

实验 2 第 1 部分

- 实验 2 第 1 部分
 - 个人信息
 - 实验名称
 - 实验目的
 - 实验要求
 - 实验环境
 - 实验过程
 - 修改命令提示符
 - 查看 lab1 中的 Makefile
 - 详细解释 Makefile 代码
 - 1. 设置变量
 - 2. 调整 GCC 参数
 - 3. 调整 qemu 参数
 - 4. 选择编译器和设置编译时的参数
 - 5. 其他相关命令
 - 6. 设置函数
 - 7. kernel
 - 8. 创建 bootblock
 - 9. 创建 sign 相关的工具
 - 10. 创建镜像文件
 - 11. 脚本命令相关
 - 使用 make 之后，查看打印的信息
 - 一个被系统认为是符合规范的磁盘主引导扇区的特征是什么？
 - 使用 qemu 执行并调试 lab1 中的软件
 - 从 CPU 加电后执行第一条指令开始，单步跟踪 BIOS 的执行
 - 在初始化位置 0x7c00 设置实地址断点，测试断点正常
 - 改变参数后的部分操作
 - 实验结果
 - 实验总结
 - 1. qemu 启动报错
 - 2. 找不到 bootblock.asm 文件

个人信息

- 数据科学与计算机学院
- 2018 级 米家龙

实验名称

实验目的

- 熟悉并掌握 Ubuntu 系统的相关操作
- 熟悉并掌握 Makefile 的相关语法
- 熟悉并掌握 Make 生成执行文件的过程
- 了解并掌握硬件模拟器 Qemu 的操作
- 熟悉并掌握 gdb 的相关操作
- 学会使用 Qemu 和 gdb 运行和调试程序

实验要求

1. 修改 u-Core 虚拟机的命令提示符
2. 理解通过 make 生成执行文件的过程，回答如下问题：
 1. 操作系统镜像文件 ucore.img 是如何一步步生成的？（需要详细地解释 Makefile 中每一条相关命令和命令参数的含义，以及说明命令导致的相关结果）
 2. 一个被系统认为是符合规范的磁盘主引导扇区的特征是什么？
3. 使用 qemu 执行并调试 lab1 中的软件，简要写出练习过程：
 - 从 CPU 加电后执行第一条指令开始，单步跟踪 BIOS 的执行
 - 在初始化位置 0x7c00 设置实地址断点，测试断点正常
 - 在调用 qemu 时增加 `-d in_asm -D q.log` 参数，便可以将运行的汇编指令保存在 `q.log` 中。将执行的汇编代码与 bootasm.S 和 bootblock.asn 进行比较，看看二者是否一致

实验环境

使用老师提供的 `mooc-os-2015.vdi`，在虚拟机中创建 64 位的 Ubuntu 虚拟机并加载该 vdi，获得了版本为：

```
Linux moocos-VirtualBox 3.13.0-24-generic #46-Ubuntu SMP Thu Apr 10 19:11:08 UTC 2014
x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux
```

的虚拟机操作系统

而为了方便使用 vs code 进行代码的编辑，会使用 windows 下的 WSL 虚拟机作为终端，和 moocos 通过 ssh 进行连接，从而实现在虚拟机外部使用命令行进行相关系统操作和文件传输。

WSL 环境配置如下：

```
root@LAPTOP-QTCGESH0:/mnt/d/blog/work/matrix/step1/001# uname -a
Linux LAPTOP-QTCGESH0 4.4.0-19041-Microsoft #1-Microsoft Fri Dec 06 14:06:00 PST 2019
x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux
```

```
root@LAPTOP-QTCGESH0:/mnt/d/blog/work/matrix/step1/001# uname -a
Linux LAPTOP-QTCGESH0 4.4.0-19041-Microsoft #1-Microsoft Fri Dec 06 14:06:00 PST 2019 x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux
```

使用 vs code 的终端打开 WSL，通过 ssh 连接到 moocos 虚拟机的效果如下图：

```
root@LAPTOP-QTCGESHO:/mnt/d# ssh moocos@127.0.0.1 -p 8848
moocos@127.0.0.1's password:
Welcome to Ubuntu 14.04 LTS (GNU/Linux 3.13.0-24-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com/

493 packages can be updated.
176 updates are security updates.

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.

[~]
moocos-> █
```

实验过程

修改命令提示符

使用 nano 修改 .bashrc 文件，在文件中添加两行：

```
PS1='mijialong$>'
export PS1
```

修改后如下图：

```
[~/ucore_os_lab]
moocos-> source ~/.bashrc
mijialong$>
```

查看 lab1 中的 Makefile

详细解释 Makefile 代码

1. 设置变量

```
PROJ      := challenge # 设置变量
EMPTY     := # 设置变量
SPACE     := $(EMPTY) $(EMPTY) # 设置变量
SLASH     := / # 设置变量
```

```
V         := @ # 加在每个命令前用来抑制输出，如果命令行调用 make 的时候设置了 V= ，也就是设置变量为
空，这样能够使得每个命令执行的时会输出命令本身
#need llvm/cang-3.5+
#USELLVM := 1
```

2. 调整 GCC 参数

```
# try to infer the correct GCCPREFIX
ifndef GCCPREFIX
```

```

GCCPREFIX := $(shell if i386-elf-objdump -i 2>&1 | grep '^elf32-i386$$' >/dev/null
2>&1; \
    then echo 'i386-elf-'; \
    elif objdump -i 2>&1 | grep 'elf32-i386' >/dev/null 2>&1; \
    then echo ''; \
    else echo "***" 1>&2; \
    echo "*** Error: Couldn't find an i386-elf version of GCC/binutils." 1>&2; \
    echo "*** Is the directory with i386-elf-gcc in your PATH?" 1>&2; \
    echo "*** If your i386-elf toolchain is installed with a command" 1>&2; \
    echo "*** prefix other than 'i386-elf-', set your GCCPREFIX" 1>&2; \
    echo "*** environment variable to that prefix and run 'make' again." 1>&2; \
    echo "*** To turn off this error, run 'gmake GCCPREFIX= ...'." 1>&2; \
    echo "***" 1>&2; exit 1; fi)
endif

```

该代码目的是寻找到对应版本的 i386-elf-objdump，如果没有，则给出了其他的解决方法：修改 Makefile 里面的 GCCPREFIX 参数之后再继续进行 make；如果是为了关闭这个报错，则通过 `gmake GCCPREFIX=...` 修改相关参数

其中 objdump 用于显示对象文件的信息

3. 调整 qemu 参数

```

# try to infer the correct QEMU
ifndef QEMU
QEMU := $(shell if which qemu-system-i386 > /dev/null; \
    then echo 'qemu-system-i386'; exit; \
    elif which i386-elf-qemu > /dev/null; \
    then echo 'i386-elf-qemu'; exit; \
    elif which qemu > /dev/null; \
    then echo 'qemu'; exit; \
    else \
    echo "***" 1>&2; \
    echo "*** Error: Couldn't find a working QEMU executable." 1>&2; \
    echo "*** Is the directory containing the qemu binary in your PATH" 1>&2; \
    echo "***" 1>&2; exit 1; fi)
endif

```

该代码的目的是为了加载合适 qemu 硬件模拟器，要求为 qemu-system-i386，当对应目标不存在时，则报错

```

# eliminate default suffix rules
# 建立默认的 suffix 规则
.SUFFIXES: .c .S .h

```

```

# delete target files if there is an error (or make is interrupted)
# 当 make 被中断、或文件存在错误时，删除对应的文件
.DELETE_ON_ERROR:

```

4. 选择编译器和设置编译时的参数

```

# define compiler and flags
ifndef USELLVM
HOSTCC      := gcc
# 默认使用gcc
HOSTCFLAGS  := -g -Wall -O2
CC          := $(GCCPREFIX)gcc

```

```
CFLAGS := -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc
$(DEFS)
CFLAGS += $(shell $(CC) -fno-stack-protector -E -x c /dev/null >/dev/null 2>&1 &&
echo -fno-stack-protector)
else
# 否则使用 clang
HOSTCC := clang
HOSTCFLAGS := -g -Wall -O2
CC := clang
CFLAGS := -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -g -m32 -nostdinc $(DEFS)
CFLAGS += $(shell $(CC) -fno-stack-protector -E -x c /dev/null >/dev/null 2>&1 &&
echo -fno-stack-protector)
endif
```

使用的相关参数：

- g -ggdb 生成可调试信息
- Wall 生成尽可能多的警告，数量在 -Wextra 之下
- O2 使用 O2 优化
- march=i686 匹配 i686 平台
- fno-builtin 对所有 GNU C Compiler 内建函数，必须以 `__builtin_` 开头才能被编译器识别，否则作为未定义标识符（或者用户自定义标识符）
- fno-stack-protector 关闭 canary 保护，由于内核本身乱写内存的特性，如果开启了针对栈溢出的保护的话会出现问题
- m32 生成 x86 架构下的 32 位环境的兼容指令
- nostdinc 不搜索系统标准头文件，只是用 -I 选项指定的目录
- E 只运行，不编译/汇编/链接
- x 指定文件对应的语言，后面跟着的参数 c 则代表为 c 语言

5. 其他相关命令

CTYPE := c S # 相关代码的文件后缀

LD := \$(GCCPREFIX)ld # 使用 ld 命令

LDFLAGS := -m \$(shell \$(LD) -V | grep elf_i386 2>/dev/null | head -n 1)

LDLAGS += -nostdlib

OBJCOPY := \$(GCCPREFIX)objcopy

OBJDUMP := \$(GCCPREFIX)objdump

COPY := cp # 复制命令

MKDIR := mkdir -p # 创建文件夹命令， -p 参数则是代表文件夹存在不报错，并且在需要父文件夹的时候自动创建对应文件夹

MV := mv # 移动命令

RM := rm -f # 删除命令， -f 代表强制执行

AWK := awk # awk 命令

SED := sed # 流编辑器命令

SH := sh # 脚本命令

TR := tr # translate or delete characters, 字符串控制命令

TOUCH := touch -c # 创建新文件命令， -c 参数代表不创建任何文件

OBJDIR := obj # obj 文件夹

BINDIR := bin # bin 文件夹

三个空变量，用于储存对应值

ALLOBSJS :=

ALLDEPS :=
TARGETS :=

对于 ld 命令:

- `-m` 指明生成文件格式，`elf_i386` 则生成 x86 架构的 elf 格式可执行文件
- `-V` 打印出版本和生成信息
- `-n` 不按页对齐代码
- `-nostdlib` 不链接标准库

6. 设置函数

```
# 加载对应函数文件
include tools/function.mk

listf_cc = $(call listf,$(1),$(CTYPE)) # 定义 list 函数

# for cc
add_files_cc = $(call add_files,$(1),$(CC),$(CFLAGS) $(3),$(2),$(4)) # 添加文件
create_target_cc = $(call create_target,$(1),$(2),$(3),$(CC),$(CFLAGS)) # 创建目标函数

# for hostcc
add_files_host = $(call add_files,$(1),$(HOSTCC),$(HOSTCFLAGS),$(2),$(3)) # 添加文件
create_target_host = $(call create_target,$(1),$(2),$(3),$(HOSTCC),$(HOSTCFLAGS)) # 创建文件

cctype = $(patsubst %.$(2),%.$(3),$(1)) # 字符串替换
objfile = $(call toobj,$(1)) # 调用 toobj 函数，得到 .o 的对象文件
asmfile = $(call cctype,$(call toobj,$(1)),o,asm) # 得到 .asm 的对象文件
outfile = $(call cctype,$(call toobj,$(1)),o,out) # 得到 .out 的对象文件
symfile = $(call cctype,$(call toobj,$(1)),o,sym) # 得到 .sym 的对象文件

# for match pattern
match = $(shell echo $(2) | $(AWK) '{for(i=1;i<=NF;i++){if(match("$(1)","^"$$i)$$")
{exit 1;}}}}'; echo $$?)
```

7. kernel

```
# >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
# include kernel/user

INCLUDE += libs/ # 代表当前目录的 /libs

CFLAGS += $(addprefix -I,$(INCLUDE)) # 添加前缀，-I 为将指定文件夹加入搜索头文件的目录列表中

LIBDIR += libs

$(call add_files_cc,$(call listf_cc,$(LIBDIR)),libs,) # 将 LIBDIR 中的 libs 文件夹中的文件加入到库中

# -----
# kernel

# kernel 需要加载的库
KINCLUDE += kern/debug/ \
          kern/driver/ \
          kern/trap/ \
          kern/mm/
```

```

# kernel 的源代码所在
KSRCDIR      += kern/init \
               kern/libs \
               kern/debug \
               kern/driver \
               kern/trap \
               kern/mm

KCFLAGS      += $(addprefix -I,$(KINCLUDE)) # 从 KINCLUDE 中找需要的头文件

$(call add_files_cc,$(call listf_cc,$(KSRCDIR)),kernel,$(KCFLAGS)) # 将 KSRCDIR 中的相
关文件夹中的文件加入到库中

KOBJS       = $(call read_packet,kernel libs) # 上一条指令生成的对象文件

# create kernel target
kernel = $(call totarget,kernel)

$(kernel): tools/kernel.ld # 需要 tools/kernel.ld 文件

# 使用 ld 和 objdump 生成任何能被命令运行的目标
$(kernel): $(KOBJS)
    @echo + ld $@
    $(V)$(LD) $(LDFLAGS) -T tools/kernel.ld -o $@ $(KOBJS) # 运行脚本
    @$(OBJDUMP) -S $@ > $(call asmfile,kernel)
    @$(OBJDUMP) -t $@ | $(SED) '1,/SYMBOL TABLE/d; s/ .* / /; /^$$/d' > $(call
symfile,kernel) # 使用 sed 进行流文本替换

$(call create_target,kernel) # 正式创建 kernel

# -----

```

使用到的相关参数：

- ld 命令
 - `-T` 指明连接脚本， `tools/kernel.kd` 指明了各个段的位置以及入口等链接信息
 - `-o` 指明输出文件名
- objdump 命令
 - `-S` 将源代码和反汇编混合
 - `-t` 显示符号表的内容

8. 创建 bootblock

```

# create bootblock
bootfiles = $(call listf_cc,boot) # 获取 boot 中的文件
$(foreach f,$(bootfiles),$(call cc_compile,$(f),$(CC),$(CFLAGS) -Os -nostdinc)) # 对
bootfile 中的文件进行编译

bootblock = $(call totarget,bootblock)

$(bootblock): $(call toobj,$(bootfiles)) | $(call totarget,sign)
    @echo + ld $@
    $(V)$(LD) $(LDFLAGS) -N -e start -Ttext 0x7C00 $^ -o $(call toobj,bootblock) # 通
过 ld 连接规则中符合先决条件的库
    @$(OBJDUMP) -S $(call objfile,bootblock) > $(call asmfile,bootblock)
    @$(OBJCOPY) -S -O binary $(call objfile,bootblock) $(call outfile,bootblock)

```

```
@$(call totarget,sign) $(call outfile,bootblock) $(bootblock) # 用 totarget 函数对
sign 进行操作，输出 bootblock 文件和 bootblock 变量本身

$(call create_target,bootblock) # 创建 bootblock

# -----
```

相关命令的参数:

- ld
 - -N 不按页对齐代码，text 和 data 段可写
 - -e 设置开始地址，这里设置为入口函数 start
 - -Ttext 指明 text 段在运行时的内存地址为 0x7C00，便于重定位
- objdump
 - -O 没有找到对应的参数

9. 创建 sign 相关的工具

```
# create 'sign' tools
$(call add_files_host,tools/sign.c,sign,sign) # 添加 tools/sign.c 到对应的库
$(call create_target_host,sign,sign) # 使用 HOSTCC 创建对象文件

# -----
```

10. 创建镜像文件

```
# create ucore.img
UCOREIMG      := $(call totarget,ucore.img) # 创建镜像文件

$(UCOREIMG): $(kernel) $(bootblock)
    $(V)dd if=/dev/zero of=$@ count=10000 # 使用 dd 指令创建一个 10000 字节的 /dev/zero 文件
    $(V)dd if=$(bootblock) of=$@ conv=notrunc # 使用 dd 指令创建 bootblock 文件
    $(V)dd if=$(kernel) of=$@ seek=1 conv=notrunc # 使用 dd 指令创建 kernel 文件

$(call create_target,ucore.img) # 创建 ucore.img 对象

# >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>

$(call finish_all) # 进行链接和剩下的工作

IGNORE_ALLDEPS = clean \
                dist-clean \
                grade \
                touch \
                print-.+ \
                handin

ifeq ($(call match,$(MAKECMDGOALS),$(IGNORE_ALLDEPS)),0) # 查看 IGNORE_ALLDEPS 是否匹配
-include $(ALLDEPS)
endif
```

11. 脚本命令相关

```
# files for grade script

TARGETS: $(TARGETS)
```



```

.DEFAULT_GOAL := TARGETS

.PHONY: qemu qemu-nox debug debug-nox # 假目标

# qemu 相关命令

# 使用了显示器
qemu-mon: $(UCOREIMG)
    $(V)$(QEMU) -no-reboot -monitor stdio -hda $< -serial null

# 使用了并行串口
qemu: $(UCOREIMG)
    $(V)$(QEMU) -no-reboot -parallel stdio -hda $< -serial null

# 用于记录并生成日志文件
log: $(UCOREIMG)
    $(V)$(QEMU) -no-reboot -d int,cpu_reset -D q.log -parallel stdio -hda $< -serial
null

# 不使用图形化输出
qemu-nox: $(UCOREIMG)
    $(V)$(QEMU) -no-reboot -serial mon:stdio -hda $< -nographic
TERMINAL :=gnome-terminal # 使用 gnome 终端

# debug 用命令
debug: $(UCOREIMG)
    $(V)$(QEMU) -S -s -parallel stdio -hda $< -serial null & # 使用了并行端口
    $(V)sleep 2 # 休眠 2s
    $(V)$(TERMINAL) -e "gdb -q -tui -x tools/gdbinit" # 执行 tools/gdbinit 中的命令

debug-nox: $(UCOREIMG)
    $(V)$(QEMU) -S -s -serial mon:stdio -hda $< -nographic # 使用串行端口 mon:stdio
    $(V)sleep 2 # 休眠 2s
    $(V)$(TERMINAL) -e "gdb -q -x tools/gdbinit" # 执行 tools/gdbinit 中的命令

```

关于命令参数：

- qemu:
 - `-no-reboot` 选择退出而不是重启
 - `-monitor stdio` 重定向到显示器到字符设备 `stdio`
 - `-hda` 使用后续文件作为 IDE 的硬盘 0/1 镜像
 - `-parallel stdio` 将并行端口重定向到字符设备 `stdio`
 - `-serial null` 将串行端口重定向到 `null`
 - `-d` 记录特定对象的日志，如代码中的 `int` 和 `cpu_reset`
 - `-D` 设置日志文件的路径与名称
 - `-nographic` 不使用图形化界面并且重定向 I/O 端口到控制台
- gnome-terminal:
 - `-e` 将后续字符串作为命令在 `gnome-terminal` 中运行
- gdb:
 - `-q` 使用 `gdb` 调试的时候不打印介绍和 `copyright` 信息
 - `-x` 执行后面的文件 `tools/gdbinit`

```

.PHONY: grade touch # 定义 grade 和 touch 为假目标

```

```

GRADE_GDB_IN      := .gdb.in # 使用 gdb
GRADE_QEMU_OUT    := .qemu.out # 退出 qemu
HANDIN            := proj$(PROJ)-handin.tar.gz # 提交时的压缩包名字

TOUCH_FILES       := kern/trap/trap.c # 使用 touch 时创建的文件名

MAKEOPTS          := --quiet --no-print-directory # make 执行时的选项

grade: # 更新操作
    # 先执行 clean 操作
    $(V)$(MAKE) $(MAKEOPTS) clean
    # 运行脚本
    $(V)$(SH) tools/grade.sh

touch: # 创建文件
    # 使用 foreach 进行循环创建
    $(V)$(foreach f,$(TOUCH_FILES),$(TOUCH) $(f))

# 打印相关信息
print-%:
    @echo $($ (shell echo $(patsubst print-%,%,$@) | $(TR) [a-z] [A-Z]))

.PHONY: clean dist-clean handin packall tags # 创建对应的假目标

# 清除 make 生成的文件
clean:
    $(V)$(RM) $(GRADE_GDB_IN) $(GRADE_QEMU_OUT) cscope* tags
    -$(RM) -r $(OBJDIR) $(BINDIR)

# 清除提交的压缩包
dist-clean: clean
    -$(RM) $(HANDIN)

# 上传压缩包
handin: packall
    @echo Please visit http://learn.tsinghua.edu.cn and upload $(HANDIN). Thanks!

# 打包
packall: clean
    @$(RM) -f $(HANDIN) # 先删除旧版
    @tar -czf $(HANDIN) `find . -type f -o -type d | grep -v '^\.?$$' | grep -vF '$(HANDIN)'` # 生成心得压缩包

# 设置 tags
tags:
    @echo TAGS ALL
    $(V)rm -f cscope.files cscope.in.out cscope.out cscope.po.out tags # 清除旧版
    $(V)find . -type f -name "*.[chS]" >cscope.files # 获取到对应的文件名列表
    $(V)cscope -bq
    $(V)ctags -L cscope.files # 生成新版

```

命令参数:

- rm
 - `-r` 删除文件夹
- tar

- `-czf` 等价于 `-c -z -f` , 创建封存文件, 通过 gzip 对其进行过滤, 使用封存文件或 ARCHIVE 设备
- find
 - `-type` 对应的类型
 - `-name` 对应的图案
- `escape` 在 `ucore` 中没有找到对应的文件, 可能是函数
 - `-bq`
- `ctags`
 - `-L files` 使用从特定文件 `files` 中读取到的文件名

使用 make 之后, 查看打印的信息

生成过程如下图:

```

mijialong$>make V=
+ cc kern/init/init.c
gcc -Ikern/init/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/init/init.c -o obj/
kern/init/init.o
kern/init/init.c:95:1: warning: 'lab1_switch_test' defined but not used [-Wunused-function]
  lab1_switch_test(void) {
  ^
+ cc kern/libs/readline.c
gcc -Ikern/libs/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/libs/readline.c -o
obj/kern/libs/readline.o
+ cc kern/libs/stdio.c
gcc -Ikern/libs/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/libs/stdio.c -o obj/
kern/libs/stdio.o
+ cc kern/debug/kdebug.c
gcc -Ikern/debug/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/debug/kdebug.c -o
obj/kern/debug/kdebug.o
kern/debug/kdebug.c:251:1: warning: 'read_eip' defined but not used [-Wunused-function]
  read_eip(void) {
  ^
+ cc kern/debug/kmonitor.c
gcc -Ikern/debug/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/debug/kmonitor.c -
o obj/kern/debug/kmonitor.o
+ cc kern/debug/panic.c
gcc -Ikern/debug/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/debug/panic.c -o o
bj/kern/debug/panic.o
kern/debug/panic.c: In function '__panic':
kern/debug/panic.c:27:5: warning: implicit declaration of function 'print_stackframe' [-Wimplicit-
function-declaration]
    print_stackframe();
    ^
+ cc kern/driver/clock.c
gcc -Ikern/driver/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stac
k-protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/driver/clock.c -o
obj/kern/driver/clock.o
+ cc kern/driver/console.c
gcc -Ikern/driver/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stac
k-protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/driver/console.c
-o obj/kern/driver/console.o
+ cc kern/driver/intr.c
gcc -Ikern/driver/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stac
k-protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/driver/intr.c -o
obj/kern/driver/intr.o
+ cc kern/driver/picirq.c
gcc -Ikern/driver/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stac
k-protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/driver/picirq.c -
o obj/kern/driver/picirq.o
+ cc kern/trap/trap.c
gcc -Ikern/trap/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/trap/trap.c -o obj/
kern/trap/trap.o
kern/trap/trap.c:14:13: warning: 'print_ticks' defined but not used [-Wunused-function]
  static void print_ticks() {
               ^
kern/trap/trap.c:30:26: warning: 'idt_pd' defined but not used [-Wunused-variable]
  static struct pseudodesc idt_pd = {
                        ^
+ cc kern/trap/trapentry.S
gcc -Ikern/trap/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/trap/trapentry.S -o
obj/kern/trap/trapentry.o
+ cc kern/trap/vectors.S
gcc -Ikern/trap/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-
protector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/trap/vectors.S -o o
bj/kern/trap/vectors.o
+ cc kern/mm/pmm.c
gcc -Ikern/mm/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-pr
otector -Ilibs/ -Ikern/debug/ -Ikern/driver/ -Ikern/trap/ -Ikern/mm/ -c kern/mm/pmm.c -o obj/kern/

```

```

mm/pmm.o
+ cc libs/printfmt.c
gcc -Ilibs/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-protector -Ilibs/ -c libs/printfmt.c -o obj/libs/printfmt.o
+ cc libs/string.c
gcc -Ilibs/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-protector -Ilibs/ -c libs/string.c -o obj/libs/string.o
+ ld bin/kernel
ld -m elf_i386 -nostdlib -T tools/kernel.ld -o bin/kernel obj/kern/init/init.o obj/kern/libs/readline.o obj/kern/libs/stdio.o obj/kern/debug/kdebug.o obj/kern/debug/kmonitor.o obj/kern/debug/panic.o obj/kern/driver/clock.o obj/kern/driver/console.o obj/kern/driver/intr.o obj/kern/driver/picirq.o obj/kern/trap/trap.o obj/kern/trap/trapentry.o obj/kern/trap/vectors.o obj/kern/mm/pmm.o obj/libs/printfmt.o obj/libs/string.o
+ cc boot/bootasm.S
gcc -Iboot/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-protector -Ilibs/ -Os -nostdinc -c boot/bootasm.S -o obj/boot/bootasm.o
+ cc boot/bootmain.c
gcc -Iboot/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-protector -Ilibs/ -Os -nostdinc -c boot/bootmain.c -o obj/boot/bootmain.o
+ cc tools/sign.c
gcc -Itools/ -g -Wall -O2 -c tools/sign.c -o obj/sign/tools/sign.o
gcc -g -Wall -O2 obj/sign/tools/sign.o -o bin/sign
+ ld bin/bootblock
ld -m elf_i386 -nostdlib -N -e start -Ttext 0x7C00 obj/boot/bootasm.o obj/boot/bootmain.o -o obj/bootblock.o
'obj/bootblock.out' size: 472 bytes
build 512 bytes boot sector: 'bin/bootblock' success!
dd if=/dev/zero of=bin/ucore.img count=10000
10000+0 records in
10000+0 records out
512000 bytes (5.1 MB) copied, 0.0231781 s, 221 MB/s
dd if=bin/bootblock of=bin/ucore.img conv=notrunc
1+0 records in
1+0 records out
512 bytes (512 B) copied, 0.000705357 s, 726 kB/s
dd if=bin/kernel of=bin/ucore.img seek=1 conv=notrunc
146+1 records in
146+1 records out
74871 bytes (75 kB) copied, 0.000863053 s, 86.8 MB/s
mijialong$>

```

生成 bootblock :

```

+ cc boot/bootasm.S
gcc -Iboot/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-protector -Ilibs/ -Os -nostdinc -c boot/bootasm.S -o obj/boot/bootasm.o
+ cc boot/bootmain.c
gcc -Iboot/ -march=i686 -fno-builtin -fno-PIC -Wall -ggdb -m32 -gstabs -nostdinc -fno-stack-protector -Ilibs/ -Os -nostdinc -c boot/bootmain.c -o obj/boot/bootmain.o
+ cc tools/sign.c
gcc -Itools/ -g -Wall -O2 -c tools/sign.c -o obj/sign/tools/sign.o
gcc -g -Wall -O2 obj/sign/tools/sign.o -o bin/sign
+ ld bin/bootblock
ld -m elf_i386 -nostdlib -N -e start -Ttext 0x7C00 obj/boot/bootasm.o
obj/boot/bootmain.o -o obj/bootblock.o
'obj/bootblock.out' size: 472 bytes
build 512 bytes boot sector: 'bin/bootblock' success!

```

生成 kernel :

```
+ ld bin/kernel
ld -m elf_i386 -nostdlib -T tools/kernel.ld -o bin/kernel obj/kern/init/init.o
obj/kern/libs/readline.o obj/kern/libs/stdio.o obj/kern/debug/kdebug.o
obj/kern/debug/kmonitor.o obj/kern/debug/panic.o obj/kern/driver/clock.o
obj/kern/driver/console.o obj/kern/driver/intr.o obj/kern/driver/picirq.o
obj/kern/trap/trap.o obj/kern/trap/trapentry.o obj/kern/trap/vectors.o
obj/kern/mm/pmm.o obj/libs/printfmt.o obj/libs/string.o
```

一个被系统认为是符合规范的磁盘主引导扇区的特征是什么？

通过查看 `tool/sign.c` 中的代码可以看到，在第 22 行，第 31、32 行中分别存在如下代码：

```
char buf[512]; // 22 行

buf[510] = 0x55; // 31
buf[511] = 0xAA; // 32
```

通过上述代码以及 make 过程中产生的信息可以得到，一个符合规范的磁盘主引导扇区的特征是：

- 扇区大小固定为 512 字节
- 最后两字节分别为 0x55 和 0xAA

使用 qemu 执行并调试 lab1 中的软件

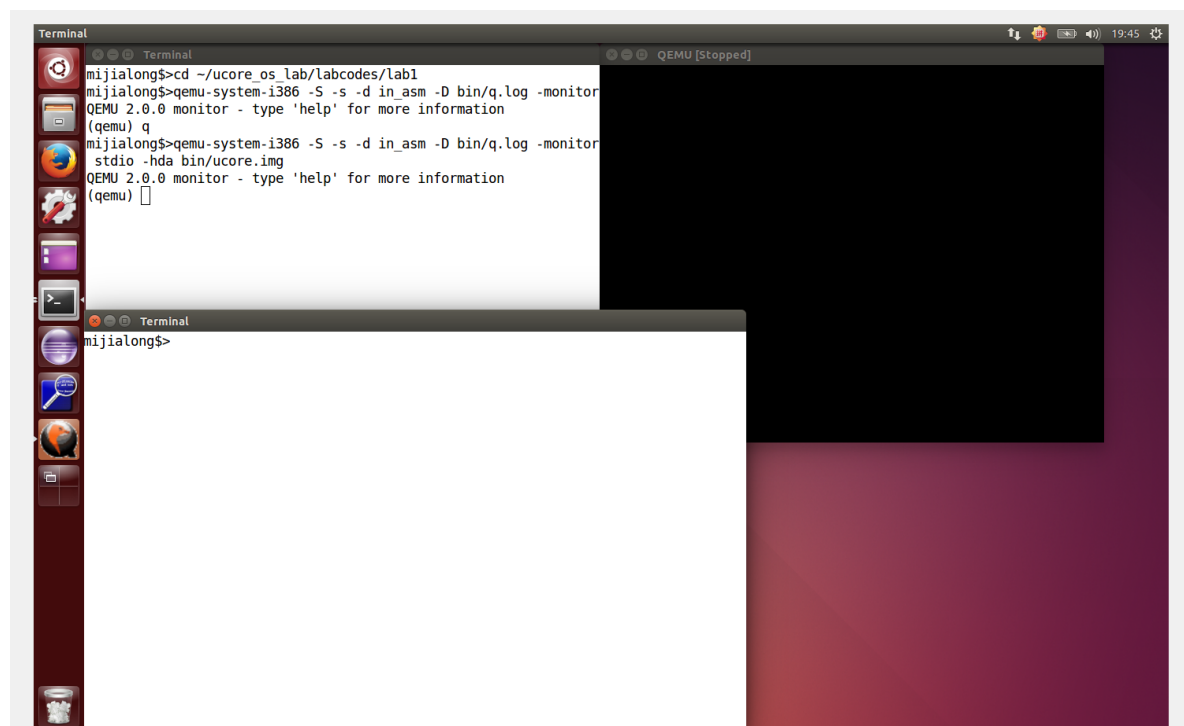
在使用了 ssh 连接到虚拟机的 wsl 终端中执行：

```
qemu-system-i386 -S -s -d in_asm -D bin/q.log -monitor stdio -hda bin/ucore.img
```

会出现报错：

```
mijialong$>qemu-system-i386 -S -s -d in_asm -D bin/q.log -monitor stdio -hda
bin/ucore.img
QEMU 2.0.0 monitor - type 'help' for more information
(qemu) Could not initialize SDL(No available video device) - exiting
```

需要视频设备，于是使用 vbox 打开可视化桌面，仍使用上面的命令，得到下图：



从 CPU 加电后执行第一条指令开始，单步跟踪 BIOS 的执行

新开终端后，使该终端进入到上一个终端所在的位置 `lab1`，使用 `gdb` 进入调试

使用如下命令，得到相关信息：

```
(gdb) file bin/kernel
Reading symbols from bin/kernel...done.
(gdb) target remote :1234
# 查看 CS:EIP
Remote debugging using :1234
0x0000ffff in ?? ()
(gdb) x/i $cs
0xf000: add    %al, (%eax)
(gdb) x/i $eip
=> 0xffff: add    %al, (%eax)
(gdb)
```

可以得到，在实际模式下，CPU 在加电之后执行的第一条指令地址为 `0xf000:0xffff => 0xffff`

查看 `0xffff` 地址的指令，得到如下结果：

```
(gdb) x/2i 0xffff
0xffff: ljmp    $0x3630, $0xf000e05b
0xffff7: das
```



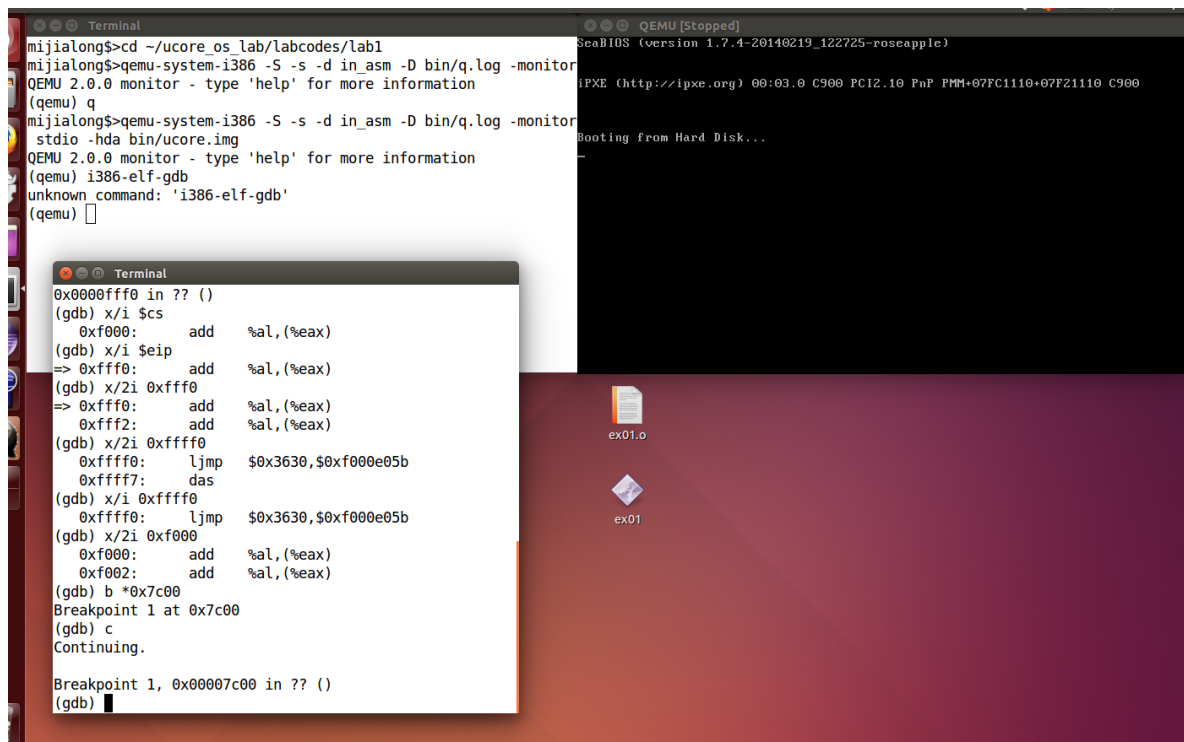
```
Terminal
mijialong$>cd ~/ucore_os_lab/labcodes/lab1
mijialong$>qemu-system-i386 -S -s -d in_asm -D bin/q.log -monitor
QEMU 2.0.0 monitor - type 'help' for more information
(qemu) q
mijialong$>qemu-system-i386 -S -s -d in_asm -D bin/q.log -monitor
stdio -hda bin/ucore.img
QEMU 2.0.0 monitor - type 'help' for more information
(qemu) i386-elf-gdb
unknown command: 'i386-elf-gdb'
(qemu) █

Terminal
Type "apropos word" to search for commands related to "
word".
(gdb) file bin/kernel
Reading symbols from bin/kernel...done.
(gdb) target remote :1234
Remote debugging using :1234
0x0000fff0 in ?? ()
(gdb) x/i $cs
0xf000:      add    %al, (%eax)
(gdb) x/i $eip
=> 0xffff0:      add    %al, (%eax)
(gdb) x/2i 0xffff0
=> 0xffff0:      add    %al, (%eax)
0xffff2:      add    %al, (%eax)
(gdb) x/2i 0xfffff0
0xfffff0:      ljmp    $0x3630, $0xf000e05b
0xfffff7:      das
(gdb) x/i 0xfffff0
0xfffff0:      ljmp    $0x3630, $0xf000e05b
(gdb) x/2i 0xf000
0xf000:      add    %al, (%eax)
0xf002:      add    %al, (%eax)
(gdb) █
```

可以得到，当第一条指令执行后，会调转到 `0xf000e05b`，可以得到 BIOS 开始地址 `0xfe05b`

在初始化位置 `0x7c00` 设置实地址断点，测试断点正常

运行结果如下图：



改变参数后的部分操作

在调用 qemu 时增加 `-d in_asm -D q.log` 参数，便可以将运行的汇编指令保存在 `q.log` 中。将执行的汇编代码与 `bootasm.S` 和 `bootblock.asm` 进行比较，看看二者是否一致

使用远程终端运行下面命令

```
qemu -S -s -hda bin/ucore.img -monitor vc -nographic
```

并运行如下指令配置 gdb：

```
set architecture i8086

target remote :1234

define hook-stop
hook-stop x/i $pc
end

set auto-load auto-path /
```

```

line to your configuration file "/home/moocos/.gdbinit".
For more information about this security protection see the
"Auto-loading safe path" section in the GDB manual.  E.g., run from the shell:
    info "(gdb)Auto-loading safe path"
(gdb) set architecture i8086
warning: A handler for the OS ABI "GNU/Linux" is not built into this configuration
of GDB.  Attempting to continue with the default i8086 settings.

The target architecture is assumed to be i8086
(gdb) target remote :1234
Remote debugging using :1234
0x0000ffff in ?? ()
(gdb) add-auto-load-safe-path /home/moocos/ucore_os_lab/labcodes/lab1/.gdbinit
(gdb) add-auto-load-safe-path /home/ucore_os_lab/labcodes/lab1/.gdbinit
(gdb) set auto-load safe-path /
(gdb) define
Argument required (name of command to define).
(gdb) define hook-stop
Type commands for definition of "hook-stop".
End with a line saying just "end".
>x/i $pc
>end
(gdb) x/16i 0xfe05b
0xfe05b:    cml    $0x0,%cs:0x65a4
0xfe062:    jne    0xfd2b9
0xfe066:    xor    %ax,%ax
0xfe068:    mov    %ax,%ss
0xfe06a:    mov    $0x7000,%esp
0xfe070:    mov    $0xf3c4f,%edx
0xfe076:    jmp    0xfd12a
0xfe079:    push   %ebp
0xfe07b:    push   %edi
0xfe07d:    push   %esi
0xfe07f:    push   %ebx
0xfe081:    sub    $0xc,%esp
0xfe085:    mov    %eax,%esi
0xfe088:    mov    %edx,(%esp)
0xfe08d:    mov    %ecx,%edi
0xfe090:    mov    $0xe000,%eax
(gdb) b *0x7c00
Breakpoint 1 at 0x7c00
(gdb) c
Continuing.
=> 0x7c00:    cli

Breakpoint 1, 0x00007c00 in ?? ()
(gdb) c
Continuing.
=> 0x7c00:    cli

Breakpoint 1, 0x00007c00 in ?? ()
(gdb) q
A debugging session is active.

    Inferior 1 [Remote target] will be killed.

```

可以获得如下指令

```

// start标志
=> 0x7c00: cli
=> 0x7c01: cld
=> 0x7c02: xor %eax,%eax
=> 0x7c04: mov %eax,%ds
=> 0x7c06: mov %eax,%es
=> 0x7c08: mov %eax,%ss

```

```

// seta20.1标志

```

```

=> 0x7c0a: in $0x64,%al
=> 0x7c0c: test $0x2,%al
=> 0x7c0e: jne 0x7c0a
=> 0x7c10: mov $0xd1,%al
=> 0x7c12: out %al,$0x64

// seta20.2标志
=> 0x7c14: in $0x64,%al
=> 0x7c16: test $0x2,%al
=> 0x7c18: jne 0x7c14
=> 0x7c1a: mov $0xdf,%al
=> 0x7c1c: out %al,$0x60
=> 0x7c1e: lgdtl (%esi)
=> 0x7c23: mov %cr0,%eax
=> 0x7c26: or $0x1,%ax
=> 0x7c2a: mov %eax,%cr0
=> 0x7c2d: ljmp $0xb866,$0x87c32

// protcseg标志
=> 0x7c32: mov $0x10,%ax
=> 0x7c36: mov %eax,%ds
=> 0x7c38: mov %eax,%es
=> 0x7c3a: mov %eax,%fs
=> 0x7c3c: mov %eax,%gs
=> 0x7c3e: mov %eax,%ss
=> 0x7c40: mov $0x0,%ebp
=> 0x7c45: mov $0x7c00,%esp
=> 0x7c4a: call 0x7d11

// 通过查看 bootasm.S 文件可知, bootmain 的开始地址是 0x7d11
// bootmain 代码
=> 0x7d11: push %ebp
=> 0x7d12: xor %ecx,%ecx
=> 0x7d14: mov %esp,%ebp
=> 0x7d16: mov $0x1000,%edx
...bootmain

```

将以上代码与 bootasm.S 和 bootblock.asm 比较, 发现 bootblock.asm 中包含反汇编得到的代码和 bootasm.S 中的代码:
并且反汇编得到的机器码和 bootasm.S 中的写法上有一定的不同, 但本质是相同的。

实验结果

本次实验从阅读 Makefile 文件开始, 逐步分析 ucore 的启动过程, 通过查看 ucore.img 的生成过程, 初步了解操作系统加载的过程。

实验总结

本次实验的代码阅读量较大, 逐步解释的过程中需要查看其他资料, 包括上课时的文件。

在本次实验中，遇到了

1. qemu 启动报错

在使用下面命令启动 qemu 时，出现了对应的报错

```
mijialong$>qemu-system-i386 -S -s -d in_asm -D bin/q.log -monitor stdio -hda  
bin/ucore.img  
QEMU 2.0.0 monitor - type 'help' for more information  
(qemu) Could not initialize SDL(No available video device) - exiting
```

根据之前查阅资料解释 Makefile 中的相关命令和参数，了解到该命令需要显示器，而当时使用了终端进行远程连接，因此决定使用可视化界面进行操作。

后来查阅资料之后，修改指令的 `-monitor` 为 `vc` 并且添加 `-nographic` 后，便可以终端进行启动

2. 找不到 bootblock.asm 文件

在 bin/ 与 tools/ 中没找到 bootblock.asm

需要在 gdb 中添加配置

```
set auto-load safe-path /
```

并且生成的反编译文件是在 obj/ 文件夹