

3. 替换算法

选择替换算法的目标是使 Cache 获得最高的命中率。常用的替换算法有以下几种。

- 随机替换(RAND)算法: 用随机数发生器产生一个要替换的块号, 将该块替换出去。
- 先进先出(FIFO)算法: 将最先进入的 Cache 信息块替换出去。
- 近期最少使用(LRU)算法: 将近期最少使用的 Cache 中的信息块替换出去。这种算法较先进先出算法要好些, 但此法也不能保证过去不常用的将来也不常用。
- 优化替换(OPT)算法: 先执行一次程序, 统计 Cache 的替换情况。有了这样的先验信息, 在第二次执行该程序时便可以用最有效的方式来替换, 达到最优目的。

4. Cache 的性能分析

若 H 为 Cache 的命中率, t_c 为 Cache 的存取时间, t_m 为主存的访问时间, 则 Cache 的等效访问时间 t_a 为

$$t_a = Ht_c + (1-H)t_m$$

使用 Cache 比不使用 Cache 的 CPU 访问存储器的速度提高的倍数 r 可以用下式求得

$$r = t_m / t_a$$

五、虚拟存储器

虚拟存储器是由主存、辅存、存储管理单元及操作系统中的存储管理软件组成的存储系统。程序员使用该存储系统时, 可以使用的内存空间可远远大于主存的物理空间, 但实际上并不存在那么大的主存, 故称其为虚拟存储器。虚拟存储器的空间大小取决于计算机的访问能力而不是实际外存的大小, 实际存储空间可以小于虚拟地址空间。从程序员的角度看, 外存被看作逻辑存储空间, 访问的地址是一个逻辑地址(虚地址), 虚拟存储器使存储系统既具有相当于外存的容量又具有接近于主存的访问速度。

虚拟存储器的访问也涉及虚地址与实地址的映像、替换算法等, 这与 Cache 中的类似。前面讲的地址映像以块为单位, 而在虚拟存储器中, 地址映像以页为单位。设计虚拟存储系统需考虑的指标是主存空间利用率和主存的命中率。

六、外存储器

外存储器用来存放暂时不用的程序和数据, 并且以文件的形式存储。CPU 不能直接访问外存中的程序和数据, 将其以文件为单位调入主存后方可访问。外存由磁表面存储器(如磁盘、磁带)及光盘存储器构成。

1. 磁盘存储器

磁盘存储器由盘片、驱动器、控制器和接口组成。盘片用于存储信息; 驱动器用于驱动磁头沿盘面径向运动以寻找目标磁道位置, 驱动盘片以额定速率稳定旋转, 并且控制数据的写入和读出; 控制器接收主机发来的命令, 将它转换成磁盘驱动器的控制命令, 并实现主机和驱动器之间数据格式的转换及数据传送, 以控制驱动器的读写操作; 接口是主机和磁盘存储器之间的连接逻辑。

磁盘容量有两种指标: 一种是非格式化容量, 它是指一个磁盘所能存储的总位数; 另一种是格式化容量, 它是指各扇区中数据区容量的总和。计算公式分别如下: