

第六章课堂练习讲解

2025年4月26日

1.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 1μs，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 2μs，可接受的最大缺页率是多少？

【参考答案】如果用p表示缺页率，则有效访问时间不超过 2μs可表示为：

$$(1-p) \times 1\mu s + p \times (70\% \times 20ms + 30\% \times 8ms + 1\mu s) \leq 2\mu s$$

因此可计算出： $p \leq 1/16\ 400 \approx 0.000\ 06$ ，即可接受的最大缺页率为0.000 06

2.某分页式虚拟存储系统，用于页面交换的磁盘的平均访问与传输时间是 20ms，页表保存在内存中，访问时间为 $1\mu s$ ，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% 中有 10% 的访问（即总数的 2%）会产生缺页。请计算有效访问时间。

【参考答案】

(1) 80%的访问的页表项在联想寄存器中，访问耗时 $1\mu s$ 。

(2) 18%的访问的页表项不在联想寄存器中，但在内存中，访问耗时 $(1\mu s+1\mu s)$ 。

(3) 2%的访问产生缺页中断，访问耗时 $(1\mu s+1\mu s+20ms+1\mu s)$ 。

因此有效访问时间为 $80\% \times 1 + (1-80\%) \times [(1-10\%) \times 1 \times 2] + 2\% \times (1 \times 3 + 20 \times 1000) = 401.22\mu s$

3. 假定某 OS 存储器采用页式存储管理，一个进程在快表中的页表项如表 1 所示，在内存中的页表项如表 2 所示。

页号	页帧号
0	f1
1	f2
2	f3
3	f4

页号	页帧号
4	f5
5	f6
6	f7
7	f8
8	f9
9	f10

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

1页的大小为32B，逻辑地址结构为：低5位为页内位移，其余高位为页号。

101（八进制）=001 000 001（二进制），因此页号为2，在联想寄存器中，对应的块号为f3，即物理地址为（f3，1）。

204（八进制）=010 000 100（二进制），因此页号为4，不在联想寄存器中，查找内存的页表得块号为f5，即物理地址为（f5，4），用其更新联想寄存器。

576（八进制）=101 111 110（二进制），因此页号为11，已超出页表范围，即产生越界中断。

4.有一个矩阵 `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？当每页只能存放 100 个整数时，又会发生多少次缺页？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;
```

(1) 程序1按行优先的顺序访问数组元素，与数组在内存中存放的顺序一致，每个内存页面可存放200个数组元素。这样，程序1每访问两行数组元素就会产生1次缺页中断，因此程序1在执行过程中会发生50次缺页。

(2) 程序2按列优先的顺序访问数组元素，由于每个内存页面存放两行数组元素，因此程序2每访问两个数组元素就会产生1次缺页中断，整个执行过程会发生5000次缺页。

(3) 若每页只能存放100个整数，则每页仅能存放一行数组元素，同理可以计算出：程序1在执行过程中产生100次缺页；程序2在执行过程中产生10 000次缺页。

(4) 以上结果说明：缺页的次数与内存中数据存放的方式及程序执行的顺序有很大关系。

同时说明：当缺页中断次数不多时，减小页面大小影响并不大；但当缺页中断次数很多时，减小页面大小会带来很严重的影响。

5.进程已分配到 4 个块，如表 所示（页号为十进制，从 0 开始编号）。当进程访问第 4 页时，产生缺页中断，请分别用 FIFO（first in first out, 先进先出）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。

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

(1) FIFO页面置换算法：按照先进先出规则，最先进入的页面应最先被换出，因此访问第4页时，缺页中断处理程序应选择的是3号页。由于该页的修改位是1，在换出内存后应先进行回写，即重新保存。

(2) LRU页面置换算法：最近一次访问时间离当前最远的页面应被选择换出，因此缺页中断处理程序应选择的是1号页。

6.请求分页管理系统中，假设某进程的页表内容如表 所示。

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，一次快表的访问时间是 10ns，处理一次缺页的平均时间是 10^8 ns（已含更新快表和页表的时间），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：①快表初始为空；②地址转换时先访问快表，若快表未命中，则再访问页表（忽略访问页表之后的快表更新时间）；③有效位为 0 表示页面不在内存中，产生缺页中断，缺页中断被处理后，返回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。

(1) 页面大小为4KB=2¹²B，故页内偏移量为12位，占虚地址的低12位，高4位为页号。

虚地址2362H的页号为2，页内地址为362H。先访问快表（10ns），未命中；再去访问页表（100ns），获得对应的物理块号254H，其与页内地址362H拼接成物理地址254362H，同时将第2页的信息装入快表中；最后根据这个物理地址访问内存（100ns）。因此，访问到虚地址对应单元的数据总共需要
 $10\text{ns} + 100\text{ns} + 100\text{ns} = 210\text{ns}$ 。

同理，虚地址1565H的页号为1，页内地址为565H。先访问快表（10ns），未命中；访问页表（100ns），不在内存中，产生缺页中断，中断处理时间为10⁸ ns，然后返回产生缺页中断的指令处重新执行，并以此更新快表和页表；访问快表（10ns）便可得到对应的物理地址，根据物理地址访问内存（100ns）。总共需要
 $10\text{ns} + 100\text{ns} + 10^8\text{ ns} + 10\text{ns} + 100\text{ns} \approx 10^8\text{ ns}$ 。

同理，虚地址25A5H的页号为2，页内地址为5A5H。先访问快表（10ns），该页信息已装入快表，获得对应的物理块号254H，从而拼接成物理地址2545A5H，根据该地址访问数据（100ns）。总共需要110ns。

（2）访问1565H时，产生缺页中断，在处理中断时，合法驻留集为2，内存已满，LRU页面置换算法将选择淘汰0号页，然后将101H号页框分配给1号页，这样便可得到页对应的物理块号101H，其与页内地址565H拼接成的物理地址为101565H。