

可视化集群系统(HPC via Web v3.1)

AnolisOS7.9离线版用户手册

零基础、零配置组建具有Web可视化操作界面的并行计算集群

ask@hpc4you.top

2024年7月27日

目录

1	格式约定	4
2	可视化界面示例	5
3	离线版	5
4	支持的集群架构	5
4.1	硬件与网络拓扑	5
4.2	用户数据与应用程序	8
5	安装AnolisOS7操作系统	8
5.1	配置网络	8
5.1.1	自动	8
5.1.2	手动	9
5.2	安装系统	9
6	组建集群	10
6.1	准备工作	10
6.1.1	在微软上操作(非必需)	10
6.1.2	在master操作获取授权许可	10
6.1.3	上传hpc4you toolkit压缩包	12
6.1.4	继续在master机器操作	12
6.1.5	机器名和IP信息录入注意事项	12
6.2	安装集群系统	13
6.2.1	运行逻辑	13
6.2.2	自助模式	13
6.2.3	技术协助模式	13
6.3	集群就绪	14
7	集群系统套件安装演示	14

8	管理集群: 仅限管理员操作	14
8.1	修改root密码	16
8.2	添加用户(组)	17
8.2.1	技术规范	17
8.2.2	管制逻辑	17
8.2.3	添加用户/组	17
8.2.4	删除用户/组	17
8.2.5	视频教程	18
8.3	资源分配管理	18
8.3.1	技术规范	18
8.3.2	资源管制逻辑	18
8.3.3	登记集群信息	19
8.3.4	登记PI/课题组长信息	19
8.3.5	视频教程	19
9	申请成为PI: 管理员与用户均可操作	19
9.1	管制逻辑	19
9.2	课题组长/PI权限	20
9.3	视频教程	20
10	登录和使用集群: 用户层面	20
10.1	登录集群	20
10.1.1	账户初始化	20
10.1.2	账户初始化视频教程	20
10.1.3	菜单功能	21
10.1.4	提交计算	21
10.1.5	操作演示	21
11	性能监测	21
11.1	Ganglia负载监测	22
11.2	Netdata集群性能实时监测	22
11.3	性能监测有啥用	23
12	很少用的功能	23
12.1	集群开/关机/重启	23
12.2	添加新机器	24
13	Web界面安全设定	24
14	故障排除	24
14.1	Web模块无法安装	24
14.2	重启失败	25

14.3	软件源超时	25
14.4	主控机器无法登录节点	25
14.5	UserControl失效	25
14.6	502 Bad Gateway	25
14.7	意外停电	25
14.8	某段时间后,部分节点无法工作	26
15	SLURM技能自我修养	26
15.1	选一个浏览一下	26
15.2	快速制作slurm脚本	26
15.3	SLURM调度器内置参数	27
16	图片目录	29

1 格式约定

为了便于查看, 主要排版约定如下:

- 文件名或路径: `/path/file`
- 变量名: `MKLROOT`
- 命令: `command parameters`
- 需按顺序逐行执行的指令:

```
export OPENMPI=/opt/openmpi/1.8.2_intel-compiler-2015.1.133
export PATH=$OPENMPI/bin:$PATH
export MANPATH=$MANPATH:$OPENMPI/share/man
```

- 命令输出或者文件内容:

QUEUE_NAME	PRIO	STATUS	MAX	JL/U	JL/P	JL/H	NJOBS	PEND	RUN	SUSP
serial	50	Open:Active	-	16	-	-	0	0	0	0
long	40	Open:Active	-	-	-	-	0	0	0	0
normal	30	Open:Active	-	-	-	-	0	0	0	0

特别强调:

1. 指令, 是逐行执行. 也就是敲完一行或者复制粘贴一行内容, 就按Enter. 不是粘贴所有指令一起贴到命令行终端.
2. 指令严格区分大小写.
3. 所谓脚本文件, 就是把按顺序逐行依次执行的指令, 写在一个文档中.
4. 除非特别强调, 所有的操作, 均是采用 root 用户来完成.
5. 所有的操作指令, 字符以及标点符号, 都是关闭输入法, 在纯英文状态下输入的.
6. 一个常识, **#开头的**内容, 都是注释. 无论#出现在指令的任何地方, 包括**#在内及其右侧所有内容**, 都是注释.
7. “在master机器操作”, 必须通过网络ssh远程登录目标机器进行操作; 否则看不到提示信息.

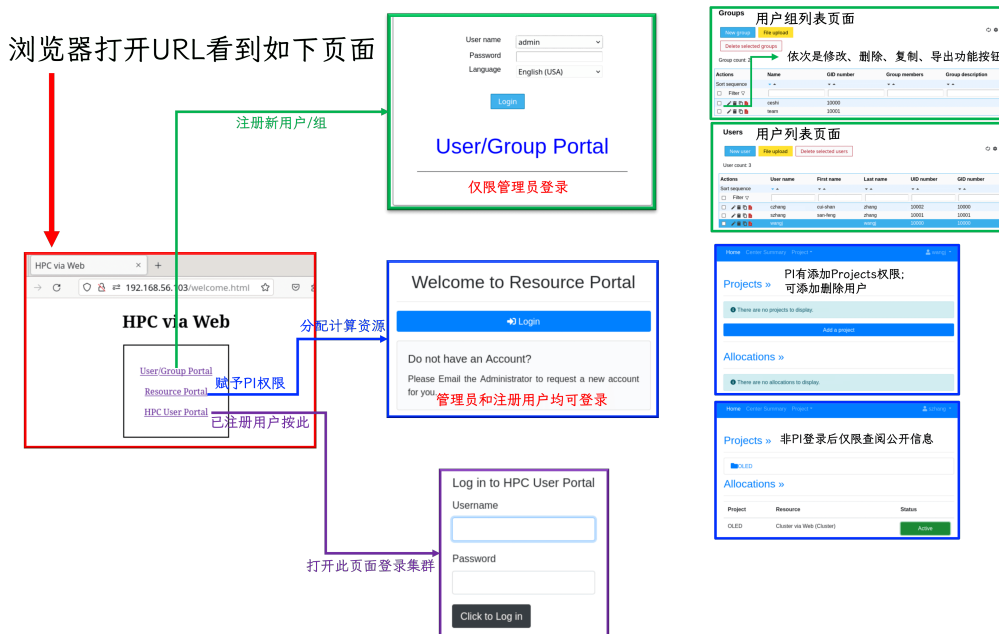


图 1: 具有Web可视化操作界面的集群系统之管理员操作界面示例

2 可视化界面示例

使用慧计算/hpc4you方案组建完毕的集群系统, 无论是管理还是用户使用, 都是在Web界面呈现, 通过点击鼠标进行操作. 可视化操作界面示例请看图 1和图 2.

3 离线版

本离线版本, 基于AnolisOS-7.9-GA-x86_64-dvd.iso镜像. 目标服务器无需具有互联网连接. 提供集群套件v3.1专业版所有模块, 支持GPU与CPU混合调度.¹ 具体模块请看表 1.

hpc4you toolkit, 由从事计算化学、计算材料专业的“计算机专业外行”结合工作实际开发制作, 充分理解需要HPC来实施的科学计算任务要做什么、需要什么资源、以及如何充分利用资源.

本工具套件, 将轻松规避科技工作者在组建高性能计算集群方面遇到的Linux相关的所有痛点和难点. 你所需要做的仅仅是, 复制粘贴指令, 按Enter键; 等待重启完成, 重新登录, 除此之外, 无他.

4 支持的集群架构

4.1 硬件与网络拓扑

集群硬件架构方案可以查看图 3和图 4. 各应用场景和注意事项, 请看图片上的文字, 或者查询页面<https://hpc4you.github.io/>. SLURM调度器轻松管理上万个处理器核心和各种加速卡. 实际支持的机器数量, 取决于交换机的实际容量.²

特别留意:

¹根据官方手册描述, SLURM自动识别并配置GPU依赖于CUDA等驱动是否正常工作. 如果相关驱动不完备, SLURM无法自动识别GPU硬件, 则需手动调试配置. 配置完成后, 用户仅需向SLURM声明需要几个GPU, 即可自动调度GPU参与计算.

²具有8个接口的交换机, 最多连接8台机器; 同理, 具有16个接口交换机, 最多连接16台机器, 这就是交换机容量.

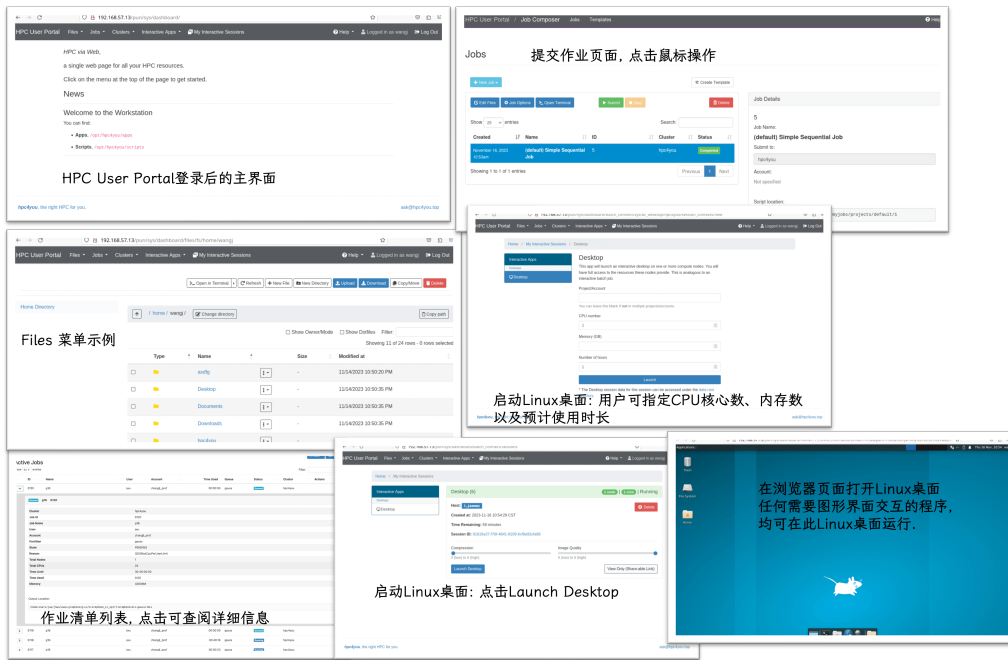


图 2: 具有Web可视化操作界面的集群系统之用户操作界面示例

表 1: HPC via Web v3.1 AnolisOS7离线版功能

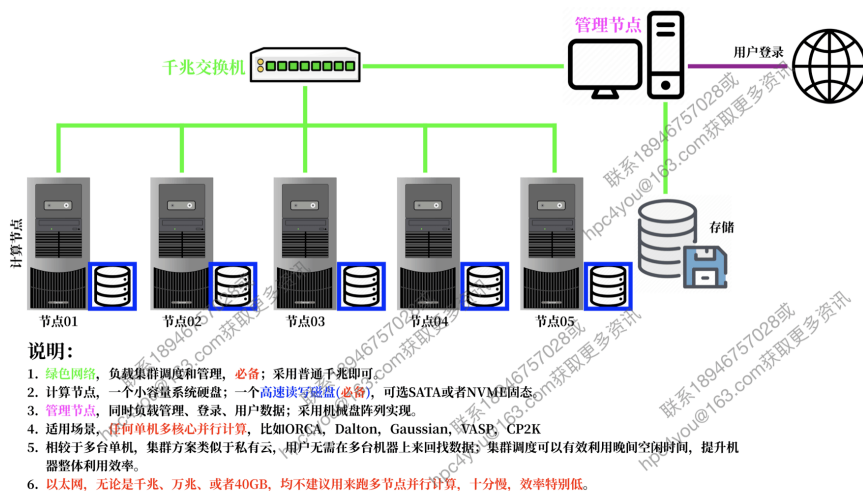
功能模块	AnolisOS7离线版	备注
CPU调度	yes	默认支持
GPU调度 ¹	yes	默认支持
记账功能	yes	默认支持
用户管控 ²	yes	默认支持
Web界面	yes	默认支持
图形桌面 ³	yes	默认支持
性能监测 ⁴	no	默认支持
添加节点	yes	自动, 需要root密码和IP地址
定价	7500元起	电邮联系ask@hpc4you.top

¹ slurm天生支持GPU调度. 如果GPU相关驱动配置不当, slurm自动识别GPU可能无法工作, 则需手动调试.

² 用户管控, 如无计算任务, 拒绝访问任何计算节点; 限定用户仅可使用已经申请到的计算资源. 更多资讯, 请查阅https://slurm.schedmd.com/pam_slurm_adopt.html.

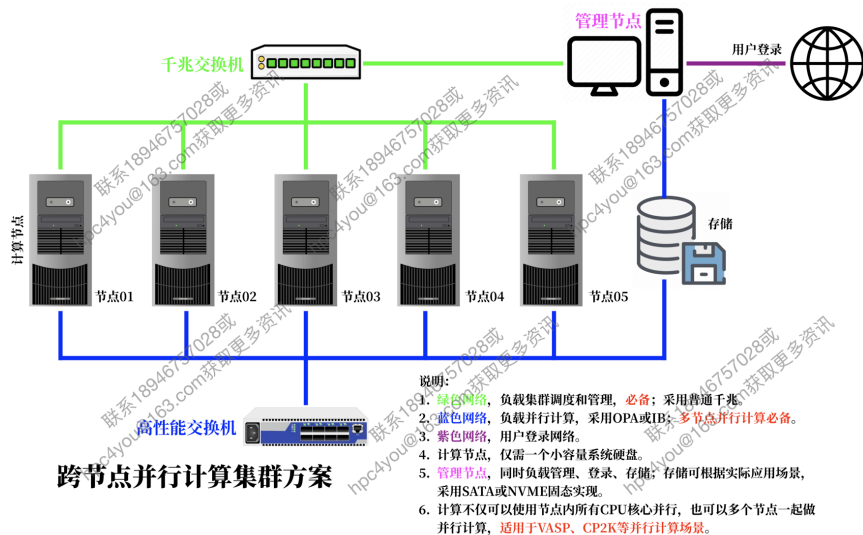
³ 在浏览器中使用Linux图形桌面, 可以运行任何需要交互式的图形界面程序.

⁴ 监控基于Ganglia和Netdata.



节点内并行计算集群方案

图 3: 节点内多核心并行集群. 管理节点, 链接紫色网络的IP地址, 称之为Login IP; 链接绿色网络的IP地址, 称之为master IP. 仅当紫色线路和绿色线路在同一个交换机/局域网时, Login IP 和 mater IP是同一个.



跨节点并行计算集群方案

图 4: 跨节点并行集群. 管理节点, 链接紫色网络的IP地址, 称之为Login IP; 链接绿色网络的IP地址, 称之为master IP. 仅当紫色线路和绿色线路在同一个交换机/局域网时, Login IP 和 mater IP是同一个.

1. 为保证机器网络安全, 管理节点必需具备至少两个网卡, 用以隔离用户登录网络(图例中的紫色线路)和集群运算/管理网络(图例中的绿色线路).
2. 如果管理节点仅仅负责存储空间和调度管理, 且计算节点不超过10台, 则管理节点可以使用具有两个网卡的普通PC机器或者低配置的服务器来承担. 建议CPU指令集和计算节点处理器保持一致.
3. 不必要求所有机器处理器、内存规格一样, 只要求所有机器运行相同的操作系统版本.
4. 调度器本身支持CPU、GPU以及各类加速卡的混合调用管控.

温馨提示, 合理升级网络规格, 使用单独的服务器分别承担管理、登录; 使用商用存储服务或者存储集群负责所有读写操作, 上文描述的**跨节点并行集群架构方案**, 即可适用于大规模集群. 高性能存储(或者并行文件系统)需要硬件支持, 不是耗费两三百元使用四五个硬盘就可以实现的.

4.2 用户数据与应用程序

当前集群方案, 所有机器共享/home和/opt目录. **任何后续安装的软件以及各种MPI程序, 必需安装到/opt目录, 否则无法工作.**³

在实际应用中, 可以将大容量数据存储盘或者阵列挂载到/home路径; 软件安装到/opt路径即可. 如需多节点并行计算, 请升级网络和存储设备.

应用软件采用singularity/apptainer单一镜像文件(Single-Image-File, SIF)提供, 直接放在/opt, 即可通过调度器直接使用. 无需考虑任何其他MPI并行环境.

使用专业存储设备. 本集群系统当然支持专业存储设备. 请先使用本工具套件完成集群系统安装. 而后查询您的存储设备手册, 将存储空间挂在到每台机器的/home即可. 根据存储手册说明, 如有必要, 请编辑每台机器的/etc/fstab文件, 将master:/home开头的内容, 变更为#master:/home, 保存变更, 重启计算节点机器.

5 安装AnolisOS7操作系统

如上所述, 这里讨论的并行计算集群, 是基于Linux操作系统和SLURM调度器调试而成的贝奥武夫架构的并行计算集群.

5.1 配置网络

所有的机器必须连接在同一个局域网. 配置网络, 分为自动和手动两种方案, 任选一种. 如果您不具备任何网络技能和常识, 推荐采用自动方案.

如果您晓得如何摆弄DNS/DHCP服务器, 或者您的交换机具有管理功能, 请跳过这里的网络配置方案.

5.1.1 自动

为了避免手动配置网络的麻烦, 请准备一台WiFi路由器, 拔掉WAN接口的线缆. LAN接口用网线, 连接到图 4或者图 3图例中的绿色文字标注的交换机中. 通用的WiFi路由器, 默认采用DHCP自动分配地址, 您无需其他设定.

³如有其他路径要添加, 请在集群配置完后, 首先在master修改/etc/exports文件; 然后再修改所有nodeXX上的/etc/fstab文件. 也许setup_hpc --sync_do XXX能帮到您. 但是您需要具备一定的NFS以及fstab修改经验哦, 否则机器可能无法启动. 或者联系 ask@hpc4you.top 获取帮助.

系统安装过程中, 默认采用自动模式. 您只需点击鼠标, 让网卡处于ON状态即可.

如此安装完毕系统后, 仅有一个root用户, 没有图形界面, 网络是自动获取的. 您可以登录WiFi路由器管理页面, 查看到每台机器的IP地址. 显然这些机器都是在同一个局域网的, 由于WiFi路由器的WAN口未接线缆, 所以这些机器都是离线状态, 是没有互联网的.

5.1.2 手动

如果没有WiFi路由器, 您必须知晓如何手动配置IP地址.

您可以在NETWORK & HOST NAME菜单手动配置; 或者系统安装完毕后, 采用nmtui手动配置, 但是必须确保, 所有机器在同一个局域网中, 必须使用192.168.X.Y这种私有网络.

可以参考如下教学视频:

- <https://www.bilibili.com/video/BV11Z4y1M7xZ>
- <https://www.bilibili.com/video/BV1Bt4y1C7CB>
- <https://www.bilibili.com/video/BV1iJ411v7FG/>

5.2 安装系统

所有机器, 必须使用AnolisOS-7.9-Minimal-x86_64-dvd.iso镜像安装系统. 安装系统过程中, 您可以:

- 在INSTALLATION DESTINATION选择系统硬盘, 并指定分区方式. 如有多个硬盘, 建议选择其中一个作为系统盘, 并采用自动分区方式. 其他硬盘不要勾选.
- 在NETWORK & HOST NAME, 点击进入子菜单, 点击网卡, 点击右侧滑块直到出现ON, 再点击Configure, 进入另一个菜单, 在General选项卡勾选Auto Connect选项. 默认采用DHCP自动获取网络, 您无需其他设定.
- 仅设定root密码, 请勿创建任何用户.
- 其他任何未提及的项目, 均采用系统默认.

系统安装视频教程<https://www.bilibili.com/video/BV1Nj421Q7RQ>.

如果您不晓得任何自动批量安装系统的技术, 请重复以上的安装过程, root密码保持一致, hostname设定为nodeXXX, 比如, node1, node2, node03之类. 有且只能有一个机器的名字是master.

系统安装完毕后, 您至少登录一次, 首先检查您设定的root密码是否有效, 其次使用hostname -I指令获取当前机器的IP地址.

如果您使用自动方案处理网络, 而且每台机器都设定了不重复的hostname, 那么您登录WiFi路由器的管理界面, 就应该能看到机器的名字和对应的IP地址.

特别留意: 请在系统安装完毕后, 将系统镜像AnolisOS-7.9-GA-x86_64-dvd.iso, 放在master机器的/root目录下. 请勿连接互联网, 请勿运行yum update.

失败警告: 不兼容任何其他版本的AnolisOS7系统, 不兼容任何其他非Minimal Install安装的CentOS系统.

温馨提示: 只有安装系统环节, 您需要直接登录机器. 后续安装集群系统的过程, 您仅需要通过SSH远程登录master机器进行操作, 期间不需要您操作任何一台计算节点. 也许您需要现场确认, 这些机器是否正常重启. 集群系统安装完毕后, 所有机器的管制权限都会通过master机器处理.

表 2: 网络地址规范(推荐)

网络地址	机器名/hostname
192.168.50.254	master
192.168.50.1	node1
192.168.50.2	node2
192.168.50.3	node3
...	...

XX取50仅仅是一个示例. 实际中, 要确保选用的IP地址和办公室/实验室现有IP地址不重复.

此文件是两列多行, 请勿使用其他格式.

6 组建集群

请不要在微软系统中解压名为hpc4you_toolkit*.zip的压缩包.

所有的文件操作, 必须使用root用户, 通过SSH远程登录选定的登录节点, 完成操作.

请务必确认, 所有硬件都已经安装完毕, (包括所有的磁盘, 存储以及网络设备等等), 而后再进行集群系统调试.

6.1 准备工作

6.1.1 在微软上操作(非必需)

如果晓得在Linux中如何使用vi编辑器, 可以跳过所有在微软上的操作.

在微软新建一个记事本, 文件名是net-info.txt. 如果是参考表 2做的网络设定, 那么该文件的内容应该如下:

```
192.168.50.254 master
192.168.50.1 node01
192.168.50.2 node02
192.168.50.3 node03
```

其中, 数字末尾和英文之间, 可以采用一个或者多个空格, 或者使用一个或者多个Tab键. 当前示例, 采用两个Tab键. 注意, 每一行, 都只有两列.

以下是一个错误的示例:

```
192.168.50.254 master my-login
192.168.50.1 node01 centos01
192.168.50.2 node02 centos02
192.168.50.3 node03 centos03
```

或者, 打开微软电子表格(Excel), 录入IP地址和机器名信息, 样式参考图 5, 而后复制电子表格中的内容, 粘贴到记事本, 并保存为文件名net-info.txt.

6.1.2 在master操作获取授权许可

请在您的可以上网的微软/苹果/Linux机器上, 访问地址<http://tophpc.top:1080/getInfo.sh>, 下载并保存文件getInfo.sh.

	A	B
1	192.168.50.254	master
2	192.168.50.1	node01
3	192.168.50.2	node02
4	192.168.50.3	node03
5	192.168.50.4	node04
6		

图 5: 电子表格内容示例

```
To protect your rights and ensure your eligibility for the paid hpc4you toolkit,
please send the following blue text via WeChat/WeiXin or email.
版权软件付费提供。
为验证您的付费资格并保护您的权益,请通过微信或者电邮发送以下两行蓝色内容。
Please be sure to provide the file: hardware2937.dat
that was just created in the /root directory.
请务必提供/root目录下的文件: hardware2937.dat.

94ae643487ecaa745d92ffd9a2de9d2e hardware2937.dat
SN: offline

- WeChat/Weixin/微信请联系: hpc4you
- Email/电邮,请发送至: ask@hpc4you.top

Good Luck.
```

图 6: 运行bash getInfo.sh指令后, 屏幕输出内容示例(背景颜色可能不同)。离线版本, 请务必下载hardwareXXX.dat文件, 发送给慧计算。离线版本, SN字段显示为offline。

远程登录master机器, 上传之前下载并保存的文件getInfo.sh到/root目录。在终端中, 执行指令,⁴

```
cd /root
bash getInfo.sh
```

您会看到类似图 6 的输出信息。注意: 运行上述指令时, 必须移除master机器上所有的移动硬盘、U盘等所有外置硬盘。

请将/root目录生成的hardwareXXXX.dat文件, 下载到本地, 发送给慧计算。电邮ask@hpc4you.top, 微信hpc4you均可。

慧计算基于您提供的hardwareXXXX.dat文件来制作离线安装包。授权许可基于上述指令抓取到的硬件信息生成。⁵

如果没有授权许可, 运行任何模块, 都会看到警告信息, 详细查阅图 7。

离线安装包将通过百度网盘或者特快专递方式提供。

重装系统会导致现有许可失效。 请自行重置machineID条目即可恢复许可。或者同时提供新旧dat文件, 电邮联系重新获取工具。更多信息, 请查阅<https://gitee.com/hpc4you/hpc/blob/master/FAQ.md>以及<https://gitee.com/hpc4you/hpc/blob/master/TOS.md>。

⁴如果质疑脚本的安全性, 请点击末尾的彩色文字, 即可在浏览器打开脚本内容。 <http://tophpc.top:1080/getInfo.sh>

⁵具体细节, 可以查阅getInfo.sh脚本。

```
Sorry.  
You are NOT licensed to run this app.  
Please contact ask@hpc4you.top via email to request a valid license file.  
License files are only available upon payment.  
Contact ask@hpc4you.top for details.  
Bye.
```

图 7: 无效授权许可会看到的提示信息(背景颜色可能不同).

6.1.3 上传hpc4you toolkit压缩包

为避免不必要的麻烦, 请使用root账户操作文件上传.

上传压缩包hpc4you_toolkit-*.zip到master机器/root目录.

上传net-info.txt文件到master机器/root目录(如直接在Linux中使用vi编辑器, 可以忽略net-info.txt文件相关操作).

根据教程B站视频号BV1GY411w7ZV操作, 文件会自动出现在master机器/root目录.

6.1.4 继续在master机器操作

请采用root用户通过ssh登录到master机器, 继续操作.

修改网络信息, 请依次执行指令(仅适用于在微软系统上创建了net-info.txt文件的情形):

```
cp /etc/hosts /etc/hosts.original
```

```
dos2unix /root/net-info.txt
```

```
cat /root/net-info.txt >> /etc/hosts
```

录入网络信息操作完毕. 请根据实际情况, 替换net-info.txt为实际的文件名.

如果你晓得使用vi, 请直接修改master机器上的/etc/hosts文件, 额外添加如下的内容并保存:

```
192.168.50.254 master  
192.168.50.1 node01  
192.168.50.2 node02  
192.168.50.3 node03
```

6.1.5 机器名和IP信息录入注意事项

1. 机器名不可以是localhost, null.
2. 机器名必须采用node+数字组合, 比如 node123. 否则部分功能无法使用.
3. 同一个IP地址, 可以对应多个机器名, 和hostname指令查询值不同的, 均可以称作私有别名, 但是这些别名和机器名, 必须指向同一台机器.
4. 新录入的机器名和IP信息, 是附在/etc/hosts文件后面, 不用理会已经存在的文件内容. 但是需保证, 机器名不重复.
5. 任何一个机器名/别名, 均不能对应多台机器.
6. 使用hostname查询机器名; 使用ip a查询IP地址; 使用nmtui修改机器名.

6.2 安装集群系统

必须采用root用户直接远程登录主控机器完成以下各操作, sudo操作肯定失败.

请勿在您自己的电脑上解压hpc4you_toolkit*.zip压缩包.

6.2.1 运行逻辑

无论您自己使用微软、苹果或者Linux系统笔记本或者台式机, 都要求您通过任何一个SSH客户端, 远程登录到目标服务器上进行操作. 直接链接键盘鼠标显示器, 在服务器上操作, 会看不到终端的提示信息的.

Step0 上传unzip-6.0-24.an7.x86_64.rpm到master机器/root路径.

Step1 上传AnolisOS-7.9-GA-x86_64-dvd.iso到master机器/root路径. 必须使用此镜像文件, 不可修改镜像文件名称.

Step2 上传软件包hpc4you_toolkit*.zip到master机器上, 放在/root路径. 不可修改压缩包名称.

Step3 登录master机器, 输入指令(红色内容全是指令)rpm -i unzip*rpm

Step4 登录master机器, 输入指令(红色内容全是指令)unzip -qo hpc4you*zip ; source code, 程序启动, 耐心等待, 按照屏幕提示操作. 操作选项要么是: 请复制屏幕提示的绿色文字, 而后再次登录, 粘贴复制的绿色文字, 按回车键; 或者是, 请复制屏幕提示的绿色文字, 请确认所有机器重启完毕后, 再次登录, 粘贴复制的绿色文字, 按回车键.

其中类似Step4的操作, 需要重复几次.

6.2.2 自助模式

第一步 确认已经完成小节 6.1描述的准备工作.

第二步 确认所有机器均已开启root登录, 并且密码相同.

第三步 解压hpc4you_toolkit*.zip, 请输入指令(全英文输入, 中间那个是键盘上的分号):

```
unzip hpc4you*zip ; source code
```

后续所有的操作指令, 都会自动在屏幕上以绿色显示, 直接复制粘贴按回车键即可完成集群组建.

温馨提示: 选用自助模式, 安装过程中的任何疑问, 以及安装之后使用上的任何问题, 慧计算的回答只有“看手册, 看视频”. 也就是, 您需要仔细阅读本文档, 以及在B站查阅hpc4you的视频讲解, 自己动手处理. 按照本手册的文字描述操作, 是不会有问题的. 安装之后的管理员操作, 也在本手册文字描述中. 从以往的经验来看, 任何需要技术协助的, 都是不看文字手册, 也不看视频教程的. 您如果不乐意看手册, 也不想看视频教程, 那就付费, 慧计算一对一给您讲解并演示; 慧计算也提供集群运维管理服务.

6.2.3 技术协助模式

第一步 确认已经完成小节 6.1描述的准备工作. 提供有偿技术协助.

第二步 确认所有机器均已开启root登录, 并且密码相同.

第三步 联系慧计算, 可以根据实际需要, 采用在线视频、文字、电话技术支持.

```
The cluster system installation is now complete.

The whole cluster is going to reboot in 15 seconds.
Please log in as root again after the restart
to view the administrator password and access links.

Attention Administrators/Managers,
    Please find the administrator password and links to each portal
    by running the following cmd on the master node(root only):
        cat /root/.hpc4you/login_credentials.txt

!!! Alert !!!
The client/user cannot log in the HPC User Portal
unless the Administrators/Managers,
    - first, create users via User/Group Portal
    - second, allocate resources via Resource Portal.

For detailed instructions, please consult the manual.

Countdown to reboot: 3 ...
```

图 8: 安装完毕, 屏幕输出内容示例(背景颜色可能不同).

6.3 集群就绪

对于AnolisOS7离线版, 按照屏幕提示, 运行完毕最后一个模块后, 会在屏幕看到提示信息, 请参考图 8.

密码信息, 管理员知晓即可, 无需分享给用户. 同时密码信息也会以文本形式, 存放在登录节点, 文件名称是/root/.hpc4you/login_credentials.txt, 只有root账户可以查看. 示例样式请参考图 9.

至此, 集群系统组建完毕.

7 集群系统套件安装演示

以上文字版描述, 也可以查阅如下原始操作录屏, 无旁白.

操作录屏 <https://www.bilibili.com/video/BV1hW4y1w76Z>, 约18分钟.

录屏剪辑版 <https://www.bilibili.com/video/BV1J64y1A73R> 2分20秒, 有文字注释.

8 管理集群: 仅限管理员操作

集群系统免维护, 免管理.

所需的管理工作是添加/删除用户信息, 点击鼠标分配队列资源. 按照这里的文字描述操作, 无需其他技能. 如果想知道为什么需要这样做, 请自行学习Linux管理员手册.

显然, 所有的管理操作, 是通过浏览器进行; 系统root用户无法登录和使用任何一个Web界面.

如果集群就你们课题组用, 大家都同样的优先级. 那就直接添加用户即可. 都指定为同一个记账用户即可.

如果需要多个队列信息、控制用户队列优先级等, 建议拜读slurm手册. 也是粘贴相应参数即可. 不过, 你还是需要了解一下各个参数的含义, 或者寻求技术支持代劳.

```
[root@c7-login ~]# cat /root/.hpc4you/login_credentials.txt

# BOF

The Linux root user is not allowed to login any Web Interface.

User/Group Portal:
  The login name is:      admin
  The password is:       DZ0iaQGNSJKL

Resource Portal:
  The login name is:      admin-PZYZ
  The password is:       NDwXJVCWyeoU

Choose a browser (Firefox, Edge, or Safari) to open the following URL
to access the HPC via Web.

      URL:      https://192.168.56.134:8404

Performance Monitoring: Real-Time Dynamics
      URL      http://192.168.56.134:19999/v2

Performance Monitoring: Historical
      URL      http://192.168.56.134:7080/hpc4you

# EOF
[root@c7-login ~]#
```

图 9: 文件login_credentials.txt内容示例(背景颜色可能不同; IP地址也会不同).

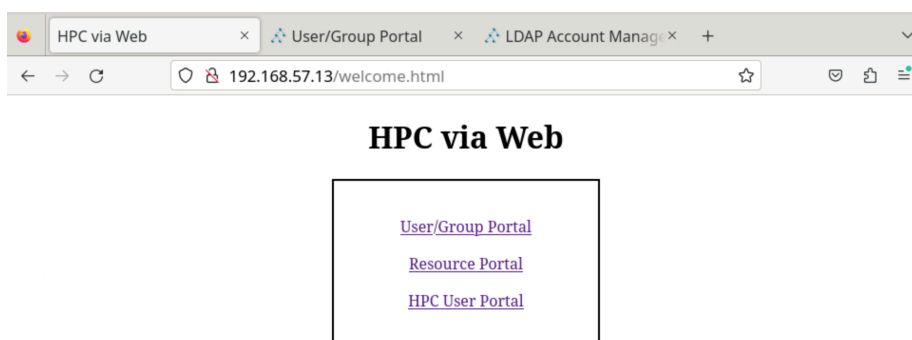


图 10: Firefox浏览器页面示例(文字样式可能不同).

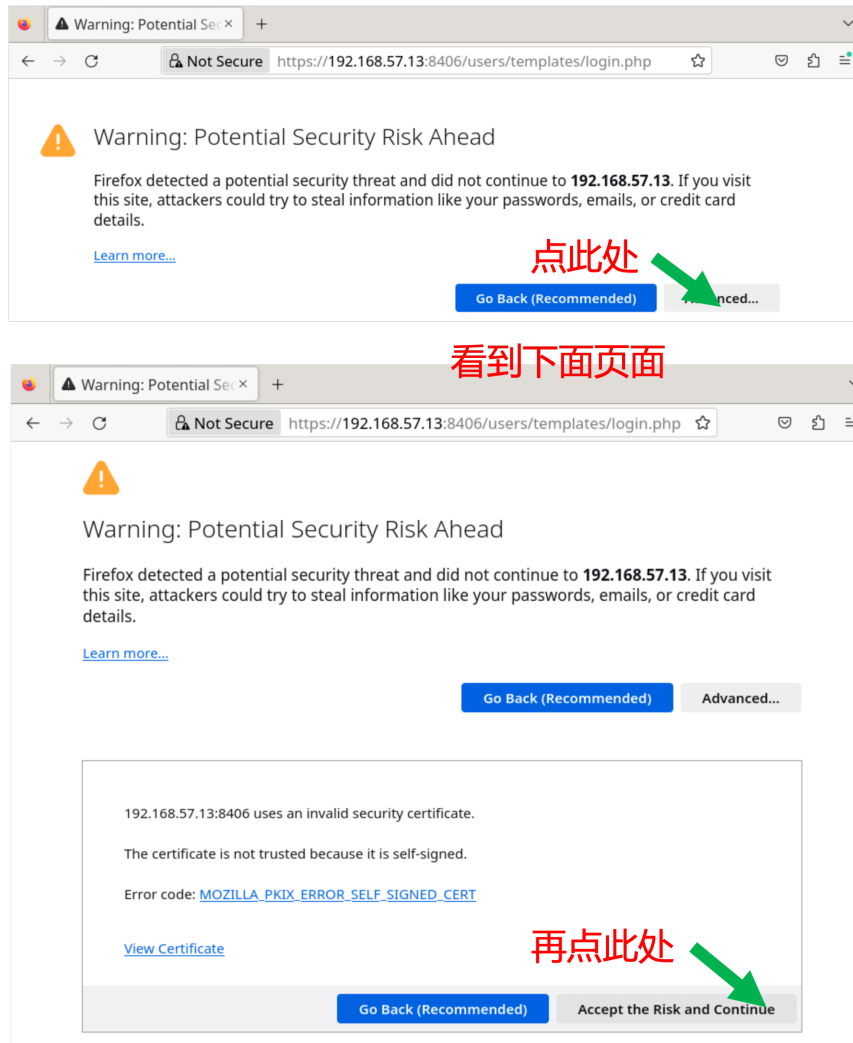


图 11: 浏览器安全证书警告, 请点击鼠标, 添加例外.

机器硬件故障, 不属于运维管理范畴. 硬件坏了, 找商家走售后流程.

8.1 修改root密码

集群组建完毕后, 可以直接在master机器, 修改root密码, 直接输入:

```
passwd  
setup_hpc --sync_user
```

按照屏幕提示操作输入新密码即可.

所有Web端的操作, 均和系统root用户无关.

最简单的安全设定是, 集群配置完毕后, 仅仅允许特定地址登录root用户. 其他高级的安全设定, 请查阅Linux SSH安全设定.

首次点击 User/Group Portal 或者 Resource Portal 会看到证书警告页面, 参见图 11 处理.

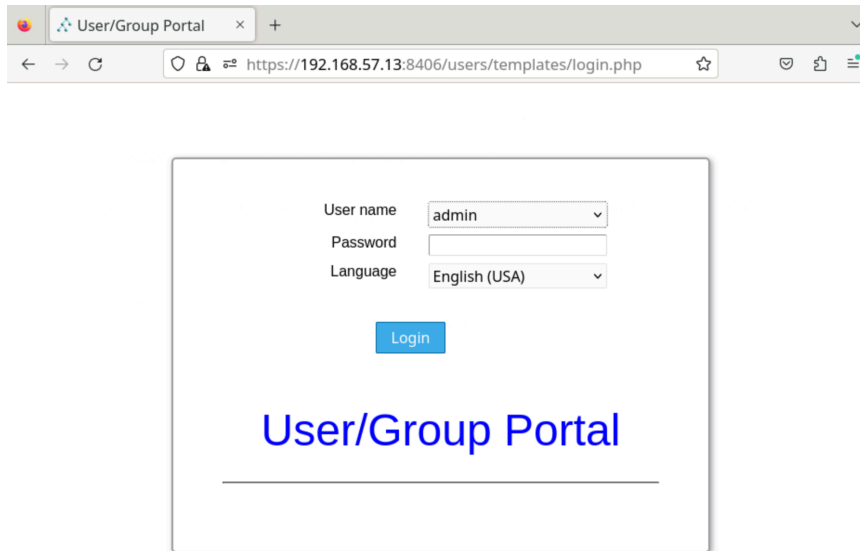


图 12: 注册用户(User/Group Portal)登录界面示例.

8.2 添加用户(组)

8.2.1 技术规范

注册用户(User/Group Portal)

请点击图 10 示例页面中对应文字, 将会看到图 12 示例页面.

8.2.2 管制逻辑

基于Linux系统用户组/用户模式进行权限管理.

必须先有一个用户组/Group, 再把用户归属到用户组/Group.

一个用户, 可以隶属于一个或者多个用户组. 添加用户过程中, 浏览器页面会提示用户选择所属用户组.

任何使用集群系统的用户, 均需在此页面进行注册登记.

8.2.3 添加用户/组

添加用户组/Add Group 请点击 [Accounts](#) -> [Groups](#) -> [New Group](#)

添加新用户/Add User 请点击 [Accounts](#) -> [Users](#) -> [New user](#)

特别注意: [Email address](#)和[Gecos](#)条目必须填写.

默认的用户模板条目很多, 您可以自定义用户信息模版, 操作流程请参考图 13.

用户名等信息, 仅限英文或者拼音.

特别重要:所有的集群用户/组, 必须通过此[User/Group Portal](#)来创建. 使用Linux系统指令 `useradd` 添加的用户, 无法使用集群系统.

8.2.4 删除用户/组

请打开浏览器, 访问[User/Group Portal](#), 点击打开[Users](#)列表页面, 点击删除按钮即可.

如果某用户组包含有用户, 则应该先删除所有该用户组里面的用户, 再删除此用户组.



图 13: 自定义用户信息模版操作示例.

8.2.5 视频教程

文字说明配合如下视频教程, 可能帮您迅速掌握操作流程.

- 注册用户 <https://www.bilibili.com/video/BV1eN411T7jJ>
- 简化信息模版 <https://www.bilibili.com/video/BV1uC4y1P7YA/>

8.3 资源分配管理

8.3.1 技术规范

[Resource Portal](#)

点击图 10 页面中对应的文字, 即可访问.

Resources Portal 基于 ColdFront. 感谢 ColdFront 团队的贡献. 如有闲工夫, 可以查阅 ColdFront 站点, <https://coldfront.readthedocs.io/en/latest/>, 获取更多原汁原味操作说明.

8.3.2 资源管制逻辑

任何集群用户都可以访问这个页面并登录. 不登录, 也可以看到集群的资源分配信息.

仅有管理员, 可以执行资源分配相关的操作, 比如批准/Approve 或者拒绝/Deny 资源申请.

资源分配以 项目/Project 为操作对象.

只有标记为 课题组长/PI 的用户可以创建项目/Project, 并提出资源申请.

课题组长/PI 可以添加用户到自己的项目/Project, 或者从自己的项目/Project 移除用户. 课题组长/PI 可以指定某一位用户为 Manager (项目管理员), 该管理员可以从 Project 添加用户、删除用户.

注意: 以上提及的用户, 必须是在 User/Group Portal 注册的用户.

简单理解就是, 一个大的课题组, 有一个大 boss, 也有几个小老板. 大 boss 有多个项目 Project, 一个小老板负责一个项目. 每一个项目, 都有多个学生参与. 大 boss 就是 PI. 小老板就是 Project Manager. 小老板, 可以分派那几个学生, 参与哪个或者哪几个项目.

计算资源也就是现实中的超算中心, 和PI结算. 所以, PI在申请资源的时候, 管理员会指定一个记账账号([slurm_account_name](#))给PI. 当然, PI足够强大的时候, 可能要求, 某几个Project使用一个记账账号; 另几个项目, 又使用其他的记账账号. 或者, PI也可以, 让各个小老板, 各自和计算中心结算, 也就是每一个小老板, 都有自己的记账账号.

一般推荐, 一个PI的Project比较多的时候, 按照Project来开设记账账号.

显然, 一个PI可以用多个Project. 一个学生, 可以在多个Project. 也就是一个学生, 可以同时拥有多个记账账户的使用权限. 如果不特殊指定, 那么使用该用户默认的记账账户.

如果您是管理员, 而且你管理的系统上, 需要有不只一个记账账号, 那么建议您, 仔细阅读slurm手册中关于记账相关章节.

8.3.3 登记集群信息

本离线版本, 会自动录入slurm数据库信息, 无需手动登记.

8.3.4 登记PI/课题组长信息

此资源分配管控逻辑是, 任何PI/课题组长可以在此系统登记Project信息, 并添加用户到自己的Project以及户头(slurm account).

注意, PI/课题组长具有部分用户管理权限, 所以添加PI到系统, 需管理员单独确认.

以标注登录名tom为PI为例, 操作步骤如下:

第一步 使用tom登录分配资源(Resource Portal), 成功登录后, 然后点击右上角Logout.

第二步 使用管理员登录分配资源(Resource Portal), 依次点击Admin -> ColdFront Administration -> (左侧最下方) User profiles -> 点击tom -> 勾选 Is PI -> SAVE; 至此, 已经向Resources Portal系统声明, tom用户是PI/课题组长.

tom可以再次登录分配资源(Resource Portal), 创建项目, 添加用户, 申请资源; 或者将用户从某Project中移除(比如学生毕业了). 当然, PI只能添加已经被管理员添加到User/Group Portal系统的集群用户.

演示视频: [BV1PM411C7Cs](#) (请点击彩色文字或者复制彩色文字去B站搜索).

可以看出, Resources Portal的核心逻辑就是, 和PI直接打交道. 至于添加哪些用户到哪些项目, 是PI自己根据实际需求来操作的. 管理员, 只需审核一下(看一下记账账户是否正确), 然后点击鼠标通过即可(Approve).

8.3.5 视频教程

赋予PI权限 <https://www.bilibili.com/video/BV1xN411T7XN>

审核资源申请 <https://www.bilibili.com/video/BV1ka4y1U7eX>

9 申请成为PI: 管理员与用户均可操作

9.1 管制逻辑

任何一位已经在User/Group Portal登记注册的用户, 都可以向管理员申请, 成为课题组长/PI.

或者管理员, 根据实际工作经验, 结合如下两种模式, 可以自行确认哪位用户ID具有PI权限.

模式1 集群仅有你们一个课题组使用, 建议管理员自己作为PI, 创建一个项目, 把所有用户添加到项目即可. 无需记录slurm_account_name信息.

模式2 有多位老师使用集群. 一般而言, 每个老师下面可能会有多位学生. 此种情形, 建议给每一位老师创建一个PI权限的账户. 虽然, 这些PI权限的账户未必会直接登录做计算, 但是管理起来很方便. 管理员仅需以PI的账户登录Resource Portal, 添加对应的学生到项目即可. 管理起来十分清晰明了. 否则, 您可能需要查阅slurm手册, 十分精通slurm account数据库相关的操作.

9.2 课题组长/PI权限

在HPC使用层面, 课题组长/PI和普通用户没有差异.

仅仅在Resource Portal系统中, 课题组长/PI具有如下权限:

- 创建或者移除项目/Project
- 申请计算资源
- 添加用户到自己的项目/Project, 或者从自己的项目/Project移除用户.
- 指定某一位用户为Manager(项目管理员), 该管理员可以从Project添加用户、删除用户.

9.3 视频教程

仅有课题组长/PI可以创建项目和申请资源, 视频教程在此 <https://www.bilibili.com/video/BV15C4y177Q9>.

显然, 课题组长/PI在Resource Portal所有操作, 管理员都可以代劳.

10 登录和使用集群: 用户层面

10.1 登录集群

传统SSH指令模式和Web界面并存.

SSH访问模式, 不再赘述.

温馨提示: 用户信息已经交由User/Group Portal管控, Linux系统自身的useradd, groupadd, userdel, passwd等添加的用户和用户组, 无法使用Web界面.

[HPC User Portal](#)

点击图 10页面中对应的文字, 即可访问.

10.1.1 账户初始化

用户首次登录[HPC User Portal](#), 需要完成账户初始化操作.

请根据页面文字指引, 点击鼠标, 并输入yes, 然后按Enter键, 而后输入密码(输入密码过程中屏幕不做任何反应), 再次按要求点击鼠标.

操作过程中, 请关闭中文输入法.

10.1.2 账户初始化视频教程

请查阅链接 <https://www.bilibili.com/video/BV1sW4y1p7Eh>.

10.1.3 菜单功能

登录[HPC User Portal](#)之后, 你可以:

- 点击[Files](#)菜单, 进行文件相关的操作, 包括但不限于查看、编辑、上传、下载文件.
- 点击[Jobs](#)菜单, 查看或者提交新计算
- 点击[Clusters](#)菜单, 通过浏览器进入Shell指令模式
- 点击[Interactive App -> Desktop](#), 开启Linux桌面(仅专业版本提供).

可开启Linux桌面, 意味着, 可以使用任何需要在图形界面下才可以使用的专业软件.

10.1.4 提交计算

其中Job composer, 用来新建计算任务, 点击鼠标通过调度器自动运行. 其业务逻辑/work flow是,

1. 选择从之前的作业创建新任务. 那么会自动拷贝既有作业目录下的所有东西, 到一个新目录, 并提示用户修改输入文件等等, 然后点击[Submit](#)提交任务. 这里涉及的目录创建、跳转是自动的, 无需用户关心. 该业务逻辑/业务流程适用于, 已经完成了部分计算, 然后在输出结果基础之上, 稍作修改, 做新的计算.
2. 或者提示用户输入脚本路径, 会自动拷贝该路径下的脚本到一个新目录, 提示用户点击鼠标上传输入文件到此目录; 如有必要, 点击鼠标修改模版脚本, 然后点击提交. 这里涉及的目录创建、跳转是自动的, 无需用户关心. **如果无需修改CPU和内存数目, 直接提交即可.**

10.1.5 操作演示

演示视频: [BV1PM411C7Cs](#) 1:02开始 (请点击彩色文字或者复制彩色文字去B站搜索).

Job composer演示部分, 涉及两种类型的计算软件:

1. VASP类, 无需指定输入文件名称, 仅需修改脚本指定核心和内存;
2. Gaussian/ORCA类, 需要修改脚本指定输入文件名; 同时在脚本和输入文件设定核心和内存, 并且确保输入文件和脚本申请的资源一致.

显然, 软件和脚本需要做针对性调试.

HPC User Portal基于Ohio State Univ的开源项目Open OnDemand实现, 有改动, 并非100%自主知识产权产品.

11 性能监测

本离线版本, 提供:

历史监控 <http://A.B.C.D:7080/hpc4you>, powered by Ganglia.

实时监控 <http://A.B.C.D:19999/v2>, powered by Netdata.

实际访问链接, 请查阅master机器上文档: /root/hpc4you/login_credentials.txt.

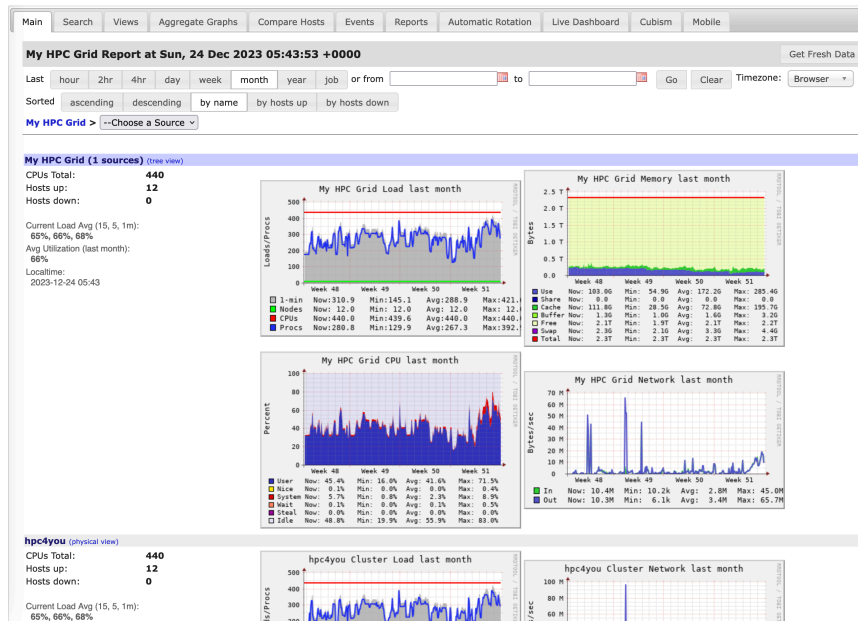


图 14: Ganglia集群性能监测示例.

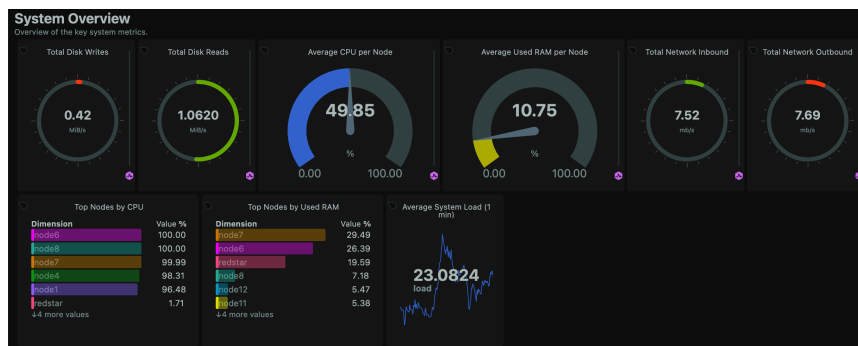


图 15: Netdata实时性能监测信息之系统综合负载动态图(默认每秒刷新,实际上是动图).

11.1 Ganglia负载监测

如果计算节点不在同一个局域网,可能导致ganglia运行失败.

This section describes installing and testing Ganglia, a system for monitoring and capturing metrics from services and components of the cluster.

需要在所有节点上通过yum/dnf/apt安装ganglia和相关依赖,需要互联网畅通.配置完毕后,无需互联网.

11.2 Netdata集群性能实时监测

该模块是专业版本附赠模块,不保证可用性.

采用Netdata采集实时监控数据,默认仅仅存储1小时历史数据.自动汇集所有计算节点监控数据到登录节点或者管理节点,实时显示.

使用示例,请看图 15和图 16.



图 16: Netdata展示的各节点监控信息示例。

11.3 性能监测有啥用

给莅临视察的领导看，只是一个玩笑啦。

懂的人，不看这玩意。会问，用什么网络，用什么存储，网络峰值带宽跑多少，峰值I/O什么水平？不懂的，看了也看不懂，是不是？比如不懂的，可能问，这个集群系统什么样子，我看看呀？类似小菜会问，这个系统好漂亮，桌面好看，图标好看，啥做的？真正干活的会问，内核啥版本，能支持多少内存，采用什么调度模式，用啥文件系统等等....

我认为性能监测，可能用到的地方在于，使用可视化的直观信息，协助用户分析，某个计算如果运算效率不理想，那么性能瓶颈到底在什么地方？

此时，这些监控图表就有用处了。

当然，如果你十分了解指令模式的性能分析方案，就用不到这些图形化的监控数据了。但是采用指令监控分析，一般需要root权限。以上的监控方案，在Web端自动汇聚数据，用户直接可以查看，无需任何特殊权限。

12 很少用的功能

12.1 集群开/关机/重启

无论何种情形，**开机**，是先开启交换机电源，再开启主控/管理节点。待管理节点启动完毕后，再开启其他计算节点。

关机，通过IPMI方式，或者在master机器终端执行：

```
poweroff_hpc
```

重启，通过IPMI方式，或者在master机器终端执行：

```
reboot_hpc
```

如果机器具有IPMI功能，请联系硬件供货商，配置IPMI，并查询手册，学习如何使用IPMI。如果不想使用指令，那么去现场按电源吧。


```
THIS MAY TAKE A WHILE, PLEASE BE PATIENT!!!
[███] OK!
!!! Error !!!

!!! Single SSH Session Only !!!
Make sure your SSH client is connected to the target server with only one window open.
Bye.
```

图 17: Web模块安装失败, Single SSH session warning.

12.2 添加新机器

执行`addNewComputeNode.sh`, 自动配置, 无需拆卸硬盘. 不影响既有集群和正在运行、排队的任务.

在master机器执行`./addNewComputeNode.sh`, 按照屏幕提示, 输入:

1. 新机器的IP地址, 按回车键
2. 输入新节点的名字, default node name, 比如是`node8`, 按回车键. 显然不能和已有机器同名. 必须是`nodeXX`
3. 自定义节点名称, charming node name of the new node, 比如是`amd01`, 按回车键. 显然不能和已有机器同名.

然后等待. 等待时间与网络带宽、硬盘读写快慢有关, 大约30分钟起步.

只要新机器的IP地址和root密码. 新机器原来叫什么名字, 没有任何关系

需要事先给新机器安装好Linux系统, 并配置完毕集群私有网络, 无需互联网.

13 Web界面安全设定

由于HPC User Portal未采用SSL加密, 可能泄漏用户密码. 建议在用户和登录服务器之间, 采用虚拟专用网络来提升安全性. 或者购买合法域名、申请互联网IP、域名备案、购买合法TLS/SSL证书, 开启SSL加密提升安全性. 相比较而言, 采用虚拟专用网络是最为便捷的方案. 数据不跨境, 合法合规使用. 以上仅仅是可行方案, 并不代表是最佳解决方案.

不过实际场景, 很多课题组, 都是在物理隔离的安全内网, 使用计算集群. 登录节点, 也就是HPC User Portal所在的服务器, 是处于安全的网络环境下, 各位同学之间, 也不会无聊到通过网络技术嗅探他人密码. 可能存在个别同学在内网练习网络技术, 那就家法吧.

14 故障排除

以下可能存在的故障, 很少发生.

14.1 Web模块无法安装

如果在安装过程中, 看到图 17警告信息, 请勿惊慌. 请按照提示, 退出所有的SSH登录, 保证仅有一个窗口以root身份等到服务器即可.

如果您还是不明白如何操作, 请告诉所有用户, 请勿登录, 然后重启机器, 并以root用户登录, 继续操作运行`./enable_Web-Interface.sh`即可. 显然如果您找不到路径的话, 最好复制屏幕之前提示的路径信息.

14.2 重启失败

本集群系统, 在安装过程中, 需要通过重启操作, 来确认某些特定组件模块, 在机器重启之后能正常工作. 如果机器重启失败, 或者在3分钟内未完成重启, 安装进程会标注为某某机器安装失败, 导致对应节点不能顺利添加到集群系统中.

一般来说, 对于真实的服务器, 几乎不会出现重启失败的问题. 如果机器重启耗时超过三分钟, 请登录主控节点, 编辑文件 `/root/hpc4you/status`, 将里面的数字“3”修改为“5”, 即代表, 重启等候时间是5分钟.

如果在执行某模块的时候, 出现机器重启失败, 请手动重启机器, 并尝试多次重启该机器, 确认机器可以顺利重启完成. 然后, 重新运行对应模块即可. 注意, 带有数字尾标的模块, 如需重新运行, 需要从尾号为1的子模块开始运行. 比如运行 `./step3.sh` 的时候, 机器重启失败, 那么确认机器重启正常后, 需要从 `./step1.sh` 重新开始操作.

14.3 软件源超时

离线模式, 不需要互联网, 无此问题.

14.4 主控机器无法登录节点

发生频率, 罕见. 但是也有发生过, 在AnolisOS7系统的机器上遇到过. 故障发生在运行 `./step1.sh` 之后. 如有发生, 请手动重启计算节点, 即可恢复正常.

注意, 这个如有发生, 是发生在集群系统安装过程中.

如果集群调试完毕, 运行了一段时间再出现这个问题, 那么建议排查安全风险: 比如你的root密码是否有泄漏, 计算节点的root权限是否被他人修改等等.

14.5 UserControl失效

如果多次运行 `./enable_Web-Interface.sh`, 可能导致之前设定的用户行为管理失效. 请再次运行 `./enable_UserControl.sh` 即可.

在运行 `./addNewComputeNode.sh` 之后, 也请再次运行 `./enable_UserControl.sh` 模块.

14.6 502 Bad Gateway

访问 [Resource Portal](#), 看到如下提示信息:

```
502 Bad Gateway
nginx/1.20.1
```

请确保在运行 `./enable_Web-Interface.sh` 按照屏幕提示重启master节点.

14.7 意外停电

如果没有UPS/EPS等设备, 突发停电之后, 集群可能无法工作. 请按照如下顺序操作:

1. 按照手册要求, 对整个集群, 先关机, 而后开机.
2. 执行 `setup_hpc --sync_hosts`
3. 执行 `setup_hpc --sync_time`
4. 执行 `reboot_hpc`

如果以上四个步骤操作完毕后, 还未修复, 请电邮联系 ask@hpc4you.top 获得技术支持.

14.8 某段时间后,部分节点无法工作

集群运行正常,过了一段时间后,某个节点或者部分节点无法加载计算任务,重启节点也无效.这种故障很罕见,多数发生在老旧机器上.

原因是,老旧机器BIOS电池故障/缺陷,导致机器硬件时间和主控节点偏差太大,集群鉴权无法工作.

先同步时间`setup_hpc --sync_time`,而后重启故障节点即可恢复正常工作状态.

某些新机器,由于主板缺陷,也会发生系统时间故障,处理方法同上.

15 SLURM技能自我修养

集群构建方案由hpc4you开发.使用的调度器slurm为标准开源版本.在使用层面,和官方描述的使用策略无任何差别.

15.1 选一个浏览一下

1. <https://slurm.schedmd.com/>
原版英文手册最佳
2. <https://docs.slurm.cn/users/>
中文资料
3. <http://hml.i.ustc.edu.cn/doc/userguide/slurm-userguide.pdf>
中国科大超级计算中心出品
4. <https://bicmr.pku.edu.cn/~wenzw/pages/slurm.html>
北京大学某研究组出品
5. <https://www.cloudam.cn/help/docs/cloudE10>
查看slurm作业管理系统部分北鲲云编写
6. <https://leo.leung.xyz/wiki/Slurm>
centOS8 PAM Slurm Adopt Module | Very nice wiki.

15.2 快速制作slurm脚本

参考这个站点

<https://www.hpc.iastate.edu/guides/classroom-hpc-cluster/slurm-job-script-generator>.
一个简单的slurm脚本设定,只需在这个页面上填写:

Number of compute nodes 1 数字1代表使用一个节点.

Number of processor cores per node 16 数字16表示一个节点上使用16个CPU核心.

Walltime 18 数字18代表18个小时.如果计算没有在18小时内完成,会被调度器杀掉.

Max memory per compute node 12 数字12表示,需要这个节点给12GB内存.

其他项目可以不填写.会得到一个类似的内容:

```
#!/bin/bash

# Copy/paste this job script into a text file and submit with the command:
# sbatch thefilename

#SBATCH --time=18:00:00 # walltime limit (HH:MM:SS)
#SBATCH --nodes=1 # number of nodes
#SBATCH --ntasks-per-node=16 # 16 processor core(s) per node
#SBATCH --mem=12G # maximum memory per node
#SBATCH --job-name="test"

# LOAD MODULES, INSERT CODE, AND RUN YOUR PROGRAMS HERE
```

如果, 没有调度器的时候, 作业运行指令是:

```
module load vasp_mpi
mpirun -np 16 vasp_std
```

那么, 创建一个文件, 比如[job01.pbs](#), 内容如下:

```
#!/bin/bash

# Copy/paste this job script into a text file and submit with the command:
# sbatch thefilename

#SBATCH --time=18:00:00 # walltime limit (HH:MM:SS)
#SBATCH --nodes=1 # number of nodes
#SBATCH --ntasks-per-node=16 # 16 processor core(s) per node
#SBATCH --mem=12G # maximum memory per node
#SBATCH --job-name="test"

# LOAD MODULES, INSERT CODE, AND RUN YOUR PROGRAMS HERE

module load vasp_mpi
mpirun -np $SLURM_NTASKS vasp_std
```

一句话, 就是把之前的运行指令, 附在脚本的最后面; 把原来的`-np XX`中的XX修改为`$SLURM_NTASKS`, 仅此而已。

如何提交:

```
qsub job01.pbs
或者
sbatch job01.pbs
```

15.3 SLURM调度器内置参数

slurm调度器中更多控制参数, 请看[图 18](#)。

SLURM Variables	Torque/MOAB	Description
SLURM_ARRAY_TASK_COUNT		Total number of tasks in a job array
SLURM_ARRAY_TASK_ID	PBS_ARRAYID	Job array ID (index) number
SLURM_ARRAY_TASK_MAX		Job array's maximum ID (index) number
SLURM_ARRAY_TASK_MIN		Job array's minimum ID (index) number
SLURM_ARRAY_TASK_STEP		Job array's index step size
SLURM_ARRAY_JOB_ID	PBS_JOBID	Job array's master job ID number
SLURM_CLUSTER_NAME		Name of the cluster on which the job is executing
SLURM_CPUS_ON_NODE		Number of CPUs on the allocated node
SLURM_CPUS_PER_TASK	PBS_VNODENUM	Number of cpus requested per task. Only set if the <code>--cpus-per-task</code> option is specified.
SLURM_JOB_ACCOUNT		Account name associated of the job allocation
SLURM_JOBID	PBS_JOBID	The ID of the job allocation
SLURM_JOB_ID		
SLURM_JOB_CPUS_PER_NODE	PBS_NUM_PPN	Count of processors available to the job on this node.
SLURM_JOB_DEPENDENCY		Set to value of the <code>--dependency</code> option
SLURM_JOB_NAME	PBS_JOBNAME	Name of the job
SLURM_NODELIST	PBS_NODEFILE	List of nodes allocated to the job
SLURM_JOB_NODELIST		
SLURM_NNODES		Total number of different nodes in the job's resource allocation
SLURM_JOB_NUM_NODES		
SLURM_MEM_PER_NODE		Same as <code>--mem</code>
SLURM_MEM_PER_CPU		Same as <code>--mem-per-cpu</code>
SLURM_NTASKS	PBS_NUM_NODES	Same as <code>-n</code> , <code>--ntasks</code>
SLURM_NPROCS		
SLURM_NTASKS_PER_NODE		Number of tasks requested per node. Only set if the <code>--ntasks-per-node</code> option is specified.
SLURM_NTASKS_PER_SOCKET		Number of tasks requested per socket. Only set if the <code>--ntasks-per-socket</code> option is specified.
SLURM_SUBMIT_DIR	PBS_O_WORKDIR	The directory from which <code>sbatch</code> was invoked
SLURM_SUBMIT_HOST	PBS_O_HOST	The hostname of the computer from which <code>sbatch</code> was invoked
SLURM_TASK_PID		The process ID of the task being started
SLURMD_NODENAME		Name of the node running the job script
SLURM_JOB_GPUS		GPU IDs allocated to the job (if any).

图 18: slurm内置变量.

16 图片目录

List of Figures

1	具有Web可视化操作界面的集群系统之管理员操作界面示例	5
2	具有Web可视化操作界面的集群系统之用户操作界面示例	6
3	节点内多核心并行集群. 管理节点, 链接紫色网络的IP地址, 称之为Login IP; 链接绿色网络的IP地址, 称之为master IP. 仅当紫色线路和绿色线路在同一个交换机/局域网时, Login IP 和 mater IP是同一个.	7
4	跨节点并行集群. 管理节点, 链接紫色网络的IP地址, 称之为Login IP; 链接绿色网络的IP地址, 称之为master IP. 仅当紫色线路和绿色线路在同一个交换机/局域网时, Login IP 和 mater IP是同一个.	7
5	电子表格内容示例	11
6	运行 bash getInfo.sh 指令后, 屏幕输出内容示例(背景颜色可能不同). 离线版本, 请务必下载hardwareXXX.dat文件, 发送给慧计算. 离线版本, SN字段显示为offline.	11
7	无效授权许可会看到的提示信息(背景颜色可能不同).	12
8	安装完毕, 屏幕输出内容示例(背景颜色可能不同).	14
9	文件login_credentials.txt内容示例(背景颜色可能不同; IP地址也会不同).	15
10	Firefox浏览器页面示例(文字样式可能不同).	15
11	浏览器安全证书警告, 请点击鼠标, 添加例外.	16
12	注册用户(User/Group Portal)登录界面示例.	17
13	自定义用户信息模版操作示例.	18
14	Ganglia集群性能监测示例.	22
15	Netdata实时性能监测信息之系统综合负载动态图(默认每秒刷新, 实际上是动图).	22
16	Netdata展示的各节点监控信息示例.	23
17	Web模块安装失败, Single SSH session warning.	24
18	slurm内置变量.	28