

第5章 内存管理

《计算机操作系统实验指导》

王红玲褚晓敏

内容

- Linux内存管理简介
- 内存操作函数简介
- 实验5.1 动态分区分配方式的模拟
- 实验5.2 页面置换算法的模拟

Linux 内存管理简介

1. **物理内存管理器**: 负责物理内存的分配与回收，以页为单位实施管理，目的是提高性能，减少碎片。
2. **虚拟内存管理器**: 它在物理内存管理器的基础上，通过页目录、页表和交换机制，为系统中的每个进程模拟了一个大小为4G的虚拟地址空间。
3. **内核内存管理器**: 负责内核中小内存的分配和回收。
4. **内核虚拟内存管理器**: 为了满足内核对大内存的需求，利用虚拟内存管理的思想，在内核虚拟地址空间实现内核虚拟内存管理。
5. **用户空间内存管理器**: 负责进程用户态虚拟内存的动态分配和回收，它管理的内存在进程的堆中。

内存操作函数

1. 内存分配函数

➤ `alloc()`、`calloc()`、`malloc()`和`realloc()`

2. 内存映射函数

➤ `mmap()`

3. 取消映射函数

➤ `munmap()`

4. 释放内存函数

➤ `free()`

5. 取得内存分页大小

➤ `getpagesize()`

实验5.1 动态分区分配方式模拟

- 实验目的

- (1) 掌握动态分区分配方式使用的数据结构和分配算法
- (2) 进一步加深对动态分区分配管理方式及其实现过程的理解

- 实验内容

编写C语言程序，模拟实现首次/最佳/最坏适应算法的内存块分配和回收，要求每次分配和回收后显示出空闲分区和已分配分区的情况。假设初始状态下，可用的内存空间为640KB。

实验5.1 实验指导

- 数据结构设计
 - 已分配分区表、空闲分区表
- 分配算法设计
 - 首次适应、最佳适应、最差适应分配算法
 - 根据分配算法决定空闲分区表的排序
- 回收算法设计
 - 考虑回收区所属的四种情况，有上空分区无下空分区、无上空分区有下空分区、上下分区都为空分区，上下都无空分区，根据情况来决定回收区的处理。

实验5.1 实验结果

- 假设下列作业请求序列

(1) 作业1 申请130 KB

(2) 作业2 申请60 KB

(3) 作业3 申请100 KB

(4) 作业2 释放60 KB

(5) 作业3 释放100 KB

(6) 作业1 释放130 KB

```
index****address****end*****size****
-----
0          0          639        640
-----
Enter the allocate or reclaim (a/r),or press other key to exit.
a
Input application:
130
Allocation Success! ADDRESS= 510

*****Unallocated Table*****
index****address****end*****size****
-----
0          0          509        510
-----

*****Allocated Table***      *****
index****address****end*****size****
-----
0          510        639        130
-----
Enter the allocate or reclaim (a/r),or press other key to exit.
```

实验5.2 页面置换算法模拟

- 实验目的

- (1) 理解虚拟内存管理的原理和技术
- (2) 掌握请求分页存储管理的常用理论——页面置换算法
- (3) 理解请求分页中的按需调页机制

- 实验内容

设计一个虚拟存储区和内存工作区，并使用下述常用页面置换算法计算访问命中率。

- (1) 先进先出算法 (FIFO)
- (2) 最近最少使用算法 (LRU)
- (3) 最优置换算法 (OPT)

实验5.2 实验要求

- (1) 通过随机数产生一个指令序列，共320条指令。
- (2) 将指令序列转换成页面序列。
 - ①页面大小为1KB;
 - ②用户内存容量为4~32页;
 - ③用户虚存容量为32KB。
 - ④在用户虚存中，按每页存放10条指令排列虚存地址，即320条指令存在32个页面中。
- (3) 计算并输出不同置换算法在不同内存容量下的命中率。命中率计算公式为：
$$\text{命中率} = 1 - \text{页面失效次数} / \text{页面总数}$$

实验5.2 实验指导

- (1) 使用随机函数srand()和rand()随机产生指令序列
 - ①50%的指令是顺序执行的
 - ②25%的指令是均匀分布在前地址部分
 - ③25%的指令是均匀分布在后地址部分
- (2) 将指令序列变换成相应的页面序列
- (3) 设计页面类型、页面控制结构等数据结构
- (4) 计算使用指定页面置换算法时的命中率

实验5.2 实验结果

- 当内存页面比较少的时候，访问命中率不高
- 随着内存页面的增多，访问命中率开始提高

```
4 page frames FIFO:0.5281
5 page frames FIFO:0.5469
6 page frames FIFO:0.5688
7 page frames FIFO:0.5875
8 page frames FIFO:0.6031
9 page frames FIFO:0.6156
10 page frames FIFO:0.6438
11 page frames FIFO:0.6719
12 page frames FIFO:0.6812
13 page frames FIFO:0.7094
14 page frames FIFO:0.7188
15 page frames FIFO:0.7406
16 page frames FIFO:0.7500
17 page frames FIFO:0.7500
18 page frames FIFO:0.7563
19 page frames FIFO:0.7688
20 page frames FIFO:0.7781
21 page frames FIFO:0.8000
22 page frames FIFO:0.8188
23 page frames FIFO:0.8188
24 page frames FIFO:0.8188
25 page frames FIFO:0.8375
26 page frames FIFO:0.8469
27 page frames FIFO:0.8656
28 page frames FIFO:0.8781
29 page frames FIFO:0.8781
30 page frames FIFO:0.9000
31 page frames FIFO:0.9000
32 page frames FIFO:0.9000
```