操作系统 LAB1

# 如何启动一个 OS

Report

姓名：肖丹妮

学号：201220199

邮箱：3165372798@qq.com

目录

# 一、 Exercises

## exercise1：


反汇编 Scrt1.o，如猜想所说，main 在.text 段中偏移量为 0x20 的位置，也就是 Scrt1.o 里的_start 函数会跳转到 main 函数。

## exercise2

指令为[f000:fff0]　　0xffff0: ljmp　$0xf000,$0xe05b

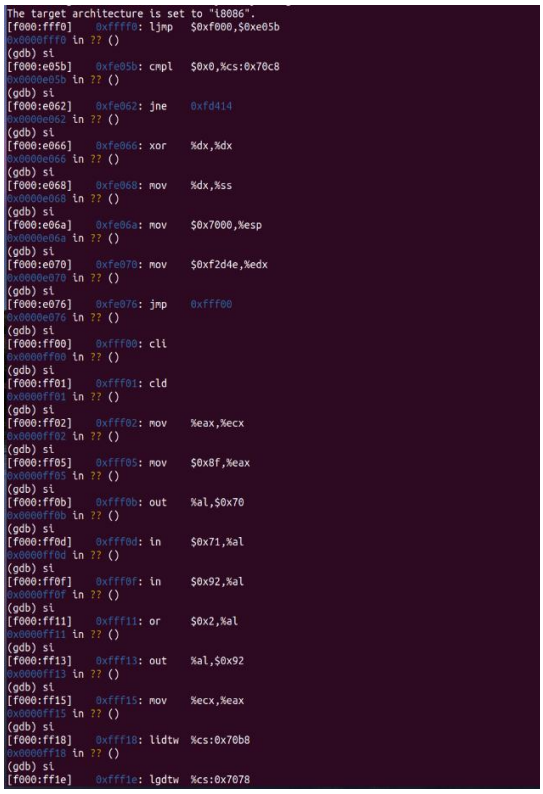
a) 电脑开机第一条指令的地址是 0xffff0,位于 BIOS ROM 区域；
b) 电脑启动时 CS 寄存器的值是 0xf000，IP 寄存器的值是 0xfff0;
c) 第一条指令是 ljmp，将 CS 寄存器的值设为 0xf000，IP 寄存器的值设为 0xe05b。电脑的 BIOS 的物理地址范围固定设计为 0x000f0000-0x000fffff，处理器复位的时候将 CS:EIP 的值设为上述第一条指令的地址，开机之后 CPU 执行第一条指令，就可以保证 BIOS 获得机器的控制权。

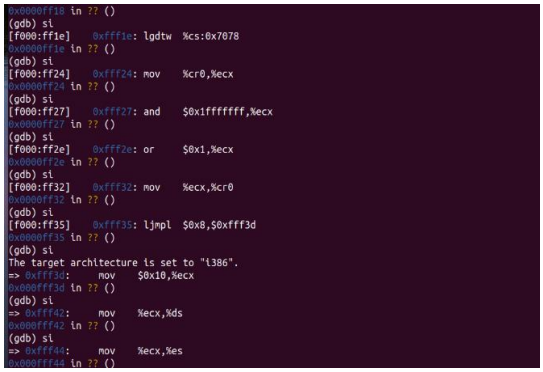
## exercise3


a) make qemu-nox-gdb：
利用 QEMU 模拟 80386 平台，Debug 自制的操作系统镜像 os.img，选项-nographic 保证不弹窗，选项-s 在 TCP 的 1234 端口运行一个 gdbserver，选项-S 使得 QEMU 启动时不运行 80386 的 CPU。
b) make gdb：
启动 gdb，选项-n 不执行.gdbinit 中的任何命令，选项-x 从.gdbinit 中读取 gdb 命令。

## exercise4

看见了开机从 f000:fff0H 开始执行，长跳转到 f000:e05b 执行以及后面一系列 BIOS 的执行内容，如下图所示：




## exercise5

a) 硬件识别异常和中断源的方式称为向量中断方式，在这种方式下，异常和中断处理程序的首地址称为中断向量，所有中断向量存放在一个表中，这个表就是中断向量表。每个异常和中断都被设定一个中断类型号，中断向量存放的位置与对应的中断类型号相关，故可以根据类型号快速找到对应的处理程序。

b) 定义一个长度为 13 的字符串 message： "Hello, World!\n\0"，将字符串的长度和首地址压栈，然后调用 displayStr 函数，displayStr 函数传递相关参数如重复输出字符的次数等，利用 int $0x10 指令打印字符串。

## exercise6

段的大小与偏移地址的长度有关，在 8086 中，偏移地址用 16 位的二进制数表示，范围为 0x0000~0xffff，共有 $2^{16}$ 种取值，在内存中可占 $2^{16}$ 个单元，即 64KB，故段的大小最大为 64KB。

## exercise7

不可以，因为 mbr.elf 不满足大小为 512 字节且 512 字节的最后两个字节为 0x55 和 0xaa 的条件。

## exercise8

a) 第一条指令：-m 是模拟仿真链接器，elf_i386 使得输出为 elf 的目标格式，i386 是目标平台，-e start 是指定 start 作为程序执行的起始点，-Ttext 0x7c00 是指定 elf 文件第一个字节的地址为 0x7c00，-o mbr.elf 指定输出文件的名称为 mbr.elf。

b) 第二条指令：-S 是不将 mbr.elf 文件中的重定位信息和符号信息拷贝到输出文件中去，-j .text 是只将.text 段拷贝到输出文件，-O binary 指定输出文件格式为二进制文件。

## exercise9

a) genboot.pl 在检查文件是否大于 510 字节，如果是，输出“ERROR: boot block too large: $n bytes (max 510)\n”，如果不是，输出"OK: boot block is $n bytes (max 510)\n"，并且在文件后面填充 510-n 个字节的 0，末尾还剩 512-n-(510-n)=2 个字节填上 0x55 和 0xaa。

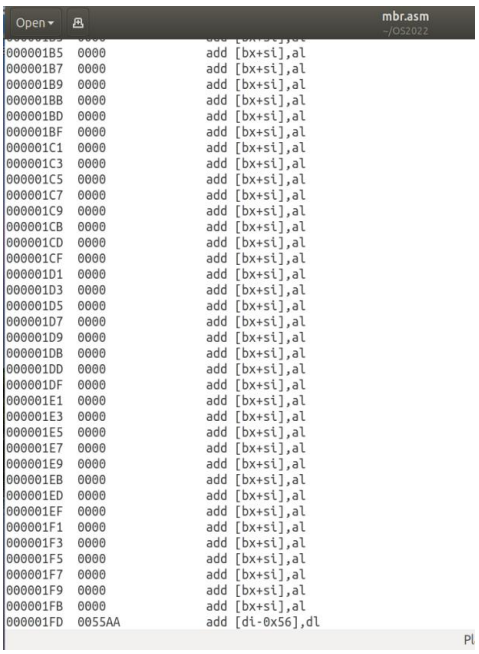
b) 这样做是为了使文件大小正好为 512 字节且文件最后两字节是起标识作用的魔数。

## exercise10

使用 nasm 工具反汇编 mbr.bin 得到 mbr.asm

```
oslab@oslab-VirtualBox:~/OS2022$ ndisasm mbr.bin > mbr.asm
```

mbr.asm 部分内容如下所示，说明 mbr.bin 与 mbr.elf 相比，多了 0x41~0x1FC 字节的 0 以及最后两字节的 0x55 和 0xaa，mbr.bin 整个文件的大小是 512 字节。

## exercise11

下面是 start.s 的指令

```
    # 长跳转切换到保护模式
    data32 ljmp $0x08, $start32

movw $0x10, %ax # setting data segment selector
movw %ax, %ds
movw %ax, %es
movw %ax, %fs
movw %ax, %ss
movw $0x18, %ax # setting graphics data segment selector
movw %ax, %gs
movl $0x8000, %eax # setting esp
movl %eax, %esp
```

由 ljmp 的第一个操作数可知，代码段选择子是 0x08;
0x08>>>3=1 故 GDT 第二个描述符对应 cs；
由 movw $0x10, %ax 以及 movw %ax, %ds 可知，数据段选择子是 0x10；
0x10>>>3=2 故 GDT 第三个描述符对应 ds；
由 movw $0x18, %ax 以及 movw %ax, %gs 可知，图像段选择子是 0x18。
0x18>>>3=3 故 GDT 第四个描述符对应 gs；
所以三个段描述符按照 cs，ds，gs 的顺序排列。

## exercise12

定义一个内容为"Hello, World!\n\0"的字符串 message，将长度 13 和地址压栈，传递给 displayStr 函数，displayStr 获得参数，将图像段的有效地址存进 edi，将 ah 设为 0x0c 即字符的属性为 0x0c，然后通过循环重复操作：将当前字符的 ASCII 编码存进 al，利用 movw %ax, %gs:(%edi)指令将字符写到对应的内存地址，从而实现显示 helloworld。

## exercise13

将 bootloader 里的 bootloader.bin 和 app 里的 app.bin 合并生成 os.img。

## exercise14

不可以。因为 bootloader 开始的地址是 0x7c00，且 bootloader 占 512 字节，故 0x7c00~0x7dff 都应该是 bootloader 的内容，若将 app 读到 0x7c20，将会破坏 bootloader 的内容。

## exercise15

1) CPU 执行地址为 0x0ffff0 第一条指令 ljmp，长跳转到 BIOS；
2) BIOS 进行开机自检，完成 POST 过程和自举过程，然后将主引导扇区 MBR 的 512 字节内容加载到地址为 0x7c00 的地方，并检查最后两个字节是否为魔数 0x55 和 0xaa；
3) CPU 跳转到 CS:IP=0x0000:0x7c00 执行加载程序 bootloader。bootloader 开启保

护模式，将 OS 的代码和数据从磁盘加载到内存，然后跳转到 OS 的起始地址，将控制权交给 OS。

# 二、 Tasks

## task1

1) 把 cr0 的低位设置为 1：
利用 eax 寄存器，先将 cr0 存入 eax，然后让 eax 的内容和 1 相或，即可使 eax 最低位置是 1，再将 eax 存回 cr0。

```
# TODO: 把cr0的最低位设置为1
movl %cr0, %eax
orl $0x1, %eax
movl %eax, %cr0
```

2) 填写 GDT：
Limit：代码段、数据段、图像段的 limit 都是 0xfffff；
Base：代码段和数据段的 base 都是 0,由实验手册知图像段的 base 为 0xb800；
Type：数据段和图像段的 type 都是 0x2，代码段的 type 是 0x0a。

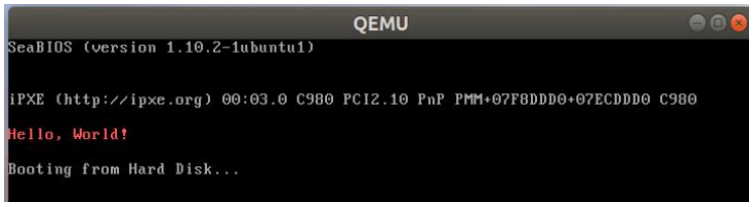
3) 显示 helloworld：
参照 app.s 里的方式。

```
        # TODO：编写输出函数，输出"Hello World"  (Hint:参考app.s！！！)
        pushl $13
        pushl $message
        calll displayStr
loop:
        jmp loop

message:
        .string "Hello, World!\n\0"

displayStr:
        movl 4(%esp), %ebx
        movl 8(%esp), %ecx
        movl $((80*5+0)*2), %edi
        movb $0x0c, %ah
nextChar:
        movb (%ebx), %al
        movw %ax, %gs:(%edi)
        addl $2, %edi
        incl %ebx
        loopnz nextChar # loopnz decrease ecx by 1
        ret
```

make clean 后再执行 make，得到 os.img，然后 make qemu 就可以显示字符串。




## task2

1) 将 cr0 的低位设为 1 以及填写 GDT 的思路与 task1 一样，利用 jmp 指令跳转到

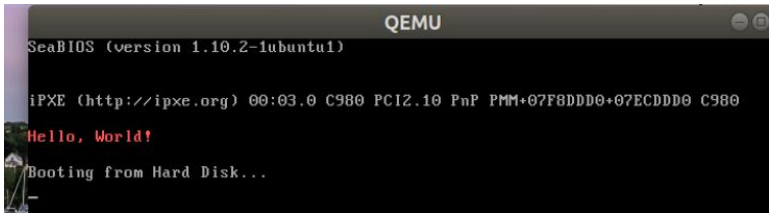
bootMain 执行。

```
# TODO：跳转到jmp
jmp bootMain
```

2) 填写 bootMain 函数：
首先调用 readSect 函数将 app 的从磁盘读出，读到物理地址为 0x8c00 的地方；
再用内联汇编跳转到 0x8c00 执行。如下图

```
void bootMain(void) {
        readSect((void *)0x8c00, 1);
        __asm__ __volatile__("jmp 0x8c00");
}
```

最后 make qemu 就可以看到下图所示的内容




# 三、 Challenge

做法：第一种方法，用 C 语言代替 genboot.pl 文件，生成符合符合 mbr 格式的 mbr.bin。
如何实现：用 fopen()打开 mbr.bin 文件，fread()获得文件的字节数 n，if-else 语句判断字节数是否大于 512，如果大于则退出，否则用 fwrite()在文件末尾追加 510-n 个 0 以及最后两字节的 0x55 和 0xAA。
最终结果为