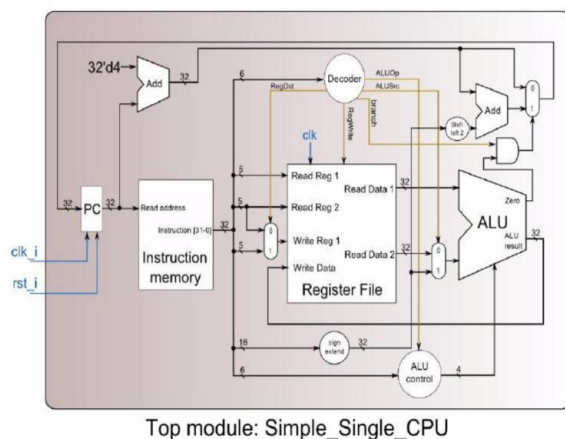


Computer Organization

Hardware module analysis(簡短解釋一下每個 module 的功能，以及在 CPU 裡扮演的角色):

- ⊗ **Adder**: 把兩個 32 bits 的 input 加起來，用來計算 sequential address 和 branch address
- ⊗ **ALU**: 用來執行加法(add)、減法(sub)、比較(slt、beq)、and、or 的運算
- ⊗ **ALU_Ctrl**: 根據 ALU op 和 function field 判斷要執行哪一種 ALU 運算，再把相對應的 Control 值丟給 ALU
- ⊗ **Decoder**: 根據 instruction op，給出相對應的 ALU op、ALUSrc、RegDst、Branch 等值
- ⊗ **Istr_Memory**: 讀 address，再把不同的 bit 給 Decoder、Reg_file、Sign_Extend、ALU_Ctrl
- ⊗ **MUX_2to1**: 根據 select 的值，判斷要給 output data_0 還是 data_1
- ⊗ **ProgramCounter**: 根據 clk_i 和 rst_i 判斷要給 output 0 還是要讀的地址
- ⊗ **Reg_file**: 讀 rs、rt 的 data 給 output，並把 ALU 算出的 data 寫進 rd
- ⊗ **Shift_Left_Two_32**: 把 32 bits 的 input 往左 shift 兩個 bit
- ⊗ **Sign_Extend**: 把 16 bits 的 input 放在 32 bits output 的右邊，左邊所有的 bits 都填上 input 的 sign bit
- ⊗ **Simple Single CPU**: 把上面所有的 module 都整合成下圖



Problems you met and solutions:

- 一開始有點搞混 instruction op 和 ALU op，後來才發現兩張圖的黃色部分是一樣的，在 Decoder 要用黃色的 instruction op 算出藍色的 ALU op

Input or output	Signal name	R-format	lw	sw	beq
Inputs	Op5	0	1	1	0
	Op4	0	0	0	0
	Op3	0	0	1	0
	Op2	0	0	0	1
	Op1	0	1	1	0
	Op0	0	1	1	0
Outputs	RegDst	1	0	X	X
	ALUSrc	0	1	1	0
	MemtoReg	0	1	X	X
	RegWrite	1	1	0	0
	MemRead	0	1	0	0
	MemWrite	0	0	1	0
	Branch	0	0	0	1
	ALUOp1	1	0	0	0
	ALUOp2	0	0	0	1

Chapter 4 — The Processor — 31

Instruction	Name	Example	Meaning	Op Field	Function Field
add	Addition	add r1, r2, r3	$r1 = r2 + r3$	0	32 (0x20)
addi	Add Immediate	addi r1, r2, 100	$r1 = r2 + 100$	8	0
sub	Subtraction	sub r1, r2, r3	$r1 = r2 - r3$	0	34 (0x22)
and	Logic AND	and r1, r2, r3	$r1 = r2 \& r3$	0	36 (0x24)
or	Logic OR	or r1, r2, r3	$r1 = r2 r3$	0	37 (0x25)
slt	Set on Less Than	slt r1, r2, r3	if($r2 < r3$) $r1 = 1$ else $r1 = 0$	0	42 (0x2a)
slti	Set on Less Than Immediate	slti r1, r2, 10	if($r2 < 10$) $r1 = 1$ else $r1 = 0$	10 (0xa)	0
beq	Branch on Equal	beq r1, r2, 25	if($r1 == r2$) goto PC+4+100	4	0

- 因為 addi 和 slti 的 2-bit ALU op 一樣，所以不知道要怎麼區分，後來發現作業給的 ALU op 是 3-bit，所以分別設成 011 和 111

Summary:

原來 CPU 是這樣做出來的，真酷。這次忘記寫 Adder 的檔案，想說怎麼算出來都是 0，找不到 bug，竟然是因為根本沒有寫 Adder，好笨