

# 操作系统作业五

PB18151866 龚小航

1. Explain the following terms:

- Fragmentation fault
- TLB
- Page fault
- Demand paging
- Thrashing

解：解释名词：

- **Fragmentation fault**：此处等同于段错误 **Segmentation fault**。当进程试图访问一个不被允许访问的内存时，这时候操作系统会发出一个段错误。内存空间可以划分为堆栈空间，动态数据空间，全局数据空间和代码段。当一个进程访问没有分配给它的空间时，这时会发生段错误。
- **TLB**：转换表缓冲区。这是一个硬件功能，是专用的，小的，查找快速的高速硬件缓冲。TLB 为 CPU 的一种缓存，由存储器管理单元用于改进逻辑地址到物理地址的转译速度。TLB 具有固定数目的槽，用于存放将虚拟地址映射至物理地址的标签页表条目。如果请求的虚拟地址在 TLB 中存在，将给出一个非常快速的匹配结果，之后就可以使用得到的物理地址访问存储器。如果请求的虚拟地址不在 TLB 中，就需要访问页表，而访问页表的速度比 TLB 慢很多；同时会将这一条目添加进 TLB 中。
- **Page fault**：缺页错误。对标记为无效的页面访问会产生缺页错误。这种错误一般发生在进程试图访问那些尚未调入内存中的页面时发生。
- **Demand paging**：请求调页。一种程序加载调用策略，页面只有在程序执行期间被请求时才会被加载入内存中，因此从未访问的页从不加载到内存中。
- **Thrashing**：抖动。如果进程没有需要支持活动使用页面的帧数，那么它会很快的产生缺页错误。此时，必须置换某个页面。然而，由于它的所有页面都在使用中，所以必须立即置换需要再次使用的页面。因此它会再次快速产生缺页错误，再次置换必须立即返回的页面。这种高度的页面调度活动称为抖动。

2. Consider a paging system with the page table stored in memory.

- If a memory reference takes 50 nanoseconds, how long does a paged memory reference take?
- If we add TLBs, and 75 percent of all page-table references are found in the TLBs, what is the effective memory reference time? (Assume that finding a page-table entry in the TLBs takes 2 nanoseconds, if the entry is present.)

解： 如果一个内存引用需要 50 纳秒，那么分页内存引用需要 100 纳秒。其中 50 纳秒用于访问页表，之后还需要一次访问，用于访问对应地址中的数据。

如果再加入 TLB，那么有效访问时间按下式计算：

$$T = 75\% * (2 + 50) + 25\% * (2 + 50 + 50) = 64.5 \text{ ns}$$

3. Assume a program has just referenced an address in virtual memory. Describe a scenario how each of the following can occur: (If a scenario cannot occur, explain why.)

- TLB miss with no page fault
- TLB miss and page fault
- TLB hit and no page fault
- TLB hit and page fault

解：对每种情况逐条分析：

- ① TLB 未命中，没有缺页错误：可能发生，当所需要的页已经调入内存，且 TLB 中没有该页时发生。
- ② TLB 未命中，有缺页错误：可能发生，所需要的页不在内存中，真的发生了缺页错误。
- ③ TLB 命中，没有缺页错误：可能发生，所需要的页正处于 TLB 和内存中，可能最近刚引用过。
- ④ TLB 命中，有缺页错误：不可能发生。TLB 的数据来源于页表，如果真的缺页，TLB 不会有这一页。

4. Assume we have a demand-paged memory. The page table is held in registers. It takes 8 milliseconds to service a page fault if an empty page is available or the replaced page is not modified, and 20 milliseconds if the replaced page is modified. Memory access time is 100 nanoseconds. Assume that the page to be replaced is modified 70 percent of the time. What is the maximum acceptable page-fault rate for an effective access time of no more than 200 nanoseconds?

解：直接按题意列出方程，先带入单位，之后将单位化为同一即可：

$$200 \text{ ns} = (1 - P) * 100 \text{ ns} + 30\%P * 8 \text{ ms} + 70\%P * 20 \text{ ms}$$

解方程，直接可以解出：

$$P = 6.09760 \times 10^{-6}$$

所以最大可以接受的页面出错率为 0.000610%

5. Consider the following page reference string: 7, 2, 3, 1, 2, 5, 3, 4, 6, 7, 7, 1, 0, 5, 4, 6, 2, 3, 0, 1. Assuming demand paging with three frames, how many page faults would occur for the following replacement algorithms?
- LRU replacement
  - FIFO replacement
  - Optimal replacement

解：分别计算这三种调度算法产生的缺页错误：

① LRU 替换：置换最长时间没有使用的页面。红色表示命中的数据。

	7	2	3	1	2	5	3	4	6	7	7	1	0	5	4	6	2	3	0	1
帧 1	7	7	7	1	1	1	3	3	3	7	7	7	7	5	5	5	2	2	2	1
帧 2		2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	1	1	1	4	4	4	3	3	3
帧 3			3	3	3	5	5	5	6	6	6	6	0	0	0	6	6	6	0	0

从表中可知，这种替换算法一共产生了 18 个缺页错误。

② FIFO 替换：将最旧的页面置换出去。帧 1 被置换出去，新加入的帧在帧 3.

	7	2	3	1	2	5	3	4	6	7	7	1	0	5	4	6	2	3	0	1
帧 1	7	7	7	2	2	3	3	1	5	4	4	6	7	1	0	5	4	6	2	3
帧 2		2	2	3	3	1	1	5	4	6	6	7	1	0	5	4	6	2	3	0
帧 3			3	1	1	5	5	4	6	7	7	1	0	5	4	6	2	3	0	1

从表中可知，这种替换算法一共产生了 17 个缺页错误。

③ 最优替换：置换最长时间不会使用的页面。

	7	2	3	1	2	5	3	4	6	7	7	1	0	5	4	6	2	3	0	1
帧 1	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
帧 2		2	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6	2	3	3	3
帧 3			3	3	3	3	3	4	6	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0

从表中可知，这种替换算法一共产生了 13 个缺页错误。

6. Suppose that a disk drive has 5, 000 cylinders, numbered 0 to 4999. The drive is currently serving a request at cylinder 2150, and the previous request was at cylinder 1805. The queue of pending requests, in FIFO order, is: 2069, 1212, 2296, 2800, 544, 1618, 356, 1523, 4965, 3681 Starting from the current head position, what is the total distance (in cylinders) that the disk arm moves to satisfy all the pending requests for each of the following disk-scheduling algorithms?
- a. FCFS
  - b. SSTF
  - c. SCAN
  - d. LOOK
  - e. C-SCAN
  - f. C-LOOK

【教材第九章习题 9.11， P319】

解：分别计算每种调度算法下磁臂移动的总距离：

① FCFS: 先到先服务调度直接按照上述给出的顺序读取，即：

2150 → 2069 → 1212 → 2296 → 2800 → 544 → 1618 → 356 → 1523 → 4965 → 3681

计算移动的总距离，即后项减前项的绝对值之和，得到：

$$l_{FCFS} = 13011$$

② SSTF: 最短寻道时间优先调度按距离离当前磁头位置的大小来调度，短的优先处理。处理顺序为：

2150 → 2069 → 2296 → 2800 → 3681 → 4965 → 1618 → 1523 → 1212 → 544 → 356

计算移动的总距离，即后项减前项的绝对值之和，得到：

$$l_{SSTF} = 7586$$

③ SCAN: 扫描算法，由于上一个处理面为 1805，可以得出是上行扫描。

需要移动到端点为止，但是下行到 356 处时已经结束扫描，无需移动到 0. 因此处理顺序为：

2150 → 2296 → 2800 → 3681 → 4965 → 4999 → 2069 → 1618 → 1523 → 1212 → 544 → 356

计算移动的总距离，即后项减前项的绝对值之和，得到：

$$l_{SCAN} = 7492$$

④ LOOK: 扫描算法：是扫描算法的变种，只需要移动到最远请求位置。因此处理顺序为：

2150 → 2296 → 2800 → 3681 → 4965 → 2069 → 1618 → 1523 → 1212 → 544 → 356

计算移动的总距离，即后项减前项的绝对值之和，得到：

$$l_{LOOK} = 7424$$

⑤ C-SCAN: 扫描算法变种，由于上一个处理面为 1805，可以得出是上行扫描。

需要移动到端点为止，但是此后立刻回到 0 再开始上行。因此处理顺序为：

2150 → 2296 → 2800 → 3681 → 4965 → 4999 → 0 → 356 → 544 → 1212 → 1523 → 1618 → 2069

计算移动的总距离，即后项减前项的绝对值之和，得到：

$$l_{C-SCAN} = 9917$$

⑥ C-LOOK: 扫描算法：是扫描算法的变种，只需要移动到最远请求位置，此后再回归最小请求位置。因此处理顺序为：

2150 → 2296 → 2800 → 3681 → 4965 → 356 → 544 → 1212 → 1523 → 1618 → 2069

计算移动的总距离，即后项减前项的绝对值之和，得到：

$$l_{C-LOOK} = 9137$$