操作系统 **第四次作业**

2021/5/21

1. Explain the following terms：

Fragmentation fault　TLB　Page fault　Demand paging

Fragmentation fault：分为外部碎片和内部碎片。随着进程加载到内存和从内存中退出，空闲内存空间被分为小的片段。当总的可用内存之和可以满足请求但不连续时，就出现了外部碎片的问题。进程所分配的内存比所需的空间要大，这两个数字之差就成为内部碎片，这部分内存在分区内部，但是不能使用。

TLB：转译后备缓冲器，TLB 具有固定数目的空间槽，用于存放将虚拟地址映射至物理地址的标签页表条目。其搜索关键字为虚拟内存地址，其搜索结果为物理地址。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，就会使用页表进行虚实地址转换，而页表的访问速度比 TLB 慢很多。

Page fault：假如目标内存页在物理内存中没有对应的页帧或者存在但无对应权限，CPU 就无法获取数据，这种情况下 CPU 就会报告一个缺页错误。用户进程也就出现了缺页中断，进程会从用户态切换到内核态，并将缺页中断交给内核的 Page Fault Handler 处理。

Demand paging：把页面的分配推迟到不能再推迟为止，仅在需要时才加载页面，也就是说，一直推迟到进程要访问的页不在物理内存时为止，由此引起一个缺页错误。

2. Introduce the concept of thrashing, and explain under what circumstance thrashing will happen

概念：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，再一次置换必须立即返回的页面，如此快速进行，种种高度的页面调度活动称为抖动。

产生抖动的原因：置换算法选择不当；分配给进程的页面数量小于进程所需要的最小值

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

a. If a memory reference takes 50 nanoseconds, how long does a paged memory reference take?

b. 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.)

a.100ns.首先访问位于内存中的页表和帧码（50ns），然后访问内存中所需的字节（50ns）

b.effective memory reference time $= 100 \times 25\% + 52 \times 75\% = 64\text{ns}$

4. 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

首先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，就是 TLB miss. 其次产生 Page Fault 有以下几种原因：

1. Hard Page Fault：物理内存中没有对应的页帧，需要 CPU 打开磁盘设备读取到物理内存中，再让 MMU 建立 VA 和 PA 的映射。
2. Soft Page Fault：物理内存中是存在对应页帧的，只不过可能是其他进程调入的，发出缺页异常的进程不知道而已，此时 MMU 只需要建立映射即可，无需从磁盘读取写入内存
3. Invalid Page Fault：比如进程访问的内存地址越界访问，又比如对空指针解引用内核

• **TLB miss with no page fault：**请求的虚拟地址不在 TLB 中，但是在 Page Table 中，物理内存中存在对应的帧。

• **TLB miss and page fault：**请求的虚拟地址不在 TLB 中，但是在 Page Table 中，并由上述三种情况之一引起 Page Fault。

• **TLB hit and no page fault：**请求的虚拟地址在 TLB 中，物理内存中存在对应的帧。

• **TLB hit and page fault：**不可能发生，因为发生 Page Fault 说明不存在对应的虚拟地址到物理地址的映射，也就不可能有 TLB 命中

5. 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?

$$(1 - p) \times 100\text{ns} + p \times (70\% \times 20\text{ms} + 30\% \times 8\text{ms}) \leq 200\text{ns}$$

$$p \leq 6.1 \times 10^{-6}$$

The maximum acceptable page-fault rate is 6.1×10^{-6}

6. 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