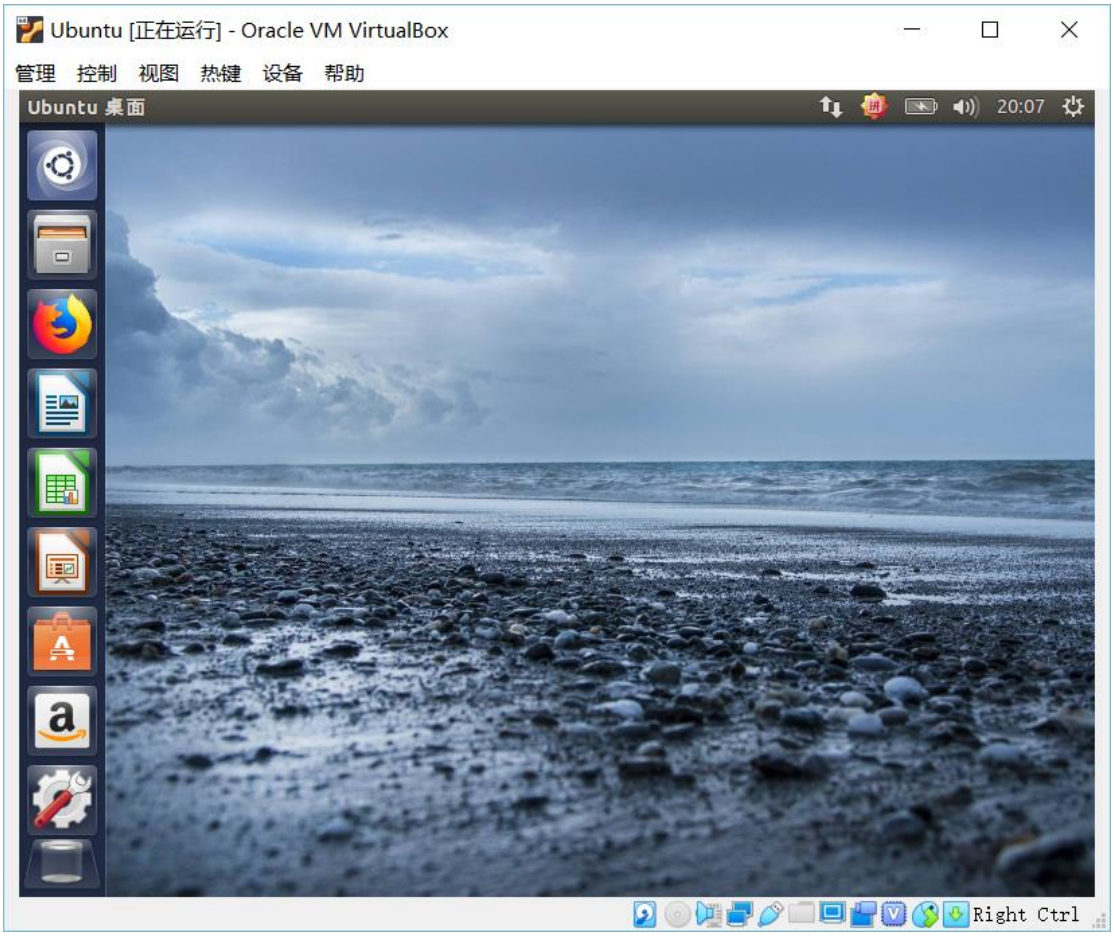
一、安装和配置 Linux 虚拟机

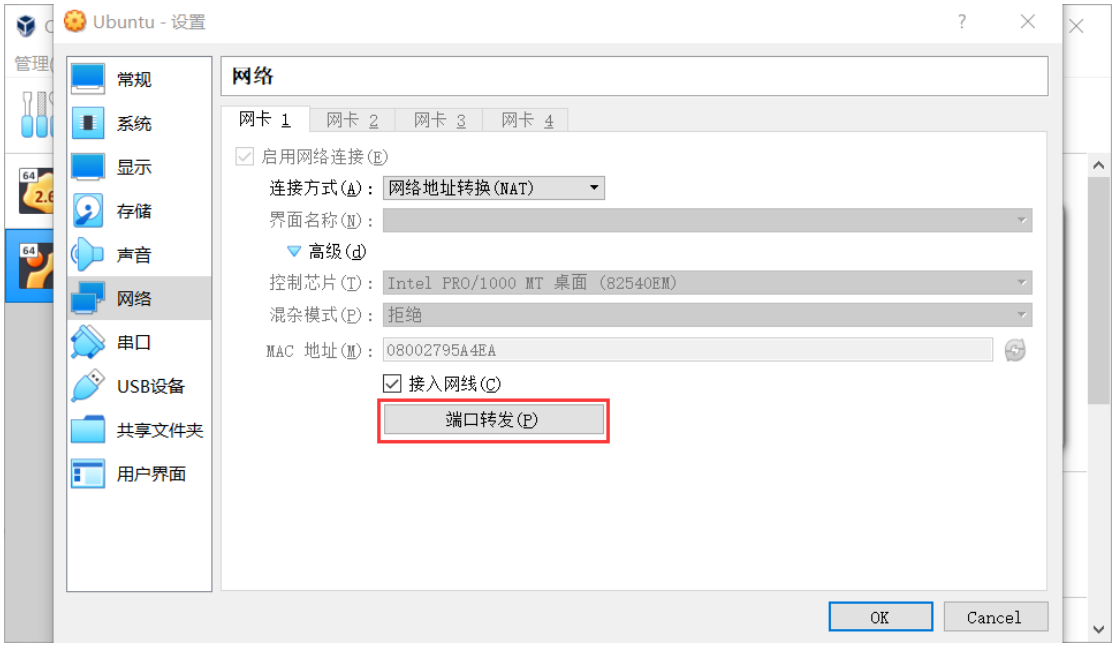
虚拟机安装比较简单，推荐使用 Ubuntu 镜像文件（下载地址），界面比较 Friendly。

安装完成后的样子：

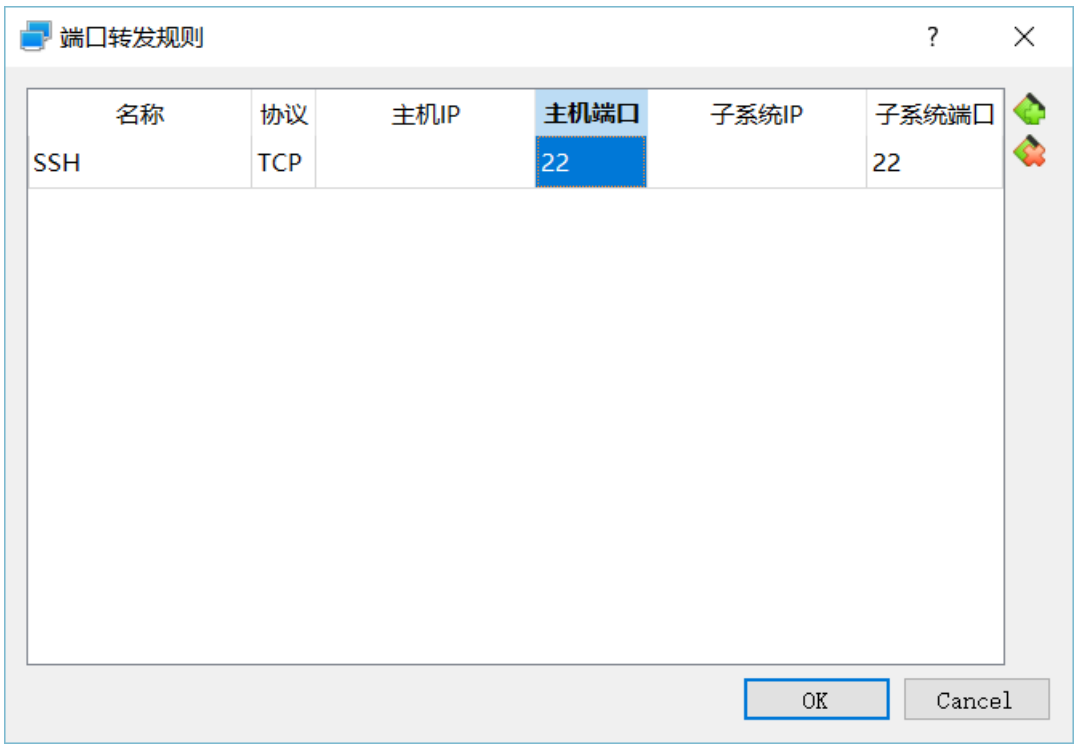


二、设置本地和虚拟机的 SSH 连接

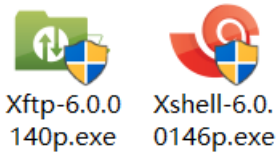
2.1 设置虚拟机的网络：



端口就默认为 22，不用改了



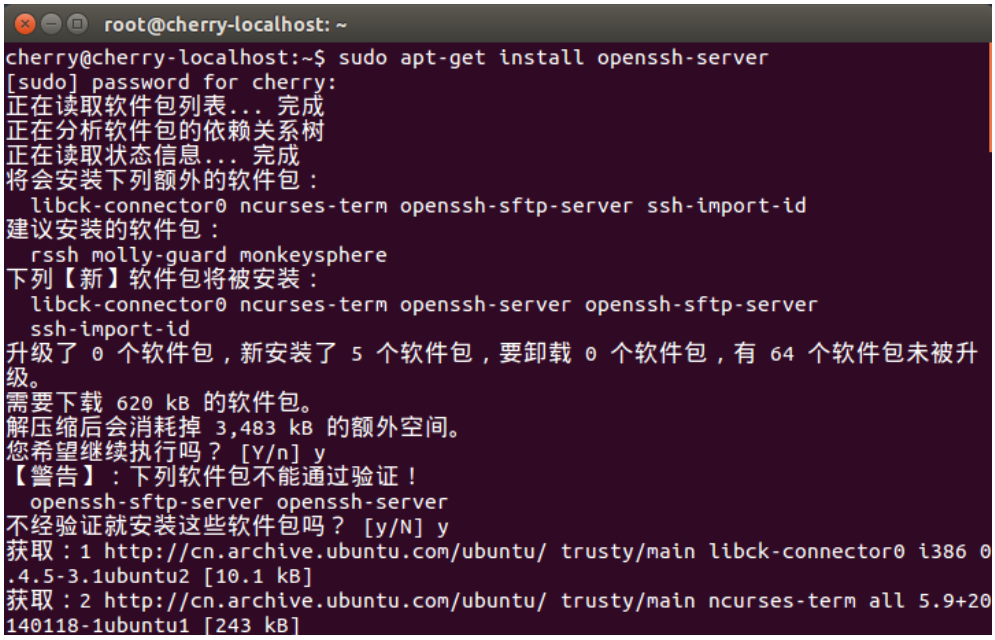
然后启动 XShell，一个终端模拟软件，功能非常强大，和 Xftp 配套使用。

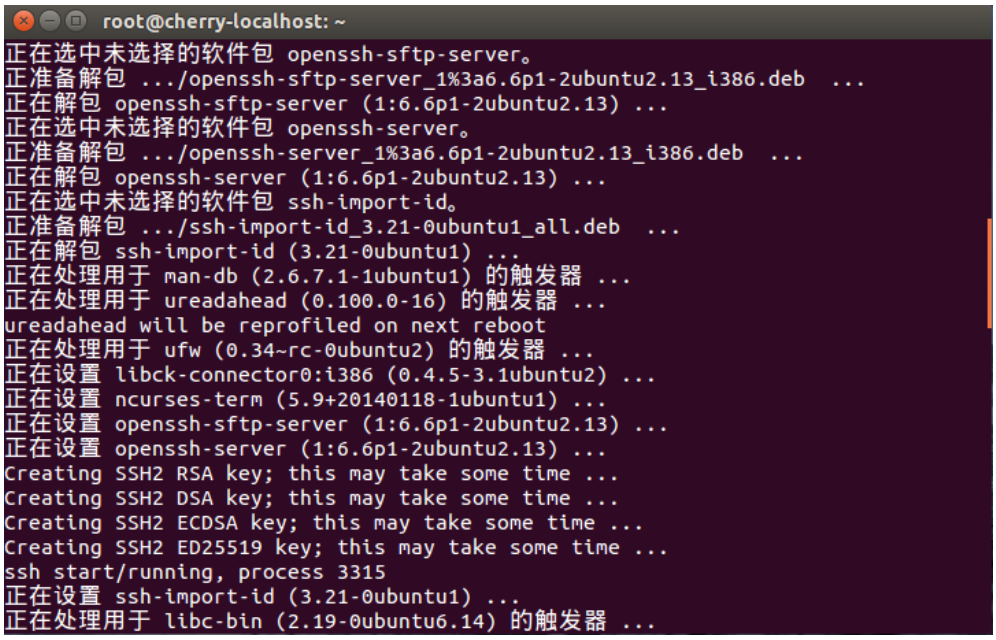


，XShell 用来连接和交互，Xftp 用来传输文件。

接着拟机中打开终端（快捷键为 Ctrl+Alt+T），输入"sudo apt-get update"

然后输入当前账户的用户名的密码（就是让你用 root 账户登录）.





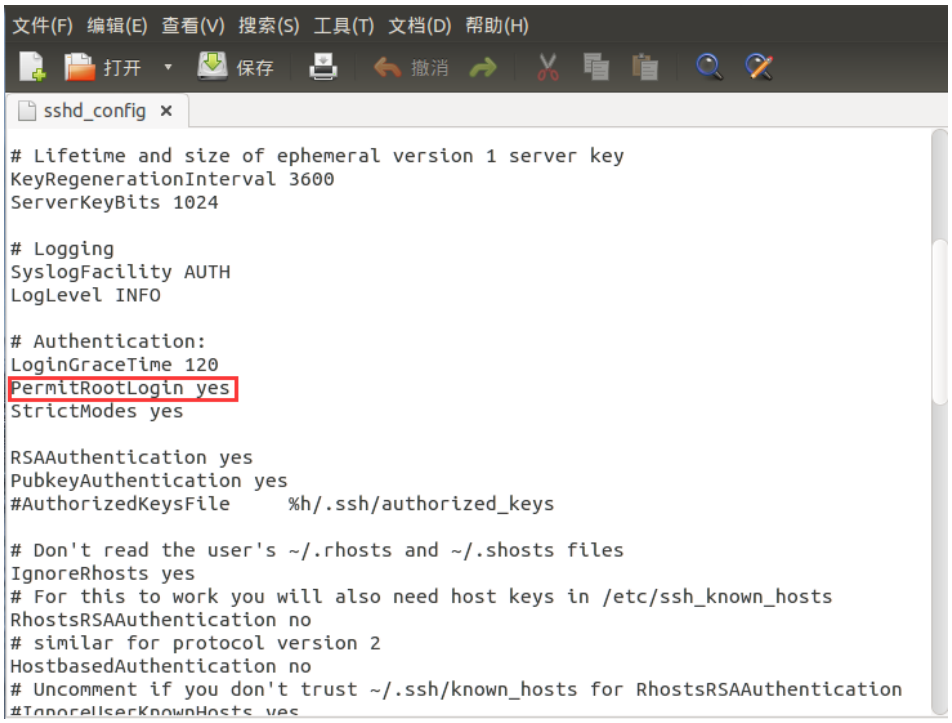
2.2 安装和设置 SSH 服务

在 "终端窗口" 输入 "sudo apt-get install openssh-server"，然后输入 y，安装完成。

在 "终端窗口" 输入 "service ssh status" 观察 ssh 是否启动。如下状态说明已经启动：或者：打开"终端窗口"，输入 "sudo ps -e | grep ssh" --> 回车 --> 有 sshd，说明 ssh 服务已经启动，如果没有启动，输入 "sudo service ssh start" --> 回车 --> ssh 服务就会启动

2.3 修改 SSH 设置

打开"终端窗口"，输入"sudo gedit /etc/ssh/sshd_config"-->回车-->把配置文件中的找到#PasswordAuthentication no 的注释#去掉，并且将 NO 修改为 YES->找到#PermitRootLogin prohibit-password 修改为 PermitRootLogin yes 保存，修改成功。即修改为如下状态：



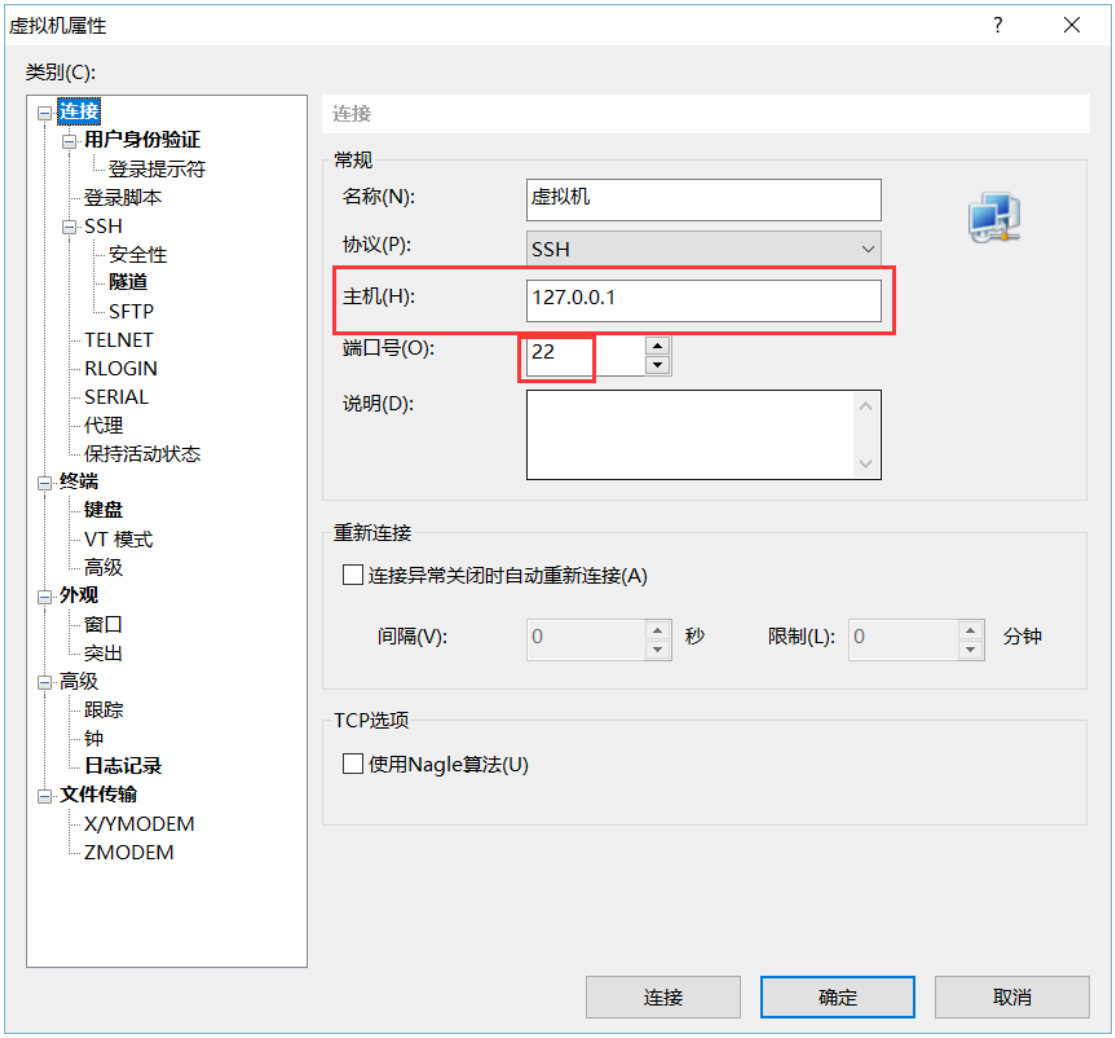
```
sshd_config ×
# For this to work you will also need host keys in /etc/ssh_known_hosts
RhostsRSAAuthentication no
# similar for protocol version 2
HostbasedAuthentication no
# Uncomment if you don't trust ~/.ssh/known_hosts for RhostsRSAAuthentication
#IgnoreUserKnownHosts yes

# To enable empty passwords, change to yes (NOT RECOMMENDED)
PermitEmptyPasswords no

# Change to yes to enable challenge-response passwords (beware issues with
# some PAM modules and threads)
ChallengeResponseAuthentication no

# Change to no to disable tunnelled clear text passwords
PasswordAuthentication yes

# Kerberos options
#KerberosAuthentication no
#KerberosGetAFSToken no
#KerberosOrLocalPasswd yes
#KerberosTicketCleanup yes

# GSSAPI options
#GSSAPIAuthentication no
```

保存后退出，然后输入 **service ssh restart** 重启服务，这样就设置成功了。

2.4 设置 SSH 连接

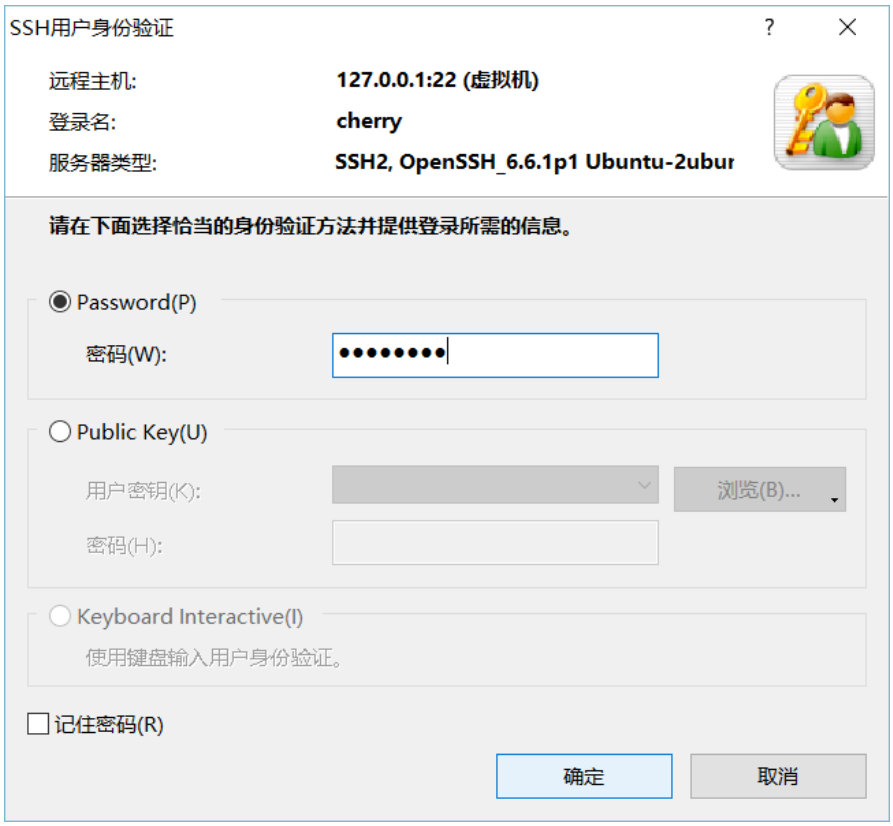
打开 **XShell**，新建会话，在虚拟机中输入 **ifconfig** 查看 **IP**，然后在主机名中输入 **IP** 和端口号：

```
root@cherry-localhost: ~
root@cherry-localhost:~# sudo gedit /etc/ssh/sshd_config

(gedit:3665): IBUS-WARNING **: The owner of /home/cherry/.config/ibus/bus is not
 root!
root@cherry-localhost:~# ifconfig
eth0      Link encap:以太网  硬件地址 08:00:27:95:a4:ea
          inet 地址:10.0.2.15  广播:10.0.2.255  掩码:255.255.255.0
          inet6 地址: fe80::a00:27ff:fe95:a4ea/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  跃点数:1
          接收数据包:874 错误:0 丢弃:0 过载:0 帧数:0
          发送数据包:550 错误:0 丢弃:0 过载:0 载波:0
          碰撞:0 发送队列长度:1000
          接收字节:680389 (680.3 KB)  发送字节:61312 (61.3 KB)

lo        Link encap:本地环回
          inet 地址:127.0.0.1  掩码:255.0.0.0
          inet6 地址: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  跃点数:1
          接收数据包:330 错误:0 丢弃:0 过载:0 帧数:0
          发送数据包:330 错误:0 丢弃:0 过载:0 载波:0
          碰撞:0 发送队列长度:1
          接收字节:25246 (25.2 KB)  发送字节:25246 (25.2 KB)

root@cherry-localhost:~#
```



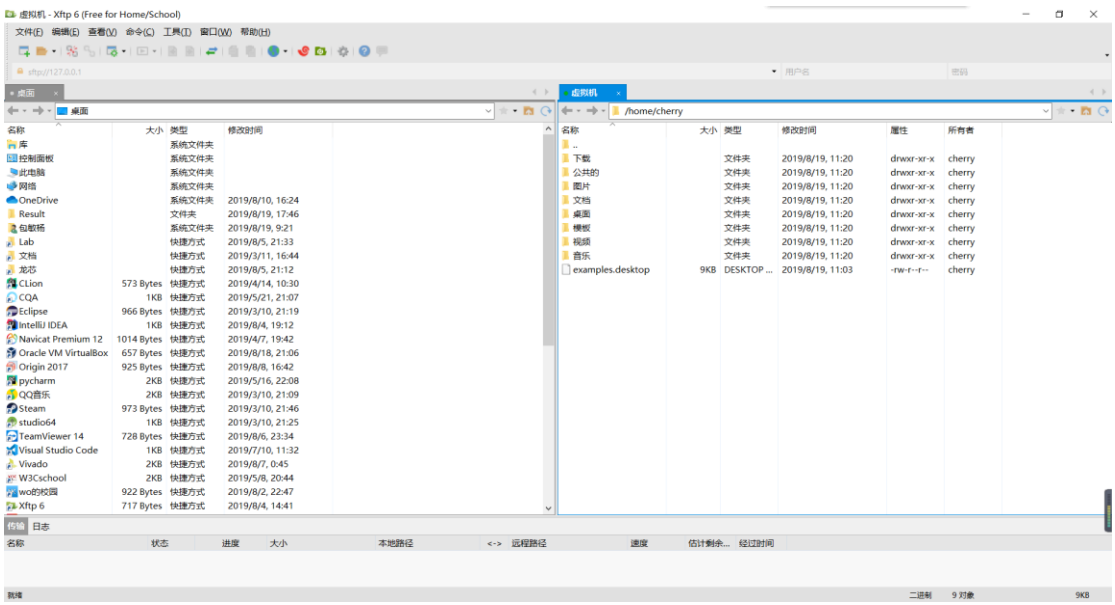
点击确定，输入虚拟机的用户名和密码，连接成功。


SSH安全警告
未知主机密钥
127.0.0.1 (端口: 22)的主机密钥未在本地主机密钥数据库中注册。可以保存主机密钥以验证此主机以供将来连接。
主机密钥指纹:
MD5:90:a8:9c:1d:d1:1f:b4:03:2a:6b:78:a2:1a:7a:22:94
SHA256:WF2bMAnHQ13OC7LAR3qBQbtOv/XkTVfyvqWvsse4zTo
+---[RSA 2048]----+
| ..... |
| +.o.. |
| . + 0.o. |
| o * . ... |
|o O .   S |
|.E |
|+ |
|=.. |
|+o |
+------[MD5]------+
+---[RSA 2048]----+
| .+*Bo... |
| ..*+=.= |
| * =.+ o |
| o = o . . |
| . S .   o .|
| o .   o.|
| . . .o. =|
| oE*o=o|
| . +BB+=|
+----[SHA256]-----+
接受此主机密钥吗?
一次性接受(O)
接受并保存(S)
取消


SSH用户身份验证
远程主机:
127.0.0.1:22 (虚拟机)
登录名:
cherry
服务器类型:
SSH2, OpenSSH_6.6.1p1 Ubuntu-2ubur
请在下面选择恰当的身份验证方法并提供登录所需的信息。
Password(P)
密码(W):
Public Key(U)
用户密钥(K):
浏览(B)...
密码(H):
Keyboard Interactive(I)
使用键盘输入用户身份验证。
记住密码(R)
确定
取消

```
Connecting to 127.0.0.1:22...
Connection established.
To escape to local shell, press 'Ctrl+Alt+]'.

Welcome to Ubuntu 14.04.6 LTS (GNU/Linux 4.4.0-142-generic i686)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com/
New release '16.04.6 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.


The programs included with the Ubuntu system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by
applicable law.

cherry@cherry-localhost:~$
```

同理，连接完成的 Xftp 如图所示：



如果发生传送失败，记得在虚拟机中修改文件夹权限

在终端键入：sudo chmod 777 /opt

其中 chmod 777 表示文件的 r,w,x（读、写、执行权限），如果给予全部三个权限，这三个值便全是 1，那么 111 用十进制表示就是 7。

设置完之后应该就可以正常传送文件了。

三、GNU 工具链的安装

使用的是龙芯公司的 gcc-4.3-ls232.tar.gz，

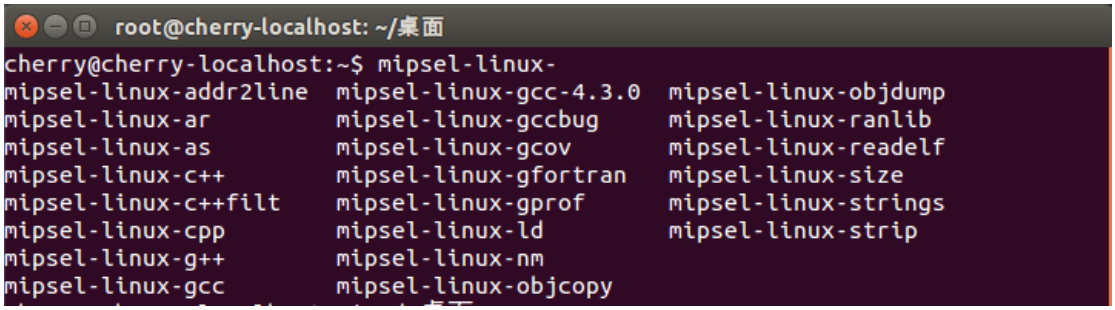
下载地址：（http://ftp.loongnix.org/toolchain/gcc/release/gcc-4.3-ls232.tar.gz）

我们开始配置 gcc

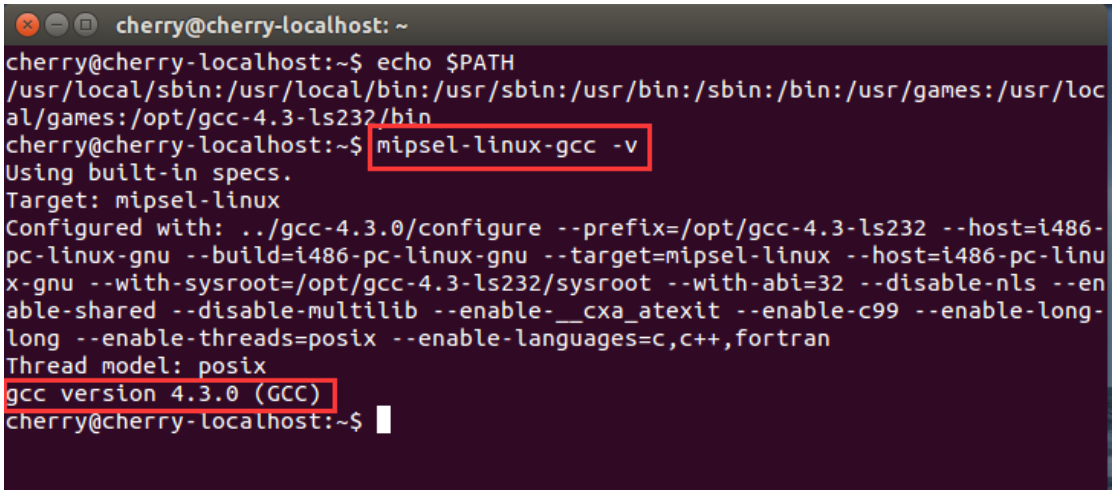
进入模拟器/opt 文件夹，在终端输入 tar -zxvf gcc-4.3-ls232.tar.gz，压缩完成。在 home 目录下查看隐藏文件 .bashrc ，在文件最后一行加上

export PATH="$PATH:password/opt/gcc-4.3-ls232/bin"

再次在终端输入：mipsel-linux-，并按两次 TAB，如图，表示系统路径设置正确



再次键入：mipsel-linux-gcc -v，如图：表示 GCC 工具链安装完成



至此，一些基本的准备工作就完成了，但是在此过程中会因为不熟悉 Linux 系统而导致一系列问题，在此总结一下。

四、在此过程中遇到的问题及解释

4.1 关于解压缩命令

tar

-c：建立压缩档案

-x：解压

-t：查看内容

-r：向压缩归档文件末尾追加文件

-u：更新原压缩包中的文件

这五个是独立的命令，压缩解压都要用到其中一个，可以和别的命令连用但只能用其中一个。下面的参数是根据需要在压缩或解压档案时可选的。

-z：有 gzip 属性的

-j：有 bz2 属性的

-Z：有 compress 属性的

-v：显示所有过程

-O：将文件解开到标准输出

下面的参数-f 是必须的

-f: 使用档案名字，切记，这个参数是最后一个参数，后面只能接档案名。

tar -cf all.tar *.jpg

这条命令是将所有.jpg 的文件打成一个名为 all.tar 的包。-c 是表示产生新的包，-f 指定包的文件名。

tar -rf all.tar *.gif

这条命令是将所有.gif 的文件增加到 all.tar 的包里面去。-r 是表示增加文件的意思。

tar -uf all.tar logo.gif

这条命令是更新原来 tar 包 all.tar 中 logo.gif 文件，-u 是表示更新文件的意思。

tar -tf all.tar

这条命令是列出 all.tar 包中所有文件，-t 是列出文件的意思

tar -xf all.tar

这条命令是解出 all.tar 包中所有文件，-t 是解开的意思

压缩

tar -cvf jpg.tar *.jpg //将目录里所有 jpg 文件打包成 tar.jpg

tar -czf jpg.tar.gz *.jpg　//将目录里所有 jpg 文件打包成 jpg.tar 后，并且将其用 gzip 压缩，生成一个 gzip 压缩过的包，命名为 jpg.tar.gz

tar -cjf jpg.tar.bz2 *.jpg //将目录里所有 jpg 文件打包成 jpg.tar 后，并且将其用 bzip2 压缩，生成一个 bzip2 压缩过的包，命名为 jpg.tar.bz2

tar -cZf jpg.tar.Z *.jpg　//将目录里所有 jpg 文件打包成 jpg.tar 后，并且将其用 compress 压缩，生成一个 umcompress 压缩过的包，命名为 jpg.tar.Z

rar a jpg.rar *.jpg //rar 格式的压缩，需要先下载 rar for linux

zip jpg.zip *.jpg //zip 格式的压缩，需要先下载 zip for linux

解压

tar -xvf file.tar //解压 tar 包

tar -xzvf file.tar.gz //解压 tar.gz

tar -xjvf file.tar.bz2 //解压 tar.bz2

tar -xZvf file.tar.Z //解压 tar.Z

unrar e file.rar //解压 rar

unzip file.zip //解压 zip

总结

1、*.tar 用 tar -xvf 解压

2、*.gz 用 gzip -d 或者 gunzip 解压

3、*.tar.gz 和*.tgz 用 tar -xzf 解压

4、*.bz2 用 bzip2 -d 或者用 bunzip2 解压

5、*.tar.bz2 用 tar -xjf 解压

6、*.Z 用 uncompress 解压

7、*.tar.Z 用 tar -xZf 解压

8、*.rar 用 unrar e 解压

9、*.zip 用 unzip 解压

参考：（https://www.cnblogs.com/rickzhai/p/6432240.html）

要注意压缩包是 tar 类型还是 gz 类型

4.2 关于环境变量

类似于 Windows 下的环境变量，本质含义就是让系统运行一个程序时，不仅仅要在当前目录下面寻找，还要到 PATH 指定的路径下寻找，此操作实际简化了程序执行的复杂度，提高了效率。

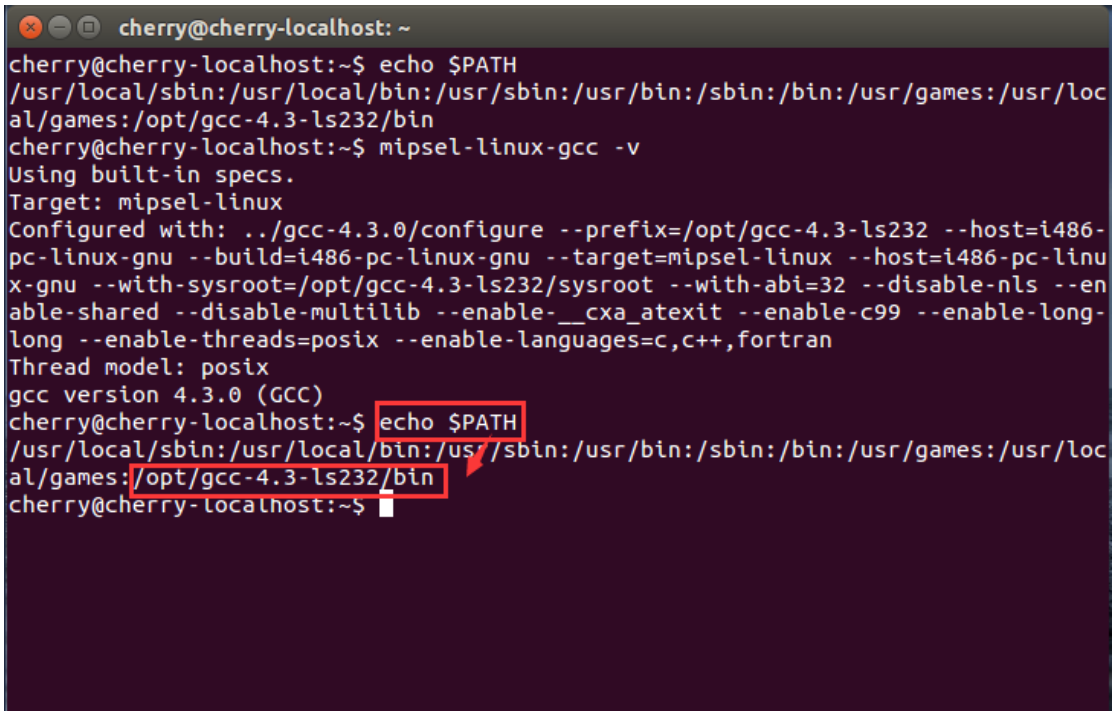
以上面的 GCC 路径为例，我们写入的 PATH 路径为：

export PATH="$PATH:/opt/gcc-4.3-ls232/bin"

什么意思？可以把 PATH 看成一个字符串，用“/”、“:”、“$”等符号进行划分，系统根据划分的字符串寻找目标地址。

因为 PATH 是一个字符串，用“$PATH”表示引用这个字符串，就是表示 PATH 所指的内容；“:”是 Linux 中分隔符，相当于 Windows 中的“;”，因此该语句表示在原有的 PATH 路径下再加上/opt/gcc-4.3-ls232/bin 路径，我们在终端中检验一下：

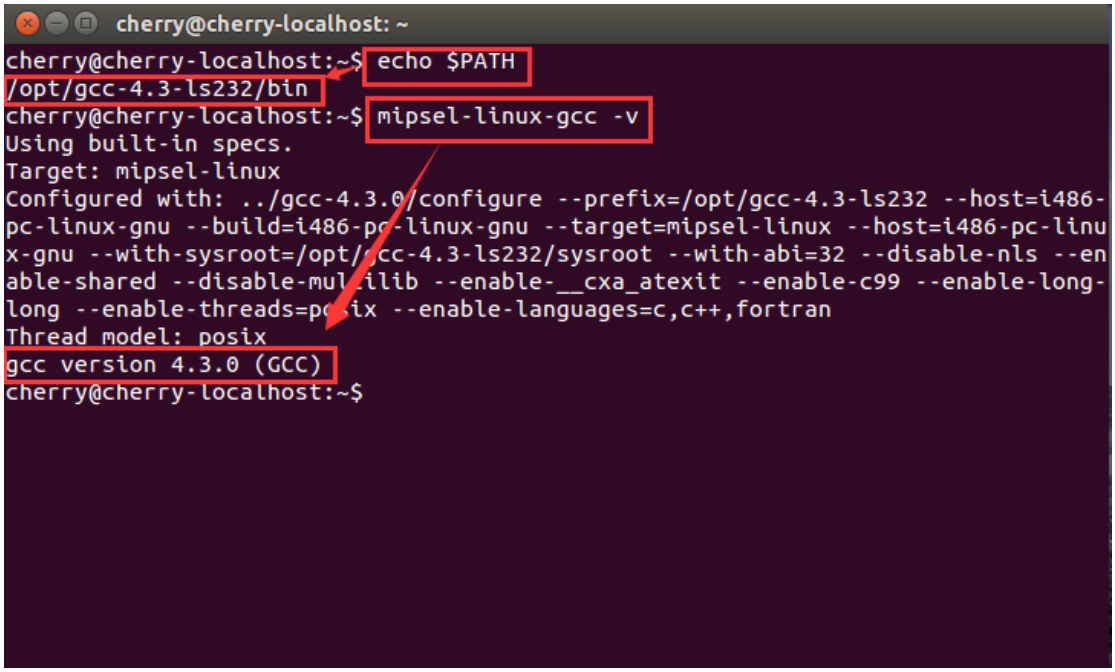
输入 echo $PATH，结果如图：（echo 是回显命令，是常见的脚本命令）



实际上，若要仅仅配置 GCC，不需要加上之前的 PATH 路径，因此只要这样写即可：

```
export PATH="/opt/gcc-4.3-ls232/bin"
```

我们在终端中再次输入 echo $PATH，结果证明是正确的，gcc 安装无误：

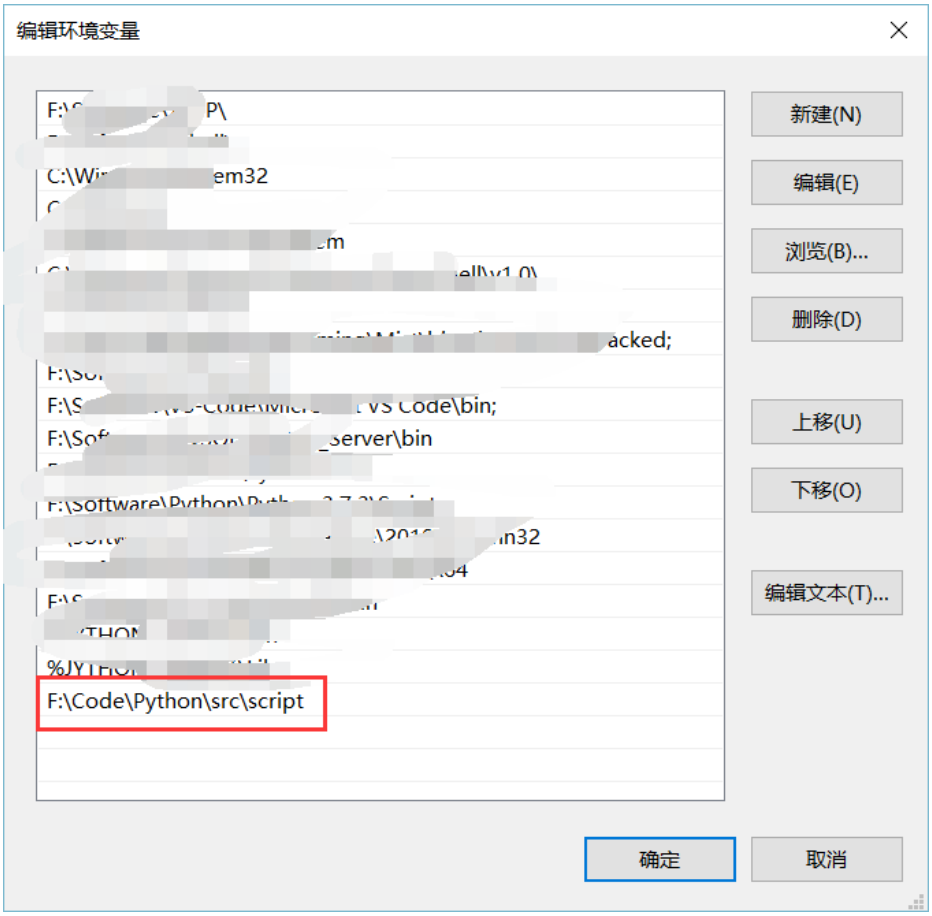


PATH 环境变量的用处还有很多，比如有人喜欢通过命令行来执行程序，然后就不用进入文件夹执行了，其实利用 PATH 路径也是非常简单的，我在 Windows 环境下简单演示一遍：

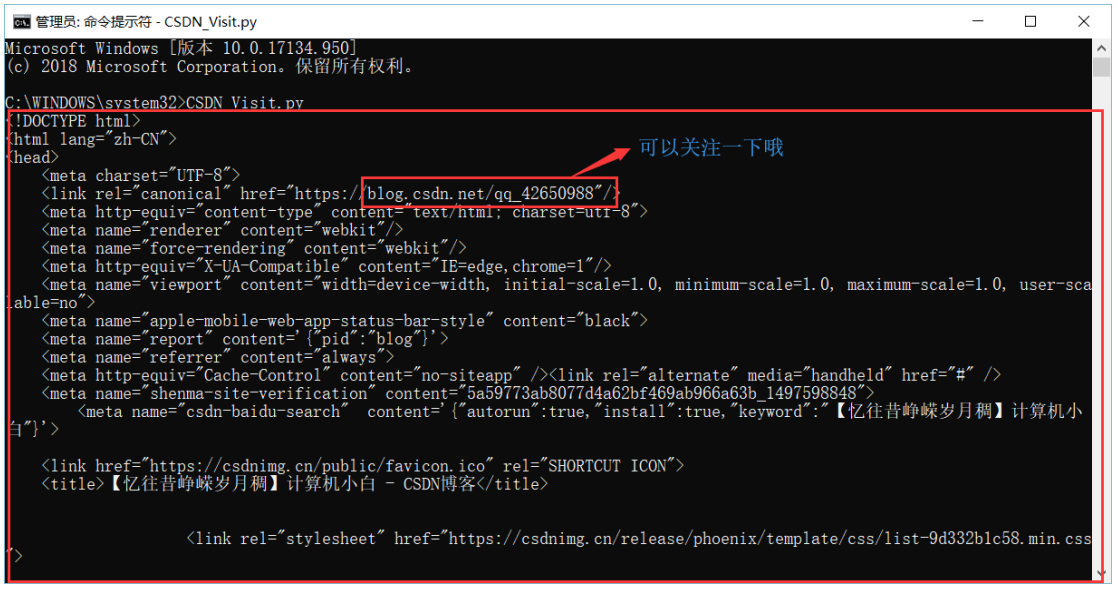
若我想运行 CSDN_Visit.py（一个 python 脚本文件），在命令行里输入 CSDN_Visit.py

显然没有用，这时我把该文件放到 F 盘 F:\Code\Python\src\script 目录下：

在系统变量中加入 F:\Code\Python\src\script



然后再次启动 cmd，输入 CSDN_Visit.py 我们看到脚本已经成功执行



五、编译汇编指令

5.1 编译

我们先编写一组汇编指令，命名为 inst_rom.S

然后我们在终端中输入指令:

```
mipsel-linux-as -mips32 inst_rom.S -o inst_rom.o
```

表示用 as 工具将 inst_rom.S 文件编译成 inst_rom.o 文件

再输入：

```
mipsel-linux-ld -T ram.ld inst_rom.o -o inst_ram.om
```

表示将 inst_rom.o 文件链接成 inst_rom.om 文件

再输入：

```
mipsel-linux-objcopy -O binary inst_rom.om inst_ram.bin
```

根据.om 文件得到了 bin 文件

再输入：

```
mipsel-linux-objdump -D inst_rom.om > inst_ram.asm
```

对汇编指令进行反汇编，得到与机器指令对应的二进制字

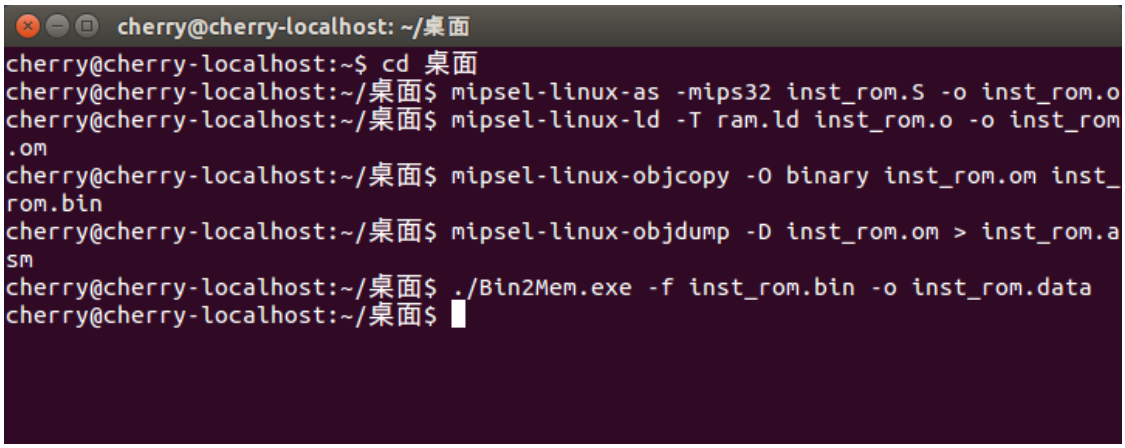
最后将 Bin2MEM.exe 拷贝到与 inst_rom 系列文件相同的目录下，执行

./Bin2Mem.exe -f inst_rom.bin -o inst_rom.data

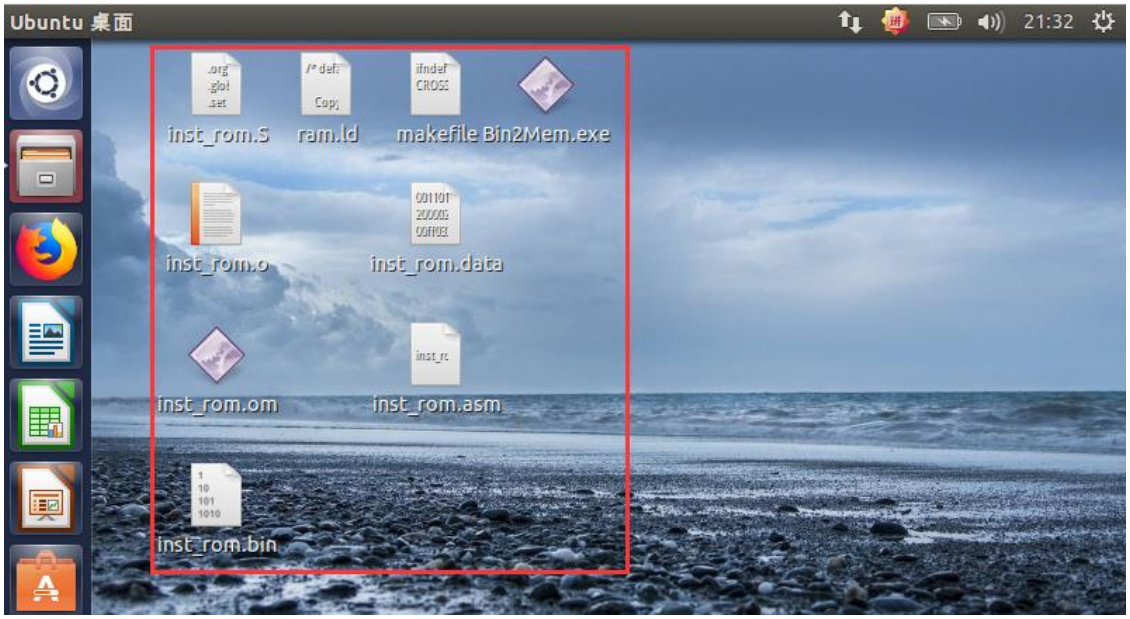
第一次执行应该需要修改 Bin2Mem.exe 文件的权限，输入：

Chmod 777 Bin2Mem.exe

最终转化为与 Vivado 程序中读入的文件类型（.data），执行结果如图：



生成的文件：



我们打开 inst_rom.data 文件查看：

```
cherry@cherry-localhost: ~/桌面
cherry@cherry-localhost:~$ cd 桌面
cherry@cherry-localhost:~/桌面$ mipsel-linux-as -mips32 inst_rom.S -o inst_rom.o
cherry@cherry-localhost:~/桌面$ mipsel-linux-ld -T ram.ld inst_rom.o -o inst_rom
.om
cherry@cherry-localhost:~/桌面$ mipsel-linux-objcopy -O binary inst_rom.om inst_
rom.bin
cherry@cherry-localhost:~/桌面$ mipsel-linux-objdump -D inst_rom.om > inst_rom.a
sm
cherry@cherry-localhost:~/桌面$ ./Bin2Mem.exe -f inst_rom.bin -o inst_rom.data
cherry@cherry-localhost:~/桌面$ cat inst_rom.data
00110134
20000234
00ff0334
ffff0434
1e000000
00000000
00000000
00000000
00000000
00000000
cherry@cherry-localhost:~/桌面$
```

这便是我们一开始那几条汇编指令的机器指令。

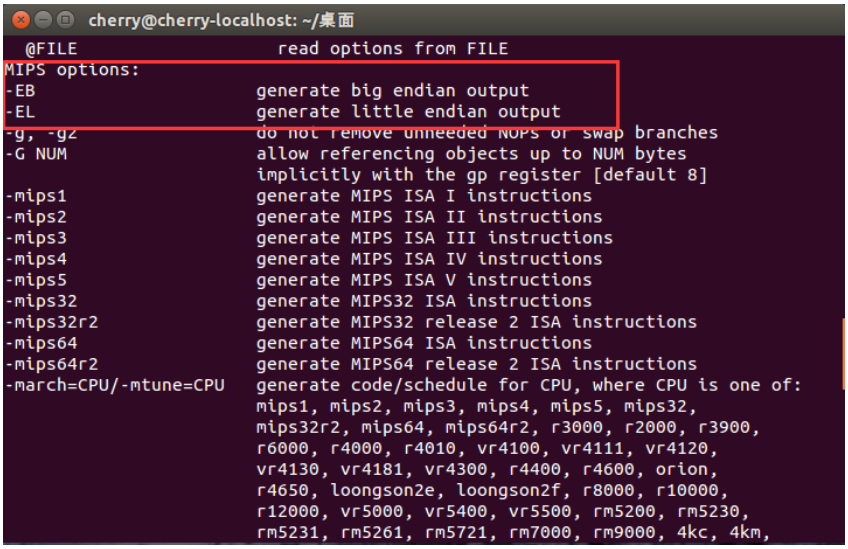
5.2 大小端地址

大端（存储）模式：是指一个数据的低位字节序的内容放在高地址处，高位字节序存的内容放在低地址处。

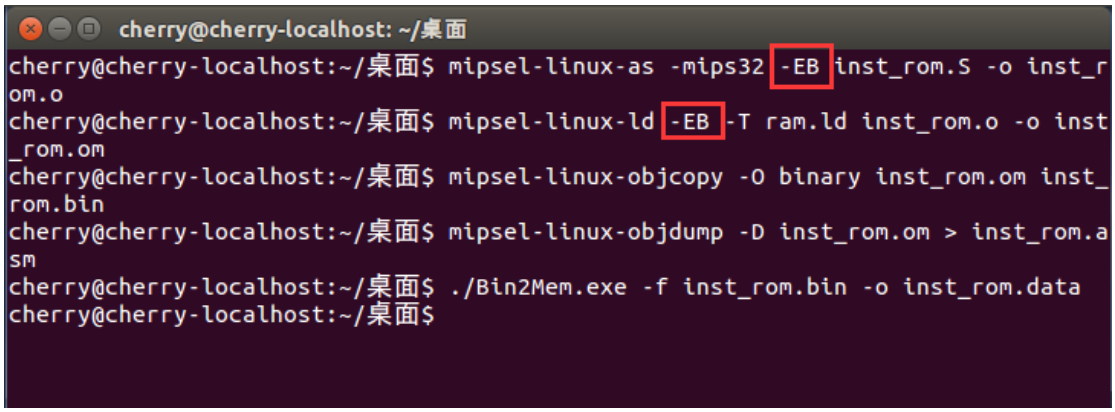
小端（存储）模式：是指一个数据的低位字节序内容存放在低地址处，高位字节序的内容存放在高地址处。（可以总结为“小小小”即低位、低地址、小端）

在上述的例子中，我们发现原来的机器指令 34011100 变成了 00110134，高位数据放在了地址的高位，是小端存储，这样看上去不是很方便，我们可以修改编译指令改变最终编译的结果，输入 mipsel-linux-as -help 查看帮助

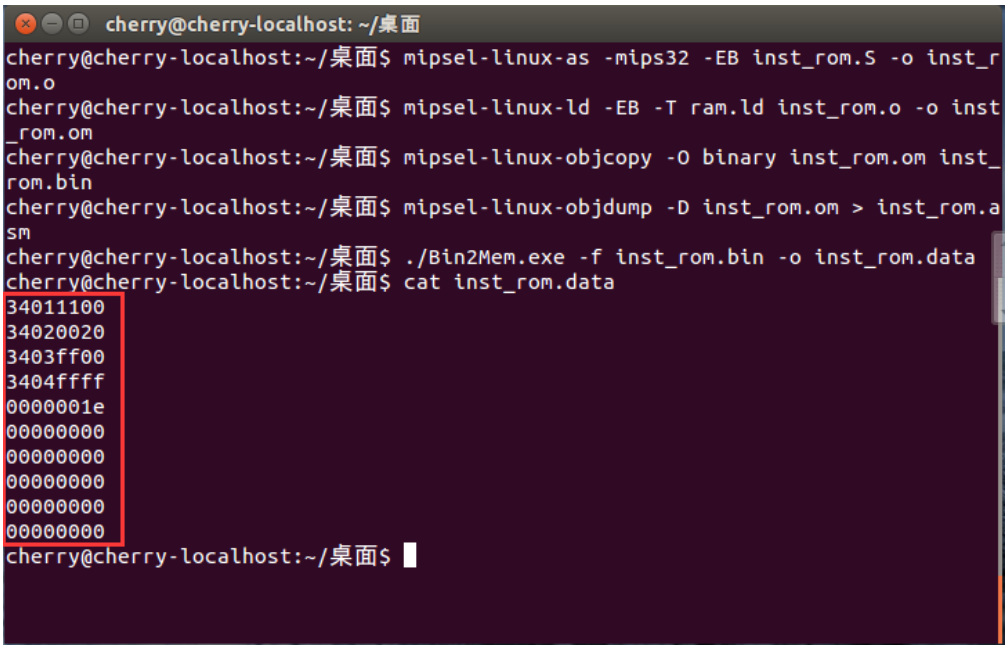
```
cherry@cherry-localhost: ~/桌面
cherry@cherry-localhost:~/桌面$ mipsel-linux-as -help
Usage: mipsel-linux-as [option...] [asmfile...]
Options:
  -a[sub-option...]       turn on listings
                          Sub-options [default hls]:
                          c      omit false conditionals
                          d      omit debugging directives
                          g      include general info
                          h      include high-level source
                          l      include assembly
                          m      include macro expansions
                          n      omit forms processing
                          s      include symbols
                          =FILE  list to FILE (must be last sub-option)
  --alternate             initially turn on alternate macro syntax
  -D                      produce assembler debugging messages
  --debug-prefix-map OLD=NEW  Map OLD to NEW in debug information
  --defsym SYM=VAL        define symbol SYM to given value
  --em=[mipslelf | mipsbelf | mipself]
                          emulate output (default mipslelf)
  --execstack             require executable stack for this object
  --noexecstack           don't require executable stack for this object
  -f                      skip whitespace and comment preprocessing
  -g --gen-debug          generate debugging information
```



我们修改指令：



查看 inst_rom.data 文件：



已经修改为大端模式了。

5.3 Make 工具

每次都输入四个（加上.asm 一共五个）指令显得很麻烦，我们可以编写一个脚本来自动执行命令。

Make 的工作原理

当我们只输入 make 命令的工作流程是：

1. make 会在当前目录下找名字叫“Makefile”或“makefile”的文件；

2. 如果找到，它会找文件中的第一个目标文件（target），在上面的例子中，他会找到“inst_rom.data”这个文件，并把这个文件作为最终的目标文件；

3. 如果 inst_rom.data 文件不存在，或是.data 所依赖的后面的 .om 文件的文件修改时间要比.data 这个文件新，那么 make 会执行下面定义的命令来生成.data 文件；

4. 如果.data 所依赖的.om 文件也存在，那么 make 会在当前文件中找目标为.om 文件的依赖性，如果找到再根据命令生成.om 文件（这是一个递归的过程）；

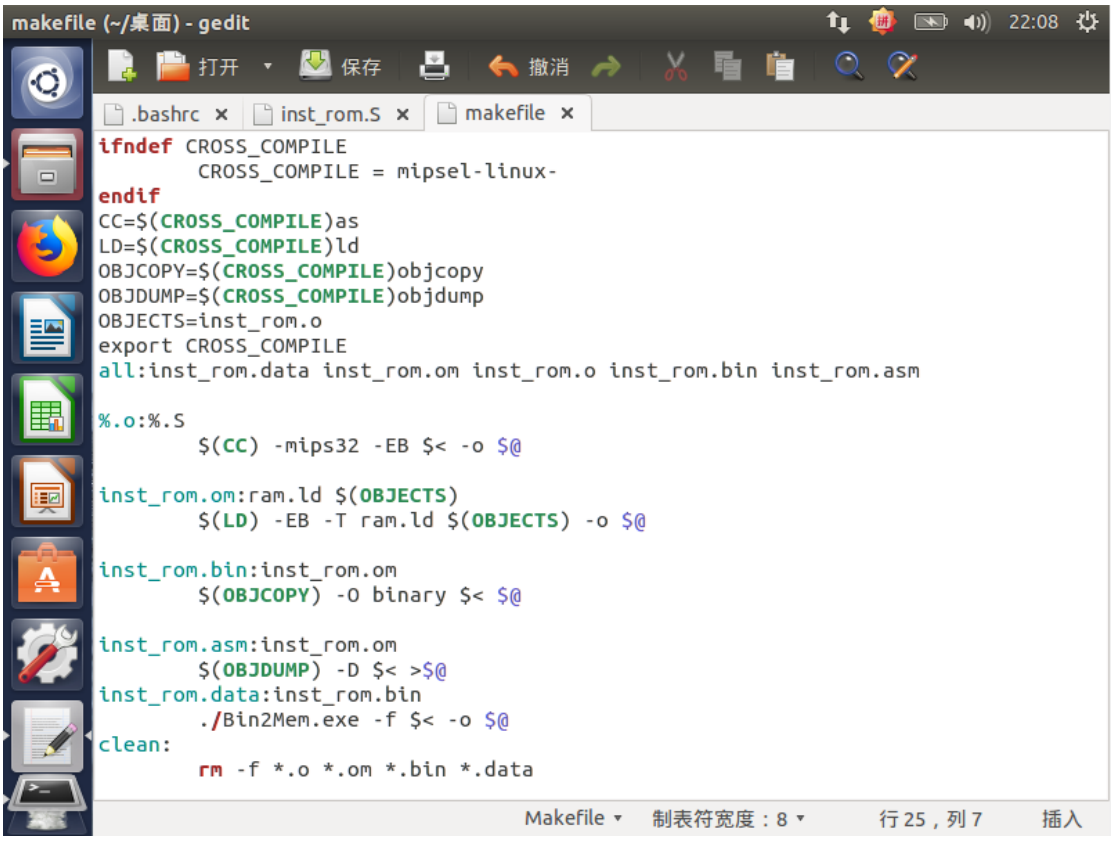
如果在找寻的过程中，出现了被依赖的文件找不到的错误，那么 make 就会直接退出，并报错。

如果在一条依赖链中，比如：A 依赖 B，B 依赖 C，C 依赖 D。那么当 D 更新后，make 发现 D 比 C 新则会重新构建 C，以此类推，最终 A 也会被更新。

简单的说，makefile 带来的好处就是——自动化编译，只要一个 make 命令，所有工程和文件自动编译，类似于 Shell 的.sh 和 cmd 的.bat

我们编写如下代码：

```
ifndef CROSS_COMPILE
    CROSS_COMPILE = mipsel-linux-
endif
CC = $(CROSS_COMPILE)as
LD = $(CROSS_COMPILE)ld

OBJCOPY = $(CROSS_COMPILE)objcopy
OBJDUMP = $(CROSS_COMPILE)objdump

OBJECTS = inst_rom.o
export CROSS_COMPILE
all:inst_rom.data inst_rom.om inst_rom.o inst_rom.bin inst_rom.asm

%.o:%.S
    $(CC) -mips32 -EB $< -o $@

inst_rom.om:ram.ld $(OBJECTS)
    $(LD) -EB -T ram.ld $(OBJECTS) -o $@

inst_rom.bin:inst_rom.om
    $(OBJCOPY) -O binary $< $@

inst_rom.asm:inst_rom.om
    $(OBJDUMP) -D $< >$@

inst_rom.data:inst_rom.bin
    ./Bin2Mem.exe -f $< -o $@

clean:
    rm -f *.o *.om *.bin *.data
```



其中 **$<** 表示第一个依赖文件的名称

$@ 表示目标的完整名称

至此，我们用 gcc 编译汇编指令生成机器码的过程就做完了。

六、附录

6.1 ram.ld 代码

```
MEMORY
       {
       ram(RW)    : ORIGIN = 0x00000000, LENGTH = 0x00001000
       }
SECTIONS
{
      /*
      For some reason the linker script can't see the _reset_vector symbol
      (even if we declare it global), so we explicitly set it. */
    .text :
       {
       *(.text)
       } > ram

       .data :
       {
       *(.data)
       } > ram
       .bss :
       {
       *(.bss)
       } > ram
       .stack  ALIGN(0x10) (NOLOAD):
       {
       *(.stack)
       _ram_end = .;
       } > ram
}
ENTRY (_start)
```

6.2 Bin2Mem.c 代码

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

char *option_invalid  = NULL;
char *option_file_in  = NULL;
char *option_file_out = NULL;

FILE *file_in_descriptor  = NULL;
FILE *file_out_descriptor = NULL;

void exception_handler(int code) {
    switch (code) {
        case 0:
            break;
        case 10001:
            printf("Error (10001): No option recognized.\n");
            printf("Please specify at least one valid option.\n");
            break;
        case 10002:
            printf("Error (10002): Invalid option: %s\n", option_invalid);
            break;
        case 10003:
            printf("Error (10003): No input Binary file specified.\n");
            break;
        case 10004:
            printf("Error    (10004):    Cannot    open    file:    %s\n",
option_file_in);
            break;
        case 10005:
            printf("Error    (10005):    Cannot    create    file:    %s\n",
option_file_out);
            break;
        default:
            break;
    }

    if (file_in_descriptor  != NULL) {
        fclose(file_in_descriptor);
    }
    if (file_out_descriptor != NULL) {
        fclose(file_out_descriptor);
    }
```

```
    exit(0);
}

int main(int argc, char **argv) {

    int i=0,j=0;
    unsigned char temp1,temp2,temp3,temp4;
    unsigned int option_flag = 0;

    while (argc > 0) {
        if (**argv == '-') {
            (*argv) ++;
            switch (**argv) {
                case 'f':
                    option_flag |= 0x4;
                    argv ++;
                    option_file_in = *argv;
                    argc --;
                    break;
                case 'o':
                    option_flag |= 0x8;
                    argv ++;
                    option_file_out = *argv;
                    argc --;
                    break;
                default:
                    option_flag |= 0x1;
                    (*argv) --;
                    option_invalid = *argv;
                    break;
            }
        }
        argv ++;
        argc --;
    }


    file_in_descriptor = fopen(option_file_in, "rb");
    if (file_in_descriptor == NULL) {
        exception_handler(10004);
    }

    file_out_descriptor = fopen(option_file_out, "w");
    if (file_out_descriptor == NULL) {
```

```
        exception_handler(10005);
    }



    while (!feof(file_in_descriptor)) {

            fscanf(file_in_descriptor, "%c", &temp1);
            fscanf(file_in_descriptor, "%c", &temp2);
            fscanf(file_in_descriptor, "%c", &temp3);
            fscanf(file_in_descriptor, "%c", &temp4);

            if(!feof(file_in_descriptor))
            {
             fprintf(file_out_descriptor, "%02x", temp1);
             fprintf(file_out_descriptor, "%02x", temp2);
             fprintf(file_out_descriptor, "%02x", temp3);
             fprintf(file_out_descriptor, "%02x", temp4);
             fprintf(file_out_descriptor, "\n");
            }



    }

    exception_handler(0);
    return 0;
}
```