

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

实验题目：排序与计数

实验目的：本次实验需要用汇编语言写一个程序，程序的功能是将 16 个成绩按照升序排序，统计 A, B 等级人数，并将结果存储在内存中。具体要求如下：

- 程序应当从 x3000 开始运行，程序的功能是读取预先存放在 x4000 开始的 16 个成绩，将其按照升序排列存放在 x5000 开始的内存中，并统计其中 A 等级（85 分及以上并且在前 25%）和 B 等级（不是 A 且 75 分及以上并且在前 50%），A 等级人数存放在 x5100，B 等级人数存放在 x5101 中
- 约定：程序运行到空指令（对于未初始化，也没有在程序运行过程中修改的内存，认为它存放一条空指令）或 TRAP 指令时，运行结束
- 实验每次需要提交相应的机器码或汇编代码
 - 对于本次实验，提交汇编代码
- 汇编代码注意格式：
 - 需要以 .ORIG x3000 开始
 - 需要以 .END 结束
 - 最后一条指令为 HALT
 - 关键词大写
 - 逗号后需要空格

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

实验的部分测试数据如下：

Memory address	example1	example2	example3
x4000	100	95	88
x4001	95	100	77
x4002	90	0	66
x4003	85	50	55
x4004	80	45	99
x4005	60	40	33
x4006	55	80	44
x4007	50	65	22
x4008	45	70	11
x4009	40	75	10
x400A	35	35	9
x400B	30	20	98
X400C	25	25	97
X400D	20	15	53
X400E	10	10	57
X400F	0	90	21

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

output:

Memory address	example1	example2	example3
x5000	0	0	9
x5001	10	10	10
x5002	20	15	11
x5003	25	20	21
x5004	30	25	22
x5005	35	35	33
x5006	40	40	44
x5007	45	45	53
x5008	50	50	55
x5009	55	65	57
x500A	60	70	66
x500B	80	75	77
X500C	85	80	88
X500D	90	90	97
X500E	95	95	98
X500F	100	100	99

Memory address	example1	example2	example3
x5100	4	3	4
x5101	1	2	1

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

实验原理:

代码如下图:

```
1 ; 采用冒泡排序, 将成绩排好序后, 转移到指定地址中, 再进行等级的计数
2 .ORIG x3000
3 ; 排序部分:
4 ; i (R3 0~len-1)
5 ; j (R4 0~len-1-i)
6 LABEL1 AND R4, R4, #0 ;j=0
7 LD R0, BEFORE
8 LABEL2 LDR R5, R0, #0 ;R5: BEFORE[j]
9 LDR R6, R0, #1 ;R6: BEFORE[j+1]
10 NOT R7, R5
11 ADD R7, R7, #1
12 ADD R7, R6, R7 ;BEFORE[j+1]-BEFORE[j]
13 BRn LABEL4 ;不满足升序, 则跳到交换
14
15 LABEL3 ADD R4, R4, #1 ;j++
16 ADD R0, R0, #1
17 ADD R6, R4, R3
18 ADD R6, R6, #-15 ;j<(len-1-i)?
19 BRn LABEL2 ;小于则继续比较j++后的相邻两位
20 BRnzp LABEL5 ;否则j循环完成一轮, i循环+1
21
22 LABEL4 ADD R7, R6, #0 ;swap
23 ADD R6, R5, #0
24 ADD R5, R7, #0
25 STR R5, R0, #0
26 STR R6, R0, #1
27 BRnzp LABEL3 ;无论是否交换都判断j循环是否完成
28
29 LABEL5 ADD R3, R3, #1 ;i++
30 ADD R6, R3, #-15 ;i<(len-1)?
31 BRn LABEL1 ;小于则继续i循环
32
33 ; 结果转移部分:
34 LD R0, BEFORE
35 LD R1, AFTER
36 LD R2, NUM
37 AGAIN LDR R7, R0, #0
38 STR R7, R1, #0 ;R0指针地址存储数据转移到R1指针地址存储
39 ADD R0, R0, #1
40 ADD R1, R1, #1
41 ADD R2, R2, #-1
42 BRp AGAIN ;循环转移
43
44 ; 统计部分:
45 ; A等级人数 (最多前4)
46 ; B等级人数 (最多前8)
47 AND R5, R5, #0 ;R5: A等级
48 AND R6, R6, #0 ;R6: B等级
49 LD R1, AFTER
50 LD R2, NUM
51 NEXT ADD R1, R1, #1
52 ADD R0, R2, #-8
53 BRz FINISH
54 LDR R7, R1, #7
55 ADD R2, R2, #-1
56 ADD R7, R7, #-15
57 ADD R7, R7, #-15
58 ADD R7, R7, #-15
59 ADD R7, R7, #-15
60 ADD R7, R7, #-15
61 ADD R7, R7, #-10
62 BRn L1 ;判断是否大于等于85, 小于则跳L1继续与75比较
63 ADD R0, R2, #-12
64 BRn L2 ;判断是否在前4
```

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

```
65      ADD     R6, R6, #1          ; 否则B等级，是则跳L2是A等级
66      BRnzp   NEXT
67 L1     ADD     R7, R7, #10
68      BRn     NEXT              ; L1基础上大于等于75则B等级
69      ADD     R6, R6, #1
70      BRnzp   NEXT
71 L2     ADD     R5, R5, #1
72      BRnzp   NEXT
73
74
75 ; 储存结果部分：
76 FINISH STI     R5, ansA
77        STI     R6, ansB
78        HALT
79 BEFORE .FILL   x4000
80 AFTER  .FILL   x5000
81 NUM    .FILL   #16
82 ansA   .FILL   x5100
83 ansB   .FILL   x5101
84
85        .END
```

共分为如下三步：

1. 排序部分：

采用冒泡排序，对照 C 语言代码进行汇编语言代码编写，如下图：

```
void bubbleSort(ElemType arr[], int len) //冒泡排序
{
    int temp;
    for (int i = 0; i < len - 1; ++i)
    {
        for (int j = 0; j < len - 1 - i; ++j)
        {
            if (arr[j]>arr[j + 1])
            {
                temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j + 1];
                arr[j + 1] = temp;
            }
        }
    }
}
```

R3 储存变量 i，R4 储存变量 j，在每次 j 循环内依次比较相邻两位，顺序不对则进行交换，直到 len-1-i，每次 j 循环完后 i++，并将 j

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

置 0，继续进行 j 循环，直到 $i=len-1$ ，排序结束

2. 结果转移部分：

将两个指针分别指向 x4000 和 x5000，通过 LDR 和 STR 指令将成绩复制制到对应的地址，并循环加 1 进行直到复制完成

3. 统计部分：

因为 A、B 等级都只能在前 8 名中产生，因此直接从第 8 名开始判断，首先判断是否大于等于 85，若小于 85 则再判断是否大于等于 75，若大于等于 75 则为 B 等级，若大于等于 85 则还需要判断是否在前 4 名，在则 A 等级，不在则 B 等级；无论判断之后是什么等级，都将指针加一取出下一个成绩并判断是否将前 8 名全部判断，全部判断完成则跳转到存储部分将人数存在 x5100 和 x5101 中

实验步骤：

1. 读懂实验目的
2. 将实现过程模块化三个部分：排序、转移、统计
3. 将步骤转为汇编码实现
4. 存为 asm 文件并运行为 obj，查找错误：
5. 修改完成后在自测网站进行自测

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

6. 自测通过后书写实验报告

实验结果：

测试数据（1）：

100:95:90:85:80:60:55:50:45:40:35:30:25:20:10:0,

寄存器：

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x0008	8	
R3	x0010	16	
R4	x0001	1	
R5	x0004	4	
R6	x2FFE	12286	
R7	x000F	15	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存：

! ▶ x5000	x0000	0	! ▶ x5100	x0004	4
! ▶ x5001	x000A	10	! ▶ x5101	x0001	1
! ▶ x5002	x0014	20			
! ▶ x5003	x0019	25			
! ▶ x5004	x001E	30			
! ▶ x5005	x0023	35			
! ▶ x5006	x0028	40			
! ▶ x5007	x002D	45			
! ▶ x5008	x0032	50			
! ▶ x5009	x0037	55			
! ▶ x500A	x003C	60			
! ▶ x500B	x0050	80			
! ▶ x500C	x0055	85			
! ▶ x500D	x005A	90			
! ▶ x500E	x005F	95			
! ▶ x500F	x0064	100			

可以看出排序顺序正确，且内存 x5100 中为 4，内存 x5101 中为 1，对应 A 等级 4 人，B 等级 1 人，结果正确

实 验 报 告

评分：

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

测试数据 (2):

95:100:0:50:45:40:80:65:70:75:35:20:25:15:10:90,

寄存器：

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x0008	8	
R3	x000F	15	
R4	x0001	1	
R5	x0003	3	
R6	x2FFE	12286	
R7	x000F	15	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存：

! ▶ x5000	x0000	0	! ▶ x5100	x0003	3
! ▶ x5001	x000A	10	! ▶ x5101	x0002	2
! ▶ x5002	x000F	15			
! ▶ x5003	x0014	20			
! ▶ x5004	x0019	25			
! ▶ x5005	x0023	35			
! ▶ x5006	x0028	40			
! ▶ x5007	x002D	45			
! ▶ x5008	x0032	50			
! ▶ x5009	x0041	65			
! ▶ x500A	x0046	70			
! ▶ x500B	x004B	75			
! ▶ x500C	x0050	80			
! ▶ x500D	x005A	90			
! ▶ x500E	x005F	95			
! ▶ x500F	x0064	100			

可以看出排序顺序正确，且内存 x5100 中为 3，内存 x5101 中为 2，对应 A 等级 3 人，B 等级 2 人，结果正确

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

测试数据 (3):

88:77:66:55:99:33:44:22:11:10:9:98:97:53:57:21,

寄存器:

R0	x0000	0	
R1	x7FFF	32767	
R2	x0008	8	
R3	x000F	15	
R4	x0001	1	
R5	x0004	4	
R6	x2FFE	12286	
R7	x000E	14	
PSR	x0002	2	CC: Z
PC	x036C	876	
MCR	x0000	0	

内存:

! ▶ x5000	x0009	9	! ▶ x5100	x0004	4
! ▶ x5001	x000A	10	! ▶ x5101	x0001	1
! ▶ x5002	x000B	11			
! ▶ x5003	x0015	21			
! ▶ x5004	x0016	22			
! ▶ x5005	x0021	33			
! ▶ x5006	x002C	44			
! ▶ x5007	x0035	53			
! ▶ x5008	x0037	55			
! ▶ x5009	x0039	57			
! ▶ x500A	x0042	66			
! ▶ x500B	x004D	77			
! ▶ x500C	x0058	88			
! ▶ x500D	x0061	97			
! ▶ x500E	x0062	98			
! ▶ x500F	x0063	99			

可以看出排序顺序正确, 且内存 x5100 中为 4, 内存 x5101 中为 1, 对

实 验 报 告

评分:

计算机科学与技术 系 2021 级 学号 PB21111728 姓名 刘芷辰 日期 2022 年 12 月 19 日

应 A 等级 4 人, B 等级 1 人, 结果正确

自测网站测试结果:

汇编评测

3 / 3 个通过测试用例

- 平均指令数: 2192
- 通过 100:95:90:85:80:60:55:50:45:40:35:30:25:20:10:0, 指令数: 2360, 输出: 0,10,20,25,30,35,40,45,50,55,60,80,85,90,95,100,4,1
- 通过 95:100:0:50:45:40:80:65:70:75:35:20:25:15:10:90, 指令数: 2108, 输出: 0,10,15,20,25,35,40,45,50,65,70,75,80,90,95,100,3,2
- 通过 88:77:66:55:99:33:44:22:11:10:9:98:97:53:57:21, 指令数: 2108, 输出: 9,10,11,21,22,33,44,53,55,57,66,77,88,97,98,99,4,1

三个测试样例均正确