บทที่ 11 : โปรแกรมย่อยขั้นต้น

รูปแบบของโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่เราเขียนในบทก่อน ๆ จะมีส่วนของโปรแกรมหลายส่วนที่ซ้ำซ้อนกัน. เราสามารถที่จะแยกส่วนย่อยเหล่านั้นเป็นโปรแกรมย่อยที่มีความอิสระจากโปรแกรมหลักได้. การแยกโปรแกรมเป็นโปรแกรมย่อยนี้ ทำให้เราสามารถนำส่วนของโปรแกรมนั้นมาใช้ใหม่ได้สะดวก และการตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมยังสามารถกระทำได้ง่ายขึ้นด้วย.

คำสั่งที่รองรับการเรียกโปรแกรมย่อย

การเรียกโปรแกรมย่อยมีความแตกต่างกับการกระโดดทั่วไป เนื่องจากภายหลังที่โปรแกรมย่อยทำงานเสร็จ หน่วยประมวลผลจะต้องสามารถกระโดดกลับมาทำงานในโปรแกรมหลักต่อไปได้. ดังนั้นการเรียกใช้โปรแกรมย่อยนั้นจะต้องมีการเก็บตำแหน่งของคำสั่งที่ทำงานอยู่เดิมด้วย และเมื่อจบโปรแกรมย่อยโปรแกรมจะต้องกระโดดกลับมาทำงานที่เดิม โดยใช้ข้อมูลที่เก็บไว้.

คำสั่งของ 8086 ที่รองรับการใช้งานโปรแกรมย่อยคือ**คำสั่ง CALL** และ **คำสั่ง RET**. เมื่อผู้ใช้เรียกคำสั่ง CALL พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของโปรแกรมย่อย หน่วยประมวลผลจะเก็บตำแหน่งของคำสั่งถัดไปที่จะกลับมาทำงานลงในแสต็ก และจะกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย. เมื่อโปรแกรมย่อยทำงานเสร็จ โปรแกรมย่อยจะเรียกใช้คำสั่ง RET เพื่อกระโดดกลับมาทำงานในโปรแกรมหลักต่อไป. เมื่อหน่วยประมวลผลประมวลผลคำสั่ง RET หน่วยประมวลผลจะดึงค่าตำแหน่งที่โปรแกรมจะกระโดดกลับไปทำงานจากแสต็ก และกระโดดกลับไปทำงานต่อยังโปรแกรมหลัก.

การประกาศโปรแกรมย่อย

เราสามารถสร้างโปรแกรมย่อยโดยการประกาศเลเบลที่จุดเริ่มต้นของโปรแกรมย่อยเท่านั้นก็ได้. แต่โดยทั่วไปแล้วเราจะประกาศโปรแกรมย่อยโดยใช้คู่ของคำสั่งเทียม PROC และ ENDP ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 11.1. โปรแกรมตัวอย่างนี้เป็นโปรแกรมที่สร้างโปรแกรมย่อยสำหรับพิมพ์เลขฐานสิบหกหนึ่งหลักชื่อ printhexdigit และใช้โปรแกรมย่อยนี้ในการเขียนโปรแกรมพิมพ์ค่ารหัสแอสกีของปุ่มที่รับค่าจากผู้ใช้. (ในตัวอย่างได้ละโปรแกรมบางส่วนไว้.)

```
.model small
.dosseg

.stack 100h

.code

;procedure PrintHexDigit
;input   al : digit
;affect  ah,dl
;
printhexdigit    proc    near
        mov      ah,2
        mov      dl,al
        add      dl,'0'
        cmp      al,10
        jb       printit
        add      dl,'A'-'0'-10
printit:
        int      21h
        ret
printhexdigit    endp

start:

; ...
; ละส่วนอ่านการกดปุ่มและส่วนหาค่าของตัวเลขของแต่ละหลักไว้.
```

```
; ให้ตัวเลขหลักหน้าเก็บใน bh และหลักหลังเก็บใน bl
; ...
        mov     al,bh
        call    printhexdigit

        mov     al,bl
        call    printhexdigit

        mov     ax,4c00h
        int     21h
end     start
```

โปรแกรมที่ 11.1 ส่วนของโปรแกรมพิมพ์ค่ารหัสแอสกีเป็นเลขฐานสิบหก

รูปแบบของการประกาศโปรแกรมย่อยมีลักษณะดังนี้

```
proc_name   PROC        NEAR
            actions
proc_name   ENDP
```

คำสั่งเทียม NEAR ที่ต่อจากคำสั่งเทียม PROC เป็นการระบุว่าโปรแกรมย่อยนี้เป็นโปรแกรมย่อยที่อยู่ในเซกเมนต์เดียวกันกับโปรแกรมหลัก และมีการเรียกใช้แบบใกล้ ซึ่งจะมีผลในขั้นตอนการเก็บตำแหน่งที่จะกระโดดกลับมาทำงานหลังการทำงานของโปรแกรมย่อย.

การทำงานของโปรแกรมย่อยจากตัวอย่างมีการเปลี่ยนแลงค่าของรีจิสเตอร์ AH และรีจิสเตอร์ DL. การเปลี่ยนค่าของรีจิสเตอร์ทั้งสองอาจทำให้เกิดผลข้างเคียงกับโปรแกรมหลักได้ถ้าโปรแกรมหลักมีการใช้งานรีจิสเตอร์ทั้งสองด้วยเช่นเดียวกัน. เราควรจะลดการเกิดผลข้างเคียงนี้โดยให้โปรแกรมย่อยเก็บค่าของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ที่โปรแกรมย่อยใช้และคืนค่าเดิมให้กับรีจิสเตอร์เหล่านั้นหลังการทำงาน. เรานิยมใช้แสต็กในการเก็บค่าของรีจิสเตอร์เป็นการชั่วคราวเนื่องจากเราสามารถเก็บข้อมูลลงในแสต็กได้โดยไม่ต้องจองเนื้อที่ล่วงหน้า และการเก็บข้อมูลในลักษณะของแสต็ก มีความสอดคล้องกับการทำงานแบบโปรแกรมย่อย.

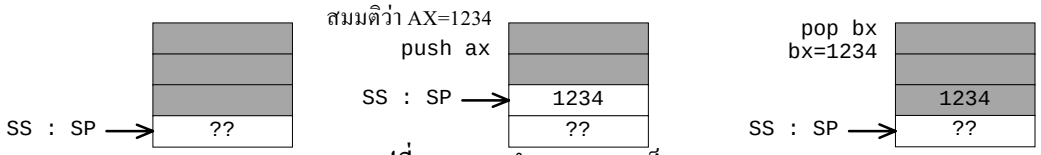
คำสั่งเก็บข้อมูลและดึงข้อมูลจากแสต็ก : คำสั่ง PUSH และคำสั่ง POP

เราสามารถใช้คำสั่ง PUSH ในการเก็บข้อมูลลงไปในแสต็ก และคำสั่ง POP สำหรับการเรียกข้อมูลออกมาจากแสต็ก. คำสั่งทั้งสองมีรูปแบบดังนี้.

```
push   regs16        push   mem
pop    regs16        pop    mem
```

ข้อมูลที่จะเก็บลงในแสต็กจะต้องมีขนาด 16 บิตเท่านั้น โดยการเก็บข้อมูลในแสต็กจะมีลักษณะเป็นแบบใส่ทีหลังดึงออกก่อน. การเก็บข้อมูลลงในแสต็กจึงต้องระวังลำดับของการเก็บและการดึงข้อมูลออกไปด้วย.

การทำงานของแสต็กจะมีรีจิสเตอร์ SS และ SP เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บตำแหน่งของข้อมูลที่เก็บลงไปอันล่าสุด โดย SS จะเก็บเซกเมนต์ของแสต็ก และ SP จะเก็บออฟเซ็ตของข้อมูลล่าสุด. เมื่อมีการเก็บข้อมูลเพิ่มลงในแสต็ก หรือมีการดึงข้อมูลออกไปก็จะมีการปรับค่าของรีจิสเตอร์ทั้งสองนี้. การทำงานของแสต็กมีลักษณะดังรูปที่ 11.1.



รูปที่ 11.1 การทำงานของแสต็ก

โปรแกรมย่อยที่มีการเก็บค่าของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ

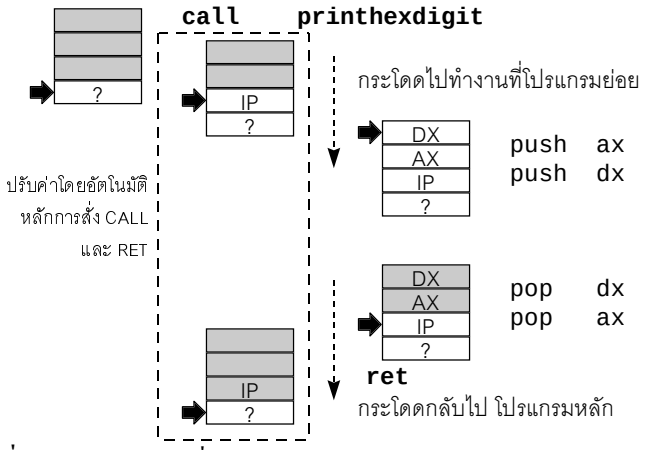
เราสามารถแก้โปรแกรมย่อยในตัวอย่างให้มีการรักษาค่าในรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ได้ดังโปรแกรมที่ 1.2.

```
;procedure PrintHexDigit
;input   al : digit
;affect  ah,dl
;
printhexdigit     proc      near
          push    ax
          push    dx
          mov     ah,2
          mov     dl,al
          add     dl,'0'
          cmp     al,10
          jb      printit
          add     dl,'A'-'0'-10
printit:
          int     21h
          pop     dx
          pop     ax
          ret
printhexdigit     endp
```

โปรแกรมที่ 1.2 ตัวอย่างโปรแกรมย่อยที่รักษาค่าของรีจิสเตอร์

สังเกตลำดับในการ push และ pop ของโปรแกรมย่อย. ลำดับในการ push จะตรงกันข้ามกับลำดับในการ pop เนื่องจากการทำงานของแสต็กเป็นแบบข้อมูลที่ใส่ทีหลังจะถูกดึงออกก่อน.

การเปลี่ยนแปลงของแสต็กในการทำงานดังกล่าวแสดงได้โดยรูปที่ 11.2.



รูปที่ 11.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของแสต็กในการเรียกใช้โปรแกรมย่อย

เมื่อมีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยโดยคำสั่ง CALL ค่าของรีจิสเตอร์ IP ซึ่งเก็บตำแหน่งของคำสั่งถัดไปจะถูก PUSH ลงในแสต็กโดยอัตโนมัติ. จากนั้นโปรแกรมจะกระโดดไปทำงานที่โปรแกรมย่อย. ในโปรแกรมย่อยมีการเก็บค่าของรีจิสเตอร์ AX และรีจิสเตอร์ DX ลงในแสต็ก. หลังการทำงานโปรแกรมย่อยได้คืนค่าของรีจิสเตอร์ทั้งสองโดยการดึงค่าจากแสต็ก และเรียกใช้คำสั่ง RET เพื่อกระโดดกลับไปทำงานยังโปรแกรมหลักต่อ. สังเกตว่าถ้าเราเก็บและดึงค่าออกจากแสต็กได้ไม่ถูกต้องการกระโดดกลับไปทำงานยังโปรแกรมหลักอาจมีการผิดพลาดได้.

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมย่อย

โปรแกรมตัวอย่างต่อไปนี้สร้างโปรแกรมย่อยขึ้นมาสองโปรแกรมย่อย. โปรแกรมย่อยแรกเป็นโปรแกรมย่อยที่พิมพ์เลขฐานสิบหกหนึ่งหลัก. ส่วนโปรแกรมย่อยที่สองเป็นโปรแกรมย่อยที่พิมพ์เลขฐานสิบหกขนาด 1 ไบต์ โดยเรียกใช้งานโปรแกรมย่อยโปรแกรมแรก.

```
.model small
.dosseg

.stack 100h

.code

;procedure PrintHexDigit
;display one hex digit
;input : al = the digit
printhexdigit    proc      near
       push      ax
       push      dx
       mov       ah,2
       mov       dl,al
       add       dl,'0'          ;make ascii from the number
       cmp       al,10
       jb        printit         ;if above 9 adjust the ascii value
       add       dl,'A'-'0'-10
printit:
       int       21h             ;print the number
       pop       dx
       pop       ax
       ret
printhexdigit    endp

;procedure PrintHexNumber
;display one hex number (1 byte)
;input : al = the number
printhexnumber   proc
       push      ax
       push      bx
       mov       bl,16           ;div by 16 to get 2 digits
       mov       ah,0
       div       bl              ;al=high digit , ah=low digit
       call      printhexdigit   ;print the high digit
       mov       al,ah
       call      printhexdigit   ;print the next digit
       pop       bx
       pop       ax
       ret
printhexnumber   endp

start:
       mov       ah,1
       int       21h
       call      printhexnumber
       mov       ax,4c00h
       int       21h
end    start
```