

**课 程 实 验 报 告**

**课程名称： 计算机系统基础**

**实验名称： 数据的表示**

**院 系 ：计算机科学与技术**

**专业班级 ： 图灵2301**

**学 号 ： U202315064**

**姓 名 ： 刘铖**

**指导教师 ：**

**2024 年 9 月 26 日**

**一、实验目的与要求**

⑴ 熟练掌握程序开发的基本方法，包括程序的编译、链接和调试；

⑵ 熟悉地址的计算方法、地址的内存转换；

⑶ 熟悉数据的表示形式。

**二、实验内容**

**任务1 数据存放的压缩与解压编程**

定义了 结构 student ，以及结构数组变量old\_s[N], new\_s[N]; (N=5)

struct student {

char name[8];

short age;

float score;

char remark[200]; // 备注信息

};

编写程序，输入N个学生的信息到结构数组old\_s中。将 old\_s[N] 中的所有信息依次紧凑(压缩)存放到一个字符数组message中，然后从 message 解压缩到结构数组 new\_s[N]中。打印压缩前(old\_s)、解压后(new\_s)的结果，以及压缩前、压缩后存放数据的长度。

要求：

1. 输入的第0个人姓名(name)为自己的名字，分数为学号的最后两位；
2. 编写指定接口的函数完成数据压缩

压缩函数有两个： int pack\_student\_bytebybyte(student\* s, int sno, char \*buf);

int pack\_student\_whole(student\* s, int sno, char \*buf);

s为待压缩数组的起始地址； sno 为压缩人数； buf 为压缩存储区的首地址；两个函数的返回均是调用函数压缩后的字节数。pack\_student\_bytebybyte要求一个字节一个字节的向buf中写数据；pack\_student\_whole要求对short、float字段都只能用一条语句整体写入，用strcpy实现串的写入。

1. 使用指定方式调用压缩函数

old\_s数组的前N1（N1=2）个记录压缩调用pack\_student\_bytebybyte 完成；后N2（N2==3）个记录压缩调用pack\_student\_whole，两种压缩函数都只调用1次。

（4） 使用指定的函数完成数据的解压

解压函数的格式：int restore\_student(char \*buf, int len, student\* s);

buf 为压缩区域存储区的首地址；len为buf中存放数据的长度；s为存放解压数据的结构数组的起始地址； 返回解压的人数。解压时不允许使用函数接口之外的信息（即不允许定义其他全局变量）

（5）仿照调试时看到的内存数据，以十六进制的形式，输出message的前20个字节的内容，并与调试时在内存窗口观察到的message的前20个字节比较是否一致。

（6）对于第0个学生的score，根据浮点数的编码规则指出其个部分的编码，并与观察到的内存表示比较，验证是否一致。  
 (7) 指出结构数组中个元素的存放规律，指出字符串数组、short类型的数、float型的数的存放规律。

**任务2 编写位运算程序**

按照要求完成给定的功能，并**自动判断程序**的运行结果是否正确。（从逻辑电路与门、或门、非门等等角度，实现CPU的常见功能。所谓自动判断，即用简单的方式实现指定功能，并判断两个函数的输出是否相同。）

1. int absVal(int x); 返回 x 的绝对值

仅使用 !、 ~、 &、 ^、 |、 +、 <<、 >>， 运算次数不超过 10次

判断函数： int absVal\_standard(int x) { return (x < 0) ? -x : x;}

1. int negate(int x); 不使用负号，实现 -x

判断函数： int netgate\_standard(int x) { return -x;}

1. int bitAnd(int x, int y); 仅使用 ~ 和 |，实现 &

判断函数： int bitAnd\_standard(int x, int y) { return x & y;}

1. int bitOr(int x, int y); 仅使用 ~ 和 &，实现 |
2. int bitXor(int x, int y); 仅使用 ~ 和 &，实现 ^
3. int isTmax(int x); 判断x是否为最大的正整数（7FFFFFFF），

只能使用 !、 ~、 &、 ^、 |、 +

1. int bitCount(int x); 统计x的二进制表示中 1 的个数

只能使用，! ~ & ^ | + << >> ，运算次数不超过 40次

1. int bitMask(int highbit, int lowbit); 产生从lowbit 到 highbit 全为1，其他位为0的数。例如bitMask(5,3) = 0x38 ；要求只使用 ! ~ & ^ | + << >> ；运算次数不超过 16次。
2. int addOK(int x, int y); 当x+y 会产生溢出时返回1，否则返回 0

仅使用 !、 ~、 &、 ^、 |、 +、 <<、 >>， 运算次数不超过 20次

1. int byteSwap(int x, int n, int m); 将x的第n个字节与第m个字节交换，返回交换后的结果。 n、m的取值在 0~3之间。  
   例：byteSwap(0x12345678, 1, 3) = 0x56341278

byteSwap(0xDEADBEEF, 0, 2) = 0xDEEFBEAD

仅使用 !、 ~、 &、 ^、 |、 +、 <<、 >>， 运算次数不超过 25次

**三、实验记录及问题回答**

**（1）任务 1 的算法思想、运行结果等记录**

算法思想：

pack\_student\_bytebybyte 函数通过一个 char 类型指针扫描要压缩的数组，从而读取数据进行压缩。压缩过程中跳过字符数组的尾部未使用空间以及 short 对齐浪费的两字节空间，将数据紧密压缩在一起。

pack\_student\_whole 函数使用同样的思路，只是使用的是 strcpy 和 memcpy 进行压缩。

restore\_student 函数使用了一个子函数restore\_once，用以解压缩单个结构体单元。restore\_once 返回解压完单个结构体单元后的新指针，指向下一个要解压的数据，以便解压继续进行。

运行结果：

输入数据：

LiuCheng 19 64 L\_Star\_Plus's\_Classmate

nwlrb 20 78.600000 qbhcdarzow

kkyhi 20 62.900000 qscdxrjmow

frxsj 19 82.900000 ldbefsarcb

ynecd 19 97.000000 gxxpklorel

输出数据：  
name = LiuCheng, age = 19, score = 64.000000, remark = L\_Star\_Plus's\_Classmate   
name = nwlrb, age = 20, score = 78.599998, remark = qbhcdarzow   
name = kkyhi, age = 20, score = 62.900002, remark = qscdxrjmow   
name = frxsj, age = 19, score = 82.900002, remark = ldbefsarcb   
name = ynecd, age = 19, score = 97.000000, remark = gxxpklorel

**（2）任务 2 的算法思想、运行结果等记录**

negate(int x) 使用位运算来实现取负。(~x) + 1 通过按位取反后加1得到负数，符合二进制补码表示。

absVal(int x) 判断 x 的符号位。如果是负数，则调用 negate(x) 返回其绝对值；否则直接返回 x。

bitAnd(int x, int y) 通过德摩根定律实现。x & y 可以用 ~((~x) | (~y)) 表示，使用按位取反和按位或操作。

bitOr(int x, int y) 同样使用德摩根定律，x | y 可用 ~((~x) & (~y)) 表示，通过取反和按位与操作实现。

bitXor(int x, int y) 先计算了 x，y都为1的位，再计算了其都为0的位，这些位异或结果为 0 ，其他位异或结果为 1，故把它们取 or 再取反即可。

isTmax(int x) 首先检查 x 是否为全1（即 ~x 非零），然后检查 x + 1 是否等于 -x，通过这些条件结合异或操作来判断 x 是否为最大正整数，可以证明不存在其他情况。

bitCount(int x) 通过倍缩的方式得到答案，每次分别得到相邻2位的1的个数，相邻 4 位的 1 的个数，直至这 32 位的 1 的个数，共用 20 次运算。

bitMask(int highbit, int lowbit) 首先判断 highbit 是否为31（即全1的情况），若是返回全1。否则，使用左移和减法生成高位的掩码，然后通过异或操作去掉低位的掩码。

addOK(int x, int y) 通过检查符号位来判断，若两个数同符号而结果符号不同，则说明产生溢出。计算中记录符号位并判断合并后的结果是否合理。

byteSwap(int x, int n, int m) 通过右移和按位与提取两个字节，然后使用异或操作交换位置，最后返回结果。

运算结果：

输入：

输出：

**四、体会**

**五、源码**

实验任务1：

#include <stdio.h>

#include <string.h>

#include <stdbool.h>

typedef struct student {

char name[8];

short age;

float score;

char remark[200];

} student;

#define N 5

#define N1 2

#define N2 3

student old\_s[N], new\_s[N];

char message[1000010];

void input(student \*x)

{

scanf("%s%hd%f%s", x->name, &(x->age), &(x->score), x->remark);

}

void print(student \*x)

{

printf("name = %s, age = %hd, score = %f, remark = %s\n", x->name, x->age, x->score, x->remark);

}

int pack\_student\_bytebybyte(student \*s, int sno, char \*buf)

{

char \*e = buf;

for (int i = 0; i < sno; ++i) {

for (int j = 0; (s + i)->name[j]; ++j) {

\*e = (s + i)->name[j];

e += 1;

}

\*e = 0;

e += 1;

char \*tmp = (char\*)(s + i);

tmp += 8;

for (int j = 0; j < 2; ++j) {

\*e = \*tmp;

e += 1;

tmp += 1;

}

tmp += 2;

for (int j = 0; j < 4; ++j) {

\*e = \*tmp;

e += 1;

tmp += 1;

}

for (int j = 0; (s + i)->remark[j]; ++j) {

\*e = (s + i)->remark[j];

e += 1;

}

\*e = 0;

e += 1;

}

return e - buf;

}

int pack\_student\_whole(student \*s, int sno, char \*buf)

{

char \*e = buf;

for (int i = 0; i < sno; ++i) {

strcpy(e, (s + i)->name);

e += strlen((s + i)->name) + 1;

memcpy(e, &((s + i)->age), sizeof (short));

e += sizeof (short);

memcpy(e, &((s + i)->score), sizeof (float));

e += sizeof (float);

strcpy(e, (s + i)->remark);

e += strlen((s + i)->remark) + 1;

}

return e - buf;

}

char \*restore\_once(char \*buf, student \*s)

{

char \*e = buf;

int i = 0;

do {

s->name[i] = \*e;

e += 1;

i += 1;

} while(\*(e - 1));

char \*tmp = (char\*)s;

tmp += 8;

for (int i = 0; i < 2; ++i) {

\*tmp = \*e;

e += 1;

tmp += 1;

}

tmp += 2;

for (int i = 0; i < 4; ++i) {

\*tmp = \*e;

e += 1;

tmp += 1;

}

i = 0;

do {

s->remark[i] = \*e;

e += 1;

i += 1;

} while (\*(e - 1));

return e;

}

int restore\_student(char \*buf, int len, student \*s)

{

char \*end = buf + len;

int n = 0;

while (buf != end) {

buf = restore\_once(buf, s + n);

n += 1;

}

return n;

}

int main(void)

{

for (int i = 0; i < 5; ++i) {

input(old\_s + i);

}

int n1 = pack\_student\_bytebybyte(old\_s, N1, message);

int n2 = pack\_student\_whole(old\_s + N1, N2, message + n1);

restore\_student(message, n1, new\_s);

restore\_student(message + n1, n2, new\_s + N1);

for (int i = 0; i < N; ++i) {

print(new\_s + i);

}

return 0;

}

实验任务 1、2 的源程序（单倍行距，5号宋体字）