

# 计算机体系结构第二次作业

PB19051183 吴承泽

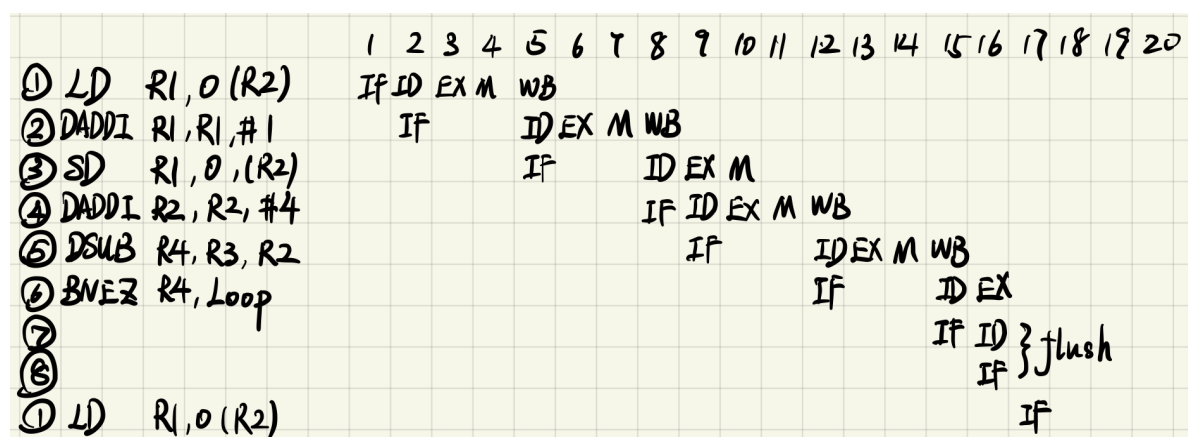
1

a.

- 指令①到指令②存在对于寄存器R1的RAW相关。
- 指令①到指令②存在对于寄存器R1的WAW相关。
- 指令②到指令③存在对于寄存器R1的RAW相关。
- 指令①到指令③存在对于寄存器R1的RAW相关。
- 指令③到指令④存在对于寄存器R2的WAR相关。
- 指令①到指令④存在对于寄存器R2的WAR相关。
- 指令④到指令⑤存在对于寄存器R2的RAW相关。
- 指令⑤到指令⑥存在对于寄存器R4的RAW相关。

b.

5级RISC流水线的时序:



该循环会循环 $396/4 = 99$ 次, 每次循环需要16个时钟周期, 若将指令 `BNEZ R4, Loop` 视为仅需IF、ID、EX段执行即可, 总Cycle数为:

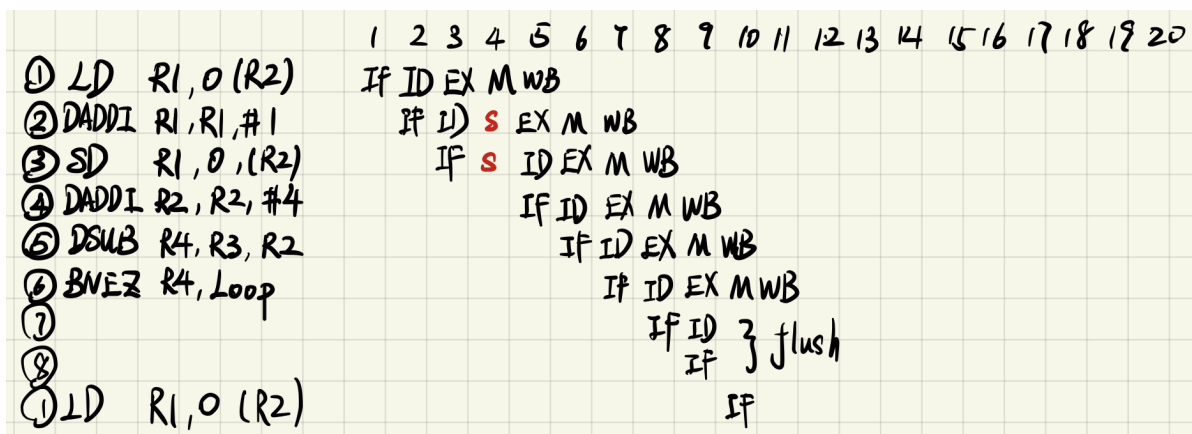
$$Total\ Cycle = 99 * 16 = 1584$$

若将循环结束视为所有的流水结束, 即 `BNEZ R4, Loop` 需指令的执行时间为5个cycle, 则总Cycle数为:

$$Total\ Cycle = (99 - 1) * 16 + 18 = 1586$$

c.

5级流水线的时序:



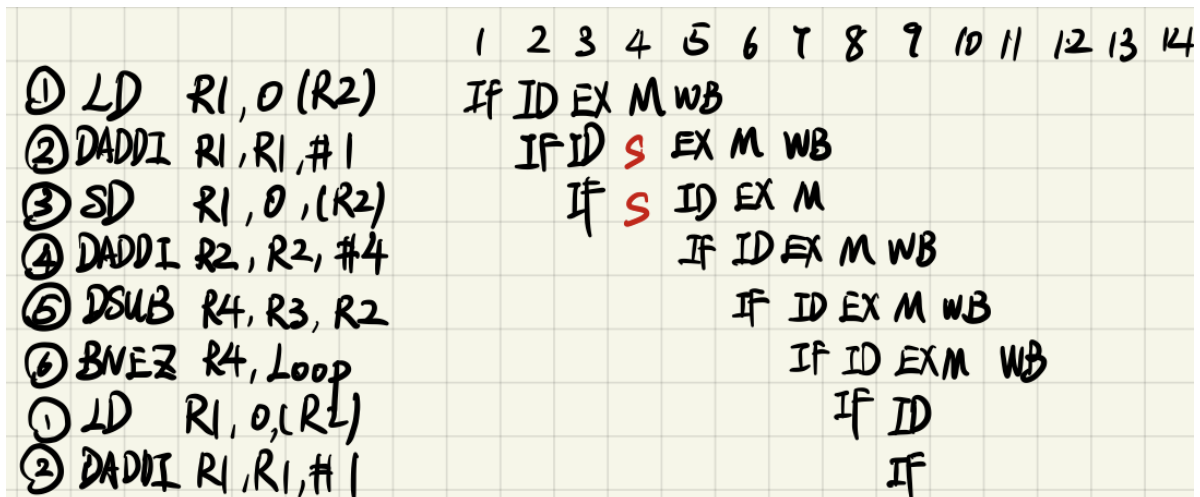
每次分支失败执行该段代码需要9个时钟周期，一共循环99次，最后一次执行需要10个时钟周期。

$$Total\ Cycle = (99 - 1) * 9 + 10 = 892$$

若将 BNEZ R4, LOOP 看作WB段时结束执行，则总时钟周期数需要893个。

d.

5级流水线的时序:



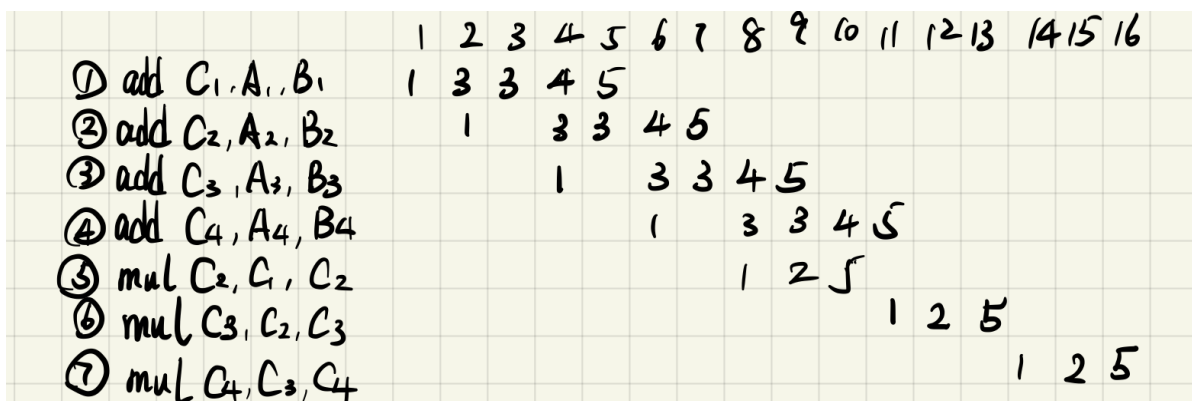
每次预测分支成功执行该段代码平均需要7个时钟周期执行，一共循环99次，在最后一次执行需要10个时钟周期。

$$Total\ Cycle = (99 - 1) * 7 + 10 = 696$$

若将 BNEZ R4, LOOP 看作WB段时结束执行，则总时钟周期数需要697个。

2

该流水线时空图如下所示:



吞吐率:

$$TP = \frac{7}{16\Delta t}$$

加速比:

$$SpeedUp = \frac{T_s}{T_k} = \frac{29\Delta t}{16\Delta t} = \frac{29}{16} = 1.8125$$

效率:

$$E = \frac{29}{16 * 5} = \frac{29}{80} = 0.3625$$

### 3

---

#### a.

仅考虑数据相关，假设一共执行n条指令，且 $n \mid 40$ ，则5级流水线执行n条指令所需的时间为：

$$T_{5pip} = n * 1 + n/5 * 1 = 6n/5ns$$

12级流水线执行n条指令所需的时间为：

$$T_{12pip} = n * 0.6 + 3n/8 * 0.6 = 33n/40ns$$

加速比为：

$$SpeedUp = \frac{T_{5pip}}{T_{12pip}} = \frac{16}{11} = 1.4545$$

#### b.

若考虑分支预测，假设执行n条指令，且 $n \mid 40$ 。

则5级流水线执行n条指令的时钟周期数为：

$$TotalCycle_{5pip} = n + n/5 + n * 20\% * 5\% * 2 = 1.22n$$

CPI为：

$$CPI_{5pip} = \frac{TotalCycle_{5pip}}{n} = 1.22$$

则12级流水线执行n条指令的时钟周期数为：

$$TotalCycle_{12pip} = n + 3n/8 + n * 20\% * 5\% * 5 = 1.425n$$

CPI为：

$$CPI_{12pip} = \frac{TotalCycle_{12pip}}{n} = 1.425$$