

一、概念题

解释下列名词：

SMP—由于处理器个数较少，各处理器可共享一个集中式的物理存储器。因为只有单一的主存，而且这个主存相对于各处理器的关系是对称的。

DSM—把物理上分离的所有存储器作为一个统一的共享逻辑空间进行编址，这样任何一个处理器都可以访问该共享空间中的任何一个单元（如果它有访问权），不同处理器上的同一个物理地址指向的是同一个存储单元。

写作废协议——在处理器对某个数据项进行写入之前，需拥有对该数据项的唯一的访问权。这是通过作废其他 cache 中的副本来实现的。

写更新协议——当一个处理器对某数据项进行写入时，它把该新数据广播给所有其他 cache。这些 cache 用该新数据对其中的副本进行更新。

二、问答题

3.1 请仔细学习**监听协议**以完成以下任务：

每个数据块的状态只能取以下 3 种状态中的一种：

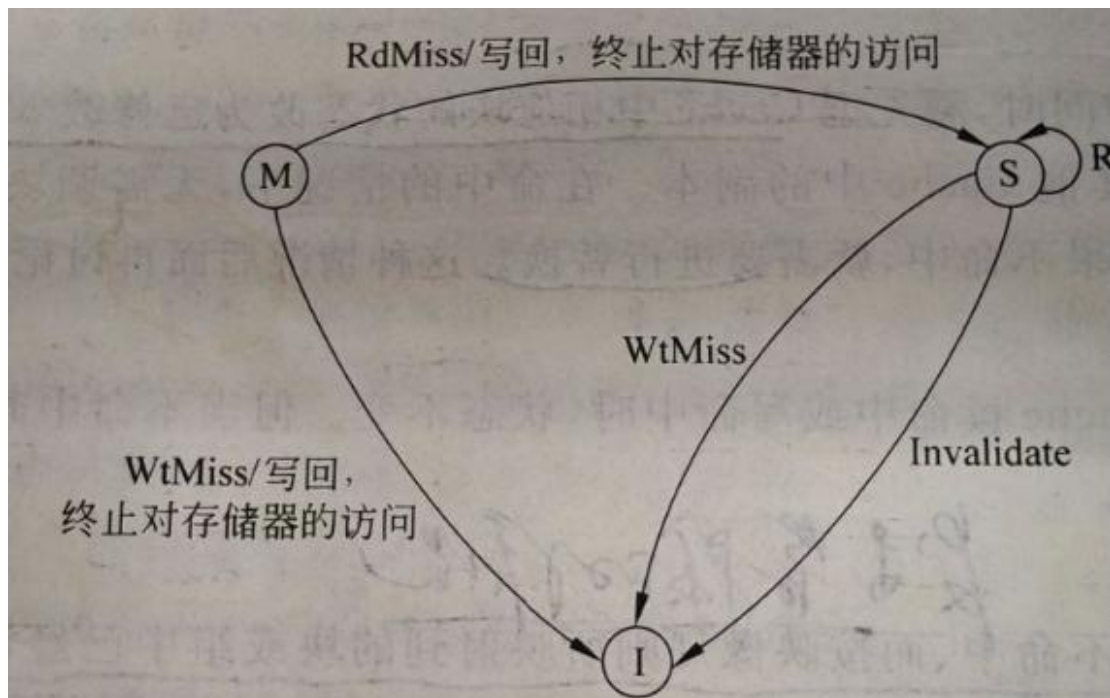
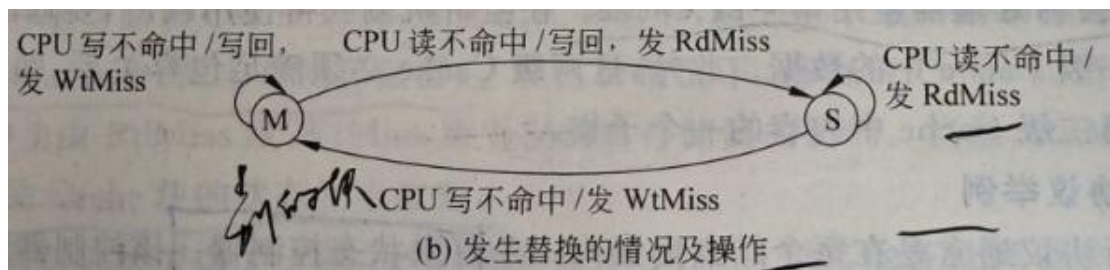
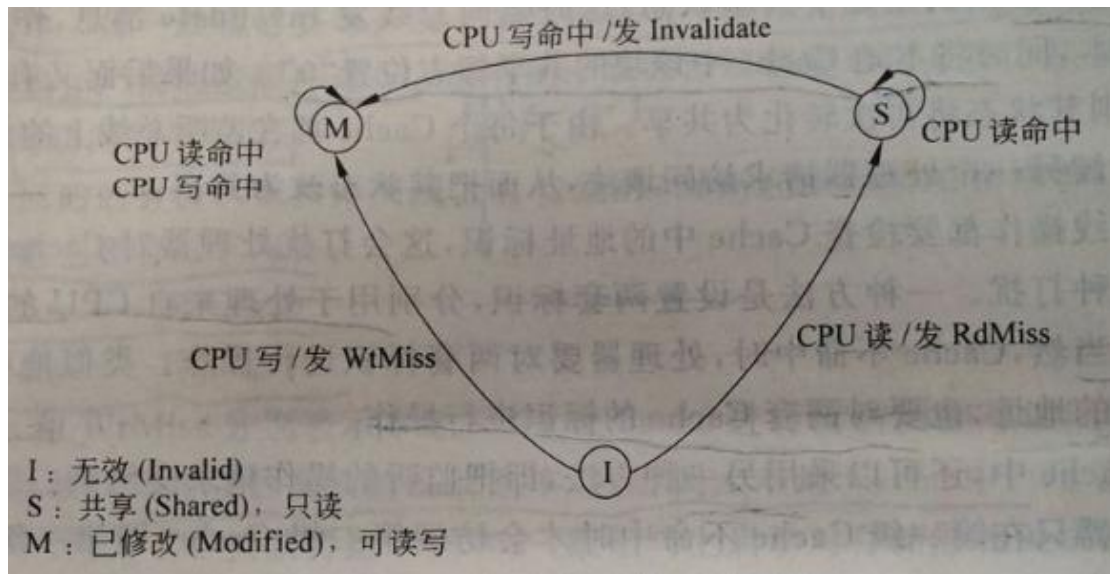
（1）**无效（Invalid, I）**：表示 Cache 中该块的内容为无效。显然，所要访问的块尚未进入 Cache。

（2）**共享（Shared, S）**：表示该块可能处于共享状态，即在多个（ ≥ 2 ）处理器中都有副本。这些副本都相同，且与存储器中相应的块相同。之所以说可能，是因为它包含了这种特殊情况：在整个系统中，该块只在一个 Cache 中有副本。而且该副本与存储器中相应的块相同。对处于共享状态的块只能进行读操作。如果要进行写操作，就要先把其状态改为“已修改”。

（3）**已修改（Modified, M）**：表示该块已经被修改过，并且还没写入存储器。这时该块中的内容是最新的，而且是整个系统中唯一的最新副本。处于已修改状态的块由本地处理器所独占。该处理器不仅可以对它进行读操作，而且可以对它进行写操作。

要求：

- ① 不发生替换的情况下，请画出写作废协议中（采用写回法），Cache 块的状态转换图 1：响应来自 CPU 的请求。
- ② 发生替换的情况下，请画出写作废协议中（采用写回法），Cache 块的状态转换图 2：响应来自 CPU 的请求。
- ③ 请画出写作废协议中（采用写回法），Cache 块的状态转换图 3：响应来自总线的请求。



3.2 根据目录的结构可以将目录协议分为哪几类？请详细介绍一下每类目录协议。

答：全映像目录、有限映像目录、链式目录。

①全映像目录：每一个目录项都包含一个 N 位 (N 为处理机的个数) 的位向量，其每一位对应于一个处理机。优点是处理比较简单，速度比较快；缺点是存储空间开销很大，目录项的数目与处理机的个数 N 成正比，而目录项的大小 (位数) 也与 N 成正比，因此目

录所占用的空间与 N^2 成正比,同时可扩展性很差。

②有映像目录:采用位数固定的目录项目,限制同一数据块在所有 Cache 中的副本总数。目录所占用的空间与 $N \times [\log_2 N]$ 成正比。

③链式目录:用一个目录指针链表来表示共享集合。当一个数据块的副本数增加(或减少)时,其指针链表就跟着变长(或变短)。优点是限制副本的个数,又保持了可扩展性。有单链表和双链表两种实现方法。

三、应用题

4.1 一个具有 32 台处理机的系统,对远程存储器访问时间是 2000ns。除了通信以外,假设计算中的访问均命中局部存储器。当发出一个远程请求时,本地处理机挂起。处理机的时钟周期时间是 10ns,假设指令基本的 CPI 为 1.0(设所有访存均命中 cache)。对于下述两种情况:

(1)没有远程访问;

(2)0.5%的指令需要远程访问。

试问前者比后者快多少?

解:已知远程访问率 $p=0.5\%$, 远程访问时间 $t=2000\text{ns}$, 时钟周期 $T=10\text{ns}$, 则远程访问开销

$$C=t/T=2000\text{ns}/10\text{ns}=200(\text{时钟周期数})$$

有 0.5%远程访问的机器的实际 CPI_2 为:

$$\text{CPI}_2=\text{CPI}_1 + p \times C=1.0+0.5\% \times 200=2.0$$

只有局部访问的机器的基本 $\text{CPI}_1=1.0$,故

$$\text{CPI}_2/\text{CPI}_1=2.0/1.0=2(\text{倍})$$

因此,没有远程访问状态下的机器速度是有 0.5%远程访问的机器速度的 2 倍。