EI313 Lab4

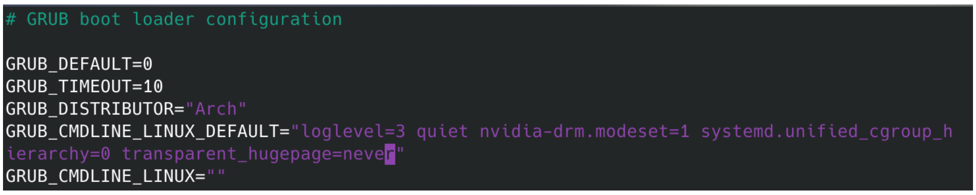
唐亚周 519021910804

在本次实验中，为了使实验效果更为显著，我选择了在物理机上直接运行qemu虚拟机，从而避免嵌套虚拟化带来的性能损耗。

1　在宿主机上开启Hugepage功能[1][2]

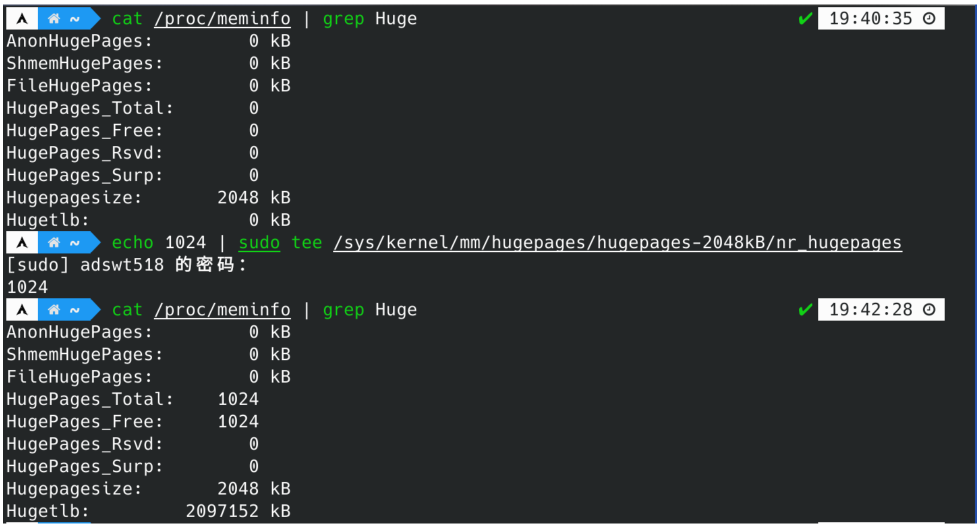
> (1) Prepare 2MB or 1GB hugepages on your host server. Present your hugepage configure (e.g. /proc/meminfo).
>
> // Note: If the OS supports transparent huge page, disable it when you do the tests.

首先将transparent hugepage关闭，即在`/etc/default/grub`中的`GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT`选项中添加`transparent_hugepage=never`，如下图所示，并重新生成grub配置然后重启。



检查transparent hugepage情况，输出如下，表示transparent hugepage已被关闭。

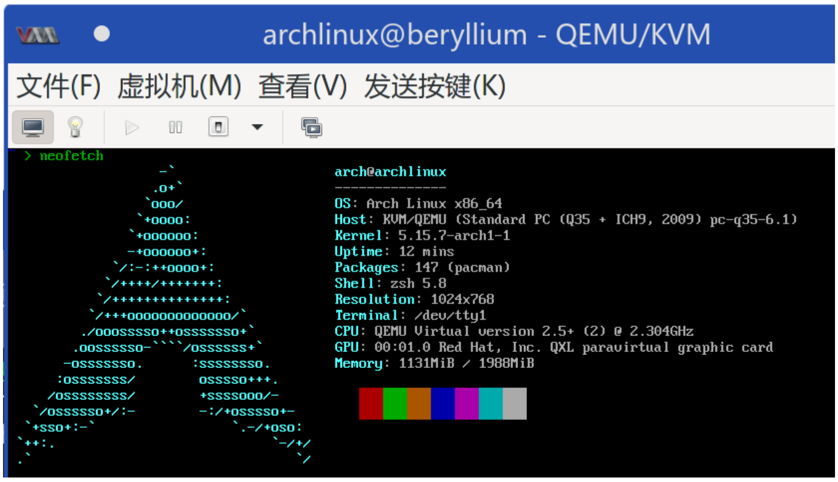
然后启用Hugepage。从下图可以看出，启用Hugepage前，宿主机上`HugePages_Total`为0，启用后为1024，说明设置了1024个大小为2kB的Hugepage。



2　配置虚拟机，并设置其使用/不使用Hugepage[1][2]

> (2) Create a QEMU KVM virtual machine using hugepages on the host.
>
> (3) Create another QEMU KVM VM without hugepages.

在这里我们直接下载https://mirror.sjtu.edu.cn/archlinux/images/latest/中的archLinux镜像，并使用virt-manager进行安装。虚拟机信息如下。



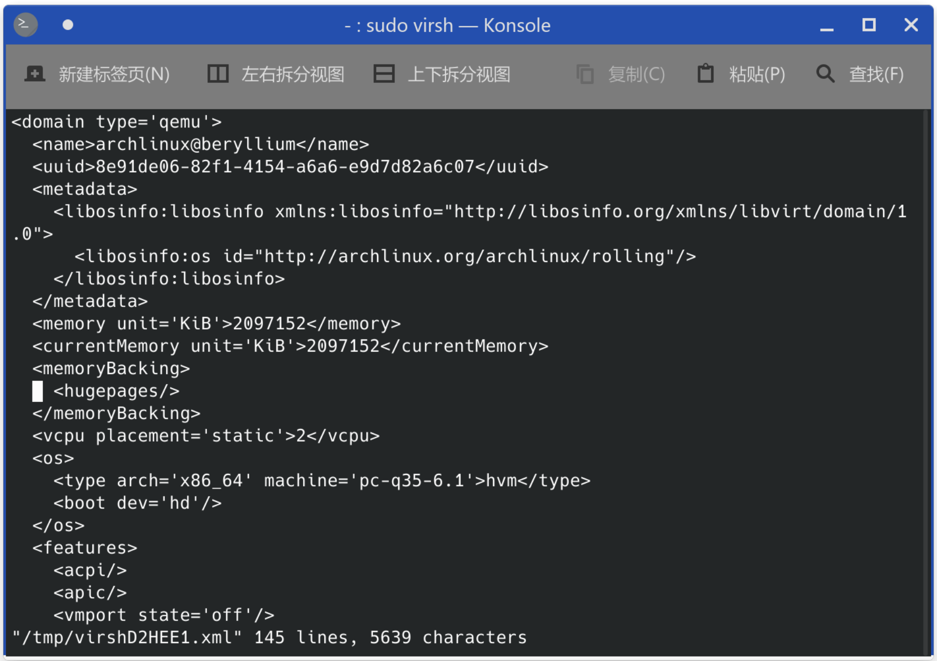
要使虚拟机使用宿主机的Hugepage，只需要在编辑虚拟机对应的xml文件。我们在宿主机中输入以下命令进行编辑。

```
sudo virsh edit archlinux@beryllium
```

写入以下几行：

```
<memoryBacking>
<hugepages/>
</memoryBacking>
```

编辑后的文件如下图所示：

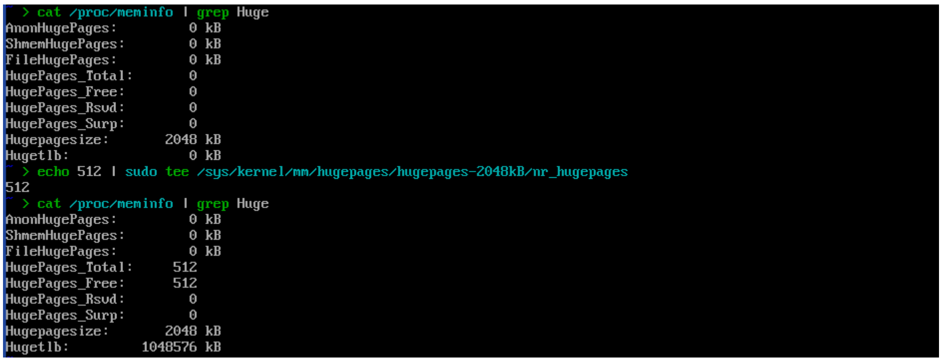


要使虚拟机不使用宿主机的Hugepage，则将这几行删去即可。

3 在虚拟机中开启Hugepage并安装测试所用软件

> (4) In both VMs allocate and use hugepages or not.

方法与宿主机中完全相同。在虚拟机中启动了512个大小为2kB的Hugepage。



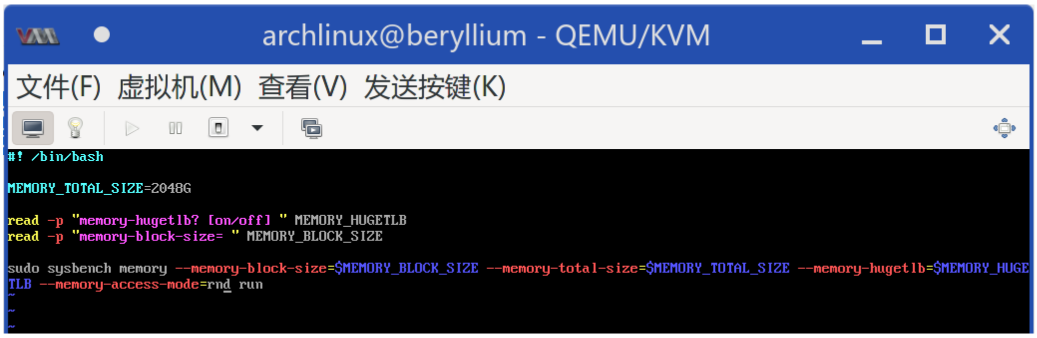
安装sysbench：

```
sudo pacman -S sysbench
```

4 进行内存测试

> (5) Run memory instensive benchmark (e.g. sysbench memory test, in-memory database) on two VMs and record the performance.

这里我使用sysbench进行测试，首先编写测试脚本如下：

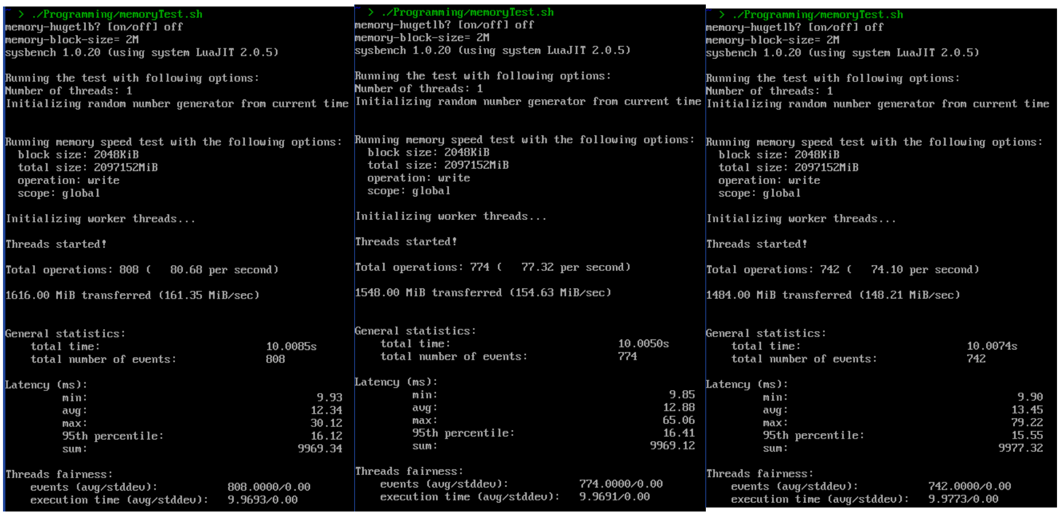


其中，

- `--memory-block-size`选项代表了测试内存块的大小，这里我将其设置为测试时输入。
- `--memory-total-size`选项代表了传输数据的总大小，这里我将其设置为`2048G`。
- `--memory-hugetlb`选项决定了测试时虚拟机是否启用Hugepage，这里我将其设置为测试时输入。
- `--memory-access-mode`选项代表了测试时的存取方式，这里我将其设置为`rnd`，代表随机读写。

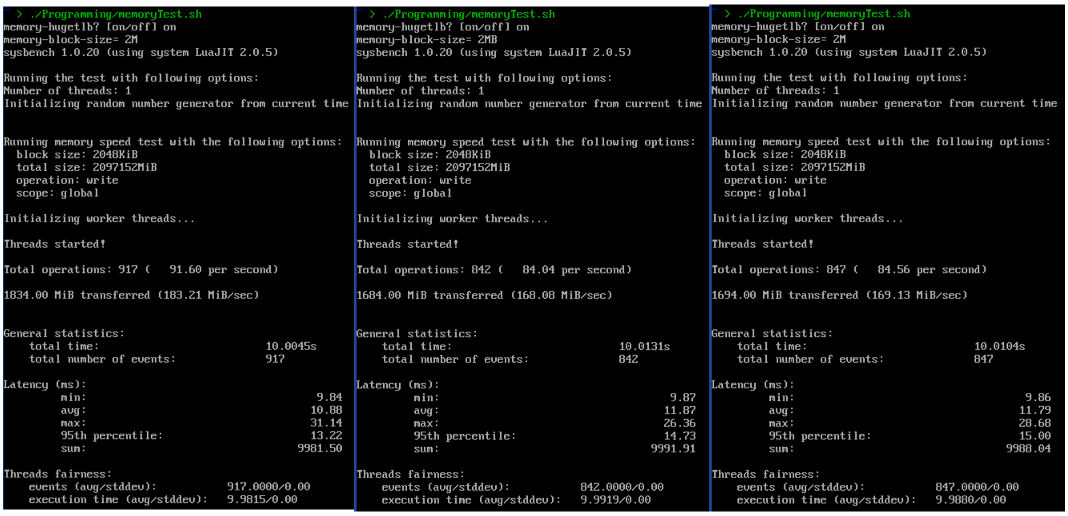
接下来开始测试。由于默认的内存页大小为4kB，而Hugepage大小为2048kB，测试内存块的大小应该设置得大一些，从而凸显出二者的差别。经过测试，我发现当测试内存块的大小设置为刚好2MB时，效果较好。

4.1 宿主机不启用Hugepage，虚拟机不启用Hugepage



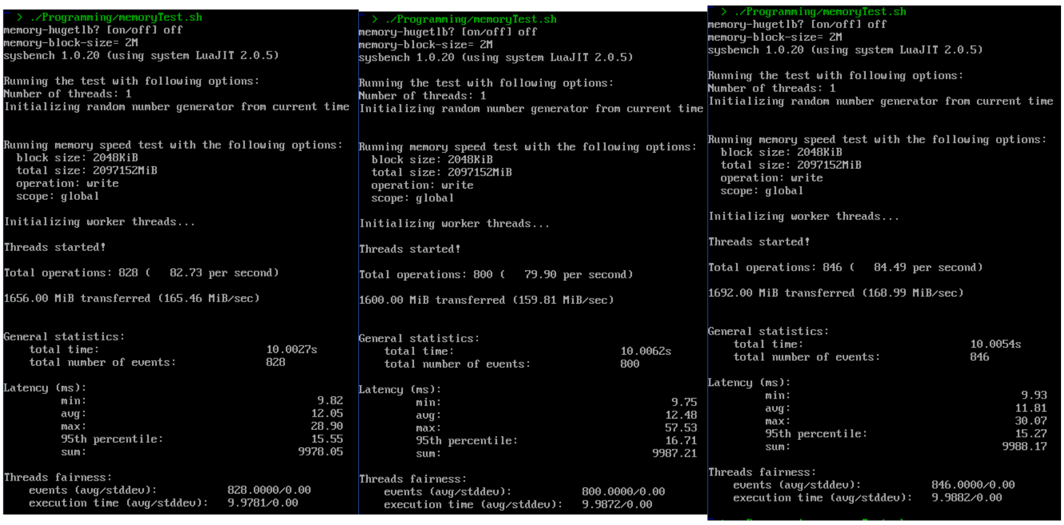
三次测试，平均写入速率为154.73MiB/s。

4.2 宿主机不启用Hugepage，虚拟机启用Hugepage



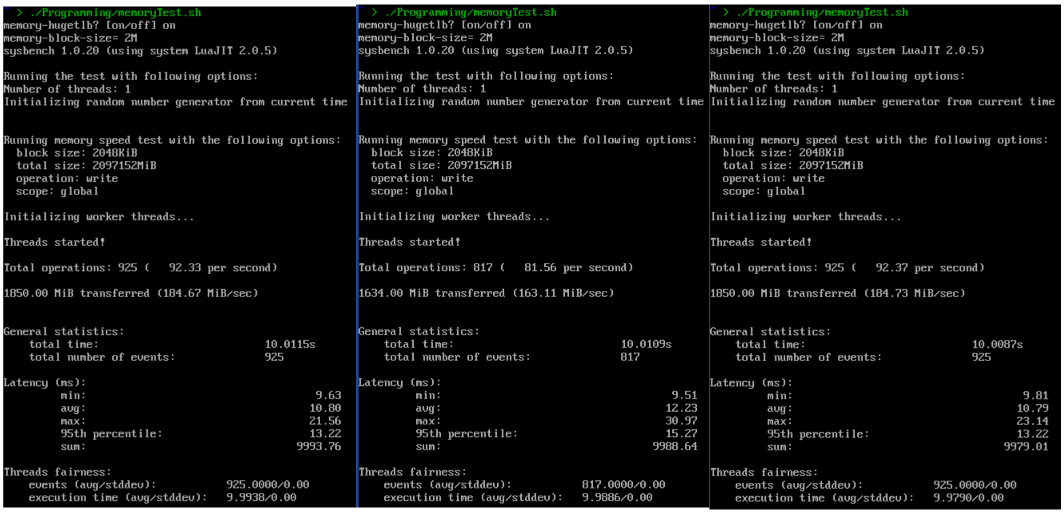
三次测试，平均写入速率为173.47MiB/s。

4.3 宿主机启用Hugepage，虚拟机不启用Hugepage



三次测试，平均写入速率为164.75MiB/s。

4.4 宿主机启用Hugepage，虚拟机启用Hugepage



三次测试，平均写入速率为177.50MiB/s。

5 结论与分析

> (6) Compare the result and try to give some explanation.

5.1 测试结果

测试结果如下：

	虚拟机不启用Hugepage	虚拟机启用Hugepage
宿主机不启用Hugepage	154.73MiB/s	173.47MiB/s
宿主机启用Hugepage	164.75MiB/s	177.50MiB/s

可以看出，无论是宿主机还是虚拟机，启用Hugepage都会对内存的随机写入性能带来一定提升。当二者均启用Hugepage时，其性能要比均不启用时高出14.7%。

5.2 分析

经过查阅资料[3] [4] [5]，我认为Hugepage给内存性能带来提升，主要有以下几个原因。

- 使用Hugepage可以减少内存中的页表层级。这不仅可以降低页表的内存占用，也能降低从虚拟内存到物理内存转换的性能损耗。
- Hugepage能降低TLB（Translation lookaside buffer）的压力，在相同的内存大小情况下使得需要管理的虚拟地址数量变少，因此TLB可以包含更多的地址空间，从而带来更高的缓存命中率，CPU 有更高的几率可以直接在 TLB中获取对应的物理地址。
- 使用Hugepage可以减少获取大内存的次数，使用 HugePages 每次可以获取 2MB 的内存，是 4KB 的默认页效率的 512 倍。

6 致谢

感谢我的同学秦健行、卿云帆、陈浩南、刘梓睿和蒋圩淏在本次实验中对我的帮助！在与他们的交流和讨论中我解决了许多困难，并学到了很多。

---

1. KVM - ArchWiki ↩ ↩

2. KVM - Using Hugepages - Community Help Wiki ↩ ↩

3. 为什么 HugePages 可以提升数据库性能 - 面向信仰编程 ↩

4. Linux 中的“大内存页”（hugepage）是个什么？ - 知乎 ↩

5. Linux HugePage 特性*乐沙弥的世界-CSDN博客*hugepage ↩