原文地址:http://drops.wooyun.org/tips/9471

0x00 前言

Android应用的加固和对抗不断升级，单纯的静态加固效果已无法满足需求，所以出现了隐藏方法加固，运行时动态恢复和反调试等方法来对抗，本文通过实例来分析有哪些对抗和反调试手段。

0x01 对抗反编译

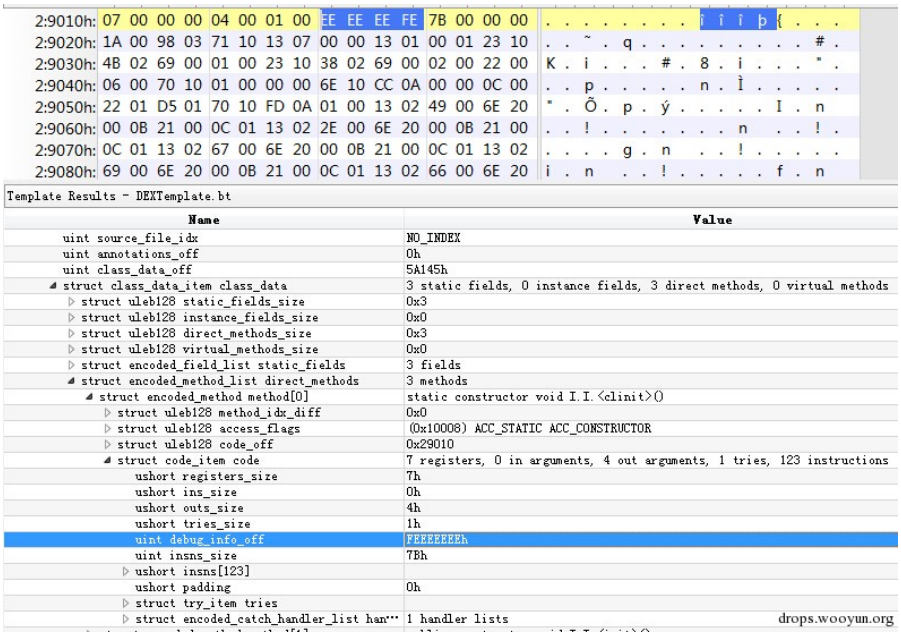
首先使用apktool进行反编译，发现该应用使用的加固方式会让apktool卡死，通过调试apktool源码（如何调试apktool可参见前文《Android应用资源文件格式解析与保护对抗研究》），发现解析时抛出异常，如下图：

根据异常信息可知是readSmallUint出错，调用者是getDebugInfo，查看源码如下：

```
45    public int readSmallUint(int offset) {
46        byte[] buf = this.buf;
47        int result = (buf[offset] & 0xff) |
48                ((buf[offset+1] & 0xff) << 8) |
49                ((buf[offset+2] & 0xff) << 16) |
50                ((buf[offset+3]) << 24);
51        if (result < 0) {
52            throw new ExceptionWithContext("Encounter
53        }
54        return result;
55    }
```

drops.wooyun.org

可见其在计算该偏移处的uleb值时得到的结果小于0，从而抛出异常。 在前文《Android程序的反编译对抗研究》中介绍了DEX的文件格式，其中提到与DebugInfo相关的字段为DexCode结构的debugInfoOff字段。猜测应该是在此处做了手脚，在010editor中打开dex文件，运行模板DEXTemplate.bt，找到debugInfoOff字段。果然，该值被设置为了0xFEEEEEEE。



```
2:9010h: 07 00 00 00 04 00 01 00 EE EE EE FE 7B 00 00 00  . . . . . . . . î î î p { . . .
2:9020h: 1A 00 98 03 71 10 13 07 00 00 13 01 00 01 23 10  . . ˜ . q . . . . . . . . # .
2:9030h: 4B 02 69 00 01 00 23 10 38 02 69 00 02 00 22 00  K . i . . . # . 8 . i . . . " .
2:9040h: 06 00 70 10 01 00 00 00 6E 10 CC 0A 00 00 0C 00  . . p . . . . . n . Ì . . . . .
2:9050h: 22 01 D5 01 70 10 FD 0A 01 00 13 02 49 00 6E 20  " . Õ . p . ý . . . . . I . n
2:9060h: 00 0B 21 00 0C 01 13 02 2E 00 6E 20 00 0B 21 00  . . ! . . . . . . n . . ! .
2:9070h: 0C 01 13 02 67 00 6E 20 00 0B 21 00 0C 01 13 02  . . . . g . n . . ! . . . . .
2:9080h: 69 00 6E 20 00 0B 21 00 0C 01 13 02 66 00 6E 20  i . n . . ! . . . . . f . n
```

Template Results - DEXTemplate.bt

Name	Value
uint source_file_idx	NO_INDEX
uint annotations_off	0h
uint class_data_off	5A145h
struct class_data_item class_data	3 static fields, 0 instance fields, 3 direct methods, 0 virtual methods
struct uleb128 static_fields_size	0x3
struct uleb128 instance_fields_size	0x0
struct uleb128 direct_methods_size	0x3
struct uleb128 virtual_methods_size	0x0
struct encoded_field_list static_fields	3 fields
struct encoded_method_list direct_methods	3 methods
struct encoded_method method[0]	static constructor void I.I.<clinit>()
struct uleb128 method_idx_diff	0x0
struct uleb128 access_flags	(0x10008) ACC_STATIC ACC_CONSTRUCTOR
struct uleb128 code_off	0x29010
struct code_item code	7 registers, 0 in arguments, 4 out arguments, 1 tries, 123 instructions
ushort registers_size	7h
ushort ins_size	0h
ushort outs_size	4h
ushort tries_size	1h
uint debug_info_off	FEEEEEEEh
uint insns_size	7Bh
ushort insns[123]	
ushort padding	0h
struct try_item tries	
struct encoded_catch_handler_list han...	1 handler lists

接下来修复就比较简单了，由于debugInfoOff一般情况下是无关紧要的字段，所以只要关闭异常就行了。

为了保险起见，在readSmallUint方法后面添加一个新方法readSmallUint_DebugInfo，复制readSmallUint的代码,if语句内result赋值为0并注释掉抛异常代码。

```
56      public int readSmallUint_DebugInfo(int offset) {
57          byte[] buf = this.buf;
58          int result = (buf[offset] & 0xff) |
59                  ((buf[offset+1] & 0xff) << 8) |
60                  ((buf[offset+2] & 0xff) << 16) |
61                  ((buf[offset+3]) << 24);
62          if (result < 0) {
63              result = 0;
64              //throw new ExceptionWithContext("Encountered smal
65          }
66          return result;
67      }
```


然后在getDebugInfo中调用readSmallUint_DebugInfo即可。

```
125     private DebugInfo getDebugInfo() {
126         return DebugInfo.newOrEmpty(dexFile, dexFile.readSmallUint_DebugInfo(codeOffset + Cod
127         //return DebugInfo.newOrEmpty(dexFile, dexFile.readSmallUint(codeOffset + CodeItem.DEBUG_
128     }
```


重新编译apktool，对apk进行反编译，一切正常。

然而以上只是开胃菜，虽然apktool可以正常反编译了，但查看反编译后的smali代码，发现所有的虚方法都是native方法，而且类的初始化方法中开头多了2行代码，如下图：

```
  # direct methods
.method static constructor <clinit>()V
    .locals 1

    const-string v0, "aHcuaGVsbG93b3JsZC5NYWluQWN0aXZpdHk="

    invoke-static {v0}, Lcom/[redacted]/ProxyApplication;->init(Ljava/lang/String;)V

    return-void
.end method

.method public constructor <init>()V
    .locals 0

    invoke-direct {p0}, Landroid/app/Activity;-><init>()V

    return-void
.end method


  # virtual methods
.method public final native finaltest()Z
.end method

.method protected native onCreate(Landroid/os/Bundle;)V
.end method

.method public native onCreateOptionsMenu(Landroid/view/Menu;)Z
.end method

.method public native onOptionsItemSelected(Landroid/view/MenuItem;)Z
.end method
```

drops.wooyun.org

其基本原理是在dex文件中隐藏虚方法，运行后在第一次加载类时通过在方法（如果没有方法，则会自动添加该方法）中调用ProxyApplication的init方法来恢复被隐藏的虚方法，其中字符串"aHcuaGVsbG93b3JsZC5NYWluQWN0aXZpdHk="是当前类名的base64编码。

ProxyApplication类只有2个方法，clinit和init，clinit主要是判断系统版本和架构，加载指定版本的so保护模块（X86或ARM）；而init方法也是native方法，调用时直接进入了so模块。

ProxyApplication.class

```
package com.

import android.os.Build;
import android.os.Build.VERSION;
import android.util.Log;

public class ProxyApplication
{
  static
  {
    if ((Build.VERSION.SDK_INT == 21) && (Build.MANUFACTURER.equals("asus")))
    {
      System.loadLibrary("    -x86");
      return;
    }
    if (Build.CPU_ABI.contains("x86"))
    {
      System.loadLibrary("    -x86");
      return;
    }
    if (System.getProperty("os.arch").contains("arm"))
    {
      System.loadLibrary("    ");
      return;
    }
    Log.e(                                                    );
    System.loadLibrary("    ");
  }

  public static native void init(String paramString);
}
```

drops.wooyun.org

那么它是如何恢复被隐藏的方法的呢？这就要深入SO模块内部一探究竟了。

0x02 动态调试so模块

如何使用IDA调试android的SO模块，网上有很多教程，这里简单说明一下。

1. 准备工作

1.1准备好模拟器并安装目标APP。

1.2 将IDA\dbgsrv\目录下的android_server复制到模拟器里，并赋予可执行权限。

```
adb push d:\IDA\dbgsrv\android_server /data/data/sv
adb shell chmod 755 /data/data/sv
```

1.3 运行android_server，默认监听23946端口。

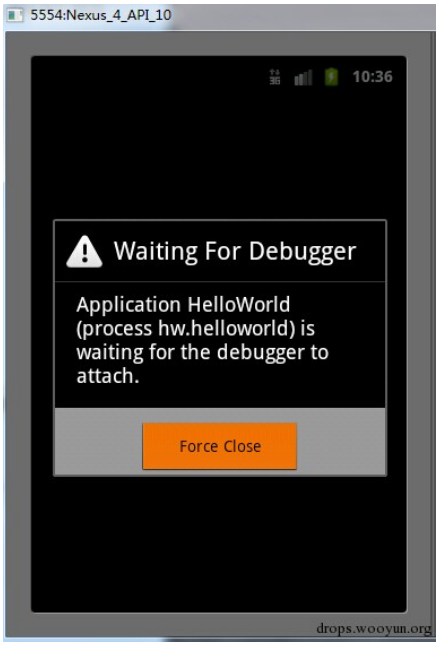
```
adb shell /data/data/sv
```

1.4 端口转发。

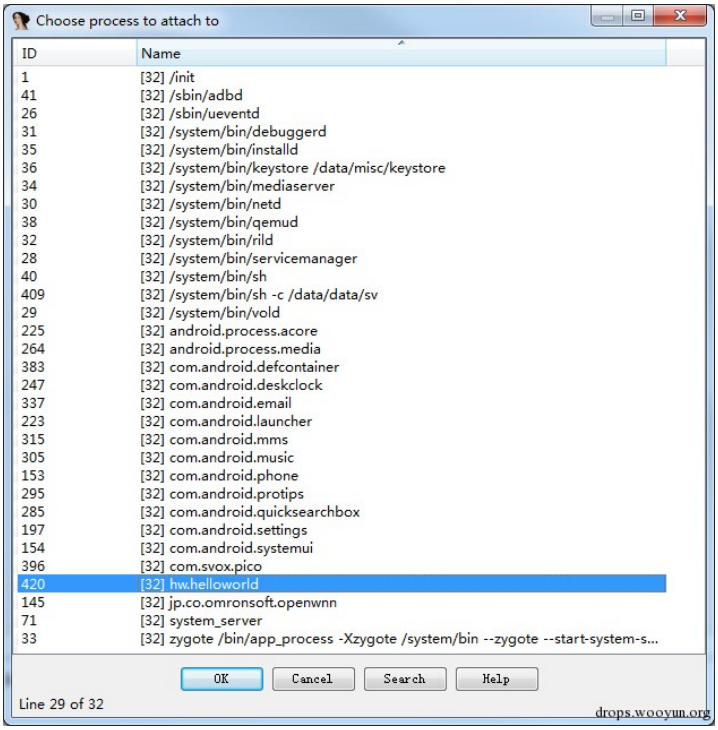
```
adb forward tcp:23946 tcp:23946
```

2 以调试模式启动APP，模拟器将出现等待调试器的对话框。

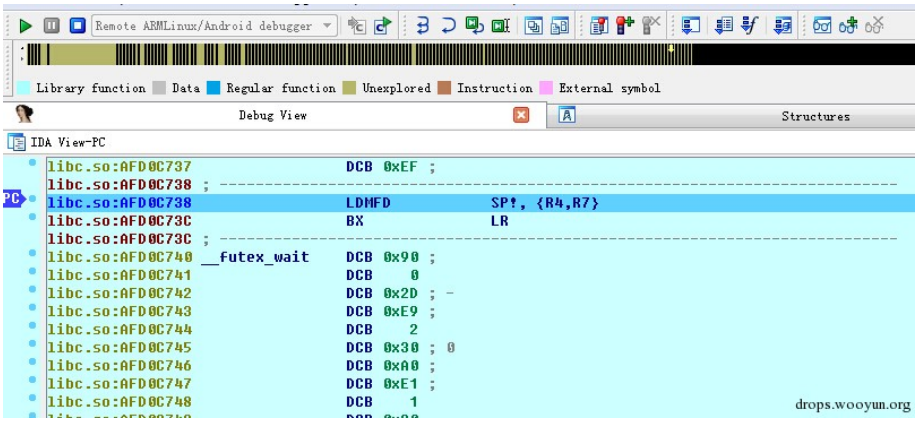
```
adb shell am start -D -n hw.helloworld/hw.helloworld.MainActivity
```



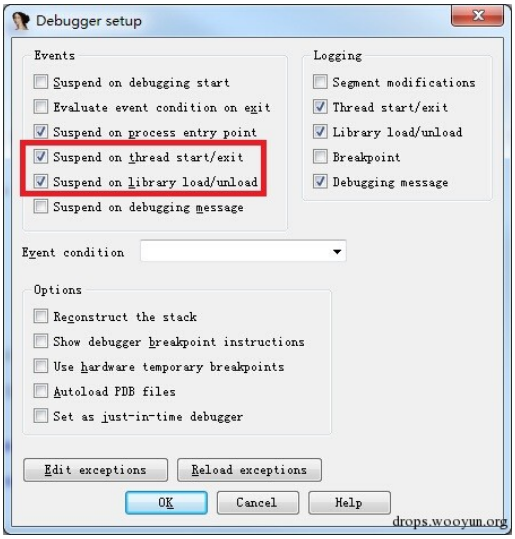
3 启动IDA，打开debugger->attach->remote Armlinux/andoid debugger，设置hostname为localhost，port为23946，点击OK；然后选择要调试的APP并点击OK。



这时，正常状态下会断下来：



然后设置在模块加载时中断：

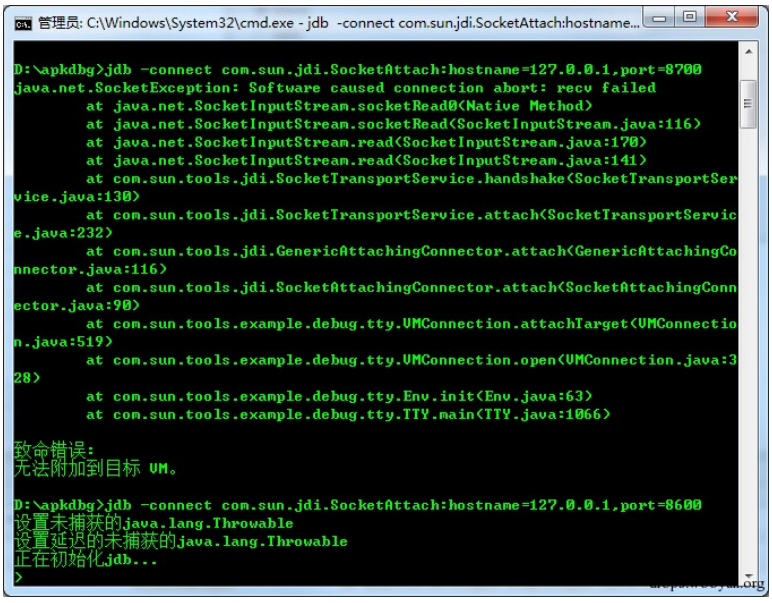


点击OK，按F9运行。

然后打开DDMS并执行以下命令，模拟器就会自动断下来：

```
jdb -connect com.sun.jdi.SocketAttach:hostname=127.0.0.1,port=8700
```

（如果出现如下无法附加到目标VM的错误，可尝试端口8600）



此时，可在IDA中正常下断点调试，这里我们断JNI_OnLoad和init函数。

```
.so:80407A18
.so:80407A18 ; =============== S U B R O U T I N E =======================================
.so:80407A18
.so:80407A18
.so:80407A18 JNI_OnLoad
.so:80407A18
.so:80407A18 var_14          = -0x14
.so:80407A18
.so:80407A18                 PUSH            {R0-R2,R4,R5,LR}
.so:80407A1A                 MOVS            R3, #0
.so:80407A1C                 STR             R3, [SP,#0x18+var_14]
.so:80407A1E                 LDR             R3, [R0]
.so:80407A20                 ADD             R1, SP, #0x18+var_14
.so:80407A22                 LDR             R2, =0x10006
.so:80407A24                 LDR             R3, [R3,#0x18]
.so:80407A26                 BLX             R3
.so:80407A28                 CMP             R0, #0
.so:80407A2A                 BNE             loc_80407A70
```

drops.wooyun.org

```
so:8040773C             init
so:8040773C
so:8040773C             var_428         = -0x428
so:8040773C             var_424         = -0x424
so:8040773C             var_41C         = -0x41C
so:8040773C             var_2C          = -0x2C
so:8040773C
so:8040773C F0 B5                       PUSH            {R4-R7,LR}
so:8040773E 23 4D                       LDR             R5, =(dword_80419D48 - 0x80407748)
so:80407740 23 4C                       LDR             R4, =0xFFFFFBEC
so:80407742 06 1C                       MOVS            R6, R0
so:80407744 7D 44                       ADD             R5, PC ; dword_80419D48
so:80407746 2D 68                       LDR             R5, [R5]
so:80407748 A5 44                       ADD             SP, R4
so:8040774A FF A9                       ADD             R1, SP, #0x428+var_2C
so:8040774C 2B 68                       LDR             R3, [R5]
so:8040774E 10 31                       ADDS            R1, #0x10
so:80407750 20 4C                       LDR             R4, =(dword_80419D4C - 0x80407772)
so:80407752 0B 60                       STR             R3, [R1]
```

drops.wooyun.org

由于IDA调试器还不够完善，单步调试的时候经常报错，最好先做一个内存快照，然后分析关键点的函数调用，在关键点下断而不是单步调试。

0x03 反调试初探

一般反调试在JNI_OnLoad中执行，也有的是在INIT_ARRAY段和INIT段中早于JNI_OnLoad执行。可通过readelf工具查看INIT_ARRAY段和INIT段的信息，定位到对应代码进行分析。

```
root@kali: ~
文件(F)  编辑(E)  查看(V)  搜索(S)  终端(T)  帮助(H)
0x0000000e (SONAME)                     Library soname: [[redacted].so]
0x0000001a (FINI_ARRAY)                 0x194b8
0x0000001c (FINI_ARRAYSZ)               8 (bytes)
0x00000019 (INIT_ARRAY)                 0x194c0
0x0000001b (INIT_ARRAYSZ)               16 (bytes)
0x00000010 (SYMBOLIC)                   0x0
0x0000001e (FLAGS)                      SYMBOLIC BIND_NOW
0x6ffffffb (FLAGS_1)                    Flags: NOW
0x00000000 (NULL)                       0x0
```

drops.wooyun.org

INIT_ARRAY如下：

```
LOAD:804194C0 89 7A 40 80               DCD sub_80407A88+1
LOAD:804194C4 09 14 41 80               DCD sub_80411408+1
LOAD:804194C8 85 1B 41 80               DCD loc_80411B84+1
LOAD:804194CC 00 00 00 00               ALIGN 0x10
```

drops.wooyun.org

其中函数sub_80407A88的代码如下，通过检测时间差来检测是否中间有被单步调试执行：

```
1  void __fastcall sub_80407A88(__int64 a1, int a3)
2  {
3    int v2; // r0@1
4    int v3; // r0@3
5    __int64 v4; // [sp+0h] [bp-10h]@1
6    int v5; // [sp+8h] [bp-8h]@1
7
8    v4 = a1;
9    v5 = a3;
10   j___android_log_print(4, "[redacted]");
11   v2 = j_time(&v4);
12   sub_8040903C(v2);
13   j_time((char *)&v4 + 4);
14   if ( HIDWORD(v4) - (signed int)v4 > 1 )
15     j_exit(0);
16   v3 = sub_804087A0((int)&dword_8041A0F0);
17   check_com_android_reverse(v3);
18 }
```

drops.wooyun.org

sub_8040903C函数里就是脱壳了，首先读取/proc/self/maps找到自身模块基址，然后解析ELF文件格式，从程序头部表中找到类型为PT_LOAD，p_offset!=0的程序头部表项，并从该程序段末尾读取自定义的数组，该数组保存了被加密的代码的偏移和大小，然后逐项解密。

```
__int64 __fastcall sub_8040903C(int a1)
{
  str_table *offset; // r4@0
  unsigned int table_size; // r6@0
  int v3; // r0@1
  Elf32_Ehdr *p_elfHeader; // r5@1
  program_table_entry32_t *p_program_header; // r3@1
  signed int idx; // r2@1
  int p_program_section_end; // r4@4
  int v8; // r6@7
  __int64 v10; // [sp+0h] [bp-20h]@1

  LODWORD(v10) = a1;
  v3 = getpid_0(a1);
  p_elfHeader = (Elf32_Ehdr *)getMapAddr(v3, (int)"libegis.so");// 读取/proc/self/maps找到自身模块基址
  p_program_header = (program_table_entry32_t *)((char *)p_elfHeader + p_elfHeader->e_phoff_PROGRAM_HEADER_OFFSET_IN_FILE);
  idx = 0;
  while ( idx < p_elfHeader->e_phnum_NUMBER_OF_PROGRAM_HEADER_ENTRIES )
  {
    if ( p_program_header->p_type == PT_LOAD && p_program_header->p_offset_FROM_FILE_BEGIN )
    {
      p_program_section_end = (int)((char *)p_elfHeader
                                  + p_program_header->p_memsz_SEGMENT_RAM_LENGTH// 段在内存映像中占用的字节数
                                  + p_program_header->p_vaddr_VIRTUAL_ADDRESS);// 段在内存中的虚拟地址
      table_size = *(_DWORD *)(p_program_section_end - 4);// 自定义的数组大小
      offset = (str_table *)(p_program_section_end - table_size - 4);// 指向末尾的自定义数组，保存了加密数据的偏移和大小
      break;
    }
    ++idx;
    ++p_program_header;
  }
  HIDWORD(v10) = table_size >> 3;
  v8 = 0;
  while ( v8 != HIDWORD(v10) )                  // 循环异或解密
  {
    ++v8;
    XORdecode((unsigned int)((char *)p_elfHeader + offset->offset) & 0xFFFFFFFE, offset->size);
    ++offset;
  }
  return v10;
}
```


函数check_com_android_reverse里检测是否加载了com.android.reverse，检测到则直接退出。

```
int __fastcall check_com_android_reverse(int a1)
{
  int v1; // r0@1
  int result; // r0@1

  v1 = getpid_0(a1);
  result = getMapAddr(v1, (int)"com.android.reverse");
  if ( !result )
    j_exit(0);
  return result;
}
```


JNI_OnLoad函数中有几个关键的函数调用：

```
so:80407A18             JNI_OnLoad
so:80407A18
so:80407A18             var_14          = -0x14
so:80407A18
so:80407A18 37 B5                       PUSH            {R0-R2,R4,R5,LR}
so:80407A1A 00 23                       MOVS            R3, #0
so:80407A1C 01 93                       STR             R3, [SP,#0x18+var_14]
so:80407A1E 03 68                       LDR             R3, [R0]
so:80407A20 01 A9                       ADD             R1, SP, #0x18+var_14
so:80407A22 15 4A                       LDR             R2, =0x10006
so:80407A24 9B 69                       LDR             R3, [R3,#0x18]
so:80407A26 98 47                       BLX             R3
so:80407A28 00 28                       CMP             R0, #0
so:80407A2A 21 D1                       BNE             loc_80407A70
so:80407A2C 13 4B                       LDR             R3, =(off_80419D50 - 0x80407A34)
so:80407A2E 01 9D                       LDR             R5, [SP,#0x18+var_14]
so:80407A30 7B 44                       ADD             R3, PC ; off_80419D50
so:80407A32 1B 68                       LDR             R3, [R3]
so:80407A34 2A 68                       LDR             R2, [R5]
so:80407A36 28 1C                       MOVS            R0, R5
so:80407A38 19 68                       LDR             R1, [R3]
so:80407A3A 93 69                       LDR             R3, [R2,#0x18]
so:80407A3C 98 47                       BLX             R3
so:80407A3E 01 1E                       SUBS            R1, R0, #0
so:80407A40 08 D0                       BEQ             loc_80407A54
so:80407A42 28 68                       LDR             R0, [R5]
so:80407A44 0E 4A                       LDR             R2, =(off_8041A0C4 - 0x80407A50)
so:80407A46 D7 23 9B 00                 MOVS            R3, #0x35C
so:80407A4A C4 58                       LDR             R4, [R0,R3]
so:80407A4C 7A 44                       ADD             R2, PC
so:80407A4E 28 1C                       MOVS            R0, R5
so:80407A50 01 23                       MOVS            R3, #1
so:80407A52 A0 47                       BLX             R4
so:80407A54
so:80407A54             loc_80407A54                            ; CODE XREF: JNI_OnLoad+28↑j
so:80407A54 FF F7 CE FD                 BL              call_system_property_get
so:80407A58 02 F0 52 F8                 BL              sub_80409B00
so:80407A5C 09 4B                       LDR             R3, =(dword_8041A0F0 - 0x80407A62)
so:80407A5E 7B 44                       ADD             R3, PC ; dword_8041A0F0
so:80407A60 18 68                       LDR             R0, [R3]
so:80407A62 01 F0 17 F8                 BL              checkProcStatus
so:80407A66 01 98                       LDR             R0, [SP,#0x18+var_14]
so:80407A68 FF F7 B8 FE                 BL              sub_804077DC
so:80407A6C 02 48                       LDR             R0, =0x10006
so:80407A6E 01 E0                       B               locret_80407A74
```


call_system_property_get检测手机上的一些硬件信息，判断是否在调试器中。

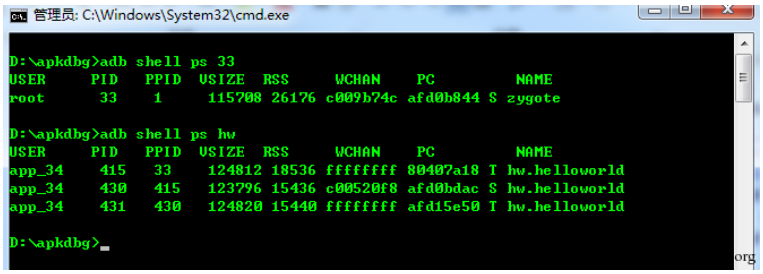
```
17  v11 = 0xD5405C9E;
18  j___system_property_get((int)"ro.product.manufacturer", (int)&v9);
19  ro_product_manufacturer = j_strdup(&v9);
20  j___system_property_get((int)"ro.build.version.release", (int)&v10);
21  ro_build_version_release = j_strdup(&v10);
22  j___system_property_get((int)"ro.build.version.sdk", (int)&v5);
23  ro_build_version_sdk = j_atoi(&v5);
24  if ( !j___system_property_get((int)"persist.sys.dalvik.vm.lib", (int)&v4) )
25    j_strncpy((int)&v4, (int)"libdvm.so", 11);
26  persist_sys_dalvik_vm_lib = j_strdup(&v4);
27  if ( !j___system_property_get((int)"ro.product.cpu.abi", (int)v6) )
28  {
29    strcpy(v6, "armeabi");
30    v7 = 0;
31  }
32  ro_product_cpu_abi = j_strdup(v6);
33  v0 = j_strcmp((int)"libart.so", 0);
34  v1 = 1;
35  if ( v0 )
36    v1 = 0;
37  unk_80431900 = v1;
38  v2 = j___system_property_get((int)"ro.yunos.version", (int)&v8);
39  result = v2 - (((unsigned int)v2 < 1) + v2 - 1);
40  unk_80431901 = result;
41  if ( v11 != 0xD5405C9E )
42    j___stack_chk_fail(result);
43  return result;
```


checkProcStatus函数检测进程的状态，打开/proc/$PID/status，读取第6行得到TracerPid，发现被跟踪调试则直接退出。

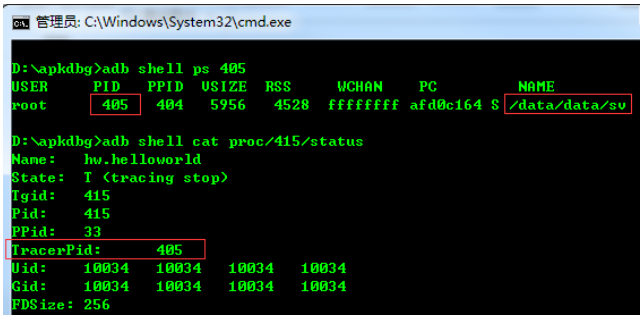
```
int __fastcall checkProcStatus(int a1)
{
  int v1; // r7@1
  signed int v2; // r5@1
  int v3; // r0@1
  int v4; // r6@1
  int result; // r0@3
  char v6; // zf@3
  int v7; // [sp+0h] [bp-160h]@3
  char v8; // [sp+4h] [bp-15Ch]@3
  char v9; // [sp+18h] [bp-148h]@1
  char v10; // [sp+7Ch] [bp-E4h]@2
  unsigned int v11; // [sp+144h] [bp-1Ch]@1

  v1 = a1;
  v2 = 5;
  v11 = 0xD5405C9E;
  v3 = getpid_0(a1);
  j_sprintf(&v9, "/proc/%d/status", v3);
  v4 = j_fopen(&v9, "r");
  do
  {
    --v2;
    j_fgets(&v10, 1024, v4);
  }
  while ( v2 );
  j_fscanf(v4, "%s %d", &v8, &v7);
  result = j_fclose_0(v4);
  v6 = v7 == 0;
  if ( v7 )
    v6 = v7 == v1;
  if ( !v6 )
    j_exit(0);
  if ( v11 != 0xD5405C9E )
    j___stack_chk_fail(result);
  return result;
}
```

drops.wooyun.org

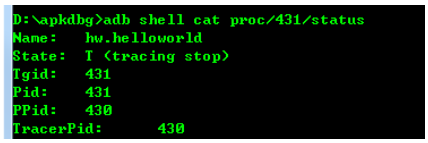
通过命令行查询进程信息，一共有3个同名进程，创建顺序为33->415->430->431。其中415和431处于调试状态：



进程415被进程405（即IDA的android_server）调试：



进程431被其父进程430调试：



要过这种反调试可在调用点直接修改跳转指令，让代码在检测到被调试后继续正常的执行路径，或者干脆nop掉整个函数即可。 检测调试之后，就是调用ptrace附加自身，防止其他进程再一次附加，起到反调试作用。

```
int call_ptrace()
{
  if ( j_ptrace(0, 0) == -1 )
    j_exit(0);
  return 0;
}
```

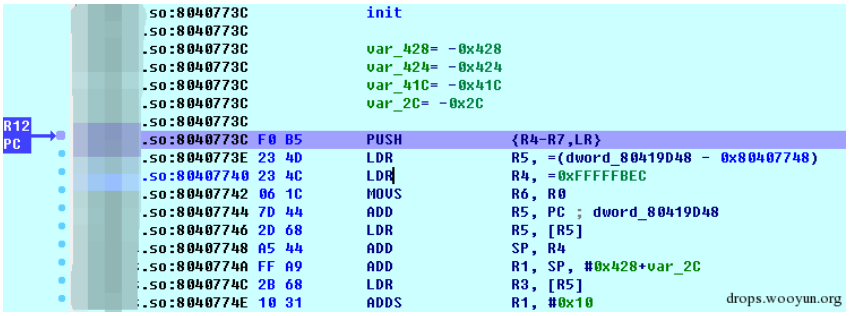
drops.wooyun.org

修改跳转指令BNE（0xD1）为B(0xE0)，直接返回即可。

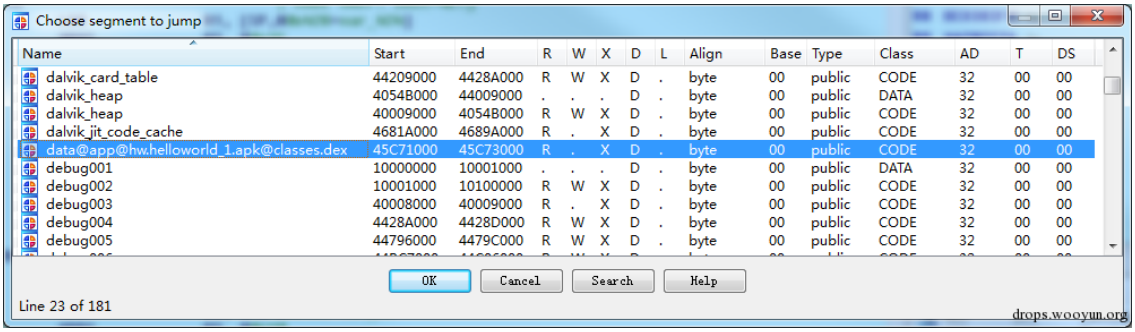
```
:80408A74                call_ptrace                             ; DATA XREF: sub_804087A0:loc_804(
:80408A74 D8 16                     ASRS            R0, R3, #0x1B
:80408A76 01 00                     MOVS            R1, R0
:80408A78 08 B5                     PUSH            {R3,LR}
:80408A7A 00 20                     MOVS            R0, #0
:80408A7C 01 1C                     MOVS            R1, R0
:80408A7E 02 1C                     MOVS            R2, R0
:80408A80 03 1C                     MOVS            R3, R0
:80408A82 FE F7 C4 EB               BLX             j_ptrace
:80408A86 01 30                     ADDS            R0, #1
:80408A88 02 E0                     B               loc_80408A90
:80408A8A                ; ---------------------------------------------------------------------------
:80408A8A 00 20                     MOVS            R0, #0
:80408A8C FE F7 82 EB               BLX             j_exit
:80408A90                ; ---------------------------------------------------------------------------
:80408A90
:80408A90                loc_80408A90                            ; CODE XREF: call_ptrace+14↑j
:80408A90 00 20                     MOVS            R0, #0
:80408A92 08 BD                     POP             {R3,PC}
:80408A92                ; End of function call_ptrace                          drops.wooyun.org
```

当然，更加彻底的方法是修改android源码中bionic中的libc中的ptrace系统调用。检测到一个进程试图附加自身时直接返回0即可。

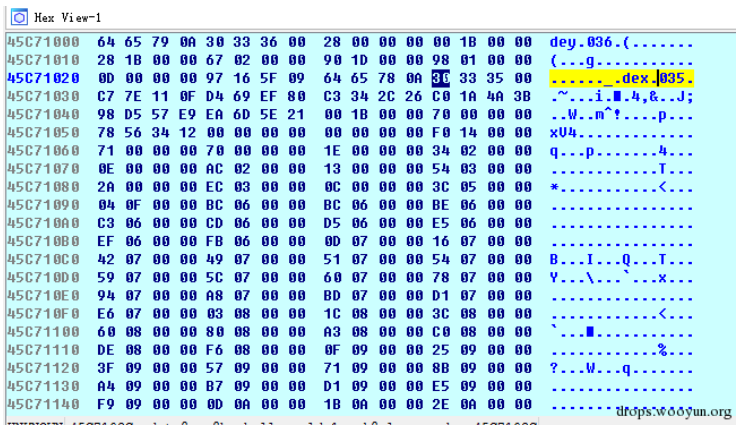
上面几处反调试点在检测到调试器后都直接调用exit()退出进程了，所以直接nop掉后按F9执行。然后就断在了init函数入口，顺利过掉反调试:



init函数在每个类加载的时候被调用，用于恢复当前类的被隐藏方法.首次调用时解密dex文件末尾的附加数据，得到事先保存的所有类的方法属性，然后根据传入的类名查找该类的被隐藏方法，并恢复对应属性字段。 执行完init函数，当前类的方法已经恢复了。然后转到dex文件的内存地址

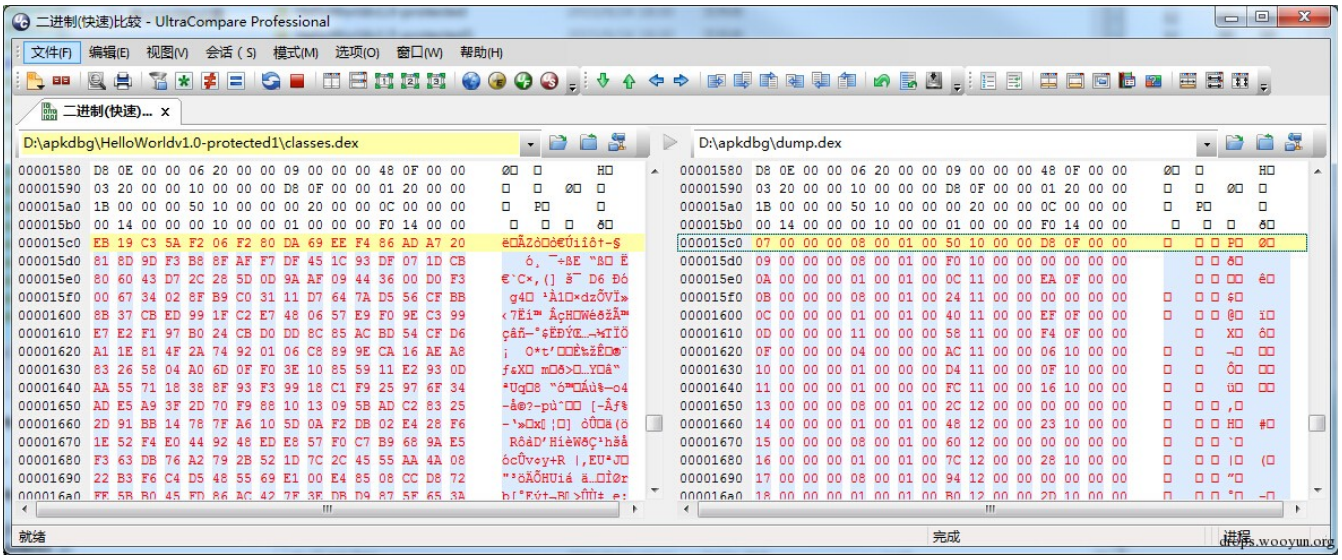


dump出dex文件，保存为dump.dex。

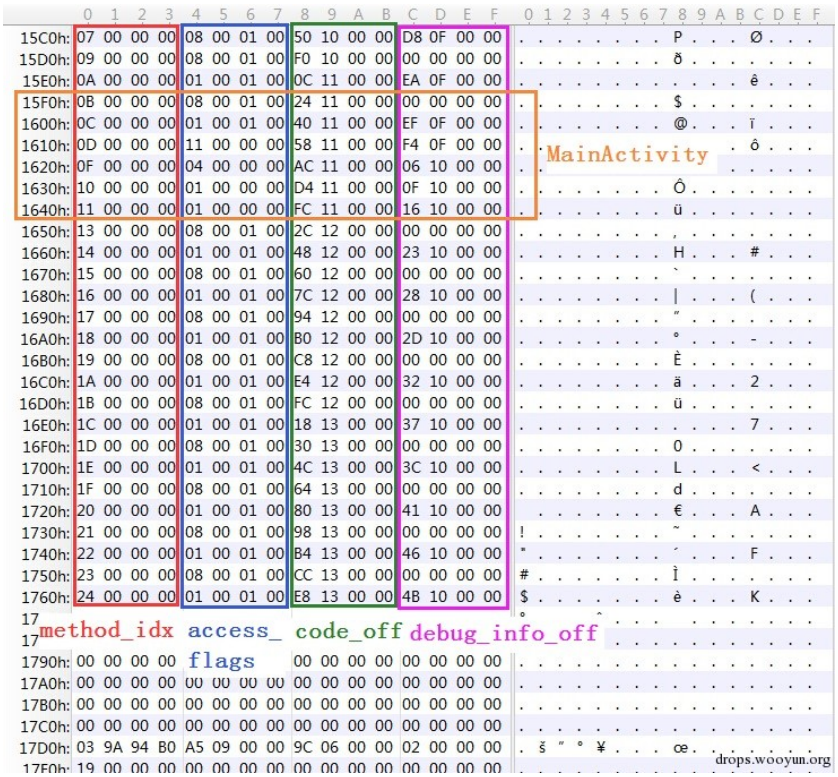


0x04 恢复隐藏方法

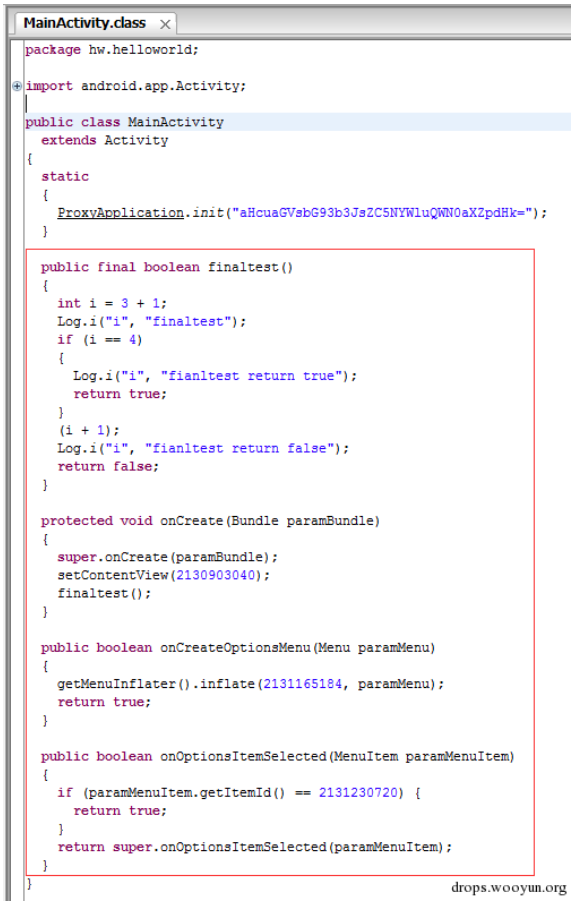
对比一下原始dex文件，发现dex文件末尾的附加数据被解密出来了：



仔细分析一下附加数据的数据结构可以发现，它是一个数组，保存了所有类的所有方法的method_idx、access_flags、code_off、debug_info_off属性，解密后的这些属性都是uint类型的,如下图：



其中黄色框里的就是MainActivity的各方法的属性，知道这些就可以修复dex文件，恢复出被隐藏的方法了。下图就是恢复后的MainActivity类：



0x05 总结

以上就是通过实例分析展示出来的对抗和反调试手段。so模块中的反调试手段比较初级，可以非常简单的手工patch内存指令过掉，而隐藏方法的这种手段对art模式不兼容，不推荐使用这种方法加固应用。总的来说还是过于简单。预计未来通过虚拟机来加固应用将是一大发展方向。