计算机系统基础实验 ICS 2019 秋季学期

Data Lab: Manipulating Bits

1 实验环境的准备

参见文档《Linux 虚拟机安装》

2 简介

这次作业你要解开15道编程谜题，以熟悉整型及浮点数的位级表示。

3 操作步骤

从 QQ 课程群共享文件中下载 datalab-handout.tar 文件后，拷贝到你的 Linux 机器（虚拟机）上，输入命令：

linux> tar xvf datalab-handout.tar

解压缩后会得到多个文件，其中只需要修改 bits.c 文件。

bits.c 文件包含 15 个编程谜题的框架。你的任务是完成每个函数的框架，只能使用 straightline 的代码（也就是，不能有循环或者条件语句），也只能使用有限数量的 C 语言算术和逻辑运算符。具体来说就是，你只能使用下述八种运算符：

! ~ & ^ | + << >>

有一些函数有更严格的要求。同时，你也不能使用超过 8 位的常数。bits.c 的注释中有详细的解释，以及我们所期望的代码风格。

- 计算机系统基础实验
  - 百度盘链接：https://pan.baidu.com/s/1puW3nsM9lcrfnu7GajSR1A
  - 提取码：k6y7

4 谜题

这部分描述 bits.c 中待实现的 15 个函数功能，一共分为三种类型。

表 1 位运算

函数名称	功能描述	难度等级	最大操作数
bitAnd(x, y)	只用~和 | 实现 x&y	1	8
getByte(x, n)	从字x中取出第n个字节	2	6
logicalShift(x, n)	逻辑右移	3	20
bitCount(x)	计算x中1的数目	4	40
conditional(x,y,z)	类似于C语言中的 x? y:z	3	16

表 2 二进制补码运算

函数名称	功能描述	难度等级	最大操作数
tmin()	返回最小的补码	1	4
fitsBits(x,n)	x的补码是否可以表示成n位	2	15
divpwr2(x,n)	计算$x/2^n$	2	15
negate(x)	不用负号得到 -x	2	5
howManyBits(x)	计算表达 x 所需的最少位数	4	90
isLessOrEqual(x,y)	x <= y?	3	24
ilog2(x)	计算[log2(x)]（向下取整）	4	90

表 3 浮点数运算

函数名称	功能描述	难度等级	最大操作数
float_half(uf)	计算0.5*f	4	30
float_f2i(x)	计算(int)f	4	30
float_twice(uf)	计算2*f	4	30

bits.c文件：

这个是源码文件，里面包含了 15 个待实现的函数，已经给出函数原型。实验内容是按照每个函数的要求编写实现其功能的代码。例如：

```
/*
 * bitXor - x^y using only ~ and &
 *   Example: bitXor(4, 5) = 1
 *   Legal ops: ~ &
 *   Max ops: 14
 *   Rating: 1
 */
int bitXor(int x, int y) {
  return 2;
}
```

函数名：bitXor 参数:int , int

功能：实现 x^y

要求：只能使用 ~ 和 | 运算符，将结果返回。

如例子所示，你需要做的就是将 bits.c 文件中的每个函数都按照要求实现，总体来说就是使用有限的操作实现要求的功能，上面的例子就是使用两个运算符~和&来实现^运算符的功能，并且运算符的个数不能超过 Max ops:14 个，这就需要你先去推理如何用~和&实现^，然后写出表达式。

请同学们务必认真阅读 bits.c 文件中的说明、注意事项和示例。

5 实验操作

第一步：将 datalab-handout.tar 文件上传到一台 Linux 机器上，执行如下命令解压：

linux> tar xvf datalab-handout.tar

你将看到一个名为 datalab-handout 的目录。

第二步：实现 bits.c 中的函数，使用 dlc 编译器（datalab checker）检查代码是否满足编码要

求，命令如下：

linux> ./dlc bits.c

如果没有问题，则不返回任何提示。

第三步：使用 btest 程序测试函数功能正确性。编译 btest 程序并进行测试，命令如下：

linux> make btest

linux> ./btest

注意，只要修改 bits.c 文件，就需要重新编译 btest 程序，命令如下：

linux> make clean

linux> make btest

btest 程序将自动运行很多组测试用例来检查你实现的函数，下面是一些 btest 的使用技巧：

linux> ./btest -h #输出 btest 命令的帮助信息

linux> ./btest -f foo #测试指定函数 foo 的正确性

linux> ./btest -f foo -1 27 -2 0xf #指定输入参数，测试函数 foo 的正确性

注意：如果对实验操作有不懂的地方，可自行阅读 datalab-handout 目录中的 README 文件。

6 提交要求

在目录下输入

linux> ./driver.pl -u “你的学号”

例如：

linux> ./driver.pl -u 2017202210003

```
 4       4       0       ilog2
 4       4       0       float_half
 4       4       0       float_f2i
 4       4       0       float_twice
Total points: 43/43
qinliu@ubuntu:~/ics/datalab-handout$ ./driver.pl -u  2017202210003
1. Running './dlc -z' to identify coding rules violations.
/usr/include/stdc-predef.h:1: Warning: Non-includable file <command-line> includ
ed from includable file /usr/include/stdc-predef.h.

Compilation Successful (1 warning)

2. Compiling and running './btest -g' to determine correctness score.
gcc -O -Wall -m64 -std=gnu89 -lm -o btest bits.c btest.c decl.c tests.c

3. Running './dlc -Z' to identify operator count violations.
/usr/include/stdc-predef.h:1: Warning: Non-includable file <command-line> includ
ed from includable file /usr/include/stdc-predef.h.

Compilation Successful (1 warning)

4. Compiling and running './btest -g -r 2' to determine performance score.
gcc -O -Wall -m64 -std=gnu89 -lm -o btest bits.c btest.c decl.c tests.c


5. Running './dlc -e' to get operator count of each function.

Correctness Results     Perf Results
Points  Rating  Errors  Points  Ops     Puzzle
1       1       0       2       4       bitAnd
2       2       0       2       3       getByte
3       3       0       2       14      logicalShift
4       4       0       2       25      bitCount
3       3       0       2       7       conditional
1       1       0       2       1       tmin
2       2       0       2       7       fitsBits
2       2       0       2       7       divpwr2
2       2       0       2       2       negate
4       4       0       2       37      howManyBits
3       3       0       2       13      isLessOrEqual
4       4       0       2       78      ilog2
4       4       0       2       19      float_half
4       4       0       2       13      float_f2i
4       4       0       2       15      float_twice

Score = 73/73 [43/43 Corr + 30/30 Perf] (245 total operators)
Success: Sent autoresult string for qinliu:2017202210003 to the result server.
qinliu@ubuntu:~/ics/datalab-handout$
```

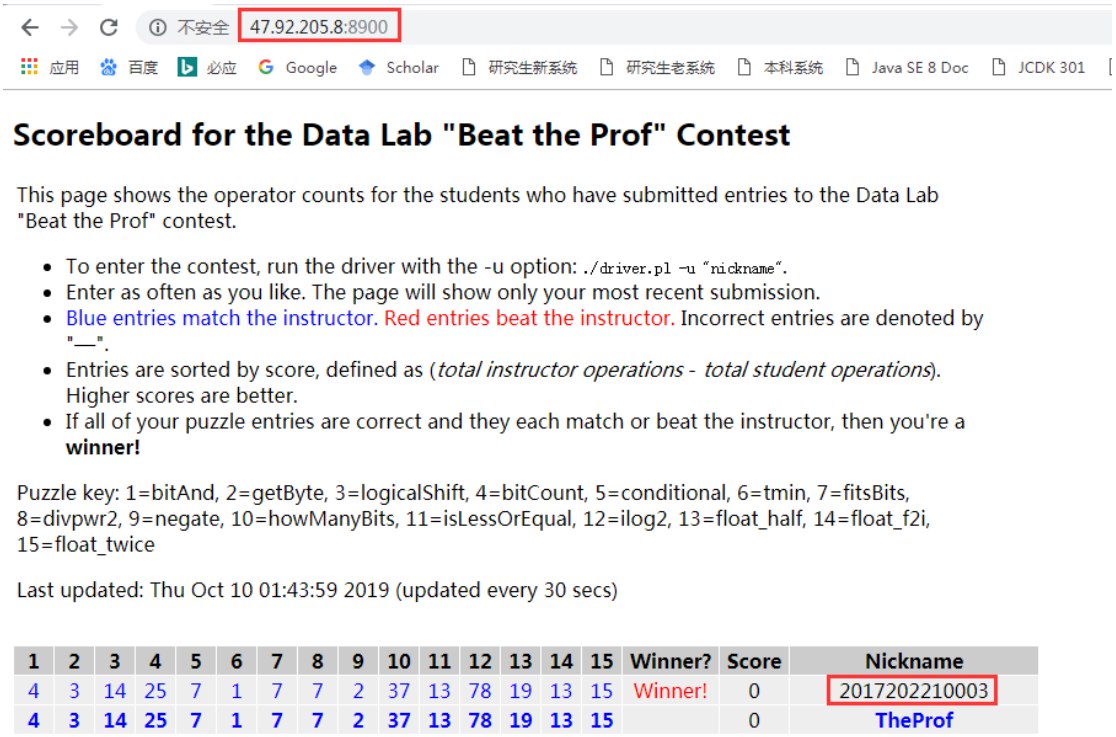
注意：需要给 perl 脚本可执行权限（使用命令 chmod a+x * ）

可以在 **http://47.92.205.8:8900/** 下直接看到提交的结果。有时需刷新几次页面才能看到结果。

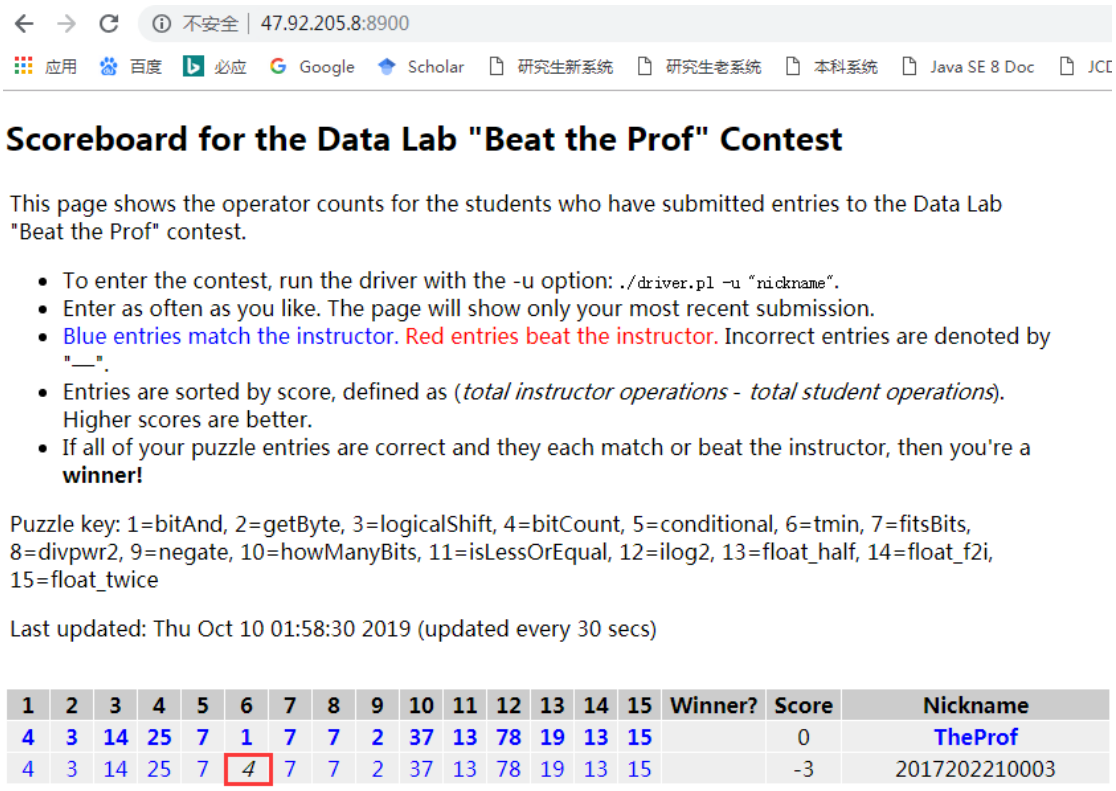
Beat the Prof. 网页上 Score 这一列显示的分数是指 Instructor 的总操作数减去学生实验的总操作数，差值越大说明学生实验的操作数越少。注意，Instructor 的操作数比题目中允许的最大操作数要小，所以如果仅仅只是通过了 dlc 和 btest 的检查提交的结果在此得分可能是负数。

Instructor 的总操作数仍有较大的优化空间。为了鼓励同学们做出更优化的结果，本实验的成绩转换为百分制为 **55 + Score * 0.7**

提交的实验操作数与 Instructor 的操作数相同，Score 显示为 0，如下图所示。



提交的实验操作数比 Instructor 的操作数大，Score 显示为负数，如下图所示。



- 结果提交截止时间：2019 年 10 月 27 日 22 时（截止时间前可提交任意次，每次提交覆

盖前次提交；截止时间后服务器关闭，无法继续提交，以最后一次提交为该实验评分依据）

- 若实验提交出现异常，请联系教辅；每位同学成功提交了最终版的结果后，请对网页相关记录处截图，并记录下时间，以备出现问题方便核对。
- 最终版的 bits.c 文件，请命名为 学号_姓名_bits.c 在 2019 年 10 月 27 日 24 时之前发送 email 至 csassignment@qq.com ，邮件主题也为 学号_姓名_bits.c
- 每道题的注释部分都应包括清晰必要的解题思路说明，否则视为抄袭。

7 注意事项

- 如果编译时发现很多头文件找不到，尝试执行如下命令安装必要的库：

sudo apt-get install build-essential libc6-dev libc6-dev-i386
sudo apt-get install gcc-4.7-multilib g++-4.7-multilib
遇到缺库的报错先试着百度自己解决

- 如果你的机器是 32 位的，那么将 Makefile 中

CFLAGS = -O -Wall -m64 -std=gnu89
改为 CFLAGS = -O -Wall -m32 -std=gnu89

本实验对 32 位或 64 位系统均适用。