

《操作系统》实验

四、内存管理

助教：彭小双、郑学森

指导教师：翁楚良

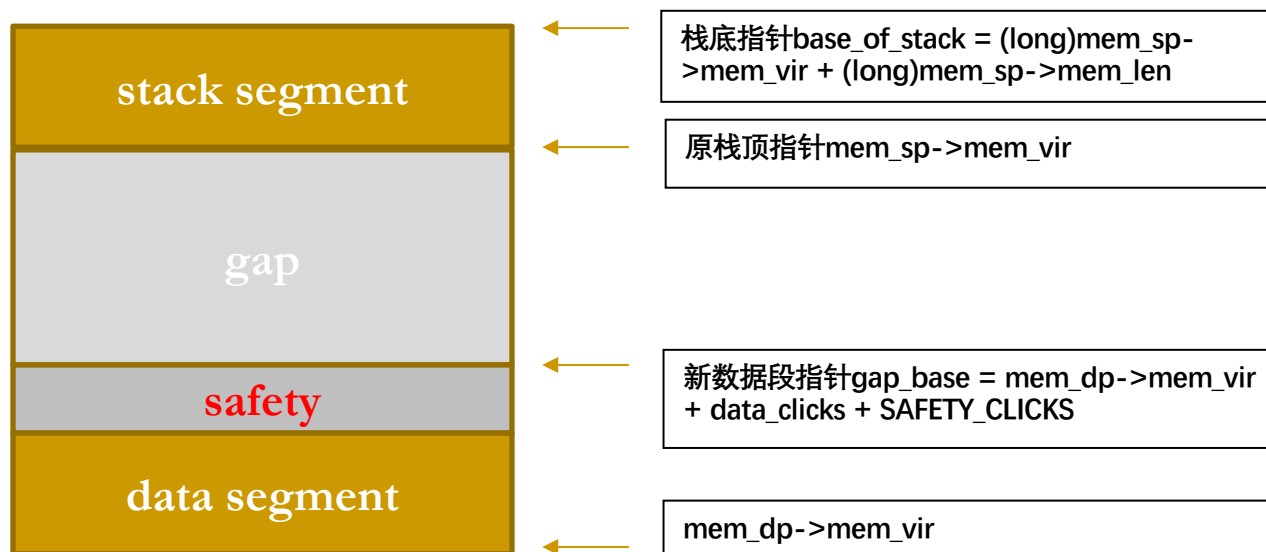
2023 春 ECNU

目标

1. 熟悉Minix操作系统的进程管理
2. 学习Unix风格的内存管理

实验要求

- 修改Minix3.1.2a的进程管理器，改进brk系统调用的实现，使得分配给进程的数据段+栈段空间耗尽时，brk系统调用给该进程分配一个更大的内存空间，并将原来空间中的数据复制至新分配的内存空间，释放原来的内存空间，并通知内核映射新分配的内存段。



实现说明

- 修改内存分配：
- 修改/usr/src/servers/pm/alloc.c中的alloc_mem函数，把first-fit修改成best-fit，即分配内存之前，先遍历整个空闲内存块列表，找到最佳匹配的空闲块。
- 修改/usr/src/servers/pm/break.c中的adjust函数，并增加了一个allocate_new_mem局部函数在adjust函数中调用。brk系统调用流程：
 - do_brk函数计算数据段新的边界，然后调用adjust函数，adjust函数计算程序当前的空闲空间是否足够分配：
 - 若足够，则调整数据段指针，堆栈指针；通知内核程序的映像发生了变化，返回do_brk函数。
 - 若不够，调用allocate_new_mem函数申请新的足够大的内存空间；将程序现有的数据段和堆栈段的内容分别拷贝至新内存区域的底部(bottom)和顶部(top)；通知内核程序的映像发生了变化；返回do_brk函数。
 - 可参考课本4.7和4.8节

实现说明(续)

- 编译Minix :
- 进入/usr/src/servers目录，输入make image, 等编译成功之后输入make install 安装新的PM程序。
- 进入/usr/src/tools目录，输入make hdbboot, 成功之后再键入make install 命令安装新的内核程序。
- 键入shutdown 命令关闭虚拟机，进入boot monitor界面。设置启动新内核的选项，在提示符键入：

```
newminix(5,start new kernel) {image=/boot/image/3.1.2ar1;boot;}
```

```
exec sh mkboot hdbboot
install image /dev/c0d0p0s0:/boot/image/3.1.2ar1
Done.
```

```
Local packages (down): sshd done.
Sending SIGTERM to all processes ...
MINIX will now be shut down ...
d0p0s0>newminix(5,start new kernel){image=/boot/image/3.1.2ar1;boot;}
d0p0s0>save
```

实现说明(续)

- 编译Minix：
- 然后回车，键入save命令保存设置。5为启动菜单中的选择内核版本的键(数字键，可选其他数字键)，3.1.2ar1为在/usr/src/tools目录中输入make install之后生成的内核版本号，请记得在/usr/src/tools中执行make install命令之后记录生成的新内核版本号。
- 输入menu命令，然后敲数字键（上一步骤中设置的数字）启动新内核，登录进minix 3中测试。

```
Hit a key as follows:
```

```
1  Start MINIX 3 (requires at least 16 MB RAM)
2  Start Small MINIX 3 (intended for 8 MB RAM systems)
5  start new kernel
```

注意事项

- PM是用户进程，printf结果显示在虚拟机下，可以不需要串口输出。
- 相关的函数
 - alloc_mem 分配内存
 - sys_abscopy 拷贝内存内容
 - free_mem 释放内存
 - sys_newmap 通知内核，注册内存段
- 用户调用brk函数针对的是虚拟地址，而minix最底层内存管理是物理地址，不能混淆。
- 需要小心处理clicks 和 bytes的单位换算和对齐。

注意事项

- 本实验是修改brk系统调用的实现，所以不需要更改brk系统调用的接口，brk函数调用的参数和返回值请遵循原定义，请不要修改。
- 程序运行错误可能会产生体积很大的core文件，建议在磁盘空间较大的/home下做实验，否则可能会占满磁盘，导致无法开机。
- 如果break修改后导致程序的编译都无法正常进行（因为在程序编译的过程中可能需要brk系统调用）。在这种情况下，需从未修改过的内核中对程序进行编译。
- CC编译器版本很老，语法检查很严格，编写C代码时不要引入非英文字符，或者使用高级语法。
- 本project使用的Minix版本号是3.1.2。

测试用例

- 测试程序在编写时有特定要求，即将所有的变量申明放到main函数之外，让所有的变量变成全局变量，不允许使用局部变量。按照Minix3的规则全局变量保存在数据段中，不存放在堆栈中，所以可以通过测试。
 - 测试程序一只是简单测试sbrk调用，不断的调整数据段的上界，并未对新分配的内存空间进行访问。
 - 测试程序二则对新分配的内存空间进行了访问。
- 建议先通过测试程序一，再尝试测试程序二。通过修改brk，使得二个测试程序可以分配比之前更多的内存。测试程序最后的输出结果和分配给minix操作系统的物理内存数量有关。

```
# ./t1
incremented by 1, total 1
incremented by 2, total 3
incremented by 4, total 7
incremented by 8, total 15
incremented by 16, total 31
incremented by 32, total 63
incremented by 64, total 127
incremented by 128, total 255
incremented by 256, total 511
incremented by 512, total 1023
incremented by 1024, total 2047
incremented by 2048, total 4095
incremented by 4096, total 8191
incremented by 8192, total 16383
incremented by 16384, total 32767
incremented by 32768, total 65535
#
```

```
incremented by 2, total 3
incremented by 4, total 7
incremented by 8, total 15
incremented by 16, total 31
incremented by 32, total 63
incremented by 64, total 127
incremented by 128, total 255
incremented by 256, total 511
incremented by 512, total 1023
incremented by 1024, total 2047
incremented by 2048, total 4095
incremented by 4096, total 8191
incremented by 8192, total 16383
incremented by 16384, total 32767
incremented by 32768, total 65535
incremented by 65536, total 131071
incremented by 131072, total 262143
incremented by 262144, total 524287
incremented by 524288, total 1048575
incremented by 1048576, total 2097151
incremented by 2097152, total 4194303
incremented by 4194304, total 8388607
incremented by 8388608, total 16777215
incremented by 16777216, total 33554431
```

```
incremented by 2, total 3, result + inc 4098
incremented by 4, total 7, result + inc 4102
incremented by 8, total 15, result + inc 4110
incremented by 16, total 31, result + inc 4126
incremented by 32, total 63, result + inc 4158
incremented by 64, total 127, result + inc 4222
incremented by 128, total 255, result + inc 4350
incremented by 256, total 511, result + inc 4606
incremented by 512, total 1023, result + inc 5118
incremented by 1024, total 2047, result + inc 6142
incremented by 2048, total 4095, result + inc 9190
incremented by 4096, total 8191, result + inc 12286
incremented by 8192, total 16383, result + inc 28478
incremented by 16384, total 32767, result + inc 36862
incremented by 32768, total 65535, result + inc 69638
incremented by 65536, total 131071, result + inc 135166
incremented by 131072, total 262143, result + inc 266238
incremented by 262144, total 524287, result + inc 528382
incremented by 524288, total 1048575, result + inc 1052670
incremented by 1048576, total 2097151, result + inc 2101246
incremented by 2097152, total 4194303, result + inc 4198398
incremented by 4194304, total 8388607, result + inc 8392702
incremented by 8388608, total 16777215, result + inc 16781310
incremented by 16777216, total 33554431, result + inc 33558526
```

实验提交

1. 提交材料：

1. 该project的实验报告。
2. 相关源代码修改过的文件。

2. 实验要求：

1. 独立完成实验，严禁抄袭。
2. 请在规定时间内提交实验。