

全国高校出版社优秀畅销书奖

中国大学出版社图书奖（优秀教材）一等奖

普通高等学校网络工程专业规划教材

TCP/IP网络与协议 (第2版)

兰少华 杨余旺 吕建勇 编著

2

清华大学出版社



普通高等

教材

TCP/IP网络与协议

(第2版)

兰少华 杨余旺 吕建勇 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

全书共分 21 章,以自底向上的方法,全面系统地介绍了 TCP/IP 的层次结构和基本原理,主要包括因特网的体系结构、IP 地址、地址与解析、IP 协议、差错与控制报文协议、IP 路由、传输层协议、域名系统、引导协议与动态主机配置协议、IP 组播、文件传输协议、邮件传输协议、远程登录协议、超文本传输协议、简单网络管理协议、移动 IP、因特网服务质量、多协议标签交换、因特网安全以及新一代因特网协议等内容。

本书力求在介绍 TCP/IP 的基本理论、原理和方法的同时,反映该领域的一些最新的发展动态。

本书可以作为高等学校计算机科学与技术、软件工程、网络工程和通信工程等专业的本科生或研究生的教材,也可以作为相关领域工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

TCP/IP 网络与协议/兰少华,杨余旺,吕建勇编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2017
(普通高等学校网络工程专业规划教材)

ISBN 978-7-302-46870-7

I. T… II. ①兰… ②杨… ③吕… III. 计算机网络—通信协议—高等学校—教材
IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 060640 号

责任编辑:袁勤勇

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:23

字 数:556 千字

版 次:2006 年 1 月第 1 版

2017 年 6 月第 2 版

印 次:2017 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00 元

产品编号:044962-01

第 2 版前言

随着因特网技术的发展,TCP/IP 协议以其高效、可靠、实用的特点和得天独厚的因特网背景,逐渐确立了它在网络中的统治地位。一系列与因特网密切相关的新技术进一步推动了因特网的普及和应用。物联网将人与人联结的因特网延展到了所有智能物;移动互联网将因特网的固定联结拓展到了移动和无线联结;大数据将因特网的应用推进到了更深、更广和更有效的层次;云计算将因特网的服务提高到了完美的状态。而这些技术所基于的网络的核心就是 TCP/IP 协议。

TCP/IP 协议是一个比较庞大的协议族,协议层次清晰、功能强大、性能稳定。TCP/IP 协议是网络研究工作者智慧的结晶,很多非常优秀的思想方法在该协议中得到了非常完美的体现。各种新型应用的技术需求推动着 TCP/IP 协议的不断发展和进步。

了解和掌握 TCP/IP 协议的体系结构、工作原理和实现方法是对每个网络应用程序开发人员和网络管理人员最基本的要求。

本书在介绍 TCP/IP 的基本概念、原理和方法的同时,注意从以下三个方面突出本书的特点:

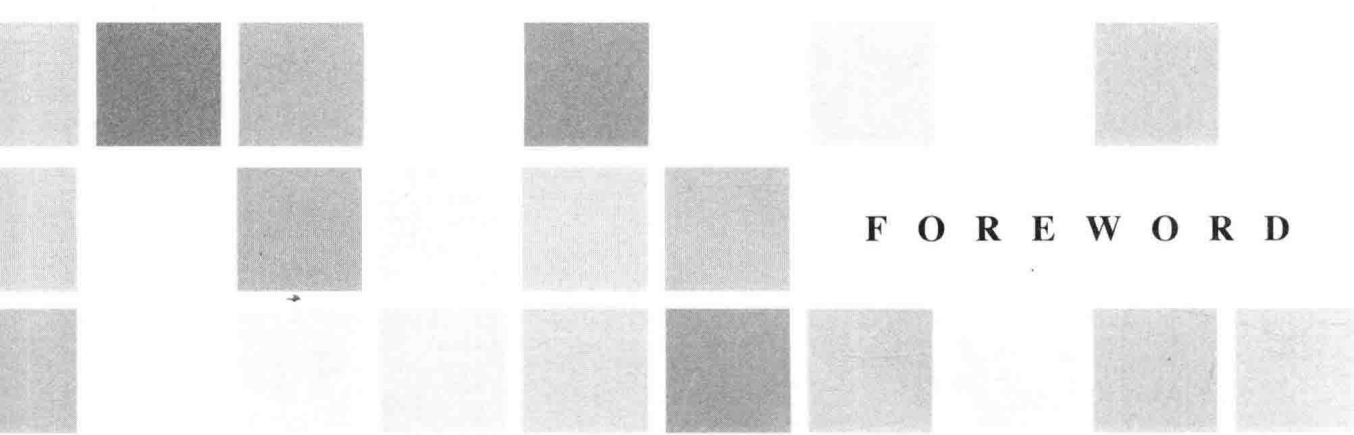
- ① 内容上力求全面,涵盖 TCP/IP 的基本内容和各个主要方面;
- ② 改编中尽量反映互联网的最新发展;
- ③ 叙述方法上尽量做到深入浅出,理论联系实际,图文并茂,注意内容的联系、连贯及逻辑性。

第 2 版保持了第 1 版的结构、特点和风格;修订了原书中的文字错误;明确了原书中表述不够清晰的内容;增加了一些 TCP/IP 协议发展中涉及的新技术。

全书共分 21 章。第 1 章概述 TCP/IP 的形成和发展、相关的组织机构、标准文档的形成过程以及未来的发展方向。第 2 章在回顾计算机网络基本概念的基础上,介绍因特网的体系结构,并将 TCP/IP 的结构与 ISO/OSI 进行比较。第 3 章介绍 IP 地址的相关概念,对子网、子网掩码、超网和无类地址进行讨论。第 4 章介绍地址解析和反向地址解析的原理,给出地址解析的报文格式

FOREWORD

和处理过程,并对代理、ARP 技术进行介绍。第 5 章对 TCP/IP 网络层的 IP 协议进行介绍,主要围绕 IP 数据报的格式、IP 数据报首部的校验、数据的分片与重组、IP 数据报的选项以及 IP 模块的结构等问题进行讨论。第 6 章介绍 TCP/IP 网络层的另一个重要协议——因特网控制报文协议 ICMP,详细阐述 ICMP 协议原理、报文格式、差错报告、控制报文和请求应答报文对。第 7 章讨论 TCP/IP 的路由功能,给出路由表的基本结构和路由算法,介绍静态路由和动态路由的概念,重点介绍动态路由中的路由表的建立和刷新协议(RIP、OSPF、BGP)。第 8 章介绍 TCP/IP 传输层协议——面向连接的 TCP 协议、无连接的 UDP 协议和流控制传输协议 SCTP,重点讨论 TCP 连接、流量控制、拥塞控制和差错控制问题。第 9 章讨论因特网的域名系统,介绍名称的解析方法、DNS 报文格式、资源记录以及包含资源记录信息的数据库文件。第 10 章讨论 TCP/IP 应用层的 BOOTP 和 DHCP 协议,DHCP 是在 BOOTP 的基础上发展起来的实现主机参数自动配置的协议。第 11 章介绍 IP 组播的基本概念和模型,重点讨论因特网组管理协议 IGMP 和组播路由协议。第 12 章讨论 TCP/IP 应用层的文件传输协议,介绍 FTP 进程通信模型和命令,以及简单文件传输协议 TFTP,并给出 FTP 与 TFTP 的比较。第 13 章讨论 TCP/IP 应用层的电子邮件系统,介绍简单邮件传输协议 SMTP、邮件获取协议(POP3、IMAP)和通用因特网邮件扩充 MIME。第 14 章讨论 TCP/IP 应用层的远程登录协议,介绍 Telnet 概念、命令、选项协商及操作模式。第 15 章讨论 TCP/IP 应用层的超文本传输协议 HTTP,该协议是实现 WWW 全球信息服务系统的基本协议。第 16 章讨论 TCP/IP 应用层的简单网络管理协议 SNMP,对简单网络管理模型、简单网络管理协议及其报文格式、管理信息结构 SMI、管理信息库 MIB 进行介绍。第 17 章介绍移动 IP 的基本概念、工作原理以及相关的技术。第 18 章讨论当前广泛关注的因特网的服务质量问题,介绍服务质量的观念以及适应多媒体业务服务质量的实时传输协议 RTP 和实时传输控制协议 RTCP,并重点讨论与服务质量相关的两个关键技术——集成业务和区分业务。第 19 章讨论能够灵活地为不同类型的业务提供支持的多协议标签交换(MPLS)技术,介绍 MPLS 的组件、体系结构、工作原理和相关协议。第 20 章讨论因特网的安全问题,介绍当前存在的安全威胁和对抗这些安全威胁的安全



FOREWORD

服务,讲述保证网络安全的基本技术,并对因特网的 IP 层安全、传输层安全和应用层安全进行深入的讨论。第 21 章讨论新一代因特网协议——IPv6 协议,介绍 IPv6 的数据报格式、扩展首部、IPv6 地址和 ICMPv6,并讨论从 IPv4 向 IPv6 过渡的技术。

本书第 1 版的第 1~9 章和第 20 章由兰少华编写,第 10~19 章由杨余旺编写,第 21 章由吕建勇编写。全书由兰少华统稿。第 2 版主要由兰少华在第 1 版的基础上编写修订完成。

在本书的编写过程中参阅了大量的 RFC 文档,参考了百度百科、百度文库、Wikipedia 以及网上的相关资料,由于这些资料大多没有原始的出处,所以无法在参考文献中一一列出,只能在此对这些资料的原始作者表示感谢,对他们所做的工作和贡献表示敬意。

由于编者水平有限,时间仓促,加之 TCP/IP 协议仍在不断地发展和完善之中,本书可能在某些点上仍未能反映最新的发展,甚至难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

本书第 1 版曾荣获第八届全国高校出版社优秀畅销书二等奖,荣获 2007 年江苏省高等学校精品教材奖。

编者的电子邮件地址是:lansh@njust.edu.cn。

编者

2017 年 2 月

目 录

第 1 章 概述	1	1.6 下一代因特网	21
1.1 因特网及其相关技术催生新 的时代	1	1.6.1 迈向新一代网络	21
1.1.1 信息化时代	1	1.6.2 中国的下一代互联 网络	22
1.1.2 适应新时代的国家 战略	5	本章要点	24
1.2 网络互联的动机和技术	7	习题	24
1.2.1 网络互联的动机	7	第 2 章 计算机网络与因特网体系 结构	26
1.2.2 网络互联技术	8	2.1 计算机网络概念	26
1.3 因特网的形成和发展	9	2.1.1 计算机网络的产生 和发展	26
1.3.1 因特网的发展轨迹	9	2.1.2 计算机网络的 分类	27
1.3.2 中国互联网的 发展	12	2.1.3 网络协议与体系 结构	28
1.4 有关因特网的组织机构	15	2.1.4 局域网技术	31
1.4.1 因特网体系结构 委员会	15	2.1.5 广域网技术	33
1.4.2 因特网协会	16	2.1.6 无线网络	35
1.4.3 因特网网络信息 中心	16	2.1.7 因特网接入方式	44
1.4.4 因特网名称与数字 地址分配机构	17	2.2 因特网体系结构	46
1.4.5 WWW 协会	17	2.2.1 因特网的概念	46
1.5 请求注解	17	2.2.2 因特网的特点	47
1.5.1 因特网技术文档	17	2.2.3 因特网协议分层	47
1.5.2 因特网标准建立 过程	18	2.3 开放系统互连参考模型与 TCP/IP 的关系	48
1.5.3 获取 RFC 文档	20	2.4 TCP/IP 协议族	49

CONTENTS

本章要点.....	50	本章要点.....	83
习题.....	51	习题.....	83
第 3 章 IP 地址	52	第 5 章 IP 协议	84
3.1 IP 地址概述	52	5.1 IP 数据报格式	84
3.2 分类 IP 地址	53	5.2 无连接数据报传输	88
3.3 特殊 IP 地址	55	5.2.1 首部校验	88
3.4 私有网络地址	57	5.2.2 数据分片与重组	91
3.5 IP 地址配置	58	5.3 IP 数据报选项	93
3.6 子网及子网掩码	59	5.3.1 选项格式	93
3.7 超网	63	5.3.2 选项类型	93
3.8 无类地址	65	5.4 IP 模块的结构	97
本章要点	66	本章要点	98
习题	67	习题	98
第 4 章 地址解析	68	第 6 章 差错与控制报文协议	99
4.1 地址解析协议	68	6.1 因特网控制报文协议	99
4.1.1 地址解析原理	69	6.2 ICMP 报文格式与类型	100
4.1.2 ARP 高速缓存	70	6.2.1 ICMP 报文格式	100
4.1.3 arp 实用程序	72	6.2.2 ICMP 报文类型	100
4.1.4 地址解析实例	73	6.3 ICMP 差错报告	101
4.1.5 地址解析中的常见问题	77	6.3.1 信宿不可达报告	101
4.2 反向地址解析协议	77	6.3.2 数据报超时报告	103
4.3 地址解析报文	79	6.3.3 数据报参数错报告	103
4.3.1 地址解析报文格式	79	6.4 ICMP 控制报文	104
4.3.2 地址解析报文处理	79	6.4.1 源抑制报文	104
4.3.3 地址解析报文封装	81	6.4.2 重定向报文	105
4.4 代理 ARP	82	6.5 ICMP 请求与应答报文对	106
		6.5.1 回应请求与应答报文	107

C O N T E N T S

6.5.2 时间戳请求与应答 报文	108	8.3.1 TCP 连接的建立	142
6.5.3 地址掩码请求与应答 报文	109	8.3.2 TCP 连接的拆除	142
6.5.4 路由器请求与通告 报文	109	8.4 TCP 流量控制	144
6.6 ICMP 报文封装	110	8.5 TCP 拥塞控制	145
本章要点	111	8.6 TCP 差错控制	146
习题	112	8.7 TCP 状态转换图	147
第 7 章 IP 路由	113	8.8 用户数据报协议	149
7.1 直接传递与间接传递	113	8.8.1 UDP 数据报格式	149
7.2 IP 路由概述	113	8.8.2 UDP 伪首部	150
7.3 路由表	115	8.9 流控制传输协议 SCTP	150
7.3.1 路由表的构成	115	8.9.1 SCTP 相关概念	151
7.3.2 路由算法	117	8.9.2 SCTP 功能	152
7.4 静态路由	117	8.9.3 SCTP 分组	153
7.5 动态路由	119	8.9.4 SCTP 基本信令 流程	155
7.5.1 路由信息协议	121	本章要点	156
7.5.2 开放最短路径 优先	126	习题	157
7.5.3 增强型内部网关路 由协议 EIGRP	128	第 9 章 域名系统	158
7.5.4 边界网关协议	130	9.1 命名机制与名称管理	158
本章要点	134	9.2 因特网域名	159
习题	135	9.3 DNS 服务器	162
第 8 章 传输层协议	136	9.4 域名解析	162
8.1 进程间通信	136	9.4.1 递归解析	163
8.2 TCP 段格式	138	9.4.2 反复解析	163
8.3 TCP 连接的建立和拆除	142	9.4.3 反向解析	163
		9.4.4 解析效率	164
		9.5 DNS 报文格式	164
		9.6 DNS 资源记录	168
		9.7 DNS 配置及数据库文件	170
		9.7.1 DNS 配置文件	170

CONTENTS

9.7.2	DNScache 文件	171
9.7.3	DNS 正向查询文件	172
9.7.4	DNS 反向查询文件	173
	本章要点	174
	习题	174

第 10 章 引导协议与动态主机配置

	协议	176
10.1	BOOTP 原理	176
10.2	BOOTP 报文	177
10.2.1	BOOTP 报文格式	177
10.2.2	BOOTP 报文传输	178
10.3	启动配置文件	180
10.4	DHCP 基本概念	182
10.5	DHCP 运行方式	184
10.6	DHCP/BOOTP 中继代理	190
	本章要点	191
	习题	191

第 11 章 IP 组播

11.1	IP 组播概念	192
11.2	IP 组播模型	193
11.3	因特网组管理协议	194
11.4	组播路由	198
11.5	组播路由协议	200

11.5.1	距离向量组播路由选择协议	201
11.5.2	开放式组播最短路径优先协议	202
11.5.3	与协议无关的组播	203
11.5.4	基于核心的树	204
	本章要点	205
	习题	206

第 12 章 文件传输协议

12.1	TCP/IP 文件传输协议	207
12.2	FTP 进程模型	209
12.2.1	FTP 控制连接	210
12.2.2	FTP 数据连接	210
12.2.3	通信	211
12.3	FTP 命令与响应	212
12.4	匿名 FTP	214
12.5	简单文件传输协议	215
12.6	TFTP 报文	216
12.7	TFTP 与 FTP 的比较	217
	本章要点	218
	习题	219

第 13 章 邮件传输协议

13.1	概述	220
13.2	电子邮件地址	221
13.3	邮件转发与网关	222
13.4	电子邮件信息格式	223
13.5	简单邮件传输协议	225
13.6	邮件获取协议	228

C O N T E N T S

13.6.1 POP3 邮局协议- 版本 3	228	第 16 章 简单网络管理协议	258
13.6.2 因特网报文访问 协议	230	16.1 简单网络管理模型	258
13.7 多用途因特网邮件扩充 ..	231	16.2 简单网络管理协议概述 ..	259
本章要点	235	16.3 报文格式	262
习题	235	16.3.1 SNMPv1 报文 格式	262
第 14 章 远程登录协议	237	16.3.2 SNMPv3 报文 格式	265
14.1 基本概念	237	16.4 管理信息结构	266
14.2 Telnet 命令	239	16.5 管理信息库	268
14.3 Telnet 选项及协商	240	16.6 MIB 组	270
14.4 Telnet 子选项协商	242	本章要点	274
14.5 Telnet 操作模式	243	习题	275
14.6 Rlogin	243	第 17 章 移动 IP	276
14.6.1 连接	244	17.1 移动 IP 的出现	276
14.6.2 流量控制	245	17.2 移动 IP 的基本术语	276
14.6.3 客户/服务器 命令	245	17.3 移动 IP 的工作原理	278
14.6.4 运行	246	17.3.1 位置注册	279
本章要点	246	17.3.2 代理发现	279
习题	247	17.3.3 隧道技术	282
第 15 章 超文本传输协议	248	17.4 移动 IP 的效率	284
15.1 统一资源定位符	248	本章要点	286
15.2 超文本传输协议	249	习题	287
15.3 一般格式	253	第 18 章 因特网服务质量	288
15.4 HTTP 请求报文	254	18.1 服务质量	288
15.5 HTTP 响应报文	256	18.2 实时传输协议	289
本章要点	256	18.3 实时传输控制协议	291
习题	257	18.4 集成业务	292
		18.4.1 IntServ 模型	292

C O N T E N T S

18.4.2	资源预留协议	294	20.4.2	鉴别首部	322
18.5	区分业务	295	20.4.3	封装安全有效 负载	323
18.5.1	区分业务模型	295	20.5	传输层安全	324
18.5.2	DS 字段	296	20.6	应用层安全	326
本章要点		297	20.6.1	安全超文本传输 协议	326
习题		297	20.6.2	电子邮件安全	327
第 19 章	多协议标签交换	298	本章要点		328
19.1	多协议标签交换概述	298	习题		329
19.2	MPLS 体系结构	299	第 21 章	新一代因特网协议	330
19.3	MPLS 组件	302	21.1	转向新一代因特网协议	330
19.4	标签分发协议	304	21.1.1	IPv4 协议存在 的问题	330
19.5	MPLS 服务	307	21.1.2	IPv6 协议	331
本章要点		310	21.2	IPv6 数据报格式	331
习题		310	21.2.1	路由选择首部	335
第 20 章	因特网安全	312	21.2.2	分片首部	336
20.1	安全威胁	312	21.2.3	目的站点选项 首部	337
20.2	安全服务	313	21.2.4	逐跳选项首部	337
20.3	基本安全技术	315	21.2.5	鉴别首部与封装 安全有效负载 首部	338
20.3.1	密码技术	315	21.2.6	扩展首部的 顺序	338
20.3.2	报文鉴别技术	316	21.2.7	上层协议校验 和	339
20.3.3	身份认证技术	317	21.3	IPv6 地址	339
20.3.4	数字签名技术	318			
20.3.5	虚拟专用网 技术	319			
20.3.6	防火墙技术	319			
20.3.7	防病毒技术	320			
20.4	IP 层安全	321			
20.4.1	IP 安全体系 结构	321			

C O N T E N T S

21.3.1	IPv6 地址模式	340	21.5.2	信息报文	347
21.3.2	IPv6 的地址表示方法	340	21.5.3	邻机发现报文	348
21.3.3	全球单播地址	341	21.5.4	反向邻机发现报文	349
21.3.4	IPv6 组播地址	341	21.5.5	组成员报文	349
21.3.5	特殊地址格式	342	本章要点	349	
21.3.6	联播地址	344	习题	350	
21.4	向 IPv6 过渡	344			
21.5	ICMPv6	346	参考文献	351	
21.5.1	差错报文	347			

第 1 章 概 述

人类社会正在大踏步地迈入信息社会,与这一社会相适应的信息基础设施对于社会发展和日常生活都是至关重要的,而因特网及其应用正是这一信息基础设施的代表。在进入因特网协议 TCP/IP 的学习之前,了解因特网的出现背景、发展过程、相关机构、技术标准以及未来趋势是十分必要的。

1.1 因特网及其相关技术催生新的时代

1.1.1 信息化时代

因特网给人类社会带来的影响是非常巨大的,是可以和蒸汽机相提并论的伟大发明,就像蒸汽机把人类带入到工业社会一样,因特网这一不同凡响的事物把人类带入到信息化的时代。人类从以物质为基础的社会,进入到以能源为基础的社会,现在又进入了一个以信息为基础的社会。因特网像蒸汽机一样,掀起了一场革命。与其说这是一场技术革命,不如说是一场社会革命。由因特网引起的工作、生活、交往、创造、观念以及财富的一轮激烈变革已经发生。

在传统工业社会里,大工厂生产什么,人们就只能买什么,大媒体发布什么,人们就只能看什么。而在因特网时代,人们都被赋予了参与生产的工具。所有的生产者和消费者,已经开始融合,你可以很容易地从一个消费者和观众转变为一个生产者,从而成为整个生产体系的一部分。

2001 年 12 月 21 日,联合国大会通过决议,决定举办信息社会世界峰会。峰会的目标是建设一个以人为本、具有包容性和面向发展的信息社会。在这样一个社会中,人人可以创造、获取、使用和分享信息和知识,使个人、社区和各国人民均能充分发挥各自的潜力,促进实现可持续发展并提高生活质量。信息社会峰会以两阶段举行的方式,于 2003 年 12 月在瑞士日内瓦举行了第一阶段峰会;于 2005 年 11 月在突尼斯突尼斯城举行了第二阶段峰会。

联合国举办信息社会世界峰会是联合国首次在峰会层面上就信息社会问题进行广泛讨论,并将信息通信技术提到了前所未有的高度,在政治层面上对建设信息社会基本问题达成了初步共识。

两个阶段峰会都将缩小数字鸿沟和改变互联网国际管理的现状作为重要的议题进行了讨论。

在 2003 年 12 月信息社会世界峰会第一阶段日内瓦会议上,由于分歧较大,与会代表未能在缩小数字鸿沟和改变互联网国际管理的现状两个问题上取得共识,只通过了《日内瓦原则宣言》和《日内瓦行动计划》。《日内瓦原则宣言》评价了信息通信技术对社会、经济和文化发展的巨大促进作用,提出了建设信息社会的十一条基本原则,给出了未来全球信息通信发展原则性指导意见。《日内瓦行动计划》为建设信息社会制定了若干基准指标和具体行动计划。

2005年11月的第二阶段峰会通过了《突尼斯承诺》和《突尼斯议程》。《突尼斯承诺》重申了日内瓦阶段所确定的各项原则。《突尼斯议程》重点放在弥合数字鸿沟融资机制、互联网治理相关问题以及对峰会日内瓦阶段和突尼斯阶段所做各项决定的落实和跟进工作方面。

2006年3月举行的第60届联合国大会通过第252号决议,确定自2006年开始,每年5月17日为“世界信息社会日”,这标志着信息化对人类社会的影响进入了一个新的阶段。而5月17日这一天本就是“世界电信日”,因此,同年11月,国际电信联盟决定把每年的“世界电信日”和“世界信息社会日”合并为“世界电信和信息社会日”(World Telecommunication and Information Society Day, WTISD)。

2015年12月14日信息社会世界峰会成果落实十年审查进程高级别会议(W SIS+10 HLM)在纽约联合国总部召开。作为全面审查于十多年前召开的联合国信息社会世界高峰会议成果落实工作的最终里程碑,会议旨在明确国际信息通信技术最新趋势、重新确立相关优先工作和创新,以推进“信息通信技术促发展”议程,同时加强信息通信技术作为可持续发展驱动力所产生的影响。中国代表提出:推进信息社会建设,弥合数字鸿沟是首要任务;实现信息通信技术促进发展是重要手段;完善国际互联网治理体系是基本前提;有效应对网络安全挑战是有效保障。

我国对于信息化社会的建设也是紧跟国际社会的步伐,专家们认为:由于社会发展的不均衡性,从工业社会到信息社会的转型是一个长期的、动态的、循序渐进的过程。国家信息中心信息化研究部2015年发布了《中国信息社会发展报告2015》。该报告采用信息社会指数来度量信息社会的发展水平,报告显示,2015年全国信息社会指数达到0.4351,表明中国仍处于从工业社会向信息社会转型的阶段。报告预计,2020年前后中国将整体上进入信息社会初级阶段。

不同的社会有着与其相适应的基础设施。农业社会以土地、农具等生产资料构成其基础设施;工业社会以能源、引擎、交通等设施构成其基础设施;而信息社会也具有其相应的信息基础设施。信息基础设施是当今信息社会赖以存在和发展的基本保障。信息社会中信息的完整收集、迅速传递、正确处理和有效利用都离不开信息基础设施。

当今社会进行物质生产活动和精神生产活动的三大基本要素是材料、能源和信息,而在这三个要素中,只有信息才是人类取之不尽、用之不竭的资源。在信息社会中,信息是最重要的战略资源。对于材料和能源这两种战略资源,保证其流通的设施是交通网络、输油管道、电力网络等;对于信息资源,则采用通信网络来进行传输。

传统的通信网络主要包括三个独立运行的网络,即电信网、计算机网和广播电视网。与这三个网络对应的终端设备分别是电话、计算机和电视设备。

三大网络的并存带来的问题是基础设施重复建设、建网成本高、网络效率低、层次复杂、给用户的接入和使用带来不便等。因此,三网合一(三网融合)成为信息网络发展的必然趋势。

三网合一目前主要指高层业务应用的融合。它表现为技术上趋向一致,网络层上实现互联互通,业务层上互相渗透和交叉,应用上使用统一的TCP/IP通信协议。基于TCP/IP的下一代网络(NGN)将成为目前三大网络的终结者。

信息基础设施与应用在发展过程中是相互促进的。信息基础设施以及相关技术的进步

与完善催生出大量新的应用,而各种新的应用需求又推动基础设施及技术的迅速发展和提高。近年来围绕着因特网,大量的新技术如雨后春笋般地出现,以物联网、移动互联网、大数据、云计算等为代表的新一代信息通信技术(ICT)创新活跃,发展迅猛,这些技术不仅引起学术界的高度重视,同时也引起了社会公众的普遍关注,并且正在全球范围内掀起新一轮科技革命和产业变革。

2005年11月27日,在突尼斯举行的信息社会峰会上,国际电信联盟(ITU)发布了《ITU 互联网报告 2005: 物联网》,正式提出了物联网的概念。物联网概念(Internet of Things)是在互联网概念的基础上,将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间,进行信息交换和通信的一种网络概念。原来的人与人互联逐渐演变为人与人、人与物以及物与物的互联。

物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸,它利用感知技术与智能装置对物理世界进行感知识别,通过网络传输互联,进行计算和处理,实现人与物、物与物信息交互和无缝链接,达到对物理世界进行实时监控、精确管理和科学决策目的。物联网网络架构由感知层、网络层和应用层组成。而网络层主要包括低速近距离无线通信技术、低功耗路由、自组织通信、无线接入通信增强、IP 承载技术、网络传送技术、异构网络融合接入技术等。

目前,国际物联网产业生态的布局正全面展开,物联网产业生态正快速成长,芯片制造商、设备制造商、IT 厂商、电信运营商纷纷利用各自优势,积极进行物联网生态布局,芯片、云平台和操作系统成为布局的关键点,物联网企业数量近年来成倍增长。

物联网应用亦呈现重点突破和全面开花的态势。代表物联网行业应用风向标的机器对机器(Machine to Machine, M2M)物联网应用高速增长,智能交通、智能电网、智能家居、智能消防、智能可穿戴设备等应用也如火如荼展开。物联网作为我国战略性新兴产业的重要组成部分,正在进入深化应用的新阶段。物联网与传统产业以及其他信息技术不断融合渗透,催生出新兴业态和新的应用,在加快经济发展方式转变、促进传统产业转型升级、服务社会民生方面正发挥越来越重要的作用。

随着移动智能终端设备(智能手机、平板电脑等)的出现和迅速普及,移动互联网的发展也是突飞猛进。

移动互联网是以移动网络作为接入网络的互联网及服务。移动互联网包括移动终端、移动网络和应用服务这三个要素。移动互联网业务主要是将固定互联网的业务向移动终端复制,实现移动互联网与固定互联网相似的业务体验,同时也实现移动通信业务的互联网化,并进行有别于固定互联网业务的创新。

移动互联网主要涉及六大技术领域:移动互联网关键应用服务平台技术;面向移动互联网的网络平台技术;移动智能终端软件平台技术;移动智能终端硬件平台技术;移动智能终端原材料元器件技术和移动互联网安全控制技术。

移动互联网改变了人们生活、学习和工作的方式。由于移动终端在人与终端的交互方式(如多点触摸)、终端对环境的感知能力(如重力、位置、光线等)和机动性方面都超过个人计算机 PC,而且移动终端的普及率远高于 PC,因此移动互联网的发展将大大加快整个社会、特别是边远乡村的信息化进程。

目前,移动互联网正与物联网形成从芯片、终端到操作系统的全方位融合。

大数据技术和应用是在因特网快速发展中诞生的。2000年前后,因特网网页爆发式增

长,用户检索信息越来越不方便。谷歌等公司率先建立了覆盖数十亿网页的索引库,提供较为精确的搜索服务,提升了人们使用因特网的效率,这是大数据应用的起点。

大数据指的是所涉及的数据量规模巨大到无法通过目前主流工具软件,在合理时间内达到擷取、处理、管理、整理成帮助企业经营决策目的的数据。大数据的特征主要表现为 5 个方面(也称为 5V):数量(Volume)、多样性(Variety)、速度(Velocity)、价值(Value)以及真实性(Veracity)。

数量是指聚合在一起供分析的数据规模非常庞大。

多样性是指数据形态多样(生成类型多样;数据来源多样;数据格式多样;数据关系多样;数据拥有者多样)。

速度一方面是指数据的增长速度快,另一方面是要求数据访问、处理、交付速度快。

价值是指大数据背后潜藏的价值巨大。尽管我们拥有大量数据,但是发挥价值的仅是其中非常小的部分。

真实性是指一方面要保证虚拟网络环境下大量数据的真实性和客观性;另一方面,要保证通过大数据分析,真实地还原和预测事物的本来面目。

目前的大数据应用主要还是基于因特网的市场营销。企业投资大数据的主要目的还在于改善客户服务、流程优化、精准营销和削减成本等。大数据发展的最终目标还是挖掘其应用价值。

随着数据规模的快速增长和大数据应用的增多,在云端提供大数据服务(数据即服务 DaaS)已成为行业共识。谷歌、亚马逊、甲骨文、阿里巴巴、百度、Cloudera 等企业都在依托自身的云计算能力推动大数据发展。而不具备云服务能力的大数据企业,则往往通过租用云计算企业的平台资源来提供大数据应用服务。

2006 年 8 月,谷歌在搜索引擎大会上首次提出云计算的概念。云计算是一种基于因特网的计算模式,在该模式下,只需投入很少的管理工作,或服务供应商进行很少的交互,就可以对可配置的计算资源共享池进行可用的、便捷的、按需的网络访问,这些资源包括网络、服务器、存储和应用软件。

云计算包括以下几种服务:基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)。

- IaaS(Infrastructure-as-a-Service): 消费者通过因特网可以从完善的计算机基础设施获得服务,包括 CPU、存储、网络以及其他基本的计算资源,用户能够部署和运行任意软件。
- PaaS(Platform-as-a-Service): 实际上是指将软件研发的平台作为一种服务,以 SaaS 的模式提交给用户。用户或者厂商基于 PaaS 平台可以快速开发自己所需要的应用和产品。同时,PaaS 平台开发的应用能更好地搭建基于面向服务的体系结构(SOA)的企业应用。
- SaaS(Software-as-a-Service): 它是一种通过因特网提供软件服务的模式,用户无须购买软件,提供给客户的服务是运营商运行在云计算基础设施上的应用程序,用户可以在各种设备上通过客户端界面访问,如浏览器。

云计算已经成为我国互联网创新创业的基础平台。

以上这些新技术无一不与因特网密切相关。物联网将人与人联结的因特网延展到了所