

7.11

(1) 一般地, 平均访问时间 = 命中时间 + 不命中概率 × 不命中开销
对于伪相联, 其命中时间包括直接映射 cache 的命中时间, 如直接映射 cache 未找到, 而在另一位置找到数据即为伪命中的命中时间, 由题可知伪命中的命中时间为 1 Tclock.

$$\begin{aligned} \text{总的相联命中时间 } T_1 &= \text{命中时间}_{1路} + \text{伪命中率} \times \text{伪命中时间} \\ &= \text{命中时间}_{1路} + (\text{命中率}_{2路} - \text{命中率}_{1路}) \times 1 \\ &= \text{命中时间}_{1路} + (1 - \text{不命中率}_{2路}) - (1 - \text{不命中率}_{1路}) \\ &= \text{命中时间}_{1路} + \text{不命中率}_{1路} - \text{不命中率}_{2路} \end{aligned}$$

而伪相联不命中率 = 不命中率_{2路}; 不命中开销 = 50 Tclock.

所以可以推出:

$$\begin{aligned} \text{伪相联的平均访问时间} &= \text{伪相联命中时间} + \text{伪相联不命中率} \times \text{不命中开销} \\ (\text{代入数据}) &= \text{命中时间}_{1路} + (\text{不命中率}_{1路} - \text{不命中率}_{2路}) + \text{不命中率}_{2路} \times \text{不命中开销}_{1路} \\ &= \text{命中时间}_{1路} + \text{不命中率}_{1路} - \text{不命中率}_{2路} + \text{不命中率}_{2路} \times 50 \\ \text{单位: 时钟周期} \end{aligned}$$

$$(2) 2KB: T = 1 + (9.8\% - 7.6\%) + 7.6\% \times 50 = 4.822 \text{ (时钟周期)}$$

$$128KB: T = 1 + (1\% - 0.7\%) + 0.7\% \times 50 = 1.503 \text{ (时钟周期)}$$

7.12.

$$CPI = CPI_{执行} + \frac{\text{存储访问延迟周期数}}{\text{指令数}}$$

$$\begin{aligned} \text{而 } \frac{\text{存储访问延迟周期数}}{\text{指令数}} &= \frac{\text{取指令延迟}}{\text{指令数}} + \frac{\text{数据访问延迟} + \text{TLB延迟}}{\text{指令数}} \\ &= \text{指令平均访存次数} \times \text{失效率} \times \text{失效开销} + \frac{\text{数据访问延迟} + \text{TLB延迟}}{\text{指令数}} \end{aligned}$$

(1) 对于理想 TLB:

$$P_{指令} = \text{主存延迟} + \text{传输一块所需时间} = 40 + \frac{32}{4} = 48 \text{ (拍)}$$

$$\text{类似地, } P_{数据} = 40 + \frac{32}{4} = 48 \text{ (拍)}$$

$$\text{当写失效且块干净 } P_{数据}' = 40 + \frac{32}{4} = 48 \text{ (拍)}$$

$$\text{当写失效且块脏 } P_{数据}'' = 40 + \frac{64}{4} = 56 \text{ (拍)}$$

由 $CPI = R_{指令} P_{指令} + R_{数据} P_{数据} + 0$ 可计算得.

$$\text{① } 16KB \text{ 直接映射: } CPI = 4.4$$

$$\text{② } 16KB \text{ 2路伪相联映射: } CPI = 3.4$$

$$\text{③ } 32KB \text{ 直接映射: } CPI = 3.2$$

(2) 对于实际 TLB

$$\frac{\text{TLB 命中}}{\text{指令数}} = (1 + \text{数据}) (P_c (1 + P_w)) R_t P_t$$

数据为数据访问指令频率 R_t, P_t 为 TLB 失效率及开销, P_c, P_w 为 cache 失效率及写回频率

代入(1)中公式可计算得:

① 16K 直接映射: $CPI = 4.0$

② 16K 2 路组相联映射: $CPI = 3.4$

③ 32K 直接映射: $CPI = 3.2$