## •四川大学计算机学院学院

# 实验报告

学号: <u>2022141460176</u> 姓名: <u>杨一舟</u> 专业: <u>计算机科学与技术</u> 第 <u>12</u> 周

	<u> </u>									
课程名称	操作系统课程设计	实验课时	2							
实验项目	Linux 虚拟内存管理 实验时间 2024. 5. 1									
实验目的	1、熟悉 Linux 内存管理的常见命令 2、理解 Linux 内存管理机制									
实验环境	Ubuntu 操作系统									
实验内容	文验步骤  一、创建一个大文件(512M),然后清照使用 cat/proc/meminfo 观察运行前后 cd程序读取,比较两次速度差异。  准备好三个实验程序  mountain@Lumous:~\$ vim fileComountain@Lumous:~\$ gcc -o filemountain@Lumous:~\$ vim memComountain@Lumous:~\$ vim readTimountain@Lumous:~\$ gcc -o readTimountain@Lumous:~\$ gcc	reater.c leCreater nsumer.c mConsumer imer.c adTimer re	fileCreater.c memConsumer.c eadTimer.c reater							

### 读取并计时

## mountain@Lumous:~\$./readTimer 读取文件花费了 700.722020 毫秒。

## 执行 cat /proc/meminfo 命令

```
mountain@Lumous:~$ cat /proc/meminfo
MemTotal: 8084728 kB
MemFree:
                  6846204 kB
MemAvailable:
                  7319960 kB
Buffers:
                     2120 kB
                   677000 kB
Cached:
SwapCached:
                       0 kB
                    36252 kB
Active:
                   885836 kB
Inactive:
Active(anon):
                     1716 kB
Inactive(anon):
                   244512 kB
Active(file):
                    34536 kB
Inactive(file):
                   641324 kB
Unevictable:
                        0 kB
                        0 kB
Mlocked:
                  2097152 kB
SwapTotal:
SwapFree:
                  2097152 kB
Dirty:
                        0 kB
Writeback:
                        0 kB
AnonPages:
                   243164 kB
Mapped:
                   148212 kB
Shmem:
                     3064 kB
KReclaimable:
                    27652 kB
Slab:
                    82352 kB
SReclaimable:
                    27652 kB
SUnreclaim:
                    54700 kB
KernelStack:
                     4680 kB
PageTables:
                     3844 kB
NFS_Unstable:
                        0 kB
Bounce:
                        0 kB
WritebackTmp:
                        0 kB
CommitLimit:
                  6139516 kB
Committed_AS:
                 1178316 kB
VmallocTotal:
                 34359738367 kB
VmallocUsed:
                    25908 kB
VmallocChunk:
                        0 kB
Percpu:
                     7232 kB
AnonHugePages:
                   114688 kB
ShmemHugePages:
                        0 kB
ShmemPmdMapped:
                        0 kB
FileHugePages:
                        0
                          kB
```

#### 续

HugePages_Free:	0	
HugePages_Rsvd:	Θ	
<pre>HugePages_Surp:</pre>	0	
Hugepagesize:	2048	kB
Hugetlb:	0	kB
DirectMap4k:	78848	kB
DirectMap2M:	6160384	kB
DirectMap1G:	11534336	kB

#### 再次读取并计时

mountain@Lumous:~\$./readTimer 读取文件花费了 229.800665 毫秒。

二、执行 find / -name .conf 命令,使用 cat /proc/meminfo 观察执行前后 buffers 使用情况;然后再次执行命令,比较两次速度差异,说明原因。

执行前 buffers 使用情况

```
mountain@Lumous:~$ cat /proc/meminfo
               8084728 kB
MemTotal:
MemFree:
                6792836 kB
MemAvailable:
               7293108 kB
Buffers:
                 22336 kB
Cached:
                677340 kB
Cached:
SwapCached:
                     0 kB
Active:
                  56596 kB
Inactive:
                898124 kB
Active(anon):
                  1724 kB
Inactive(anon): 256388 kB
Active(file):
                 54872 kB
Inactive(file): 641736 kB
Unevictable:
                      0 kB
                      0 kB
Mlocked:
SwapTotal:
SwapFree:
               2097152 kB
                2097152 kB
                      0 kB
Dirty:
Writeback:
                      0 kB
AnonPages:
                255048 kB
                 148212 kB
Mapped:
Shmem:
                   3068 kB
KReclaimable:
                  39188 kB
Slab:
                  95020 kB
                  39188 kB
SReclaimable:
                 55832 kB
SUnreclaim:
                 4676 kB
KernelStack:
                  3868 kB
PageTables:
                     0 kB
NFS_Unstable:
                      0 kB
Bounce:
WritebackTmp:
                      0 kB
               6139516 kB
1186508 kB
CommitLimit:
Committed_AS:
VmallocTotal: 34359738367 kB
VmallocUsed:
                 25908 kB
VmallocChunk:
                     0 kB
                 7232 kB
Percpu:
AnonHugePages:
                 122880 kB
ShmemHugePages:
                     0 kB
ShmemPmdMapped:
                      0 kB
                      0 kB
FileHugePages:
FilePmdMapped:
                      0 kB
HugePages_Total:
                      0
HugePages_Free:
                      0
```

实验内容

## 执行后 buffers 使用情况

```
mountain@Lumous:~$ cat /proc/meminfo
MemTotal:
                 8084728 kB
MemFree:
                 6792836 kB
MemAvailable:
                 7293108 kB
Buffers:
                   22336 kB
Cached:
                  677340 kB
SwapCached:
                      0 kB
Active:
                   56596 kB
Inactive:
                  898124 kB
                   1724 kB
Active(anon):
                 256388 kB
Inactive(anon):
Active(file):
Inactive(file):
                   54872 kB
                  641736 kB
                       0 kB
Unevictable:
Mlocked:
                       0 kB
                 2097152 kB
SwapTotal:
SwapFree:
                 2097152 kB
                       0 kB
Dirty:
Writeback:
                       0 kB
                  255048 kB
AnonPages:
                  148212 kB
Mapped:
                    3068 kB
Shmem:
                   39188 kB
KReclaimable:
                   95020 kB
Slab:
SReclaimable:
                   39188 kB
SUnreclaim:
                   55832 kB
KernelStack:
                   4676 kB
                    3868 kB
PageTables:
NFS_Unstable:
                       0 kB
Bounce:
                       0 kB
WritebackTmp:
                       0 kB
                 6139516 kB
CommitLimit:
Committed_AS:
                1186508 kB
VmallocTotal:
                34359738367 kB
VmallocUsed:
                   25908 kB
VmallocChunk:
                      0 kB
                    7232 kB
Percpu:
AnonHugePages:
                  122880 kB
ShmemHugePages:
                       0 kB
ShmemPmdMapped:
                       0 kB
FileHugePages:
                       0 kB
FilePmdMapped:
                       0 kB
HugePages_Total:
                       0
HugePages_Free:
                       0
```

三、运行内存消耗程序,直到耗尽系统内存进程被杀死,使用 top 命令观测 在这个过程中 free, used, buffer/cache, swap 使用情况变化,记录并说明原因。

## 运行前 top 情况

	2:26:24 up									
asks: Chu(s):	38 total, 0.1 us,	9	rur 1 <\	ining, 3	/ steep:	id AA	stopped wa 6	a A hi	zombie	A A st
iB Mem	7895	2 to	tal.	7510.	9 free.	316.0	used.	68	3.3 buff/	cache
iB Swar					5 free,		used.		.1 avail	
	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR S	%CPU	%MEM		COMMAND
	root	20	Θ	167120	4136	2460 S	0.7	0.1		systemd
	root	20	0	934840	5620	4008 S	0.3	0.1		python3.10
	laiwei	20	0	7936	1644	1268 R	0.3	0.0	0:00.07	
	root	20 20	0	2284 2308	816 4	816 S 4 S	0.0	0.0		init-systemd(Ub
	root	19	-1	47740	6480	6272 S	0.0	0.0	0:00.00	systemd-journal
	root	20	- <u>υ</u>	22104	856	548 S	0.0	0.0		systemd-journat systemd-udevd
	root	20	0	4496	0	0 S	0.0	0.0		snapfuse
	root	20	0	4912	1208	644 S	0.0	0.0		snapfuse
	root	20	ø	4628	0	0 S	0.0	0.0		snapfuse
84	root	20	Θ	4804	1116	644 S	0.0	0.0		snapfuse
87	root	20	0	4496	4	4 S	0.0	0.0		snapfuse
	root	20	Θ	4856	1008	620 S	0.0	0.0	0:03.35	snapfuse
99	systemd+	20	Θ	25540	636	560 S	0.0	0.0	0:00.14	systemd-resolve
	root	20	Θ	4308	100	0 S	0.0	0.0	0:00.01	
	message+	20	0	8592	0	0 S	0.0	0.0		dbus-daemon
	root	20	Θ	30104	0	0 S	0.0	0.0		networkd-dispat
	syslog	20	Θ	222404	1016	836 S	0.0	0.0		rsyslogd
	root	20		1985004	3696	0 S	0.0	0.0	0:01.94	
	root	20	0	15336 4784	20	0 S 0 S	0.0	0.0		systemd-logind subiquity-serve
	root	20 20	0	107216	0	0 S	0.0	0.0		unattended-upgr
	root	20	0	10160	4	0 S	0.0	0.0	0:00.00	
	root	20	0	3240	0	0 S	0.0	0.0	0:00.00	
	root	20	ø	3196	0	0 S	0.0	0.0	0:00.00	
	bind	20			ō	0 S	0.0	0.0	0:01.09	
	root	20	ē	2288	ō	0 S	0.0	0.0		SessionLeader
388	root	20	Θ	2304	0	0 S	0.0	0.0	0:00.13	Relay(389)
389	laiwei	20	0	6176	2172	1888 S	0.0	0.0	0:00.12	bash
390	root	20	Θ	7528	4	0 S	0.0	0.0	0:00.00	login
	laiwei	20	Θ	16912	0	0 S	0.0	0.0	0:00.04	
	laiwei	20	0	168868	108	0 S	0.0	0.0		(sd-pam)
	laiwei	20	Θ	6124	0	0 S	0.0	0.0	0:00.01	
	root	20	Θ	44172	6124	1872 S	0.0	0.1		python3
1943		20	0	4764	48	4 S 0 S	0.0	0.0		snapfuse
23979 23980		20 20	0	2288 2304	0	0 S	0.0	0.0		SessionLeader Relay(23983)
	root laiwei	20	0	6084	8	⊎ S 4 S	0.0	0.0	0:00.00	
23903	carwer	20	0	0004	0	4 3	0.0	0.0	0.00.02	Dasii

## 运行时 top 情况

```
top - 22:26:45 up 1:39, 1 user, load average: 0.06, 0.11, 0.17
Tasks: 39 total, 2 running, 37 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
%Cpu(s): 1.0 us, 6.6 sy, 0.0 ni, 92.4 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
MiB Mem: 7895.2 total, 308.2 free, 7513.3 used, 73.7 buff/cache
MiB Swap: 2048.0 total, 1808.2 free, 239.8 used. 216.1 avail Mem
```

					/ 1411-141	10000				I Market and the second of the
		USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR S	%CPU	%MEM	TIME+ COMMAND
24		laiwei	20		7358012	7.0g	1056 R	87.3	91.0	0:02.62 memConsumer
		root	20	0	167120	4136	2460 S	0.7	0.1	0:33.59 systemd
43		root	20	0	44172	6124	1872 S	0.7	0.1	0:17.60 python3
		root	20	0	2284	816	816 S	0.0	0.0	0:00.00 init-systemd(Ub
		root	20	0	2308	4	4 S	0.0	0.0	0:00.00 init
		root	19	-1	47740	6480	6272 S	0.0	0.1	0:00.15 systemd-journal
		root	20	0	22104	856	548 S	0.0	0.0	0:00.11 systemd-udevd
		root	20	0	4496	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.00 snapfuse
		root	20	0	4912	1208	644 S	0.0	0.0	0:01.80 snapfuse
	80	root	20	0	4628	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.33 snapfuse
		root	20	0	4812	1124	644 S	0.0	0.0	0:04.45 snapfuse
	87	root	20	0	4496	4	4 S	0.0	0.0	0:00.18 snapfuse
		root	20	0	4856	1008	620 S	0.0	0.0	0:03.35 snapfuse
	99	systemd+	20	0	25540	636	560 S	0.0	0.0	0:00.14 systemd-resolve
	113	root	20	0	4308	100	0 S	0.0	0.0	0:00.01 cron
	115	message+	20	0	8592	0	0 S	0.0	0.0	0:00.05 dbus-daemon
		root	20	0	30104	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.10 networkd-dispat
	145	syslog	20	0	222404	1016	836 S	0.0	0.0	0:00.05 rsyslogd
	146	root	20	0	1985004	5212	0 S	0.0	0.1	0:02.00 snapd
	151	root	20	0	15336	20	0 S	0.0	0.0	0:00.11 systemd-logind
	216	root	20	0	4784	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.06 subiquity-serve
100	219	root	20	0	107216	0	0 S	0.0	0.0	0:00.07 unattended-upgr
	222	root	20	0	10160	4	0 S	0.0	0.0	0:00.00 vsftpd
	226	root	20	0	3240	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.00 agetty
	236	root	20	0	3196	0	0 S	0.0	0.0	0:00.00 agetty
100	242	bind	20	0	2018240	Θ	0 S	0.0	0.0	0:01.09 named
	382	root	20	0	934840	5620	4008 S	0.0	0.1	0:04.92 python3.10
	387	root	20	0	2288	0	0 S	0.0	0.0	0:00.00 SessionLeader
	388	root	20	0	2304	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.13 Relay(389)
	389	laiwei	20	0	6176	2172	1888 S	0.0	0.0	0:00.12 bash
	390	root	20	0	7528	4	0 S	0.0	0.0	0:00.00 login
30	448	laiwei	20	0	16912	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.04 systemd
19	449	laiwei	20	0	168868	108	0 S	0.0	0.0	0:00.00 (sd-pam)
33	454	laiwei	20	0	6124	0	0 S	0.0	0.0	0:00.01 bash
1	943	root	20	0	4764	48	4 S	0.0	0.0	0:00.37 snapfuse
23	979	root	20	0	2288	Θ	0 S	0.0	0.0	0:00.00 SessionLeader
23	980	root	20	0	2304	0	0 S	0.0	0.0	0:00.00 Relay(23983)
		laiwei	20	0	6084	8	4 S	0.0	0.0	0:00.02 bash
24	032	laiwei	20	0	7936	1644	1268 R	0.0	0.0	0:00.07 top

## 运行后 top 情况

```
top - 22:27:03 up 1:40, 1 user, load average: 0.24, 0.15, 0.18
Tasks: 38 total, 1 running, 37 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
%Cpu(s): 0.1 us, 0.6 sy, 0.0 ni, 99.4 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 0.0 si, 0.0 st
MiB Mem: 7895.2 total, 7520.4 free, 309.6 used, 65.2 buff/cache
MiB Swap: 2048.0 total, 1805.2 free, 242.8 used. 7424.0 avail Mem
```

			,		/				
PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR S	%CPU	%MEM	TIME+ COMMAND
	root	20	0	167120	2780	1112 S	0.7	0.0	0:33.71 systemd
472	root	20	0	44172	7480	3228 S	0.3	0.1	0:17.67 python3
2	root	20	0	2284	816	816 S	0.0	0.0	0:00.00 init-systemd(Ub
7	root	20	0	2308		4 S	0.0	0.0	0:00.00 init
40	root	19	-1	47740	6428	6220 S	0.0	0.1	0:00.16 systemd-journal
	root	20	0	22104	240	0 S		0.0	0:00.11 systemd-udevd
75	root	20	0	4496	Θ	0 S		0.0	0:00.00 snapfuse
76	root	20	0	4912	1208	644 S	0.0	0.0	0:01.99 snapfuse
80	root	20	0	4628	Θ	0 S		0.0	0:00.33 snapfuse
84	root	20	0	4812	484	4 S		0.0	0:04.45 snapfuse
	root	20	0	4496	4	4 S		0.0	0:00.18 snapfuse
89	root	20	0	4948	1256	620 S		0.0	0:03.89 snapfuse
	systemd+	20	0	25540	76	0 S		0.0	0:00.14 systemd-resolve
	root	20	0	4308	116	4 S		0.0	0:00.01 cron
	message+		0	8592	Θ	0 S		0.0	0:00.05 dbus-daemon
	root	20	0	30104	Θ	0 S		0.0	0:00.10 networkd-dispat
	syslog	20	0	222404	172	0 S		0.0	0:00.05 rsyslogd
	root	20	0	1985004	4828	0 S		0.1	0:02.00 snapd
	root	20	0	15336	20	0 S		0.0	0:00.11 systemd-logind
	root	20	0	4784	Θ	0 S		0.0	0:00.06 subiquity-serve
	root	20	0	107216	Θ	0 S		0.0	0:00.07 unattended-upgr
	root	20	0	10160	4	0 S		0.0	0:00.00 vsftpd
	root	20	0	3240	Θ	0 S		0.0	0:00.00 agetty
	root	20	0	3196	0	0 S		0.0	0:00.00 agetty
	bind	20		2018240	0	0 S	0.0	0.0	0:01.09 named
	root	20	0	934840	4760	3212 S		0.1	0:04.93 python3.10
	root	20	0	2288	Θ	0 S		0.0	0:00.00 SessionLeader
	root	20	0	2304	0	0 S	0.0	0.0	0:00.13 Relay(389)
	laiwei	20	0	6176	2124	1844 S		0.0	0:00.12 bash
	root	20	0	7528	4	0 S		0.0	0:00.00 login
	laiwei	20	0	16912	0	0 S		0.0	0:00.04 systemd
	laiwei	20	0	168868	108	0 S		0.0	0:00.00 (sd-pam)
	laiwei	20	0	6124	0	0 S		0.0	0:00.01 bash_
	root	20	0	4764	48	4 S		0.0	0:00.37 snapfuse
23979		20	0	2288	0	0 S		0.0	0:00.00 SessionLeader
23980		20	0	2304	0	0 S		0.0	0:00.00 Relay(23983)
	laiwei	20	0	6084	8	4 S		0.0	0:00.02 bash
24032	laiwei	20	0	7936	1912	1592 R	0.0	0.0	0:00.08 top

按实验要求依次成功执行

各问题原因分析如下:

#### 问题一:

第二次读取文件之所以比第一次显著更快,原因在于文件的内容已经被 Linux 系统缓存至内存中。首次读取文件时,其内容必须从磁盘加载到内存中,这一过程相较于直接从内存中读取数据要慢得多。然而, Linux 系统具有高效的文件缓存机制,该机制会存储最近访问的文件数据。因此,当再次读取同一文件时,大部分甚至全部内容都可以直接从内存中快速获取,无需再次经历从磁盘加载的耗时过程。

### 问题二:

find 命令在默认情况下不会保留或重用其先前的搜索结果,这意味着 无论是否之前执行过相同的搜索,第二次执行该命令时通常都会进行全新的 搜索,因此与第一次执行的速度相近。然而,由于文件系统缓存(特别是缓 存区域)可能存储了先前读取过的文件数据,第二次执行 find 命令时,对 磁盘的 I/0 访问可能会相应减少,从而在一定程度上提高了命令的执行效 率。这种效果可能会导致第二次执行的速度相比第一次略有提升,但总体提 升程度受限于缓存命中的频率和文件系统的具体实现。

## 实验结果

#### 问题三原因:

随着程序的运行并占用更多的系统资源,我们可以观察到内存使用情况的以下变化:

free (空闲内存): 这部分内存空间将逐渐缩小,因为程序正在不断消耗内存。

used(已用内存):与此同时,已使用的内存部分将不断扩大,这是因为程序正在积极利用这部分内存。

buffers/cache (缓冲区/缓存):最初,系统可能会增加这部分内存的使用,以缓存数据来优化磁盘 I/0 性能。然而,当物理内存趋近饱和时,为了保持系统的稳定运行,系统可能会回收这部分缓存以释放内存供其他进程使用。

swap (交换空间):如果物理内存完全耗尽,并且系统配置了交换空间 (swap space),那么部分内存页面将被转移到交换空间,从而释放物理内存供其他程序继续使用。这种操作将导致交换空间的使用量增加。

在极端情况下,当系统内存几乎耗尽时,内核可能会采取一些紧急措施,如选择并终止一些进程(即"杀掉"进程),以释放内存资源供系统继续使用。

小结	地管理内存资源。实验让我 space)和内存缓存(buffer 效地分配和回收内存,确保系	中,我深入了解了操作系统如何有效 人识到,通过页表、交换空间(swap s/cache)的协同工作,Linux 能够高 统稳定运行。此外,我也观察到,在 想整缓存策略,甚至通过 swap 来释放 也提高了系统性能。
指导老师 评 议	成绩评定:	指导教师签名: