## 计算机组成原理 Homework 17 (12.28)

中国人民大学 信息学院 崔冠宇 2018202147

1. 参考课堂上的硬件时钟中断的例子 hintr.com,编写程序实现以下功能:

程序运行之后,判断秒显示标志,标志有效时,显示 MM:SS。其中 MM 表示分钟,SS 表示秒。要求编写中断处理程序,按照时钟的计数方式计数。主程序在按任意键时,退出。

解:在 200H 起的单元按下列格式设置数据:

• 200H-203H: 存放旧中断向量

• 204H: 秒计数器, 到 18 为 1 秒

• 205H: 显示标记, 00 不显示, FF 显示

• 206H 起: "00:00"字符串(以及后面的换行和\$),用来输出

图 1: 数据区

```
; 100H 起输入主程序
 MAIN:
2 MOV AX, 351C
                        ; 35H 系统调用获取原中断向量
 INT 21
  CS:
 MOV [200], DX
 CS:
                         保护原中断向量
 MOV [202], ES
 MOV DX, 220
 MOV AX, 251C
                        ; 25H 系统调用设置新中断向量
10 INT 21
11 LPO: (0117)
12 MOV AL, [205]
13 CMP AL, FF
                        ; 判断标志是否有效(是否到了 1 秒)
14 JNZ LP1 (012A)
15 MOV AL, O
                      ;标志有效,重设标志
16 MOV [205], AL
17 MOV DX, 206
18 MOV AH, 9
```

```
19 INT 21
                         ; 9H 显示内容
20 LP1: (012A)
21 MOV AH, B
22 INT 21
                         ; BH 系统调用获取键盘输入
23 CMP AL, O
24 JZ LP0 (0117)
                         ; 无键盘输入则继续
25 CS:
26 LDS DX, [200]
27 MOV AX, 251C
                         : 25H 系统调用恢复中断向量
28 INT 21
29 INT 20
30
                         ; 220H 起输入中断服务程序
31 INTERRUPT:
32 PUSH AX
33 MOV AL, [204]
34 INC AL
35 CMP AL, 12
                         ; 判断是否到 12H, 即 1 利
36 JNZ LP2(281)
                         ; 228
37 MOV AL, FF
38 MOV [205], AL
                         ;设置标志有效
39 MOV AL, [20A]
                        ; 获取秒最低位
                         ; 增加 1 秒
40 INC AL
                         ; 超过 10 了
41 CMP AL, 3A
42 JNZ LP3 (244)
                         ; 236
43 SUB AL, A
                         ; 減去 10
44 PUSH AX
                         ; 保护 AX
45 MOV AL, [209]
46 INC AL
                         ;次低位加1
47 MOV [209], AL
                         ; 写回
48 POP AX
                         ; 弹出 AX
49 LP3: (244)
50 MOV [20A], AL
                         ; 写回最低位
51 MOV AL, [209]
52 CMP AL, 36
                         ; 判断秒次低位是否超过 6
53 JNZ LP4(25D)
                         ; 24C
54 SUB AL, 6
                         ; 減去 6
55 PUSH AX
```

```
56 MOV AL, [207]
57 INC AL
                      ; 分钟数加 1
                     ; 写回
58 MOV [207], AL
59 POP AX
60 MOV [209], AL
                  ; 写回秒次低位
61 LP4: (25D)
62 MOV AL, [207]
                      ; 判断分钟数最低位是否超过 10
63 CMP AL, 3A
64 JNZ LP5 (273)
                       ; 262
                       ; 減去 10
65 SUB AL, A
66 PUSH AX
                       ; 保护 AX
67 MOV AL, [206]
                      ;分钟次低位加 1
68 INC AL
                       ; 写回
69 MOV [206], AL
70 POP AX
                       ; 弹出 AX
                      ; 写回分钟最低位
71 MOV [207], AL
72 LP5: (273)
73 MOV AL, [206]
                        ; 判断分钟最高位是否达到 6
74 CMP AL, 36
75 JNZ LP6(27F)
76 SUB AL, 6
                     ; 減 6 写回
77 MOV [206], AL
78 LP6: (27F)
79 MOV AL, 0
80 LP2: (281)
                         写回 AL
81 MOV [204], AL
82 POP AX
```

在 DEBUG 环境中,输入上述代码,设置数据区并运行。部分截图如下所示:

83 IRET

```
DOSBox 0.74-3-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEBUG 75A:0251 A00702 MOU AL, [0207]
075A:0251 A00702
075A:0254 FEC0
075A:0256 A20702
075A:0259 58
075A:025A A20902
075A:025A A00702
                                                             MOV
INC
                                                                                 ΑL
                                                                                 [0207],AL
                                                             MOV
                                                             POP
                                                                                HX
[0209],AL
AL,[0207]
AL,3A
0273
AL,0A
                                                             MOV
                                                             MOV
075A:025D 1007
075A:0260 3C3A
075A:0262 750F
075A:0264 2C0A
                                                             CMP
                                                             JNZ
                                                             SUB
 075A:0266 50
075A:0267 A00602
075A:026A FECO
                                                             PUSH
                                                                                 ΑX
                                                             MOV
                                                                                 AL,[0206]
                                                              INC
975A: 926A FEC9

975A: 926C A20602

975A: 926F 52

975A: 9279 A20702

975A: 9273 A90602

975A: 9276 3C36

975A: 9276 7505

975A: 9277 A20602

975A: 927F B909

975A: 9281 A20402

975A: 9284 58

975A: 9285 CF
                                                                                 AL
                                                                                 [0206],AL
                                                             MOV
                                                             POP
                                                                                HX
[0207],AL
AL,[0206]
AL,36
027F
                                                             MOV
                                                             MOV
                                                            CMP
JNZ
                                                                                AL,06
[0206],AL
AL,00
                                                             SUB
                                                             MOV
                                                             MOV
                                                             MOV
                                                                                 [0204],AL
                                                            POP
IRET
```

图 2: 键入代码

```
O0:46
00:47
00:48
00:49
00:50
00:52
00:53
00:56
00:57
00:58
00:59
01:00
01:01
01:02
01:04
01:05
01:06

Program terminated normally
--ú
```

图 3: 计时器工作正常,按任意键可以退出

根据程序运行结果可见代码功能正确。

**2.** 参考课堂上的软中断的例子 sintr.com,编写程序实现以下功能:程序运行之后,按"A"键,触发中断程序,计数器内容加 1 ,按"B"键,触发中断程序,计数器内容减 1。无论加 1 和减 1 均限制在 ascii 码:30~39 之间。按"Q"键时,退出。

解:在 200H 起的单元按下列格式设置数据:

• 200H-203H: 存放旧中断向量

• 204H: 键盘输入的控制字符

• 205H: 计数器, 计数 30~39(以及后面的换行和\$)

```
075A:0200
       00 00 00 00 00 30 0A 0D-24 00 00 00 00 00 00 00
075A:0210
       075A:0220
       50 A0 04 02 3C 61 75 0A-50 A0 05 02 FE C0 A2 05
                                           P...<au.P
075A:0230
       02 58 3C 62 75 0A 50 A0-05 02 FE C8 A2 05 02 58
                                           .X<bu.P.....
975A:0240
       A0 05 02
             3C
               3A 75 02 BO-39 3C 2F
                              75 02 BO
                                             <:u..9</u..0.
       05 02 58 CF 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
       975A:0260
```

图 4: 数据区

```
MAIN:
                        ; 100H 起输入主程序
2 MOV AX, 356B
 INT 21
                        ; 35H 系统调用获取原中断向量
 CS:
5 MOV [200], BX
 CS:
                        ; 保护原中断向量
 MOV [202], ES
 MOV DX, 220
 MOV AX, 256B
10 INT 21
                        ; 25H 系统调用设置新中断向量
11 LPO: (117)
12 MOV AH, 1
                        ; 读一个字符
 INT 21
14 CMP AL, 71
                        ; 若是 'q', 退出
15 JZ LP1 (12D)
                        ; 11D
16 MOV [204], AL
                        ; 键盘字符放到 204H
                        ; 软中断 —— 根据键盘内容修改计数器
17 INT 6B
18 MOV DX, 205
19 MOV AH, 9
                        ; 显示计数器内容
20 INT 21
21 JMP LPO (117)
22 LP1: (12D)
```

```
23 CS:
24 LDS DX, [200]
25 MOV AX, 256B
26 INT 21
                          ; 25H 系统调用恢复中断向量
27 INT 20
28
                         ; 220H 起输入中断服务程序
29 INTERRUPT:
30 PUSH AX
31 MOV AL, [204]
                         ; 获取输入的字符
32 CMP AL, 61
                         ; 'a' = 61H
33 JNZ LP2(232)
                         ; 226
34 PUSH AX
                          ; 保护 AX
35 MOV AL, [205]
36 INC AL
                         ; 加 1, 写回
37 MOV [205], AL
38 POP AX
                          ; 弹出 AX
39 LP2: (232)
40 CMP AL, 62
                          ; 'b' = 62H
41 JNZ LP3 (240)
                          ; 234
                          ; 保护 AX
42 PUSH AX
43 MOV AL, [205]
44 DEC AL
                          ; 减少 1, 写回
45 MOV [205], AL
                            弹出 AX
46 POP AX
47 LP3: (240)
48 MOV AL, [205]
                           大了
49 CMP AL, 3A
50 JNZ LP4 (249)
                          ; 245
51 MOV AL, 39
                          ; 重设为 39H
52 LP4: (249)
53 CMP AL, 2F
                          ; 小了
54 JNZ LP5 (24F)
                          ; 24B
                          ; 重设为 30H
55 MOV AL, 30
56 LP5: (24F)
57 MOV [205], AL
                   ; 写 回
58 POP AX
59 IRET
```

在 DEBUG 环境中,输入上述代码,设置数据区并运行。部分截图如下所示:

```
DOSBox 0.74-3-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEBUG
075A:0224 3C61
075A:0226 750A
                                           AL,61
0232
                                 CMP
                                 JNZ
075A:0228 50
                                 PUSH
075A:0229 A00502
075A:022C FEC0
                                            AL,[0205]
                                 MOV
                                 INC
075A:022E A20502
                                 MOV
                                            [0205],AL
075A:0231 58
                                 POP
                                            ΑX
075A:0232 3C62
075A:0234 750A
                                            AL,62
                                 CMP
                                 JNZ
                                            0240
075A:0236 50
                                 PUSH
                                            ΑX
075A:0237 A00502
                                            AL,[0205]
                                 MOV
075A:023A FEC8
                                 DEC
075A:023C A20502
075A:023F 58
                                 MOV
                                            [0205],AL
                                 POP
075A:0240 A00502
075A:0243 3C3A
075A:0245 7502
                                           AL,[0205]
AL,3A
                                 MOV
                                 CMP
                                 JNZ
                                            0249
                                            AL,39
AL,2F
075A:0247 B039
                                 MOV
075A:0249 3C2F
075A:024B 7502
075A:024B 8030
075A:024F A20502
075A:0252 58
                                 CMP
                                 JNZ
                                            024F
                                            AL,30
                                 MOV
                                 MOV
                                            [0205],AL
                                 POP
                                            ΑX
075A:0253 CF
                                 IRET
```

图 5: 键入代码

```
DOSBox 0.74-3-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: DEBUG —g=100 a1 a2 a3 b2 b1 b0 b0 a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 a9 a9 b8 b7 b6 qq Program terminated normally
```

图 6: 按下 a 计数器 +1, 按下 b 计数器-1 (不会超出范围), 按下 q 退出

根据程序运行结果可见代码功能正确。