

CDIO工程教育系列教程·公共基础类

计算机网络

主 编 杨英鹏

副主编 杨瑞良 邹瑞源

计 算 机 网 络

主 编 杨英鹏

副主编 杨瑞良 邹瑞源

东 软 电 子 出 版 社

• 大 连 •

计算机网络/杨英鹏主编. —大连:东软电子出版社,2013.1
ISBN 978-7-89436-198-1

策划编辑:史 书
光盘开发:张啸嵩

责任编辑:朱 娜
装帧设计:王慧英

出版/发行:东软电子出版社
地 址:大连市软件园路8号
邮 编:116023
电话/传真:0411-84835089
网 址:<http://press.neusoft.edu.cn>
电子邮箱:nep@neusoft.edu.cn

出版时间:2013年1月
印制时间:2013年8月第2次印制
字 数:568千字

印 制 者:大连华录影音实业有限公司
大连金华光彩色印刷有限公司

序

CDIO 工程教育模式是近年来国际工程教育改革的最新成果。国内外的经验都表明, CDIO“做中学”的理念和方法是先进可行的, 适合工科教育教学过程各个环节的改革。因此, 以《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》为指导, 建设理实融合、通俗易懂、图文并茂、深入浅出、目标驱动、产学研结合, 具有 CDIO 工程教育理念的本科教材成为当前的紧迫任务。

融入 CDIO 工程教育理念的高品质教材, 在注重理实结合的同时, 也注重对学生八大能力的培养, 即: 技术知识与推理能力, 开放式思维与创新, 个人职业能力, 沟通表达与团队合作, 态度与习惯, 责任, 价值观, 实践构思、设计、实现和运行对社会的贡献。

CDIO 工程教育教材是 CDIO 教育教学改革在教学实施过程中的集中体现, 它不仅承载着课程和项目的教学内容, 而且贯穿和体现了 CDIO 改革的教育教学思想、策略与方法, 是在系统化理论的指导下, 将知识、能力、素质培养进行一体化设计, 有机融合在教材体系中。教材的编写以能力培养为主线, 以案例教学为引导, 以项目为载体, 充分体现“做中学”和“学中做”的思想, 具有以下优势:

- (1) 以能力培养为主线, 培养学生专业知识能力和工程实践能力。
- (2) 以案例为驱动, 在做案例的过程中学习新知识, 充分体现了“做中学”。
- (3) 以项目为载体, 基于工程化教育理念, 按照分析、设计、实施、运行展开项目及知识点的讲解。
- (4) 围绕学科知识构建教材体系, 并与能力和项目交叉, 实现同一专业下不同教材紧密的关联性。
- (5) 内容编排循序渐进, 符合人的认知规律。
- (6) 数字化配套资源完备, 如 PPT 课件、案例代码、实验报告等。

CDIO 工程教育教材可供以应用型人才为培养目标的高等院校以及职业培训机构作为教材使用。

目前, CDIO 工程教育教材的建设还处于探索阶段, 是一项创造性的工作, 尚需要通过改革的实践不断加以深化和持续改进, 任重而道远。

前言

计算机网络是计算机及相关专业的一门重要的基础课程,对于学生理解网络运行和网络应用的基本原理有着重要作用,同时也为后续相关课程的学习打下基础。

计算机网络课程的主要内容是计算机网络体系结构,内容知识点多,涉及面广,课程本身也比较抽象,学生在学习中普遍感到困难。基于以上情况,本教材作者希望能够编写一本让学生容易理解和接受的计算机网络教材。因此本教材有以下主要特点:

(1)以 TCP/IP 协议体系为重点,自顶向下讲解网络体系结构,从应用层出发,层层向下剖析,直到物理层。这种方式能够从学生最熟悉的层次开始,从一开始就激发学生的学习热情,也符合认知规律。

(2)理论与实践相结合,使用 Ethereal 和 PacketTracer 软件分析网络中的数据包,将抽象的网络形象化。

(3)以项目为导向,通过各章的实践项目和课程的大项目,使学生掌握计算机网络体系结构的主要内容。

(4)突出易用性和可读性,力求以平实、朴素的语言讲述网络原理,做到浅显易懂,图文并茂,适合初次学习计算机网络的学生。

本教材内容共分 10 章,依次为绪论、计算机网络体系结构、应用层、运输层、网络层、数据链路层、物理层、局域网、广域网、无线网络和移动网络。

本教材由杨英鹏任主编,杨瑞良和邹瑞源老师任副主编。第 1 章、第 2 章由杨英鹏完成,第 3 章由王晓天完成,第 4 章由苗强完成,第 5 章由赵振国完成,第 6 章由邹瑞源完成,第 7 章由周富肯完成,第 8 章由靳海轶完成,第 9 章由宁多彪完成,第 10 章由赵荷完成。全教材由杨英鹏统稿,杨瑞良老师、邹瑞源老师、朱红霞老师和蒋晶晶老师在教材的体系结构和教材审稿中给出了许多宝贵建议,在此表示感谢。

教材中每章后面都有习题,并在多数章节后安排了项目实践的内容,使读者能够通过 Ethereal 和 PacketTracer 分析网络数据,理解网络的基本理论。同时,为使读者掌握 Ethereal 和 PacketTracer 的使用方法,在附录中安排了相应的说明内容。

本教材可作为高等院校计算机及相关专业计算机网络课程的教材,也可供计算机网络爱好者学习和参考。由于作者水平有限,教材中缺点、错误或不妥之处在所难免,真诚希望使用本教材的老师和读者批评指正。作者的联系方式为 yangyingpeng@neusoft.edu.cn。

编者
2013 年 1 月

教材简介

1. 教材基本信息

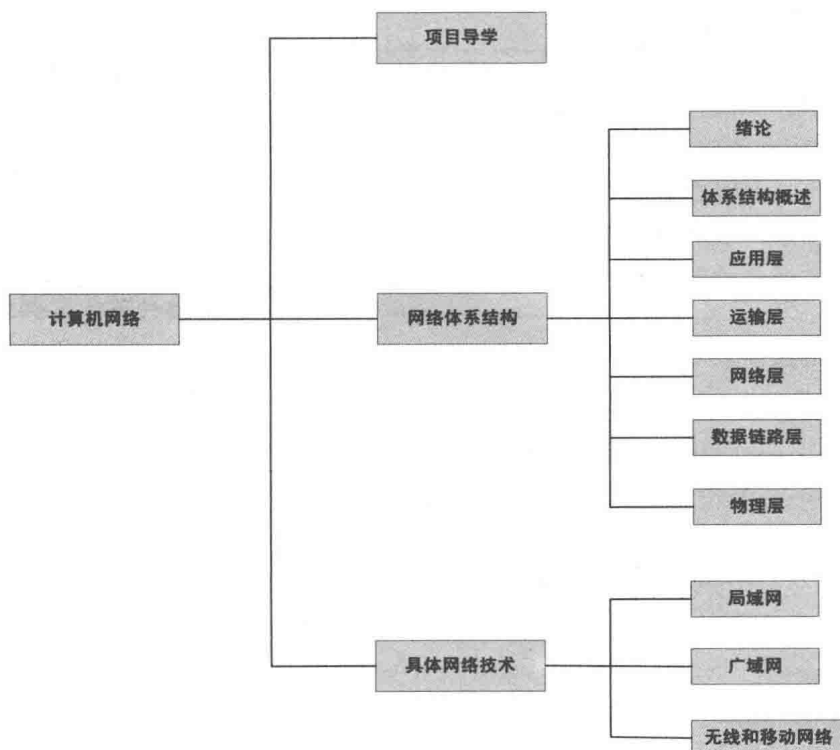
本教材适用于计算机及相关专业计算机网络课程的教学。学生应学习过大学计算机基础课程,具备计算机的相关基础知识,并具备查阅参考资料文献和书面表达能力。

学习完本教材后,学生能够掌握计算机网络体系的基本理论知识,能够理解 TCP/IP 协议体系中主要协议的原理及其相互关系,对网络通信的整个过程有比较深入的理解,为后续相关课程的学习打下基础。

2. 教材的基本结构和内容组织

(1) 教材基本结构。

本教材共 10 章,分为三部分。第一部分是项目导学,介绍课程项目的总体情况,提出问题,引导学生学习。第二部分是网络体系结构,以 TCP/IP 协议为重点,采用自顶向下的方式讲解了网络体系结构。第三部分是具体的网络技术,包含局域网、广域网、无线和移动网络。教材体系结构如下图所示。



(2)教材内容组织。

第1章对计算机网络的一些基本概念作了介绍。

第2章讲解了网络协议、协议分层、OSI参考模型和TCP/IP参考模型。

第3章阐述TCP/IP体系中应用层的基本概念和相关协议的工作原理。

第4章讨论运输层的功能,重点分析了TCP协议和UDP协议。

第5章讲解了网络层的主要功能,包含IP协议、IP地址、IP子网、路由等内容。

第6章讲解了数据链路层的主要功能及其实现技术。

第7章对物理层的概念和典型协议进行分析和讨论。

第8章讲解了局域网技术,重点讲解以太网技术,并对虚拟局域网、高速以太网和无线局域网技术作了介绍。

第9章讲解了广域网技术,介绍了帧中继、ATM等主流广域网技术。

第10章讲解了无线网络技术和移动IP。

附录A介绍了Ethereal软件的安装和基本使用技巧。

附录B PacketTracer的使用作了说明。

附录C对课程的基本教学知识点、能力要求、学时分配、实践项目、课程考核等内容做了详细说明。

目 录

项目导学	1
第 1 章 绪论	3
1.1 计算机网络的概念	3
1.2 计算机网络的功能与应用	4
1.3 计算机网络的产生和发展	4
1.3.1 20 世纪 50 至 60 年代——计算机网络产生	4
1.3.2 20 世纪 70 至 80 年代——因特网和局域网发展时期	6
1.3.3 20 世纪 90 年代——因特网大发展时期	7
1.3.4 21 世纪——网络和信息化的社会	9
1.4 计算机网络的组成和结构	10
1.5 计算机网络的核心技术——分组交换	12
1.5.1 电路交换	12
1.5.2 报文交换	13
1.5.3 分组交换	13
1.6 计算机网络的主要性能指标	17
1.6.1 带宽	17
1.6.2 时延	17
1.7 计算机网络的分类	18
1.8 计算机网络的拓扑结构	19
1.9 网络标准化	21
1.9.1 ITU	21
1.9.2 ISO	22
1.9.3 IEEE	22
1.9.4 与因特网相关的标准化组织	22
1.10 本章小结	23
教学效果测评	23
第 2 章 网络体系结构	25
2.1 网络通信的复杂性	25
2.2 网络协议与协议分层	26

2.2.1	网络协议	26
2.2.2	协议分层	26
2.2.3	数据封装和传递	28
2.2.4	服务访问点	29
2.2.5	服务、协议和接口	30
2.3	网络体系结构	31
2.3.1	OSI 参考模型	32
2.3.2	TCP/IP 模型	33
2.3.3	OSI 参考模型和 TCP/IP 模型的比较	34
2.4	本教材的体系结构	35
2.5	本章小结	36
实践环节设计		36
教学效果测评		37
第 3 章	应用层	39
3.1	概述	39
3.1.1	应用进程和应用层协议	40
3.1.2	应用层的工作模型	40
3.1.3	应用进程的地址	42
3.1.4	URL	43
3.2	WWW 和 HTTP 协议	43
3.2.1	WWW	43
3.2.2	HTTP 协议	45
3.2.3	HTTP 报文	48
3.2.4	Web 代理	51
3.2.5	Cookie	53
3.2.6	多点下载和断点续传	54
3.3	文件传输协议	55
3.3.1	控制连接和数据连接	57
3.3.2	主动模式和被动模式	58
3.3.3	FTP 命令	59
3.3.4	FTP 应答	60
3.4	电子邮件	60
3.4.1	电子邮件概述	61
3.4.2	电子邮件报文格式	62
3.4.3	SMTP 协议	62
3.4.4	SMTP 协议扩展	66
3.4.5	POP3 协议	69
3.4.6	IMAP 协议	72

3.5 DNS——域名系统	72
3.5.1 域名和层次域名空间	72
3.5.2 域名服务器	74
3.5.3 域名解析过程	75
3.5.4 DNS 缓存	77
3.6 DHCP	77
3.6.1 DHCP 工作原理	78
3.6.2 DHCP 报文	79
3.6.3 DHCP 租用期	85
3.6.4 DHCP 中继代理	86
3.7 本章小结	86
实践环节设计	87
教学效果测评	89
第4章 运输层	91
4.1 运输层的功能和服务	91
4.1.1 运输层提供的服务	91
4.1.2 运输层的功能	92
4.1.3 TCP/IP 的运输层	93
4.2 应用进程寻址	94
4.3 UDP	96
4.3.1 概述	96
4.3.2 UDP 数据报	97
4.3.3 UDP 的差错检测	98
4.4 TCP	100
4.4.1 概述	100
4.4.2 TCP 报文段	101
4.4.3 TCP 数据传输过程	104
4.4.4 连接管理	105
4.4.5 数据的可靠性传输	112
4.4.6 重传定时器	118
4.4.7 流量控制	120
4.4.8 拥塞控制	122
4.5 本章小结	125
实践环节设计	126
教学效果测评	126
第5章 网络层	128
5.1 网络层服务和功能	128
5.2 IP 协议概述	129

5.3	IP 地址	131
5.3.1	基本概念	131
5.3.2	IP 地址的分类	132
5.3.3	特殊的 IP 地址	133
5.4	IP 子网	135
5.4.1	IP 子网划分	135
5.4.2	子网掩码	137
5.5	无分类编址 CIDR	139
5.5.1	CIDR 地址块	140
5.5.2	利用 CIDR 分配 IP 地址	141
5.5.3	超网	143
5.6	IP 数据报	145
5.6.1	IP 数据报格式	145
5.6.2	IP 数据报分片与重组	147
5.7	IP 数据报的发送	148
5.7.1	直接发送和间接发送	149
5.7.2	选路的基本原则	149
5.7.3	路由器	149
5.7.4	路由表	150
5.7.5	网关	152
5.7.6	IP 数据报的发送过程	153
5.8	路由协议	154
5.8.1	自治系统和分层次路由	155
5.8.2	内部网关协议	156
5.8.3	外部网关协议	160
5.9	ICMP	164
5.9.1	ICMP 报文格式	164
5.9.2	ICMP 报文类型	164
5.9.3	Ping	166
5.10	NAT	168
5.11	IP 组播和 IGMP 协议	169
5.11.1	IP 组播	169
5.11.2	IGMP 协议	170
5.12	IPv6	172
5.12.1	IPv6 的产生背景	172
5.12.2	IPv6 的特点	173
5.12.3	IPv6 地址	173
5.12.4	IPv6 分组	174

5.13 本章小结	175
实践环节设计	175
教学效果测评	177
第 6 章 数据链路层	181
6.1 数据链路层服务和功能	181
6.1.1 链路和数据链路	183
6.1.2 链路层的主要功能	184
6.2 成帧	185
6.3 物理地址和地址映射	187
6.3.1 物理地址	187
6.3.2 物理地址和 IP 地址	188
6.3.3 地址映射和 ARP	188
6.4 流量控制	192
6.4.1 停止等待	192
6.4.2 滑动窗口	194
6.5 差错控制	197
6.5.1 检测差错	197
6.5.2 对差错的处理	198
6.6 ARQ 协议	199
6.6.1 停等 ARQ	199
6.6.2 连续 ARQ	200
6.6.3 选择重传 ARQ	200
6.7 数据链路层协议	201
6.8 HDLC 协议	201
6.8.1 基本概念	202
6.8.2 帧格式	203
6.8.3 HDLC 协议工作过程	207
6.9 PPP 协议	208
6.9.1 PPP 帧格式	209
6.9.2 LCP	209
6.9.3 认证协议	211
6.9.4 网络控制协议	212
6.9.5 PPP 协议的工作过程	213
6.10 本章小结	214
实践环节设计	214
教学效果测评	215
第 7 章 物理层	218
7.1 物理层的服务和功能	218

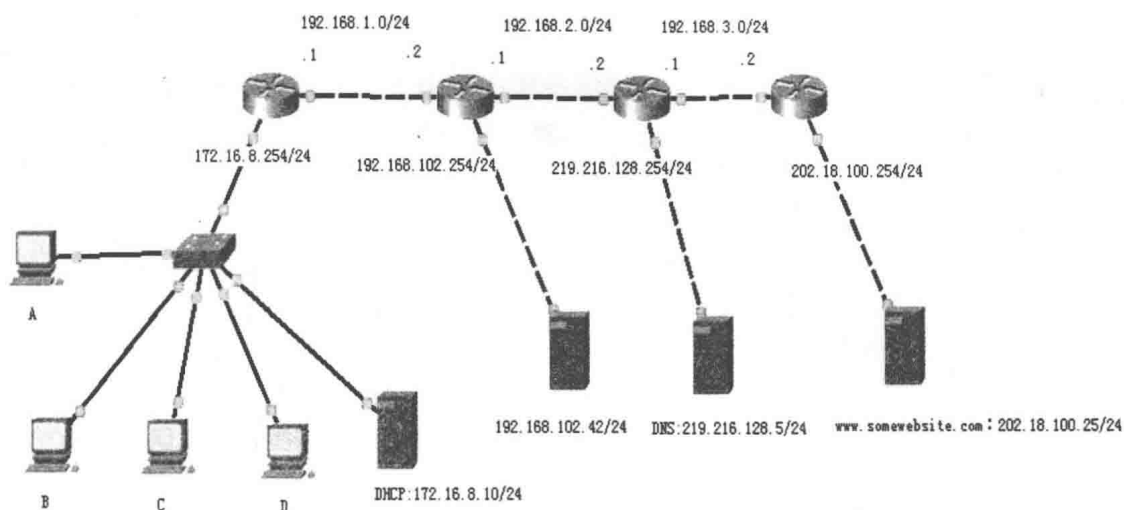
7.2 数据通信基础	219
7.2.1 信息	219
7.2.2 数据	220
7.2.3 信号	220
7.2.4 信道和信道带宽	222
7.2.5 波特率和比特率	223
7.3 数据通信系统	224
7.4 数据表示和信号转换	226
7.4.1 数字—数字	226
7.4.2 数字—模拟	227
7.4.3 模拟—模拟	228
7.4.4 模拟—数字	229
7.5 数据传输	230
7.5.1 基带传输和宽带传输	230
7.5.2 并行传输和串行传输	230
7.5.3 单工、半双工和全双工传输	232
7.6 复用技术	233
7.6.1 频分复用	234
7.6.2 时分复用	234
7.6.3 波分复用	235
7.6.4 码分复用	236
7.7 传输介质	237
7.8 物理层标准	240
7.9 EIA-232 物理层接口标准	241
7.10 本章小结	243
教学效果测评	243
第8章 局域网	245
8.1 概述	245
8.1.1 局域网的概念和特点	245
8.1.2 局域网的产生与发展	246
8.1.3 局域网的拓扑结构	248
8.1.4 局域网的体系结构	249
8.2 介质访问控制	251
8.2.1 介质共享技术	251
8.2.2 ALOHA 协议	252
8.2.3 CSMA 协议	253
8.2.4 令牌环介质控制方法	254
8.2.5 令牌总线介质控制方法	255

8.3 传统以太网	256
8.3.1 MAC 地址	256
8.3.2 以太网的帧格式	258
8.3.3 以太网的工作原理	260
8.3.4 以太网的性能和提供的服务	262
8.4 高速以太网	262
8.4.1 百兆位以太网	263
8.4.2 千兆位以太网	264
8.4.3 万兆位以太网	266
8.5 组建以太网	268
8.5.1 网卡	268
8.5.2 通信介质	268
8.5.3 以太网连接方式	270
8.5.4 集线器和交换机	271
8.6 虚拟局域网	274
8.6.1 虚拟局域网的划分方法	275
8.6.2 虚拟局域网标准和帧格式	276
8.6.3 三层交换技术	277
实践环节设计	278
教学效果测评	278
第9章 广域网	281
9.1 概述	281
9.2 广域网技术概述	283
9.2.1 专用线路	283
9.2.2 电路交换技术	283
9.2.3 分组交换技术	284
9.2.4 Internet 接入	285
9.3 PSTN	286
9.4 ISDN	287
9.4.1 ISDN 参考模型	287
9.4.2 ISDN 接口	288
9.4.3 B-ISDN	288
9.4.4 ISDN 的应用业务	289
9.5 帧中继	290
9.5.1 概述	290
9.5.2 帧中继帧格式	291
9.6 ATM	293
9.6.1 ATM 原理	294

9.6.2	ATM 协议参考模型	294
9.6.3	ATM 信元格式	296
9.7	同步光学网络(SONET)/ 同步数字层级网络(SDH)	296
9.8	DSL	297
9.9	本章小结	299
	教学效果测评	299
第 10 章	无线网络和移动网络	301
10.1	概述	301
10.2	802.11 无线 LAN	302
10.2.1	802.11 体系结构	303
10.2.2	802.11 MAC 协议	305
10.2.3	802.11 帧结构	307
10.3	蜂窝网络	309
10.3.1	蜂窝网络体系结构	310
10.3.2	蜂窝网络技术和标准	312
10.3.3	蜂窝网络中的移动性管理	314
10.4	蓝牙	315
10.4.1	概述	315
10.4.2	工作原理	315
10.5	CDMA	317
10.5.1	概述	317
10.5.2	工作原理	317
10.6	移动 IP	318
10.6.1	概述	318
10.6.2	工作原理	319
10.7	本章小结	320
	教学效果测评	321
附录 A	Ethernet 使用教程	323
附录 B	Packet Tracer 使用教程	334
附录 C	教学建议	350
	参考文献	359

项目导学

本教材内容围绕一个具体的项目展开,项目拓扑如下图所示:



项目说明:

(1)项目中有四台用户主机 A、B、C、D,一台交换机,四台路由器和四台服务器。主机的 IP 地址从 DHCP 服务器上动态获得,服务器和路由器的 IP 地址设置为静态的 IP 地址。路由器之间通过动态路由协议(RIP 或 OSPF)获取路由信息。

(2)四台服务器中 DHCP 服务器和 DNS 服务器各一台,有两台 Web 服务器。一个 Web 服务器地址为 192.168.102.42,没有设置域名。另一个 Web 服务器的域名为 www.somewebsite.com,IP 地址为 202.18.100.25。

学习完本教材内容,希望读者能回答以下问题:

- (1)用户主机是如何动态地从 DHCP 服务器上获得 IP 地址等信息的?
- (2)四个路由器相互之间是如何交换路由信息,实现全网络连通的? 使用了哪些协议?
- (3)用户主机访问 Web 服务器 www.somewebsite.com,整个过程是怎样的? 使用了哪些协议,各类协议的报文格式和内容是怎样的?
- (4)用户主机访问 Web 服务器 www.somewebsite.com 和 192.168.102.42,在整个过程上有什么区别?

