浙江大學

课程综合实践
实验报告

实验名称 简单集群的搭建

姓名学号 陶泓宇 3200103929

实验日期 2021 年 7 月 25 日

目录

插图

1 实验目的和要求

本次实验要求使用四台虚拟机搭建一个简易的集群，并对该集群进行性能测试，最后提交测试结果和实验报告。集群搭建的任务包括创建虚拟机、安装 Linux 发行版、配置 络和 ssh 通信。性能测试通过使用 OpenMPI 将 HPL 测试程序分配到四个虚拟机节点上执行。因此，需要下载并编译 OpenMPI、BLAS 和 HPL 的源代码，其中 OpenMPI、BLAS 是 HPL 的依赖项。

2 操作方法和实验步骤

2.1 安装 openmpi

1、前置环境安装，确保安装了：gcc，g++，python；如果缺少对应的环境，在 ubuntu 环境下使用 apt-get 安装

```
sudo apt-get install gcc
sudo apt-get install g++
sudo apt-get install python
```

2、下载 openmpi

```
wget https://download.open-mpi.org/
release/open-mpi/v4.0/openmpi-4.0.4.tar.gz
```

3、解压 openmpi

```
tar -zxvf openmpi-4.0.4.tar.gz
```

4、检查配置文件

```
cd openmpi-4.0.4
./configure
```

5、编译安装

```
sudo makle all install
```

6、配置 openmpi 环境变量

```
vim /etc/profile
# 在这个文件末尾添加如下两行
export PATH=/usr/local/path:$PATH
export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:/usr/local/lib
```

编辑完成之后需要执行 source /etc/profile 使其生效进入到 examples 文件夹中，执行 make 编译一下测试代码，如果编译没有报错执行下面的测试语句

```
mpirun -np 4 hello_c
```

如果正常输出结果则说明安装完成

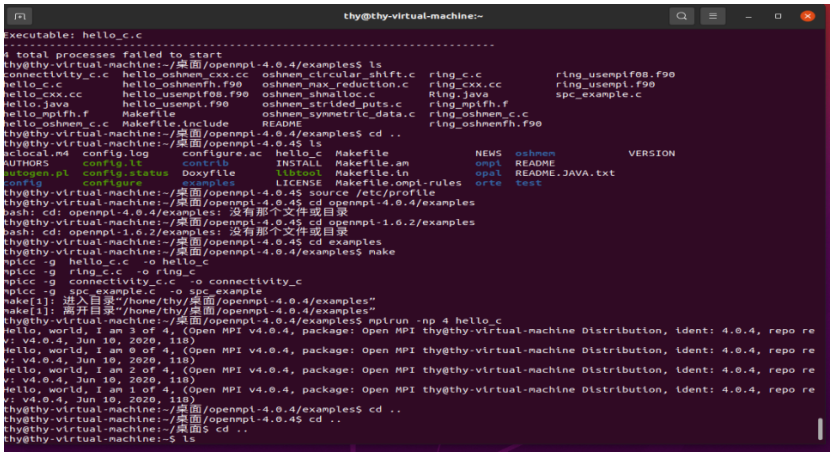

图 1: openmpi 安装测试结果

2.2 安装 hpl

1、下载 hpl-2.3 的压缩包并解压在相应路径

2、下载 GotoBLAS，解压编译

3、修改 hpl 的 Makefile 文件，选择相应的文件复制到根目录并重命名（这里我命名为 Make.test），Make.test 的部分文件内容如下：

```
#
SHELL        = /bin/sh
#
CD           = cd
CP           = cp
LN_S         = ln -s
MKDIR        = mkdir
RM           = /bin/rm -f
TOUCH        = touch
#
ARCH         = test
#
# ----------------------------------------
# - HPL Directory Structure / HPL library -
# ----------------------------------------
#
TOPdir       = /home/thy/桌面/hpl-2.3
INCdir       = $(TOPdir)/include
BINdir       = $(TOPdir)/bin/$(ARCH)
LIBdir       = $(TOPdir)/lib/$(ARCH)
#
HPLlib       = $(LIBdir)/libhpl.a
#
MPdir        = /usr/local/lib/openmpi
MPinc        = -I$(MPdir)/include
MPlib        = /usr/local/lib/libmpi.so
#
LAdir        = /home/thy/桌面/GotoBLAS2
LAinc        =
LAlib        = $(LAdir)/libgoto2_nehalem-r1.13.a
#
CC           = /usr/local/bin/mpicc
CCNOOPT      = $(HPL_DEFS)
CCFLAGS      = $(HPL_DEFS) -fomit-frame-pointer
```

```
#                       -O3 -funroll-loops -W -Wall
#
LINKER        = $(CC)
LINKFLAGS     = $(CCFLAGS)
#
ARCHIVER      = ar
ARFLAGS       = r
RANLIB        = echo
#
# ----------------------------------------
```

2.3 克隆虚拟机并进行 ip 地址配置

在 vmawre 中选择虚拟机克隆“完整克隆”；使用 ip addr 命令查看当前虚拟机的 ip 地址

2.4 ssh 集群免密登录配置

1、安装 SSH Server

```
yitian@ubuntu:~$ sudo apt-get update
yitian@ubuntu:~$ sudo apt install openssh-server
```

2、开启 Openssh 服务

```
sudo service ssh start
```

3、修改 hosts 文件

```
vim /etc/hosts
```

hosts 文件内容如下：

```
127.0.0.1       localhost
127.0.1.1       thy-virtual-machine
# The following lines are desirable
```

```
for IPv6 capable hosts
::1     ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0 ip6-localnet
ff00::0 ip6-mcastprefix
ff02::1 ip6-allnodes
ff02::2 ip6-allrouters

172.16.6.138 slave3
172.16.6.136 slave1
172.16.6.132 slave2
172.16.6.140 slave4
```

4、生成公钥和私钥

```
ssh-keygen -t rsa
```

5、执行 ssh-copy-id

```
ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub thy@slave2
ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub thy@slave3
ssh-copy-id -i ~/.ssh/id_rsa.pub thy@slave4
```

6、进行 ssh 远程登录测试：

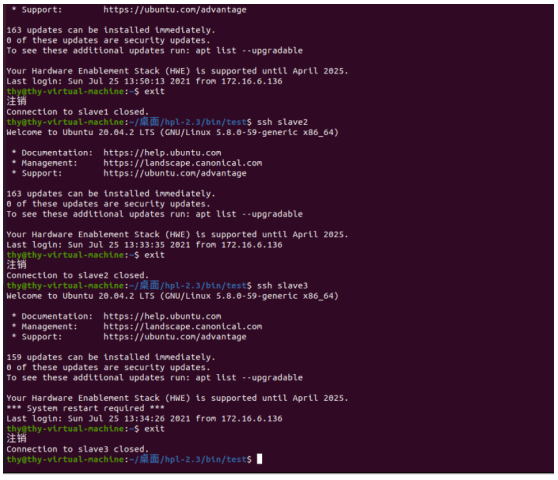

图 2: ssh 登录测试结果 1

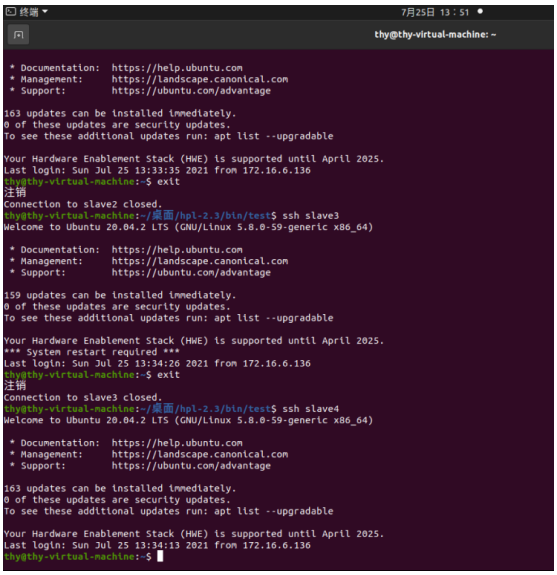

图 3: ssh 登录测试结果 2

2.5 使用 openmpi 和 hpl 进行性能测试

1、分别编写 hostfile 文件，文件内容如下

```
slave1
slave2
slave3
slave4
```

2、执行以下两条指令分别使用 openmpi 和 hpl 进行性能测试

```
mpirun --hostfile hostfile uptime
mpirun --hostfile hostfile ./xhpl
```

3 实验结果与分析

3.1 openmpi 性能测试结果

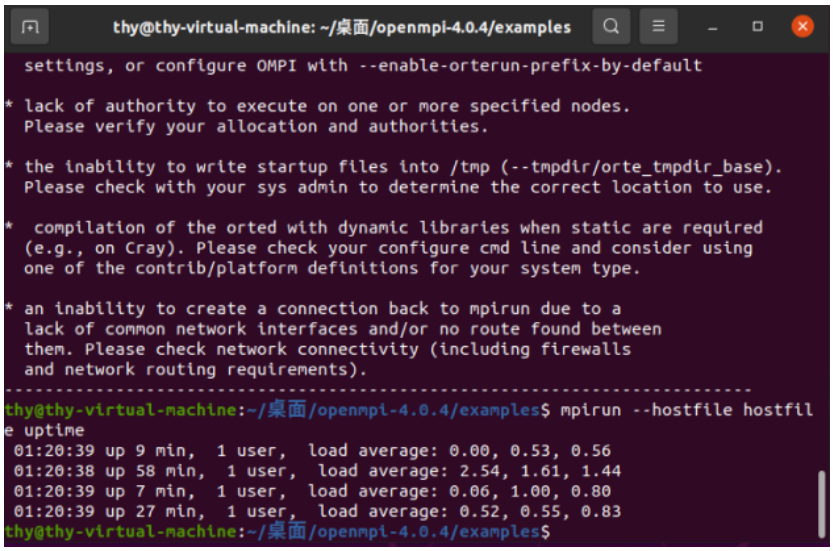

图 4: openmpi 性能测试结果

3.2 hpl 性能测试结果

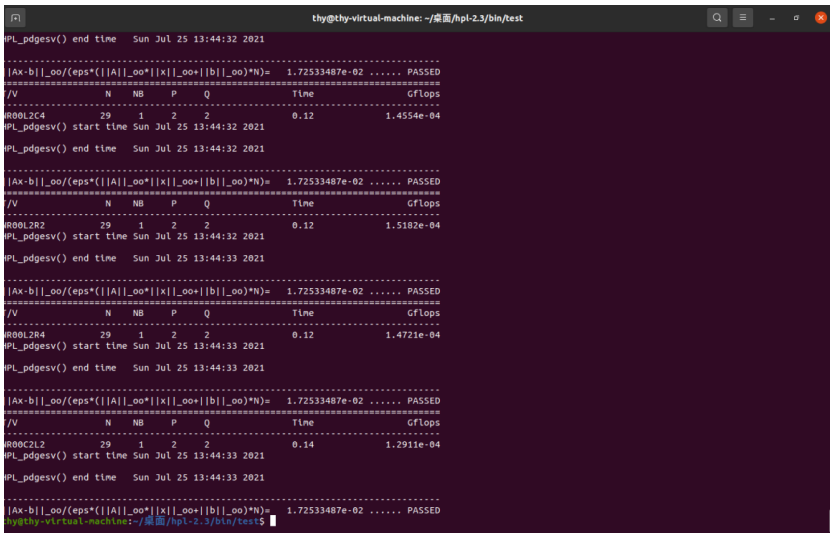

图 5: hpl 测试结果