在QEMU环境中使用GDB调试Linux内核

[日期：2019-03-30] 来源：Linux社区 作者：wipan [字体：大 中 小]

简介

对用户态进程，利用gdb调试代码是很方便的手段。而对于内核态的问题，可以利用crash等工具基于coredump文件进行调试。其实我们也可以利用一些手段对Linux内核代码进行gdb调试，qemu就是一种。qemu是一款完全软件模拟(Binary translation)的虚拟化软件，在虚拟化的实现中性能相对较差。但利用它来在测试环境中gdb调试Linux内核代码，是熟悉Linux内核代码的一个好方法。本文旨在介绍怎么利用qemu搭建Linux的gdb调试环境。其中主要包括了如何编译Linux内核，如何利用gdb远程连接qemu启动的gdbserver，进而进一步进行内核代码调试。

环境

- Linux Distribution: Ubuntu 14.04.5 TLS
- 调试内核版本：3.18.6 (本文将内核编译成x86 32位架构来做演示)

编译内核

下载3.18.6版本内核源代码。

```
# wget https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v3.x/linux-3.18.6.tar.xz
# xz -d linux-3.18.6.tar.xz
# tar -xvf linux-3.18.6.tar
# cd linux-3.18.6
```

编译选项

不同的架构有不同的默认文件，比如x86平台，可以在arch/x86/configs找到相关文件：i386_defconfig。通过执行make i386_defconfig 即可基于这个文件生成.config文件，在此基础上可以再运行make menuconfig 来进行个别的调整。更多的细节请参考：Documentation\kbuild\kconfig.txt。 总之，无论怎么配置，最终都是为了生成.config文件。这些宏最终将影响Makefile中参与编译的文件。

代码的编译选项配置很多，这里主要做如下两处配置：

- 让系统内核在32位架构中运行 //只是为了演示，非必须
- 开启"Compile the kernel with debug info"选项 //如果要让内核可调试，这个选项必选

```
# make i386_defconfig //32位架构
# make menuconfig // 调整编译选项
```

注意：默认make menuconfig会报错如下，因为最小系统不支持图形显示。

```
# make menuconfig
HOSTCC scripts/kconfig/mconf.o
In file included from scripts/kconfig/mconf.c:23:0:
scripts/kconfig/lxdialog/dialog.h:38:20: fatal error: curses.h: No such file or directory
#include CURSES_LOC
^
compilation terminated.
```

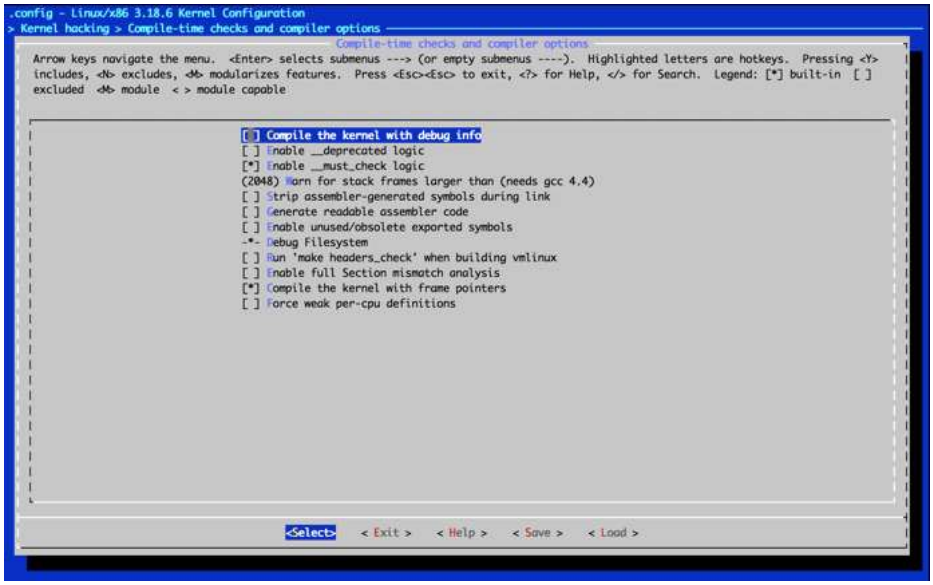
解决方法：

```
# apt-get install libncurses5-dev -y
```

在内核编译选项中，开启如下"Compile the kernel with debug info"

```
Kernel hacking --->
    Compile-time checks and compiler options --->
        [ ] Compile the kernel with debug info
```

示意图如下，利用键盘选中debug选项，然后敲"Y"勾选：



在menuconfig中选完编译选项，结果会写入到.config文件中。可以看到.config文件的CONFIG_DEBUG_INFO被设置成Y。

编译

编译选项选完后，利用make编译，编译需要较长时间。

```
# make -j2
```

编译完成之后，会有一些新的文件产生，如：

- linux-3.18.6/arch/x86/boot/bzImage // 相当于/boot目录下vmlinuz，是一个压缩的，可以bootable的Linux kernel文件
- linux-3.18.6/vmlinux // 一个非压缩的，不可以bootable的Linux kernel文件。是用来生成bzImage/vmlinuz的中间步骤。

qemu

安装**qemu**

```
# apt-get update
# apt-get install qemu
# 因为用的32位平台环境，所以用下面的qemu
# ln -s /usr/bin/qemu-system-i386 /usr/bin/qemu
```

qemu主要选项解释：

- -kernel bzImage: Use bzImage as kernel image. The kernel can be either a Linux kernel or in multiboot format. // 指定可以bootable的内核压缩文件
- -initrd file: use 'file' as initial ram disk // 指定initramdisk
- -append cmdline: use 'cmdline' as kernel command line // 指定kernel cmdline
- -S: Do not start CPU at startup (you must type 'c' in the monitor). // 用于调试代码
- -s: Shorthand for -gdb tcp::1234, i.e. open a gdbserver on TCP port 1234. // 开启一个gdbserver, 可以通过TCP端口1234连接
- -nographic: Normally, QEMU uses SDL to display the VGA output. With this option, you can totally disable graphical output so that QEMU is a simple command line application. The emulated serial port is redirected on the console and muxed with the monitor (unless redirected elsewhere explicitly). // 默认qemu使用图形方式，该现象可以启用非图形方式

利用**gdb**调试

利用qemu启动编译好的内核，如下：

```
# qemu -kernel linux-3.18.6/arch/x86/boot/bzImage -s -S -append "console=ttyS0" -nographic
```

在本机另一个terminal利用gdb连接本地的gdbserver 1234端口

```
# gdb
# (gdb) file linux-3.18.6/vmlinux //load Linux符号表
Reading symbols from linux-3.18.6/vmlinux...done.
# (gdb) target remote:1234 //远程连接监听在TCP 1234的gdb server
(gdb) break start_kernel //在start_kernel函数设置断点
Breakpoint 1 at 0xc1a2f7c5: file init/main.c, line 501.
(gdb) c //continue,继续执行代码
```

在继续执行后，最终qemu的输出如下，在qemu虚拟机里运行的Linux系统能成功启动，并且最终以Kernel panic宣告结束。看到call trace打出来的是在initrd_load的时候出错，原因很简单，因为启动系统的时候只指定了bzImage，没有指定initrd文件，系统无法mount上initrd (init ram disk) 及其initramfs文件系统。

```
[    1.638076] Stack:
[    1.638076]  c18dfc10 c1ae79c0 00000000 c7859efc 00008001 c7984000 c7859f28 c1a2ffdc
[    1.638076]  c18d2efc c7859efc c7859efc ffffffa 00000000 c798413e 00000000 c7ff1080
[    1.638076]  ffffffa 6e6b6e75 2d6e776f 636f6c62 2c30286b c1002930 ffffff9c c78380b0
[    1.638076] Call Trace:
[    1.638076]  [<c1a2ffdc>] mount_block_root+0x157/0x1d1
[    1.638076]  [<c1002930>] ? do_int3+0x40/0xa0
[    1.638076]  [<c1a30149>] mount_root+0xf3/0xfb
[    1.638076]  [<c1a30369>] ? initrd_load+0x43/0x47
[    1.638076]  [<c1a30270>] prepare_namespace+0x11f/0x163
[    1.638076]  [<c1a2fd3a>] kernel_init_freeable+0x1b5/0x1c2
[    1.638076]  [<c1a2f54a>] ? initcall_blacklist+0x81/0x81
[    1.638076]  [<c173fc7b>] kernel_init+0xb/0xe0
[    1.638076]  [<c174d141>] ret_from_kernel_thread+0x21/0x30
[    1.638076]  [<c173fc70>] ? rest_init+0x60/0x60
[    1.638076] Code: f1 83 c3 64 eb c0 83 3d 8c 79 ae c1 00 74 05 e8 c7 96 91 ff c7 44 24 04 c0 79 ae
 c1 c7 04 24 10 fc 8d c1 e8 cb 05 00 00 fb 31 f6 <39> fe 7c 15 83 75 f0 01 8b 45 f0 ff 15 80 79 ae c1
 01 c6 8d be
[    1.638076] EIP: [<c1742210>] panic+0x15a/0x18c SS:ESP 0068:c7859eb8
[    1.638076] ---[ end trace c64a281bad8ab9cc ]---
```

到此为止，gdb调试Linux内核代码的基本环境已经搭建完成，可以利用断点来调试启动启动中的细节。后面将介绍如何构建initramfs文件系统，能让qemu运行的Linux系统更像"完整的系统"。

Linux公社的RSS地址：https://www.linuxidc.com/rssFeed.aspx

本文永久更新链接地址：https://www.linuxidc.com/Linux/2019-03/157823.htm

Linux VXLAN的原理和用途 Initramfs 原理和实践

相关资讯 GDB调试 GDB调试Linux内核

GDB调试指南（今 09:44）
Java虚拟机（HotSpot）GDB调试过程 (12/03/2017 11:57:18)
GDB远程调试Linux内核遇到的bug (01/19/2017 08:45:04)
GDB调试指南-启动调试 (01月24日)
使用GDB调试Python程序 (11/06/2017 22:13:26)
GDB调试命令 (01/01/2017 19:11:15)