

在虚拟存储器管理子系统中, `kswapd` 是一个后台 `daemon` 进程, 负责对系统内存做定时检查, 一般是 1s 一次。如果发现没有足够的空闲页面, 就进行页回收操作, 将不再使用的页面换出。如果要换出的页面脏 (被修改过) 了, 则还需要将这个页面写回到磁盘或者交换分区 `swap` 中。

`bdflush` 也是一个后台 `daemon` 进程, 负责周期性地检查脏缓冲 (即磁盘缓冲), 并将其写回磁盘。不过在 Linux 2.6 版本之后, `pdflush` 就取代了 `bdflush`, 前者的优势在于: 可以使多个线程并发, 而 `bdflush` 只能支持单线程运行, 这就保证了不会在回写繁忙时阻塞; 另外, `bdflush` 的操作对象是缓冲, 而 `pdflush` 是基于页面的, 显然 `pdflush` 的效率要更高。

6.7 本章小结

用户期望能够执行逻辑地址空间大于物理地址空间的进程。虚拟存储器是一种技术, 能够将较大的逻辑地址空间映射到较小的物理内存上。虚拟存储器允许运行极大的进程, 提高了多道程序度与处理机利用率。虚拟存储器的实现通常采用请求分页存储管理方式和请求分段存储管理方式; 由于页的大小相同、管理方便, 请求分页存储管理更加常用。

本章在介绍虚拟存储器的基本概念、实现原理的基础上, 详细介绍了请求分页存储管理方式, 包括缺页中断、页面置换算法、系统性能分析、“抖动”和工作集等, 并简要介绍了请求分段系统的实现。围绕页面置换算法, 本章详细介绍了最佳页面置换算法、FIFO 页面置换算法、LRU 页面置换算法、LFU 页面置换算法、Clock 页面置换算法和改进型 Clock 页面置换算法等的基本原理与具体实现。

习题6 (含考研真题)

一、简答题

1. 常规存储器管理方式具有哪两大特征? 它们对系统性能有何影响?
2. 什么是虚拟存储器? 如何实现分页式虚拟存储器?
3. “整体对换从逻辑上也扩充了内存, 因此也实现了虚拟存储器的功能”这种说法是否正确? 请说明理由。
4. 在请求分页系统中, 为什么说在一条指令执行期间可能产生多次缺页中断?
5. 试比较缺页中断与一般的中断, 它们之间有何明显区别?
6. 试说明在请求分页系统中页面的调入过程。
7. (考研真题) 简述在具有快表的请求分页系统中, 将逻辑地址变换为物理地址的完整过程。
8. 何谓固定分配局部置换和可变分配全局置换的内存分配策略?
9. 实现 LRU 页面置换算法所需要的硬件支持是什么?
10. 什么是“抖动”? 产生“抖动”的原因是什么?
11. 何谓工作集? 它是基于什么原理确定的?
12. 为了实现请求分段存储管理, 应在系统中增加配置哪些硬件机构?

二、计算题

13. (考研真题) 某虚拟存储器的用户空间共有32个页面, 每页1KB, 内存16KB。假定某时刻系统为用户的第0、1、2、3页分配的物理块号为5、10、4、7, 而该用户作业的长度为6页, 试将十六进制的逻辑地址0A5C、103C、1A5C变换成物理地址。

14. 某请求调页系统, 页表保存在寄存器中。若一个被替换的页未被修改过, 则处理一个缺页中断需要8ms; 若被替换的页已被修改过, 则处理一个缺页中断需要20ms。内存存取时间为 $1\mu\text{s}$, 访问页表的时间可忽略不计。假定70%被替换的页被修改过, 为保证有效存取时间不超过 $2\mu\text{s}$, 可接受的最大缺页率是多少?

15. (考研真题) 某分页式虚拟存储系统, 用于页面交换的磁盘的平均访问及传输时间是20ms, 页表保存在内存中, 访问时间为 $1\mu\text{s}$, 即每引用一次指令或数据, 就需要访问内存2次。为改善性能, 可以增设一个联想寄存器, 若页表项在联想寄存器中, 则只要访问1次内存。假设80%的访问对应的页表项在联想寄存器中, 剩下的20%中, 10%的访问(即总数的2%)会产生缺页。请计算有效访问时间。

16. 假定某OS存储器采用分页存储管理方式, 一个进程在快表中的页表项如表6-1所示, 在内存中的页表项如表6-2所示。

表6-1 快表中的页表项

| 页号 | 页帧号 |
|----|-----|
| 0 | f1 |
| 1 | f2 |
| 2 | f3 |
| 3 | f4 |

表6-2 内存中的页表项

| 页号 | 页帧号 |
|----|-----|
| 4 | f5 |
| 5 | f6 |
| 6 | f7 |
| 7 | f8 |
| 8 | f9 |
| 9 | f10 |

注: 只列出不在快表中的页表项。

假定该进程长度为320B, 每页32B。现有逻辑地址101、204、576(八进制), 若这些逻辑地址能变换成物理地址, 则说明变换的过程, 并指出具体的物理地址; 若不能变换, 则说明其原因。

17. 有一个矩阵 $\text{int } A[100, 100]$ 以行优先方式进行存储。计算机采用虚拟存储系统, 物理内存共有3页, 其中1页用来存放程序, 其余2页用来存放数据。假设程序已在内存中占了1页, 其余2页空闲。若每页可存放200个整数, 则程序1、程序2执行的过程中各会发生多少次缺页? 每页只能存放100个整数时, 会发生多少次缺页? 以上结果说明了什么问题?

程序1:

for($i=0; i<100; i++$)

for($j=0; j<100; j++$)

$A[i, j]=0;$

程序2:

for($j=0; j<100; j++$)

for($i=0; i<100; i++$)

$A[i, j]=0;$

三、综合应用题

18. (考研真题) 有一个请求分页式虚拟存储器系统, 分配给某进程3个物理块, 开始时内存中预装入第1, 2, 3个页面, 该进程的页面访问序列为1, 2, 4, 2, 6, 2, 1, 5, 6, 1。

- (1) 若采用最佳页面置换算法, 则访问过程发生的缺页率为多少?
- (2) 若采用LRU页面置换算法, 则访问过程中的缺页率为多少?

19. 进程已分配到4个块, 如表6-3所示 (编号为十进制, 从0开始)。当进程访问第4页时, 产生缺页中断, 请分别用FIFO页面置换算法和LRU页面置换算法决定缺页中断处理程序选择换出的页面。

表 6-3 页表

| 块号 | 页号 | 装入时间 | 最近访问时间 | 访问位 | 修改位 |
|----|----|------|--------|-----|-----|
| 2 | 0 | 60 | 161 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 130 | 160 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 26 | 162 | 1 | 0 |
| 3 | 3 | 20 | 163 | 1 | 1 |

20. 某系统有4个页, 某个进程的页面使用情况如表6-4所示, 问采用FIFO、LRU、简单Clock和改进型Clock页面置换算法, 分别会置换哪一页?

表 6-4 页面使用情况

| 页号 | 装入时间 | 上次引用时间 | R | M |
|----|------|--------|---|---|
| 0 | 126 | 279 | 0 | 0 |
| 1 | 230 | 260 | 1 | 0 |
| 2 | 120 | 272 | 1 | 1 |
| 3 | 160 | 280 | 1 | 1 |

其中, R是读标志位, M是修改位。

21. (考研真题) 在请求分页存储管理系统中, 假设某进程的页表内容如表6-5所示。

表 6-5 某进程的页表内容

| 页号 | 页框号 | 有效位 (存在位) |
|----|------|-------------|
| 0 | 101H | 1 |
| 1 | — | 0 |
| 2 | 254H | 1 |

页面大小为4KB, 一次内存的访问时间是100ns, 一次TLB的访问时间是10ns, 处理一次缺页的平均时间是 10^8 ns (已含更新TLB和页表的时间), 进程的驻留集大小固定为2, 采用LRU页面置换算法和局部淘汰策略。假设: ①TLB初始为空; ②地址变换时先访问TLB, 若TLB未命中, 则再访问页表 (忽略访问页表之后的TLB更新时间); ③有效位为0表示页面不在内存中, 产生缺页中断, 缺页中断处理后, 返回到产生缺页中断的指令处重新执行。设有虚地址访问序列2362H、1565H、25A5H, 请问:

- (1) 依次访问上述3个虚地址, 各需要多少时间? 给出计算过程。
- (2) 基于上述访问序列, 虚地址1565H的物理地址是多少? 请说明理由。