**《并行计算》课程实验报告**

**实验1：基于华为云的并行环境搭建和使用**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 刘子康 | | 院系 | | 计算学部 | | | 学号 | | 2022113416 | |
| 任课教师 | | 张伟哲 | | | | 指导教师 | 郝萌 | | | | |
| 实验地点 | | 格物213 | | | | 实验时间 | 2024.09.18 | | | | |
| 实验课表现 | | 出勤、表现得分 | |  | | 实验报告  得分 |  | | 实验总分 | |  |
| 操作结果得分 | |  | |
| **一、实验目的** | | | | | | | | | | | |
| 1.了解华为云环境的使用过程。  查阅实验指导书和华为云官方文档，购买弹性云服务器ECS，并通过CloudShell远程登录。  2.掌握利用云环境搭建小型集群环境的过程。  购买3台云服务器，建立个人账户，进行3台机器主机名和IP解析的配置，生成本地密钥并添加公钥至所有主机，安装gcc-gfortran和mpich依赖包，并修改~/.bashrc文件配置环境变量，从而搭建集群环境。  3.通过在华为鲲鹏上编译运行并行程序，掌握集群环境并行计算的配置以及加深对并行计算的了解。  创建主机配置文件，编译运行hello-world和pi程序。  4.集群环境中并行程序编译实战，了解在不同进程下程序的性能变化，体会并行计算优势。  以计算π值为例，比较串行代码和并行代码的效率，并逐步增加并行代码的进程数，观察运行时间如何变化。 | | | | | | | | | | | |
| **二、实验内容** | | | | | | | | | | | |
| **2.1华为云环境配置**  购买3台华为云的弹性云服务器ECS，实例CPU架构选择鲲鹏计算，操作系统镜像选择openEuler，系统盘至少40GB。    通过CloudShell远程登录ECS，创建个人账户并加入wheel组，取得root权限。  进行免密配置，更改/etc/hosts文件，添加3台服务器的私有IP；生成本地密钥，并添加公钥至所有主机。    配置MPI，通过sudo yum -y install gcc-gfortran --nogpgcheck与sudo yum -y install mpich mpich-devel mpich-doc --nogpgcheck指令安装依赖包，并修改~/.bashrc文件配置环境变量，最后执行source命令，使之生效。    **2.2并行环境下程序的编译和运行**  在3台ECS服务器搭建的集群环境下编译和运行经典的hello-world代码，学习集群环境并行计算的配置。  在其中一台服务器ecs-hw-0001中创建源码文件。创建hello目录，使用vim工具创建和编写mpi\_hello\_world.c代码。    创建makefile，编写编译规则，并使用make命令实现自动编译。（或直接使用mpicc mpi\_hello\_world.c -o mpi\_hello\_world命令进行编译）    创建主机配置文件，设置线程数均为2。    将目录拷贝至其他节点，并使用mpirun命令运行mpi\_hello\_world，开启6个线程，并显示运行的节点，最后查看输出结果。  **2.3** **PI程序的编译和运行**  使用莱布尼兹公式对π进行求解，分别编写对应的串行和并行代码，编译和执行，比较两种方式的运行时间。逐步增加并行代码的进程数，记录运行时间如何变化。  创建pi\_c.c和pi\_mpi.c，分别使用gcc和mpicc进行编译。    创建主机配置文件，设置线程数均为2。将目录拷贝至其他节点，分别执行串行和并行代码，给定相同的intervals，查看和比较两者运行时间。  逐步增加并行代码的进程数，观察和记录运行时间变化。 | | | | | | | | | | | |
| **三、实验结果** | | | | | | | | | | | |
| **3.1并行环境下hello-world程序的编译和运行**  通过运行结果可以发现3台服务器进行并行计算。    **3.2PI程序的编译和运行**  当intervals设为1e8时，串行计算的运行时间为5.49s，并行计算的运行时间为0.91s，可以发现并行计算效率大大提高。    逐步增加并行代码的进程数（4×3、8×3），运行时间逐渐增长。 | | | | | | | | | | | |
| **四、思考题** | | | | | | | | | | | |
| 思考题1：简述华为云环境下集群的搭建过程。  购买3台弹性云服务器ECS，并通过CloudShell远程登录建立个人账户，进行3台机器主机名和IP解析的配置，生成本地密钥并添加公钥至所有主机，安装gcc-gfortran和mpich依赖包，并修改~/.bashrc文件配置环境变量，从而搭建集群环境。  思考题2：集群之间如果彼此不配置信任秘钥，程序能否正常运行？  不能，信任秘钥在集群环境中主要用于实现节点间的安全通信和身份验证。当集群节点需要相互访问或执行敏感操作时，通过配置信任秘钥可以确保通信的安全性和数据的完整性，否则访问会受到限制，操作可能无法执行。  思考题3：hello-world程序多次运行，结果一样吗？  不一样，每次程序运行时，6个进程在多处理器上运行时间不完全相同，故输出结果的先后次序会有变化。  思考题4：PI并行代码，增加更多的进程数（超过每个机器的CPU核数），性能如何变化？  此次实验使用的kc1.large.2规格鲲鹏架构CPU为单核双线程（vCPU为2），当增加每台主机的进程数至4和8时，性能逐渐下降。 | | | | | | | | | | | |
| **五、实验心得体会** | | | | | | | | | | | |
| 1.学会了利用华为云服务器搭建并行计算的集群环境，了解了基于华为云的MPI并行程序设计流程。  2.编译运行简单的hello-world和pi程序，通过与串行代码比较，对并行计算的高效性有了更深的理解。  3.对于Linux系统下的vim、gcc、mpicc等指令和工具的使用更加熟练。 | | | | | | | | | | | |
| 指导教师评语：  日期： | | | | | | | | | | | |