

计算机体系结构 HW2

PB18111697 王章瀚

EX1

```
sw      x0, 7000(x0)      # i = 0
add     x6, x0, 100       # x6 = 101
lw      x7, 0x5000        # load 5000 to x7
lw      x7, 0(x7)         # x7 = C = mem[5000]
loop:
lw      x5, 0x7000        # load 7000 to x5
lw      x5, 0(x5)         # x5 = i = mem[7000]
add     x29, x0, 2        # x29 = 2
sll     x28, x5, x29      # x28 = i << 2
lw      x29, i3000        # x29 = B[i]
add     x29, x29, x7       # x29 = B[i] + C
sw      x29, 1000(x28)     # A[i] = B[i] + C
; loop body end
add     x5, x5, 1         # i++
lw      x5, 0x7000        # load 7000 to x5
sw      x5, 0(x30)        # mem[7000] = i
blt     x5, x6, loop      # if i < 101, loop

; done
```

按此代码, 整个 `loop` 标签标记的循环体共执行 $12 \times 101 = 1212$ 条, 加上最开始的初始化 4 条, 总共是 1216 条

纯代码大小为 16 条指令, 即 $32\text{bits} \times 16 = 512\text{bit}$,

若算上数组 **A**, **B** 和 **C**, **i** 的存储空间, 则至少需要再 $101 * 2 * 32\text{bits} + 2 * 32\text{bits} = 6528\text{bits}$, 加上代码是 $6528 + 512 = 7040$

EX2

32 个通用寄存器意味着只需要 5 bits 的地址空间即可.

对于两地址指令, 则只剩下 2 bits 的空间对指令编码, 可以取最高位 00 - 10
对于单地址指令, 最高位只能是 11, 但还剩下 5 bits 的空间可以编码, 故令最高位为 1100000 - 1111101 作为单地址指令的操作码
对于零地址指令, 最高位则只能是 1111110 或 1111111 了, 此时还剩下 $2 \times 2^5 = 64$ 个码点, 可以安排下 45 个零地址指令.

因此**可能**.

2

同理分析:
对于两地址指令, 则只剩下 2 bits 的空间对指令编码, 可以取最高位 00 - 10
对于单地址指令, 最高位只能是 11, 但还剩下 5 bits 的空间可以编码, 故令最高位为 1100000 - 1111110 作为单地址指令的操作码
对于零地址指令, 最高位则只能是 1111111 了, 此时只剩下 $2^5 = 32$ 个码点, 无法排下 35 个零地址指令

因此 **不可能**

3

因为已经编码了 3 个两地址指令, 考虑剩余的 110...0 - 111...1 的空间, 为了能编码 24 个零地址指令, 因为 $2^4 < 24 < 2^5$, 故只需要提供一个高 7 位确定了的空间给它们编码即可(例如111111100000 - 111111111111). 而剩余还有 $2^5 - 1 = 31$ 个码点(1100000...-1111110...)可以给单地址指令编码

因此最多可以为这一处理器编码 31 个单地址指令

EX3

2 位 16 进制数能填满一个字节

1

对于大端序, 数据的低位存放在高地址空间.

地址	值	ASCII
低地址	43	C
	4F	O
	4D	M

地址	值	ASCII
	50	P
	55	U
	54	T
	45	E
高地址	52	R

故存储的字符串若从低地址往高看, 则是 "COMPUTER", 反之则反

2

同理, 只需要反过来即可
对于小端序, 数据的低位存放在低地址空间.

地址	值	ASCII
低地址	52	R
	45	E
	54	T
	55	U
	50	P
	4D	M
	4F	O
高地址	43	C

故存储的字符串若从低地址往高看, 则是 "RETUPMOC", 反之则反

3

非对齐的应是 4F4D, 4D50, 4D50, 5055, 5554, 5445. 4552 (均为十六进制表示)

4

非对齐可读出的 4 字节十六进制数有 50555445, 4D505554, 4F4D5055, 434F4D50

EX4

1

时钟周期应为最长流水段耗时加上寄存器延迟, 即 $2\text{ns} + 0.1\text{ns} = 2.1\text{ns}$

2

长远看(不考虑很小程序), $CPI = \frac{4+1}{4} = 1.25$

3

长远看(不考虑很小程序), 加速比为 $\frac{T_{\text{单}}}{T_{\text{流}}} = \frac{7}{2.1} \approx 3.333$

若考虑第 2 题所述每 4 条指令一次停顿, 则加速比为

$$\frac{T_{\text{单}}}{T_{\text{流}}} = \frac{7}{1.25 \times 2.1} \approx 2.667$$

EX5

1

仅考虑数据相关, 则

5 级流水线平均指令时间 $T_1 = \frac{5+1}{5} \times 1\text{ns} = 1.2\text{ns}$,

12 级流水线平均指令时间 $T_2 = \frac{8+3}{8} \times 0.6\text{ns} = 0.825\text{ns}$

故 12 级流水线相对于 5 级流水线加速比为 $\frac{1.2}{0.825} \approx 1.45$

2

对于 5 级流水机器, $CPI_1 = (20\% \times 5\% \times (1+2) + 20\% \times 95\% \times 1 + 80\% \times 1) \times \frac{6}{5} = 1.224$

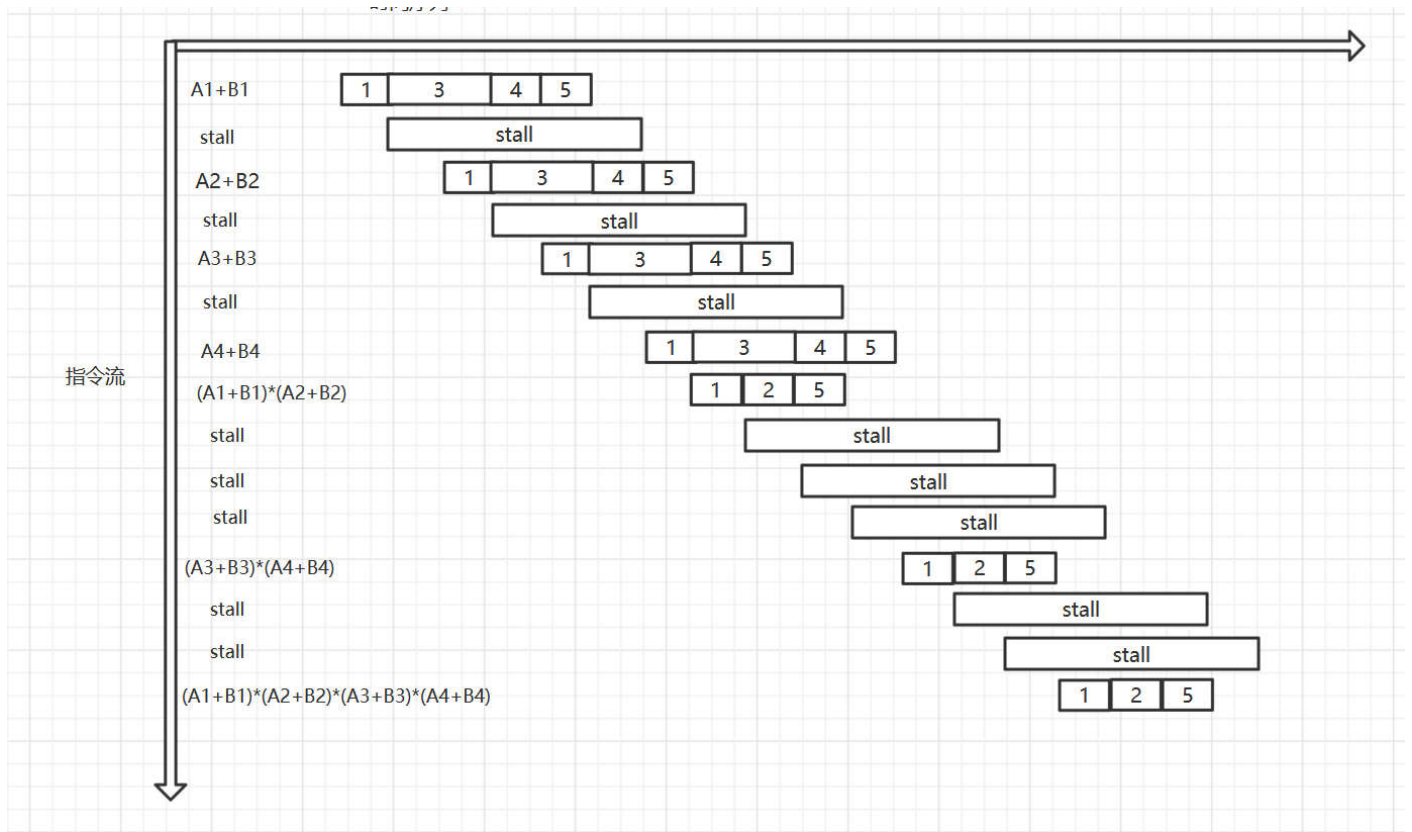
对于 12 级流水, $CPI_2 = (20\% \times 5\% \times (1+5) + 20\% \times 95\% \times 1 + 80\% \times 1) \times \frac{11}{8} = 1.44375$

EX6

时空图

其时空图如下:





吞吐率

$$\text{吞吐率 } TP = \frac{7}{17\Delta t}$$

加速比

原本做一次加法需要 $4\Delta t$, 一次乘法需要 $3\Delta t$, 总共 4 次加法, 3 次乘法, 故有

$$T_{\text{原}} = 4 \times 5\Delta t + 3 \times 3\Delta t = 29\Delta t$$

流水化后, 只需 $17\Delta t$, 故加速比是 $S = \frac{29\Delta t}{17\Delta t} \approx 1.7059$

效率

$$E = \frac{29}{17 \times 5} \approx 0.3412$$