

# Contents

1 内存管理实验指南	1
1.1 Overview	1
1.1.1 设计目的:	1
1.1.2 实验方式:	1
1.1.3 评分方式:	1
1.2 底层模拟接口	2
1.2.1 模拟设备细节	2
1.2.2 设计说明	2
1.2.3 底层模拟接口	2
1.3 内存调用接口	2
1.3.1 调用细节	2
1.3.2 设计说明	3
1.3.3 需要实现的接口	3
1.4 测试说明	3
1.4.1 测试步骤	3
1.4.2 测试种类	3
1.4.3 注意事项	4
1.5 提交事项	4
1.5.1 提交截止时间	4
1.5.2 目录结构	4
1.5.3 注意事项	4
1.6 其他	4

## 1 内存管理实验指南

### 1.1 Overview

#### 1.1.1 设计目的:

屏蔽底层繁琐的细节,让同学们了解并熟悉操作系统的内存管理的实现思路

#### 1.1.2 实验方式:

1. 助教们用 C 风格的函数模拟对于底层的操作,从而屏蔽现实操作系统的繁琐复杂的部分(详见下面“底层模拟接口”部分)
2. 同学们实现内存的管理,满足计算机其他模块对于内存使用的需要。具体需要实现的接口见下面“内存管理接口”部分
3. 助教们将同学们实现的代码编译,运行测试(详见下面“测试说明”部分),并进行打分

#### 1.1.3 评分方式:

1. 代码不能通过编译, 0 分
2. 代码被查出和其他同学雷同, 0 分
3. 代码通过正确性测试,得到加分 4 分,如有少量测试无法通过,酌情扣分
4. 代码能支持申请超过 128 MB 的内存,并且性能达到标准线,得到加分 7 分,如有少量测试无法通过,酌情扣分
5. 代码在完成上述所有要求的前提下,在三项性能测试中任意项获得第一的同学,得到加分 10 分

## 1.2 底层模拟接口

### 1.2.1 模拟设备细节

- 虚拟空间大小（磁盘可用交换区大小）：512MB
- 物理空间大小（内存可用空间大小）：128MB
- 字节可寻址

### 1.2.2 设计说明

- 底层接口只负责：
- 数据的读和写
- 对模拟设备的访问的记录
- 需要你实现的功能：
- 存储保护
- 虚拟地址到物理地址的转换
- 什么时候，将哪些数据，从内存写进磁盘 or 从磁盘读进内存

### 1.2.3 底层模拟接口

- 读取内存某个物理地址上的字节，若 `address` 越界，会退出程序，开销小  
`data_unit mem_read(p_address address);`
- 往内存某个物理地址写入字节，若 `address` 越界，会退出程序，开销小  
`void mem_write(data_unit data, p_address address);`
- 将硬盘某个地址开始的一段连续的数据加载到内存，若 `x_offset + size` 越界，会退出程序；开销与 `size` 大小有关，比内存读写开销大很多，且每次调用都有始动开销  
`void disk_load(p_address mem_offset, p_address disk_offset, m_size_t size);`
- 将内存某个地址开始的一段连续的数据保存到磁盘，若 `x_offset + size` 越界，会退出程序；开销与 `size` 大小有关，比内存读写开销大很多，且每次调用都有始动开销  
`void disk_save(p_address mem_offset, p_address disk_offset, m_size_t size);`
- 获取内存和硬盘的读写开销情况，并往控制台输出  
`void evaluate(count_t m_read, count_t m_write, count_t d_read, count_t d_write);`

## 1.3 内存调用接口

### 1.3.1 调用细节

- 进程号为 1-999，不会出现超过范围的 `pid`
- 每个进程可申请的内存空间无限制
- 调用 `allocate` 的次数会有一个比较小的上限，因此不必太过担心一些 `corner case`
- 大部分情况下，`read` 和 `write` 调用会根据之前返回的 `address` 来调；但是，我们有时候会故意调用错误的地址，这时候你的程序应该拒绝我们的调用
- 在内存空间不足的时候（不管你有没有实现磁盘的虚拟内存），都可以返回申请内存失败
- 测试用例会杂乱地访问各个进程的各个地址，但是对各个地址的访问会遵循一定的 `locality` 原则，因此理想情况下你的程序不应该频繁地对磁盘数据换入换出

### 1.3.2 设计说明

- 实现的时候，不允许申请任何额外的内存（即不允许声明全局变量，不允许调用 `malloc`）
- 需要使用数据记录内存使用状况的时候（如采用动态划分的话要用链表，用分页的话用页表等），也需要调用底层模拟接口（即 `mem_read`, `mem_write`）
- 这样设计是保证为了不同实现方法之间的公平性，当然这样使得你们实现起来需要额外花点功夫。建议根据自己的实现方式，抽象出一些工具函数并放到不同的 `c` 文件里，这样会使得你们的代码的可读性和可维护性大大提高。这也是考验你们的地方之一。

### 1.3.3 需要实现的接口

- 初始化函数，会在每个测试用例开始调用一次，你可以在这个函数里面做一些初始化操作  

```
void init();
```
- 进程号为 `pid` 的进程希望访问 `address` 处的数据。如果访问合法，往 `data` 指针里写入数据（通过 `*data = xxx`），并返回 `0`；如果访问不合法，返回 `-1`  

```
int read(data_unit *data, v_address address, m_pid_t pid);
```
- 进程号为 `pid` 的进程希望往 `address` 处写入数据。如果访问合法，往 `address` 处写入 `data`，并返回 `0`；如果访问不合法，返回 `-1`  

```
int write(data_unit data, v_address address, m_pid_t pid);
```
- 进程号为 `pid` 的进程希望申请大小为 `size` 的空间。如果空间有剩余，往 `address` 指针里写入申请到的地址（通过 `*address = xxx`），并返回 `0`；如果空间不足，返回 `-1`  

```
int allocate(v_address *address, m_size_t size, m_pid_t pid);
```
- 进程号为 `pid` 的进程希望归还 `address` 处开始的空间。如果访问合法，回收空间，返回 `0`；如果访问不合法（`address` 处的空间不属于 `pid` 进程），返回 `-1`  

```
int free(v_address address, m_pid_t pid);
```

## 1.4 测试说明

### 1.4.1 测试步骤

1. 将 `test.c` 文件，你的代码，我们准备的头文件和 `bottom.c` 一起编译
2. 在 `test.c` 里的 `main` 方法包含一系列的测试用例，每个测试用例会先调用你的 `init` 进行初始化
3. 每个测试用例内部会按各个测试用例的要求调用你的 `read`, `write`, `allocate`, `free` 方法，并检查返回的结果

### 1.4.2 测试种类

1. 正确性测试
  1. 进程 `A` 试图访问不属于它的地址的时候，应拒绝访问
  2. 往一个地址 `a` 里写入数据 `d`，如果后面的访问没有修改 `a` 上的值，那么读取 `a` 的时候应返回 `d`
2. 时间测试
  1. 对同一个进程的相近几个位置的访问，除了第一次可能需要在磁盘上换入换出，后续的访问应该都要能在较短的时间内完成
  2. 多个进程的多个距离较远的地址轮流访问，如果调度做的足够好，那么不应该在磁盘上频繁地换入换出
3. 容量测试
  1. 多次申请比较小的空间，理想情况下应该都要能够申请成功
  2. 多次申请比较小的空间，然后退回部分，再次申请几个较小的空间，理想情况下应该都要能够申请成功，而且不需要在磁盘上换入换出
  3. 多次申请比较小的空间，然后退回部分，再次申请一个较大的空间（总用量不超过 `128 MB`），理想情况下应该都要能够申请成功，而且不需要在磁盘上换入换出，考察的是对内存碎片的处理
  4. 一次申请超过 `128 MB` 的空间，若支持磁盘换入换出，应该能够申请成功
4. 综合测试

- 即综合上面的几种进行测试

#### 1.4.3 注意事项

- 由于测试用例是一个接着一个跑的，因此请注意你在 `init` 里面把上次用过的变量重新初始化，避免上次的测试对本次测试造成干扰

### 1.5 提交事项

#### 1.5.1 提交截止时间

- 6 月 11 日 23:59:59

#### 1.5.2 目录结构

- `report.pdf`
- `src`
  - `xxx.h`
  - `yyy.c`
  - ...

#### 1.5.3 注意事项

- 提交到 `cms` 的时候请将上面的 `report.pdf` 和 `src` 压缩到“学号-姓名.zip”，`report.pdf` 和 `src` 直接放到压缩文件的根目录
- 请确认 `src` 目录内不含 `call.h`, `bottom.h`, `type.h`, `bottom.o` 等我们已提供的文件，即仅需要包含你的代码。
- `src` 目录里请不要嵌套任何目录结构。
- 请不要在代码里定义 `main` 函数，否则我们编译的时候无法通过。
- `report.pdf` 里面请写清楚你的内存管理的实现方式，中途遇到的困难，以及解决方案

### 1.6 其他

如有任何疑问或建议，请与负责实验加分项的助教取得联系：

- 吴嘉荣: 141250148@smail.nju.edu.cn
- 李振昊: 141250066@smail.nju.edu.cn