实验名称	编译 Linux 内核		
学号	1120151811	姓名	徐恒达

一、实验目的

Linux 是一个类 Unix 计算机操作系统，由于其源代码对于公众开放，用户可以对系统进行改进，因此在科学研究和教学中被广泛使用。

本实验的主要目的是在进行内核编译的过程中熟悉 Linux 操作系统，为以后更深一步的了解 Linux 内核及进一步的修改内核打下基础。

二、实验内容

内容主要包括一些常用命令的理解与使用，Linux 内核的编译和安装，GRUB 启动项的配置等。

本文从源代码编译自己的内核，这种方法是一种对所有发行版均适用的传统方法。

三、实验环境及配置方法

处理器：Intel(R) Core(TM) i3-4020Y CPU @ 1.5GHz × 4

内存：4.0GB DDR3 1600MHz

操作系统：Ubuntu 16.04 LTS 64-bit

内核版本：4.4.6

gcc 版本：5.4.0

make 版本：4.1

四、实验方法和实验步骤

1. 下载内核源代码

使用 Linux 中的命令行下载工具 wget 到 Linux 内核的官方网站 https://www.kernel.org/下载 4.4.6 版本的内核源代码。

```
wget https://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v4.x/
linux-4.4.6.tar.gz
```

使用解压工具 tar 解压并将源代码移至/usr/src/目录下。

```
tar xzf linux-4.4.6.tar.gz
sudo cp linux-4.4.6 /usr/src/
```

2. 准备相关工具

查看系统信息。如图 1 所示。

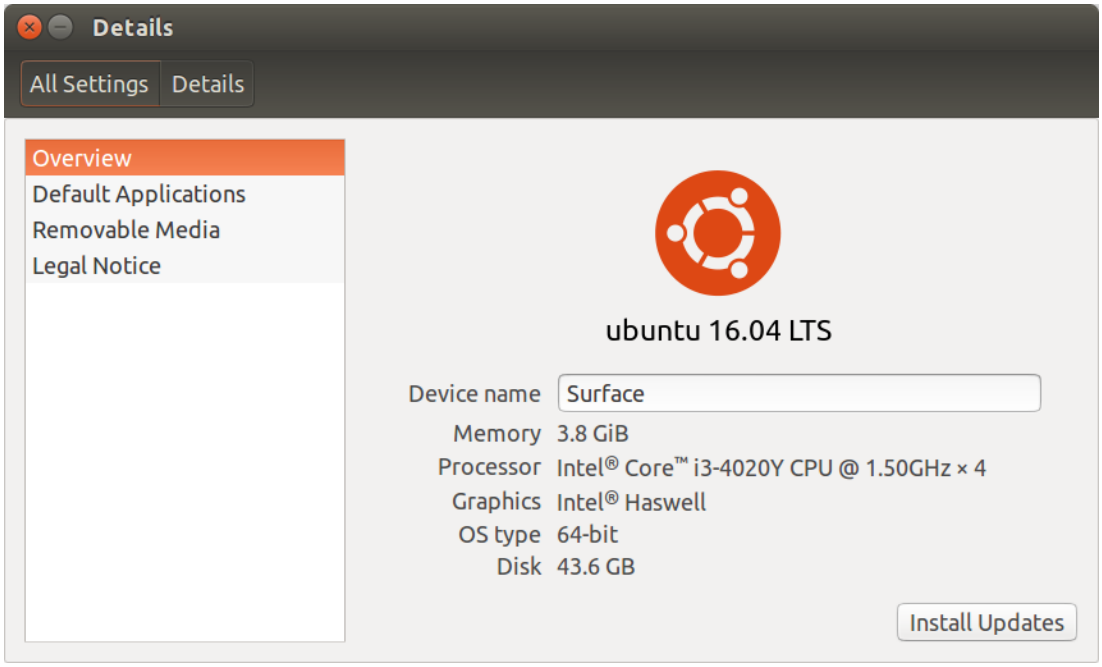

图 1 系统信息

安装内核编译配置工具 ncurses。

```
sudo apt install libncurses5-dev
```

检查 gcc 版本。如图 2 所示。

```
gcc --version
```

```
dada@Surface: ~
dada@Surface:~$ gcc --version
gcc (Ubuntu 5.4.0-6ubuntu1~16.04.9) 5.4.0 20160609
Copyright (C) 2015 Free Software Foundation, Inc.
This is free software; see the source for copying conditions.  There is N
O
warranty; not even for MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOS
E.

dada@Surface:~$
```

图 2 查看 gcc 版本

检查 make 版本。如图图 3 所示。

```
make --version
```

```
dada@Surface: ~
dada@Surface:~$ make --version
GNU Make 4.1
Built for x86_64-pc-linux-gnu
Copyright (C) 1988-2014 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.h
tml>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.
dada@Surface:~$
```

图 3 查看 make 版本

查看当前内核版本。如图 4 查看内核版本所示。

```
uname -r
uanme -v
```

```
dada@Surface: ~
dada@Surface:~$ uname -r
4.4.6-3-surface
dada@Surface:~$ uname -v
#tigerite ZEN SMP Sat Apr 30 16:23:30 UTC 2016
dada@Surface:~$
```

图 4 查看内核版本

3. 配置内核编译选项

切换到内核源代码根目录。

```
cd /usr/src/linux-4.4.6/
```

清理源代码中的目标文件和配置文件。如图 5 所示。

```
sudo make mrproper
```

```
dada@Surface: /usr/src/linux-4.4.6
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$ sudo make mrproper
  CLEAN   .
  CLEAN   arch/x86/purgatory
  CLEAN   arch/x86/tools
  CLEAN   .tmp_versions
  CLEAN   scripts/basic
  CLEAN   scripts/genksyms
  CLEAN   scripts/kconfig
  CLEAN   scripts/mod
  CLEAN   scripts/selinux/genheaders
  CLEAN   scripts/selinux/mdp
  CLEAN   scripts
  CLEAN   include/config include/generated arch/x86/include/generated
  CLEAN   .config
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$
```

图 5 清理源代码

使用 ncurses 工具配置内核编译选项。如图 6 所示。

```
sudo make menuconfig
```

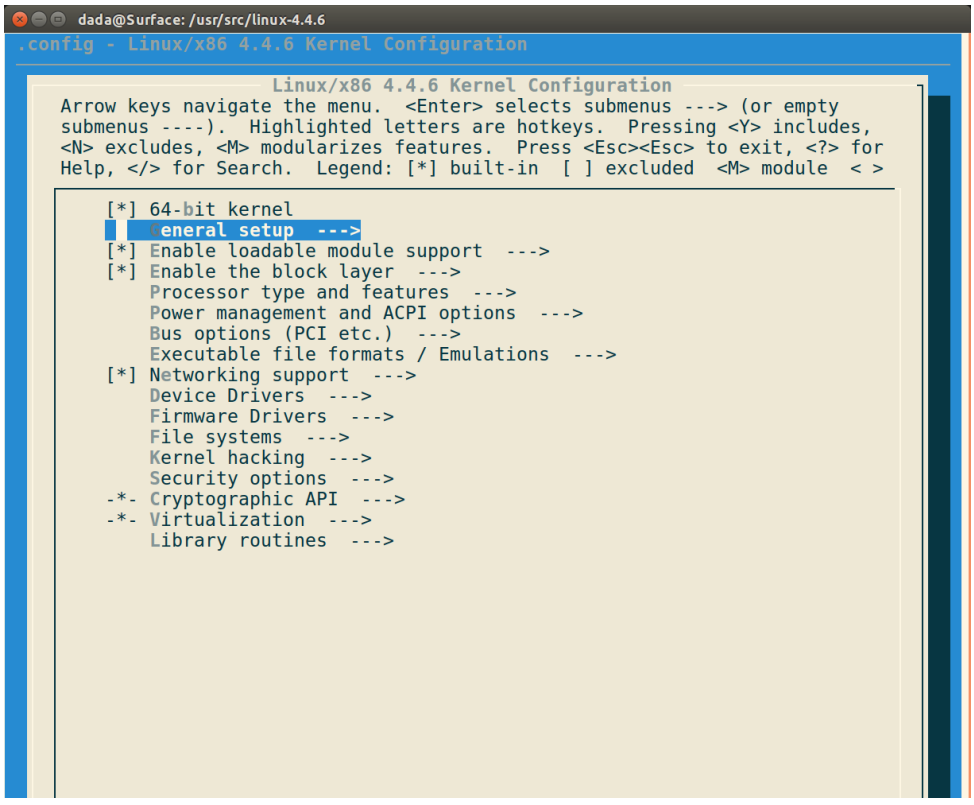

图 6 ncurses 主界面

进入 General setup 子目录，将 Local version 选项设置为自己的姓名，这样可以在内核版本号后面添加 Local version 选项中的字符串，便于识别新编译的内核。其他选项保持默认设置。保存退出。如图 7 所示。

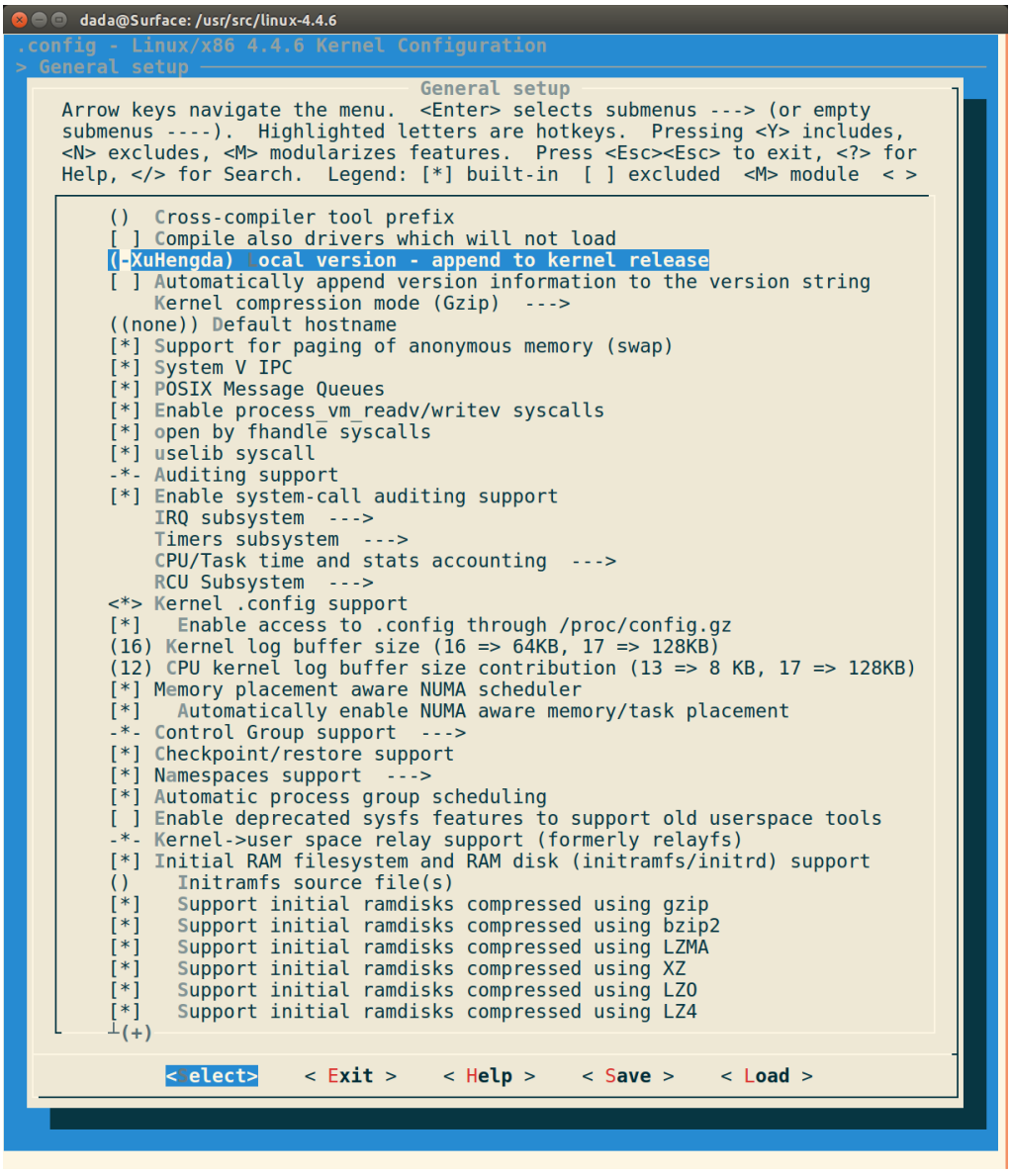

图 7 ncourses 子菜单

4. 编译内核

编译内核。如图 8 所示。

```
sudo make bzImage
```

```
dada@Surface: /usr/src/linux-4.4.6
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$ sudo make bzImage
  HOSTCC  scripts/kconfig/conf.o
  HOSTLD  scripts/kconfig/conf
scripts/kconfig/conf  --silentoldconfig Kconfig
  SYSTBL  arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/asm/syscalls_32.h
  SYSHDR  arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/asm/unistd_32_ia32.h
  SYSHDR  arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/asm/unistd_64_x32.h
  SYSTBL  arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/asm/syscalls_64.h
  HYPERCALLS arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/asm/xen-hypercalls.h
  SYSHDR  arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/uapi/asm/unistd_32.h
  SYSHDR  arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/uapi/asm/unistd_64.h
  SYSHDR  arch/x86/entry/syscalls/../../include/generated/uapi/asm/unistd_x32.h
```

图 8 编译内核

编译内核模块。如图 9 所示。

```
sudo make modules
```

```
dada@Surface: /usr/src/linux-4.4.6
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$ sudo make modules
  CHK     include/config/kernel.release
  CHK     include/generated/uapi/linux/version.h
  CHK     include/generated/utsrelease.h
  CHK     include/generated/bounds.h
  CHK     include/generated/timeconst.h
  CHK     include/generated/asm-offsets.h
  CALL    scripts/checksyscalls.sh
  CC [M]  arch/x86/crypto/aesni-intel_glue.o
  CC [M]  arch/x86/crypto/fpu.o
  AS [M]  arch/x86/crypto/aesni-intel_avx-x86_64.o
```

图 9 编译内核模块

5. 安装内核

安装内核模块。如图 10 所示。

```
sudo make modules_install
```

```
dada@Surface: /usr/src/linux-4.4.6
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$ sudo make modules_install
  INSTALL arch/x86/crypto/aes-x86_64.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/aesni-intel.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/blowfish-x86_64.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/camellia-aesni-avx-x86_64.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/camellia-aesni-avx2.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/camellia-x86_64.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/cast5-avx-x86_64.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/cast6-avx-x86_64.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/chacha20-x86_64.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/crc32-pclmul.ko
  INSTALL arch/x86/crypto/crct10dif-pclmul.ko
```

图 10 安装内核模块

安装内核。如图 11 所示。

```
sudo make install
```

```
dada@Surface: /usr/src/linux-4.4.6
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$ sudo make install
sh ./arch/x86/boot/install.sh 4.4.6-XuHengda arch/x86/boot/bzImage \
        System.map "/boot"
run-parts: executing /etc/kernel/postinst.d/apt-auto-removal 4.4.6-XuHeng
da /boot/vmlinuz-4.4.6-XuHengda
run-parts: executing /etc/kernel/postinst.d/initramfs-tools 4.4.6-XuHengd
a /boot/vmlinuz-4.4.6-XuHengda
update-initramfs: Generating /boot/initrd.img-4.4.6-XuHengda
run-parts: executing /etc/kernel/postinst.d/pm-utils 4.4.6-XuHengda /boot
/vmlinuz-4.4.6-XuHengda
run-parts: executing /etc/kernel/postinst.d/unattended-upgrades 4.4.6-XuH
engda /boot/vmlinuz-4.4.6-XuHengda
```

图 11 安装内核

6. 配置启动项

更新 grub 引导项，加入新编译的内核。如图 12 所示。

```
sudo update-grub
```

```
dada@Surface: /usr/src/linux-4.4.6
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$ sudo update-grub
Generating grub configuration file ...
Found linux image: /boot/vmlinuz-4.4.6-3-surface
Found initrd image: /boot/initrd.img-4.4.6-3-surface
Found linux image: /boot/vmlinuz-4.4.6-XuHengda
Found initrd image: /boot/initrd.img-4.4.6-XuHengda
Found linux image: /boot/vmlinuz-4.4.6-XuHengda.old
Found initrd image: /boot/initrd.img-4.4.6-XuHengda
Found linux image: /boot/vmlinuz-4.4.0-116-generic
Found initrd image: /boot/initrd.img-4.4.0-116-generic
Found linux image: /boot/vmlinuz-4.4.0-93-generic
Found initrd image: /boot/initrd.img-4.4.0-93-generic
Found linux image: /boot/vmlinuz-4.4.0-92-generic
Found initrd image: /boot/initrd.img-4.4.0-92-generic
Found Windows Boot Manager on /dev/sda2@/EFI/Microsoft/Boot/bootmgfw.efi
Adding boot menu entry for EFI firmware configuration
done
dada@Surface:/usr/src/linux-4.4.6$
```

图 12 更新 grub

至此，内核的编译安装工作全部完成。

五、实验结果和分析

重新启动计算机，在 grub 界面中可以看到新编译的内核项 kernel 4.4.6-XuHengda，选择此项启动新内核。

查看内核版本，显示确实是新编译的内核。如图 13 所示。

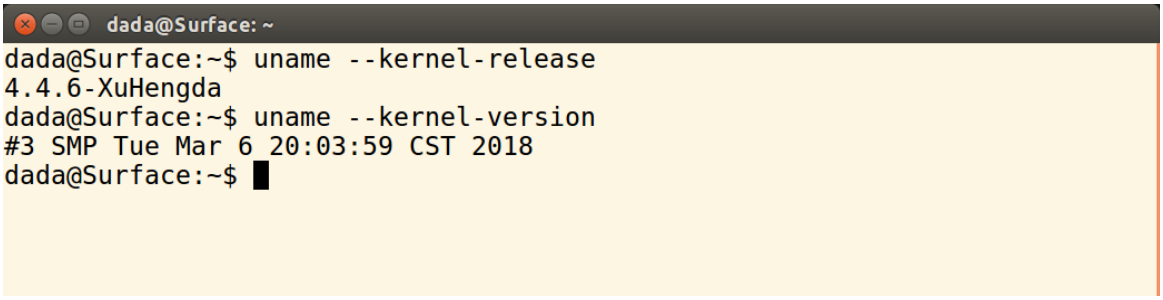

图 13 查看新内核信息

六、讨论、心得

通过本次实验，基本掌握了 Linux 的简单命令行操作、文件管理操作，着重了解了 Linux 内核的含义，并且亲手编译了内核源代码。

实验中最大的体会是，在进行命令行操作时，不能仅局限于知道依次要输入什么命令，更要知道每条命令的含义和功能，每个参数的意义，这样才能对编译安装过程有深入的理解，而不是仅仅做了一个操作员。同时，了解每条命令的具体含义，更有利于在编译中遇到问题时更快地定位和解决问题，而不是一味地只知道删除重来或者重新安装。