in case a UI event sets the logger
            Printer logging = me.mLogging;
            if (logging != null) {
                logging.println(">>>>> Dispatching to " + msg.target + " " +
                        msg.callback + ": " + msg.what);
                wallStart = SystemClock.currentTimeMicro();
                threadStart = SystemClock.currentThreadTimeMicro();
            }

            msg.target.dispatchMessage(msg);

            if (logging != null) {
                long wallTime = SystemClock.currentTimeMicro() - wallStart;
                long threadTime = SystemClock.currentThreadTimeMicro() - threadStart;

                logging.println("<<<<< Finished to " + msg.target + " " + msg.callback);
                if (logging instanceof Profiler) {
                    ((Profiler) logging).profile(msg, wallStart, wallTime,
                            threadStart, threadTime);
                }
            }

            // Make sure that during the course of dispatching the
            // identity of the thread wasn't corrupted.
            final long newIdent = Binder.clearCallingIdentity();
            if (ident != newIdent) {
                Log.wtf(TAG, "Thread identity changed from 0x"
                        + Long.toHexString(ident) + " to 0x"
                        + Long.toHexString(newIdent) + " while dispatching to "
                        + msg.target.getClass().getName() + " "
                        + msg.callback + " what=" + msg.what);
            }

            msg.recycle();
        }
    }
}
```

可以看到，这个方法从第13行开始，进入了一个死循环，然后不断地调用的MessageQueue的next()方法，我想你已经猜到了，这个next()方法就是消息队列的出队方法。不过由于这个方法的代码稍微有点长，我就不贴出来了，它的简单逻辑就是如果当前MessageQueue中存在mMessages(即待处理消息)，就将这个消息出队，然后让下一条消息成为mMessages，否则就进入一个阻塞状态，一直等到有新的消息入队。继续看loop()方法的第14行，每当有一个消息出队，就将它传递到msg.target的dispatchMessage()方法中，那这里msg.target又是什么呢？其实就是Handler啦，你观察一下上面sendMessageAtTime()方法的第6行就可以看出来了。接下来当然就要看一看Handler中dispatchMessage()方法的源码了，如下所示：

```
public void dispatchMessage(Message msg) {
    if (msg.callback != null) {
        handleCallback(msg);
    } else {
        if (mCallback != null) {
            if (mCallback.handleMessage(msg)) {
                return;
            }
        }
        handleMessage(msg);
    }
}
```

在第5行进行判断，如果mCallback不为空，则调用mCallback的handleMessage()方法，否则直接调用Handler的handleMessage()方法，并将消息对象作为参数传递过去。这样我相信大家就都明白了为什么handleMessage()方法中可以获取到之前发送的消息了吧！因此，一个最标准的异步消息处理线程的写法应该是这样：

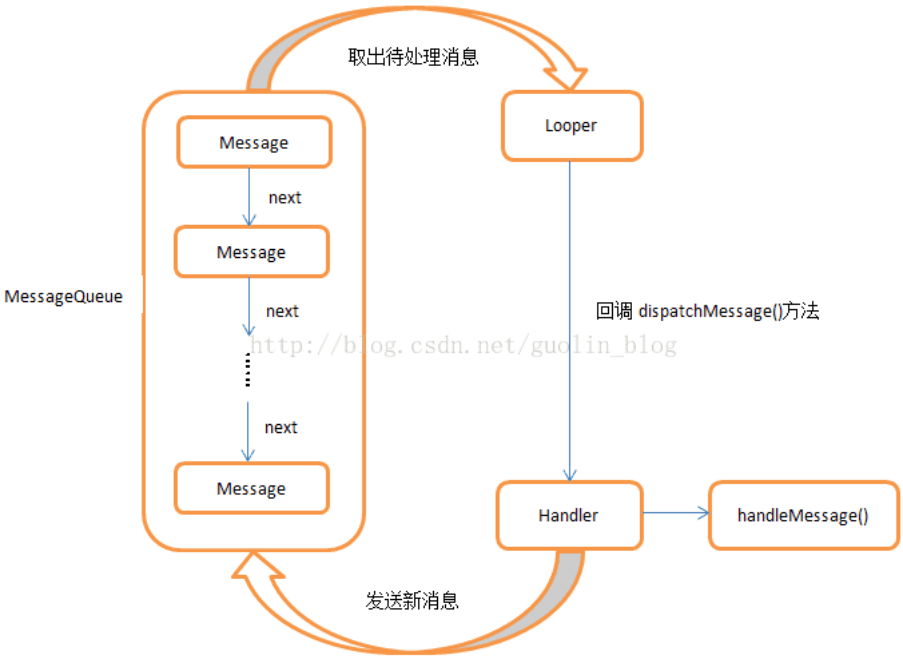
```
class LooperThread extends Thread {
    public Handler mHandler;

    public void run() {
        Looper.prepare();

        mHandler = new Handler() {
            public void handleMessage(Message msg) {
                // process incoming messages here
            }
        };

        Looper.loop();
    }
}
```

当然，这段代码是从Android官方文档上复制的，不过大家现在再来看这段代码，是不是理解的更加深刻了？
那么我们还是要来继续分析一下，为什么使用异步消息处理的方式就可以对UI进行操作了呢？这是由于Handler总是依附于创建时所在的线程，比如我们的Handler是在主线程中创建的，而在子线程中又无法直接对UI进行操作，于是我们就通过一系列的发送消息、入队、出队等环节，最后调用到了Handler的handleMessage()方法中，这时的handleMessage()方法已经是在主线程中运行的，因而我们当然可以在这里进行UI操作了。整个异步消息处理流程的示意图如下图所示：



整个异步消息处理机制.png

另外除了发送消息之外，我们还有以下几种方法可以在子线程中进行UI操作：

1. Handler的post()方法

2. View的post()方法

3. Activity的runOnUiThread()方法

我们先来看下Handler中的post()方法，代码如下所示：

```
public final boolean post(Runnable r){
    return  sendMessageDelayed(getPostMessage(r), 0);
}
```

也太简单了！竟然就是直接调用了一开始传入的Runnable对象的run()方法。因此在子线程中通过Handler的post()方法进行UI操作就可以这么写：

```
public class MainActivity extends Activity {

    private Handler handler;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);
        handler = new Handler();
        new Thread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                handler.post(new Runnable() {
                    @Override
                    public void run() {
                        // 在这里进行UI操作
                    }
                });
            }
        }).start();
    }
}
```

虽然写法上相差很多，但是原理是完全一样的，我们在Runnable对象的run()方法里更新UI，效果完全等同于在handleMessage()方法中更新UI。

然后再来看一下View中的post()方法，代码如下所示：

```
public boolean post(Runnable action) {
    Handler handler;
    if (mAttachInfo != null) {
        handler = mAttachInfo.mHandler;
    } else {
        ViewRoot.getRunQueue().post(action);
        return true;
    }
    return handler.post(action);
}
```

原来就是调用了Handler中的post()方法，我相信已经没有什么必要再做解释了。
最后再来看一下Activity中的runOnUiThread()方法，代码如下所示：

```
public final void runOnUiThread(Runnable action) {
    if (Thread.currentThread() != mUiThread) {
        mHandler.post(action);
    } else {
        action.run();
    }
}
```

如果当前的线程不等于UI线程(主线程)，就去调用Handler的post()方法，否则就直接调用Runnable对象的run()方法。还有什么会比这更清晰明了的吗？
通过以上所有源码的分析，我们已经发现了，不管是使用哪种方法在子线程中更新UI，

其实背后的原理都是相同的，必须都要借助异步消息处理的机制来实现，而我们又已经将这个机制的流程完全搞明白了，真是一件一本万利的事情啊。