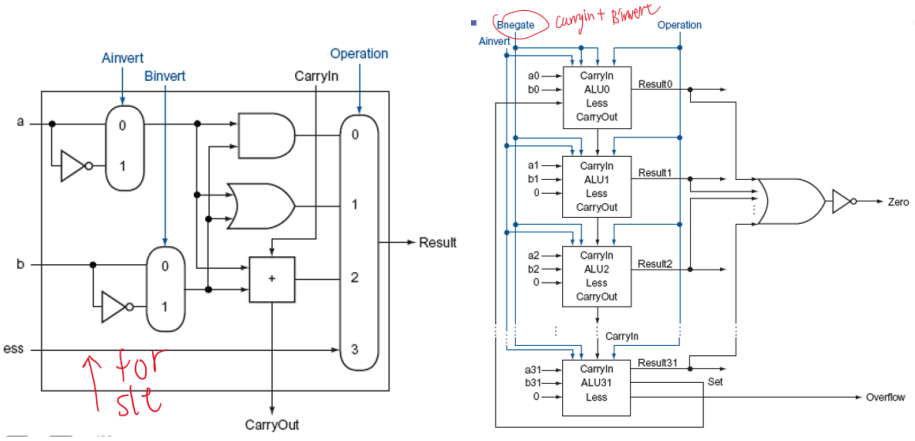
Computer Organization

0511105 李頤

Architecture diagrams:



- 基本上都是用講義上的架構，左邊為 alu_top(1bit)，右邊為 32bit
- 使用的模組: mux2, alu_top, alu
- Environment : Xilinx vivado
- 因為專案路徑的問題:我資料夾裡的 CO_LAB1 專案可能不會動

  (but I included it anyway)

Hardware module analysis:

ALU Action	Name	ALU Control Input
And	And	0000
OR	Or	0001
Add	Addition	0010
Sub	Subtraction	0110
Nor	Nor	1100
Slt	Set less than	0111

- **ALU Control Input – Format Explained**

  總共有 4 bit，但 alu 單元的 op code 只有 2 bit，所以這裡的格式

  拆分成左右半邊(各 2 bit)來實現上述 operation

  右半邊: 送進每個 alu 的 op code

  左半邊: 為 A_invert 和 B_invert

  所以

  Sub : b invert (01) 後加上 1 ，然後與 A 相加(10)，所以是 0110

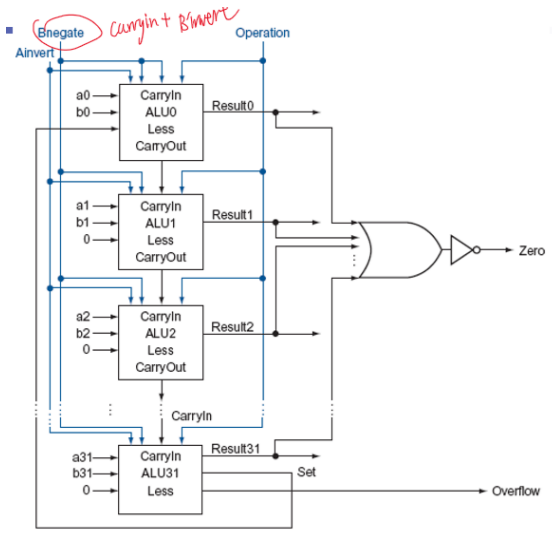
  Nor : a, b, invert(11) 後做 and (00)，等於 Nor(1100)

- **ALU Action – Hardware Implementation Detail**

  - **And** 把輸入訊號 src1, src2 丟入 and gate
  - **Or** 丟入 or
  - **Add** src1 ^ src2 ^ cin (xor)
  - **Sub** lsb 的 cin 接 b_invert，達到 flip bits + 1 (二補數)
  - **Nor** a nor b = !a and !b
  - **Slt** 拿 a, b 相減結果的 msb(sign bit)如果是 1 表示 a<b

    拉線回 lsb alu 的 less 輸出 1

- ZCV



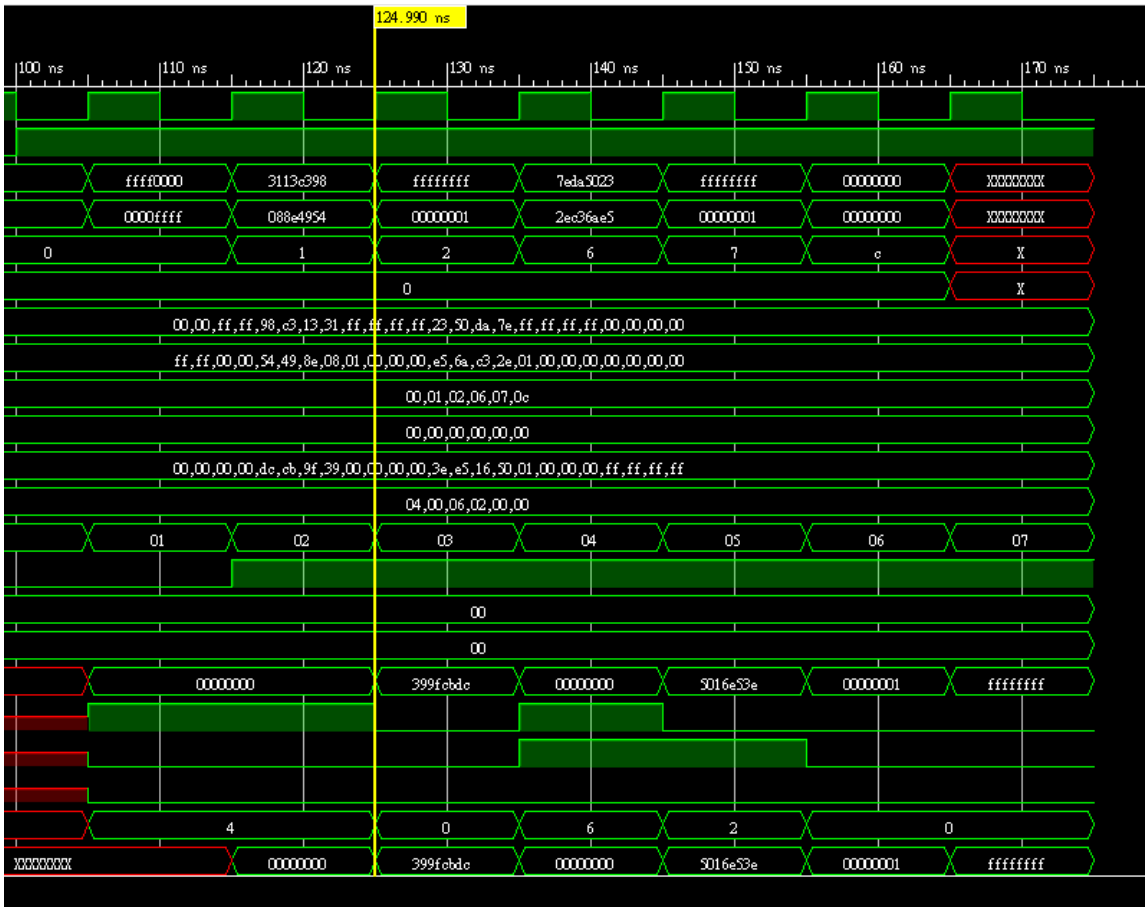
  - **Zero :** 把 result or 起來，然後再 flip，如圖
  - **Carry :** 加或減時輸出 carry，其他 operation 固定輸出 0
  - **Overflow :** 參考此 YouTube 教學
    - https://www.youtube.com/watch?v=p4yVpZGZ9tA
    - 將最後兩個 alu 的 cout 做 xor

Experiment result:

- **Console Result**

```
# run 1000ns
****************************************************
 Congratulation! All data are correct!
****************************************************
Stopped at time : 175 ns : File "C:/Users/Sciencethebird/Desktop/CO_LAB1/testbench.v" Line 130
```

- Simulation Result



Problems you met and solutions:

1. 結果早一個 clock 輸出

我多加了一個 ans_temp register 來儲存答案，再 posedge 時寫入

上一個時脈計算的結果的結果

2. Add 的結果不正確

carry 一直不對，是因為後面的 alu 沒有讀到前面 alu 新算出的 carry，

解決辦法為在 alu 單元的 always 增加 cin，

```
always@( ……cin)
```

這樣 cin 更動時便會重新計算

3. Slt 實現方式

因為 slt 需要 a, b 相減取得 msb 的 result，但 op code 已經固定，我目前想

不到有什麼比較好的方法讓 alu 減法完後再選擇 less 輸出，所以我用了比較

直接的方法，多加一條 wire temp_diff = src1 - src2，也就是相減的動作是

在我的 alu 外完成的，取得相減結果的 msb 拉回 lsb 的 less

此方法精神上應該差不多，希望不算太暴力@@

4. Nor zcv 的 c 輸出錯誤

忘記除了加減會有 carry，其他 operation 都是零，在 alu 單元 specify 一下就好了

Summary:

- 學到基本 alu 的運作方式
- 學到 opcode 的運作方式
- 學到各 operation 的實現方式