

上的话,则路由器只需丢掉该数据报,并向发送方发回一个“分组太大”的 ICMP 差错报文即可(见下文)。于是发送方能够使用较小长度的 IP 数据报重发数据。分片与重新组装是一个耗时的操作,将该功能从路由器中删除并放到端系统中,大大加快了网络中的 IP 转发速度。

- 首部检验和。因为因特网层中的运输层(如 TCP 与 UDP)和数据链路层(如以太网)协议执行了检验操作,IP 设计者大概觉得在网络层中具有该项功能实属多余,可以将其去除。再次强调的是,快速处理 IP 分组是关注的重点。在 4.4.1 节中我们讨论 IPv4 时讲过,由于 IPv4 首部中包含有一个 TTL 字段(类似于 IPv6 中的跳限制字段),所以在每台路由器上都需要重新计算 IPv4 首部检验和。就像分片与重新组装一样,在 IPv4 中这也是一项耗时的操作。
- 选项。选项字段不再是标准 IP 首部的一部分了。但它并没有消失,而是可能出现在 IPv6 首部中由“下一个首部”指出的位置上。这就是说,就像 TCP 或 UDP 协议首部能够是 IP 分组中的“下一个首部”,选项字段也能是“下一个首部”。删除选项字段使得 IP 首部成为定长的 40 字节。

我们在 4.4.3 节讨论时讲过,IP 结点使用 ICMP 协议来报告差错情况,并向端系统提供有限的信息(如对一个 ping 报文的回显回答)。RFC 4443 中定义了一种用于 IPv6 的新版 ICMP。除了能识别现存的 ICMP 类型和编码定义外,由于 IPv6 新增功能的需要,ICMPv6 还增加了新的类型和编码。其中包括“分组太大”类型与“未识别的 IPv6 选项”错误编码。另外,ICMPv6 还包含了我们将在 4.7 节中学习的因特网组管理协议(IGMP)。IGMP 用于管理主机加入和离开多播组,它在 IPv4 中曾是一个与 ICMP 分开的独立协议。

## 2. 从 IPv4 到 IPv6 的迁移

既然我们已了解了 IPv6 的技术细节,那么我们考虑一个非常实际的问题:基于 IPv4 的公共因特网如何迁移到 IPv6 呢?问题是,虽然新型 IPv6 使能系统可做成向后兼容,即能发送、路由和接收 IPv4 数据报,但已部署的 IPv4 使能系统却不能够处理 IPv6 数据报。可能采用以下几种方法。

一种可选的方法是宣布一个标志日,即指定某个日期和时间,届时因特网所有机器都关机并从 IPv4 升级到 IPv6。上次重大的技术迁移(为得到可靠的运输服务,从使用 NCP 迁移到使用 TCP)出现在差不多 25 年以前。即使回到那时[RFC 801]——因特网很小且仍然由少数“奇才”管理着,人们也会认识到这样一个标志日是不可行的。一个涉及上亿台机器和上百万个网络管理员与用户的标志日现在更是不可想象的。RFC 4213 描述了两种方法(可单独使用,也可一起使用),可用于逐渐将 IPv6 主机和路由器整合进 IPv4 世界中(当然其长远目标是将所有 IPv4 结点最终向 IPv6 迁移)。

引入 IPv6 使能结点的最直接方式可能是一种双栈(dual-stack)方法,即使用该方法的 IPv6 结点还具有完整的 IPv4 实现。这样的结点在 RFC 4213 中被称为 IPv6/IPv4 结点,它有发送和接收 IPv4 与 IPv6 两种数据报的能力。当与 IPv4 结点互操作时,IPv6/IPv4 结点可使用 IPv4 数据报;当与 IPv6 结点互操作时,它又能使用 IPv6。IPv6/IPv4 结点必须具有 IPv6 与 IPv4 两种地址。此外,它们还必须能确定另一个结点是否是 IPv6 使能的或仅 IPv4 使能的。这个问题可使用 DNS(参见第 2 章)来解决,若要解析的结点名字是 IPv6 使能的,则 DNS 会返回一个 IPv6 地址,否则返回一个 IPv4 地址。当然,如果发出 DNS 请求的