

9.1 假设一台计算机上运行的一个进程其地址空间有8个虚页（每个虚页大小为4KB，页号为1至8），操作系统给该进程分配了4个物理页框（每个页框大小为4KB），该进程对地址空间中虚页的访问顺序为 1 3 4 6 2 3 5 4 7 8。假设分配给进程的4个物理页框初始为空，请计算：

(1) 如果操作系统采用FIFO算法管理内存，那么该进程访存时会发生多少次page fault？当进程访问完上述虚页后，物理页框中保存的是哪些虚页？

(2) 如果操作系统采用LRU算法管理内存，请再次回答（1）中的两个问题

1.

采用FIFO算法管理内存，令产生page fault的虚页页号记为[k]，那么访问序列如下：

[1] , [3] , [4] , [6] , [2] , 3 , [5] , 4 , [7] , [8]
1__ 13__ 134_ 1346 2346 2346 2546 2546 2576 2578

由于采用先入先出的算法管理内存，所以最终物理页框保存的虚页页号为2,5,7,8，并发生8次page fault。

2.

采用LRU算法管理内存：

[1] , [3] , [4] , [6] , [2] , 3 , [5] , [4] , [7] , [8]
1__ 13__ 134_ 1346 2346 2346 2356 2354 7354 7854

最终物理页框保存的虚页页号为4,5,7,8,并发生9次page fault。

9.2 假设一台计算机给每个进程都分配4个物理页框，每个页框大小为512B。现有一个程序对一个二维整数数组（uint32 X[32][32]）进行赋值操作，该程序的代码段占用一个固定的页框，并一直存储在内存中。程序使用剩余3个物理页框存储数据。该程序操作的数组X以列存储形式保存在磁盘上，即X[0][0]后保存的是X[1][0]、X[2][0]...X[31][0]，然后再保存X[0][1]，以此类推。当程序要赋值时，如果所赋值的数组元素不在内存中，则会触发page fault，操作系统将相应元素以页框粒度交换至内存。如果该进程的物理页框已经用满，则会进行页换出。该程序有如下两种写法。

写法1：

```
for(int i=0;i<32;i++)  
    for(int j=0;j<32;j++)  
        X[i][j] = 0
```

写法2:

```
for(int j=0;j<32;i++)
    for(int i=0;i<32;j++)
        x[i][j] = 0
```

请分析使用这两种写法时，各自会产生多少次page fault？（注：请写出分析或计算过程）

写法一:

X中一个元素为4B，从X[0][0]到X[0][1],中间包含X[1][0]...x[31][0]合计31个元素，因此当x[0][0]触发page fault后，恰好x[0][4]会触发新的page fault，然后x[0][8]又产生page fault。到x[0][12]时，恰好三个页框占满，页换出设计为FIFO法的话，到X[0][31]时，三个页框存储的是首地址为x[0][20],x[0][24],x[0][28]的三个页框。因此到了x[1][0]，又会产生新的page fault，因此总共产生：8*32=256次page fault。

写法二:

不难发现，在写法二中对元素的访问是顺序的，因此只有在x[0][0],x[0][4],...,x[0][28]时才会产生page fault，所以一共只有8次page fault。

9.3 假设一个程序有两个段，其中段0保存代码指令，段1保存读写的数据。段0的权限是可读可执行，段1的权限是可读可写，如下所示。该程序运行的内存系统提供的虚址空间为14-bit空间，其中低10-bit为页内偏移，高4-bit为页号。

Segment 0		Segment 1	
Read/Execute		Read/Write	
Virtual Page #	Page frame #	Virtual Page #	Page frame #
0	2	0	On Disk
1	On Disk	1	14
2	11	2	9
3	5	3	6
4	On Disk	4	On Disk
5	On Disk	5	13
6	4	6	8
7	3	7	12

当有如下的访存操作时，请给出每个操作的实际访存物理地址或是产生的异常类型（例如缺页异常、权

限异常等)

(1) 读取段1中page 1的offset为3的地址

正常访问, 物理地址为: 10110000000011 即 0x2c03

(2) 向段0中page 0的offset为16的地址写入

段0不可写, 报权限异常。

(3) 读取段1中page 4的offset为28的地址

page 4存储在磁盘内, 报缺页异常。

(4) 跳转至段1中page 3的offset为32的地址

段1元素不可执行, 报权限异常。