

网 络 层

在前一章中我们学习了运输层依赖于网络层的主机到主机的通信服务，提供各种形式的进程到进程的通信。我们也学习了运输层工作时不具备任何有关网络层实际实现这种服务的知识。因此也许你现在想知道，这种主机到主机通信服务的真实情况是什么？是什么使得它工作起来的呢？

在本章中我们将学习网络层实际是怎样实现主机到主机的通信服务的。我们将看到，与运输层和应用层不同的是，在网络中的每一台主机和路由器中都有一个网络层部分。正因如此，网络层协议是协议栈中最具挑战性（因而也是最有趣）的部分。

网络层也是协议栈中最复杂的层次之一，因此我们将在这里涉及大量的知识。我们的学习从网络层的概述和它能够提供的服务开始。我们将仔细考察两种用于构造网络层分组交付的方法，即数据报模式和虚电路模式，并且理解编址在传递分组到目的主机所起的重要作用。

在本章中，我们将对网络层的**转发**（forwarding）功能和**路由选择**（routing）功能做重要区分。转发涉及分组在单一的路由器中从一条入链路到一条出链路的传送。路由选择涉及一个网络的所有路由器，它们经路由选择协议共同交互，以决定分组从源到目的地结点所采用的路径。当你继续本章学习时，心中要记住这个区别。

为了加深对分组转发的理解，我们将“进入”路由器内部来观察它的硬件体系结构和组织。接下来我们将观察在因特网中的分组转发，以及令人称颂的网际协议（IP）。我们将研究网络层编址和 IPv4 的数据报格式。然后我们将探讨网络地址转换（NAT）、数据报分段、因特网控制报文协议（ICMP）和 IPv6。

然后我们将注意力转向网络层的路由选择功能。我们将看到路由选择算法的任务是决定从发送方到接收方的好的路径（等价地为路由）。我们将首先学习路由选择算法的理论，关注两种最为流行的算法类型：链路状态和距离矢量算法。因为路由选择算法的复杂性随着网络路由器数量的增加会有相当大的增长，因此我们也会关注等级制路由选择方法。当我们涉及因特网的自治系统内部的路由选择协议（RIP、OSPF 和 IS-IS）和因特网的自治系统之间的路由选择协议（BGP）时，我们将看到理论是如何付诸实践的。最后我们讨论广播和多播路由选择。

总的来说，本章有 3 个主要部分：第一部分（4.1 节和 4.2 节）涉及了网络层功能和服务；第二部分（4.3 节和 4.4 节）涉及了转发；最后第三部分（4.5 节到 4.7 节）涉及了路由选择。

4.1 概述

图 4-1 显示了一个具有 H1 和 H2 两台主机和在 H1 与 H2 之间的路径上有几台路由器的简单网络。假设 H1 正在向 H2 发送信息，考虑这些主机与中间路由器的网络层所起的作用。H1 中的网络层取得来自于 H1 运输层的报文段，将每个报文段封装成一个数据报（即一个网络层的分组），然后将该数据报向相邻路由器 R1 发送。在接收方主机 H2，网络