

# PIC16 单片机中双字节乘法子程序的更正

■ 福州大学 江和

美国 Microchip 公司的 PIC16 系列单片机以其功能齐全、品种多、可靠性高著称,得到国内越来越多的相关技术人员的青睐。但是, PIC16 系列单片机中无乘除指令,因此必须用加减和移位的办法实现乘法与除法运算。国内许多教材引用了 Microchip 公司的相关子程序或自编了通用子程序,给从事 PIC 系列单片机开发的人员带来了便利。但由于 Microchip 公司早期对外发布的子程序中存在错误,使得国内出版的几乎所有的 PIC16 系列单片机教材及文献中的无符号双字节乘法子程序都存在错误<sup>[1-6]</sup>。笔者最近在 Microchip 公司网站上新下载了该子程序<sup>[7]</sup>,发现已进行了修改,但仍存在错误,因此有必要对此做一个更正,否则若在产品中引用这个错误的程序,将导致不可预料的后果。

## 1 错误的由来

在上述文献中,无符号双字节乘法 S 版本(占用程序空间少, Small; 另一版本为 F 版本,即运行速度快, Fast)的程序如下(方便起见,程序加上行号):

; 双字节乘, ACCa(16 位) × ACCb(16 位), 结果放入到 ACCb,  
; ACCc(共 32 位)

```

① D_MPYS CALL    SETUP
② MLOOP  RRF     ACCdHI, F ; 乘数右移 1 次
③        RRF     ACCdLO, F
④        BTFS   STATUS, C ; 是否要被乘数
⑤        CALL   D_ADD    ; 标志位为 1 要加被乘数
⑥        RRF     ACCbHI, F ; 部分积右移 1 次
⑦        RRF     ACCbLO, F
⑧        RRF     ACCcHI, F
⑨        RRF     ACCcLO, F
⑩       DECFSZ  TEMP, F   ; 继续循环直到 16 次
⑪       GOTO   MLOOP
⑫       RETURN
⑬ SETUP  MOVLW  .16      ; 16 次循环
⑭       MOVWF  TEMP
⑮       MOVF   ACCbHI, W ; ACCb->ACCd
⑯       MOVWF  ACCdHI

```

```

⑰       MOVF   ACCbLO, W
⑱       MOVWF  ACCdLO
⑲       CLR   ACCbHI    ; 部分积 ACCb, ACCd 清零
⑳       CLR   ACCbLO
㉑       RETURN
; 双字节加, ACCb + ACCa->ACCb
㉒ D_ADD  MOVF   ACCaLO, W
㉓       ADDWF  ACCbLO, F ; 先加低字节
㉔       BTFS   STATUS, C ; 判断是否有进位
㉕       INCF   ACCbHI, F ; 有进位高字节加 1
㉖       MOVF   ACCaHI, W
㉗       ADDWF  ACCbHI, F ; 加高字节
㉘       RETURN

```

可以看到,该乘法子程序使用的是移位及相加的办法:每次循环时判断乘数右移出的那一位是否为 1,若为 1 则将部分积加上被乘数,然后将部分积带标志位右移。初看没什么问题,但是如果用  $0xFFFF \times 0xFFFF$  验证就会发现,计算结果为  $0xFDFE0001$ , 而正确的结果应为  $0xFFFE0001$ 。错误出在哪儿? 仔细分析会发现,错误出在加法子程序 D\_ADD 上。在加法子程序的第 ⑲ 行“ADDWF ACCbHI, F”中,影响到状态字 STATUS 的进位标志位 C, 这样在其后的调用返回中第 ⑥ 行指令“RRF ACCbHI, F”的移位中也是正确的,即这条指令已考虑了加法溢出的情况。但是程序中没有考虑在第 ⑲ 行加 1 时溢出的情况,因此在计算中就可能出错。

## 2 错误的纠正及在编程中应注意的问题

找到错误的所在,纠正就容易了,只须修改无符号双字节加法子程序。在加法子程序中增加一个寄存器(实际上只用到一个位就够了),当高字节加 1 溢出时,该位置 1 且在加法子程序返回时前置状态字 STATUS 的进位标志位 C 为 1,这样返回到乘法时就能正确运行。具体程序如下:

```

D_ADD BCF   ACCeLO, 0 ; 清辅助进位标志位
      MOVF  ACCaLO, W

```

```

ADDWF ACCbLO, F ;先加低字节
BTSS STATUS, C ;判断是否有进位
GOTO D_ADD1
INCF ACCbHI, F ;有进位高字节加1
BTSS STATUS, Z ;判断上一行加1是否有溢出
BSF ACCeLO, 0 ;有溢出,令 ACCeLO.0=1
D_ADD1
MOVF ACCaHI, W
ADDWF ACCbHI, F ;加高字节
BTSS ACCeLO, 0
BSF STATUS, C
;若 ACCeLO.0=0,令 STATUS.C=1
RETURN

```

本程序中考虑了无符号数加1时溢出的情况。若有溢出,则返回时置 STATUS.C=1。

可以从 Microchip 公司网站下载经过修正的无符号双字节乘法程序 AN526<sup>[8]</sup>,用这个程序来验证  $0x\text{FFFF} \times 0x\text{FFFF}$  是正确的,但是在计算  $0x1234 \times 0x567$  时却是错的。其问题也是出在加法子程序上,其程序如下:

```

① D_ADD BCF Flags, C ;清临时进位标志位
② MOVF ACCaLO, W ;加 ACCb+ACCa->ACCb
③ ADDWF ACCbLO, F ;加低字节
④ BTSS STATUS, C ;判断是否进位
⑤ INCF ACCbHI, F
⑥ BTSS STATUS, C
⑦ BSF Flags, C
⑧ MOVF ACCaHI, W
⑨ ADDWF ACCbHI, F ;加高字节
⑩ BTSS Flags, C
⑪ BSF STATUS, C
⑫ RETLW 0

```

在这个程序中,似乎已经考虑了加1后进位的问题,

但是在该程序的第⑥行产生了一个致命的错误。仔细查一下 Microchip 公司的芯片资料<sup>[8]</sup>,可知,加1指令“INCF”只影响状态字 STATUS 的零标志位 Z,而不影响进位标志位 C,而第⑥行却是判断标志位 C。因此将第⑥行改为“BTSS STATUS,Z”,程序就完全正确了。从中还可以看到<sup>[8]</sup>,减1指令“DECF”也只影响状态字的标志位 Z 而不影响标志位 C,而 INCFSZ 和 DECFSZ 则是不影响状态字的。这些在编程中要特别引起注意。另外,在编制程序时,应仔细检查;特别是计算程序,应该用各种可能的参数进行验证。

同样,相关教材及资料中的无符号双字节乘法 F 版本也存在同样的错误,请读者在使用时自行更正。■

### 参考文献

- [1] 王有绪,许杰,李拉成. PIC 系列单片机接口技术及应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000.
- [2] 寇(山严)英,曹海建. PIC 单片机子程序库及运算平台[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [3] 李荣正,刘启中,陈学军. PIC 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [4] 蔡纯结,邢武. PIC16/17 单片机原理和应用[M]. 北京:中国科学技术出版社,1997.
- [5] 武锋. PIC 系列单片机的开发应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1998.
- [6] 赛振中. PIC 系列单片机原理和程序设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1998.
- [7] Amar Palacherla. AN526, PIC16C5X / PIC16CXXX Math Utility Routines[OL]. www.microchip.com.
- [8] DS30292C. PIC16F87X Data Sheet[OL]. www.microchip.com.

(收稿日期:2007-05-14)

## 首届中国“ST-EMBEST杯”嵌入式电子设计大赛圆满结束

2007年7月27日,意法半导体公司与深圳市英蓓特信息技术有限公司主办的首届“ST-EMBEST杯”嵌入式电子设计大赛圆满结束。自2006年10月开赛以来,受到全国 ARM 开发工程师和爱好者的积极响应,有将近600个小组报名参加了入门组和专业组的比赛,经过初赛、复赛和决赛答辩的激烈角逐,最终由专家评委们评选出本次大赛的一、二、三等奖,优胜奖共27组。

本次大赛是意法半导体和英蓓特公司赞助并主办,参赛作品主要是基于意法半导体公司的 STR7 和 STR9 的 32 位产品系列进行应用设计开发,英蓓特公司为所有参赛小组免费提供开发工具。大赛评委会对近 600 个小组的参赛方案仔细进行筛选,最终有 58 个小组提供了最终的成品。参赛作品涉及领域广泛,包括工业用控制平台、游戏动作控制器、停车场管理系统、智能家居监控系统、温室检测与控制系统、中央空调控制系统、无线可视门控系统等。获奖作品在颁奖大会进行现场演示。

# PIC16单片机中双字节乘法子程序的更正

作者: [江和, Jiang He](#)  
作者单位: [福州大学](#)  
刊名: [单片机与嵌入式系统应用](#)  
英文刊名: [MICROCONTROLLERS & EMBEDDED SYSTEMS](#)  
年, 卷(期): 2007, (9)  
引用次数: 0次

## 参考文献(8条)

1. 王有绪, 许杰, 李拉成 [PIC系列单片机接口技术及应用系统设计](#) 2000
2. 宠(山严)英, 曹海建 [PIC单片机子程序库及运算平台](#) 2004
3. 李荣正, 刘启中, 陈学军 [PIC单片机原理及应用](#) 2005
4. 蔡纯结, 邢武 [PIC16/17单片机原理和应用](#) 1997
5. 武锋 [PIC系列单片机的开发应用技术](#) 1998
6. 窦振中 [PIC系列单片机原理和程序设计](#) 1998
7. Amar Palacherla [AN526, PIC16C5X / PIC16CXXX Math Utility Routines](#)
8. [DS30292C. PIC16F87X Data Sheet](#)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_dpjyqrsxtyy200709022.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dpjyqrsxtyy200709022.aspx)

下载时间: 2010年1月11日