Android 内存泄露检测工具 LeakCanary 的监控原理

发表于6个月前(2015-10-29 17:49) 阅读（814） | 评论（0） 2 人收藏此文章， 我要收藏

目录[-]

首先回顾一下 java 的几种 reference：

1，强引用（Strong Reference，没有具体的类来标识强引用，正常的使用的对象引用都是强引用，由vm实现）

2，软引用（SoftReference）

3,弱引用（WeakReference）

4，虚引用（PhantomReference）

5，ReferenceQueue是作为 JVM GC与上层Reference对象管理之间的一个消息传递方式， 软引用、弱引用等的入队操作有vm的gc直接操作

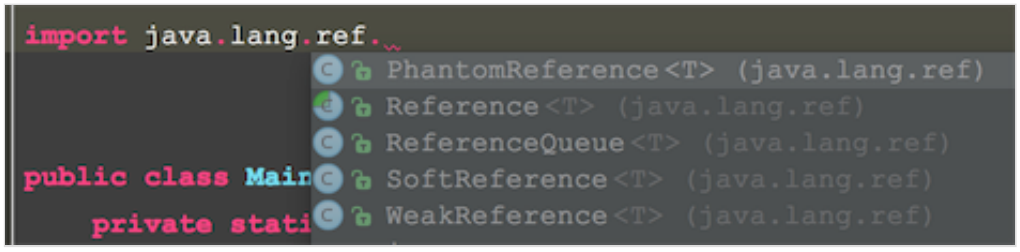
LeakCanary 中的 RefWatcher 就是通过弱引用及其队列来实现监控的：

什么时候使用RefWatcher进行监控 ？

若发生了泄露， refWatcher 会执行dump ，生成dump 文件，然后由mat 或haha 等分析工具找到泄露对象的引用路径。

首先回顾一下 java 的几种 reference：

从jdk 1.2 开始，引用分为 强引用，软引用、弱引用 和虚引用， 其中 **软引用、弱引用 和虚引用 和 ReferenceQueue 关联。**



在JDK 1.2以前的版本中，若一个对象不被任何变量引用，那么程序就无法再使用这个对象。也就是说，只有对象处于可触及（reachable）状态，程序才能使用它。从JDK 1.2版本开始，把对象的引用分为4种级别，从而使程序能更加灵活地控制对象的生命周期。这4种级别由高到低依次为：强引用、软引用、弱引用和虚引用。

1，强引用（Strong Reference, 没有具体的类来标识强引用，正常的使用的对象引用都是强引用，由vm实现）

强引用是使用最普遍的引用。如果一个对象具有强引用，那垃圾回收器绝不会回收它。

当内存空间不足，Java虚拟机宁愿抛出OutOfMemoryError错误，使程序异常终止，也不会靠随意回收具有强

引用的对象来解决内存不足的问题。

2，软引用（SoftReference）

如果一个对象只具有软引用，则内存空间足够，垃圾回收器就不会回收它；如果内存空间不足了，就会回收这些对象的内存。

只要垃圾回收器没有回收它，该对象就可以被程序使用。软引用可用来实现内存敏感的高速缓存。

软引用可以和一个引用队列（ReferenceQueue）联合使用，如果软引用所引用的对象被垃圾回收器回收，Java虚拟机就会把这个软引用加入到与之关联的引用队列中。

3,弱引用（WeakReference）

弱引用与软引用的区别在于：只具有弱引用的对象拥有更短暂的生命周期。

在垃圾回收器线程扫描它所管辖的内存区域的过程中，一旦发现了只具有弱引用的对象，不管当前内存空间足够与否，都会回收它的内存。

不过，由于垃圾回收器是一个优先级很低的线程，因此不一定会很快发现那些只具有弱引用的对象。

弱引用可以和一个引用队列（ReferenceQueue）联合使用，如果弱引用所引用的对象被垃圾回收，Java虚拟机就会把这个弱引用加入到与之关联的引用队列中。

4，虚引用（PhantomReference）

“虚引用”顾名思义，就是形同虚设，与其他几种引用都不同，虚引用并不会决定对象的生命周期。如果一个对象仅持有虚引用，那么它就和没有任何引用一样，在任何时候都可能被垃圾回收器回收。

虚引用主要用来跟踪对象被垃圾回收器回收的活动。虚引用与软引用和弱引用的一个区别在于：**虚引用必须和引用队列 （ReferenceQueue）联合使用。**

当垃圾回收器准备回收一个对象时，如果发现它还有虚引用，就会在回收对象的内存之前，把这个虚引用加入到与之 关联的引用队列中。

```
1 ReferenceQueue queue = new ReferenceQueue ();
2 PhantomReference pr = new PhantomReference (object, queue);
```

程序可以通过判断引用队列中是否已经加入了虚引用，来了解被引用的对象是否将要被垃圾回收。如果程序发现某个虚引用已经被加入到引用队列，那么就可以在所引用的对象的内存被回收之前采取必要的行动。

5，ReferenceQueue是作为 JVM GC与上层Reference对象管理之间的一个消息传递方式， 软引用、弱引用等的入队操作有vm的gc直接操作

LeakCanary 中的 RefWatcher 就是通过弱引用及其队列来实现监控的：

有两个很重要的结构： retainedKeys 和 queue ，

retainedKeys 代表没被gc 回收的对象，

而queue中的弱引用代表的是被gc了的对象，通过这两个结构就可以监控对象是不是被回收了；

retainedKeys存放了RefWatcher为每个被监控的对象生成的唯一key；

同时每个被监控对象的弱引用（KeyedWeakReference）关联了 其对应的key 和 queue，这样对象若被回收，则其对应的弱引用会被入队到queue中；

removeWeaklyReachableReferences（..）所做的就是把存在与queue中的弱引用的key 从 retainedKeys 中删除。

```
  private final Set<String> retainedKeys;
  private final ReferenceQueue<Object> queue;


/**
   * Watches the provided references and checks if it can be GCed. This method is non b
   * the check is done on the {@link Executor} this {@link RefWatcher} has been constru
   *
   * @param referenceName An logical identifier for the watched object.
   */
  public void watch(Object watchedReference, String referenceName) {
    checkNotNull(watchedReference, "watchedReference");
    checkNotNull(referenceName, "referenceName");
    if (debuggerControl.isDebuggerAttached()) {
      return;
    }
    final long watchStartNanoTime = System.nanoTime();
    String key = UUID.randomUUID().toString();
    retainedKeys.add(key);
    final KeyedWeakReference reference =
        new KeyedWeakReference(watchedReference, key, referenceName, queue);

    watchExecutor.execute(new Runnable() {
      @Override public void run() {
        ensureGone(reference, watchStartNanoTime);
      }
    });
  }

void ensureGone(KeyedWeakReference reference, long watchStartNanoTime) {
    long gcStartNanoTime = System.nanoTime();

    long watchDurationMs = NANOSECONDS.toMillis(gcStartNanoTime - watchStartNanoTime);
    removeWeaklyReachableReferences();
    if (gone(reference) || debuggerControl.isDebuggerAttached()) {
      return;
    }
    gcTrigger.runGc();
    removeWeaklyReachableReferences();
    if (!gone(reference)) {
      long startDumpHeap = System.nanoTime();
      long gcDurationMs = NANOSECONDS.toMillis(startDumpHeap - gcStartNanoTime);

      File heapDumpFile = heapDumper.dumpHeap();

      if (heapDumpFile == HeapDumper.NO_DUMP) {
        // Could not dump the heap, abort.
        return;
      }
      long heapDumpDurationMs = NANOSECONDS.toMillis(System.nanoTime() - startDumpHeap)
      heapdumpListener.analyze(
          new HeapDump(heapDumpFile, reference.key, reference.name, excludedRefs, watch
              gcDurationMs, heapDumpDurationMs));
    }
  }

private boolean gone(KeyedWeakReference reference) {
```

```
58      return !retainedKeys.contains(reference.key);
59    }
60
61  private void removeWeaklyReachableReferences() {
62      // WeakReferences are enqueued as soon as the object to which they point to becomes
63      // reachable. This is before finalization or garbage collection has actually happen
64      KeyedWeakReference ref;
65      while ((ref = (KeyedWeakReference) queue.poll()) != null) {
66        retainedKeys.remove(ref.key);
67      }
68    }
```

什么时候使用RefWatcher进行监控 ？

对于android， 若要监控Activity， 需要在其执行destroy的 时候进行监控：

通过向Application 注册 ActivityLifecycleCallback， 在onActivityDestroyed（Activity activity） 中 开始监听 activity对象， 因为这时activity应该被回收了，若发生内存泄露，则可以没发现；

RefWatcher 检查对象是否被回收是在一个 Executor 中执行的， Android 的监控 提供了 `AndroidWatchExecutor` ， 它在主线程执行， 但是有一个`delay` 时间（默认`5000 milisecs`）， 因为对于`application` 来说，执行`destroy activity`只是把必要资源回收，`activity` 对象不一定会马上被 `gc`回收。

`AndroidWatchExecutor`:

```
1   private void executeDelayedAfterIdleUnsafe(final Runnable runnable) {
2       // This needs to be called from the main thread.
3       Looper.myQueue().addIdleHandler(new MessageQueue.IdleHandler() {
4         @Override public boolean queueIdle() {
5           backgroundHandler.postDelayed(runnable, DELAY_MILLIS);
6           return false;
7         }
8       });
9     }
```

ActivityRefWatcher :

```
1   package com.squareup.leakcanary;
2
3   import android.annotation.TargetApi;
4   import android.app.Activity;
5   import android.app.Application;
6   import android.os.Bundle;
7
8   import static android.os.Build.VERSION.SDK_INT;
9   import static android.os.Build.VERSION_CODES.ICE_CREAM_SANDWICH;
10  import static com.squareup.leakcanary.Preconditions.checkNotNull;
11
12  @TargetApi(ICE_CREAM_SANDWICH) public final class ActivityRefWatcher {
13
14    public static void installOnIcsPlus(Application application, RefWatcher refWatcher) {
15      if (SDK_INT < ICE_CREAM_SANDWICH) {
16        // If you need to support Android < ICS, override onDestroy() in your base activi
17        return;
18      }
19      ActivityRefWatcher activityRefWatcher = new ActivityRefWatcher(application, refWatc
20      activityRefWatcher.watchActivities();
21    }
22
23    private final Application.ActivityLifecycleCallbacks lifecycleCallbacks =
24        new Application.ActivityLifecycleCallbacks() {
```

```
25          @Override public void onActivityCreated(Activity activity, Bundle savedInstance
26          }
27
28          @Override public void onActivityStarted(Activity activity) {
29          }
30
31          @Override public void onActivityResumed(Activity activity) {
32          }
33
34          @Override public void onActivityPaused(Activity activity) {
35          }
36
37          @Override public void onActivityStopped(Activity activity) {
38          }
39
40          @Override public void onActivitySaveInstanceState(Activity activity, Bundle out
41          }
42
43          @Override public void onActivityDestroyed(Activity activity) {
44            ActivityRefWatcher.this.onActivityDestroyed(activity);
45          }
46        };
47
48    private final Application application;
49    private final RefWatcher refWatcher;
50
51    /**
52     * Constructs an {@link ActivityRefWatcher} that will make sure the activities are no
53     * after they have been destroyed.
54     */
55    public ActivityRefWatcher(Application application, final RefWatcher refWatcher) {
56      this.application = checkNotNull(application, "application");
57      this.refWatcher = checkNotNull(refWatcher, "refWatcher");
58    }
59
60    void onActivityDestroyed(Activity activity) {
61      refWatcher.watch(activity);
62    }
63
64    public void watchActivities() {
65      // Make sure you don't get installed twice.
66      stopWatchingActivities();
67      application.registerActivityLifecycleCallbacks(lifecycleCallbacks);
68    }
69
70    public void stopWatchingActivities() {
71      application.unregisterActivityLifecycleCallbacks(lifecycleCallbacks);
72    }
73  }
```

若发生了泄露， refWatcher 会执行dump ，生成dump 文件，然后由mat 或haha 等分析工具找到泄露对象的引用路径。

参考 ：http://blog.csdn.net/lyfi01/article/details/6415726 ， http://hongjiang.info/java-referencequeue/