

5.12

5.12.1 ① 只有 L_1 $1.5 + 0.07 \times 200 = 15.5$

直接映射的 L_2 $1.5 + 0.07 \times (12 + 0.035 \times 200) = 2.83$

8路组相联的 L_2 $1.5 + 0.07 \times (28 + 0.015 \times 200) = 3.67$

② 只有 L_1 $1.5 + 0.07 \times 400 = 29.5$

$$\frac{29.5 - 15.5}{15.5} \times 100\% \approx 90\%$$

直接映射的 L_2 $1.5 + 0.07 \times (12 + 0.035 \times 400) = 3.32$

$$\frac{3.32 - 2.83}{2.83} \times 100\% \approx 17\%$$

8路组相联的 L_2 $1.5 + 0.07 \times (28 + 0.015 \times 400) = 3.88$

$$\frac{3.88 - 3.67}{3.67} \times 100\% \approx 5\%$$

5.12.2 $0.07 \times (12 + 0.035 \times (50 + 0.13 \times 200)) = 1.03$

优点: 减少了整体内存访问时间

缺点: L_2 缓存占用了其他类型资源的空面

5.12.3 任何尺寸都无法达到目标、

设为必要的缺失率

$$1.5 + 0.07 \times (50 + 200 \alpha) < 2.83$$

$$\text{解得 } \alpha < -0.155.$$

可知即使 L_2 缓存的缺失率为0, 50ns的访问时间也会产生

$1.5 + 0.07 \times (50 + 200 \times 0) > 2.83$ 的 CPI, 比2.83大。因此任何

尺寸都无法达到性能目标。

5.14

5.14.1 $2^P = P + d + 1$

$$P = 8$$

5.14.2 SEC/DED ECC $\frac{\text{编码开销}}{\text{性能}} = \frac{8}{64} = \frac{1}{8}$

5.14.1中, 128位, $\frac{\text{编码开销}}{\text{性能}} = \frac{7}{128}$

因此 SEC/DED ECC 的编码比 5.14.1 中的编码效率更高

5.14.3 有错, 应为 0×365

5.16

5.16.1

Address	Virtual Page	TLB H/M	TLB		
			Valid	Tag	Physical Page
4669 0x123d	1	TLB miss PT hit PF	1	b	12
			1	7	4
			1	3	6
			1 (last access 0)	1	13
2227 0x08b	0	TLB miss PT hit	1 (last access 1)	0	5
			1	7	4
			1	3	6
			1 (last access 0)	1	13
13916 0x365c	3	TLB hit PT hit	1 (last access 1)	0	5
			1	7	4
			1 (last access 2)	3	6
			1 (last access 0)	1	13
34587 0x871b	8	TLB miss PT hit PF	1 (last access 1)	0	5
			1 (last access 3)	8	14
			1 (last access 2)	3	6
			1 (last access 0)	1	13
48870 0xbec6	b	TLB miss PT hit	1 (last access 1)	0	5
			1 (last access 3)	8	14
			1 (last access 2)	3	6
			1 (last access 4)	11	12
12608 0x3140	3	TLB hit PT hit	1 (last access 1)	0	5
			1 (last access 3)	8	14
			1 (last access 5)	3	6
			1 (last access 4)	b	12
49225 0xc040	c	TLB miss PT miss PF	1 (last access 6)	c	15
			1 (last access 3)	8	14
			1 (last access 5)	3	6

			1 (last access 4)	b	12
--	--	--	-------------------	---	----

5.16.2

Address	Virtual Page	TLB H/M	TLB		
			Valid	Tag	Physical Page
4669 0x123d	1	TLB miss PT hit	1	11	12
			1	7	4
			1	3	6
			1 (last access 0)	0	5
2227 0x08b3	0	TLB miss PT hit	1	11	12
			1	7	4
			1	3	6
			1 (last access 1)	0	5
13916 0x365c	3	TLB hit PT hit	1	11	12
			1	7	4
			1	3	6
			1 (last access 2)	0	5
34587 0x871b	8	TLB miss PT hit PF	1 (last access 3)	2	13
			1	7	4
			1	3	6
			2	0	5
48870 0xbec6	11	TLB miss PT hit	1 (last access 4)	2	13
			1	7	4
			1	3	6
			1 (last access 2)	0	5
12608 0x3140	3	TLB hit PT hit	1 (last access 4)	2	13
			1	7	4
			1	3	6
			5	0	5
49225 0xc040	12	TLB miss PT hit	1 (last access 4)	2	13
			1	7	4
			1 (last access 6)	3	6
			1 (last access 5)	0	5

优缺点：页面大小越大，TLB 错失率越低，但碎片率越高，物理内存利用率越低。

5.16.3

Address	Virtual Page	Tag	Index	TLB H/M	TLB			
					Valid	Tag	Physical Page	Index
4669 0x123d	1	0	1	TLB miss PT hit PF	1	b	12	0
					1	7	4	1
					1	3	6	0
					1 (last access 0)	0	13	1
2227 0x08b3	0	0	0	TLB miss PT hit	1 (last access 1)	0	5	0
					1	7	4	1
					1	3	6	0
					1 (last access 0)	0	13	1
13916 0x365c	3	1	1	TLB miss PT hit	1 (last access 1)	0	5	0
					1 (last access 2)	1	6	1
					1	3	6	0
					1 (last access 0)	1	13	1
34587 0x871b	8	4	0	TLB miss PT hit PF	1 (last access 1)	0	5	0
					1 (last access 2)	1	6	1
					1 (last access 3)	4	14	0
					1 (last access 0)	1	13	1
48870 0xbec6	b	5	1	TLB miss PT hit	1 (last access 1)	0	5	0
					1 (last access 2)	1	6	1
					1 (last access 3)	4	14	0
					1 (last access 4)	5	12	1
12608 0x3140	3	1	1	TLB hit PT hit	1 (last access 1)	0	5	0
					1 (last access 5)	1	6	1
					1 (last access 3)	4	14	0
					1 (last access 4)	5	12	1
49225 0xc049	c	6	0	TLB miss PT miss PF	1 (last access 6)	6	15	0
					1 (last access 5)	1	6	1
					1 (last access 3)	4	14	0
					1 (last access 4)	5	12	1

5.16.4

Address	Virtual Page	Tag	Index	TLB H/M	TLB			
					Valid	Tag	Physical Page	Index
4669 0x123d	1	0	1	TLB miss PT hit PF	1	b	12	0
					1	0	13	1
					1	3	6	2
					0	4	9	3
2227 0x08b3	0	0	0	TLB miss PT hit	1	0	5	0
					1	0	13	1
					1	3	6	2
					0	4	9	3
13916 0x365c	3	0	3	TLB miss PT hit	1	0	5	0
					1	0	13	1
					1	3	6	2
					1	0	6	3
34587 0x871b	8	2	0	TLB miss PT hit PF	1	2	14	0
					1	0	13	1
					1	3	6	2
					1	0	6	3
48870 0xbec6	b	2	3	TLB miss PT hit	1	2	14	0
					1	0	13	1
					1	3	6	2
					1	2	6	3
12608 0x3140	3	0	3	TLB hit PT hit	1	2	14	0
					1	0	13	1
					1	3	6	2
					1	0	6	3
49225 0xc049	c	3	0	TLB miss PT miss PF	1	3	15	0
					1	0	13	1
					1	3	6	2
					1	0	6	3

5.16.5 如果没有 TLB, 几乎每次内存访问都需要对 RAM 进行两次访问: 首先访问页表, 然后访问请求的数据。

5.17

5.17.1 标签大小: $32 - \log_2(8192) = 32 - 13 = 19$
 $5 \times (2^{19} \times 4) = 10 \text{ MB}$

5.17.2 总大小最小内存容量

$$5 \times \frac{256}{2} \times 6 = 3840 \text{ bytes} = 3.75 \text{ KB}$$

最大: $5 \times 256 \times 6 = 7680 \text{ bytes} = 7.5 \text{ KB}$ 共 10.0075 MB

5.17.3 增加缓存的结告性以减少索引的数量使缓存的索引完全
人 不可以。 适合页面索引。

5.20

5.20.1 命中 2, 3, 4, 0, 2, 3, 4, 0

5.20.2 命中 2, 3, 4, 0, 0

5.20.3 随机替换的模拟结果不唯一, 命中的地址数可能会在 8~12 次左右

5.20.4 LRU 是最优策略

5.20.5 ① 需要预先知道未来的所有内存访问序列, 实际使用中不可能完全实现

② 处理器无法提前获知未来趋势

③ 算法复杂度和硬件实现成本高。

5.20.6 如果一个地址具有有限的时间局部性, 并且会与缓存的另一个块冲突, 选择不缓存可以提高缺失率。但选择不合适的地址来缓存可能会使缺失率恶化。

5.21

5.21.1 $CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times (15 + 175) = 3.78$

加倍: $CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times (15 + 350) = 5.88$

减半: $CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times (15 + 87.5) = 2.73$

$CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times 15 = 1.68$ 为使性能下降保持在10%

$1.5 + \frac{120}{10000} \times (15 + x) < 1.1 \times 1.68$

$x > 14$ 至少14个周期

5.21.2 非虚拟化 $CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times 15 + \frac{30}{10000} \times 1100 = 4.98$

虚拟化 $CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times (15 + 175) + \frac{30}{10000} \times (1100 + 175) = 7.6$

I/O访问减半非虚拟化: $CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times 15 + \frac{15}{10000} \times 1100 = 3.33$

I/O访问减半虚拟化: $CPI = 1.5 + \frac{120}{10000} \times (15 + 175) + \frac{15}{10000} \times (1100 + 175) = 5.65$

5.29

5.29.1 ① 影子页表: 虚拟机创建页表, 管理程序更新影子表; 管理程序拦截页面错误, 创建新的映射, 并使TLB中的旧映射无效; VM通知管理程序使进程的TLB无效。

② 嵌套页面: VM创建页表, 管理程序将PA中的映射添加到MA表; 硬件使用两个页表, 将VA转换为MA; VM和管理程序更新页表; 管理程序使旧的TLB条目无效。

5.29.2 本地: 2 嵌套: $4 \times 6 = 24$

5.29.3 影子页表: 缺页率
嵌套页表: TLB缺失率

5.29.4 影子页表: $1 + \frac{0.01}{1000} \times 30000 = 1.03$

嵌套页表: $1 + \frac{0.2}{1000} \times 200 = 1.04$

5.29.5 合并多个页表更新

5.29.6 增加NPT缓冲区