

题目一 Cache

给定某内存系统，你的任务是确定其 cache 属性，包括块大小、相联度、cache 大小、替换策略。已知这些 cache 属性值的范围是：

块大小：8, 16, 32, 64, or 128 B

相联度：1-, 2-, 4-, or 8-way

Cache 大小：4KB or 8KB

替换策略：LRU or FIFO

某人对该内存系统进行了连续三轮访问，每轮访问之后得到的只有 cache 命中率，下表是每次访问的内存地址和观察到的命中率：

	访问的内存地址(先->后)	命中率
第 1 轮	0 4 8 16 64 128	1/2
第 2 轮	31 8192 63 16384 4096 8192 64 16384	5/8
第 3 轮	32768 0 129 1024 3072 8192	1/3

假设 cache 在初始时空，那么请通过表中的信息，推测 cache 的块大小、相联度、cache 总大小、替换策略都是什么？

参考答案：

块大小：64 B

第 1 轮访问，cache 命中率为 1/2，意味着 3 次命中，肯定是 4, 8, 16，那么块大小只能是 32 或者 64；第 2 轮访问 3 次未命中，肯定是 8192, 16384, 4096，意味着第 2 轮访问 63 命中了，说明块大小为 64B。

相联度：4-way

已经知道块大小是 64B，所以 6 bits offset。如果是 1-way，访问 63 时应该不命中，因为 8192 和 63 会映射到同一个组里面（bits 6-12 相同）；因为地址 0, 4096, 8192, 16384 和 32768 会映射到相同的组，如果是 2-way，第 2 轮中第 2 次访问 8192 和 16384 会不命中；如果是 8-way, 1024 和 3072 会映射到同一个组（0, 4096, 8192, 16384 和 32768 都在同一个组），因为它们的 bits 6-9 相同。此时，0 和 8192 在第 3 轮中都会命中。这是矛盾的，因为第 3 轮只有 2 次命中。32768, 1024 和 3072 肯定会不命中，但 129 是一个命中（地址 128 在第 1 轮中被访问了）。所以，0 或者 8192 在第 3 轮中不命中。

Cache 大小：8KB

已经知道 cache 是 4-way，第 3 轮访问 0 时发生不命中，因为被 32768 替换。所以，访问 8192 应该是命中。如果大小为 4KB, 1024 和 3072 与 8192 会映射到同一个组。此时，8192 会不命中，因此，cache 大小为 8KB。

替换策略：LRU

第 3 轮 8192 会命中，4096 应该是被 0 替换了。因此，替换策略为 LRU。
如果是 FIFO，替换的应该是 8192。