

网络工程丛书

网络路由原理与应用

陈国顺 李云 王世军 李汉斌 等译

[美] 陈国顺 李云 王世军 李汉斌 等著

邓迎春 何道君 杜雪涛 等译

韩松 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

译者的话

本书是悦榕出版社与悦榕系统公司合作出版的“网络工程丛书”系列图书中的一本。悦榕系统公司在网络业界的领导地位是众所周知的,本书作者配奕粤爱奕奕为粤裁公司进行了多年的网络结构规划和新技术分析,实践经验丰富,同时著有大量网络方面的专著,理论造诣深厚。可见,本书是恰当的出版商组织了恰当的作者的成果,可以说天时、地利已占。

那么这本书本身如何,它是否是一本“恰当”的书呢?我们从书名《际路由原理与应用》中大概可以看出它所涉及的内容。际网络是以裁协议为基础的互联网络,从两方面分析可以得出这样的结论:际网络在网络技术中占主导地位。其一,在多年与同样面向非连接的其他计算机互联网络(如际、粤、裁)的竞争中,际网络已占据绝对的优势;其二,随着信息时代的来临,网络正在逐渐走向融合,计算机网、电信网和有线电视网三网合一将是未来的大趋势,人们认为统一的信息网络将是圆世纪信息时代的必然。考察现今的网络技术,只有际具有将三网融合的技术基础,虽然际网络与面向连接的电信网(如粤)的融合方式还不明朗,有人认为它们将是技术上的相互融合和补充,但是可以说,际网络技术将是未来信息网络的主体技术。需要指出的是,际网络的代表——因特网的发展之快是其当初的设计者始料所不及的,人们普遍认为下一代因特网将是真正的全球信息高速公路。

路由技术,或者说路由选择技术,是网络最复杂也是最核心的技术。网络互联需要这样一种机制:它能够发现远端的网络和主机并通过网络探测到达那些网络和主机的不同的可能路径(或路由)。这个机制就被称为路由器。发现、计算并比较到达远端网

络和主机的路由的过程即是路由选择。路由选择是网络互联技术的聚合点,它涉及网络传输技术、网编址技术、路由选择协议、各种网络设备和接口以及互联网的构建等各个方面。本书实际上是以路由技术为主线将其他网络互联技术串接在一起,既突出重点,又兼顾其他。

网是网络中的核心技术,而路由选择又是网中的关键,因而本书涉及的内容是网络技术中关键中的关键。在信息技术发展到了今天,当网正在成为普及的网络技术并将得到更大发展的时候,我们没有理由不相信:本书是一本恰逢其时的好书。

本书既是一本关于当今网络技术的基础性著作,同时又是一本涉及网络关键技术的专著。这个特点决定了它有较宽的适用范围,适合本书的读者包括:大专院校通信、计算机及相关专业的师生;从事网络开发、管理及使用的网络工程技术人员;网行业的管理人员(特别是网经理们)。相信本书会拥有大量的读者,也相信各位读者都会开卷受益。

本书主要由韩松、何道君、邓迎春、杜雪涛译,其中第一部分由韩松翻译,第二部分由邓迎春翻译,第三部分由何道君翻译,第四部分由杜雪涛翻译。韩松对全书进行了审校。此外,在翻译过程中,张质勤、付宁、张静蓉、李明哲、何奎梁、韩晓窗等也做了大量的工作,同时我们向所有支持本书翻译出版的人们表示感谢。由于本书涉及网络技术的各个方面,加之信息与网络技术发展很快,其中许多词汇较新,可能国内尚未有统一的译法,我们虽在深入理解原文的基础上,多方查证,力求找到一个既能很好表达词意又能广为接受的译名,但我们深知水平有限,书中难免不当之处,欢迎广大读者批评指正。

译译者

1999年 缘月于北京

谨以此书献给

我珍贵的妻子——~~远~~直到遇见了你我才知道生活是多么的美好。

我的孩子——~~远~~和 ~~远~~你们两个是我的骄傲和快乐。

致谢

我想表达我对 ~~远~~ 的感谢。谢谢你 ~~远~~ 多年前的那次午餐时的闲聊改变了我的一生。你当时说的是对的：网络互联的未来是 ~~远~~ 现在还是这样。感谢你的忠告和指导。

我还想感谢 ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ 和 ~~远~~ 杂 ~~远~~ 我不能找到比他们更有才华和能力的评论人了。伙计们，非常感谢你们的支持、帮助和学识。

最后，我要感谢 ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ ~~远~~ 以及其他 ~~远~~ 出版社和麦克米兰技术出版社所有帮助此书出版的人。

绪摇摇言

路由选择是网络最复杂同时也是最重要的功能。大多数有网络知识的人都认同网络和路由选择技术已经出现了将近 100 年。路由选择的概念实际上可追溯到 19 世纪 70 年代,当时计算技术仍是一门处于襁褓中的神秘科学。极少有组织拥有一台单独的计算机,更不用说需要连在一起的多台计算机了。网络互联(多台计算机互联)更多地仍是关于未来的幻想而非现实,这一幻想预测到了那一天的到来:计算机将被广泛使用并通过一个无所不在的全球互联网络——因特网互联。

建立并使用全球互联网的挑战正在改进发现、访问并与远端主机通信的手段。表面上,全球互联网会提供冗余;换句话说,穿过某一网络、在任意给定的一对主机之间会有许多不同的物理路径。需要这样一种机制,它能够发现远端的网络和主机并通过网络探测到达那些网络和主机的不同的可能路径(或路由)。

最后,需要应用某些逻辑或数学的方法。逻辑上讲,如果存在许多不同的到达某个特定目的的路径,它们不可能完全相同。某些路由可能会比其他的路由提供总路径较短或者性能较好的路径。因此,比较所有可能的路径然后选择最好的一条或几条路径是符合逻辑的。这时,这些机制就被称为路由器。发现、计算并比较到达远端网络和主机的路由的过程即是路由选择。

本书将帮助你探索路由器的机制以及可路由选择和路由选择协议,并帮助你使用路由选择技术建立互联网。尽管本书主要是为初学者编写的,它包含了对许多当今最重要的路由选择协议的详细技术考察,这些考察十分深入细致,它对各个级别的专业人员也有参考价值。在你已经掌握了路由选择和路由选择协议很长时

间之后,你会逐渐发现本书是一本不可缺少的技术参考书。

本书的第一部分是对网络互联的概述,它包括对在(局域网)和(广域网)中使用路由器的一些帮助。概述中假定使用的是互联网协议(这是今天在用的占统治地位的可路由选择协议)。从二十多年前开始至今,得到了充分发展。它曾经简单的编址结构,在发展过程中已变得相当复杂。本书将用整整一章的篇幅来考察的编址,这包括起先的基于类的地址结构、子网编号以及无类域间路由选择(地址)。该章也简单地考察了一下地址将如何随着(下一代)而变化。地址在全书中将大量使用,以便在介绍各种路由选择概念时为你提供特定的例子。

本书的第二部分略微深入一些。与从高层着眼互联网相反,第二部分着眼于路由器的内部工作原理。这部分包括对两个版本(当前版本和下一代)的逐项比较、路由器用于通信的各种传输技术以及路由选择协议的机制。

路由选择协议有不同的类型。概括地讲,它们分为两类:根据某种距离测量计算路由,根据组成路由的链路状态的某种测量计算路由。前者称为距离矢量路由选择协议,后者称为链路状态路由选择协议。对于这两种路由选择协议之间功能差别的评价为你读第三部分做了准备。

第三部分详细地考察了当今最主要的路由选择协议。读者将真切地看到和在互联网中是如何工作的。理解路由选择机制将帮助你设计更好的网络、更有效地排除故障以及调整现有的网络。

本书前三个部分对于路由器和路由选择详细的考察自然引出了本书的最后一部分。本书的最后一部分强调了路由选择技术的实现并洞察了路由选择的未来。

第四部分的第章集中讨论了构建互联网。互联网必须适应不同类型的需求,这些需求因网络不同而变化相当大,但也包含了某些明确的属性。这些属性包括可扩展性、网络内的各位置间

的地理距离、通信容量、运行延迟以及网络操作和维护的经济费用。这部分将探索以上这些方面的本质、网络拓扑示例和选择传输技术的指导方针。

构建互联网最具挑战的一个方面就是处理多协议。极少有网络奢侈地使用单个的可路由选择或路由选择协议,这里的原因是多方面的,其中包括:合并和购买、外联网以及转向新技术。即使不考虑这些原因,挑战仍然存在于克服可路由选择协议和截路由选择协议的异构性。第五章考察了互联网异构协议的选择(包括可路由选择协议和路由选择协议),这一章对从源转向目的地的实质进行了考察,还探讨了成功地完成这一迁移的策略。

最后以评价路由选择技术的未来结束本书。这是非常必要的,技术的进步已经产生了本质上的混淆,人们甚至于怀疑路由器和路由选择技术!比如,微软的宰宰操作系统可以使一个客户或服务级的计算机完成路由器的功能。这对于独立的路由器将意味着什么呢?

关于路由器的未来的其他混淆是由蕴晕和宰晕间界限的日益模糊导致的。特别是交换正在迅速地为这两种网络所采用,它可以很容易地像转发第二层帧一样转发第三层的分组。这样,计划者所面临的一个最大问题是:路由选择将来的作用是什么?还会需要路由器吗?本书在最后一章中提出这些问题并做了回答。

目摇摇录

第一部分 网络互联基础	(员)
第 员章 网络互联	(猿)
员.员 网络参考模型	(猿)
员.圆 网络七层模型	(源)
员.猿 网络对网络参考模型的误解	(员园)
员.源 网络逻辑邻接	(员园)
员.缘 网络逻辑邻接的实现方法	(员缘)
员.远 网络接收比特流	(员愿)
员.苑 网络路由选择的需要	(员园)
员.愿 网络路由器	(员袁)
员.怨 网络小结	(员苑)
第 圆章 理解互联网地址	(圆愿)
圆.员 网络因特网的地址结构	(圆愿)
圆.圆 网络通告网络地址	(圆怨)
圆.猿 网络编址	(猿)
圆.源 网络二进制与十进制编号	(猿)
圆.缘 网络网络地址格式	(猿源)
圆.远 网络子网连网的出现	(源)
圆.苑 网络子网连网	(源)
圆.愿 网络灾难恢复	(源缘)
圆.怨 网络无类域间路由选择	(源苑)
圆.员园 网络无类编址	(源愿)
圆.员员 网络增强型路由聚合	(源愿)
圆.员圆 网络超网连网	(源怨)
圆.员猿 网络网络怎样工作	(源怨)

摇苑源摇静态路由选择	(员缘)
摇苑源摇距离矢量路由选择	(员远)
摇苑源摇链路状态路由选择	(员怨)
摇苑源摇混合路由选择	(员圆)
摇苑源摇混合路由选择的性能特征	(员圆)
苑源摇会聚	(员猿)
摇苑源摇调整拓扑结构的变化	(员猿)
摇苑源摇会聚时间	(员园)
苑源摇路由计算	(员园)
摇苑源摇存储多个路由	(员圆)
摇苑源摇开始更新	(员圆)
摇苑源摇路由选择度量	(员猿)
苑源摇小结	(员源)
第三部分摇路由选择协议	(员缘)
第 愿章摇路由选择信息协议	(员远)
愿源摇的由来	(员远)
摇愿源摇()公司的 愿源	(员苑)
摇愿源摇可路由选择协议	(员愿)
摇愿源摇 愿源	(员怨)
愿源摇 愿源规范	(员园)
摇愿源摇 愿源分组格式	(员园)
摇愿源摇 愿源路由选择表	(员源)
愿源摇操作机理	(员远)
摇愿源摇计算距离矢量	(员怨)
摇愿源摇更新路由选择表	(员猿)
摇愿源摇编址考虑	(员远)
愿源摇拓扑变化	(圆园)
摇愿源摇会聚	(圆园)
摇愿源摇无穷计数	(圆猿)
愿源摇 愿源的局限	(圆源)

摇愿缘缘摇站点计数限制	(园缘)
摇愿缘缘摇固定度量	(园缘)
摇愿缘缘摇表更新的网络强度	(园缘)
摇愿缘缘摇会聚缓慢	(园缘)
摇愿缘缘摇缺乏负载均衡	(园缘)
愿缘缘摇小结	(园缘)
第 怨章摇路由选择信息协议版本 圆	(园缘)
怨缘缘摇更新 砸粤的需要	(园缘)
摇怨缘缘摇砸粤原理 砸粤说 员园猿	(园缘)
怨缘缘摇砸粤说 员园猿规范	(园缘)
摇怨缘缘摇砸粤原理报文格式	(园缘)
摇怨缘缘摇使用 砸粤原理报文	(园缘)
怨缘缘摇砸粤原理的新特性	(园缘)
摇怨缘缘摇鉴别	(园缘)
摇怨缘缘摇子网掩码	(园缘)
摇怨缘缘摇下一站点识别	(园缘)
摇怨缘缘摇多点播送	(园缘)
怨缘缘摇砸粤原理的局限性	(园缘)
怨缘缘摇小结	(园缘)
第 员园章摇内部网关路由选择协议	(园缘)
员园缘缘摇陨砸由 来	(园缘)
摇员园缘缘摇性能需要	(园缘)
摇员园缘缘摇悦粤的 解决方案	(园缘)
员园缘缘摇陨砸概述	(园缘)
摇员园缘缘摇度量	(园缘)
摇员园缘缘摇使用度量	(园缘)
员园缘缘摇陨砸机制	(园缘)
摇员园缘缘摇定时机制	(园缘)
摇员园缘缘摇会聚机制	(园缘)
员园缘缘摇操作机理	(园缘)

摇同缘摇拓扑变化	(缘)
摇同缘摇多径路由选择	(缘)
摇同缘摇代价相等负载均衡	(缘)
摇同缘摇代价不等负载均衡	(缘)
摇同缘摇小结	(缘)
第 章摇增强型内部网关路由选择协议	(缘)
摇同缘摇的产生背景	(缘)
摇同缘摇与 后向兼容	(缘)
摇同缘摇的改进	(缘)
摇同缘摇的新特性	(缘)
摇同缘摇邻居发现与恢复	(缘)
摇同缘摇可靠的传输协议	(缘)
摇同缘摇分布式更新算法	(缘)
摇同缘摇专用协议模块	(缘)
摇同缘摇的数据结构	(缘)
摇同缘摇表	(缘)
摇同缘摇分组类型	(缘)
摇同缘摇使用 的会聚	(缘)
摇同缘摇小结	(缘)
第 章摇开放最短路径优先	(缘)
摇同缘摇的起源	(缘)
摇同缘摇说 版本	(缘)
摇同缘摇区域	(缘)
摇同缘摇路由选择更新	(缘)
摇同缘摇的数据结构	(缘)
摇同缘摇 分组	(缘)
摇同缘摇数据库描述分组	(缘)
摇同缘摇链路状态请求分组	(缘)
摇同缘摇链路状态更新分组	(缘)
摇同缘摇链路状态确认分组	(猿)

员圆源摇计算路由	(猿猿)
摇员圆源摇使用自动计算	(猿猿)
摇员圆源摇使用缺省路由代价	(猿圆)
摇员圆源摇最短路径树	(猿源)
员圆源摇小结	(猿苑)
第四部分摇实现问题	(猿愿)
第 员章摇构建互联网	(猿猿)
员猿员摇成功的蓝图	(猿猿)
摇员猿员摇规模	(猿猿)
摇员猿员摇距离	(猿源)
摇员猿员摇通信容量	(猿源)
摇员猿员摇运行延迟	(猿缘)
摇员猿员摇宰粤晕的费用	(猿远)
员猿员摇简单互联网拓扑	(猿苑)
摇员猿员摇对等拓扑	(猿愿)
摇员猿员摇环形拓扑	(猿怨)
摇员猿员摇星形拓扑	(猿员)
摇员猿员摇部分网状拓扑	(猿猿)
员猿员摇大型互联网拓扑	(猿源)
摇员猿员摇完全网状拓扑	(猿源)
摇员猿员摇二级拓扑	(猿远)
摇员猿员摇三级拓扑	(猿苑)
摇员猿员摇混合拓扑	(猿愿)
员猿员摇构建宰粤晕之前	(猿怨)
摇员猿员摇决定主干负载	(猿怨)
摇员猿员摇安置网关	(猿员)
摇员猿员摇选择传输技术	(猿员)
摇员猿员摇选择路由选择协议	(猿圆)
员猿员摇构建宰粤晕之后	(猿猿)
摇员猿员摇组件正常运行时间	(猿猿)

