

# 课程项目1

# 在 VirtualBox 中设置虚拟网络

类别：

CS- SYS: 电脑系统

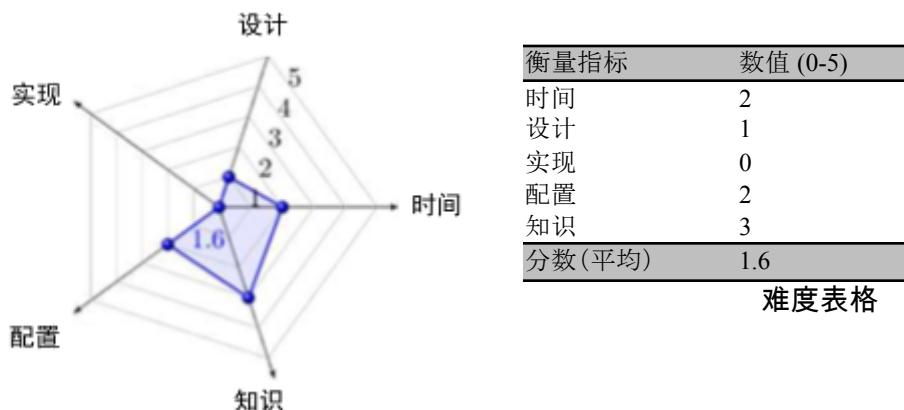
目标：

1. 了解如何安装 VirtualBox
2. 了解如何在 VirtualBox 中创建虚拟机
3. 了解如何在 VirtualBox 中配置虚拟机

实验室的预计时长：

1. 专家：20 分钟
2. 新手：100 分钟

难度示意图：



所需的操作系统：

主机：Windows、MAC (intel CPU) 或 Linux; VM: Ubuntu 18.04 LTS

实验室运行环境：

VirtualBox <https://www.virtualbox.org/>



1. 计算机操作系统 : Windows 10、Mac OS 10 或 Linux 64-bit 版本
2. 网络设置 :
3. 互联网 : 可访问

实验室的准备工作 :

初始设置 : 该实验室至少需要 4GB 的内存和 20GB 的硬盘空间。

## 任务 1 下载并安装 VirtualBox

Oracle VM VirtualBox 是一个跨平台的虚拟化应用程序，可以在现有基于英特尔或 AMD 的计算机上运行，无论是 Windows、Mac OS X、Linux 还是 Oracle Solaris 操作系统(OSes)。其次，它可以通过在多个虚拟机中同时运行多个 OSes 来扩展功能。例如，你可以在 Mac 上运行 Windows 和 Linux，在 Linux 服务器上运行 Windows 等，所有这些都可以与现有的应用程序一起运行。在处理虚拟化问题时，以及为了理解下面有关本实验室的介绍，了解一些关键术语（特别是以下术语），会对你有所帮助：

**主机操作系统(host OS)**。这是安装 Oracle VM VirtualBox 的物理计算机的操作系统。Oracle VM VirtualBox 版本适用于 Windows、Mac OS X、Linux 和 Oracle Solaris 主机。

**主机操作系统(host OS)**。这是在虚拟机内部运行的操作系统。从理论上讲，Oracle VM VirtualBox 可以运行任何 x86 操作系统，如 DOS、Windows、OS/2、FreeBSD 和 OpenBSD。

访问 <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads> 下载最新版本的 VirtualBox，即本手册创建时的 6.1.26 版本。如果你的主机操作系统是 Windows，则打开 Windows 主机的链接；如果你的主机操作系统是 Mac OS，则打开 OS X 的链接，以此类推。

点击链接并下载 VirtualBox。下载过程完成后，如果是 Windows 系统，你应该会收到一个 .exe 的文件；如果是 Mac OS，你则应该会收到一个 .dmg 的文件；双击文件并开始安装过程。安装程序有一个分步界面，你需要遵循这些步骤，尽量保留所有默认设置，并且只有在你了解要更改的内容和想要更改的内容时才更改设置。

（注意：对于主机操作系统，如果你使用的是 Ubuntu 或其他类型的 Linux 操作系统，请用 apt install 或其他命令行来安装 Virtualbox。）

## 任务 2 在 VirtualBox 上安装提供的虚拟机

可通过以下链接下载预构建的 Ubuntu 18.04 VirtualBox 映像。

GUI 虚拟机映像：

<https://drive.google.com/file/d/11apPTNLj5gGY-DzKyQYs5JyiA3Ulppfb/view?usp=sharing>

CLI（仅有命令行，更轻量化）虚拟机映像：

[https://drive.google.com/file/d/1sMnd4f4tk5vckgPTonyynF\\_bWIF-ALfq/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1sMnd4f4tk5vckgPTonyynF_bWIF-ALfq/view?usp=sharing)

所有虚拟机的帐户信息：

用户名：ubuntu

密码：123456

## 第 1 步：在 VirtualBox 中创建新的虚拟机

首先，用“New”功能创建一个新的虚拟机。在 virtualBox 窗口中，点击“Machine”，再选择“New”创建一个新的虚拟机，如图 CS-SYS-00101.1 所示。

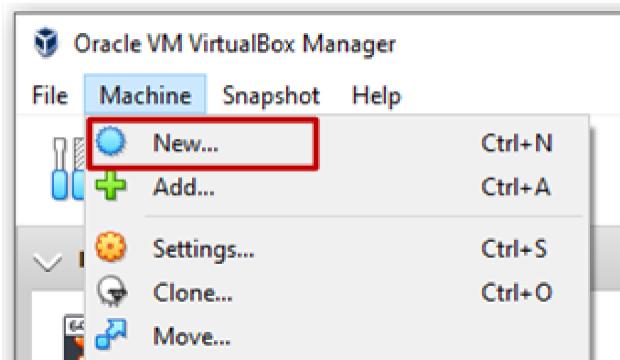
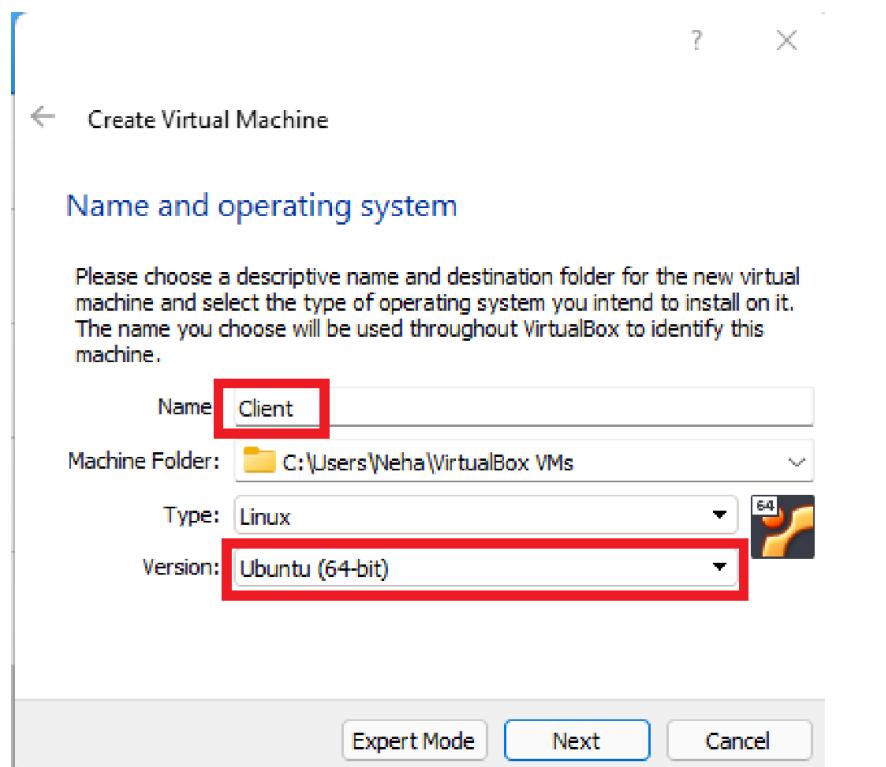


图 CS-SYS-00101.1  
在 VirtualBox 中创建新的虚拟机

#### 第 2 步：提供名称并选择操作系统的类型和版本

在第一个文本框中为你的虚拟机输入喜欢的名称。让计算机文件夹保持默认。操作系统的类型和版本应该是“Linux”和“Ubuntu(64 位)”，我们预先构建的 Ubuntu 18.04 虚拟机是 64 位的，所以要选择 Ubuntu (64 位)。图 CS-SYS-00101.2 中还提供了虚拟机的详细信息。

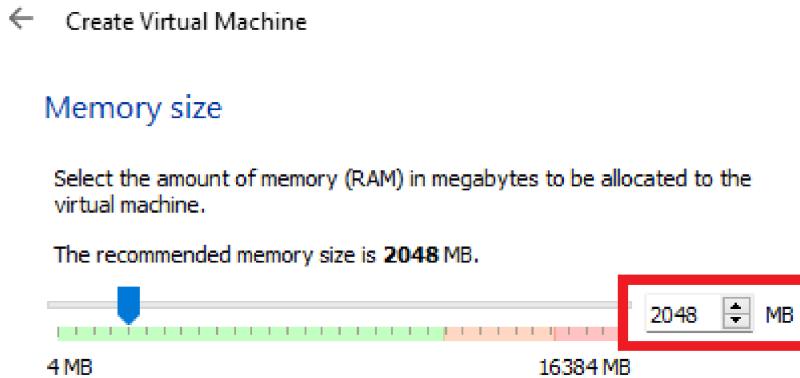


Client	客户端
Ubuntu (64-bit)	Ubuntu(64 位)

图 CS-SYS-00101.2  
创建新的虚拟机 – 名称和操作系统

### 步骤 3：设置内存大小

对于 GUI 版本的 Linux 虚拟机，建议至少使用 2 GB 内存；对于 CLI 版本的 Linux 虚拟机建议使用 1 GB 内存。如果你的计算机有更多的内存，你就可以相应地增加内存。你给虚拟机提供的内存越多，虚拟机的性能就会越好。但是请注意，你需要为主机操作系统保留一些内存，因此，假如内存总共是 8GB，你分配给虚拟机的内存就不应该超过 6GB。

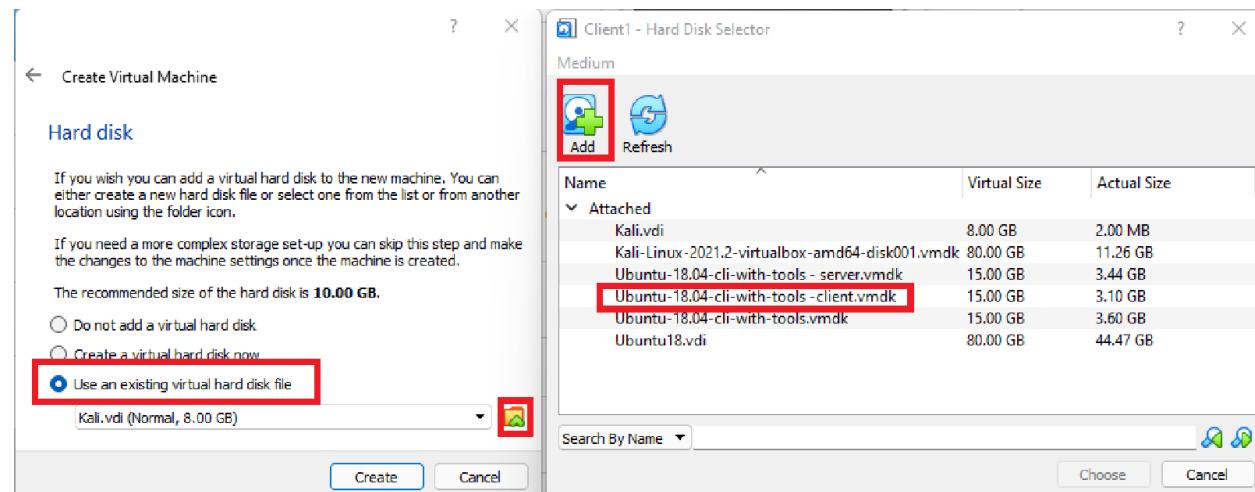


**图 CS-SYS-00101.3**

将每个虚拟机的内存设置为 2048 MB。

### 步骤 4：选择我们提供的预构建虚拟机文件

选择“使用现有虚拟磁盘文件”，然后单击“文件夹映像”。用“添加”按钮搜索并选择 .vdi 文件，该文件是通过弹出窗口上的 google drive 链接下载的。



Use an existing virtual hard disk file	使用现有的虚拟硬盘文件
Add	添加
Ubuntu-18.04-cli-with-tools-client.vmdk	Ubuntu-18.04-cli-with-tools-client.vmdk

**图 CS-SYS-00101.4**

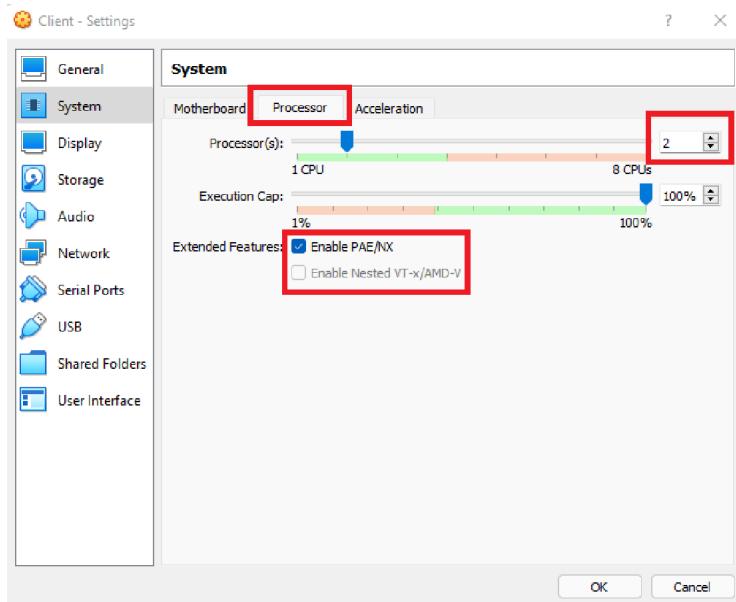
为虚拟机分配所提供的 VirtualBox 映像

### 任务 3 配置虚拟机

完成上一步后，虚拟机将被创建，你可以在 VirtualBox 的虚拟机面板上看到。我们需要做进一步的配置。右键单击“虚拟机”，单击“设置”选项，我们会看到设置窗口。

#### 第 1 步：CPU 设置

打开“系统”类别界面并选择“处理器”选项卡。如果没有问题的话，将 CPU 数量分配给此虚拟机。尽管 2 个可能就够了，但如果存在性能问题，则应增加数量。记住，也要为你的主机操作系统保留一些 CPU！从扩展功能中选择这两个选项。



Processor	处理器
Enable PAE/NX	启用 PAE/NX
Enable Nested VT-x/AMD-V	启用嵌套 VT-x/AMD-V

图 CS-SYS-00101.5

为每个虚拟机配置 2 个处理器

#### 第 1 步：显示设置

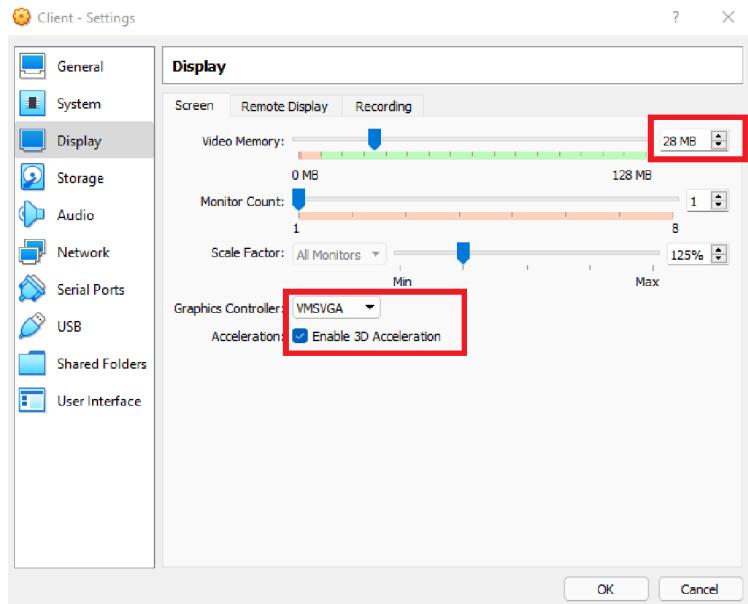
打开“显示”类别界面，选择“屏幕”选项卡。如果显示似乎无法正常工作，可尝试增加视频内存量。在我们的测试中，28 MB 的内存量应该足够用。选择 VMVGA，启用 3D 加速。

注意 1：确保选择 VMVGA，因为选择其他图形控制器可能会导致所提供的 Ubuntu18.04 虚拟机崩溃。

注意 2：如果计算机的屏幕分辨率太高，虚拟机可能无法匹配高分辨率。因此，虚拟机在屏幕上会非常小。要想让虚拟机变大，可在此设置中调整比例系数。

#### 步骤 3：网络设置

根据本项目的要求，你需要设置一个虚拟网络环境，如图 CS-SYS-00101.7 所示。对于网关虚拟机，你需要创建 3 个网络（Net1、Net2 和 Net3）。在此图例中：



VMSVGA	VMSVGA
Enable 3D Acceleration	启用 3D 加速

图 CS-SYS-00101.6

根据你对每个虚拟机的要求进行显示配置。

Net3 网络是你需要设置并连接到本地主机的网络，让你的网关流量可以通过主机的网络接口进入公共域。该网络被视为虚拟系统连接到互联网的网络接口。要设置此网络，你需要打开 VirtualBox 的 Preference 菜单（如图 CS-SYS-00101.8 所示），然后选择网络类别，这样你就可以创建一个 NatNetwork。记住，这个 NatNetwork 将作为整个 VirtualBox 的传出流量网络接口。从技术上讲，你可以创建多个 NatNetwork。但为了满足网络设置要求，你只需创建一个 NatNetwork 并使其连接到网关的虚拟网络接口。最后，返回到 virtual Box 的主菜单，选择网关的网络设置，再选择一个未分配的适配器。从“Attach to”下拉菜单中，选择 NAT Network，再选择创建的 NAT Network。通过这种方式，你可以将网关的虚拟接口连接到环境的传出接口。

Net 1(客户端网络) 和 Net 2(服务器网络) 与外部网络没有直接连接。因此，我们需要将其设置为内部网络，它们所生成的网络流量需要通过

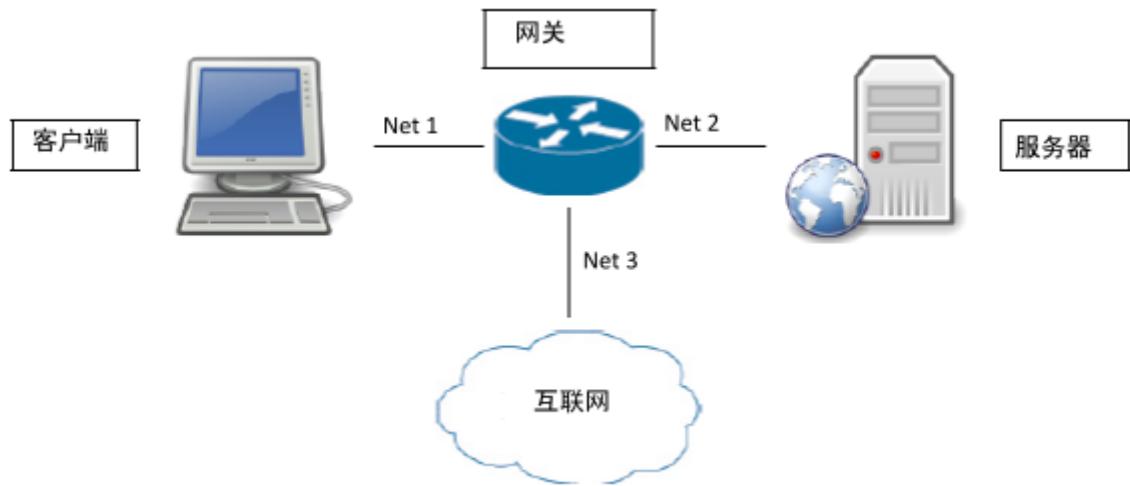


图 CS-SYS-00101.7

## 网络设置

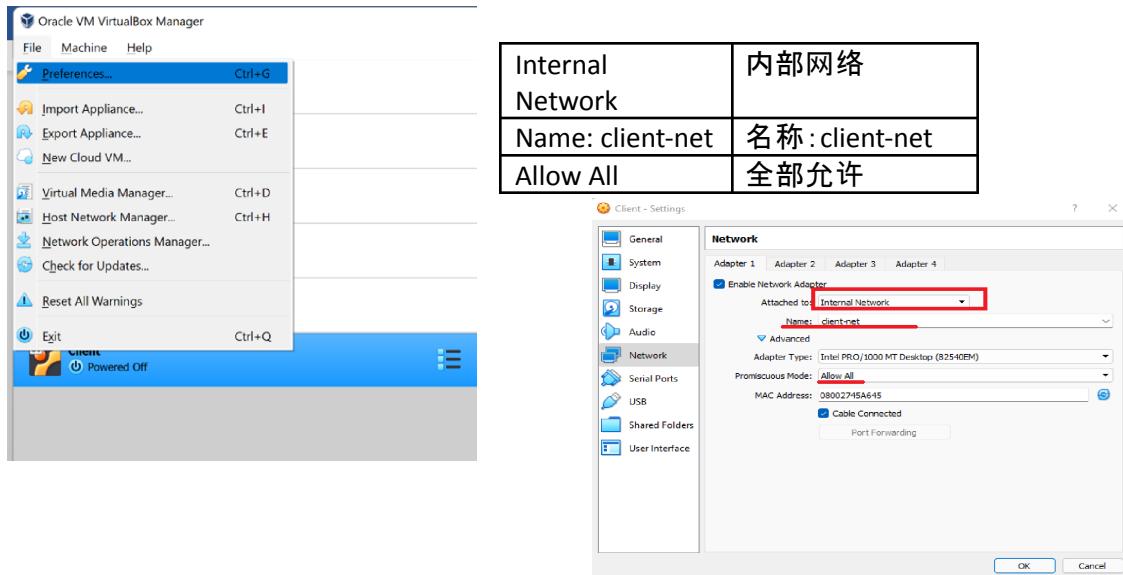


图 CS-SYS-00101.8

为全局 virtual-Box 的常用设置设置虚拟网络。

图 CS-SYS-00101.9

为网关虚拟机配置 NAT 网络，为客户端和服务器虚拟机配置内部网络。

通往公共域的网关。为此，你需要在网关上选择不同的适配器，并从“Attach to”下拉菜单中将其设置为内部网络，如图 CS-SYS-00101.9 所示。对 Net1 和 Net2 重复此步骤。这样你就建立并启用了一个连接到三个不同网络的网关。

客户端和服务器虚拟机只有一个内部网络接口。你需要遵循与网关相同的步骤来设置内部网络，并分别将其中一个虚拟网络接口分配给 Net1(客户端网络) 和 Net2(服务器网络)。配置示例如图 CS-SYS-00101.10 所示。接下来，完成 VirtualBox 网络设置(这里我们省略了如何设置服务器网络接口的演示)。

请注意，此时，你只需设置网络连接(与你将计算机连接到物理网络电缆类似)，你仍然需要登录计算机(如虚拟机)以设置适当的网络配置，让虚拟机可以互相“对话”；特别是，使网关能够将客户端和服务器的网络流量转发到公共互联网。我们稍后会讨论这部分内容。

#### 任务 4 虚拟机操作：启动虚拟机、拍摄快照和停止虚拟机

我们现在可以启动虚拟机。你也可以用“Take”按钮拍摄虚拟机的快照，如图 CS-SYS-00101.11 所示。这样，如果出现问题，你就可以用保存的快照回顾虚拟机的状态。

运行中的虚拟机将消耗计算机中的大量计算资源，因此在不使用时，你可以将虚拟机关闭。停止虚拟机的方式有很多。最好的方式是采用“Save State”。这与关闭虚拟机不同。该操作可以保存当前的虚拟机状态，以便在下次重新启动虚拟机时恢复该状态。此外，启用速度也比重新启动虚拟机快。

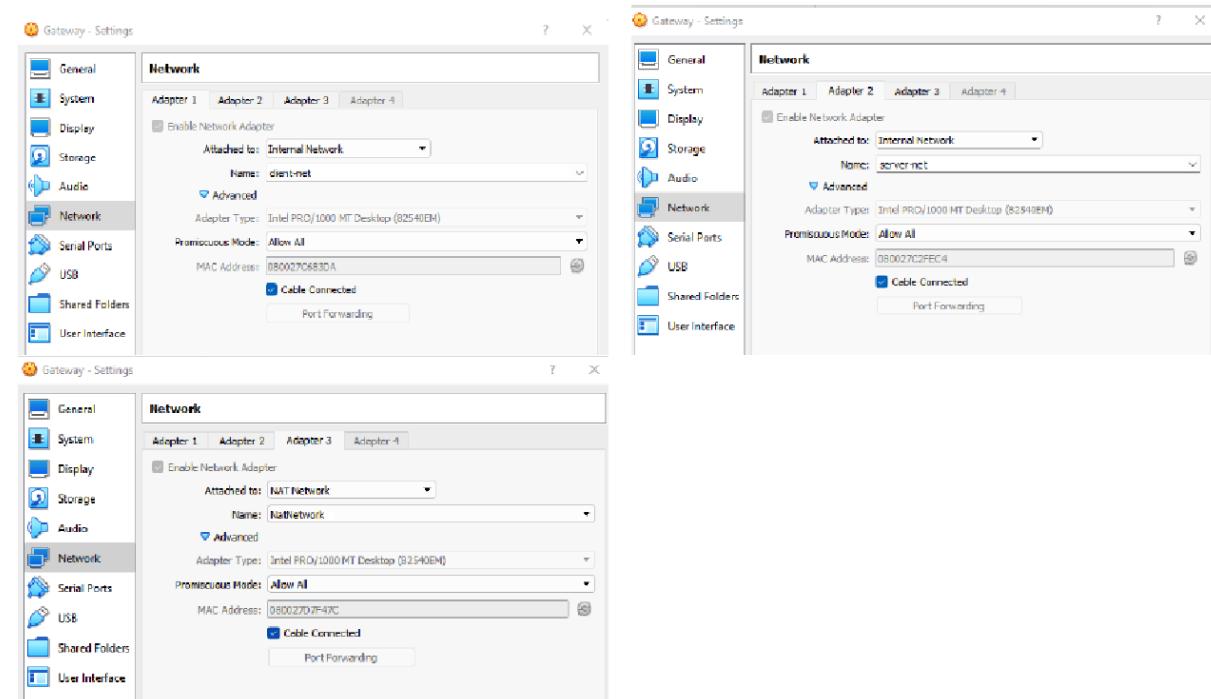


图 CS-SYS-00101.10

网关虚拟机的网络配置 (netplan) 设置。

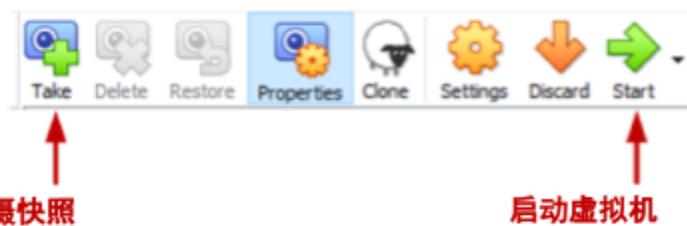


图 CS-SYS-00101.11

拍摄虚拟机的快照

### 任务 5 设置虚拟机网络

对于我们的课程项目，你需要用已提供的映像，重复任务 2 的步骤三次来创建 3 个虚拟机映像（通过上面链接的 Google Drive 下载）。你可以将它们命名为：客户端虚拟机、网关虚拟机和服务器虚拟机。如前面几项任务所述，你应该将客户端虚拟机配置一个内部网络，将服务器虚拟机配置另一个内部网络，并将网关虚拟机配置全部三个网络，即客户端内部网络、服务器内部网络和 NatNetwork（通过物理主机连接到互联网，如图 CS-SYS-00101.12 所示）。这样客户端虚拟机和网关虚拟机都可以连接到客户端内部网络，而服务器虚拟机和网关虚拟机都可以连接到服务器内部网络，只有网关虚拟机连接到 NatNetwork（如互联网）。

在下面的子任务中，我们需要登录到每个虚拟机，并对网络配置进行设置，以实现互连和数据包转发。

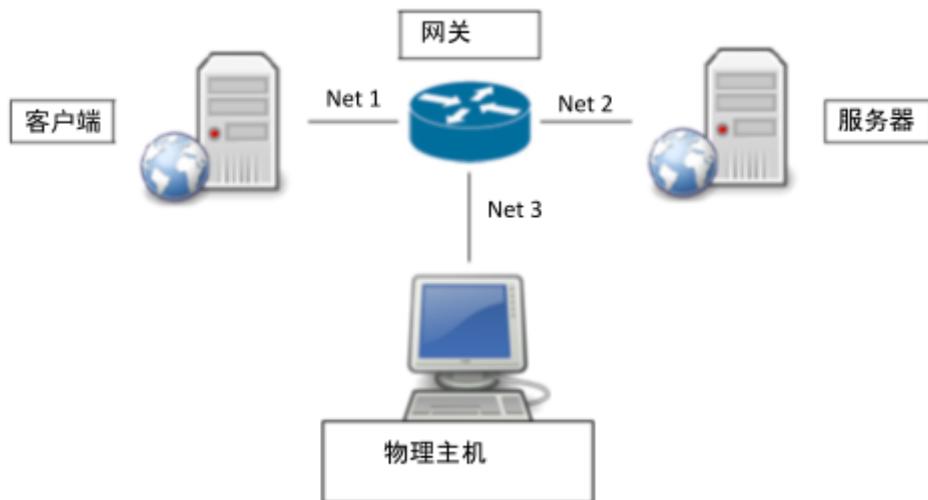


图 CS-SYS-00101.12

项目的网络拓扑

#### 任务 5.1 客户端设置

在命令行中，你可以用以下命令检查客户端的网络接口：

```
$ ifconfig -a
```

请注意，选项“-a”让你可以检查隐藏的（或不活动的）网络接口。此时，对于唯一一个为客户端虚拟机启用的虚拟网络接口，应该没有为其分配的 IP 地址。通常，enp0s3 是 Ubuntu 虚拟机的第一个可用接口。不同的系统可能有不同的名称。

接下来，你可以用以下命令来手动设置 ip 地址：

```
$ sudo ifconfig enp0s3 192.168.0.10/24 netmask 255.255.255.0 up
```

注意 : sudo 命令用于启用管理员权限，以更改网络系统配置。用提供的密码授权该命令。接下来，你可以发出 ifconfig，检查网络接口的配置是否正确。

下面，你需要为客户端网络配置默认网关。如果客户端想要向同一网络上的另一个虚拟机（如网关）发送数据包，则不需要依赖默认网关。而当客户机想要向远程主机发送数据包时，客户机需要知道默认网关，以便将数据包转发到下一跳。要想在客户端虚拟机上添加默认网关，你需要发出以下命令：

```
$ sudo route add default gw 192.168.0.100
```

或者，你也可以用“ip”命令：

```
$ sudo ip route add default via 192.168.0.100
```

在此示例中，192.168.0.100 是需要在网关虚拟机接口（连接到客户端网络）上设置的 IP 地址。你可以用以下命令检查默认网关的设置是否正确：

```
$ route -n
```

你可以用 ifconfig/route/ip 命令来设置网络，但如果重启虚拟机，系统将不会保留之前的配置。要想永久设置网络，你需要用 netplan 来配置网络。默认的 netplan 配置文件位于 “/etc/netplan” 文件夹中。你可以用任意编辑器来设置配置（如 vim）：

```
$ sudo vim /etc/netplan/01-netcfg.yaml
```

对于这个客户端网络示例，你可以按如下方式设置配置：

```
network:
version:2
renderer: networkd
ethernets:
enp0s3:
dhcp4: no
addresses:
- 192.168.0.10/24
gateway4:192.168.0.100
nameservers:
addresses : [8.8.8.8, 8.8.4.4]
```

在本示例中，你用网络掩码 255.255.255.0 将客户端 IP 地址配置为 192.168.0.10。默认网关设置为 192.168.0.1，DNS 服务器为 8.8.8.8 和 8.8.4.4，如图 CS-SYS-00101.13 所示。

```
# This file is generated from information provided by the datasource. Changes
# to it will not persist across an instance reboot. To disable cloud-init's
# network configuration capabilities, write a file
# /etc/cloud/cloud.cfg.d/99-disable-network-config.cfg with the following:
# network: {config: disabled}
network:
  ethernets:
    enp0s3:
      dhcp4: no
      addresses: [192.168.0.10/24]
      gateway4: 192.168.0.100
      nameservers:
        addresses: [8.8.8.8, 8.8.4.4]
  version: 2
```

图 CS-SYS-00101.13

客户端虚拟机的网络配置 (netplan) 设置。

要启用 netplan 配置，须发出以下命令：

```
$ sudo netplan try
```

或

```
$ sudo netplan apply
```

如启用成功，系统将回复“configuration accept”(配置接受)消息。如出现错误，你可以尝试通过“调试”检查语句或设置错误，继而通过以下命令来调试错误：

```
$ sudo netplan -d apply
```

## 任务 5.2 网关设置

你可以用“ifconfig”命令在网关虚拟机上设置 3 个网络接口(参阅任务 5.2 中给出的示例)。首先，你需要用“ifconfig-a”命令检查虚拟机的可用虚拟接口。假设客户端网络接口和服务器网络接口分别为 enp0s3 和 enp0s9。接下来，要想设置两个内部网络的 IP 地址，你可以利用下面的 ifconfig 命令：

```
$ sudo ifconfig enp0s3 192.168.0.100 netmask 255.255.255.0 up
$ sudo ifconfig enp0s8 10.0.0.100 netmask 255.0.0.0 up
```

由于 NatNetwork 与主机网络环境相连接，所以要对 NatNetwork 进行特殊处理，从而为网关客户端提供 DHCP 和 DNS 服务。在本示例中，我们假设 enp0s8 接口已分配给 NatNetwork，那么你可以用以下命令为该接口获取 DHCP 分配的 IP 地址：

```
$ sudo dhclient enp0s9
```

接下来，你可以用“ifconfig”和“route-n”命令来检查网络设置。它们应该显示为该 DHCP 启用的网络所分配的 IP 地址和默认网关设置。

要想永久设置配置，你可以在网关虚拟机上创建以下 netplan 配置：

```
$ sudo vim /etc/netplan/01-netcfg.yaml
```

应包含以下信息。

```
network:
version:2
renderer: networkd
ethernets:
enp0s3:
dhcp4: no addresses:
- 192.168.0.100/24
nameservers:
addresses: [8.8.8.8, 8.8.4.4]
enp0s9:
dhcp4: yes
nameservers:
addresses: [8.8.8.8, 8.8.4.4]
enp0s8:
dhcp4: no addresses:
- 10.0.0.100/8
nameservers:
addresses: [8.8.8.8, 8.8.4.4]
```

```
$ sudo netplan apply
```

要启用网关将流量转发到外部网络，你需要配置“iptables”并设置 POSTROUTING NAT 规则：

```
$ iptables -t nat -A POSTROUTING -o enp0s9 -j MASQUERADE
```

此 iptables 规则让网关虚拟机可以利用主机的 IP 地址，将数据包转发到外部系统，该 IP 地址可在公共域中路由。

最后，你需要在网关虚拟机上启用 IP 转发，只需在 /etc/sysctl.conf 中输入以下命令行：

```
net.ipv4.ip_forward = 1
```

再运行以下命令来启用配置。

```
$ sudo sysctl -p
```

或者，你也可以直接在命令行中运行以下命令，以便在网关虚拟机上启用数据包转发。

```
$ sudo sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1
```

### 任务 5.3 服务器设置

服务器网络设置与客户端网络设置类似。首先，用命令“ifconfig-a”检查是否显示 IP 地址，如未显示，则尝试用下面的命令来手动设置 ip：

```
$ sudo ifconfig enp0s3 10.0.0.10 netmask 255.0.0.0 up
```

接下来，添加默认路由：(假设网关的网络接口设置为 10.0.0.100)

```
$ sudo route add default gw 10.0.0.100
```

要在服务器虚拟机上永久设置网络，你需要在 netplan 配置文件中配置 IP 地址：

```
$ sudo vim /etc/netplan/01-netcfg.yaml
```

```
network:
version:2
renderer: networkd
ethernets:
enp0s3:
dhcp4: no
addresses:
- 10.0.0.10/8
gateway4:10.0.0.100
nameservers:
addresses: [8.8.8.8, 8.8.4.4]
```

最后，应用这些设置：

```
$ sudo netplan -d apply
```

## 故障排除

如果由于相同的 VirtualBox 映像，3 个虚拟机都无法启动，则尝试以下操作：

- 在 Windows 计算机上，你可以采取以下方式：
  1. 打开命令提示符
  2. 将安装 VirtualBox 的目录更改为 (*Default :C:/ProgramFiles/Oracle/VirtualBox*)
  3. 键入以下命令：

```
$ VBOXMANAGE.EXE internalcommands sethduuid PathOfNewVMDK
```

注意，“internal commands”和“sethduuid”必须是小写。

- 在 MAC 计算机上，你可以采取以下方式：

如前所述，基本逻辑是相同的。不同之处在于 Windows 和 MAC 将 VirtualBox 管理器存储在不同的位置，且管理器的名称略有不同。

1. 打开命令提示符：
2. 更改为 Virtualbox.app 目录（如 /Applications/VirtualBox.app/Contents/MacOS）
3. 键入以下命令：

```
$ VBoxManage internal commands sethduuid PathOfYourVMDK
```

## 相关信息和资源

[1] [VirtualBox 下载网址](#) :

<https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>  
[2] VirtualBox 用户手册：  
<https://www.virtualbox.org/manual/UserManual.html>