



“十二五”普通高等教育
本科国家级规划教材

21世纪高等学校计算机专业
核心课程规划教材

Web技术导论

(第4版)

◎ 郝兴伟 编著



清华大学出版社



“十二五”普通高等教育
本科国家级规划教材

21世纪高等学校计算机专业
核心课程规划教材

Web技术导论

(第4版)

◎ 郝兴伟 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书首先讲解 Internet 和 WWW 中的主要概念、相关核心技术及 Web 的发展趋势;然后以 B/S 三层结构为主线,以具体的研发项目为背景,系统讲解 Web 应用系统开发中的相关问题,包括 Web 运行环境、超文本标记语言 HTML、页面设计与制作、客户端编程和服务端编程,并提供近 200 段 CSS 设计案例代码;最后介绍 Web 系统设计与开发的基本流程、相关文档和开发工具。

本书知识全面,难度适中,精心设计 110 多道课后思考题,便于学生巩固所学知识。本书适于作为高等学校计算机应用、信息管理、电子商务等专业的 Web 技术导论、Web 程序设计、互联网与 Web 编程等课程的教材,也可以作为高等学校开设面向互联网应用的通识类课程的教材。

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

Web 技术导论/郝兴伟编著. —4 版. —北京:清华大学出版社,2018

(21 世纪高等学校计算机专业核心课程规划教材)

ISBN 978-7-302-48568-1

I. ①W… II. ①郝… III. ①网页制作工具—高等学校—教材 IV. ①TP393.092.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 241130 号

责任编辑:付弘宇 薛 阳

封面设计:刘 键

责任校对:胡伟民

责任印制:刘海龙

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 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:26.25

字 数:642 千字

版 次:2005 年 1 月第 1 版 2018 年 6 月第 4 版

印 次:2018 年 6 月第 1 次印刷

印 数:29501~31500

定 价:59.8 元

产品编号:075921-01

前言

从互联网诞生那天起,互联网技术的进步和应用就从未放慢发展的脚步。最近几年,网络基础设施建设日益完善,Wi-Fi 更加普及,网络资源及应用增长迅猛,智能手机与移动应用发展迅速,新的概念和应用不断涌现,网络应用已经深入人心。与此同时,几年来,我对教育的理解,对高等教育人才培养、对课程和教师的责任也在不断地进行反思,一种新的教学理念日趋成熟,就是在课程教学中教师要做到:从知识传授到能力培养和素养形成的转变,每门课都应学生的素养形成做出贡献。为此,定位于专业基础课和通识类教育教材的《Web 技术导论》又到了修订的时候了。

回顾本书的写作初衷和 2005 年 2 月的第一次出版,十多年过去了,虽然互联网的应用已经今非昔比,但令人欣慰的是,本书以 B/S 三层架构为主线的知识结构设计,显示出了强大的生命力,表明了这种结构的科学性和合理性,它始终是我们认识互联网、进行互联网开发与应用的思维主线。在学习的过程中,没有什么比思想的升华和思维的感悟更令人快乐了,这些年来,对互联网技术的咀嚼,让我们汲取着技术的营养和滋润,也慢慢地体会到互联网技术的美好。

光阴荏苒,从《Web 技术导论(第 3 版)》出版到现在,一晃又是五年。在我的课堂教学和 Web 系统研发中,对 Web 系统的认识不断深入。特别是对 Web 研发中的许多技术问题,有了新的体会,对互联网应用创新有了新的感悟,也恰逢“互联网+”这样一个时代背景,我应该把这些新的东西写出来,和大家分享,希望哪怕是一点点思路和想法对你的学习和工作有所启发和帮助,都会令我获得很大的欣慰。

本次改版最大的考虑就是突出重点,对于实用性弱的内容,加强思想凝练,减少篇幅。例如,对于 Web 服务、XML 技术,重点讲解思想,具体内容的讲解将减少。对于 HTML,将增加 HTML5 内容的讲解,突出 CSS 等重点应用。另外,对数据库 SQL 语言,客户端编程、服务端编程,设计的代码案例更加突出实用,强调代码质量,对那些没有实际应用背景、纯粹的语法例子代码进行了删减。

本次改版仍分为 6 章,主要内容如下。

第 1 章 Web 基础。介绍 Internet 的产生和发展,万维网的概念,HTTP 通信原理,以及 Web 应用的概念。介绍 Web 相关核心技术,包括 Java 技术、XML 技术、Web 服务等。介绍计算机应用模式的演变,讲解 C/S 架构和 B/S 架构的思想和结构。

第 2 章 Web 服务器的架设和管理。介绍 Web 服务器的概念,Web 服务器的功能。主要讲解 Windows 服务器中 IIS 的配置和管理,讲解 Apache 和 Tomcat 的功能以及它们的关系,Apache 和 Tomcat 的架设和管理,讲解虚拟主机和虚拟目录的概念及其配置方法。

第 3 章 标记语言 HTML 基础。讲解标记语言思想,然后详细介绍 HTML 标记语言

的语法,对 CSS 技术、图层进行了深入讲解,并安排了大量的例子解释相关标记的含义和使用。对可扩展标记语言 XML 的思想、XML 和 HTML 的本质区别做了简单介绍。

第4章 网页设计与制作。网页作为 Web 应用的主要用户界面,在 HTML 基础上,加强了网页设计的讲解,包括:页面功能与内容设计、页面布局设计、页面视觉设计以及页面效果设计等。介绍了相关的开发工具,包括 SublimeText 代码编辑器,MyEclipse 集成开发环境以及 Dreamweaver 页面制作工具。

第5章 客户端编程。首先讲解 Web 浏览器的基本工作原理,然后讲解客户端脚本程序设计语言 JavaScript、浏览器对象模型 BOM、HTML 文档对象模型 DOM 等内容, AJAX 技术,以及 JavaScript 库 jQuery 等。通过三个综合案例,详细讲解了 JavaScript 中菜单的实现、表单数据的有效性验证、表单数据的处理等问题。这些综合案例中包含了许多 Web 开发中所需要的代码,相信通过这些案例的学习,对你的 Web 开发能力会有所帮助。

第6章 服务端编程。介绍了互联网中 Web 应用系统的概念,讲解了 B/S 三层结构、客户端与服务端编程、字符编码、网络攻击与信息安全等重要问题。讲解了 Java 程序设计语言基础,包括 Java 技术的特点、类与对象、接口、包等基本概念,介绍了 JavaBean、Servlet 服务器程序的概念,这些概念是开展基于 Java 技术的服务端编程的基础。重点讲解了 JSP 技术和数据库编程。在本次修订中,删除了原有占用较大篇幅的综合案例,增加了 Web 系统设计与开发一节,介绍了 Web 系统开发的基本流程、相关文档结构及软件工具。

笔者作为互联网用户和 Web 技术的开发者、实践者,同时作为一名学院派和公司派相结合的高校教师,希望这本书的知识结构和内容对于读者了解 Internet 和 WWW,学习 Web 系统开发,进行 Web 编程,以及提高 Web 应用水平等能有所帮助。也希望书中的大量实例在读者未来的 Web 研发中,能给读者的编程以启发,为读者节省宝贵的项目研发时间。软件开发是一个积累的过程,让我们一起在这种积累中进步,来享受成功的乐趣。

在本书的写作过程中,非常感谢我的同事巩裕伟老师、焦文江老师、杨兴强老师、阚铮老师和李蕴老师的工作及提出的建议与意见,感谢使用本书的众多高校任课老师对本书的认可及对本书修订提出的建议与意见,感谢我的学生王洪岩、侯明良、罗琦、刘义明、苏雪、常跃峰、崔旭、朱岩、田容雨、张会昌、卢艳萍、田韶存等,他们都参与了许多项目的研发工作,编写了大量程序代码,祝愿他们在以后的工作和生活中一切顺利,取得更大的成绩。此外,还要感谢山东大学本科生院、山东大学研究生院的立项支持,感谢教育部全国高校教师网培中心对本书的厚爱,感谢清华大学出版社付弘宇编辑长期以来对本书的辛勤付出。

由于本书涉及的内容非常广泛,在深度和广度上很难做到完美,同时,也由于作者本人的知识面和精力有限,书中肯定存在错误和不足,敬请各位同行和读者批评指正。

本书的配套课件等相关资源可以从清华大学出版社网站 www.tup.com.cn 下载,在本书或课件的下载使用中遇到任何问题,请联系 fuhy@tup.tsinghua.edu.cn。作者 Email: hwx@sdu.edu.cn。

郝兴伟

2018年1月

目 录

第 1 章 Web 基础	1
1.1 Internet 的产生与发展	1
1.1.1 ARPA 与 ARPA 网	2
1.1.2 互联网的诞生	4
1.1.3 互联网的构成	5
1.2 Web 及其工作原理	6
1.2.1 万维网	6
1.2.2 Web 服务器	7
1.2.3 Web 浏览器	8
1.2.4 超文本传输协议	9
1.3 概念及术语	12
1.4 Web 相关技术	16
1.4.1 标记语言	16
1.4.2 Java 技术	17
1.4.3 Web 服务	21
1.5 Web 应用与发展趋势	24
1.5.1 B/S 计算模式	24
1.5.2 网云及其应用	26
1.5.3 语义 Web	28
本章小结	30
习题 1	30
第 2 章 Web 服务器的架设和管理	32
2.1 Web 服务器概述	32
2.1.1 Web 服务器的概念	33
2.1.2 Web 服务器程序	33
2.2 使用 Internet 信息服务	34
2.2.1 什么是 Internet 信息服务	35
2.2.2 安装 IIS	35
2.2.3 Internet 信息服务管理器	38

2.3 创建 Web 站点	39
2.3.1 新建 Web 站点	40
2.3.2 规划 Web 站点结构	42
2.3.3 访问 Web 站点	43
2.4 Web 站点的配置	44
2.4.1 网站端口号与主机名设置	44
2.4.2 设置网站主目录	45
2.4.3 网站默认文档设置	46
2.4.4 网站错误页编辑	47
2.4.5 设置网站 HTTP 响应头	47
2.4.6 网站安全性设置	49
2.5 使用 Apache 和 Tomcat	50
2.5.1 Apache 与 Tomcat	51
2.5.2 Apache 的安装与配置	52
2.5.3 Tomcat 服务与 Servlet/JSP	57
2.5.4 安装 Java 运行环境	58
2.5.5 Tomcat 的安装和配置	64
2.5.6 建立并部署 Web 应用	72
2.5.7 HTTP 服务器与 Tomcat 的集成	76
2.6 虚拟主机与虚拟目录	80
2.6.1 虚拟主机及其设置	81
2.6.2 虚拟目录及其设置	83
2.7 Web 服务器的远程管理与维护	85
2.7.1 Windows 服务器中网站的管理和维护	85
2.7.2 Linux 服务器中网站的管理和维护	86
2.7.3 Web 站点的云部署与管理	88
本章小结	89
习题 2	89
第 3 章 HTML 与 XML 基础	91
3.1 标记语言及其发展	91
3.1.1 标准通用标记语言 SGML	92
3.1.2 超文本标记语言 HTML	92
3.1.3 可扩展标记语言 XML	93
3.1.4 可扩展 HTML 规范 XHTML	94
3.2 超文本标记语言	94
3.2.1 标记、属性与元素的概念	95
3.2.2 文档头标记及子标记	97
3.2.3 文档体标记及其属性	99

3.2.4	文本标记	102
3.2.5	图像标记及影像地图	104
3.2.6	超链接与书签	106
3.2.7	表格	108
3.2.8	表单	112
3.2.9	脚本程序标记	116
3.2.10	浏览器窗口与帧	117
3.3	层叠样式表 CSS 技术	118
3.3.1	CSS 及其发展	118
3.3.2	CSS 样式属性	120
3.3.3	样式表	132
3.3.4	选择器	133
3.3.5	函数	137
3.3.6	样式表文件	138
3.4	行内元素与块元素	140
3.4.1	区段标记< span >	140
3.4.2	块标记< div >	141
3.4.3	输出形式转换	143
3.5	页面布局	145
3.5.1	网页内容输出流	145
3.5.2	定位与尺寸	146
3.5.3	网页布局类型	146
3.6	HTML5 技术的发展	149
3.6.1	HTML5 技术特性	149
3.6.2	HTML5 新标记	150
3.6.3	自适应网页设计	153
3.7	扩展标记语言 XML	157
3.7.1	XML 技术简介	157
3.7.2	XML 文档结构	159
3.7.3	文档类型定义 DTD	162
3.7.4	Schema 及其应用	167
3.7.5	XML 相关技术	175
	本章小结	177
	习题 3	177
第 4 章	网页设计与制作	181
4.1	网页设计基础	181
4.1.1	Web 系统设计	182
4.1.2	MVC 设计模式	182

4.1.3	页面功能与内容设计	183
4.1.4	页面布局设计	184
4.1.5	页面视觉设计	189
4.1.6	页面效果设计	190
4.2	Web 开发工具	190
4.2.1	SublimeText 代码编辑器	190
4.2.2	网页制作工具	194
4.2.3	MyEclipse 集成开发环境	196
4.3	使用 Dreamweaver	199
4.3.1	Dreamweaver 视图	200
4.3.2	Dreamweaver 常用功能	201
4.3.3	新建网页文件	201
4.4	网页设计	203
4.4.1	输入文本与格式化	203
4.4.2	插入图片	205
4.4.3	建立超链接或书签	206
4.4.4	插入表格	206
4.4.5	插入表单	207
4.4.6	插入 div	208
4.5	设置标记属性	208
4.5.1	使用属性对话框	209
4.5.2	IntelliSense 技术	209
4.6	定义和使用 CSS 样式	210
4.6.1	定义样式规则	210
4.6.2	使用样式表文件	211
	本章小结	211
	习题 4	212
第 5 章	客户端编程	213
5.1	计算机程序与程序设计语言	214
5.1.1	计算机程序设计语言	214
5.1.2	程序开发及其运行	214
5.2	浏览器与客户端脚本程序	215
5.2.1	客户端脚本程序与脚本引擎	215
5.2.2	客户端脚本语言	216
5.3	JavaScript 程序设计基础	219
5.3.1	JavaScript 基本符号	219
5.3.2	数据和数据类型	220
5.3.3	常量和变量	221

5.3.4	运算符和表达式	222
5.3.5	语句	223
5.3.6	函数	226
5.4	类与对象	227
5.4.1	类与对象的概念	227
5.4.2	对象操作	230
5.5	JavaScript 内置对象及全局函数	231
5.5.1	字符串对象 String	231
5.5.2	正则表达式对象 RegExp	233
5.5.3	数学对象 Math	237
5.5.4	日期对象 Date	238
5.5.5	数组对象 Array	241
5.5.6	全局函数	243
5.6	浏览器对象	244
5.6.1	浏览器对象模型 BOM	244
5.6.2	窗口对象 window	245
5.6.3	地址栏对象 location	250
5.6.4	显示屏对象 screen	252
5.6.5	浏览器对象 navigator	252
5.7	HTML 文档对象	253
5.7.1	文档对象模型 DOM	253
5.7.2	文档对象 document	255
5.7.3	文档体对象 body	260
5.7.4	图像对象 Image	261
5.7.5	Link 对象与 Anchor 对象	262
5.7.6	表格对象 Table	263
5.7.7	表单对象 Form	267
5.7.8	事件对象 event	275
5.7.9	应用举例	276
5.8	网页异步通信 AJAX 技术	281
5.8.1	AJAX 的概念	281
5.8.2	XMLHttpRequest 对象	281
5.9	JavaScript 库	288
5.9.1	库与框架	289
5.9.2	jQuery 基础	289
5.9.3	jQuery 函数	291
5.9.4	jQuery 插件	295
5.9.5	举例	296
5.10	综合举例	298

5.10.1	创建折叠式菜单	298
5.10.2	创建树状菜单	300
5.10.3	数据有效性验证	302
	本章小结	304
	习题 5	304
第 6 章	服务端编程	307
6.1	互联网中的 Web 应用系统	308
6.1.1	B/S 三层结构	308
6.1.2	服务端程序	309
6.1.3	服务端开发	311
6.1.4	网页中的字符编码	313
6.1.5	网络攻击与信息安全	315
6.2	Java 程序设计基础	316
6.2.1	Java 程序设计语言	316
6.2.2	类与对象	318
6.2.3	接口	325
6.2.4	包	326
6.2.5	Java 基础类库	328
6.2.6	Java 异常	330
6.3	Java Servlet 接口	334
6.3.1	Java Servlet 基础	334
6.3.2	创建 Servlet	334
6.4	JSP 技术	335
6.4.1	JSP 运行与开发环境	335
6.4.2	JSP 语法结构	336
6.4.3	数据类型及其转换	339
6.4.4	JSP 内置对象	342
6.4.5	JavaBean	350
6.5	数据库编程	353
6.5.1	数据库与数据库服务器	353
6.5.2	JDBC 接口	360
6.5.3	结构化查询语言 SQL 基础	363
6.5.4	数据库操作	372
6.5.5	数据库编程举例	375
6.6	综合举例	385
6.6.1	文件上传操作	386
6.6.2	多表单数据处理	393
6.7	Web 系统设计与开发	399

6.7.1 用户需求分析.....	399
6.7.2 系统概要设计.....	400
6.7.3 数据库设计.....	402
6.7.4 产品设计.....	403
6.7.5 系统编码.....	403
6.7.6 系统测试.....	404
本章小结.....	404
习题 6	405
参考文献.....	407

第 1 章

Web 基础

【本章导读】

20 世纪中期,在人类发展的历史上,人们发明了互联网。这是一项可以和 18 世纪后期的蒸汽机相提并论的伟大发明,它开启了人类发展的新时代。今天,互联网就像空气一样正在渗入到我们生活的每一个角落,它不断地改变着我们的工作、生活、娱乐,甚至思维方式。通过 Internet,人们不仅可以上网浏览网页、收发电子邮件、上网聊天、观看在线电影、网上购物以及从事各种电子商务活动;同时,随着 B/S 应用模式的发展,互联网技术也彻底改变了我们传统的计算机应用和开发模式,使企业、政府机构传统的计算机应用系统部署到互联网上,彻底改变着人们的工作方式。

本章首先介绍了互联网和万维网的概念,讲解了万维网中 Web 服务器、Web 客户机的概念,讲解了 HTTP 协议以及 Web 服务器和 Web 客户机的通信原理,它是万维网工作的基础,也是进行 Web 服务器配置、学习 HTML 标记语言、进行 Web 系统开发的概念基础。然后,对万维网中的常用概念进行了介绍,同时还简要介绍了 Internet 中的核心技术,最后对计算机应用模式的发展,浏览器/服务器(B/S)三层结构,网云、云计算、云服务及相关技术和应用,语义 Web 等进行了介绍。

【知识要点】

- 1.1 节: 中央控制式网络,分布式网络,ARPA,ARPA 网,互联网(Internet)。
- 1.2 节: 万维网,Web 服务器,Web 浏览器,Web 工作原理,HTTP 协议。
- 1.3 节: 网站,Web 应用,主页(首页),超文本,超链接,统一资源定位符(URL),端口,二维码,博客(Blog),微博(MicroBlog),RSS 订阅,微信(WeChat)。
- 1.4 节: 标记语言,标准通用标记语言(SGML),超文本标记语言(HTML),可扩展标记语言(XML),Java 技术,Web 服务。
- 1.5 节: 集中式计算,C/S 计算机应用模式,B/S 计算机应用模式,网云,云服务,内容分发网络(CDN),分布式计算,计算机集群,负载均衡,虚拟化技术,云计算,语义 Web。

1.1 Internet 的产生与发展

1946 年,第一台电子计算机“爱尼亚克”(ENIAC)在美国宾夕法尼亚大学莫尔电子工程学院诞生。这种计算技术的革命透出了数字信息时代的第一缕曙光。随后,微电子技术和计算机技术的发展日新月异,计算机应用日益广泛。为了进一步提高计算机的使用效率,人们需要将不同的计算机连接起来,传递数据,共享资源,计算机之间的互联,即计算机网络诞生了。在计算机网络的发展中,20 世纪 60 年代末,随着 APPA 网络的研发,计算机进入网

络互联时代,即互联网(Internet)时代。

1.1.1 ARPA 与 ARPA 网

1957 年 10 月 5 日,在前苏联的拜科努尔航天中心,人类历史上的第一颗人造地球卫星 Sputnik^① 被送入太空。在冷战阴云笼罩的 20 世纪 50 年代,这意味着在争霸全球的竞赛中,苏联人已经先行一步。消息传来,美国举国震惊。在随后召开的记者招待会上,当时的美国总统艾森豪威尔公开表达了对国家安全和科技水平的严重不安。2 个月后,美国总统向国会提出了建立国防高级研究项目署的计划,并随即得到美国国会的批准。

1958 年 2 月,美国国防部高级研究项目署(Advanced Research Projects Agency, ARPA)成立,地点就设在美国国防部五角大楼内,其目标是负责前瞻性科研项目的开发,帮助创造革命性新技术,以确保美国在诸多技术领域上的绝对领先。新生的“阿帕”随即获得了 2 亿多美元的项目总预算经费。

ARPA 成立后,便邀请物理学、材料学、信息技术和其他领域的顶尖专家加入这个机构,然后给予他们大量的资金和充分的自由。ARPA 成立初期的研究重点主要集中在火箭、宇宙空间探索、弹道导弹防御以及核试验的探测等方面,直到后来才逐渐扩大了研究范围。

1. 计算机网络的萌芽

最早的计算机网络并非产生于 ARPA。20 世纪 50、60 年代,世界处于美苏两大阵营的冷战时期,东西方阵营对彼此的技术发展高度敏感,心存戒心,美国甚至担心苏联的飞机会绕道北极,空袭美国本土。1951 年,美国 MIT 林肯实验室^②受美国空军委托,开始专门研究针对苏联空袭的防范措施,一个重要的研究项目就是为美国空军设计半自动地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE)。该系统的任务是:通过部署在美国北部边境的警戒雷达,将天空中飞机目标的方位、距离和高度等信息通过雷达录取设备自动录取下来,然后通过数据通信设备传送到北美防空司令部的信息处理中心,以计算飞机的飞行航向、飞行速度和飞行的瞬时位置,判断敌机是否来犯,并将这些信息迅速传到空军和高炮部队,使它们有足够的时间作战斗准备。

SAGE 系统分为 17 个防区,每个防区的指挥中心装有两台 IBM 计算机,通过通信线路连接防区内各雷达观测站、机场、防空导弹和高射炮阵地,形成联机计算机系统。由计算机程序辅助指挥员决策,自动引导飞机和导弹进行拦截。SAGE 系统最早采用了人机交互的显示器,研制了小型计算机形式的前端处理器,制订了数据通信的最初规程,并提供了多种

^① 前苏联发射的人类第一颗人造卫星,名为“史伯尼克”,意为“旅行同伴”。卫星于莫斯科时间 1957 年 10 月 4 日 22 点 28 分由前苏联的 R7 火箭在拜科努尔航天基地发射升空,它是一只直径为 58 厘米、重 83 公斤的金属球,沿椭圆轨道绕地球运转,距地面的最大高度为 900 公里,绕地球一圈约 98 分钟。作为人类历史上的第一颗人造地球卫星,卫星内部装有温度计、电池、无线电发射器(随着温度的变化而改变蜂鸣声的音调)和氮气(为卫星的内部提供压力),外部装有 4 根鞭状天线,经过 92 天太空飞行后在重返地球时烧毁。Sputnik 的发射成功给政治、军事、技术、科学领域带来了新的发展,标志着人类航天时代的来临,也直接导致了美国和前苏联的航天技术竞赛。

^② 美国麻省理工学院林肯实验室(Lincoln Laboratory)是美国反导弹防御系统的技术支撑单位,前身是麻省理工学院辐射实验室。1950 年底,在美国空军建议下,实验室开始致力于空中防御研究,从此,实验室变成一个从事军事空防研究的实验室。著名的研究项目有美国空军半自动地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE)。该系统于 1963 年建成,被认为是计算机技术和通信技术结合的先驱。

路径选择算法。SAGE 软件开发计划成了软件工程开发中最“崇高”的事业之一。当时美国程序员的数目大约为 1200 名,有 700 人为 SAGE 项目工作,该系统于 1963 年建成。

SAGE 并非现代意义上的计算机网络系统,但被认为是计算机技术和通信技术结合的先驱,开创了计算机网络的先河,是计算机网络的萌芽。20 世纪 60 年代,类似 SAGE 的计算机网络不断出现,这类网络被称为“中央控制式网络”。其特点是都有一台中央主机,用于存储和处理数据;其他计算机都作为终端,通过通信线路和中央主机连接。终端和主机直接连接,不经过其他线路,优点是便于管理,但是也存在巨大的风险,一旦切断任何一条线路,将导致通信中断,如果中央主机被摧毁,则整个系统即刻崩溃。

针对中央控制式网络存在的致命弱点,1961 年,美国加州大学的伦纳德·克兰罗克(L. Clenrock)发表了题为《大型通信网络的信息流》的论文,第一次详细论述了分布式网络理论。在随后的时间里,美籍波兰人保罗·巴兰(Paul Baran)发表了一系列分布式网络理论的文章,提出了分布式网络的核心概念,即包交换(Packet Switching):要传播的数据被封装成一系列的数据包,这些包沿着不同的路径传输,在信宿端被重新组织到一起。这样,即使部分线路被毁坏,还可以选择其他线路传输。

在分布式网络中,不设中央计算机,每台计算机都是一个计算节点,各个节点都通过线路连接。节点之间的通信不再依赖于中央主机,如果某条线路中断,通信可以选择其他线路进行,而不至于导致通信中断。

2. ARPA 网

在 ARPA 内,每一个科研项目中,研究人员都配备了功能强大、价格昂贵的计算机,这些计算机功能不同,互不兼容,造成经费的极大浪费。能否将这些计算机连接起来,这样的想法已经酝酿已久。1966 年春,作为第三任 ARPA 信息处理技术处主任的罗伯特·泰勒(Robert Taylor)向 ARPA 署长赫兹费尔德提出了由 ARPA 出面建立一个小型网络的设想。

罗伯特·泰勒的构建网络的设想随即立项,泰勒想到的项目第一人选便是年仅 29 岁的计算机天才拉里·罗伯茨(Larry Roberts),当时罗伯茨正在林肯实验室对两台计算机之间的连接进行实验。1967 年,罗伯茨离开林肯实验室,来到 ARPA,成为 ARPA 网项目负责人,开始着手筹建 ARPA 网,并进行规划和设计。

在随后一年多的时间里,提出分布式通信理论的保罗·巴兰(Paul Baran)、提出分组交换理论的伦纳德·克兰罗克(Leonard Kleinrock)、TCP/IP 协议的发明人罗伯特·卡恩(Robert Kahn)和温顿·瑟夫(Wint Cerf)相继来到 ARPA,一群时代的精英就这样汇聚到一起。放弃中央控制、实行分布式包交换的通信思想在这些杰出的大脑之间迅速达成了共识。

1968 年 6 月,罗伯茨正式向 ARPA 提出了自己的研究报告“资源共享的计算机网络”,其核心思想就是让 ARPA 的所有计算机相互连接,让大家彼此共享各自的研究成果。根据该研究报告,美国国防部建立了 ARPA 网,这就是互联网的前身。拉里·罗伯茨也成为 ARPA 网之父,ARPA 网也成就了罗伯茨。

最初的 ARPA 网由美国西海岸的四个节点构成,第一个节点选在加州大学洛杉矶分校,因为罗伯茨 MIT 林肯实验室的同事、挚友和网络启蒙老师克兰罗克正在该校主持网络研究,第二个节点选在斯坦福研究院,因为那里有道格拉斯·恩格巴特(Douglas Engelbart)

等一批网络先驱人物。另外两个节点是加州大学巴巴拉分校和犹他大学。1969 年底, ARPA 网正式投入运行。

今天,冷战的阴云早已散去。但是,在 ARPA 网基础上发展起来的互联网已经成为一个国家继领土、领海、领空、太空之后的第五疆域,犹如没有硝烟的战场,技术竞争将更加激烈,甚至关乎一个国家、一个民族的发展和兴衰。

半个多世纪过去了,ARPA 一直给人一种神秘感。除了在美国太空计划等军事领域,ARPA 扮演着关键角色外,我们生活中的许多重大技术发明也都归功于 ARPA,如互联网、卫星全球定位系统、隐形技术以及计算机鼠标等。然而,ARPA 的许多项目也备受指责,造成大量的资金浪费。或许,允许冒险甚至失败也是 ARPA 文化的一部分。

1.1.2 互联网的诞生

在 ARPA 网诞生之际,当时的情况是大部分的计算机并不能互相兼容,如何让这些不同硬件、不同系统的计算机互联,成为网络研究的焦点和难点。这导致了 TCP/IP 协议的研究,也成就了今天的互联网。

1. TCP/IP 协议的研制成功

早期的 ARPA 网,计算机之间采用网络控制协议(Network Control Protocol, NCP)通信。NCP 存在两个重要缺陷,即网络中的主机没有设置唯一的地址,且缺乏纠错能力。随着 ARPA 联网主机数量的增多,网络性能迅速下降。1972 年,罗伯特·卡恩邀请 NCP 通信协议的设计者文顿·瑟夫研究一种新的改进型的协议,以替换 ARPA 网中的 NCP。这项研究就是后来著名的 TCP/IP 协议,该协议于 1973—1974 年期间开发完成。

1975 年,两个网络之间的 TCP/IP 通信在斯坦福大学和伦敦大学之间进行了测试;1977 年 11 月,三个网络之间的 TCP/IP 测试在美国、英国和挪威之间进行。TCP/IP 协议的研究成功,彻底解决了不同计算机系统之间的通信问题,计算机互联的主要障碍被清除。1975 年,ARPA 网的运行管理移交给美国国防通信局(DCA)。1982 年,DCA 将 ARPA 网各站点的通信协议全部转为 TCP/IP。

1983 年 1 月 1 日,在 ARPA 网中,NCP 被永久停止使用。同年,ARPA 网被分成两部分,一部分作为军用,称为 MILnet,另一部分作为民用,并命名为 Internet。ARPA 网开始从一个实验型网络向实用型网络转变,成为互联网正式诞生的标志。从此,互联网,这个美国军方和科研机构的“宁馨儿”,脱离了军方,开始了其民用和实用化发展的新阶段。1983 年 1 月 1 日被称为互联网发展史上的一个重要纪念日。

2. 互联网发展的几个重要阶段

如果把 Internet 的发展划分阶段的话,那么 1969—1982 年的这个时期可以看成是 Internet 的提出、研究和试验阶段,这时的 Internet 以 ARPA 网为主干网,同时运行 NCP 协议和 TCP/IP 协议。由于 ARPA 网采用离散结构,不设中央网络控制设备,实现了网络渠道的多样性,从而减少了系统彻底崩溃的可能性,网络的生存能力得到了保证,实现了 ARPA 的最初构想。1983 年 1 月 1 日,NCP 协议停止运行,所有联网主机全部运行 TCP/IP 协议。随着 ARPA 网一分为二,标志着互联网的诞生,也是互联网实用发展阶段的开始。

从 1983 年到 1989 年可以看作是 Internet 的实用发展阶段。为了使全美国的科学家和

工程师都能够共享那些过去只有军事部门和少数科学家才能够使用的超级计算机设施,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)于1985年提供巨资建设了全美5个超级计算中心,同时建设了将这些超级计算中心和各科研机构相连的高速信息网络 NSFnet。1986年,NSFnet 成功地成为 Internet 的第二个骨干网。NSFnet 对 Internet 的推广起到了巨大的推动作用,它使得 Internet 不再是仅有科学家、工程师、政府部门使用的网络,Internet 进入了以资源共享为中心的实用服务阶段。可以说,NSF 的介入是互联网发生的第一次飞跃。

1990年以后,Internet 开始进入它的商业化发展阶段。随着万维网的兴起,众多的商业机构开始进入互联网,进一步推动了互联网的民用化发展。此时,NSF 意识到自己的使命已经完成,1995年4月30日,NSF网停止运行,取而代之的是美国政府指定的三家商业公司,即太平洋贝尔公司、美国科技公司和斯普林特公司。至此,互联网完全商业化了。从此,互联网用户开始向全世界扩展,并以每月15%的速度迅速增长,每30分钟就有一个网络连入 Internet。随着网上通信量的急剧增长,Internet 开始不断采用新的技术以适应发展的需求,其主干网由政府部门资助开始向商业计算机公司、通信公司转化。在 Internet 商业化的过程中,WWW 的出现使 Internet 的使用更简单、更方便,开创了 Internet 发展的新时期。

1987年9月20日20时55分,一份以英德两种文字书写的“跨越长城,走向世界”的电子邮件从中国到达德国,中国接入互联网的报告送达国务院。1994年4月20日,我国实现了与 Internet 的全功能链接,成为接入国际互联网的第77个国家。

1.1.3 互联网的构成

互联网不同于一般的局域网和广域网,任何部门、组织或个人都可以将自己的网络或计算机连接到互联网,成为互联网的一部分。互联网的开放性,使其成为一个覆盖全球的计算机网络,各种不同类型的、不同规模的、分布在世界各地的计算机网络,通过遍布全球的通信线路和广域网设备连接在了一起,互联网概念图如图1-1所示。

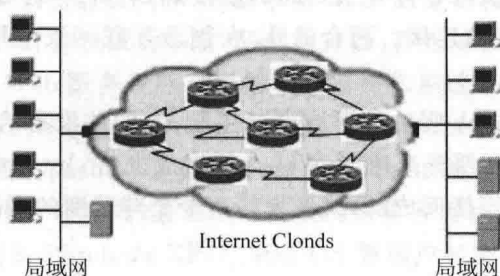


图 1-1 互联网概念图

在互联网中,每一台计算机都有一个逻辑地址(IP地址),计算机之间或网络设备间通过统一的 TCP/IP 进行通信。在互联网中,分布着无以计数的各类服务器,包括 Web 服务器、E-mail 服务器、FTP 服务器、DNS 服务器、流媒体服务器,以及各种各样的应用服务器,如网络游戏服务器等。正是这些数量众多、功能各异的服务器,为全球的互联网用户提供了各种各样的网络服务,不断改变着人们的工作、学习、生活和娱乐方式。