



满分：100分 限时：10分钟 完成

答题纸上要写上：班级，姓名，学号（不用抄题）

### 1. 名词解释

(1) 指令延迟槽：

2. 现有16个处理器，编号分别为0, 1, ..., 15，用一个N=16的互连网络互连。处理器i的输出通道连接互连网络的输入端i，处理器i的输入通道连接互连网络的输出端i。当该互连网络实现的互连函数分别为：

(1)  $Cube_2$

写出3号处理机连接的其它处理机的编号

3. Alpha AXP机器中，假设Cache不命中开销为30个时钟周期，当不考虑存储器停顿，所有指令的执行时间都是2.2个时钟周期，访问Cache不命中率为3%，平均每条指令访存1.35次。试分析有Cache与无cache对系统性能的影响。要给出计算过程。

### 1. 指令延迟槽

解释：指令延迟槽（Instruction Delay Slot）是指在流水线处理器中，当一条指令被执行时，紧跟在其后的一条指令被称为延迟槽指令。延迟槽的引入是为了优化流水线操作，减少由于跳转指令或其他控制转移指令引起的性能损失。跳转指令的结果通常会影响到后续指令的执行，但处理器可以在延迟槽中安排其他不依赖于跳转指令结果的指令，从而更有效地利用处理器的资源，避免因流水线停顿而产生的空闲周期。

$$12) \text{Cube}_2(x_3 x_2 x_1 x_0) = x_3 \bar{x}_2 x_1 x_0$$

$$\text{Cube}_2(0011) = 0111$$

$$13) \text{Cube}_2(x_3 x_2 x_1 x_0) = 0011$$

$$16) x_3 x_2 x_1 x_0 = 0111$$

与7号双向互连。

解：(1) 由  $\text{Cube}_2(x_3 x_2 x_1 x_0) = \bar{x}_3 x_2 x_1 x_0$

得  $\text{Cube}_2(1101) = 0101$ ，即处理器13连接到处理器5。13号与5号

令  $\text{Cube}_2(x_3 x_2 x_1 x_0) = 1101$ ，得  $x_3 x_2 x_1 x_0 = 0101$ ，故与处理器13相连的是处理器5。

所以处理器13与处理器5双向互连。



1411 +

ChatGPT

chagpt.com/c/723d8d7f-1940-4036-9ed7-bd7f65886a

1. 定义已知条件:

- Cache不命中开销: 30个时钟周期
- 平均每条指令的执行时间 (不考虑Cache的影响): 2.2个时钟周期
- Cache不命中率为: 3% (即0.03)
- 平均每条指令访问Cache次数: 1.35次

2. Cache执行时间计算:

我们需要考虑Cache命中和不命中时的执行时间差别。对于每条指令, 我们首先执行可以求解为:

$$\text{平均执行时间} = \text{基础执行时间} + \text{Cache开销}$$

其中, Cache开销部分由命中率和不命中情况决定。

3. Cache开销计算:

- 每条指令访问Cache的次数为 1.35次。
- Cache不命中率为 3%, 所以每条指令的Cache不命中次数为:  $1.35 \times 0.03 = 0.0405$
- 每次不命中时的开销为 30 个时钟周期。因此不命中时的总开销为:  $0.0405 \times 30 = 1.215$  个时钟周期

4. Cache开销下的平均执行时间:

有Cache的情况下, 每条指令的平均执行时间为基础执行时间加上不命中带来的额外开销:

$$\text{有Cache的平均执行时间} = 2.2 + 1.215 = 3.415 \text{ 个时钟周期}$$

5. Cache性能提升:

如果没有Cache, 每条指令将直接访问主存储器, 而每次访问的开销相当于Cache不命中时的开销。每条指令访问Cache次数为 1.35 次, 因此无Cache情况下的平均执行时间为:

$$\text{无Cache的平均执行时间} = 2.2 + (1.35 \times 30) = 2.2 + 40.5 = 42.7$$

6. 性能提升计算:

最后, 计算有Cache和无Cache之间的性能提升:

$$\text{性能提升} = \frac{\text{无Cache的平均执行时间}}{\text{有Cache的平均执行时间}} = \frac{42.7}{3.415} \approx 12.5$$

因此, 有Cache的系统相比无Cache的系统, 性能提升约为 12.5 倍。

请确认答案无误

1412 +

ChatGPT

chagpt.com/c/723d8d7f-1940-4036-9ed7-bd7f65886a

有Cache的情况下, 每条指令的平均执行时间为基础执行时间加上不命中带来的额外开销:

$$\text{有Cache的平均执行时间} = 2.2 + 1.215 = 3.415 \text{ 个时钟周期}$$

5. 无Cache情况下的执行时间:

如果没有Cache, 每条指令将直接访问主存储器, 而每次访问的开销相当于Cache不命中时的开销。每条指令访问Cache次数为 1.35 次, 因此无Cache情况下的平均执行时间为:

$$\text{无Cache的平均执行时间} = 2.2 + (1.35 \times 30) = 2.2 + 40.5 = 42.7$$

6. 性能提升计算:

最后, 计算有Cache和无Cache之间的性能提升:

$$\text{性能提升} = \frac{\text{无Cache的平均执行时间}}{\text{有Cache的平均执行时间}} = \frac{42.7}{3.415} \approx 12.5$$

因此, 有Cache的系统相比无Cache的系统, 性能提升约为 12.5 倍。

请确认答案无误

3. Alpha AXP机器中, 假设Cache不命中开销为30个时钟周期, 当不考虑存储器停顿时, 所有指令的执行时间都是2.2个时钟周期, 访问Cache不命中率为3%, 平均每条指令访问1.35次。试分析有Cache与无Cache对系统性能的影响。要给出计算过程。

3. Alpha AXP机器中, 假设Cache不命中开销为30个时钟周期, 当不考虑存储器停顿时, 所有指令的执行时间都是2.2个时钟周期, 访问Cache不命中率为3%, 平均每条指令访存1.35次。试分析有Cache与无cache对系统性能的影响。要给出计算过程。

解:

CPU时间有 cache

$$IC \times (2.2 + 1.35 \times 3\% \times 30) \times A$$

$$1.2N + 2.2 = 3.4N$$

实际CPI: 3.4N

$$3.4N / 2.2 \approx 1.552272$$

若没有 cache

$$CPI = 2.2 + 1.35 \times 100\% \times 30$$

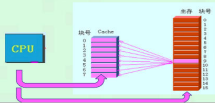
$$42.7$$

## 5.2 Cache基本知识

例5.1 用一个和Alpha AXP类似的机器作为第一个例子。假设Cache不命中开销为50个时钟周期, 当不考虑存储器停顿时, 所有指令的执行时间都是2.0个时钟周期, 访问Cache不命中率为2%, 平均每条指令访存1.33次。试分析Cache对性能的影响。

解

$$\begin{aligned} \text{CPU时间}_{\text{有cache}} &= IC \times (\text{CPI execution} + \text{每条指令的平均访存次数} \\ &\quad \times \text{不命中率} \times \text{不命中开销}) \times \text{时钟周期时间} \\ &= IC \times (2.0 + 1.33 \times 2\% \times 50) \times \text{时钟周期时间} \\ &= IC \times 3.33 \times \text{时钟周期时间} \end{aligned}$$



## 5.2 Cache基本知识

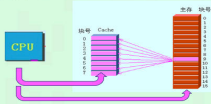
考虑Cache的不命中后, 有Cache时的性能为:

$$\begin{aligned} \text{CPU时间}_{\text{有cache}} &= IC \times (2.0 + 1.33 \times 2\% \times 50) \times \text{时钟周期时间} \\ &= IC \times 3.33 \times \text{时钟周期时间} \end{aligned}$$

实际CPI: 3.33

$$3.33 / 2.0 = 1.67 (\text{倍})$$

CPU时间也增加为原来的1.67倍。



若没有Cache, 则:

$$CPI = 2.0 + 1.33 \times 100\% \times 50 = 2.0 + 1.33 \times 50 = 68.5$$

$$\text{CPU时间}_{\text{无cache}} = IC \times 68.5 \times \text{时钟周期时间}$$

$$\text{CPU时间}_{\text{无cache}} > \text{CPU时间}_{\text{有cache}}$$

$$CPI_{\text{无cache}} = \text{CPI execution} + \text{每条指令的平均访存次数} \times \text{不命中率} \times \text{不命中开销}$$

$$\frac{42.7}{3.4N} \approx 12.5366$$