

5.8 假设有一条长流水线,仅仅对条件转移指令使用分支目标缓冲。假设分支预测错误的开销为 4 个时钟周期,缓冲不命中的开销为 3 个时钟周期。假设:命中率为 90%,预测精度为 90%,分支频率为 15%,没有分支的基本 CPI 为 1。

(1) 求程序执行的 CPI。

(2) 相对于采用固定的 2 个时钟周期延迟的分支处理,采用哪种方法能使程序执行速度更快?

(1) 15分

(1) 程序执行的CPI=没有分支的基本CPI+分支带来的额外开销
额外开销=15%*(90%命中*10%预测错误*4+10%没命中*3)

$$=0.099$$

所以程序执行的CPI=1+0.099=1.099。

(2) 15分

(2) 采用固定的2 个时钟周期延迟的分支处理

$$CPI=1+15\%*2=1.3$$

由 (1) (2) 知分支目标缓冲方法执行速度快。

5.9 假设分支目标缓冲的命中率为 90%,程序中无条件转移指令的比例为 5%,没有无条件转移指令的程序 CPI 值为 1。假设分支目标缓冲中包含分支目标指令,允许无条件转移指令进入分支目标缓冲,则程序的 CPI 值为多少? 假设原来的 CPI=1.1。

(1) 计算出L: 15分

(2) 计算出实际CPI: 15分

(1) 原来不采用分支目标缓冲器BTB情况下

实际CPI = 理想CPI+各种停顿拍数

$$=1+5\% \times L=1.1$$

解出L=2

(2) 现在采用分支目标缓冲器BTB情况下

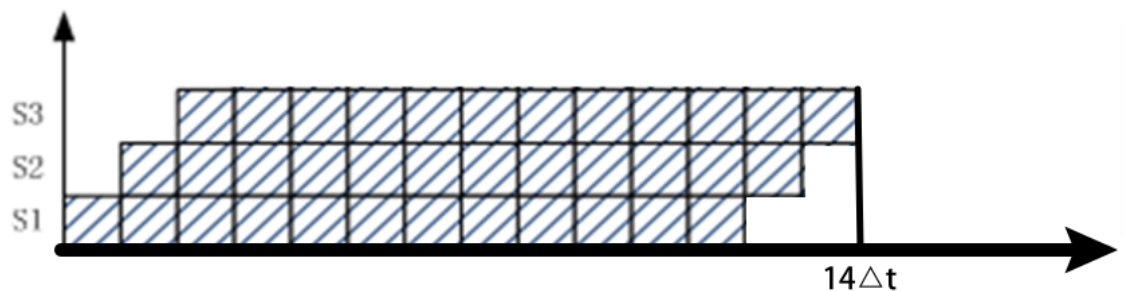
实际CPI=理想CPI+各种停顿拍数

$$=1+5\% \times 10\% \times 2=1.01$$

5.11 设指令流水线由取指令、分析指令和执行指令三个部件构成,每个部件经过的时间为 Δt ,连续流入 12 条指令。分别画出标量流水处理机以及 ILP 均为 4 的超标量处理机、超长指令字处理机、超流水处理机的时空图,并分别计算它们相对于标量流水处理机的加速比。

1. 标量流水处理机:

(1) 时空图: 5分

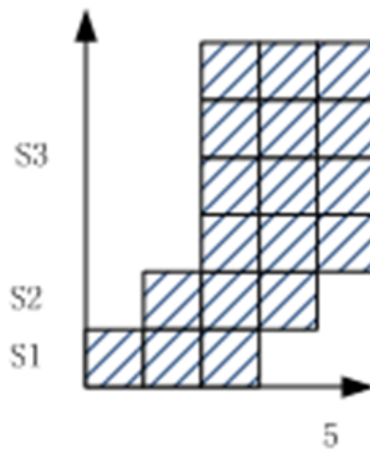


(2) 周期数: 5分

$$T_k = (k+n-1) \Delta t = (3+12-1) \Delta t = 14 \Delta t$$

2. 超长指令字处理机

(1) 时空图: 5分

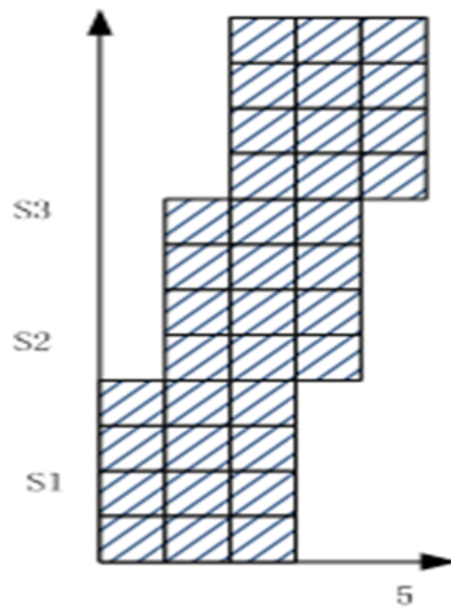


(2) 加速比: 5分

采用指令级并行技术, ILP=4, 12个任务组装成3条长指令, 每条含4条小指令, $n=3$ 。 $T_k = (k+n-1) \Delta t = (3+3-1) \Delta t = 5 \Delta t$,
加速比 $S = 14 \Delta t / 5 \Delta t = 2.8$

3. 超标量处理机

(1) 时空图: 5分



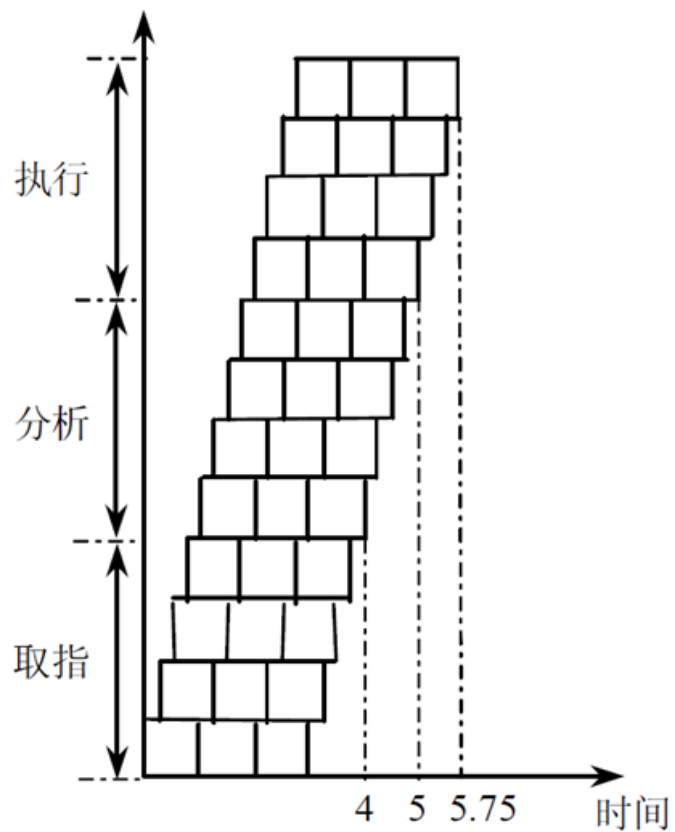
(2) 加速比: 5分

$$T_k = (k+n-1) \Delta t = (3+3-1) \Delta t = 5 \Delta t$$

$$\text{加速比 } S = 14 \Delta t / 5 \Delta t = 2.8$$

4. 超流水处理机

(1) 时空图: 5分



(2) 加速比: 5分

ILP=4, 12个任务在4条时钟依次错开 $0.25 \Delta t$ 的流水线上流过, 所以可取 $k=12, n=12$, 时钟= $\Delta t/4$ 。

$$T_k = (k+n-1) \Delta t/4 = (12+12-1) \Delta t/4 = 5.75 \Delta t,$$

$$\text{加速比 } S = 14 \Delta t / 5.75 \Delta t = 2.435$$