

4. ① PMP中 XWR位用于进一步限制物理内存区访问权限，页表中 XWR针对虚拟地址，PMP中 XWR针对物理地址，当二者冲突时以更严格的标准为准

② PMP是否被锁定，1为被锁，被锁后不可修改直至重置PMP

A: 表示PMP地址匹配模式；为0时地址范围由PMPADDR指定为1时，由PMPADDR与PMPADDR1指定更灵活。

S1) 页数： $2^{64}/2^{52} = 2^{12}$  个。

需要  $8 \times 2^{12} = 2^{15}$  Byte 空间

2)  $2^{39}$  Byte 空间

3) 因为多级页表将大的虚拟地址空间分成多个小虚拟地址空间，每个小的虚拟地址空间需要的页表也更小。

5. 通过中间位作索引，高位作标签的方式可以尽可能使块映射至不同组中，而不是同组的不同处，从而提高 cache 利用率。

可以让页号与物理地址组号直接对应，简化地址转换。

$$1) 1 \times 97\% + 110 \times 3\% = 4.27$$

$$2) \text{命中: } \frac{64K}{1G}, \quad 1 \times \frac{2^6 \cdot 2^{10}}{2^{30}} = 110 \times \left(1 - \frac{2^6 \cdot 2^{10}}{2^{30}}\right) \approx 110$$

3) 程序的空间局部性越强，越能使cache发挥作用，提高访存性能

$$4) 1 \cdot x + 110(1-x) \leq 105 \quad \therefore x \geq 4.6\%$$



扫描全能王 创建

## 32位地址

编号	缓存大小	块大小	相联度	组数	组索引位数	块索引位数	偏移位数
1	4	64	2	32	5	1	6
2	4	64	8	8	3	3	6
3	4	64	全相联	1	0	6	6
4	16	64	1	256	8	0	6
5	16	128	2	64	8	1	7
6	64	64	4	256	8	2	6
7	64	64	16	64	6	4	6
8	64	128	16	32	5	4	7

$$0.22(1-p_1) + 100.22 p_1 < 0.52 + 100 p_2$$

$$\text{即 } p_1 - p_2 < 0.003$$

$$2) 0.22(1-p_1) + k \cdot 0.22 \cdot p_1 < 0.52(1-p_2) + k \cdot 0.52 \cdot p_2$$

$$\text{即 } p_1 < \frac{0.3}{0.22(k-1)} + \frac{26}{11} p_2$$

1) 直接: mod 16 后分别为: 1, 5, 1, 5, 5, 5, 替换 5 次

2 路: 3 次, 4 路: mod 4: 3 次, 8 路: 0 次

2 16 块, 一块 16 字节, 4 个 int 32-bit. 96 个数组元素, 24 块.

N=1024 位大, 忽略稳定性前.

直接映射: 第 0~7 块与第 16~23 块争用前 8 块 cache. 第 8~15 块一直在 cache 中, 缺失率:  $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$

2 路: 第 0~7 块, 第 8~15 块, 第 16~23 块同时争用 2 路.

$$\text{缺失率: } 1 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$



13.  $\text{for}(\text{int } j=0; j < 128, ++j) \{$

$\text{for}(\text{int } i=0; i < 64, ++i) \{$

$A[j][i] = A[j][i] + 1$

}

}

14. 一块存 8 个数组元素，128 个块。

1) 优化前：一直缺失，共  $2^{13}$  次。优化后每 8 次缺一次，共  $2^{10}$  次。

2) 前：有 8 次缺一次，共  $2^{10}$  次。后：8 次缺一次，共  $2^{10}$  次。

3) 优化前：1024 块，32KB 缓存。

优化后：1 块，32B 缓存。

15. InP

0 1 2 3

0 X ✓ ✓ ✓

1 X ✓ ✓ ✓

2 X ✓ ✓ ✓

3 X ✓ ✓ ✓

outP

0 1 2 3

X X X X

X X X X

X X X X

X X X X

6 32 块，16 组，2 路，一块有 4 个 int。

1) 每 4 次中有 1 次缺失，命中率 75%。

2) 不可以，每次调用一块，顺序使用，所有 miss 均为强制缺失。

3) 可以，可减少强制缺失。



扫描全能王 创建