**作业8**

**唐嘉良**

**2020K8009907032**

**8.1 一台机器虚存采用分段机制，物理内存当前的空闲空间如下(按物理地址由小到大的顺 序):12MB, 5MB, 18MB, 20MB, 8MB, 9MB, 10MB和15MB。此时要为三个段分配空间(按时间 先后顺序): 段A申请12MB，段B申请10MB，段C申请9MB。请分别给出采用Best Fit， Worst Fit，First Fit 和 Next Fit算法下，每次分配成的空闲空间状态(按物理地址由小到大顺序)，以及每次分配所需的比较次数。**

**答：1）First Fit下**，A、B、C申请完后空闲空间状态依次为（单位：MB）

5，18，20，8，9，10，15

5，8，20，8，9，10，15

5，8，11，8，9，10，15

所需比较次数分别为1，2，3

1. **Next Fit下**，A、B、C申请完后空闲空间状态依次为（单位：MB）

5，18，20，8，9，10，15

5，8，20，8，9，10，15

5，8，11，8，9，10，15

所需比较次数分别为1，2，2

**注：网上对于next fit算法的说法不一，上面答案对应下一次分配从当前节点开始的next fit算法，对于下一次分配从后继节点开始的next fit算法，比较次数应分别为1，2，1。**

1. **Best Fit下**，空闲分区按容量递增的方式形成分区链为5，8，9，10，12，15，18，20（单位：MB）。则A、B、C申请完后空闲空间状态依次为（单位：MB）

5，18，20，8，9，10，15

5，18，20，8，9，15

5，18，20，8，15

所需比较次数分别为8，7，6

1. **Worst Fit下**，空闲分区按容量递减的方式形成分区链为20，18，15，12，10，9，8，5（单位：MB）。则A、B、C申请完后空闲空间状态依次为（单位：MB）

12，5，18，8，8，9，10，15

12，5，8，8，8，9，10，15

12，5，8，8，8，9，10，6

所需比较次数分别为1，1，1

**8.2 假设一台计算机使用32-bit的虚拟地址空间和三级页表，虚地址的划分为 8-bit | 6-bit | 6-bit | 12-bit（注：8 bit对应为第一级页表的地址，以此类推）, 请计算：**

**（1）该计算机系统的页大小是多少？**

**（2）该三级页表一共能索引多少个页？**

**（3）现有一个程序的代码段大小为12KB，数据段为20KB，栈大小为4KB，则在使用上述三级页表时，最少需要占用多少个物理页框？最多会占用多少个物理页框？（注：假设程序各段在地址空间中的布局可以自行决定）**

**（4）在上述（3）中，假设该计算机使用一级页表进行地址空间管理，则（3）中的程序需要占用多少个物理页框？**

**注：请写出计算过程。**

**答：1）**页的大小为2^12 B = 4 KB。

1. 该三级页表能索引2^(8+6+6) = 2^20 页。
2. **假设程序的每个段4KB对齐地保存，且每个页表仅存储在一个页框中（即页表占不满页框）。**

每个段恰占用某几个物理页框，则要占用12/4 + 20/4 + 4/4 = 9个物理页框

**[1]**每个段在同一个三级、二级、一级页表下，且这三个页表存储在同一物理页框，则最少占用9+3=12个物理页框（**如果允许不同页表占据同一个页框，那么就是9+1=10个**）。

**[2]**每个段在同一个一级页表下，但是在不同的3个二级、3个三级页表，每个页表存储在不同物理页框，则最多占用9+1+3+3=16个物理页框（**如果允许segment不连续保存，那么就是9+1+9+9=28个**）。

1. 每个段占用某几个物理页框，则要占用12/4 + 20/4 + 4/4 = 9个物理页框

由于只有一级页表，只有一个一级页表，只能存在另外一个单独的页框上，总共占用9+1=10个物理页框。

**8.3 假设一台计算机上运行一个进程A，该进程的地址空间大小为4 MB（页大小为4KB）。该计算机使用线性页表记录进程A的虚实映射关系，并且将A的页表都保存在内存中。该计算机CPU的TLB大小为32项，每项4B，一次TLB查询或TLB填充的延迟均为5 ns，请计算：**

**（1）假设该计算机使用软件处理TLB miss，且操作系统进行一次页表查询的平均延迟为100 ns，如果想让虚实地址映射的平均延迟为40 ns，那么 TLB的命中率应为多少？**

**（2）如果想让虚实地址映射的平均延迟不超过15 ns，那么TLB的命中率应为多少？（上述各项操作的延迟不变）**

**答：1）**设命中率为a，软件处理若命中则仅需5ns查询时间，若不命中，则首先花5ns查询，发现不命中则查找页表花费100ns，并填充TLB花费5ns，最后再执行一遍不命中的指令，此时必定命中，只需花费查询TLB的5ns。则平均延迟为a\*5 + (1-a)\*(5+100+5+5) = 115-110a = 40，解得a = 75/110 = 68.18%。所以TLB命中率应该为68.18%

**2)**同理于（1），可以得到不等式a\*5 + (1-a)\*(5+100+5+5) <= 15，解得a >= 90.91%

所以TLB命中率应该至少为90.91%

**8.4 现有如下C程序**

**uint32 X[N];**

**int step = M, i = 0;**

**for(i=0;i<N;i+=step) X[i] = X[i] + 1;**

**请计算：**

1. **假设该程序运行在一台计算机上，该计算机的虚址空间为32-bit，物理地址空间为2 GB，页大小为4 KB，如果采用一级页表，则该页表的页表项一共有多少？**
2. **假设该计算机的CPU的TLB大小为32项，每项4B，那么题述程序中的M和N取值为多少时，会使得程序中循环的每一次执行都会触发TLB miss？（假设TLB初始为空）**
3. **在（2）中，M和N取值多少时，会使得程序中的循环执行时TLB hit最多？（假设TLB初始为空）**

**答：1）**一共有2^32B/4KB = 2^20个页，于是有2^20个页表项。

1. **假设数组4KB对齐存储。** Unsigned int32 数据类型占4字节。于是一页能承载1024个uint32的数据，32页能承载2^15个uint32的数据。为使得每次均TLB miss，M至少为1024，否则第二次循环就能hit，而N仅需为正整数即可。本题有很多种可能答案，例如，取M=1024，N=1024\*32即可使得每次循环都TLB miss。
2. **假设数组4KB对齐存储。**取N=1024\*k，M=1，这样才能在miss数一定的时候充分命中同一页，hit才是最多的（**假设这里的“最多”指的是命中率最高，k是正整数**）。