

并不是所有的应用都需要连接。例如，在测试网络时，所需要的只是一种发送单个包的方法，其中的这个包具备有高达100%的可达率但不保证一定可达。不可靠的（意味着没有确认）无连接服务，常常称作数据报服务（datagram service），它模拟了电报服务，这种服务也不为发送者提供回送确认的服务。

在其他的情形下，不用建立连接就可发送短消息的便利是受到欢迎的，但是可靠性仍然是重要的。可以把确认数据报服务（acknowledged datagram service）提供给这些应用使用。它类似于寄送一封挂号信并且要求得到一个返回收据。当收据回送到之后，发送者就可以绝对确信，该信已被送到所希望的地方且没有在路上丢失。

还有一种服务是请求-应答服务（request-reply service）。在这种服务中，发送者传送一份包含一个请求的数据报；应答中含有答复。例如，发给本地图书馆的一份询问维吾尔语在什么地方被使用的请求就属于这种类型。在客户机-服务器模式的通信实现中常常采用请求-应答：客户机发出一个请求，而服务器则响应该请求。图8-33总结了上面讨论过的各种服务类型。

| | | 服 务 | 示 例 |
|------|---|--------|---------|
| 面向连接 | { | 可靠消息流 | 书的页序列 |
| | | 可靠字节流 | 远程登录 |
| | | 不可靠连接 | 数字化语音 |
| 无连接 | { | 不可靠数据报 | 网络测试数据包 |
| | | 确认数据报 | 注册邮件 |
| | | 请求-应答 | 数据库查询 |

图8-33 六种不同类型的网络服务

2. 网络协议

所有网络都有高度专门化的规则，用以说明什么消息可以发送以及如何响应这些消息。例如，在某些条件下（如文件传送），当一条消息从源送到目的地时，目的地被要求返回一个确认，以表示正确收到了该消息。在其他情形下（如数字电话），就不要求这样的确认。用于特定计算机通信的这些规则的集合，称为协议（protocol）。有许多种协议，包括路由器-路由器协议、主机-主机协议以及其他协议等。要了解计算机网络及其协议的完整论述，可参阅《计算机网络》（Computer Networks, Tanenbaum, 2003）。

所有的现代网络都使用所谓的协议栈（protocol stack）把不同的协议一层一层叠加起来。每一层解决不同的问题。例如，处于最低层的协议会定义如何识别比特流中的数据包的起始和结束位置。在更高一层上，协议会确定如何通过复杂的网络来把数据包从来源节点发送到目标节点。再高一层上，协议会确保多包消息中的所有数据包都按照合适的顺序正确到达。

大多数分布式系统都使用Internet作为基础，因此这些系统使用的关键协议是两种主要的Internet协议：IP和TCP。IP（Internet Protocol）是一种数据报协议，发送者可以向网络上发出长达64KB的数据报，并期望它能够到达。它并不提供任何保证。当数据报在网络上传送时，它可能被切割成更小的包。这些包独立进行传输，并可能通过不同的路由。当所有的部分都到达目的地时，再把它们按照正确的顺序装配起来并提交出去。

当前有两个版本的IP在使用，即v4和v6。当前v4仍然占有支配地位，所以我们这里主要讨论它，但是，v6是未来的发展方向。每个v4包以一个40字节的包头开始，其中包含32位源地址和32位目标地址。这些地址就称为IP地址，它们构成了Internet中路由选择的基础。通常IP地址写作4个由点隔开的十进制数，每个数介于0~255之间，例如192.31.231.65。当一个包到达路由器时，路由器会解析出IP目标地址，并利用该地址选择路由。

既然IP数据报是非应答的，所以对于Internet的可靠通信仅仅使用IP是不够的。为了提供可靠的通信，通常在IP层之上使用另一种协议，TCP（Transmission Control Protocol，传输控制协议）。TCP使用IP来提供面向连接的数据流。为了使用TCP，进程需要首先与一个远程进程建立连接。被请求的进程需要通过机器的IP地址和机器的端口号来指定，而对进入的连接感兴趣的进程监听该端口。这些工作完成之后，只需把字节流放入连接，那么就能保证它们会从另一端按照正确的顺序完好无损地出来。TCP的实现是通过序列号、校验和、出错重传来提供这种保证的。所有这些对于发送者和接收者进程都是透明的。它们看到的只是可靠的进程间通信，就像UNIX管道一样。

为了了解这些协议的交互过程，我们来考虑一种最简单的情况：要发送的消息很小，在任何一层都不需要分割它。主机处于一个连接到Internet上的Ethernet中。那么究竟发生了什么呢？首先，用户进程