

- 收敛速度。我们已经看到 LS 算法的实现是一个要求  $O(|N||E|)$  个报文的  $O(|N|^2)$  算法。DV 算法收敛较慢,且在收敛时会遇到路由选择环路。DV 算法还会遭遇无穷计数的问题。
- 健壮性。如果一台路由器发生故障、行为错乱或受到破坏时情况会怎样呢?对于 LS 算法,路由器能够向其连接的一条链路广播不正确费用(但是没有其他链路)。作为 LS 广播的一部分,一个结点也可损坏或丢弃它收到的任何 LS 广播分组。但是一个 LS 结点仅计算自己的转发表;其他结点也自行执行类似的计算。这就意味着在 LS 算法下,路由计算在某种程度上是分离的,提供了一定程度的健壮性。在 DV 算法下,一个结点可向任意或所有目的结点通告其不正确的最低费用路径。(在 1997 年,一个小 ISP 的一台有故障的路由器的确向美国的主干路由器提供了错误的路由选择信息。这引起了其他路由器将大量流量引向该故障路由器,并导致因特网的大部分中断连接达数小时 [Neumann 1997]。)更一般地,我们会注意到每次迭代时,在 DV 算法中一个结点的计算会传递给它的邻居,然后在下次迭代时再间接地传递给邻居的邻居。在此情况下,DV 算法中一个不正确的结点计算值会扩散到整个网络。

总之,两个算法没有一个是明显的赢家,它们的确都在因特网中得到了应用。

#### 4. 其他路由选择算法

我们已学过的 LS 算法与 DV 算法不仅在实践中得到了广泛使用,而且它们基本上是当前因特网实践中使用的仅有的两种路由选择算法。无论如何,在过去的 30 年里,研究人员已提出了许多路由选择算法,从非常简单的到非常精致和复杂的都有。一种宽泛类型的路由选择算法是基于将分组流量看作是网络中源和目的之间的流。在这种方法中,路由选择问题可在数学上被形式化为一个称之为网络流问题的受限优化问题 [Bertsekas 1991]。然而,我们在此要提及的另外一类算法集合,是那些来源于电话界的路由选择算法。当每条链路资源(如缓冲区、链路带宽的一部分)需要保留给每条经过该链路的连接时,这些电路交换路由选择算法(circuit-switched routing algorithm)对分组交换数据网是很有价值的。虽然该路由选择问题的形式化可能看起来与我们在本章看到的最低费用路由选择的形式化十分不同,但也有许多相似性,至少对于路径查找算法(路由选择算法)是这样的。关于该研究领域的更详细的讨论,可参考 [Ash 1998; Ross 1995; Girard 1990]。

##### 4.5.3 层次路由选择

在 LS 和 DV 算法的研究中,我们将网络只看作一个互联路由器的集合。从所有路由器执行相同的路由选择算法以计算穿越整个网络的路由选择路径的意义上来说,一台路由器很难同另一台路由器区别开来。在实践中,该模型和这种一组执行同样路由选择算法的同质路由器集合的观点有一点简单化,因为至少有以下两个重要原因:

- 规模。随着路由器数目变得很大,涉及路由选择信息的计算、存储及通信(例如 LS 更新或最低费用路径的变化)的开销将高得不可实现。当今的公共因特网由数亿台主机组成。在这些主机中存储的路由选择信息显然需要巨大容量的内存。在公共因特网上的所有路由器中广播 LS 更新所需的开销将导致没有剩余的带宽用来发送数据分组!在如此大量的路由器中迭代的距离向量算法将肯定永远无法收敛!显然,必须采取一些措施以减少公共因特网这种大网络中的路由选择计算的复杂性。