

作业 9

毕定钧 2021K8009906014

本次作业包含:

9.1 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。

9.2 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 8KB, 数据段为 32KB, 栈大小为 8KB, 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。

9.3 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, 如果能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? 如果能让虚实地址映射的平均延迟不超过 20 ns, 那么 TLB 的命中率应为多少? (上述各项操作的延迟不变)

9.4 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)

9.1

Best Fit

Segment	分配后状态	比较次数
A	5MB, 18MB, 20MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	5
B	5MB, 18MB, 20MB, 8MB, 9MB, 15MB	4
C	5MB, 18MB, 20MB, 8MB, 15MB	3

Worst Fit

Segment	分配后状态	比较次数
A	12MB, 5MB, 18MB, 8MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	0
B	12MB, 5MB, 8MB, 8MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	0
C	12MB, 5MB, 8MB, 8MB, 8MB, 9MB, 10MB, 6MB	0

First Fit

Segment	分配后状态	比较次数
A	5MB, 18MB, 20MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	1
B	5MB, 8MB, 20MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	2
C	5MB, 8MB, 11MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	3

Next Fit

Segment	分配后状态	比较次数
A	5MB, 18MB, 20MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	1
B	5MB, 8MB, 20MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	2
C	5MB, 8MB, 11MB, 8MB, 9MB, 10MB, 15MB	1

9.2

(1)

根据偏移量为 12 *bit*, 可以算出页大小为 $2^{12} = 4 \text{ KB}$ 。

(2)

一共能索引 $2^8 \times 2^6 \times 2^6 = 2^{20}$ 个页。

(3)

由于一共需要的页数不多，假设页表项足够小使得每级最少需要一个页来索引即可。

1、最少的情况下，各段存储均按页对齐，需要 $\frac{8KB + 32KB + 8KB}{4KB} = 12$ 页。每级需要一个物理页框，故最少共需要 $3 + 12 = 15$ 个物理页框。

2、最多的情况下，各段存储均不按页对齐，而且各个段皆分离开来，此时代码段需要 3 页，数据段需要 9 页，栈需要 3 页，共需要 15 页，每级均可以分开需要 2 个物理页框，共三级，故最多共需要 $3 \times 2 + 15 = 21$ 个物理页框。

(4)

对于一级页表，最少需要 13 个，最多需要 17 个。

9.3

平均延迟为 40 时，有 $5 \times TLB_hit_rate + (5 + 100 + 5) \times (1 - TLB_hit_rate) = 40$ ，即命中率为 66.67%。如果想不超过 20，即 $5 \times TLB_hit_rate + (5 + 100 + 5) \times (1 - TLB_hit_rate) \leq 20$ ，可得命中率要 $\geq 85.71\%$ 。

9.4

(1)

页表项应有 $\frac{4GB}{4KB} = 2^{20}$ 个。

(2)

根据题述，每个 TLB 只能存储 $\frac{4 \times 8 \times 32}{32} = 32$ 个 *uint32* 类型，故只需要 $N > M \geq 32$ 即可。

(3)

$M = 1, N = 32$