第6章家庭作业

——201808010515 计科 1805 黄茂荣

**6.32 假设程序使用作业 6.31 中的高速缓存,引用位于地址 0x0718 处的 1字节字。用十六进制表示出它 所访问的高速缓存条目,以及返回的高速缓存字节值。指明是否发生了高速缓存不命中。如果有高 速缓存不命中,对于"返回的高速缓存字节"输入"—"。提示:注意那些有效位! A. 地址格式 (每个小框表示一位):

	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ſ													

B. 存储器引用:

参数	值
块偏移量 (CO)	0×
索引 (CI)	0×
高速缓存示记 (CT)	0×
高速缓存命中? (是/否)	
返回的高速缓存值	0×

解答

A 分析: 假设是 6.31 中的高速缓存模型,则 s=3, E=4, b=2, 故第 0-1 位表示块偏移量,第 2-4 位表示组索引,5-12 位表示标记位。地址 0x0718 化为 16 进制表示为 11100011000,用题目中地址格式表示为

0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	()
V	O	-	1	1	V	U	V	1		•	0	0

B 分析: CO, CI, CT 根据地址信息将其转换为相应的 16 进制数即可,判断高速缓存是否命中需要看有效位 V 有效 (V=1) 且标记位相同,对照 6.31 中的表格,找到组索引为 6 的组,发现第 4 行有效位为 1,且标记位为 0x38,和地址 0x0718 中标记位相同,故高速缓存命中。根据题意引用位于 0x0718 处的一字节,结合下表返回的高速缓存值为 FA。

4 路组相联高速缓存

标记	V	勻	Z节	0 ~	3	标记	V	字	节() ~	3	标记	V	字	节() ~	3	标记	V	与	节	0 ~	3
FO	1	ED	32	OA	A2	88	1	BF	80	1D	FC	14	1	EF	09	86	2A	BC	0	25	44	6F	1A
BC	0	03	3E	\mathtt{CD}	38	AO	0	16	7B	ED	5A	BC	1	8E	4C	DF	18	E4	1	FB	В7	12	02
BC	1	54	9E	1E	FA	В6	1	DC	81	B2	14	00	0	В6	1F	7B	44	74	0	10	F5	В8	2E
BE	0	2F	7E	ЗD	A8	CO	1	27	95	A4	74	C4	0	07	11	6B	D8	BC	0	C7	В7	AF	C2
7E	1	32	21	1C	2C	88	1	22	C2	DC	34	BC	1	BA	DD	37	D8	DC	0	E7	A2	39	BA
98	0	A9	76	2B	EE	54	0	BC	91	D5	92	98	1	80	BA	9B	F6	BC	1	48	16	81	OA
38	0	5D	4D	F7	DA	BC	1	69	C2	8C	74	8A	1	A8	CE	7F	DA	38	1	FA	93	EB	48
8A	1	04	2A	32	6A	9E	0	B1	86	56	0E	CC	1	96	30	47	F2	BC	1	F8	1D	42	30
	F0 BC BC BE 7E 98 38	FO 1 BC 0 BC 1 BE 0 7E 1 98 0 38 0	FO 1 ED BC 0 03 BC 1 54 BE 0 2F 7E 1 32 98 0 A9 38 0 5D	FO 1 ED 32 BC 0 03 3E BC 1 54 9E BE 0 2F 7E 7E 1 32 21 98 0 A9 76 38 0 5D 4D	F0 1 ED 32 OA BC 0 03 3E CD BC 1 54 9E 1E BE 0 2F 7E 3D 7E 1 32 21 1C 98 0 A9 76 2B 38 0 5D 4D F7	FO 1 ED 32 OA A2 BC 0 03 3E CD 38 BC 1 54 9E 1E FA BE 0 2F 7E 3D A8 7E 1 32 21 1C 2C 98 0 A9 76 2B EE 38 0 5D 4D F7 DA	FO 1 ED 32 OA A2 8A BC 0 03 3E CD 38 A0 BC 1 54 9E 1E FA B6 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 7E 1 32 21 1C 2C 8A 98 0 A9 76 2B EE 54 38 0 5D 4D F7 DA BC	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 98 0 A9 76 2B EE 54 0 38 0 5D 4D F7 DA BC 1	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 86 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C DF BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F 7B BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 6B 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 37 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 9B 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE 7F	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 86 2A BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C DF 18 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F 7B 44 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 6B D8 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 37 D8 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 9B F6 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE 7F DA	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 86 2A BC BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C DF 18 E4 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F 7B 44 74 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 6B D8 BC 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 37 D8 DC 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 9B F6 BC 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE 7F DA 38	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 86 2A BC 0 8C 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C DF 18 E4 1 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F 7B 44 74 0 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 6B D8 BC 0 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 37 D8 DC 0 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 9B F6 BC 1 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE 7F DA 38 1	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 86 2A BC 0 25 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C DF 18 E4 1 FB BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F 7B 44 74 0 10 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 6B D8 BC 0 C7 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 37 D8 DC 0 E7 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 9B F6 BC 1 48 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE 7F DA 38 1 FA	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 86 2A BC 0 25 44 BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C DF 18 E4 1 FB B7 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F 7B 44 74 0 10 F5 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 6B D8 BC 0 C7 B7 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 37 D8 DC 0 E7 A2 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 9B F6 BC 1 48 16 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE 7F DA 38 1 FA 93	FO 1 ED 32 OA A2 8A 1 BF 80 1D FC 14 1 EF 09 86 2A BC 0 25 44 6F BC 0 03 3E CD 38 A0 0 16 7B ED 5A BC 1 8E 4C DF 18 E4 1 FB B7 12 BC 1 54 9E 1E FA B6 1 DC 81 B2 14 00 0 B6 1F 7B 44 74 0 10 F5 B8 BE 0 2F 7E 3D A8 CO 1 27 95 A4 74 C4 0 07 11 6B D8 BC 0 C7 B7 AF 7E 1 32 21 1C 2C 8A 1 22 C2 DC 34 BC 1 BA DD 37 D8 DC 0 E7 A2 39 98 0 A9 76 2B EE 54 0 BC 91 D5 92 98 1 80 BA 9B F6 BC 1 48 16 81 38 0 5D 4D F7 DA BC 1 69 C2 8C 74 8A 1 A8 CE 7F DA 38 1 FA 93 EB

 参数
 值

 块偏移量(CO)
 0x0

 索引(CI)
 0x6

 高速缓存标记(CT)
 0x38

 高速缓存命中?
 是

 返回的高速缓存值
 0xFA

** 6.33 对于存储器地址 0x16EC 重复作业 6.32。

A. 地址格式 (每个小框表示一位):

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

B. 存储器引用:

参数	值
块偏移量 (CO)	0x
索引 (CI)	0x
高速缓存示记 (CT)	0x
高速缓存命中? (是/否)	
返回的高速缓存值	0x

解答

A 分析: 假设是 6.31 中的高速缓存模型,则 s=3, E=4, b=2, 故第 0-1 位表示块偏移量,第 2-4 位表示组索引,5-12 位表示标记位。地址 0x16EC 化为 16 进制表示为 1011011101100,用题目中地址格式表示为

1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0
1	U	1	1	U	1	1	1	U	1	1	U	U

B 分析: CO, CI, CT 根据地址信息将其转换为相应的 16 进制数即可,判断高速缓存是否命中需要看有效位 V 有效 (V=1) 且标记位相同,对照 6.31 中的表格,找到组索引为 3 的组,发现当有效位为 1,发现高速缓存中标记位和地址 0x16EC 中标记位 B7 均不相同,故高速缓存不命中,返回值无。

标记位不匹配 4 路组相联高速缓存

索引	标记	V	字	节	0 ~	3	标记	V	字	节() ~	3	标记	V	字	节() ~	3	标记	V	字	艺节	0~	3
0	FO	1	ED	32	OA	A2	88	1	BF	80	1D	FC	14	1	EF	09	86	2A	BC	0	25	44	6F	1A
1	BC	0	03	3E	\mathtt{CD}	38	AO	0	16	7B	ED	5A	BC	1	8E	4C	DF	18	E4	1	FB	В7	12	02
2	BC	1	54	9E	1E	FA	₿ 6	1	DC	81	B2	14	00	0	В6	1F	7B	44	74	0	10	F5	В8	2E
3	BE	0	2F	7E	3D	A8	CO	1	27	95	A4	74	C4	0	07	11	6B	D8	BC	0	C7	В7	AF	C2
4	7E	1	32	21	1C	2C	8.8	1	22	C2	DC	34	BC	1	BA	DD	37	D8	DC	0	E7	A2	39	BA
5	98	0	A9	76	2B	EE	54	0	BC	91	D5	92	98	1	80	BA	9B	F6	BC	1	48	16	81	OA
6	38												l .		ı				38		l .			
7	8.8	1	04	2A	32	6A	9E	0	В1	86	56	ΟE	CC	1	96	30	47	F2	BC	1	F8	1D	42	30

参数	值
块偏移量(CO)	0x0
索引 (CI)	0x3
高速缓存标记(CT)	0xB7
高速缓存命中?	否
返回的高速缓存值	

** 6.37 这道题测试你预测 C 语言代码的高速缓存行为的能力。对下面这段代码进行分析:

```
int x[2][256];
int i;
int sum = 0;

for (i = 0; i < 256; i++) {
    sum += x[0][i] * x[1][i];
}</pre>
```

假设我们在下列条件下执行这段代码:

- sizeof(int) == 4.
- •数组 x 从存储器地址 0x0 开始,按照行优先顺序存储。
- 在下面每种情况中, 高速缓存最开始时都是空的。
- 唯一的存储器访问是对数组 x 的条目进行访问。其他所有的变量都存储在寄存器中。 给定这些假设,估计下列情况中不命中率。

A 情况 1: 假设高速缓存是 1024 字节, 直接映射, 高速缓存块的大小为 32 字节。不命中率是多少?

由 C=B*E*S, C=1024, B=32, 又因为是直接映射, 故 E=1, 所以可以得到 S=32。由于块的大小为 32 字节, 一个块中可以放 8 个 int 数, 又 256*8=1024, 所以数组 x[0][i], x[1][i]对应相同的组即在同一块中($i=0, \dots, 255$), 在一次访问时, x[0][i], x[1][i]会交替加载, 驱逐, 导致全不命中, 故不命中率为 100%。

B情况 2: 如果我们把高速缓存的大小翻倍到 2048 字节,不命中率是多少?

当高速缓存大小翻倍后,可以存放下整个数组 x,x[0][i],x[1][i], (i=0,…,255)每8个放在 cache 中的一个组,每组只有一开始的冷不命中,故不命中率为1/8=12.5%。

C 情况 3: 现在假设高速缓存是 1024 字节,两路组相连,使用 LRU 替换策略,高速缓存块的大小为 32 字节,不命中率是多少。

相对于情况 1,采用两路组相连,即 E=2,虽然数组 x[0][i],x[1][i]对应相同的组中(i=0, …, 255),但是在一次访问时,一个组中有两个块,可以存放下 x[0][i]和 x[1][i]。当发生冲突时,利用 LRU 替换策略进行替换,故不命中率和情况 2 一致,为 12.5%。

D 对应情况 3, 更大的高速缓存的大小会帮助降低不命中率吗? 为什么能或者为什么不能?

不能降低。因为块大小不变时,冷不命中的次数不可能被减小。

E 对应情况 3, 更大的块的大小会帮助降低不命中率吗? 为什么能或者为什么不能?

能降低。因为一个块的大小增加,冷不命中的次数就会降低。

**6.42 你正在编写一个新的 3D 游戏,希望能名利双收。你现在正在写一个函数,使得在画下一顿之前先清空屏幕缓冲区。你现在工作的屏幕是 640×480 像素数组。你工作的机器有一个 64KB 直接映射高速缓存,每行 4 个字节。你使用下面的 C 语言数据结构:

```
struct pixel {
         char r;
         char g;
         char b;
    };
    struct pixel buffer[480][640];
9 int i, j;
10 char *cptr;
11 int *iptr;
有如下假设:
• sizeof(char) ==1 和 sizeof(int) ==4。
• buffer 起始于存储器地址 0。
• 高速缓存初始为空。
•唯一的存储器访问是对于 buffer 数组中元素的访问。变量 i、j、cptr 和 iptr 被存放在寄存器中。
下面代码中百分之多少的写会在高速缓存中不命中?
       for (j = 0; j < 640; j++) {
  for (i = 0; i < 480; i++){
               buffer[i][j].r = 0;
buffer[i][j].g = 0;
buffer[i][j].b = 0;
                buffer[i][j].a = 0;
           }
```

解答:

由 C=B*E*S, C=64kb=64*1024, B=4, 又因为是直接映射, 故 E=1, 所以可以得到 S=32*512。每个结构体存放在一个块中。写入时, 题中实现代码是按照列来写入, 每次循环写入 4 次, 第 1 次没有命中, 其余 3 次写入时, 均命中, 故可以知道不命中率为 1/4=25%。