



计算机原理

COMPUTER PRINCIPLE

第四章 第三节 (3) 多周期处理器的性能



1. 如何计算多周期处理器的CPI

□例1：假定程序中22%为Load，11%为Store，49%为R-Type，16%为Branch，2%为Jump。问CPI是多少？



1. 如何计算多周期处理器的CPI

□例1：假定程序中22%为Load，11%为Store，49%为R-Type，16%为Branch，2%为Jump。问CPI_{多周期}是多少？

分析：每种指令所需的时钟周期数为

Load : 5 ; Store : 4 ; R-Type : 4 ; Branch : 3 ; Jump : 3



1. 如何计算多周期处理器的CPI

□例1：假定程序中22%为Load，11%为Store，49%为R-Type，16%为Branch，2%为Jump。问CPI_{多周期}是多少？

分析：每种指令所需的时钟周期数为

Load：5；Store：4；R-Type：4；Branch：3；Jump：3

$$\begin{aligned}\text{则 } CPI_{\text{多周期}} &= \frac{\text{时钟周期数}}{\text{指令数}} = \sum \frac{\text{指令数}_i \times CPI_i}{\text{指令数}} = \sum \left(\frac{\text{指令数}_i}{\text{指令数}} \times CPI_i \right) \\ &= 22\% \times 5 + 11\% \times 4 + 49\% \times 4 + 16\% \times 3 + 2\% \times 3 = 4.04\end{aligned}$$



2. 多周期处理器与单周期处理器的性能比较

□例2：假设处理器各主要指令的指令周期为：

load指令：5个周期

ALU指令：4个周期

store指令：4个周期

转移指令(beq/jmp)：2个周期



2. 多周期处理器与单周期处理器的性能比较

□例2：假设处理器各主要指令的指令周期为：

load指令：5个周期

ALU指令：4个周期

store指令：4个周期

转移指令(beq/jmp)：2个周期

若各类指令的执行次数占总指令数的比例为：load 20%、store 10%、ALU 50%、beq 15%、jmp 5%。

则 $CPI_{\text{多周期}} = 4 \times 50\% + 5 \times 20\% + 4 \times 10\% + 2 \times 20\% = 3.8$

$CPI_{\text{单周期}} = 5$



2. 多周期处理器与单周期处理器的性能比较

□例2：假设处理器各主要指令的指令周期为：

load指令：5个周期 ALU指令：4个周期

store指令：4个周期 转移指令(beq/jmp)：2个周期

若各类指令的执行次数占总指令数的比例为：load 20%、store 10%、ALU 50%、beq 15%、jmp 5%。

若两种处理器的时钟周期时间分别是40ns(单)和10ns(多)，则

$$Speedup = \frac{\text{性能}_{\text{多周期}}}{\text{性能}_{\text{单周期}}} = \frac{\text{时间}_{\text{单周期}}}{\text{时间}_{\text{多周期}}} = \frac{IC \times 1 \times 40}{IC \times 3.8 \times 10} = 1.05$$



2. 多周期处理器与单周期处理器的性能比较

□例2：假设处理器各主要指令的指令周期为：

load指令：5个周期

ALU指令：4个周期

store指令：4个周期

转移指令(beq/jmp)

若各类指令的执行次数占总指令数的比例为：load

10%、ALU 50%、beq 15%、jmp 5%

若两种处理器的时钟周期时间分别是40ns(单)和10ns(多)，则

$$\text{Speedup} = \frac{\text{性能}_{\text{多周期}}}{\text{性能}_{\text{单周期}}} = \frac{\text{时间}_{\text{单周期}}}{\text{时间}_{\text{多周期}}} = \frac{IC \times 1 \times 40}{IC \times 3.8 \times 10} = 1.05$$

结论：虽然多周期处理器的CPI变大，但它的时钟周期时间也缩短了。这往往多周期处理器性能提升的关键。



谢谢！