

Cache 与虚拟存储器部分作业

1. 某计算机的存储系统由 Cache 和主存。若所访问的字在 Cache 中,则存取它需要 10ns;将所访问的字从主存装入 Cache 需要 60ns。假定 Cache 的命中率为 0.9, 计算该存储系统访问一个字的平均存取时间。
2. 假设一 4 路组相联 Cache, 数据存储空间大小 64KB, 块大小为 16 字节, 主存地址 32 位, 主存一个字包含 4 个字节, Cache 采用写回策略, 每个数据块包括 1 位有效位, Cache 每个字用 1 位脏位来表示是否被修改。
 - 1) CPU 如何解释主存地址 (主存地址格式)
 - 2) 计算实现该 Cache 所需总存储容量
3. 计算机系统包含 32K 字的主存, Cache 容量 4K 字, 每组 4 Blocks, 每 Block 64 个字。假设 Cache 开始是空的, CPU 顺序从存储单元 0, 1, 2 到 4351 中读取字, 然后再重复这样的取数 9 次, Cache 速度是主存速度的 10 倍, 采用 LRU 替换算法, 假定块替换的时间忽略不计。
 - 1) 计算上述取数过程的命中率;
 - 2) 计算采用 Cache 后的加速比。
4. 考虑一个 Cache, 其存取时间为 2.5ns, 行大小为 64 字节, 命中率 $H=0.95$ 。主存使用块传送方式, 第一个字 (4 字节) 存取时间为 50ns, 其后每个字存取时间为 5ns。
 - 1) 出现一次 Cache 缺失的存取时间是多少? 假设此时 Cache 等待, 直到该行从主存传送到 Cache, 然后再从 Cache 读取;
 - 2) 假设行大小增大到 128 字节, 命中率提升到 0.97, 是否会降低平均存取时间。
5. 给定一个 32 位的虚拟地址空间和一个 24 位的物理地址, 对于下面不同的分页大小 P, 请确定虚拟页号 (VPN)、虚拟页内偏移量 (VPO)、物理页号 (PPN) 和物理页内偏移量 (PPO) 的位数。

P	#VPN 位数	#VPO 位数	#PPN 位数	#PPO 位数
1KB	22	10		
2KB	21	11		
4KB	20	12		
8KB	19	13		

6. 假定一个计算机系统有一个 TLB 和一个 L1 Data Cache。该系统按字节编址，虚拟地址 16 位，物理地址 12 为；页大小为 128 字节，TLB 采用 4 路组相联映射，共有 16 个页表项；L1 Data Cache 采用直接映射方式，块大小为 4 字节，共 16 行。在系统运行到某一时刻。TLB、页表和 L1 Data Cache 中的部分内容（用十六进制表示）如下图所示。

组号	标记	实页号	有效位	标记	实页号	有效位	标记	实页号	有效位	标记	实页号	有效位
0	03	—	0	09	1D	1	00	—	0	07	10	1
1	13	2D	1	02	—	0	04	—	0	0A	—	0
2	02	—	0	08	—	0	06	—	0	03	—	0
3	07	—	0	63	12	1	0A	34	1	72	—	0

(a) TLB 内容(4 路组相联，4 组，16 个页表项)

虚页号	实页号	有效位
000	08	1
001	03	1
002	14	1
003	02	1
004	—	0
005	16	1
006	—	0
007	07	1
008	13	1
009	17	1
00A	09	1
00B	—	0
00C	19	1
00D	—	0

行索引	标记	有效位	字节3	字节2	字节1	字节0
0	19	1	12	56	C9	AC
1	—	0	—	—	—	—
2	1B	1	03	45	12	CD
3	—	0	—	—	—	—
4	32	1	23	34	C2	2A
5	0D	1	46	67	23	3D
6	—	0	—	—	—	—
7	10	1	12	54	65	DC
8	24	1	23	62	12	3A
9	—	0	—	—	—	—
A	2D	1	43	62	23	C3
B	—	0	—	—	—	—
C	12	1	76	83	21	35
D	16	1	A3	F4	23	11

00E	11	1
00F	0D	1

(b) 部分页表内容（前 16 项）

E	33	1	2D	4A	45	55
F	—	0	—	—	—	—

(C) L1 Data Cache 内容（直接映射，16 行，块大小 4 字节）

请回答下列问题：

(1) 虚拟地址中哪几位表示虚拟页号、哪几位表示页内偏移量？虚拟页号中哪几位表示 TLB 标记？哪几位表示 TLB 组索引？

(2) 物理地址中哪几位表示物理页号、哪几位表示页内偏移量？在访问 Cache 时，物理地址如何划分成标记字段、行索引字段和块内地址字段？

(3) CPU 从地址 067AH 中取出的值是多少？要求对 CPU 读取地址 067AH 中内容的过程进行详细说明。