

## 计算机系统结构第二次作业

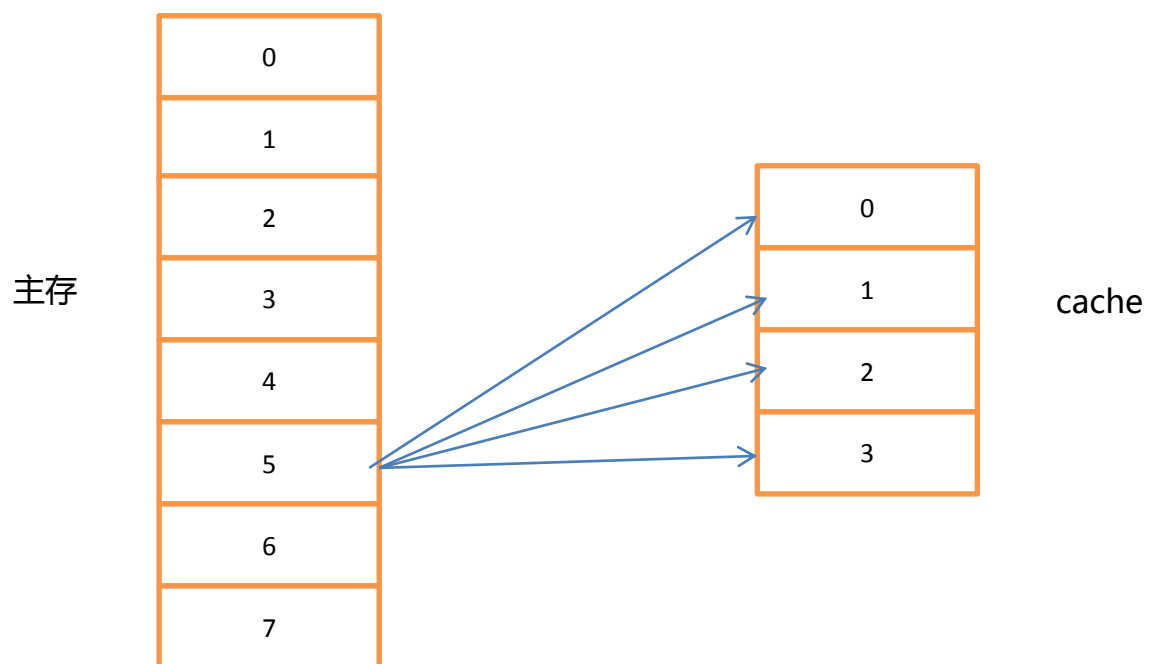
2013011427 刘智峰 计 31

习题七 7.4 7.8 7.10 7.14 2016.3.20

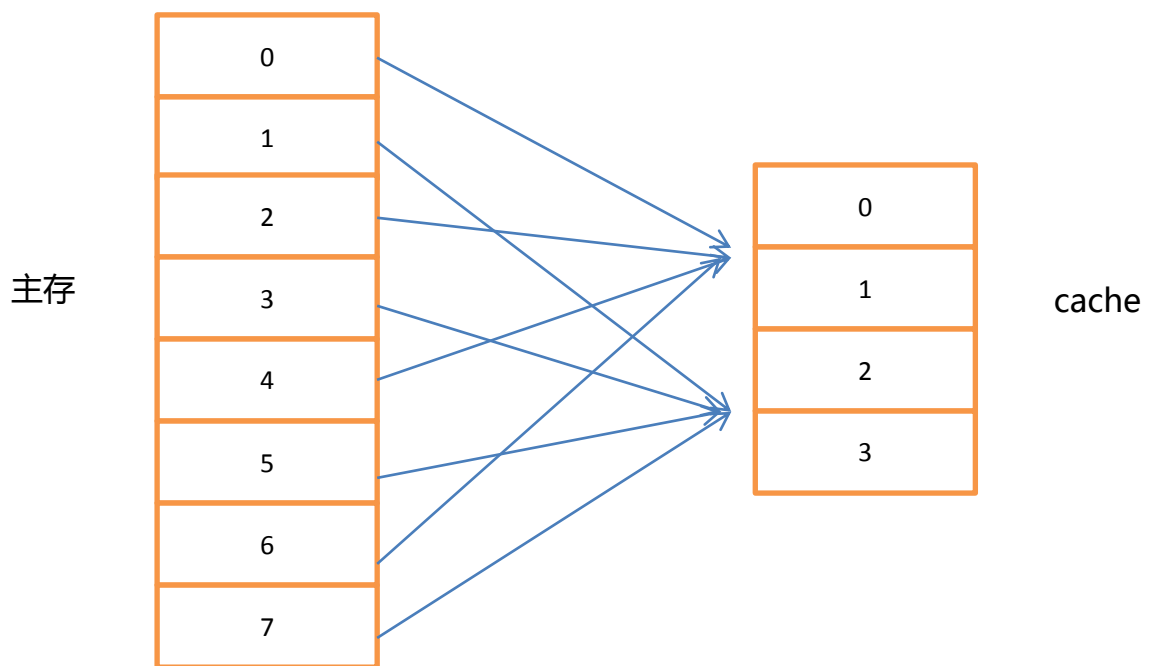
7.4

答：

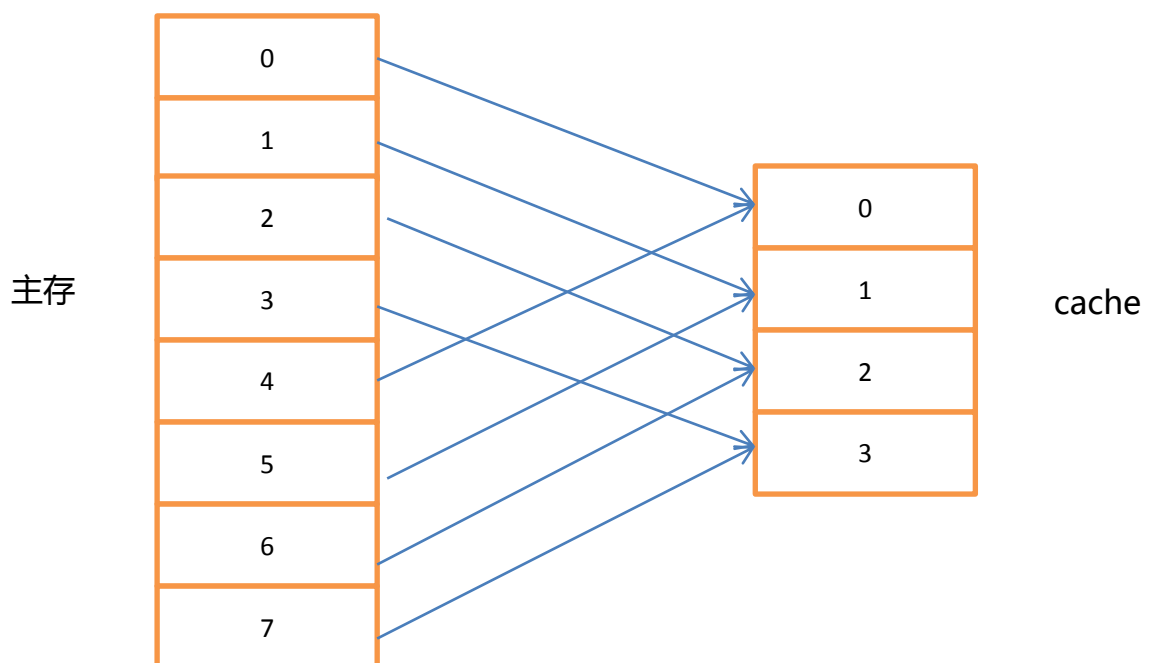
全相连的模式下，主存中的任意一块可以被放到 cache 中的任意位置，对于访存块地址为 5，由于内存地址 5 可以映射到 cache 中的任意位置，所以此时不需要索引。如下图：



组相连，每组两块，即将 cache 分为 4 组。由于  $2 = 2^1$ ，所以对于主存中的第 0 块到第 8 块，取二进制最后一位为映射到 cache 中的 index，index 的取值范围为 0 和 1。对于访存块地址为 5，5 的二进制为 101，取 index，即取最后一位，为 1。



直接映射，主存中的每一块都映射到 cache 中的一个固定位置。由于 cache 的块数为 4， $4=2^2$ ，所以对于主存中的第 0 块到第 8 块，取二进制最后两位为映射到 cache 中的 index，index 的取值为 00、01、10、11。对于访存块地址为 5，5 的二进制为 101，取 index，即取最后两位，为 01。



7.8

答：

(1) 访问指令和数据分离的 cache，不命中率为：

$$0.75 \times 0.0039 + 0.25 \times 0.0482 = 0.014975$$

访问指令和数据混合的 cache，由题意知不命中率为 0.0135

所以访问指令和数据混合的 cache，不命中率低。

(2) 平均访存时间 = 命中时间 + 不命中率\*不命中开销。所以：

访问指令和数据分离的 cache，平均访存时间为：

$$0.75 \times 1 + 0.75 \times (0.0039 \times 50) + 0.25 \times 1 + 0.25 \times (0.0482 \times 50) = 1.74875$$

访问指令和数据混合的 cache，由题意知，一次 load 或者 store 操作访问 cache 所需命中时间为 2 个时钟周期。而 load 和 store 操作是针对数据的。所以平均访存时间为：

$$0.75 \times 1 + 0.75 \times (0.0135 \times 50) + 0.25 \times 2 + 0.25 \times (0.0135 \times 50) = 1.925$$

7.10

答：

平均访存时间 = 命中时间 + 不命中率\*不命中开销

直接映射方式的平均访存时间为： $2 + 0.014 \times 80 \text{ ns} = 3.12 \text{ ns}$

2 路组相连方式的平均访存时间为： $2 \times 1.1 + 0.01 \times 80 \text{ ns} = 3 \text{ ns}$

可见，2 路组相连的平均访存时间小于直接映射的方式。

再看 CPU 性能。

$$\begin{aligned} \text{CPU 性能} &= (\text{CPU 总周期数} + \text{访存次数} \times \text{不命中率} \times \text{不命中开销}) \times \text{周期时间} \\ &= \text{IC} \times (\text{CPI} \times \text{周期时间} + \text{平均每条指令访存次数} \times \text{不命中率} \times \text{不命中开销} \times \text{周期时间}) \end{aligned}$$

其中，IC 为总指令数，CPI 为每条指令平均周期。

所以，直接映射的 CPU 性能为： $IC * (2*2 + 1.2*0.014*80) = 5.344IC$

2 路组相连的 CPU 性能为： $IC * (2*2*1.1 + 1.2*0.01*80) = 5.36IC$

可见，直接映射的 CPU 性能优于 2 路组相连。

由于 CPU 时间是进行评价的基准，而且直接映射 Cache 的实现更简单，所以直接映射 Cache 是较好的选择。

#### 7.14

答：

对于写直达 Cache，采用按写分配法，每次写操作都会对外存进行修改。因为知道要修改哪一个字，所以写回外存只需要写 1 个字。从外存读入，需要按块读入，共 2 个字。可能的情况如下：

操作	概率	是否需要传输数据
读命中	不需要计算	否
读缺失，页替换(无需写回主存)	$0.75*0.05$	是(一块 2 个字)
写命中	$0.25*0.95$	是(1 个字)
写缺失，按写分配，从主存调入页进行替换	$0.25*0.05$	是(一块 2 个字)
写缺失，按写分配，替换后写入，由于采用写直达法，需要写回到内存	$0.25*0.05$	是(1 个字)

所以，写直达情况下，带宽的平均使用比例为：

$$10^9 * (0.75*0.05*2 + 0.25*0.95*1 + 0.25*0.05*2 + 0.25*0.05*1) / 10^9 = 0.35$$

对于写回法 Cache，采用按写分配法，在产生缺页时，需要将外存的整块 2 个字读入进行替换，并将被替换的块整块 2 个字写回外存。可能的情况如下：

操作	概率	是否需要传输数据
读命中	不需要计算	否
读缺失，页替换	$0.75 \times 0.05$	是(换入一块 2 个字节)
读缺失，由于是写回，页替换 后需写回	$0.75 \times 0.05 \times 0.3$	是(写回一块 2 个字节)
写命中，写回法无需写回内存	不需要计算	否
写缺失，按写分配，从主存调入页进行替换	$0.25 \times 0.05$	是(换入一块 2 个字)
写缺失，写回法，替换后需要 写回外存	$0.25 \times 0.05 \times 0.3$	是(写回一块 2 个字)
写缺失，按写分配，写入时， 由于是写回法，无需再写回外 存	无需计算	否

所以，写回情况下，带宽的平均使用比例为：

$$10^9 \times (0.75 \times 0.05 \times 2 + 0.75 \times 0.05 \times 0.3 \times 2 + 0.25 \times 0.05 \times 2 + 0.25 \times 0.05 \times 0.3 \times 2) / 10^9 = 0.13$$