ภาคผนวก F

การทดลองที่ 6 การพัฒนาโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี

การทดลองนี้คาดว่าผู้อ่านผ่านการเขียนหรือพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C ในการทดลองที่ 5 ภาคผนวก E แล้ว และมีความคุ้นเคยกับ IDE จากการพัฒนาโปรแกรมและการดีบักโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ ด้วย Code-Blocks ดังนั้น การทดลองมีวัตถุประสงค์เหล่านี้

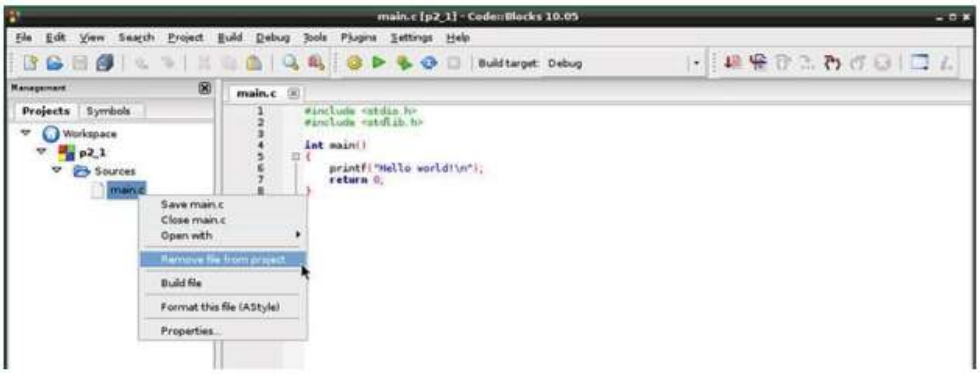
- เพื่อให้เข้าใจการพัฒนาและดีบัก (Debug) โปรแกรมภาษาแอสเซมบลีด้วย IDE ชื่อ CodeBlocks บนระบบปฏิบัติการ Raspbian/Linux/Unix
- เพื่อให้เข้าใจความแตกต่างระหว่างการพัฒนาโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีด้วย IDE และ Makefile

F.1 การพัฒนาโดยใช้ IDE

1. พิมพ์คำสั่งนี้ในโปรแกรม Terminal เพื่อเริ่มต้นใช้งาน CodeBlocks

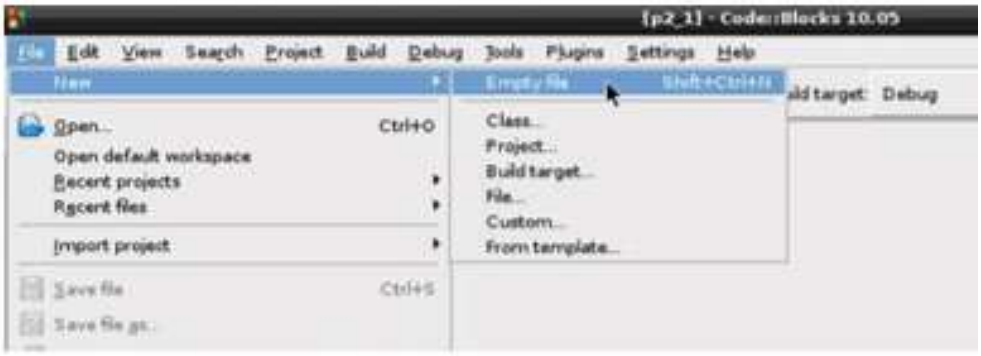
   ```
   $ codeblocks
   ```

2. หน้าต่างหลักจะปรากฏขึ้น หลังจากนั้น ผู้อ่านสามารถสร้างโปรเจ็คท์ใหม่โดยเลือก ”Create a new project” ในช่องด้านซ้าย แล้วเลือก ”Console application” ในช่องด้านขวาเพื่อสร้างโปรแกรม
3. กรอกชื่อโปรเจ็กค์ใหม่ชื่อ Lab6 ในช่อง Project title: และกรอกชื่อไดเรคทอรี /home/pi/asm/ ในช่อง Folder to create project in: โปรดสังเกตข้อความในช่อง Project filename: ว่าตรงกับ Lab6.cbp ใช่หรือไม่ แล้วจึงกด Next>
4. โปรแกรม CodeBlocks จะสร้างไดเรคทอรีต่างๆ ภายใต้ไดเรคทอรีชื่อ /home/pi/asm/Lab6/
5. กดปุ่ม ”Next>” เพื่อดำเนินการต่อและสุดท้ายจะเป็นขั้นตอนการเลือกคอนฟิกกูเรชัน (Configuration) สำหรับคอมไพเลอร์ เลือกออพชัน Debug เหมาะสำหรับการเริ่มต้นและแก้ไขข้อผิดพลาด แล้วจึงกดปุ่ม ”Finish” เมื่อเสร็จสิ้น
6. คลิกชื่อ Workspace ในหน้าต่างด้านซ้ายเพื่อขยายโครงสร้างโปรเจ็คท์แล้วค้นหาไฟล์ชื่อ ”main.c” คลิกขวาบนชื่อไฟล์ แล้วเลือกเมนู ”Remove file from project” ตามรูปที่ F.1



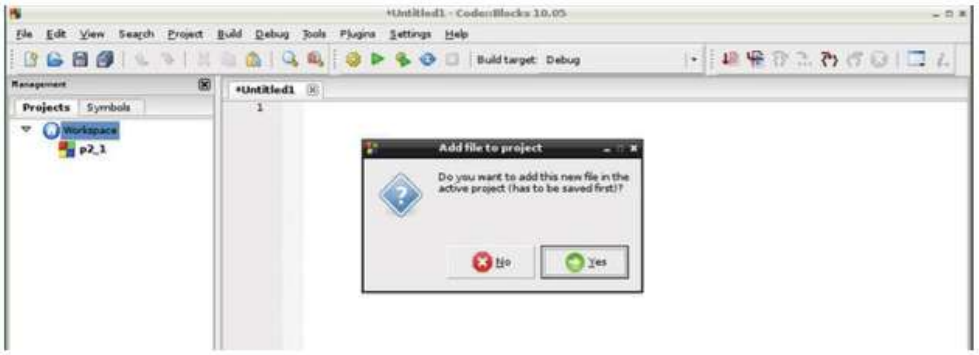
รูปที่ F.1: การย้ายไฟล์ main.c ออกจากโปรเจ็คท์

7. เพิ่มไฟล์ใหม่ลงในโปรเจ็คท์โดยกดเมนู File->New->Empty file ตามรูปที่ F.2



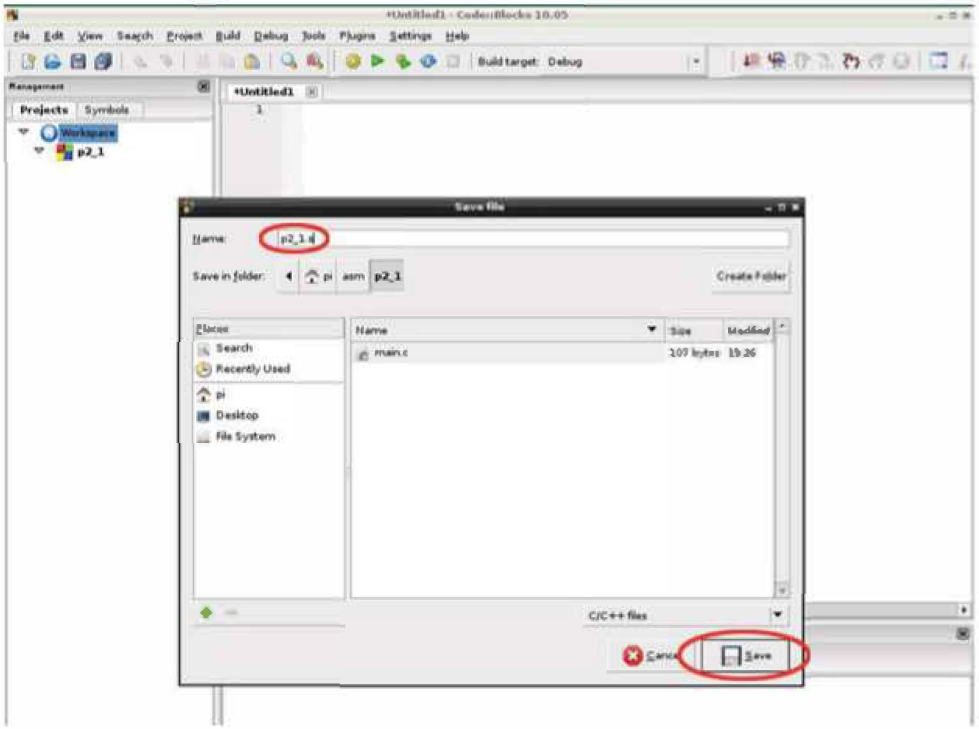
รูปที่ F.2: การเพิ่มไฟล์ใหม่ลงในโปรเจ็คท์

8. คลิกปุ่ม ”Yes” เพื่อยืนยันในรูปที่ F.3



รูปที่ F.3: หน้าต่างกดปุ่ม ”Yes” เพื่อยืนยัน

9. หน้าต่าง ”Save file” จะปรากฏขึ้น กรอกชื่อไฟล์ว่า main.s แล้วจึงกดปุ่ม ”Save” ดังรูปที่ F.4



รูปที่ F.4: หน้าต่าง Save File ชื่อไฟล์ว่า main.s

10. คลิกชื่อ Workspace ในหน้าต่างด้านซ้าย และคลิกขวาเพิ่ม (Add) ไฟล์ main.s เข้าไปในโปรเจ็คท์
11. ป้อนคำสั่งเหล่านี้ในไฟล์ main.s

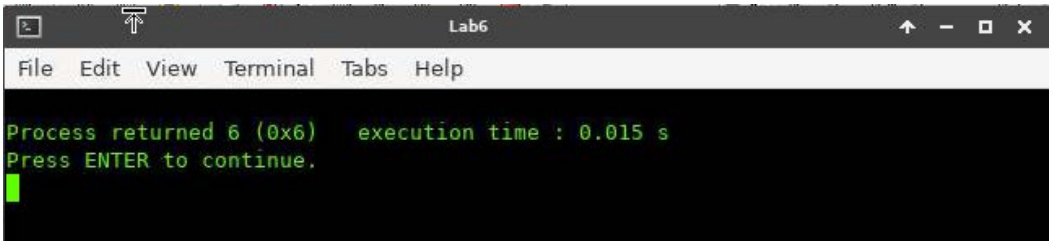
```
        .global main
main:
        MOV R0, #0
        MOV R1, #2
        MOV R2, #4
        ORR R0, R1, R2
    BX LR
```

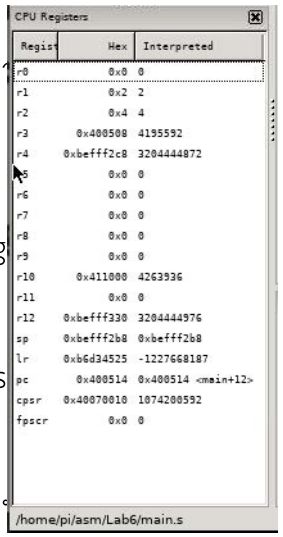
R0 = 0
R1 = 2
R2 = 4
R0 = R1 or R2

R0 = 0010 or 0100 = 0110 = 6

12. เลือกเมนู Build->Build เพื่อแปล (Assemble) โปรแกรมที่เขียนให้เป็นโปรแกรมภาษาเครื่อง
13. เลือกเมนู Build->Run เพื่อรันโปรแกรม
14. อ่านและบันทึกประโยคที่เกิดขึ้นในหน้าต่าง Terminal ที่ปรากฏขึ้นมา

Process returned 6 (0x6)





F.2 การดีบักโปรแกรมโดยใช้ IDE

1. ในไฟล์ main.s เลื่อนเคอร์เซอร์ไปบรรทัดที่มีคำสั่ง ORR R0, R1, R2 คลิกเมนู Debug หรือกดปุ่ม F5 ผู้อ่านจะสังเกตวงกลมสีแดงปรากฏขึ้นด้านซ้ายของคำสั่ง ORR
2. กดเมนู Debug->Debugging Windows->CPU Registers เพื่อแสดงค่าของ CPU regis ที่ปรากฏขึ้นมาเพิ่มเติม
3. เมื่อพร้อมแล้ว ผู้อ่านสามารถเริ่มต้นการดีบักโดยกดเมนู Debug->Start/Continue โปรแกรมจะเริ่มต้นทำงานตั้งแต่ประโยคแรกจนหยุดที่คำสั่ง ORR R0, R1, R2
4. อ่านและบันทึกค่าของ R0 และ PC ในหน้าต่าง CPU Registers

   R0 0x0 0
   PC 0x400514 <main+12>
5. ประมวลผลคำสั่งถัดไปโดยกดเมนู Debug->Next Instruction หรือกดปุ่ม Alt+F7 พร้อมกัน
6. อ่านและบันทึกค่าของ R0 และ PC ในหน้าต่าง CPU Registers และสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบกับค่า R0 และ PC ในข้อ 4 กับข้อนี้

   R0 0x6 6
   PC 0x400518 <main+16>
7. อธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นกับค่าของรีจิสเตอร์ R0 และ PC

   ค่า R0 เปลี่ยนจาก 0x0 เป็น 0x6 เกิดจาก ORR R0, R1 R2 คือ R0 = R1 or R2 = 0x2 or 0x4 = 6
   ค่า PC เปลี่ยนจาก 0x400514 เป็น 0x400518 เกิดจาก การเปลี่ยนบรรทัด ค่า PC จะเพิ่มทีละ 4 ต่อ 1 บรรทัด

F.3 การพัฒนาโดยใช้ประโยคคำสั่งทีละขั้นตอน

ผู้อ่านควรเข้าใจคำสั่งพื้นฐานในการแปลโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่สร้างขึ้นใน CodeBlocks ก่อนหน้านี้ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ใช้โปรแกรมไฟล์เมเนเจอร์เพื่อเบราส์ไฟล์ในไดเรคทอรี **/home/pi/asm/Lab6**
2. ดับเบิ้ลคลิกบนชื่อไฟล์ **main.s** เพื่อเปิดอ่านไฟล์และเปรียบเทียบกับไฟล์ที่เขียนในโปรแกรม Code-Blocks
3. เปิดโปรแกรม Terminal หน้าต่างใหม่ แล้วย้ายไดเรคทอรีปัจจุบัน (cd: change directory) ไปยัง **/home/pi/asm/Lab6** โดยใช้คำสั่ง

   ```
   $ cd /home/pi/asm/Lab6
   ```
4. แปลไฟล์ซอร์สโค้ดให้เป็นไฟล์อ็อบเจ็คท์ โดยเรียกใช้คำสั่ง as (assembler) ดังนี้

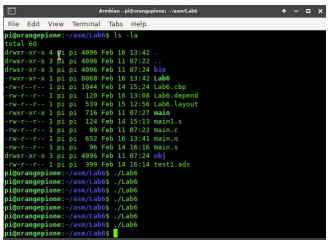
   ```
   $ as -o main.o main.s
   ```
5. ใช้คำสั่ง ls -la ใน Terminal เพื่อค้นหาไฟล์อ็อบเจ็คท์ชื่อ main.o ว่ามีจริงหรือไม่
6. ทำการลิงค์และแปลงไฟล์อ็อบเจ็คท์เป็นไฟล์โปรแกรมโดย

```
$ gcc -o Lab6 main.o
```

7. ใช้คำสั่ง ls -la ใน Terminal เพื่อค้นหาไฟล์โปรแกรมชื่อ Lab6 ว่ามีจริงหรือไม่ มีจริง

8. เรียกโปรแกรม Lab6 โดยพิมพ์

```
$ ./Lab6
%$ echo $?
```



9. เปรียบเทียบหมายเลขที่ปรากฏขึ้นว่าตรงกับผลการรันใน IDE หรือไม่ อย่างไร

ไม่มีอะไรปรากฏขึ้น ไม่แน่ใจว่าเป็นที่เครื่องผมหรือเปล่า

F.4 การพัฒนาโดยใช้ Makefile

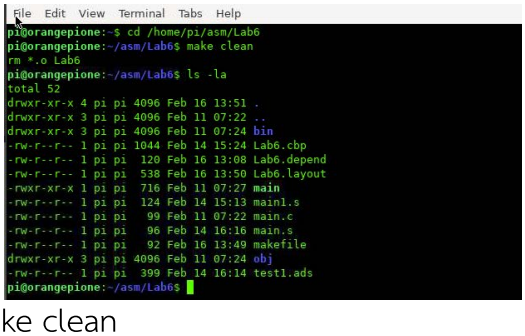
แต่คิดว่าน่าจะตรงกัน

การใช้ **makefile** สำหรับพัฒนาโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีคล้ายกับกับการทดลองที่ 5 ในภาคผนวก E ก่อนหน้านี้

1. เปิดไดเรคทอรี /home/pi/asm/Lab6 ด้วยโปรแกรมไฟล์เมเนเจอร์
2. กดปุ่มขวาบนเมาส์ในพื้นที่ไดเรคทอรีเพื่อสร้างไฟล์เปล่าใหม่ (New Empty File) โดยกำหนดชื่อ make-file
3. ป้อนข้อความเหล่านี้ลงในไฟล์ makefile:

```
Lab6: main.o
        gcc -o Lab6 main.o
main.o: main.s
        as -o main.o main.s
clean:
        rm *.o Lab6
```

4. บันทึกไฟล์แล้วปิดหน้าต่างบันทึก ผู้อ่านควรตรวจสอบรายชื่อไฟล์ที่อยู่ภายในไดเร็คทอรีนี้ว่ามีไฟล์อะไรบ้าง



5. ลบไฟล์อ็อบเจ็คท์ที่มีอยู่โดยใช้คำสั่ง

```
$ make clean
```

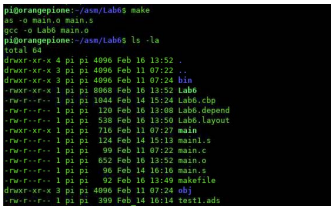
ในโปรแกรม Terminal เพื่อเปรียบเทียบหลังจากที่รันคำสั่ง make clean

6. ใช้คำสั่ง ls -la ใน Terminal ค้นหาไฟล์อ็อบเจ็คท์ main.o และ Lab6 ว่าถูกลบหรือไม่

main.o และ Lab6 ถูกลบ

7. ทำการแอสเซมเบิล main.s โดยใช้คำสั่ง make ในโปรแกรม Terminal และขอให้สังเกตวันเวลาของไฟล์ต่างๆ

```
$ make
```



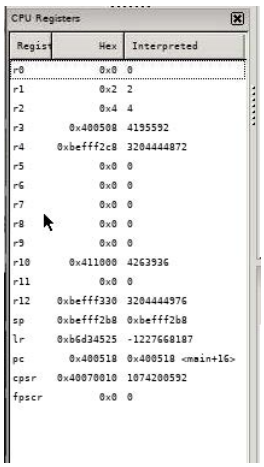
8. ใช้คำสั่ง ls -la ใน Terminal เพื่อค้นหาไฟล์ชื่อ main.o และ Lab6 ว่ามีจริงหรือไม่ มีจริง

9. เรียกโปรแกรม Lab6 โดยพิมพ์

```
$ ./Lab6
%$ echo $?
```

F.5 กิจกรรมท้ายการทดลอง

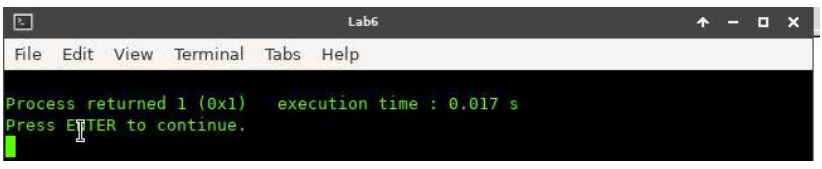
1. จงปรับแก้คำสั่ง ORR เป็นคำสั่ง AND ในโปรแกรม main.s และตรวจสอบผลการเปลี่ยนแปลงแล้วจึงอธิบาย



R0 เปลี่ยนจาก 0x6 มาเป็น 0x0
เนื่องจากเปลี่ยนจาก ORR เป็น AND
จะได้ R0 = R1 and R2
= 2 and 4
= 0010_2 and 0100_2
= 0000_2
ดังนั้น R0 = 0 = 0x0

2. จงปรับแก้โปรแกรมใน main.s เป็นดังนี้ จดบันทึกผลการทดสอบและอธิบาย

```
        .global main
main:
        MOV R5, #1      R5 = 0
loop:
        CMP R4, #0      เปรียบเทียบค่า R4 กับ 0
        BLE end         เมื่อถึงบรรทัด BLE end จะข้ามไปทำงานบรรทัด MOV R0, R5
else:
        MOV R5, #2
end:
        MOV R0, R5      R0 = R5 = 1
        BX LR
```



3. จงปรับแก้โปรแกรมใน main.s เป็นดังนี้ จดบันทึกผลการทดสอบและอธิบาย

```
    .data
    .balign 4
var1: .word 1      var1 = 1
    .text
    .global main
main:
     MOV R1, #2          R1 = 2
     LDR R2, var1addr    โหลดแอดเดรสของ var1 ไปเขียนในรีจิสเตอร์ R2
     STR R1, [R2]        สำเนาข้อมูลในรีจิสเตอร์ R1 ไปเขียนในหน่วยความจำที่แอดเดรส R2
     LDR R0, [R2]        สำเนาข้อมูลจากหน่วยความจำที่แแอดเดรส R2 ไปเขียนในรีจิสเตอร์ R0
     BX LR
 var1addr: .word var1    var1addr เท่ากับ แอดเดรสของ var1
```