

实验 05：使用 Nginx 实现负载均衡

一、实验目的

- 1、了解负载均衡的基本原理；
- 2、掌握使用 Nginx 实现负载均衡。

二、实验学时

2 学时

三、实验类型

综合型

四、实验需求

1、硬件

每人配备计算机 1 台。

2、软件

安装 Edge、Firefox、Chrome 等最新版本浏览器，安装 Mobaxterm 软件。

3、网络

本地主机能够访问教学云计算平台，虚拟机按照配置指南配置网络。

4、工具

无

五、实验任务

- 1、实现负载均衡服务的搭建，并发布网站；
- 2、实现负载均衡服务的测试。

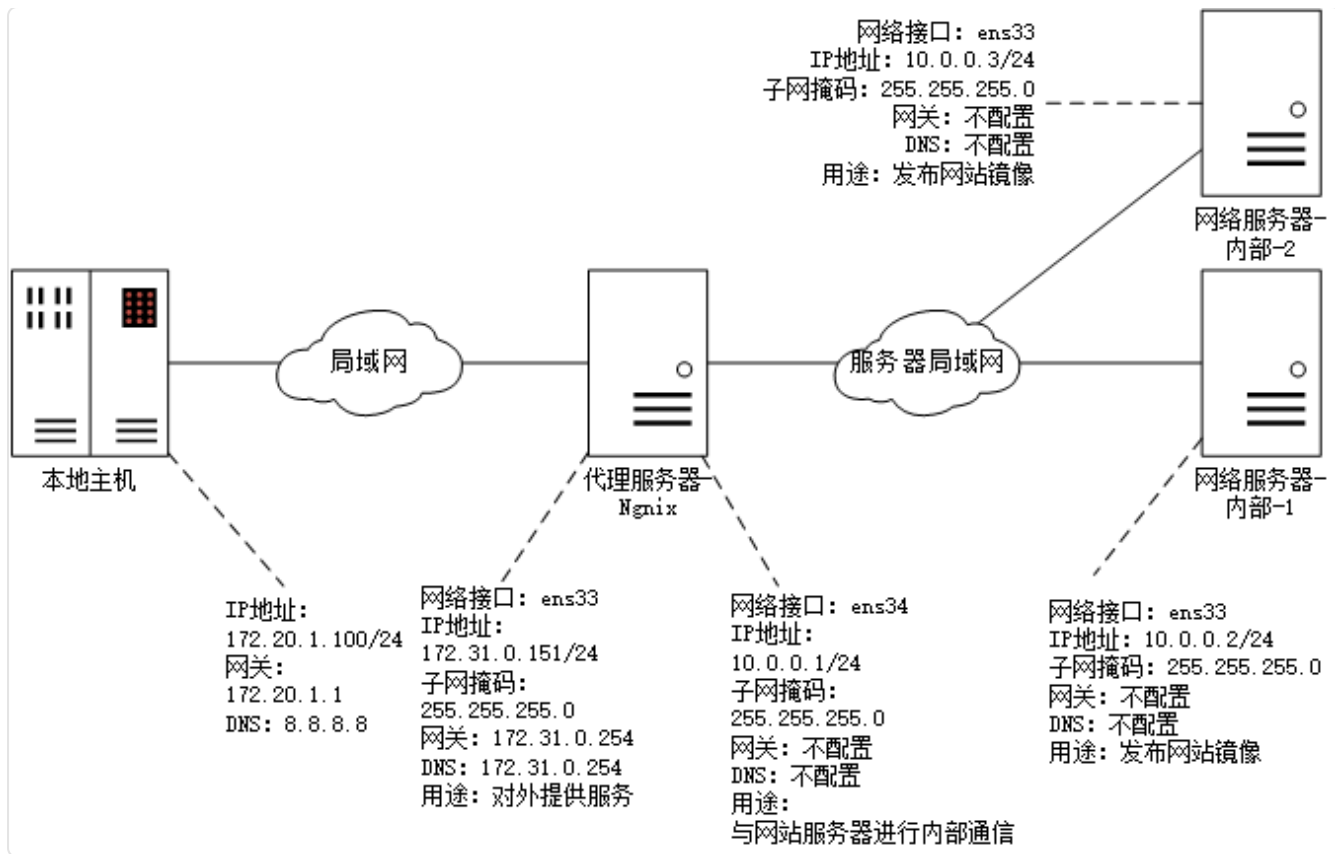
六、实验环境

- 1、本实验需要 VM 3 台；
- 2、本实验 VM 配置信息如下表所示；

虚拟机配置	操作系统配置
虚拟机名称：VM-Lab-05-Task-01-172.31.0.151 内存：1GB CPU：1 颗，1 核心 虚拟磁盘：20GB 网卡：共 2 块 1 块，外部网络 1 块，内部网络	主机名：Lab-05-Task-01 外部网络的配置： 1. IP 地址：172.31.0.151 2. 子网掩码：255.255.255.0 3. 网关：172.31.0.254 4. DNS：172.31.0.254 内部网络的配置： 1. IP 地址：10.0.0.1 2. 子网掩码：255.255.255.0 3. DNS：不配置
虚拟机名称：VM-Lab-05-Task-02-10.0.0.2 内存：1GB CPU：1 颗，1 核心 虚拟磁盘：20GB 网卡：1 块，内部网络	主机名：Lab-05-Task-02 IP 地址：10.0.0.2 子网掩码：255.255.255.0 网关：不配置 DNS：不配置
虚拟机名称：VM-Lab-05-Task-03-10.0.0.3 内存：1GB CPU：1 颗，1 核心 虚拟磁盘：20GB 网卡：1 块，内部网络	主机名：Lab-05-Task-03 IP 地址：10.0.0.3 子网掩码：255.255.255.0 网关：不配置 DNS：不配置

注意：虚拟机名称、主机名称均需要参考实验课提供的配置指南进行配置。

- 3、本实验拓扑图。



4、本实验操作演示视频。

本实验操作演示视频为视频集的第5集：<https://www.bilibili.com/video/BV1iH4y1c7ft?p=5>

七、实验内容及步骤

1、内网网站服务器-1的配置，并发布网站

在 VM-Lab-05-Task-02-10.0.0.2 主机上操作，进行内部网站服务器的建设和网站发布。具体步骤：

- (1) 创建内部网站服务器的VM，按照《实验 01：安装 openEuler》的内容进行创建。
- (2) 完成服务器防火墙的配置。

Shell

```
1 #防火墙的配置
2 [root@Lab-05-Task-02 ~] firewall-cmd --permanent --add-port=80/tcp
3 [root@Lab-05-Task-02 ~] firewall-cmd --permanent --add-port=81/tcp
4 [root@Lab-05-Task-02 ~] firewall-cmd --permanent --add-port=8080/tcp
5 [root@Lab-05-Task-02 ~] firewall-cmd --reload
6 [root@Lab-05-Task-02 ~] firewall-cmd --list-all
```

(3) 安装 Apache。

参考《实验 04：2、安装 Apache 服务》

(4) 创建内部网站。

创建的网站与发布方式结果如下：

表 5-1 内部网站服务器 -1 发布的网站一览表

网站名称	访问路径	存放目录	发布方式
Site-1	http://10.0.0.2	/var/www/html	基于 IP 地址
Site-2	http://10.0.0.2:81	/var/www/html/sitefolder2	基于端口
Site-3	http://10.0.0.2:8080	/var/www/html/sitefolder3	基于端口
Site-4	http://10.0.0.2/site4	/var/www/html/sitefolder4	基于虚拟目录
Site-5	http://10.0.0.2/site5	/var/www/html/sitefolder5	基于虚拟目录

Shell

```
1 # Site-1的内容创建：使用/var/www/html存储网站内容，撰写网站首页。
2 [root@Lab-05-Task-02 ~]# echo "<h1>Site-1:Publish using IP</h1>" > /va
  r/www/html/index.html
3
4 # Site-2的内容创建：创建sitefolder2目录，撰写网站首页。
5 [root@Lab-05-Task-02 ~]# mkdir /var/www/html/sitefolder2
6 [root@Lab-05-Task-02 ~]# echo "<h1>Site-2:Release using port 81</h1>"
  > /var/www/html/sitefolder2/index.html
7
8 # Site-3的内容创建：创建sitefolder3目录，撰写网站首页。
9 [root@Lab-05-Task-02 ~]# mkdir /var/www/html/sitefolder3
10 [root@Lab-05-Task-02 ~]# echo "<h1>Site-3:Release using port 8080</h1
   >" > /var/www/html/sitefolder3/index.html
11
12 # Site-4的内容创建：创建sitefolder4目录，撰写网站首页。
13 [root@Lab-05-Task-02 ~]# mkdir /var/www/html/sitefolder4
14 [root@Lab-05-Task-02 ~]# echo "<h1>Site-4:Publish using virtual directo
   ry/site4</h1>" > /var/www/html/sitefolder4/index.html
15
16 # Site-5的内容创建：创建sitefolder5目录，撰写网站首页。
17 [root@Lab-05-Task-02 ~]# mkdir /var/www/html/sitefolder5
18 [root@Lab-05-Task-02 ~]# echo "<h1>Site-5:Publish using virtual directo
   ry/site5</h1>" > /var/www/html/sitefolder5/index.html
```

(5) 基于IP地址发布网站

修改Apache配置文件的信息，以默认方式发布网站 Site-1。

Shell

```
1 # 配置文件的具体路径: /etc/httpd/conf/httpd.conf
2 # 查看Apache配置文件中实际用到的内容, 完成修改配置信息。
3 [root@Lab-05-Task-02 ~]# cat /etc/httpd/conf/httpd.conf | grep -vE "#|^$"
4 # -----httpd.conf文件-----
5 ServerRoot "/etc/httpd"
6 Listen 80
7 Include conf.modules.d/*.conf
8 User apache
9 Group apache
10 ServerAdmin root@localhost
11 <Directory />
12     AllowOverride none
13     Require all denied
14 </Directory>
15 DocumentRoot "/var/www/html"
16 <Directory "/var/www">
17     AllowOverride None
18     Require all granted
19 </Directory>
20 <Directory "/var/www/html">
21     Options Indexes FollowSymLinks
22     AllowOverride None
23     Require all granted
24 </Directory>
25 <IfModule dir_module>
26     DirectoryIndex index.html
27 </IfModule>
28 <Files ".ht*">
29     Require all denied
30 </Files>
31 # 此处省略了部分提示信息
32 # -----
```

(6) 基于端口发布网站。

在/etc/httpd/conf.d文件夹下创建 Site-2、Site-3 的配置文件。

Shell

```
1 # 使用端口方式发布Site-2、Site-3。
2 # 创建Site-2、Site-3的配置文件，并存入到/etc/httpd/conf.d目录下。
3 [root@Lab-05-Task-02 ~]# vi /etc/httpd/conf.d/port-site-2.conf
4 # 将以下内容写入配置文件
5 # -----port-site-2.conf文件-----
6 Listen 81
7 <VirtualHost *:81>
8     DocumentRoot "/var/www/html/sitefolder2"
9 </VirtualHost>
10 # -----port-site-2.conf文件-----
11
12 [root@Lab-05-Task-02 ~]# vi /etc/httpd/conf.d/port-site-3.conf
13 # 将以下内容写入配置文件
14 # -----port-site-3.conf文件-----
15 Listen 8080
16 <VirtualHost *:8080>
17     DocumentRoot "/var/www/html/sitefolder3"
18 </VirtualHost>
19 # -----port-site-3.conf文件-----
```

(7) 基于虚拟目录发布网站。

在/etc/httpd/conf.d 目录下创建 Site-4、Site-5 的配置文件。

Shell

```
1 # 使用虚拟目录方式发布Site-4、Site-5。
2 # 创建Site-4、Site-5的配置文件，并存入到/etc/httpd/conf.d目录下。
3 [root@Lab-05-Task-02 ~]# vi /etc/httpd/conf.d/alias-site-4.conf
4 # 将以下内容写入配置文件
5 # -----alias-site-4.conf文件-----
6 Alias /site4 "/var/www/html/sitefolder4"
7 <Directory "/var/www/html/sitefolder4">
8     Options Indexes FollowSymLinks
9     AllowOverride None
10    Require all granted
11 </Directory>
12 # -----alias-site-4.conf文件-----
13
14 [root@Lab-05-Task-02 ~]# vi /etc/httpd/conf.d/alias-site-5.conf
15 # 将以下内容写入配置文件
16 # -----alias-site-5.conf文件-----
17 Alias /site5 "/var/www/html/sitefolder5"
18 <Directory "/var/www/html/sitefolder5">
19     Options Indexes FollowSymLinks
20     AllowOverride None
21     Require all granted
22 </Directory>
23 # -----alias-site-5.conf文件-----
```

(8) 网站测试。

Shell

```
1 # 重新载入httpd服务的配置文件
2 [root@Lab-05-Task-02 ~]# systemctl reload httpd
3
4 #通过浏览器进行网站的访问测试。
```



注意：此处的虚拟机要能够正常访问互联网，用于安装 Apache 服务进行网站发布。网站成功发布后修改网络配置，将网卡类型修改为“仅主机模式”，IP 地址修改为 10.0.0.2/24，不配置网关和 DNS。

2、内网网站服务器 -2 的配置，并发布网站

- (1) 安装服务与发布网站参考上一步骤《1、内网网站服务器 -1 的配置，并发布网站》
- (2) 修改网络配置，将 IP 地址修改为 10.0.0.3。
- (3) 发布内容与内网网站服务器 -1 内容一致。

创建的网站与发布方式结果如下：

表 5-2 内部网站服务器 -2 发布的网站一览表

网站名称	访问路径	存放目录	发布方式
Site-1	http://10.0.0.3	/var/www/html	基于 IP 地址
Site-2	http://10.0.0.3:81	/var/www/html/sitefolder2	基于端口
Site-3	http://10.0.0.3:8080	/var/www/html/sitefolder3	基于端口
Site-4	http://10.0.0.3/site4	/var/www/html/sitefolder4	基于虚拟目录
Site-5	http://10.0.0.3/site5	/var/www/html/sitefolder5	基于虚拟目录

3、安装 Nginx 服务

在 VM-Lab-05-Task-01-172.31.0.151 主机上操作，安装 Nginx 服务。

```
1 # 安装了必要的依赖库和工具
2 [root@Lab-03-Task-01 ~]# yum install -y gcc wget tar make zlib-devel pc
  re-devel openssl-devel
3 # 官网下载Nginx 源码包
4 [root@Lab-03-Task-01 ~]# wget https://nginx.org/download/nginx-1.18.0.t
  ar.gz
5
6 # 解压下载的源码包
7 [root@Lab-03-Task-01 ~]# tar -xzf nginx-1.18.0.tar.gz
8 # 使用 ./configure 命令配置 Nginx, 并添加 http_stub_status_module 模块
9 [root@Lab-03-Task-01 ~]# cd nginx-1.18.0
10 [root@Lab-03-Task-01 nginx-1.18.0]# ./configure --with-http_stub_status
  _module
11 # 编译并安装 Nginx
12 [root@Lab-03-Task-01 nginx-1.18.0]# make
13 [root@Lab-03-Task-01 nginx-1.18.0]# make install
14 # 添加环境变量, 启动 Nginx
15 [root@Lab-03-Task-01 nginx-1.18.0]# cd /usr/local/nginx
16 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# vi /etc/profile
17 ----- profile -----
18 # 添加内容
19 export PATH="/usr/local/nginx/sbin:$PATH"
20 -----
21 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# source ~/.bashrc
22 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# ./sbin/nginx
```

4、配置 Nginx 实现负载均衡服务

在 VM-Lab-05-Task-01-172.31.0.151 主机上操作, 配置 Nginx 并实现负载均衡服务。

本项目以域名方式发布内部网站服务器上的 5 个网站, 通过 Nginx 发布的网站的信息如下:

表 5-3 对外发布的网站一览表

序号	发布地址	对应内部网站服务器 -1 的网站	对应内部网站服务器 -2 的网站
1	http://www.a.com	http://10.0.0.2	http://10.0.0.3
2	http://www.b.com	http://10.0.0.2:81	http://10.0.0.3:81
3	http://www.c.com	http://10.0.0.2:8080	http://10.0.0.3:8080
4	http://www.d.com	http://10.0.0.2/site4	http://10.0.0.3/site4
5	http://www.e.com	http://10.0.0.2/site5	http://10.0.0.3/site5

具体的配置方法如下：

(1) 完成服务器防火墙的配置。

Shell

```
1 # 添加防火墙策略
2 [root@Lab-05-Task-01 ~]# firewall-cmd --zone=public --add-port=80/tcp --permanent
3 [root@Lab-05-Task-01 ~]# firewall-cmd --reload
4 [root@Lab-05-Task-01 ~]# firewall-cmd --list-all
5 # 配置SELinux
6 [root@Lab-05-Task-01 ~]# setenforce 0
7 # 修改SELinux配置文件
8 [root@Lab-05-Task-01 ~]# vi /etc/selinux/config
9 ----- config -----
10 SELINUX=permissive
11 -----
12 [root@Lab-05-Task-01 ~]# reboot
```

(2) 实现轮询负载均衡。

```
1 # 配置Nginx实现负载均衡服务
2 # 在cd /usr/local/nginx/conf.d/目录下进行配置文件修改
3 # 轮询负载均衡
4 # 创建配置文件port-site-1.conf, 通过域名实现内部网站80端口的负载。
5 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# mkdir /usr/local/nginx/conf.d
6 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# vi /usr/local/nginx/conf.d/port-site1.conf
7 ----- port-site1.conf -----
8 upstream load1{
9     server 10.0.0.2:80;
10    server 10.0.0.3:80;
11 }
12 server{
13     listen 80;
14     server_name www.a.com;
15     location / {
16         proxy_pass http://load1;
17         proxy_set_header Host $host:80;
18     }
19 }
20
21 -----
22 # 创建配置文件port-site-2.conf, 通过域名实现内部网站81端口的负载
23 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# vi /usr/local/nginx/conf.d/port-site2.conf
24 ----- port-site2.conf -----
25 upstream load2{
26     server 10.0.0.2:81;
27     server 10.0.0.3:81;
28 }
29 server{
30     listen 80;
31     server_name www.b.com;
32     location / {
33         proxy_pass http://load2;
34         proxy_set_header Host $host:80;
35     }
36
37 }
38 -----
39 # 创建配置文件port-site-3.conf, 通过域名实现内部网站8080端口的负载
```

```
40 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# vi /usr/local/nginx/conf.d/port-site3.conf
41 ----- port-site3.conf -----
42 upstream load3{
43     server 10.0.0.2:8080;
44     server 10.0.0.3:8080;
45 }
46 server{
47     listen 80;
48     server_name www.c.com;
49     location / {
50         proxy_pass http://load3;
51         proxy_set_header Host $host:80;
52     }
53
54 }
55 -----
56 # 创建配置文件port-site-4.conf, 通过域名实现内部网站虚拟目录site4的负载
57 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# vi /usr/local/nginx/conf.d/port-site4.conf
58 ----- port-site4.conf -----
59 upstream load4{
60     server 10.0.0.2;
61     server 10.0.0.3;
62 }
63 server{
64     listen 80;
65     server_name www.d.com;
66     location / {
67         proxy_pass http://load4/site4/;
68         proxy_set_header Host $host:80;
69     }
70
71 }
72 -----
73 # 创建配置文件port-site-5.conf, 通过域名实现内部网站虚拟目录site5的负载
74 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# vi /usr/local/nginx/conf.d/port-site5.conf
75 ----- port-site5.conf -----
76 upstream load5{
77     server 10.0.0.2;
78     server 10.0.0.3;
79 }
80 server{
```

```
81     listen 80;
82     server_name www.e.com;
83     location / {
84         proxy_pass http://load5/site5/;
85         proxy_set_header Host $host:80;
86     }
87
88 }
89 -----
90 # 修改Nginx 配置文件nginx.conf
91 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# vi /usr/local/nginx/conf/nginx.conf
92 ----- nginx.conf -----
93 # 在文件中添加以下内容
94 include /usr/local/nginx/conf.d/*.conf;
95 -----
96
97 # 重新加载Nginx
98 [root@Lab-03-Task-01 nginx]# ./sbin/nginx -s reload
```

5、配置 Nginx 状态监控

在 VM-Lab-05-Task-01-172.31.0.151 主机上操作，配置 Nginx 并实现服务监控。

Nginx 提供了一个内置的状态信息监控页面可用于监控 Nginx 的整体访问情况，这个功能由 ngx_http_stub_status_module 模块进行实现。

(1) 配置 Nginx 实现监控。

Shell

```
1 # 修改Nginx 配置文件，添加以下内容
2 [root@Lab-05-Task-01 ~]# vi /usr/local/nginx/conf/nginx.conf
3 ----- nginx.conf -----
4 server {
5     listen *:80 default_server;
6     server_name _;
7     location /nginx_status {
8         stub_status on;
9         access_log off;
10    allow 172.31.0.151;
11    #deny all;
12    }
13 }
14 -----
15
16 [root@Lab-05-Task-01 nginx]# ./sbin/nginx -s reload
17
18 # 在本地浏览器上通过访问http://172.31.0.151/nginx_status可查看Nginx的状态信息
```

6、访问测试

在本地主机上配置 hosts 文件（文件访问路径 C:\Windows\System32\drivers\etc\hosts）将域名和 IP 地址建立映射关系，依次通过浏览器进行域名访问测试。

Shell

```
1 #hosts文件内容
2 172.31.0.151    www.a.com
3 172.31.0.151    www.b.com
4 172.31.0.151    www.c.com
5 172.31.0.151    www.d.com
6 172.31.0.151    www.e.com
```

表 5-4 服务测试结果

序号	域名访问	网站服务器 -1 状态	网站服务器 -2 状态	网站是否可访问
1	www.a.com	开机	开机	是
2	www.b.com	开机	关机	是
3	www.c.com	关机	开机	是
4	www.d.com	关机	关机	否

得出结论：

两台正常，可以访问，负载均衡。

单台故障，可以访问，说明容灾。

全部故障，不可访问。

八、实验考核

实验考核分为【实验智能考】和【实验线上考】两个部分。

实验智能考：通过 AI 智能体、实验操作日志智能分析等措施，由 AI 智能对实验学习过程进行综合评分。

实验线上考：每个实验设置 10 道客观题。通过线上考核平台（如课堂派）进行作答。

实验智能考的成绩占本实验成绩的 30%，实验线上考的成绩占本实验成绩的 70%。

1、实验智能考

实验 4-6 为 openEuler 的服务器部署，学生通过教学云计算平台的统一运维平台和堡垒机，在提供的云计算平台上进行实验，并提交最终实验成果的 URL 地址，通过 AI 和大数据技术对学生操作命令进行实验过程和成果的综合考核，最终由人工智能评定最终成绩。

2、实验线上考

本实验线上考共 10 题，其中单选 4 题、多选 1 题、判断 3 题、填空 2 题。

考核题目不对外发布：