网游·网络应用服务器端开发基础

Visual C++ 网络编程

文超 编著

·线开发人员的经验总结

·眼于核心基础知识，不脱离实际应用，不乏深度，为读者打下扎实且完整的基础

- 涵盖Windows网络编程的各种编程方法，使用浅显易懂的例子巩固读者所学内容
- 各章自成体系、环环相扣，引领读者逐步掌握Windows网络编程的原理和方法

本书所有源代码可下载

清华大学出版社

Visual C++ 网络编程

唐文超 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书从一个开发者的角度，依据自然的学习曲线，由浅入深，引领读者逐步掌握 Windows 网络编程的原理和方法。网络应用技术日新月异，本书并不介绍琳琅满目的各种应用，而是着眼于核心基础知识，结合作者自身开发过程中对所碰到问题的总结，必将为读者打下坚实的基础。

本书共 13 章，逻辑上分为三个部分。第一部分主要讲述 TCP/IP 协议，由第 1~6 章组成；第二部分主要讲解 Winsock 编程，是本书的重点内容，由第 7~11 章组成；第三部分主要介绍了网络加密及 OpenSSL 编程，由第 12~13 章组成。书中所有实例均使用 Visual C++实现，代码可以从网上下载。

本书适合使用 Visual C++工具学习 Windows 网络编程的初学者和向中级进阶的开发人员，也可以作为高等院校和培训学校师生的教学实验教材。

图书在版编目（CIP）数据

Visual C++ 网络编程/唐文超编著. —北京：清华大学出版社，2013.4

ISBN 978-7-302-31680-0

Ⅰ.①V…　Ⅱ.①唐…　Ⅲ.①C 语言－程序设计　Ⅳ.①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 042688 号

责任编辑：夏非彼
封面设计：王　翔
责任校对：闫秀华
责任印制：何　芊

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　邮　　编：100084
社 总 机：010-62770175　　邮　　购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：北京密云胶印厂
装 订 者：北京市密云县京文制本装订厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：190mm×260mm　　**印　张**：21　　**字　　数**：538 千字
版　　次：2013 年 4 月第 1 版　　**印　　次**：2013 年 4 月第1 次印刷
印　　数：1～4000
定　　价：49.00 元

产品编号：046168-01

前言

互联网已成为人们生活的一部分，各种网络应用层出不穷。社会对网络应用的需求越来越大，对网络应用开发人员的需求也越来越大。如何让开发人员快速掌握网络开发技术，以及打下扎实的网络开发基础？本书正是出于这个目的编写的。

本书从基础知识开始讲解，每一章内容环环相扣，引领读者逐步掌握 Windows 网络编程的原理和方法。作者有多年的开发经验，本书也正是以一个开发者的角度，结合作者的经验总结，筛选出必要的知识点，使读者能够快速入门的同时又不会遗漏重要的知识。网络应用技术日新月异，本书并不介绍琳琅满目的各种应用，而是着眼于核心基础知识，结合作者自身开发过程中对所碰到问题的总结，必将为读者打下坚实的基础。当然，本书也适时给出实际的例子，让读者能够对所学内容进行消化巩固。

本书内容

本书共 13 章，逻辑上分为三个部分。第一部分主要讲述 TCP/IP 协议，由第 1~6 章组成；第二部分主要讲解 Winsock 编程，是本书的重点内容，由第 7~11 章组成；第三部分主要介绍了网络加密及 OpenSSL 编程，由第 12~13 章组成。

第一部分：第 1 章概括地介绍了业界的网络分层模型标准 OSI；第 2 章讨论了几种基础的网络设备，包括集线器、交换机、桥、路由器。这两章为接下来的四章提供了必要的术语和背景知识；第 3~5 章详细地介绍了 TCP/IP 网络最基础，也是最重要的组成协议，分别是 IP、UDP 和 TCP；第 6 章介绍了网络地址转换技术，即 NAT。

第二部分：第 7 章介绍了 Winsock 编程的基本知识；第 8~10 章则详细讨论了 Winsock 的各种 I/O 模型，包括阻塞 I/O 模型、select 模型、WSAAsyncSelect 模型、WSAEventSelect 模型、异步 I/O 事件通告模型、异步 I/O 回调通告模型，以及 IOCP，即异步 I/O 完成端口通告模型；第 11 章讨论了 Winsock 服务提供者（SPI），Winsock SPI 位于 Winsock API 的下层，为 Winsock API 提供服务，因此，学习 Winsock SPI 有助于加深对 Winsock 编程的理解。

第三部分：网络编程离不开网络安全，而加密技术是网络安全最重要的领域之一，因此，本书在第 12 章介绍了网络加密的基础知识，包括对称和非对称加密的基本原理，数字签名、数字证书以及 CA 等；同时第 12 章还介绍了 SSL/TLS 的基本原理，并介绍了如何使用开源库 OpenSSL 来创建 CA 和数字证书。掌握了第 12 章的基础知识后，第 13 章则介绍了如何使用 OpenSSL 来编写网络程序。

本书特色

本书在讲述网络编程的时候，都配备了完整的并且经过严格调试的样例程序，这些样例程序可以从网上下载。同时，在程序中也给出了详细的注释，以便读者能够更好地理解代码的作用。

本书没有使用带有过多业务逻辑的应用程序，如聊天程序、邮件发送程序等，因为这些业务逻辑往往会影响读者对程序结构的理解。相反，本书使用了最简单的业务逻辑，样例程序着重于网络编程本身。如本书在第 8~10 章介绍各种 Winsock I/O 模型时，都使用了最简单的回显程序，读者将会看到，即使是同一个回显程序，在使用不同 I/O 模型时，程序的实现和复杂度将完全不同。笔者相信，要编写高质量的 Winsock 网络程序，必须要有扎实的网络编程基础知识，并且能够对各种 Winsock I/O 模型有充分的理解，本书样例程序的目的正在于此：让读者不被过多的业务逻辑干扰，而是能够快速地把握网络程序的本质。

阅读建议

本书建议的阅读顺序是从头到尾逐章阅读，但是由于网络协议部分可能会枯燥无味，如果读者没有耐心阅读详细的网络协议，则可以从第 7 章网络编程部分开始学习，在阅读网络编程章节的时候，可以回过头去参考第 1～6 章的内容，这样在了解网络编程的同时，也可以熟悉网络协议。

读者交互

本书代码下载地址为：http://pan.baidu.com/share/link?shareid=494586&uk=3056331768。如果读者对本书有什么意见和建议，或者对图书内容和代码有疑问，请联系作者技术支持邮箱：35047856@qq.com。

代码下载如果有问题，请联系电子邮箱：booksaga@163.com，邮件标题“求 VC 网络编程代码”，必回复。

编　者

2013 年 3 月

目录

第 1 章　网络分层模型

第 2 章　网络设备

第 3 章 IP

第 4 章 UDP

第 5 章 TCP

第 7 章 Winsock 基础

第 8 章 阻塞 I/O 模型

第 9 章 就绪通告 I/O 模型

第 10 章　异步 I/O 模型

第 11 章　Winsock 服务提供者

第 12 章 网络加密基础及 OpenSSL 简介

第 13 章 OpenSSL 编程基础

第1章

网络分层模型

从本章节可以学习到：

- OSI 模型
- TCP/IP 模型

在学习网络编程之前，为了更好地理解网络通信的协议，我们在本章中先来回顾一下目前存在的两种网络分层模型：OSI 模型和 TCP/IP 模型。OSI 模型一共分为七层， TCP/IP 模型和 OSI 模型类似，但是只分为四层。本章将分别为读者简单介绍这两种模型，以及它们之间的关系。

1.1 OSI 模型

OSI 的全称是 Open Systems Interconnection，即开放系统互联，它由 ISO（International Organization for Standardization）制定。OSI 是网络通信的一种通用框架，它分为七层，并且定义了在每一层上数据的处理方法。当我们谈到网络协议或者网络硬件时，往往会把这些协议和硬件归结到 OSI 的某一层上去，如第二层的交换机，又或者第三层的路由器等。所以我们有必要先熟悉一下 OSI 的七层结构，它从最低层到最高层分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层以及应用层，如图 1-1 所示。

7	应用层（Application）
6	表示层（Presentation）
5	会话层（Session）
4	传输层（Transport）
3	网络层（Network）
2	数据链路层（Data Link）
1	物理层（Physical）

图 1-1 OSI 七层模型

读者初次接触 OSI 模型时可能会比较难记忆，因为它有七层之多。英文里面有一种有趣的记忆方法，根据首字母来造句：All People Seem To Need Data Processing，即所有人好像都需要数据处理，当然，读者也可以发挥自己的想象来加深记忆。

图 1-1 中的数字是由下向上计数的，即第一层是物理层，第七层才是应用层。很多资料中提到 OSI 的层时并不会给出具体名称，而只是给出数字，即第三层、第五层等。接下来的各小节将分别介绍 OSI 模型每一层的含义以及每一层上常用的协议。

1.1.1 第七层——应用层（Application）

顾名思义，应用层是和“应用”相关的。很多协议工作在应用层，目的是为了给应用程序提供服务。注意这里的“应用”要和应用程序相区别。举个例子，当用户使用 IE 来访问 www.google.com 的时候，IE 是应用程序，这个 IE 应用程序（或者其他浏览器）为了能够显

示 google 的网页，就需要用到应用层提供的服务，或者更准确地说，需要使用应用层协议提供的服务。首先，IE 利用 DNS 提供的域名解析服务，来获取域名 www.google.com 的 IP 地址，如 74.125.71.104，然后再通过另外一个协议 HTTP，来下载页面内容。在这个过程中出现的两个协议（DNS 和 HTTP）都是工作在应用层上的协议，浏览器程序（IE）正是使用了这两个协议所提供的服务才能打开页面。

应用层还包括很多其他的应用协议，下面列出一些常用的协议。

- FTP：文件传输协议，用来在客户机和 FTP 服务器之间传输文件。
- DHCP：动态主机配置协议，DHCP 服务器为客户机动态分配 IP 地址。
- POP3：邮件接收协议，用于从 POP3 服务器接收邮件。
- SMTP：邮件发送协议，用户通过 SMTP 服务器发送邮件。

1.1.2 第六层——表示层（Presentation）

这里的“表示”是指数据的表示。互联网是一个非常复杂的系统，接入互联网的设备通常使用不同的硬件和操作系统，这些不同的系统之间往往不能直接通信，因为它们可能会使用不同的格式来表示数据，如使用不同的字符集，或者使用不同的字节序（Big Endian 和 Little Endian）。表示层的工作就是处理这些差异，并且隐藏这些细节，使得这些差异和细节对于第七层应用层来说成为透明，即应用层不需要关心这些细节，这个就是表示层的转换功能（Translation）。

当然，除了转换功能外，表示层的工作还包括压缩（Compression）和加密（Encryption）。压缩能够有效地降低带宽，加密则能够有效地保护信息安全。工作在表示层的加密协议最常用的是 SSL（Secure Sockets Layer）。当然加密协议并不一定需要工作在表示层，如 IPSec（Internet Protocol Security，因特网协议安全）就工作在第三层网络层中。

1.1.3 第五层——会话层（Session）

可以把“会话”理解为两个应用程序进程之间的一个逻辑连接，两个应用程序通过这个逻辑连接在一段时间内交换数据。会话层的作用就是为创建、管理和终止会话提供必要的方法。这些方法一般以 API（Application Program Interface，应用程序编程接口）的形式出现。常用的 API 有 NetBIOS（Network Basic Input/Output System，网络基本输入/输出系统）、RPC（Remote Procedure Call，远程过程调用），以及本书将要介绍的 Socket API（套接字编程接口）。

会话层还负责管理和确定传输模式。计算机可以有三种模式来传输数据：单向（Simplex）、Half-Duplex（半双工）、Full-Duplex（全双工）。

- 单向（Simplex）：数据只可以单向传输。
- Half-Duplex（半双工）：允许数据双向传输，但是一个时刻只能有一个方向传输，不

能同时双向传输。

- Full-Duplex（全双工）：数据可以同时双向传输。

1.1.4 第四层——传输层（Transport）

传输层提供数据传输的服务。要正确理解传输层的含义，需要首先理解“传输”在这里的含义，这里的“传输”指的是端对端（End-to-End）或者主机对主机（Host-to-Host）的传输。要把数据从一个机器传到另外一个机器，中间可能会经历很多网络和设备，但是传输层并不关心中间的传输过程，而是只关心源端和目标端的传输。比如作者要用自己的笔记本打开 google，那么和传输层相关的设备只有作者的笔记本和 google 的一台服务器。正是由于传输层提供了这种端对端的服务，使得应用程序能够直接和目标设备打交道，而无须关心它们之间的通信细节，如中间经过了什么路由器。这就好比传输层为源和目标建立了一条逻辑通道，源端和目标端上的应用程序能够通过这条逻辑通道直接进行数据交互。

传输层上最重要的两个协议是 TCP 和 UDP。TCP 是面向连接的协议（Connection-Oriented），UDP 是无连接的协议（Connection-Less）。

1. TCP（Transmission Control Protocol，传输控制协议）

TCP 在传输数据之前必须先建立一个连接。TCP 做了很多工作来提供可靠的数据传输，包括建立、管理和终止连接，确认和重传。同时 TCP 还提供分段和重组，流量控制（Flow Control）等。

2. UDP（User Datagram Protocol，用户数据报协议）

UDP 是一种简单的传输层协议，所以它并不能够提供可靠的数据传输。简单地说，UDP 只是把应用程序发给它的数据打包成一个 UDP 数据报（UDP Datagram），然后再把这个数据报传给 IP。需要注意的是，TCP 会把应用程序发来的数据根据需要分成若干个大小合适的 TCP 段（TCP Segment），而 UDP 却只是简单地把所有发送来的数据打包成一个 UDP 数据报，所以我们在编写使用 UDP 的程序时，不能一次性向 UDP 写入太多数据，否则可能会导致 IP 分段的后果。

由于可能有很多应用程序同时在使用 TCP/UDP，它们都会把数据交给 TCP/UDP，而 TCP/UDP 也会接收来自 IP 的、包含指向不同应用程序的数据，所以就需要有一种方法来区别（标识）应用程序，这种方法就是通过端口号（Port）来进行多路复用或多路分解。端口号是一个 16 位的二进制整数，其取值范围是 0~65 535。

1. 多路复用（Multiplexing）

多路复用是指当应用程序把数据交给 TCP 或 UDP 时，TCP 会把这些数据分成若干个 TCP 段，UDP 则会产生一个 UDP 数据报。在这些 TCP 段和 UDP 数据报中，会填入应用程序指定的源端口号和目标端口号，源端口号用于标识发送的应用程序（进程），目标端口号用