

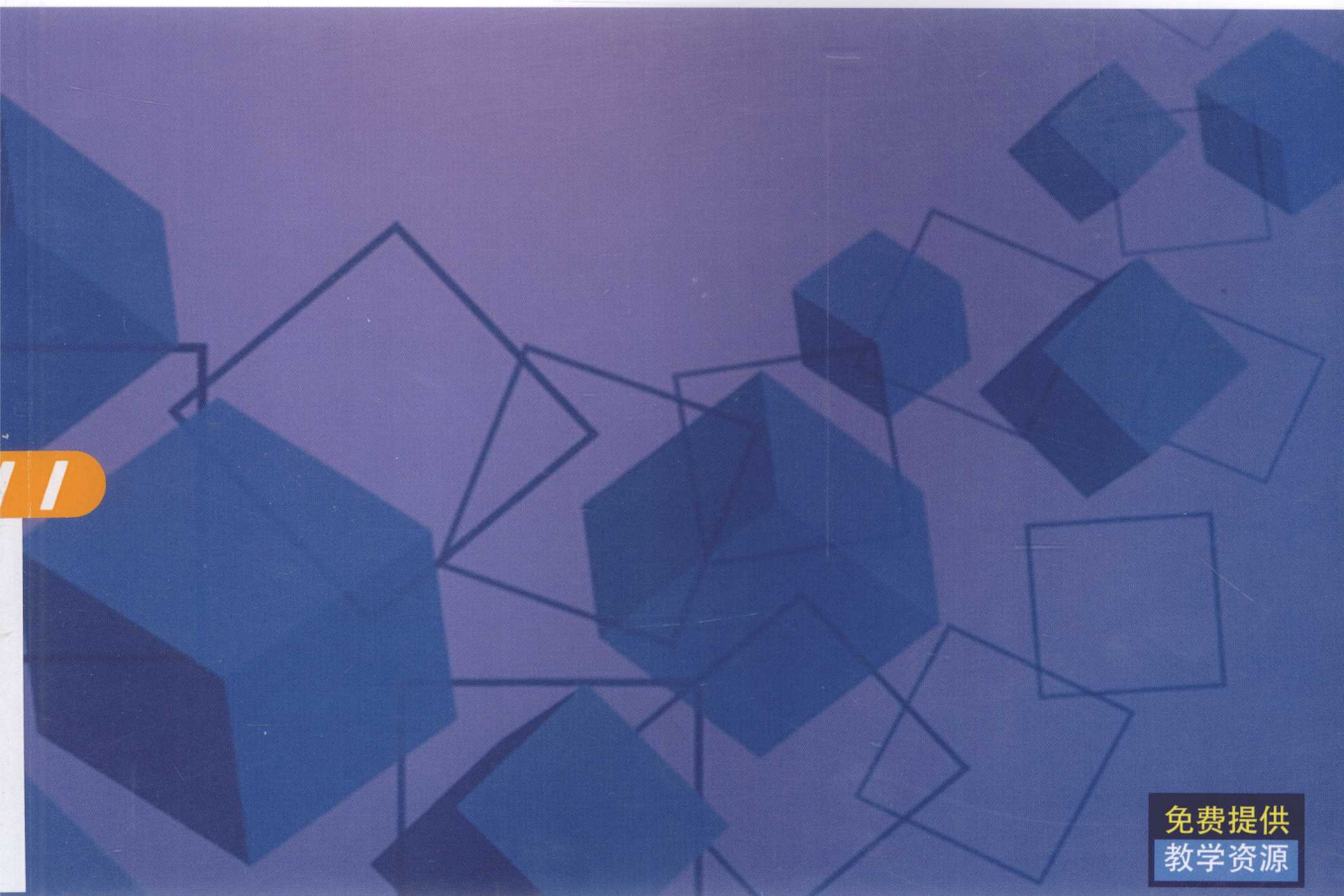


普通高等教育“十二五”规划教材
信息与电子技术类系列教材

EstiNet

网络仿真实验与应用

王协源 陈永升 编著
柯志亨 思锐科技



免费提供
教学资源

 科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

信息与电子技术类系列教材

EstiNet 网络仿真实验与应用

王协源 陈永升 编著
柯志亨 思锐科技

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书为网络相关课程的入门实验辅助教材,共 11 章。第 1 章介绍 EstiNet 模拟软件的安装启动,以及实验范例和工具程序的安装;第 2 章介绍 EstiNet 模拟器操作环境;第 3 章介绍有线区域网络使用集线器与交换机;第 4 章介绍网络中交换器的桥接协议学习;第 5 章介绍交换器的扩张树协议的用途及其运作方式;第 6 章介绍路由信息协议及其运作方式;第 7 章介绍 UDP&TCP 的运作特色,并观察比较两者对于传输可靠性的差异;第 8 章介绍 TCP Reno 和 TCP Vegas 的拥塞控制与网络带宽的竞争;第 9 章介绍 P2P 应用程序;第 10 章介绍模拟器的仿真模拟模式与 VLC 应用程序;第 11 章介绍新一代网络架构 SDN 与 OpenFlow 技术,以及传统网络之间的比较。

图书在版编目(CIP)数据

EstiNet 网络仿真实验与应用/王协源等编著. —北京:科学出版社, 2015

ISBN 978-7-03-045459-1

I. ①E… II. ①王… III. ①计算机网络—计算机仿真 IV. ①TP393.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 199060 号

责任编辑:赵丽欣 / 责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京路局票据印刷厂 印刷

科学出版社发行

各地新华书店经销

*

2015 年 9 月第 一 版

开本:787×1092 1/16

2015 年 9 月第一次印刷

印张:16 3/4

字数:397 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路局票据〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62134021

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

网络世界的内容错综复杂，包含许多观念、协议与技术。对于刚接触网络领域的初学者，由于缺乏实际的操作经验，很难去理解网络中近似抽象的各种网络封包是如何运用通信协议来传输的。

针对这个问题，初学者特别是学生们在考虑经济状况的前进下，安装一套仿照真实网络应用程序的 EstiNet 模拟器是非常有必要的，安装后只需使用计算机及 Linux 资源，即可通过模拟器播放精准模拟结果的动画界面，以了解封包在网络间的传输过程。

这套 EstiNet 网络模拟器的前身 NCTUns 是由新竹交通大学信息工程系王协源教授于 2000 年起带领实验室成员研究开发的成果，于 2011 年将技术转移至 EstiNet 思锐科技。EstiNet 网络模拟器是一套专为网络通信研发所设计的软件，它可模拟真实网络设备之间用以相互沟通的通信协议，并将遵循这些通信协议的网络封包传输行为巨细靡遗地模拟出来。目前模拟器所支持的网络形态除了基本的 IEEE 802.3 网络协议、IEEE 802.11(a/g)(n) 无线网络协议外，还支持 VANET (IEEE 802.11p/1609) 标准车用无线网络及 SDN (Software Defined Network) 软件定义网络所采用的 OpenFlow 协议。另外模拟器也可运用其仿真模拟模式 (Emulator)，整合市面上的网络设备，进行网络设备与模拟器间的运作。

本书为网络相关课程的入门实验辅助教材，共有 11 个章节。第 1 章介绍 EstiNet 模拟软件的安装启动，以及实验范例和工具程序的安装；第 2 章介绍 EstiNet 模拟器操作环境；第 3 章介绍有线区域网络使用集线器与交换器，以及观察无线区域网 Infrastructure mode 与 Ad-hoc mode 的不同；第 4 章介绍网络中交换器的桥接协议 (Learning Bridge Protocol) 学习；第 5 章介绍交换器的扩张树协议 (Spanning Tree Protocol, STP) 的用途及其运作方式；第 6 章介绍路由信息协议 (Routing Information Protocol, RIP) 及其运作方式；第 7 章介绍 UDP 和 TCP 的运作特色，并观察比较两者对于传输可靠性的差异；第 8 章介绍 TCP Reno 和 TCP Vegas 的拥塞控制与网络带宽的竞争；第 9 章介绍 P2P 应用程序；第 10 章介绍利用模拟器的仿真模拟模式与 VLC 应用程序，观察探讨 HTTP 和 RTP 的网络串流方式与封包遗失间的关系；第 11 章介绍新一代网络架构 SDN 与 OpenFlow 技术和传统网络之间的观察比较。

每个模拟实验之后，列有问题与解答，让使用者在实验之后，可以深入思考实验的意义。另外为了让实验操作步骤清楚明白，特别制作实验示范短片，提供使用者观看，以辅助本书之教学和利用。

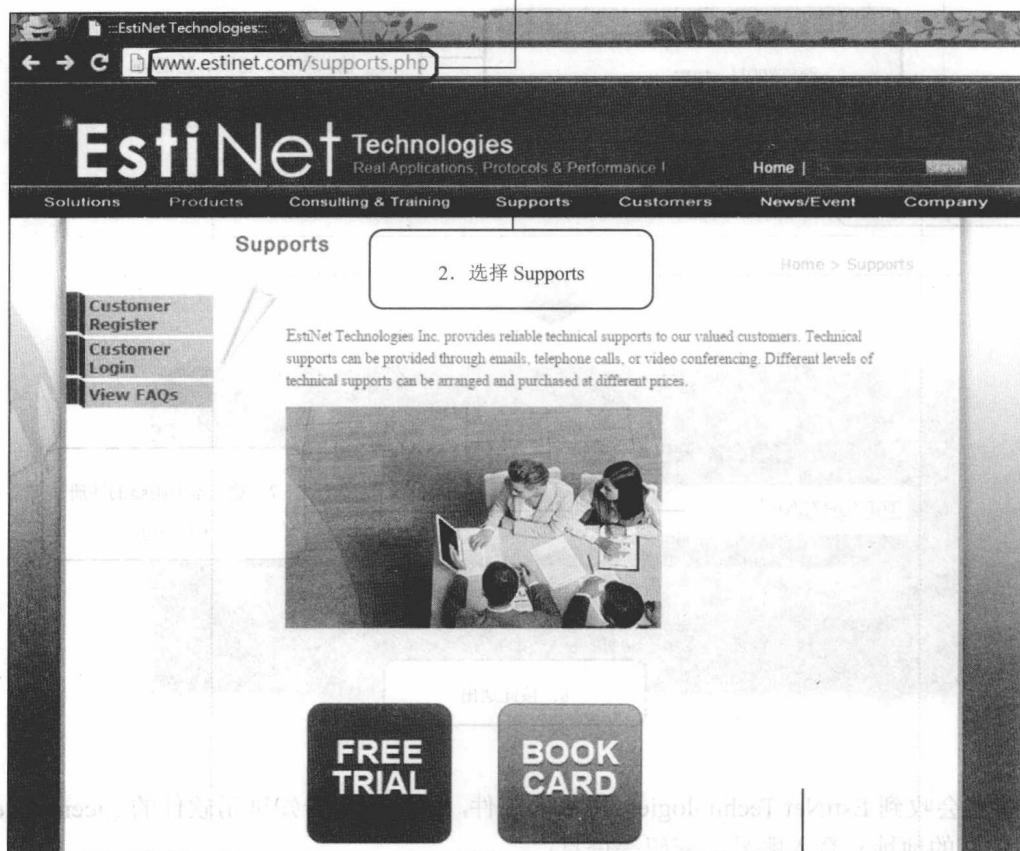
在本书的学习过程中，遇到任何问题，可以与科学出版社联系。联系电话 010-62134021，邮箱 zhaolx@abook.cn。

在线资源说明

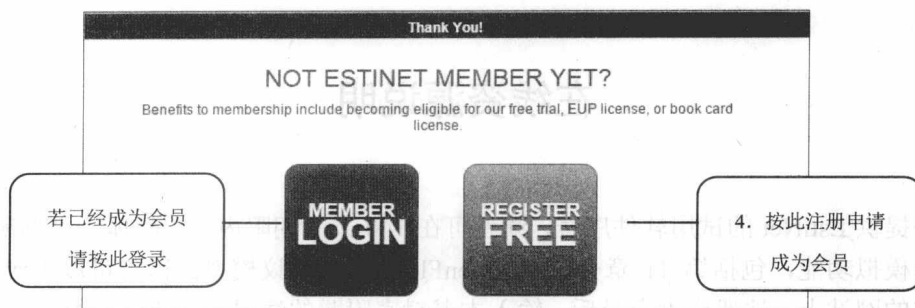
本书提供 EstiNet 的试用软件序号，读者可在 140 天的期限内，实际体验本书所介绍的各项网络模拟功能，包括第 11 章介绍的 OpenFlow 通信协议模拟。读者可以先到 EstiNet 思锐科技的网站上，注册成为会员后，输入本书封底附赠的注册码，即可取得 EstiNet 试用版软件、序号，以及本书相关范例文件与工具程序。

操作步骤参照下图。

1. 连到 EstiNet 网站



3. 按此图标



输入 Email 与相关资料后, 单击 Submit 按钮送出申请, 稍后会收到验证邮件, 按下邮件中的链接即可启动账号。

Customer Email : estinet@estinet.com

Password :

Confirmation Code : Gq26

5. 输入账号、密码、验证码

6. 按此登录

LOGIN

Clear

Forgot Password

BOOK READER REGISTRATION

T8F40H73NH

7. 输入本书附赠的注册
码 (共 10 位)

Submit

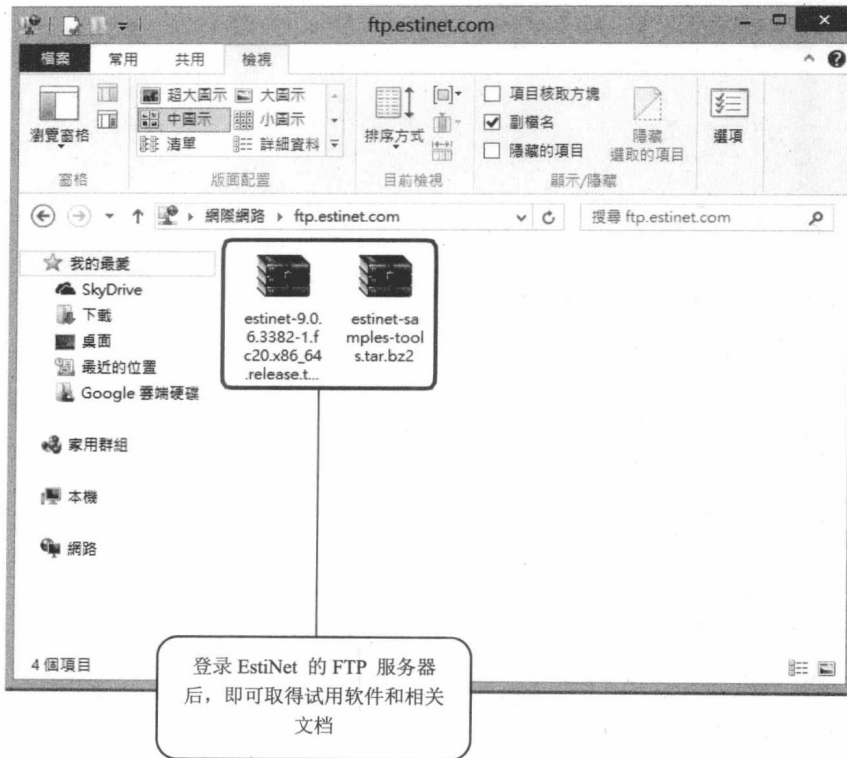
8. 按此送出

接着会收到 EstiNet Technologies 寄来的邮件, 邮件中会告知试用软件的 License Key, 以及 FTP 的地址、登入账号、密码等信息:

Book Card 64-byte License Key:
T7MKPXCQB7E5SEEMBT4CR2ET

Your Customer ID: b00403
Expires : 2015/12/24 11:49:02

邮件中会包含试用软件的
序号 (Licensekey)



关于软件与工具程序的安装程序，请参考第 1 章的详细说明。

目 录

前言

在线资源说明

第 1 章 EstiNet 模拟软件简易安装	1
1.1 安装 VMware Player 虚拟软件	1
1.2 安装 Fedora 20 操作系统	4
1.3 安装 EstiNet 模拟软件	9
1.3.1 下载 EstiNet 模拟软件	9
1.3.2 安装 EstiNet 模拟软件	10
1.4 启动 EstiNet 模拟器	12
1.4.1 开机菜单	12
1.4.2 第一次启动	13
1.5 关闭 Firewall	16
1.6 安装范例文件与工具程序	16
1.6.1 下载范例文件与工具程序	16
1.6.2 解压缩范例文件	16
1.6.3 安装工具程序	17
第 2 章 EstiNet 环境操作介绍	19
2.1 EstiNet 模拟器环境操作介绍	19
2.2 EstiNet 模拟流程的四个模式	19
2.3 EstiNet 操作说明	27
2.3.1 EstiNet 工具说明	27
2.3.2 EstiNet 内建应用程序	28
2.4 EstiNet 相关问题	28
2.4.1 封包箭头意义	28
2.4.2 模拟器内预设应用程序的起始时间	30
第 3 章 有线网络与无线网络	31
3.1 实验目的	31
3.2 背景知识	31
3.2.1 集线器 (Hub)	31
3.2.2 交换器 (Switch)	31
3.2.3 IEEE 802.11 无线网络架构	32
3.2.4 隐藏节点问题	32
3.3 实验步骤	33
3.3.1 实验前置作业	33

3.3.2	实验 1: 集线器与交换机吞吐量比较	38
3.3.3	实验 2: 集线器与交换机安全性比较	51
3.3.4	实验 3: Infrastructure mode 与 Ad-hoc mode 比较	61
3.3.5	实验 4: 隐藏节点问题	70
3.4	问题与解答	87
第 4 章	桥接协议实验	88
4.1	实验目的	88
4.2	背景知识	88
4.2.1	桥接器和交换器的特点	88
4.2.2	交换器的工作原理	88
4.2.3	桥接器学习功能流程	89
4.3	实验步骤	90
4.3.1	实验 1: 观察在 TCP 与 UDP 协议下交换器的学习	90
4.3.2	实验 2: 在循环拓扑网络中观察交换器学习	97
4.3.3	实验 3: 观察交换器 Flush Time Interval 的时间设置对 MAC 地址表更新的影响	102
4.4	问题与讨论	111
第 5 章	扩张树协议实验	113
5.1	实验目的	113
5.2	背景知识	113
5.2.1	扩张树协议	113
5.2.2	扩张树协议运作方法 (Spanning Tree Protocol Operation)	114
5.2.3	交换机连接端口状态变化流程	115
5.3	实验步骤	115
5.3.1	实验 1: 观察运行 STP 对以太网的影响	115
5.3.2	实验 2: 修改 Forward Delay 对 STP 的影响	119
5.4	问题与解答	127
5.5	参考资料	128
5.5.1	BPDUs 栏位说明	128
5.5.2	Path Cost 对照表	128
5.5.3	STP Port 状态列表	128
5.5.4	2STP 相关名词解释	129
第 6 章	路由协议	130
6.1	实验目的	130
6.2	背景知识	130
6.3	实验步骤	131
6.3.1	实验 1: 观察静态路由与动态路由差异	131
6.3.2	实验 2: 通过 tcpdump 观察路由信息协议 RIP 的运作	136
6.4	问题与解答	141

第7章 TCP 和 UDP	142
7.1 实验目的	142
7.2 背景知识	142
7.2.1 传输层的功能	142
7.2.2 连接端口 (port)	143
7.2.3 用户数据报协议	144
7.2.4 传输控制协议	146
7.3 实验步骤	150
7.3.1 实验 1: 观察与了解 UDP 与 TCP 的运行特色 (三次握手协议)	150
7.3.2 实验 2: 比较 TCP 与 UDP 对于传输可靠性的差异	153
7.4 问题与讨论	158
第8章 TCP 拥塞控制	159
8.1 实验目的	159
8.2 背景知识	159
8.2.1 流量控制 (Flow control) 与拥塞控制 (Congestion control)	159
8.2.2 流量控制的方法: 停止与等待 (stop-wait) 和滑动窗口 (Sliding Window)	159
8.2.3 TCP 拥塞控制 (Congestion Control)	161
8.2.4 TCP Reno 拥塞控制机制	162
8.2.5 TCP Vegas 拥塞控制机制	164
8.3 实验步骤	166
8.3.1 实验 1: 观察 TCP Reno 和 TCP Vegas 的拥塞控制	166
8.3.2 实验 2: 观察 TCP Reno 和 TCP Vegas 在网络带宽的竞争	170
8.4 问题与解答	175
第9章 P2P 应用	176
9.1 实验目的	176
9.2 背景知识	176
9.2.1 P2P 发展背景	176
9.2.2 P2P 架构介绍	176
9.2.3 BitTorrent (BT) 运作架构	179
9.3 实验步骤	182
9.4 问题与解答	189
第10章 VLC Emulation	203
10.1 实验目的	203
10.2 背景知识	203
10.2.1 Network Emulation 介绍	203
10.2.2 VLC 多媒体播放器介绍	203
10.3 实验前置作业	205
10.4 实验步骤	214
10.4.1 实验 1: 建立 VLC HTTP 流媒体 (Streaming) Emulation 实验	214

10.4.2	实验 2: 建立 VLC RTP 流媒体 (Streaming) Emulation 实验	221
10.5	问题与解答	225
第 11 章	新一代网络架构 SDN 与 OpenFlow 技术	228
11.1	实验目的	228
11.2	背景知识	228
11.2.1	SDN 的起源	229
11.2.2	SDN 架构	229
11.2.3	OpenFlow 的架构与运作原理	229
11.3	实验步骤	232
11.3.1	实验前置步骤	232
11.3.2	实验 1: 建立一个简单的 OpenFlow 1.3 的拓扑	233
11.3.3	实验 2: 观察 SDN 与传统网络	244
11.4	问题与解答	252
附录		253
附录 1	指令说明	253
附录 2	BER(Bit Error Rate)值的设置说明	255

第 1 章 EstiNet 模拟软件简易安装

1.1 安装 VMware Player 虚拟软件

由于 EstiNet 模拟器需安装于 Fedora 20 (64bit) 作业系统中，本实验将会以安装虚拟机 (Virtual Machine) 的方式来安装 Fedora 与 EstiNet 9 模拟器。

1) 请先下载 VMware Player 或是 Virtual Box 等虚拟机软件，两种方式都可以采用，在本书将采用 VMware Player 来操作安装。下载 VMware Player 的读者请自行至官方下载网站：https://my.vmware.com/web/vmware/free#desktop_end_user_computing/vmware_player/6_0，选择符合自己的操作系统下载相对应的 VMware Player 版本，下载并安装 VMware Player (请确认下载为最新版本)。

下载界面如图 1.1.1 所示。



图 1.1.1 VMware Player 官方下载网站

2) 安装完虚拟机软件后，接下来重点在于如何在软件中新增虚拟机。本书将采用 VMware Player 虚拟机软件进行示范，单击 Create a New Virtual Machine 选项开始新增虚拟机，如图 1.1.2 所示。

3) 由于虚拟机也需要安装一个操作系统，不过这里先不选择安装，而后我们再将 ISO 文件挂载上去 (如图 1.1.3 所示，此处的“磁碟机”指的是“CD/DVD 驱动器”)。

4) 选择将要安装的操作系统，选择 Linux→Fedora 64-bit，如图 1.1.4 所示。

5) 输入虚拟机名称与存放位置，如图 1.1.5 所示。

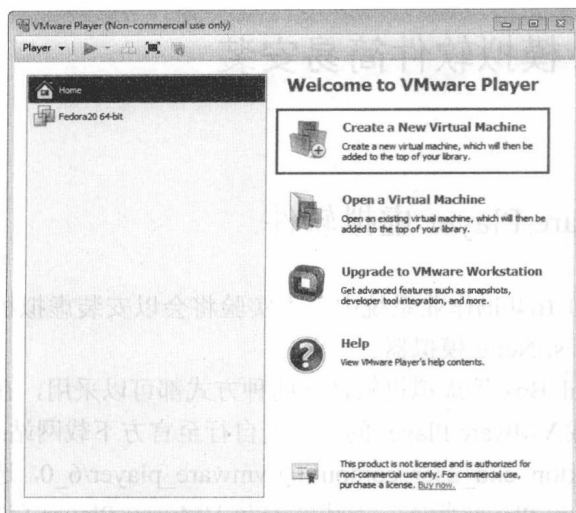


图 1.1.2 VMware 新增虚拟机

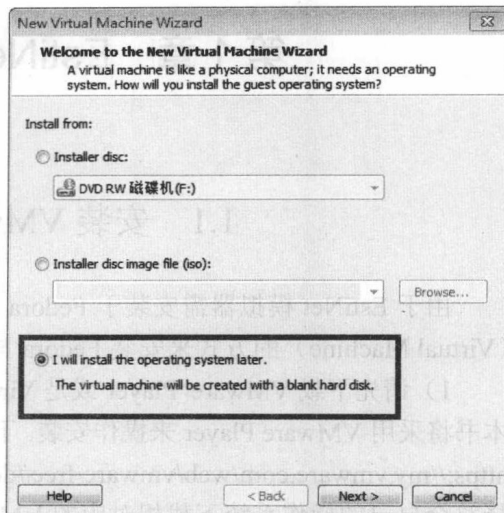


图 1.1.3 虚拟机安装操作系统方式

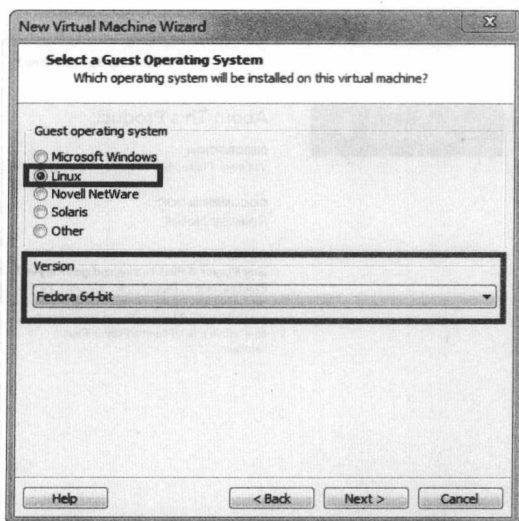


图 1.1.4 虚拟机安装操作系统种类的选择

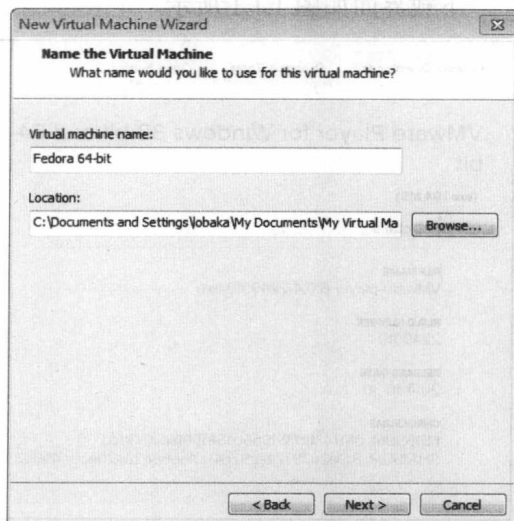


图 1.1.5 设置虚拟机名称与存放位置

6) 设置最大硬盘容量为 20GB (此设置以后可以再次修改, 并不会真实占用实体硬盘 20GB, 仅设置一个最大值给虚拟机)。下面两个选项 (图 1.1.6) 分别为“存储成单一文件”、“分割存储成多文件”。单一文件效果较好, 但是将来在进阶操作上较为不便, 可视需求自行选择。

7) 建立硬件环境参数, 单击 Finish 按钮完成新增, 如图 1.1.7 所示。

8) 选择刚才新增的虚拟机, 单击 Edit virtual machine settings 按钮, 修改环境参数, 并将 ISO 文件挂载上去, 如图 1.1.8 所示。

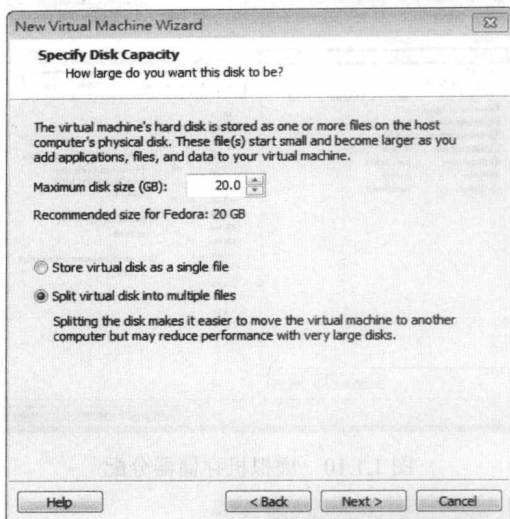


图 1.1.6 设置虚拟机硬盘使用空间

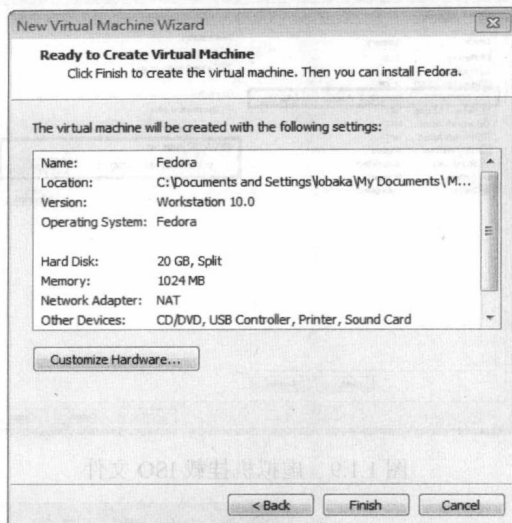


图 1.1.7 虚拟机设置确认

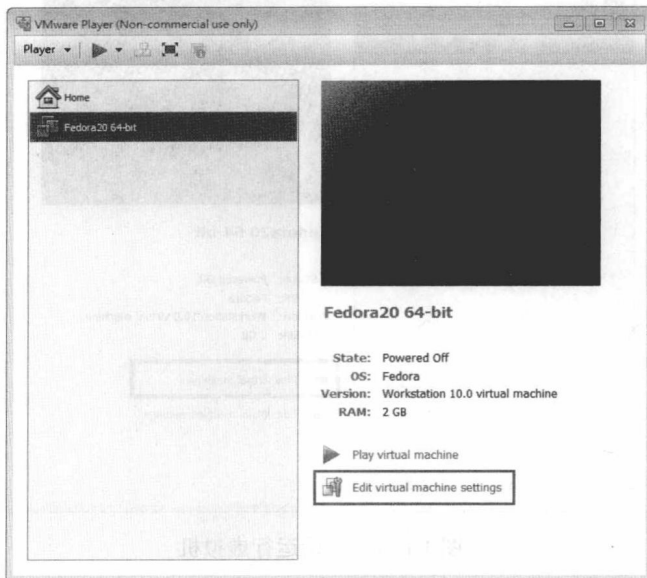


图 1.1.8 开启虚拟机设置功能

9) 选择 CD/DVD (IDE) (图 1.1.9), 单选 “Use ISO image file”, 单击 Browse 浏览硬盘中 Fedora 20 64bit DVD 版本的 ISO 文件挂载, 然后选择 Memory, 修改 Memory for this virtual machine 项目, 分配存储器(RAM)为 2GB(2048MB), 完成设置后单击 OK 按钮存储(图 1.1.10)。

注: 可至 https://archive.fedoraproject.org/pub/fedora/linux/releases/20/Fedora/x86_64/iso/ 下载 Fedora-20-x86_64-DVD.iso 文件挂载于硬盘中。

10) 虚拟机的环境设置完成后, 单击 Play virtual machine 可以开始运行虚拟机(图 1.1.11)。

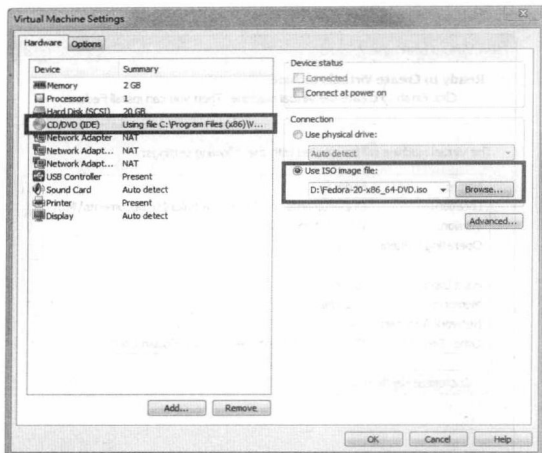


图 1.1.9 虚拟机挂载 ISO 文件

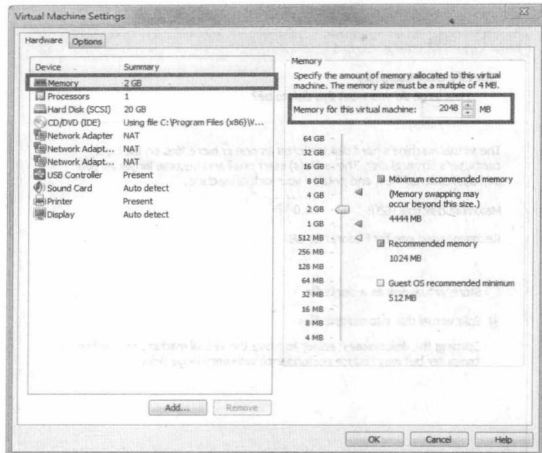


图 1.1.10 虚拟机存储器分配

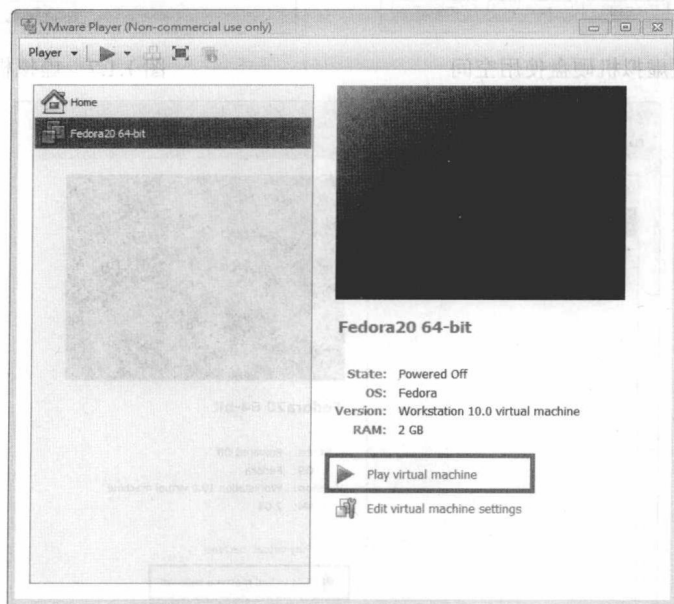


图 1.1.11 开始运行虚拟机

1.2 安装 Fedora 20 操作系统

EstiNet 9 是一个在 Fedora 20 (64bit)工作系统环境下执行的模拟器，因此在安装前需配置 Fedora 20，该系统软件可以至 Fedora FTP 下载安装程序。通过以下步骤，可以将 Fedora 系统安装于刚刚设置好的虚拟机上面。

开始执行安装程序，选择 Install Fedora 20 或等待自动开始安装（图 1.2.1）。

1) 选择安装时显示的语言，本书采用英文进行操作，也可自行更换其他语言（图 1.2.2）。

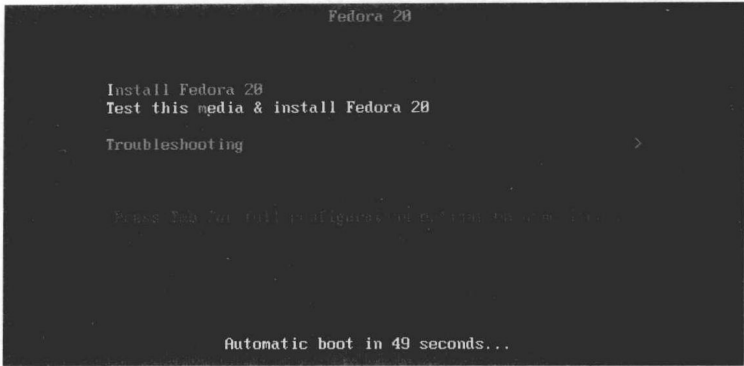


图 1.2.1 执行 Fedora 20 安装程序

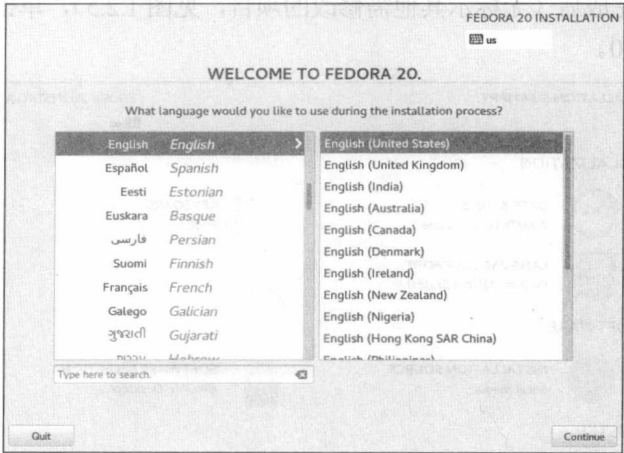


图 1.2.2 选择安装语言

2) 在图 1.2.3 的左图视窗中，单击 INSTALLATION DESTINATION 设置硬盘格式，确认后在右图左上方单击 Done 按钮（图 1.2.3）。

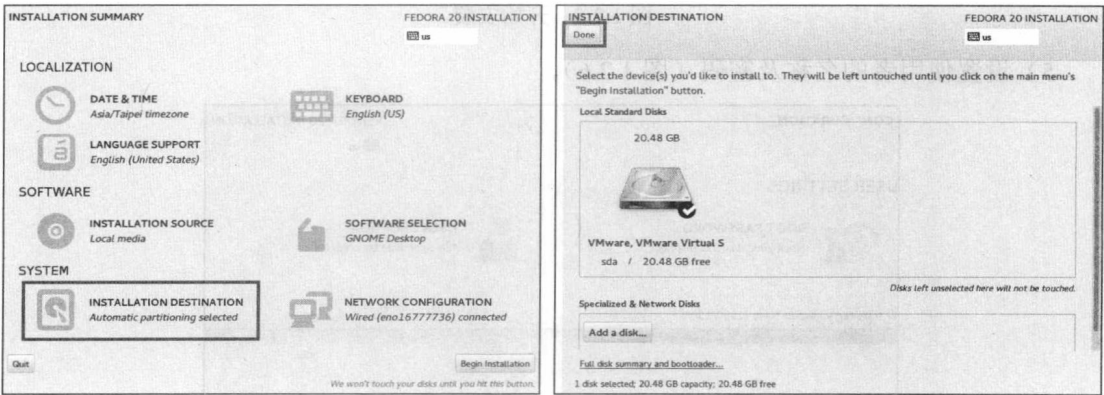


图 1.2.3 选择设置硬盘格式

3) 选择 Automatically 选项让系统自动设置硬盘，并单击 Continue 按钮继续安装（图 1.2.4）。

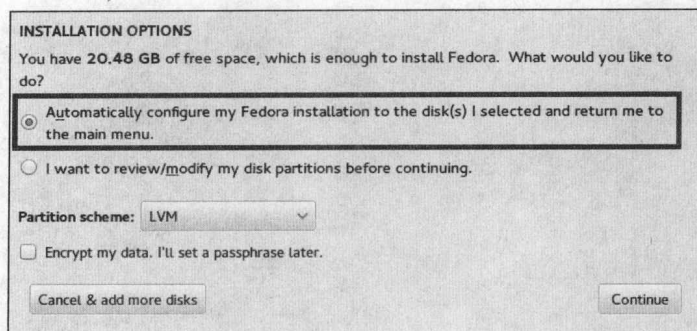


图 1.2.4 系统自动设置硬盘

4) 所有设置皆完成后（无标示其他需修改的项目，见图 1.2.5），单击 Begin Installation 按钮开始安装 Fedora 20。

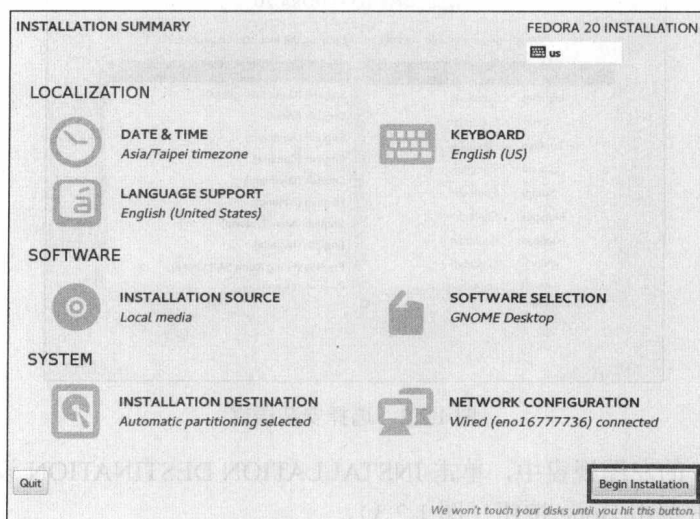


图 1.2.5 开始安装

5) 设置使用者的名称及密码（图 1.2.6）。

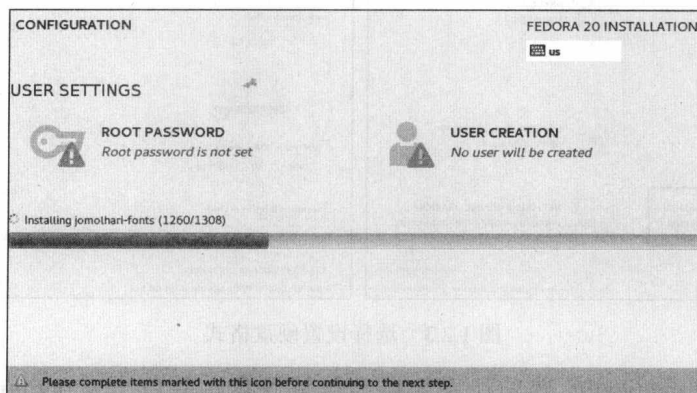


图 1.2.6 设置使用者的名称及密码