链接章节课后作业

一、课本练习题 7.8，7.12

二、判断题

/* 编译系统 */

1. （√）c 语言的编译步骤依次是预处理、编译、汇编、链接。其中，预处理阶段主要完成的两件事情是头文件包含和宏展开。

2. （√）假设当前目录下已有可重定位模块 main.o 和 sum.o，为了链接得到可执行文件 prog，可以使用指令 ld -o prog main.o sum.o

/* 静态链接 */

3. （×）链接时，链接器会拷贝静态库(.a)中的所有模块(.o) 。

只是拷贝需要的.o

4. （√）链接时，如果所有的输入文件都是.o 或.c 文件，那么任意交换输入文件的顺序都不会影响链接是否成功。

.o 和.c 不影响，但.a 的话，需要注意顺序。

5. （×）c 程序中的全局变量不会被编译器识别成局部符号。

静态全局变量会识别为局部符号

/* 动态链接 */

6. （√）动态链接可以在加载时或者运行时完成，并且由于可执行文件中不包含动态链接库的函数代码，使得它比静态库更节省磁盘上的储存空间。

7. （×）动态库可以不编译成位置无关代码。

动态库机制和 PIC 机制并不必然绑定

8. （×）通过代码段的全局偏移量表 GOT 和数据段的过程链接表 PLT，动态链接器可以完成延迟绑定 (lazy binding)。

/* 加载 */

9. （-）_start 函数是程序的入口点。

一般而言在 c 语言的实现中是这样。但这个也可以由链接器“-e”来专门指定。可以留做讨论，例如“最小的可执行程序能如何构造？” “一定需要 libc 库吗？”，不评判。

10.（√）ASLR 不会影响代码段和数据段间的相对偏移，这样位置无关代码才能正确使用。

/* static 和 extern 关键字 */

11.（√）函数内的被 static 修饰的变量将分配到静态存储区，其跨过程调用值仍然保持。

12.（√）变量声明默认不带 extern 属性，但函数原型声明默认带 extern 属性。

三、有下面两个程序。将它们先分别编译为.o 文件，再链接为可执行文件。

// m.c
#include <stdio.h>
 	
void foo(int *);
	// foo.c
	extern int buf[];
	int *bufp0 = &buf[0];
	int *bufp1;

bufp0 8 buf . buf p1

```c
int buf[2] = {1,2};
int main(){
  foo(buf);
  printf("%d %d", buf[0],buf[1]);
  return 0;
}
```

```c
void foo(){
    static int count = 0;
    int temp;
    bufp1 = &buf[1];
    temp = *bufp0;
    *bufp0 = *bufp1;
    *bufp1 = temp;
    count++;
}
```

Part A. 请填写 foo.o 模块的符号表。如果某个变量不在符号表中，那么在名字那一栏打×；如果它在符号表中的名字含有随机数字，那么请用不同的四位数字区分多个不同的符号。对于局部符号，不需要填强符号一栏。

变量名	符号表中的名字	局部符号?	强符号?	所在 section
buf	buf	No	No	UND
bufp0	bufp0	No	Yes	.data/.data.rel
bufp1	bufp1	No	No	.COMMMON
temp	×	/	/	/
count	count.xxxx	Yes	/	.bss

Part B. 使用 gcc foo.c m.c 生成 a.out。 其节头部表部分信息如下。已知符号表中 Size 列是十进制，且 Ndx 和 Nr 都是指节索引。请补充空缺的内容。

Section Headers:

[Nr] Name	Type	Address	Offset	Size
[1] .interp	PROGBITS	00000000000002a8	000002a8	000000000000001c
[14] .text	PROGBITS	0000000000001050	00001050	0000000000000205
[16] .rodata	PROGBITS	0000000000002000	00002000	000000000000000a
[23] .data	PROGBITS	0000000000004000	00003000	0000000000000020
[24] .bss	NOBITS	0000000000004020	00003020	0000000000000010

Symbol Table:

Num:	Value	Size	Type	Bind	Ndx	Name
35:	0000000000004024	4	OBJECT	LOCAL	24	count.1797
54:	0000000000004010	8	OBJECT	GLOBAL	23	bufp0
59:	000000000000115a	78	FUNC	GLOBAL	14	foo
62:	0000000000004018	8	OBJECT	GLOBAL	23	buf
64:	00000000000011a8	54	FUNC	GLOBAL	14	main
68:	0000000000004020	8	OBJECT	GLOBAL	24	bufp1
51:	0000000000000000	0	FUNC	GLOBAL	UND	printf@@GLIBC_2.2.5

Part C. 接 Part B 回答以下问题。

a) 读取 .interp 节，发现是一个可读字符串 /lib64/____ld____-linux-x86-64.___so___.2。

b) .bss 节存储时占用空间为___0___字节，运行时占用的空间为___16___字节。

Part D. 接 Part B. 通过 objdump -dx m.o 我们看到如下重定位信息。

```
0000000000000000 <main>:
   0:   55                      push %rbp
   ...
  10:   8b 15 00 00 00 00       mov  0x0(%rip),%edx  # 16 <main+0x16>
                        12: R_X86_64_PC32       buf
   ...
  1e:   48 8d 3d 00 00 00 00    lea  0x0(%rip),%rdi  # 25 <main+0x25>
                        21: R_X86_64_PC32       .rodata-0x4
   ...
  2a:   e8 00 00 00 00          callq  2f <main+0x2f>
                        2b: R_X86_64_PLT32      printf-0x4
```

假设链接器生成 a.out 时已经确定：m.o 的 .text 节在 a.out 中的起始地址为 ADDR(.text)=0x11a8。请写出重定位后的对应于 main+0x10 位置的代码。

__11b8__: 8b 15 5e 2e 00 00 mov 0x2e5e(%rip),%edx

而 main+0x1e 处的指令变成：

11c6: 48 8d 3d 37 0e 00 00 lea 0xe37(%rip),%rdi

可见字符串“%d %d”在 a.out 中的起始地址是 0x_____2004_____。

Part E. 使用 objdump -d a.out 可以看到如下 .plt 节的代码。

```
Disassembly of section .plt:

0000000000001020 <.plt>:
    1020:  ff 35 9a 2f 00 00     pushq  0x2f9a(%rip)
           # 3fc0 <_GLOBAL_OFFSET_TABLE_+0x8>
    1026:  ff 25 9c 2f 00 00     jmpq   *0x2f9c(%rip)
           # 3fc8 <_GLOBAL_OFFSET_TABLE_+0x10>
    102c:  0f 1f 40 00           nopl   0x0(%rax)

0000000000001030 <printf@plt>:
    1030:  ff 25 9a 2f 00 00     jmpq   *0x2f9a(%rip)
           # 3fd0 <printf@GLIBC_2.2.5>
    1036:  68 00 00 00 00        pushq  $0x0
    103b:  e9 e0 ff ff ff        jmpq   1020 <.plt>
```

a) 完成 main+0x2a 处的重定位。

_11d2__: e8 59 fe ff ff callq <printf@plt>

b) printf 的 PLT 表条目是 PLT[_1_]，GOT 表条目是 GOT[_3_]（填写数字）。

c) 使用 gdb 对 a.out 进行调试。某次运行时 main 的起始地址为 0x5555555551a8，那么当加载器载入内存而尚未重定位 printf 地址前，printf 的 GOT 表项的内容是 0x__555555555036__。