

## ซีพียูทำงานอย่างไร (2)

เรื่องนี้เป็นเรื่องต่อเนื่องจากเมื่อสองอาทิตย์ที่แล้ว เรามาลองเล่นซีพียูจำลองกันที่

[www.cp.eng.chula.ac.th/~piak/project/cpu1001.htm](http://www.cp.eng.chula.ac.th/~piak/project/cpu1001.htm) ผมเล่าไว้ถึงตอนที่เรากำลังเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ซีพียู

ทำงานเพื่อบวกเลขสองตัวเข้าด้วยกัน ดังนี้ (ขวามือเป็นรหัสคำสั่ง ตัดปะเข้าซีพียูจำลองเลย)

```
mov r1    1,1
add r1    2,2
put r3    3,3
```

ซึ่งเมื่อเราสั่งให้โปรแกรมทำงาน จะได้ผลลัพธ์ออกมา แต่ถ้าสังเกตดูจะพบว่ามีแต่เลขศูนย์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะเรายังไม่ได้ให้เลขตั้งต้น เราสามารถเขียนโปรแกรมเพิ่มเพื่อใส่เลข 10 ที่ช่อง 1 และ 20 ที่ช่อง 2 ดังนี้

```
mvi 10    4,10
put 1     3,1
mvi 20    4,20
put 2     3,2
mov r1    1,1
add r1    2,2
put r3    3,3
```

คำสั่ง `mvi` จะเอาเลข (เช่น 10 ตามตัวอย่าง) ไปใส่ไว้ในกระดาดาทด แล้ว `put 1` เพื่อเอาไปเก็บที่ช่อง 1 ให้รหัส 4 หมายถึง `mvi` ให้คุณผู้อ่านลองกรอกโปรแกรมดังนี้ "4, 10, 3, 1, 4, 20, 3, 2, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 0" (เลข 0 ช่างท้ายสั่งให้ซีพียูหยุดการทำงาน) แล้วลองใหม่อีกครั้ง ท่านก็จะได้คำตอบตามต้องการ สังเกตช่องเก็บ 3 มีค่า 30 อยู่

เรามาทำโปรแกรมที่สองกันเถอะ โจทย์คือ เราอยากคูณเลขสองตัว แต่เราไม่มีคำสั่งคูณ เราต้องใช้วิธีบวกซ้ำ ๆ กัน เช่น เอา  $m$  คูณ  $n$  เราใช้วิธีบวก  $m$  ซ้ำ ๆ กัน  $n$  ครั้ง ดังนี้ ให้ช่อง 1 เก็บ  $m$  ช่อง 2 เก็บ  $n$  ช่อง 3 เก็บผล จะได้

|                           | เลขที่ | คำสั่ง |
|---------------------------|--------|--------|
| <code>mvi 4</code>        | 0      | 4, 4   |
| <code>put r1</code>       | 1      | 3, 1   |
| <code>mvi 3</code>        | 2      | 4, 3   |
| <code>put r2</code>       | 3      | 3, 2   |
| <code>mvi 0</code>        | 4      | 4, 0   |
| <code>loop: eqz r2</code> | 5      | 5, 2   |
| <code>jt exit</code>      | 6      | 6, 10  |
| <code>add r1</code>       | 7      | 2, 1   |
| <code>dec r2</code>       | 8      | 7, 2   |
| <code>jmp loop</code>     | 9      | 8, 5   |
| <code>exit: put r3</code> | 10     | 3, 3   |

ที่บรรทัดแรกใส่เลขทั้งสองในช่องเก็บ "mvi 0" ลบกระดาศษท จากนั้น "eqz r2" ทดสอบว่า ค่าในช่อง 2 เป็นศูนย์หรือไม่ จะได้ผลเป็นค่าจริง/เท็จ ซึ่งนำไปใช้ในคำสั่งถัดไป "jt exit" จะกระโดดไปบรรทัดที่ติดป้าย "exit" ไว้ ถ้าการทดสอบเป็นจริง แต่ถ้าการทดสอบไม่เป็นจริง จะเริ่มทำต่อที่บรรทัด "add r1" บวก m ซ้ำ ๆ กับกระดาศษท ตามด้วย "dec r2" ให้ลดค่า n ที่ละหนึ่ง จากนั้นวนซ้ำกลับไปที่บรรทัด "loop" โดยคำสั่งกระโดด "jmp loop" ผลที่ได้คือ การบวก m ซ้ำ ๆ โดยเก็บผลในกระดาศษท จำนวน n ครั้ง เพราะ n ลดไปรอบละหนึ่งในที่สุดจะเป็นศูนย์ แล้วกระโดดออกมา "put r3" เอาผลไปเก็บในช่อง 3 เราให้รหัสกับคำสั่งที่เพิ่มมา 4 คำสั่งดังนี้ 5 eqz, 6 jt, 7 dec, 8 jmp ในการเข้ารหัส ให้สังเกตว่า คำสั่งแต่ละบรรทัดมีเลขที่ของมัน เริ่มจาก 0 ผมจะเขียนเลขที่อยู่ในคอลัมน์ซ้ายมือหลังคำสั่งนะครับ ในการเข้ารหัส ขอให้สังเกตว่า คำสั่ง jt และ jmp ต้องใส่เลขที่บรรทัดเป็นตัวประกอบลงไป คือ 6, 10 และ 8, 5 นั้นเอง

รหัสโปรแกรมเป็นดังนี้ "4, 4, 3, 1, 4, 3, 3, 2, 4, 0, 5, 2, 6, 10, 2, 1, 7, 2, 8, 5, 3, 3, 0" ลอง "รัน" โปรแกรมนี้ในเบราร์เซอร์ดู เราเอา 4 คูณกับ 3 ขอให้สังเกตว่า ทำงานจนเสร็จ ต้องทำไปกี่คำสั่ง?

ถ้าท่านผู้อ่านตามมาถึงตอนนี้ และได้ลอง "รัน" โปรแกรมดูแล้ว คงจะตอบตัวเองได้ว่า ซีพียูทำงานได้อย่างไร ซีพียูที่เรากำลังเล่นอยู่นี้มีองค์ประกอบแทบครบทุกอย่างของซีพียูจริง ๆ ก่อนจากกัน ขอฝากการบ้านให้ท่านลองคิดและเขียนดู โปรแกรมคูณของเราไม่ตึ๊ง เพราะยังคับให้คูณใหม่ยิ่งวนซ้ำมาก ท่านหาวิธีที่เร็วกว่านี้ได้ไหม ตอนเด็ก ๆ ผมเล่นคูณเลขโดยวิธีเบิ้ลตัวตั้ง แล้วหารสองตัวคูณ จะแสดงตัวอย่างให้ดู เช่น จะทำ  $35 \times 24$  จะหาคำตอบได้โดย เบิ้ลตัวตั้ง  $35 \times 2 = 70$  หารสองตัวคูณ  $24 / 2 = 12$  คำตอบคือ  $70 \times 12 = 840$

แนวความคิดนี้จะทำให้เรามีวิธีคูณที่เร็วกว่าเดิมมาก ท่านลองคิดดูนะครับ แล้วลองเขียนโปรแกรมดู ผมให้คำสั่งเพิ่มอีกหนึ่งคำสั่ง คือ "หารสอง" ด้วยการ shr (เลื่อนขวา, รหัส 9) จะเอาค่าในกระดาศษทหารด้วยสอง

ขอให้สนุกครับ ส่งคำตอบที่คุณภูมิใจมาให้ผมได้ที่ prabhas.c@chula.ac.th โดยจั่วหัวว่า "1001" ผมจะมีรางวัลให้กับคำตอบที่ถูกต้อง สัปดาห์หน้าจะเฉลยครับ

ประกาศ จงสถิตยัวัฒนา ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย