



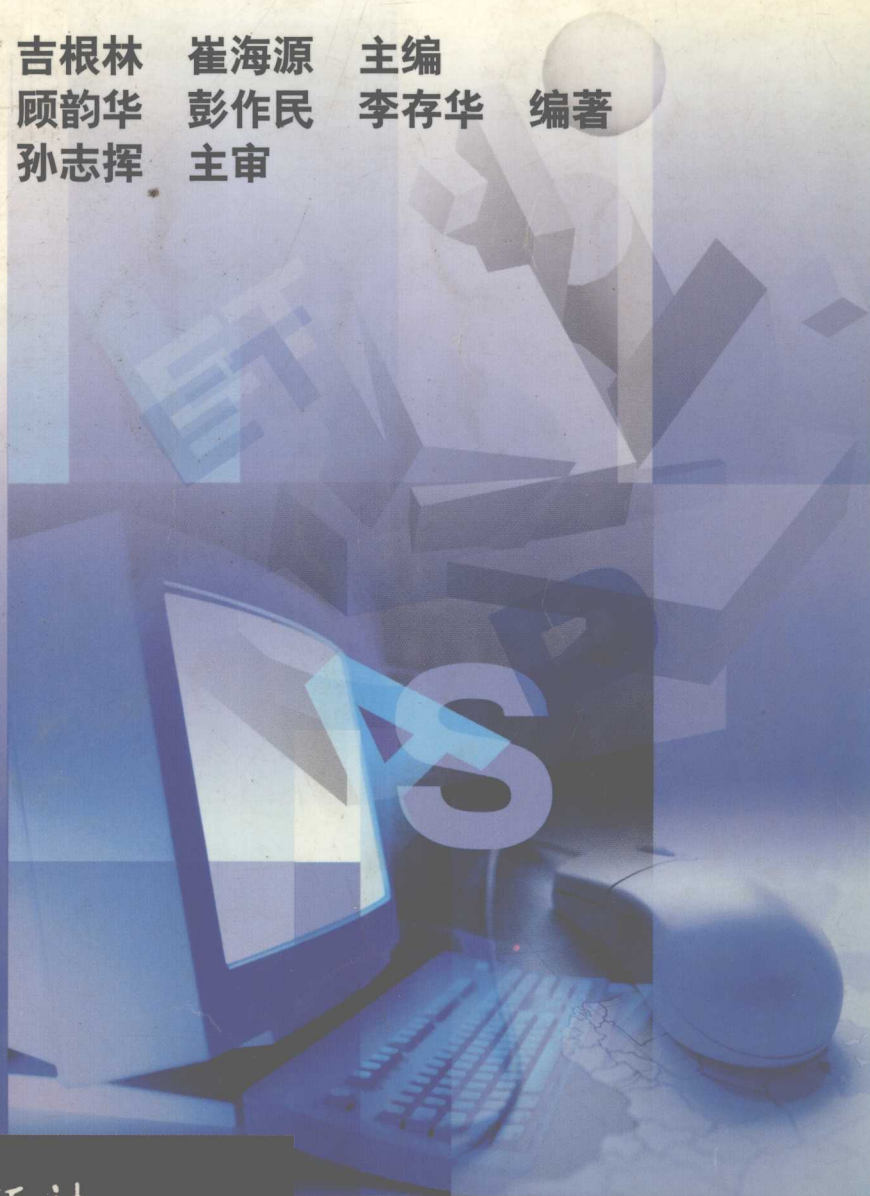
新

世纪高等学校计算机系列教材

ASP.NET

程序设计教程

吉根林 崔海源 主编
顾韵华 彭作民 李存华 编著
孙志挥 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



清华大学出版社

ASP.NET

程序设计教程

作者：[美] 詹姆斯·H·库珀 著
译者：[中] 陈维良 译
编者：[中] 陈维良 编





新世纪高等学校计算机系列教材

ASP.NET 程序设计教程

吉根林 崔海源 主编

顾韵华 彭作民 李存华 编著

孙志挥 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

ASP.NET 技术是 Microsoft 公司推出的新一代动态 Web 开发工具,是今后电子商务、电子政务、远程教育等 Web 应用开发的主流技术之一。本书从应用开发的角度介绍 ASP.NET 程序设计技术,使读者学会使用 ASP.NET 技术开发 Web 应用程序。全书共 8 章:第 1 章简单介绍 ASP.NET 编程的基础知识和 ASP.NET 程序的开发环境;第 2 章讲解 VB.NET 语法基础;第 3~4 章介绍 ASP.NET 中的服务器控件(包括 HTML 控件和 Web 控件)以及各种对象;第 5 章介绍 ASP.NET 的数据库访问技术;第 6 章介绍 ASP.NET 的高级应用,包括用户控件、ASP.NET 的配置、ASP.NET 的优化、程序调试和异常处理等;第 7 章介绍 XML 在 ASP.NET 中的应用技术;第 8 章给出一个 ASP.NET 综合应用程序实例,以提高读者对 ASP.NET 程序设计技术的综合设计与应用能力。本书内容丰富,结构清晰,叙述深入浅出,每章配有较多的应用例子和习题,便于自学。

本书可以作为高校计算机专业和相关专业学生的教材,也可以作为 Web 程序开发人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

ASP.NET 程序设计教程 / 吉根林, 崔海源主编. —北京: 电子工业出版社, 2004.8

(新世纪高等学校计算机系列教材)

ISBN 7-121-00251-5

I. A… II. ①吉… ②崔… III. 主页制作—程序设计—高等学校—教材 IV. TP393.092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 083785 号

责任编辑: 胡先福 特约编辑: 卞昕

印 刷: 北京大中印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.25 字数: 544 千字

印 次: 2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《新世纪高等学校计算机系列教材》组织机构

顾问（以汉语拼音为序）

顾冠群（中国工程院院士，东南大学校长）

李 未（中国科学院院士，国务院学位委员会委员，北京航空航天大学校长）

陆汝钤（中国科学院院士，中国科学院软件所研究员）

潘云鹤（中国工程院院士，浙江大学校长）

孙钟秀（中国科学院院士，南京大学教授）

王 珉（教授，博导，江苏省人民政府副省长）

王 荣（研究员，江苏省教育厅厅长）

杨芙清（中国科学院院士，北京大学教授）

周兴铭（中国科学院院士，国防科技大学教授）

编辑委员会

主 任 徐宝文

副主任 史忠植 陈道蓄 文宏武

委 员（以汉语拼音为序）

蔡家楣	陈 纯	陈道蓄	程自强	胡学龙
付育熙	何炎祥	怀进鹏	金远平	鞠时光
刘方鑫	吕 建	梅 宏	钱培德	秦小麟
瞿裕忠	史忠植	宋方敏	王 茜	王怀民
王汝传	王士同	王绍棣	王志坚	文宏武
夏士雄	徐宝文	徐汀荣	徐福培	须文波
张 宏	张 明	张茂坤	张荣琴	张岳新
张在跃	周傲英			

总 序

为了认真贯彻《中国教育改革和发展纲要》和教育部“面向 21 世纪教育振兴行动计划”精神,适应现代社会、经济、科技、文化,特别是教育的发展方向,适应培养新世纪计算机人才的需要,根据计算机科学技术学科发展和新世纪高等学校教学内容和课程体系改革的要求,我们决定编写这套《新世纪高等学校计算机系列教材》。

教学改革和教学质量是高等学校的头等大事。教学改革的关键在于教材的改革,我们组织编写这套系列教材的指导思想是:立足于新世纪培养创造型开拓型人才的培养目标,立足于高速发展的计算机科学技术,科学地预测本学科前沿发展趋势;注重教材内容的思想性、科学性、先进性、系统性和广泛的适应性,继承与改革现有教材内容和体系;注重加强能力的培养,切实提高学生的综合素质。同时,为了适合我国国情,适应绝大多数高等学校计算机科学与技术专业类的教师知识结构和课程改革的实际情况,一方面,我们尽力拓宽教材内容,充实和加强有关理论,引用新的科技成果;另一方面,我们兼顾各门课程的历史、现状与发展,在具体章节的内容编排上力求循序渐进,顺理成章。在保证学科系统的前提下,充分考虑到学生的接受能力,使教材体系尽量符合学生的认知规律,便于学生接受、理解、掌握和巩固所学知识,促使学生学以致用,理论密切联系实际。

本套系列教材的组织编写得到了中国计算机学会、江苏省计算机学会的大力支持和帮助,凝聚了参加编审出版工作的许多教师和编辑的心血和汗水,在此一并对他们表示衷心的感谢。

限于我们的水平、能力和经验,本套系列教材的编审与出版工作一定还存在着很多错漏和其他不如意之处,我们真诚地希望使用这套教材的高校教师、学生和广大读者积极提出宝贵意见,以鞭策我们不断提高教材的编写、修订和出版质量,为我国的计算机科学技术专业教材建设服务。

《新世纪高等学校计算机系列教材》编辑委员会

前 言

随着 Internet 的普及推广, Web 技术得到了迅猛的发展, 社会对 Web 应用程序开发人员的需求越来越多。为了适应信息技术的发展和需求, 近年来, 我国高校的计算机专业以及相关专业的教学计划都做了调整和改革, 开设了 Web 程序设计方面的课程, 为大学毕业生能够较好地适应社会需求打下基础。随着 Microsoft .NET 的发布, 在 .NET 框架中使用 ASP.NET 技术建立 Internet 网站已成为很多 Web 程序设计人员的首选。目前能够满足 ASP.NET 程序设计课程教学要求的教材不多, 为此, 我们根据这几年从事 ASP.NET 程序设计课程教学和 Web 程序开发的经验体会, 编写了这本教材。

ASP 是一种功能强大的运行于服务器端的脚本编程环境, 只能用 VBScript 或者 JavaScript 这样的非模块化语言来编写, 而且大量的 HTML 代码和 VBScript、JavaScript 代码混合在一起, 使得程序员需要修改程序时比较困难。ASP.NET 技术是 Microsoft 公司推出的新一代动态 Web 开发工具, 是今后电子商务、电子政务、远程教育等 Web 应用开发的主流技术之一。ASP.NET 不同于 ASP, 它建立在 .NET Framework 之上, 提供了更易于编写且结构更清晰的代码, 它使用 VB.NET 和 C# 等模块化语言编写程序, 提高了代码的再利用性和共享性。ASP.NET 在结构上几乎完全是基于组件和模块化的, Web 应用程序的开发人员使用这个开发环境可以实现更加模块化的、功能更强大的应用程序。

本教材从应用开发的角度介绍 ASP.NET 程序设计技术, 使读者学会使用 ASP.NET 技术开发 Web 应用程序。全书共 8 章: 第 1 章简单介绍 ASP.NET 编程的基础知识和 ASP.NET 程序的开发环境; 第 2 章讲解 VB.NET 语法基础; 第 3~4 章介绍 ASP.NET 中的服务器控件(包括 HTML 控件和 Web 控件)以及各种对象; 第 5 章介绍 ASP.NET 的数据库访问技术; 第 6 章介绍 ASP.NET 的高级应用, 包括用户控件、ASP.NET 的配置、ASP.NET 的优化、程序调试和异常处理等; 第 7 章介绍 XML 在 ASP.NET 中的应用技术; 第 8 章给出一个 ASP.NET 综合应用程序实例, 以提高读者对 ASP.NET 程序设计技术的综合设计与应用能力。本书涉及的程序在 www.jxyd.net 网站公布, 读者可以查阅。

本教材第 1、7 章由南京师范大学吉根林教授执笔; 第 2 章由淮海工学院李存华教授执笔; 第 3 章由南京师范大学崔海源副教授执笔; 第 4、5、8 章由南京气象学院顾韵华副教授执笔; 第 6 章由南京师范大学彭作民老师执笔。全书由吉根林和崔海源主持编写, 并最后统稿、修改和定稿, 由东南大学孙志挥教授主审。孙教授认真仔细地审阅了本教材, 提出了建设性的意见和建议。本书出版过程中得到了江苏省计算机学会和电子工业出版社的大力支持, 得到了东南大学徐宝文教授的关心与帮助, 在此一并表示衷心的感谢!

由于计算机科学技术发展迅速, 计算机学科知识更新很快, 加之编者水平有限, 书中不妥之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编 者
2004 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 Web 基础知识	(1)
1.1.1 Web 的基本概念	(1)
1.1.2 Internet 网络协议	(2)
1.1.3 IP 地址	(4)
1.1.4 域名	(4)
1.1.5 统一资源定位符 URL	(5)
1.2 超文本标记语言 HTML	(5)
1.2.1 HTML 文档的基本构成	(5)
1.2.2 用 HTML 语言制作网页	(6)
1.3 可扩展标记语言 XML	(10)
1.4 ASP.NET 简介	(12)
1.4.1 ASP.NET 与 ASP 的区别	(12)
1.4.2 ASP.NET 的工作原理	(13)
1.5 ASP.NET 程序运行环境	(15)
1.5.1 软件环境	(15)
1.5.2 IIS 的安装与管理	(16)
1.5.3 安装 Microsoft Data Access Components	(16)
1.5.4 安装 .NET Framework	(17)
1.6 ASP.NET 简单程序示例	(17)
1.7 本章小结	(18)
习题一	(19)
第 2 章 编程语言 VB.NET	(20)
2.1 概述	(20)
2.1.1 变量方面的差异	(20)
2.1.2 过程、函数的定义与调用方面的差别	(20)
2.1.3 数组方面的差别	(21)
2.1.4 部分常用函数的改变	(21)
2.1.5 其他改变	(22)
2.2 数据类型、常量、变量与运算符	(22)
2.2.1 基本数据类型	(23)
2.2.2 用户自定义类型	(26)
2.2.3 常量和变量	(27)
2.2.4 运算符	(28)

2.3	数组	(32)
2.3.1	数组的概念	(32)
2.3.2	声明与设置数组值	(33)
2.3.3	改变数组大小	(34)
2.3.4	数组列表	(34)
2.3.5	多维数组	(35)
2.4	流程和控制结构	(35)
2.4.1	条件分支结构	(35)
2.4.2	循环结构	(38)
2.5	过程和函数	(41)
2.5.1	Sub 过程	(41)
2.5.2	函数	(42)
2.5.3	属性过程	(43)
2.5.4	参数传递	(44)
2.5.5	常用函数	(46)
2.6	本章小结	(48)
	习题二	(48)
第 3 章	服务器控件	(51)
3.1	控件概述	(51)
3.1.1	HTML 普通控件	(51)
3.1.2	HTML 服务器控件	(53)
3.1.3	Web 服务器控件	(53)
3.1.4	自定义控件	(53)
3.2	HTML 服务器控件	(54)
3.2.1	HtmlAnchor	(55)
3.2.2	HtmlButton	(56)
3.2.3	HtmlForm	(56)
3.2.4	HtmlGenericControl	(57)
3.2.5	HtmlImage	(57)
3.2.6	HtmlInputImage	(57)
3.2.7	HtmlInputButton	(58)
3.2.8	HtmlInputCheckBox	(58)
3.2.9	HtmlInputFile	(58)
3.2.10	HtmlInputHidden	(58)
3.2.11	HtmlInputRadioButton	(59)
3.2.12	HtmlInputText	(59)
3.2.13	HtmlSelect	(59)
3.2.14	HtmlTable	(60)
3.2.15	HtmlTextArea	(61)
3.2.16	AutoPostBack 的传回事件机理	(63)

3.3 Web 服务器控件	(64)
3.3.1 按钮 (Button)	(68)
3.3.2 复选框 (CheckBox)	(68)
3.3.3 超链接 (HyperLink)	(69)
3.3.4 图像 (Image)	(69)
3.3.5 图像按钮 (ImageButton)	(69)
3.3.6 标签 (Label)	(70)
3.3.7 超链接按钮 (LinkButton)	(70)
3.3.8 文字 (Literal)	(71)
3.3.9 面板 (Panel)	(71)
3.3.10 占位符 (Placeholder)	(72)
3.3.11 单选按钮 (RadioButton)	(72)
3.3.12 表 (Table)	(72)
3.3.13 文本框 (TextBox)	(75)
3.3.14 列表控件 (ListControl)	(76)
3.3.15 下拉框 (DropDownList)	(76)
3.3.16 列表框 (ListBox)	(77)
3.3.17 复选框列表 (CheckBoxList)	(77)
3.3.18 单选按钮列表 (RadioButtonList)	(78)
3.4 日历 (Calendar) 控件应用举例	(82)
3.5 本章小结	(88)
习题三	(88)
第 4 章 ASP.NET 对象	(89)
4.1 对象简介	(89)
4.2 Page 对象	(90)
4.2.1 Page 对象的属性	(90)
4.2.2 Page 对象的方法	(91)
4.2.3 Page 对象的事件	(91)
4.3 Request 对象	(93)
4.3.1 Request 对象的属性和方法	(93)
4.3.2 Request 对象的使用	(94)
4.4 Response 对象	(104)
4.4.1 Response 对象的属性和方法	(105)
4.4.2 Response 对象的使用	(105)
4.5 Server 对象	(109)
4.5.1 Server 对象的属性和方法	(109)
4.5.2 Server 对象的使用	(109)
4.6 Application 对象	(112)
4.6.1 Application 对象的属性、方法和事件	(112)
4.6.2 Application 对象的使用	(114)

4.7	Session 对象	(117)
4.7.1	Session 对象的属性、方法和事件	(117)
4.7.2	Session 对象的使用	(118)
4.8	文件操作	(122)
4.8.1	使用 FileSystemObject 对象	(122)
4.8.2	使用 System.IO 命名空间的文件与目录类	(124)
4.9	应用举例——计数器	(130)
4.10	本章小结	(131)
	习题四	(132)
第 5 章	数据库访问	(133)
5.1	数据库访问模型 ADO.NET	(133)
5.1.1	概述	(133)
5.1.2	ADO.NET 模型	(134)
5.1.3	ADO.NET 结构	(135)
5.1.4	ADO.NET 数据库操作	(138)
5.1.5	数据显示	(138)
5.1.6	ADO.NET 示例	(139)
5.2	数据库语言 SQL	(140)
5.2.1	SELECT 查询	(141)
5.2.2	数据更新	(144)
5.3	连接数据库	(147)
5.4	访问数据库	(149)
5.4.1	使用 DataReader 对象访问数据库	(149)
5.4.2	使用 DataSet 对象访问数据库	(159)
5.4.3	执行存储过程	(180)
5.5	显示数据	(188)
5.5.1	Repeater 控件	(188)
5.5.2	DataList 控件	(190)
5.5.3	DataGrid 控件	(199)
5.6	应用举例——留言板	(211)
5.6.1	功能设计	(211)
5.6.2	数据库设计	(212)
5.6.3	程序和页面设计	(212)
5.7	本章小结	(224)
	习题五	(224)
第 6 章	ASP.NET 高级应用	(226)
6.1	高级控件	(226)
6.1.1	验证控件	(226)
6.1.2	文件上传	(235)
6.1.3	E-mail 传送	(238)

6.2	用户控件	(242)
6.2.1	Pagelet 概述	(242)
6.2.2	创建 Pagelet	(243)
6.2.3	使用 Pagelet	(245)
6.3	ASP.NET 配置	(246)
6.3.1	ASP.NET 概述	(246)
6.3.2	配置文件的结构	(247)
6.4	ASP.NET 的性能优化	(250)
6.4.1	高速缓存概述	(251)
6.4.2	输出高速缓存	(252)
6.4.3	数据高速缓存	(254)
6.5	Web 服务 (Web Service) 介绍	(255)
6.5.1	基于组件的分布式计算概念	(256)
6.5.2	什么是 Web 服务	(257)
6.5.3	Web 服务使用的标准协议	(258)
6.5.4	ASP.NET Web 服务编程模型	(259)
6.5.5	获得 Web 服务	(264)
6.6	跟踪调试和异常处理	(264)
6.6.1	常见错误类型	(264)
6.6.2	良好的编码方式	(265)
6.6.3	代码的测试	(266)
6.6.4	查找和跟踪错误	(266)
6.6.5	异常处理	(268)
6.6.6	通知和日志	(271)
6.7	本章小结	(272)
	习题六	(273)
第 7 章	XML 在 ASP.NET 中的应用	(274)
7.1	创建格式正确的 XML 文档	(274)
7.1.1	XML 文档的组成	(274)
7.1.2	创建 XML 文档的基本规则	(276)
7.1.3	元素内容的类型	(276)
7.1.4	给元素添加属性	(277)
7.1.5	处理指令的使用	(277)
7.1.6	CDATA 节的使用	(277)
7.2	创建有效的 XML 文档	(278)
7.2.1	创建 DTD	(278)
7.2.2	声明元素类型	(278)
7.2.3	声明元素属性	(279)
7.2.4	将格式正确的 XML 文档转换为有效文档	(279)
7.3	定义和使用实体	(282)

7.3.1	实体定义和分类	(282)
7.3.2	声明通用实体	(283)
7.3.3	声明参数实体	(286)
7.3.4	插入实体引用	(288)
7.3.5	插入字符引用	(289)
7.4	XML 文档的显示	(290)
7.4.1	使用 CSS 样式表显示 XML 文档	(290)
7.4.2	使用数据绑定显示 XML 文档	(291)
7.4.3	使用 XSL 样式表显示 XML 文档	(295)
7.5	XML 在 ASP.NET 中的应用	(300)
7.5.1	写入 XML 数据	(300)
7.5.2	读取 XML 数据	(301)
7.5.3	编辑 XML 数据	(301)
7.5.4	将 XML 转化为字符串	(303)
7.5.5	制作广告轮播器	(303)
7.6	本章小结	(304)
	习题七	(305)
第 8 章	ASP.NET 综合应用实例	(306)
8.1	系统概述	(306)
8.1.1	系统功能	(306)
8.1.2	页面结构设计	(307)
8.2	数据库设计	(307)
8.3	各子系统设计与实现	(308)
8.3.1	用户控件的设计与实现	(308)
8.3.2	数据库操作文件	(310)
8.3.3	首页	(311)
8.3.4	发文浏览	(313)
8.3.5	文件查询	(317)
8.3.6	发文处理	(321)
8.3.7	系统维护	(325)
8.4	本章小结	(326)
	参考文献	(327)

第1章 绪 论

本章介绍 ASP.NET 程序设计应具备的基础知识，包括 Web 的基本概念和工作原理、Internet 网络协议、IP 地址、超文本标记语言 HTML 以及可扩展标记语言 XML 的基本功能、ASP 技术的发展过程、ASP.NET 的特点及其运行环境等，为本课程的学习做好准备。

1.1 Web 基础知识

1.1.1 Web 的基本概念

如今，只要有一台计算机与 Internet 相连，不管它是通过什么方式联入 Internet，任何人都可以通过浏览器（Browser）访问处于 Internet 上任何位置的 Web 站点。Web 上的海量信息是由彼此关联的文档组成的，这些文档称为主页（Home Page）或页面（Page）。它是一种超文本（Hypertext）信息，而使其连接在一起的是超链接（Hyperlink）。由于超文本的特性，用户可以获取文本、图形、视频、音频等多媒体信息，这些媒体称为超媒体（Hypermedia）。

从本质上讲，Web 是一种基于客户机/服务器（Client/Server，简称 C/S）的体系结构，如图 1-1 所示。Web 的内容保存在 Web 服务器中，客户机向服务器发送请求，要求执行某项任务，而服务器执行此项任务，并向客户机返回响应。Web 客户程序叫做浏览器（Browser），而浏览器程序基本上都是标准化的，因此，Web 体系结构可以称为浏览器/服务器（Browser/Server）结构。

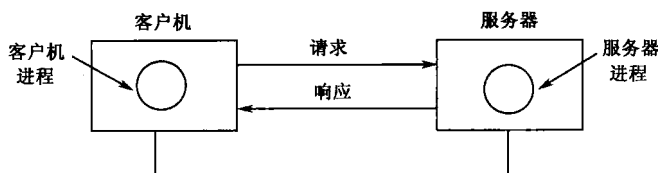


图 1-1 客户机/服务器模型

在客户机/服务器体系结构中，通常很容易将客户机和服务器理解为两端的计算机。但事实上，“客户机”和“服务器”概念上更多的是指软件，是指两台机器上相应的应用程序，或者说是图 1-1 中的“客户机进程”和“服务器进程”。

早期的 Web 页面是静态的，用户只能被动浏览。静态页面是用纯 HTML 代码编写的，这些页面的代码保存为.html 或.htm 文件的形式。后来，以 ASP（Active Server Pages）和 Java 为代表的动态技术使 Web 从静态页面变成可执行的程序，从而产生了动态网页，大大提高了 Web 的动态性和交互性。利用 ASP，服务器可以执行用户用 VBScript 或 JavaScript 编写的嵌入 HTML 文档中的程序。ASP 是 Web 动态页面设计的基础，通过 ASP，Web 页面可以访问数据库，存取服务器的有关资源，使得 Web 页面具有强大的交互能力。Web 的交互性还表现在它的超链接上，因为通过超链接，用户的浏览顺序和所到站点完全由用户自行决定。

随着技术的不断发展，动态网页的实现一般采用客户端编程和服务器端编程两种程序设计方法。客户端编程就是客户端浏览器下载服务器上的程序来执行有关动态服务工作。程序员把客户端代码编写到 HTML 文件中，当用户提出对某个网页的请求时，这些客户端代码和 HTML 文件的代码一起以响应的方式返回提出请求的浏览器。常见的客户端编程技术有 JavaScript、VBScript、Java applet 等。服务器端编程就是将程序员编写的代码保存在服务器上，当用户提出对某个网页的请求时，这个请求所要访问的页面代码都在服务器端执行，并把执行结果以 HTML 的形式传回浏览器，这样浏览器接收的只是程序执行的结果。常见的服务器端编程技术有 CGI、PHP、ASP、JSP 和 ASP.NET。

1.1.2 Internet 网络协议

1. TCP/IP 协议

TCP/IP 协议是一个协议集，其中最重要的是 TCP 协议和 IP 协议，因此，通常将这诸多协议简称为 TCP/IP 协议。

TCP/IP 协议把整个网络分成四个层次：应用层、传输层、网络层和物理链路层，它们都建立在硬件基础之上。图 1-2 给出了 TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型的对照。

(1) 应用层。应用层是 TCP/IP 参考模型的最高层，它向用户提供一些常用的应用程序，如电子邮件服务等。应用层包括所有的高层协议，并且不断有新的协议加入。应用层协议主要有：网络终端协议 Telnet，用于实现因特网中的远程登录功能；文件传输协议 FTP，用于实现因特网中交互式文件传输功能；简单电子邮件协议 SMTP，实现因特网中电子邮件收发功能；网络文件系统 NFS，用于网络中不同主机间的文件系统共享；域名服务系统 DNS，用于实现网络设备域名到 IP 地址的映射服务；超文本传输协议 HTTP，用于 Web 浏览器和服务器之间传输 Web 文档。

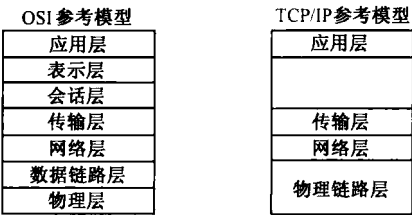


图 1-2 TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型的比较

(2) 传输层。也叫 TCP 层，主要功能是负责应用进程之间的端-端通信。传输层定义了两种协议：传输控制协议 TCP 与用户数据报协议 UDP。

(3) 网络层。也叫 IP 层，负责处理因特网中计算机之间的通信，向传输层提供统一的数据包。它的主要功能有以下三个方面：处理来自传输层的分组发送请求，处理接收的数据包，处理互连的路径。

(4) 物理链路层。它的主要功能是接收 IP 层的 IP 数据报，通过网络向外发送；或接收处理从网络传上来的物理帧，抽取 IP 数据报，向 IP 发送。该层是主机与网络的实际连接层。

2. HTTP 协议

超文本传输协议 HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) 是专门为 Web 设计的一种网络协

议, 属于 TCP/IP 参考模型中的应用层协议, 位于 TCP/IP 协议的顶层。因此, 它在使用中以 TCP/IP 协议集中的其他协议为基础。例如, 它要通过 DNS 进行域名与 IP 地址的转换, 建立 TCP 连接才能进行文档传输。

Web 浏览器和服务器用 HTTP 协议来传输 Web 文档。HTTP 基于客户端请求、服务器响应的工作模式, 其定义的事务处理由以下四步组成。

- (1) 客户与服务器建立连接。
- (2) 客户向服务器提出请求。
- (3) 如果请求被接受, 则服务器送响应, 在响应中包括状态码和所需的文件。
- (4) 客户和服务器断开连接。

3. 远程登录协议 Telnet

Telnet 是关于远程登录的一个协议。要使用 Telnet, 在用户的计算机上需要安装和运行一个名为 Telnet 的程序。在使用 Telnet 时, 它又是一个命令。用户可以用 Telnet 命令使用户主机联入 Internet 上任何一台 Telnet 服务器。一般把这台被用户主机调用的服务器称为远程主机。这时候用户主机即成为该远程主机的一个终端。不管这种连接如何复杂, 在用户主机键盘上输入一个 Telnet 的子命令后, 总能在远程主机上得到服务响应, 并把结果送回到用户主机屏幕上。

Internet 上存在成千上万个各种主机(大、中、小、巨型机)或服务器。用户可以通过用 Telnet 联入某个主机, 成为该主机的终端而访问各种所需的信息, 或运行远程主机上的程序来求解各种复杂的问题。一切都是在远程主机上快速执行(而不是将程序调回到用户主机上执行)后再从远程主机返回服务的结果。用户还可以利用 Telnet 连到 Internet 上的种种服务器, 如 Archie、Gopher、Wais、WWW 以及其他服务器, 比如某图书馆的资料文献服务器等。

用户使用远程主机有两种情况: 一种是要求用户有账号才能进行登录的; 另一种是开放的, 用户无需拥有自己的账号, 即不用口令和用户名就能登录的。在 Internet 上有许多这种为公众开放的 Telnet 远程服务。

4. 文件传输协议 FTP

Telnet 让用户主机能以终端方式共享 Internet 上各类主机的资源, 却不能把远程主机上的文件复制到用户主机再传入用户自己的 PC 机上。有了 FTP 的帮助, 就能使 Internet 上两台主机间互传(复制)文件。FTP 有一套独立通用的命令(子命令), 命令风格与 DOS 命令相似, 如 Dir 为显示目录/文件。实际使用 FTP 时往往会碰到两个难点。第一, 想要复制的文件并不知道在哪个 FTP 服务器中, 在成千上万个 FTP 服务器中一个个地寻找某个文件犹如大海捞针。此时要借助某些工具, 比如 Internet 上的 Archie 服务器。第二, 传送的类型是什么, 是以二进制文件还是以 ASCII 文件传送? 传送类型如果不对, 复制得到的内容常常是无用的。

FTP 既是一种文件传输协议, 也是一种服务。提供这种服务的主机叫做 FTP 服务器。在 FTP 服务器中有一种匿名 FTP 服务器, 用户无需拥有口令和用户名就能与匿名 FTP 服务器实现连接和复制文件。在 Internet 上有许多这样为公众开放的匿名 FTP 服务器。