

一种组播路由算法的性能评价

孙 明

(中国农业大学电气信息学院)

摘 要 为了解决网络中组播路由的传输质量, 在最短路径算法的基础上提出了分散路由控制算法, 并对其性能进行了分析和评价。实验结果证明, 分散路由控制算法适用于具有实时性和 QoS 需求的组播通信。

关键词 组播; 最短路径算法; 分散路由控制算法

中图分类号 TP 393.02

Performance Evaluation of a Multicast Routing Algorithm

Sun Ming

(College of Electricity and Information, CAU)

Abstract A dispersed routing control algorithm was developed on the basis of the shortest path algorithm to solve network transfer quality of multicast routing. The performance of the proposed algorithm was analyzed and evaluated. The results showed that the dispersed routing control algorithm was suitable to the multicasting communication which needs real-time and Quality of Service (QoS).

Key words multicast; shortest path algorithm; dispersed routing control algorithm

随着计算机和网络技术的飞速发展, 通过网络实时连续地传输多媒体数据已成为可能, 由此产生出大量的具有实时性的多媒体通信, 如视频会议, 多媒体电话, 计算机支持的协同工作等, 这些应用除了要求有严格的服务质量(QoS)外, 还要求网络具有组播(或称多点广播)能力, 因此, 路由的确定需要相当复杂的模型来描述。

在传统的网络中, 路由需要考虑的仅是可连接性^[1], 进行路由算法的研究就是寻找源节点到目的节点的有效路径, 信息通过这条路径传播。为了保证多媒体实时业务流的QoS, 目前主要采用的路由技术之一是通过组播路由寻找最佳路径, 其路由算法是, 在发送端构造跨越所有接受端的一个组播树(Multicast tree), 当组播树跨越所有网络节点时就形成组播路由树。这棵树的根为源节点, 叶子为目的节点, 信息通过树能够实时地从根传送到所有的叶子。

路由选择技术可分为启发式探索技术和随机探索技术。目前大多数学者采用启发式探索技术来研究一些快速有效的算法^[2], 一类是基于最短路径的算法^[3-5], 另一类是基于斯坦利最小树(Minimum Steiner tree)的算法^[6], 它们都是为了求最小代价组播树, 即把信元在最小代价通路上从源节点送往目的节点, 此问题是NP-Complete问题^[7]。

在最短路径算法中主要应用Dijkstra算法^[3]和Ford-Fulkerson^[4,5]算法。其中, Ford-Fulkerson算法是一种反向搜索方法, 比较适用于分布式的路由选择, 但该算法较为复杂, 当

收稿日期: 2001-08-31

孙 明, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区) 63 信箱, 100083

需要优化路选和避免不一致的路由表时,难以保持节点间的协调工作;而Dijkstra算法是前向搜索算法,比较适用于集中式的路由选择,即由一个中央节点(获取全网所有节点上的即时信息的决策地点)承担全部路选任务^[8]。

最短路径算法会造成某些节点输出链路过多,而使这些节点处于过于繁忙的路由状态,使处理和传输的开销增加,影响网络的通信效率,保证不了范围广泛的QoS需求。为了避免出现各个信元过于集中于某些节点的现象发生,笔者在Dijkstra算法的基础上提出了分散路由控制算法,该算法增加了对节点的处理,即在保证到最远目的节点的路径为最短路径的基础上,使路由表中每个节点的输出链路不超过2条或3条,从而提高了整个网络的利用效率。由于分散了各个节点的信息流量,从而降低了线路拥挤及过载现象的产生,提高了节点对网络状态变化反应的敏捷性,减少了信元丢失和重发现象的产生。

1 实验数据

为了评价分散路由控制算法的性能,本文中图1所示的有30个节点的网络进行计算机仿真,其中节点1为源节点,节点30为最远目的节点。相邻节点*i*和*j*之间的路径长度记作 $C_{i,j}$,如节点1和节点2之间的路径长度 $C_{1,2}$ 为25。在这里 $C_{i,j}$ 是由距离、信道带宽、平均业务量、通信费用、队列长度、测量时延及其他因素所组成的函数计算出来的。

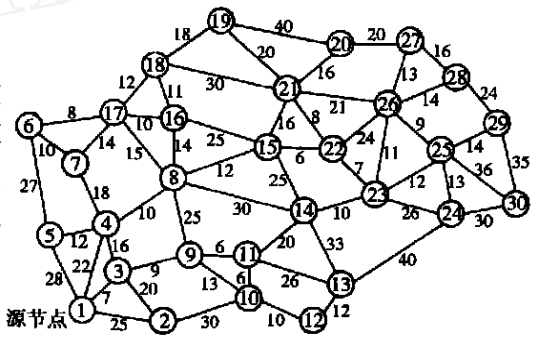


图1 网络拓扑图

2 软件的实现

实现分散路由控制算法的软件是在Visual C++平台上开发的。由图1可见,节点1为源节点时,输出链路被限制为2条。首先,用Dijkstra算法对所有节点求最短路径,图2中用粗线表示的路径即为最短路径。其中源节点到最远目的节点30的路径长度 $C_{1,30}$ 为100,此路径就是需要保证的最短路径,具体为1—3—9—11—14—23—25—30。然后,寻找输出链路数超过3条的节点,从该节点到目的节点之间路径长度依据从长到短的顺序去除链路后,再寻找其他链路(图3)。

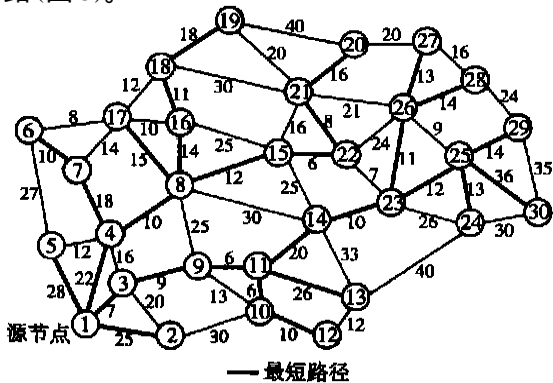


图2 最短路径组播路由树

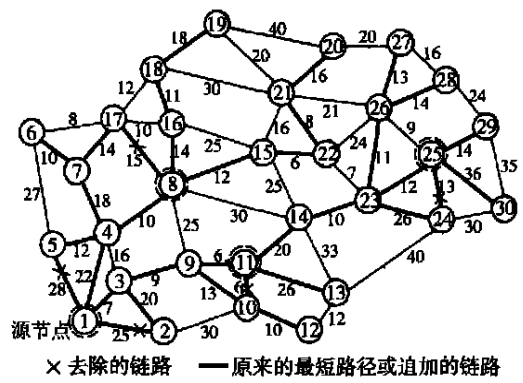


图3 链路去除和追加

由图 2 可见, 节点 1 的输出链路超过了 2 条, 节点 8, 11, 25 的输出链路超过了 3 条, 所以须对这 4 个节点去除多余的输出链路。从节点 1 输出的链路有 4 条, 分别输出到节点 2, 3, 4, 5, 路径长度分别为 25, 7, 22 和 28, 应去除链路长度数值比较大的 25 和 28, 即到节点 2 的链路 1—2 和到节点 5 的链路 1—5。去除 1—2 和 1—5 后到目的节点 2 和 5 的路径分别为 1—3—2 和 1—4—5, 即需要追加 3—2 和 4—5 链路(图 3)。对节点 8, 11, 25 也进行同样的处理来去除和追加输出链路, 去除的链路是 8—17, 11—10 和 25—24, 追加的链路是 7—17, 9—10 和 23—24。

为了确认输出链路的去除和追加是否使其他输出链路数超过了 3 条, 需要再重复上述的处理过程, 最终结果见图 4, 图中粗线表示最终所求的信元传输路径, 即组播路由树。

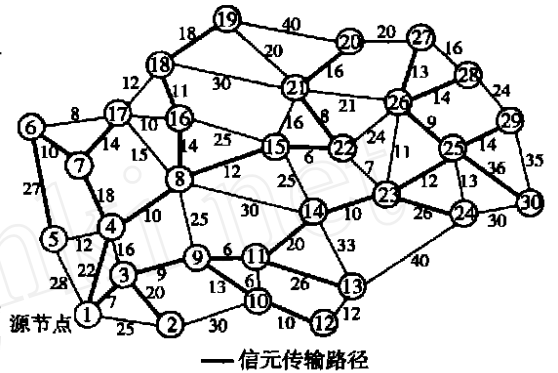
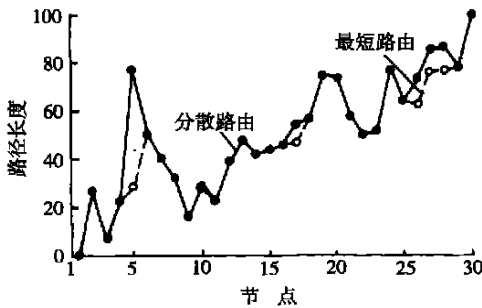


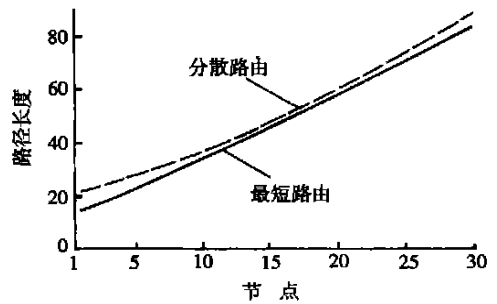
图 4 分散路由控制法处理后的组播路由树

3 实验结果与讨论

为检验和评价本软件的性能, 对最短路径算法和分散路由控制算法进行了比较, 结果见图 5。



(a) 折线图



(b) 多项式近似曲线图

图 5 用最短路径算法和分散路由控制法得到的各节点与路径长度的关系

图 5(a) 是用折线图表示的源节点到其他各个节点的路径长度。可见, 与最短路径算法相比, 用分散路由控制算法使节点 2, 5, 10, 12, 17, 24, 26, 27 和 28 处的路径长度增加了, 这是为了避免某些节点输出链路过多而改变传输链路造成的。路径长度虽然略有增加, 但没有超过其最大值 100。另外, 从源节点到各个目的节点的路径长度的平均值, 用最短路径算法时为 47.9, 用分散路由控制算法时为 50.9。分散路由控制算法在去除和追加链路的过程中使平均路径长度增加了, 这样各路径长度更加接近最大路径长度。由图 5(b) 可见, 用最短路径算法得到的多项式近似曲线呈直线上升状态, 比用分散路由控制算法得到的曲线上升幅度大, 表明从源节点到各个节点的路径长度之间的差比较大。图 5(a) 和 (b) 均说明用分散路由控制算法可缩短从源节点到各个目的节点之间的传输时差。

此外,通过控制各个节点的输出链路数,可以改善处于频繁路由处理的界点状态,这就使节点把更多的资源用于信元的发送上,从而提高了整个网络的运行速度;另外,对整个网络的分散处理,减少了由于信元复用所产生的传输时延和信元丢失,提高了整个网络的利用率,进而优化了网络。所以该算法适用于具有实时性和QoS需求的组播通信。

4 结束语

所提出的分散路由控制算法,能够减少从源节点到各个目的节点之间的传输时差,从而提高了整个网络的运行速度和利用率,进而优化了网络。该算法适用于具有实时性和QoS需求的组播通信。

进一步的工作是,增加节点数,在对网络性能进一步评价的基础上,弄清楚在数据的复用和交换中分散路由控制法与节点数的依赖关系以及多路由品质的影响因素等。

参 考 文 献

- 1 Gupta S. On Routing in ATM Networks, Modeling and Performance Evaluation of ATM Technology. North-Holland: Elsevier Science Publisher B V, 1993 229~ 239
- 2 Salama H F, Reevw s D S, V iniotis Y. Evaluation of multicast routing algorithm for real-time communication on high speed networks IEEE JSAC, 1997, 15(3): 332~ 345
- 3 Dijkstra E W. A note on two problem in connection with graphs Numerische mathematics, 1959, 1(5): 269~ 271
- 4 Ford L R Jr, Fulkerson D R. Maximal flow through a network Canadian Journal of Mathematics, 1956 (8): 399~ 404
- 5 Ford L R Jr, Fulkerson D R. A simple algorithms for finding maximal network flows and an application to the Hitchcock problem. Canadian Journal of Mathematics, 1957(9): 210~ 218
- 6 Hwang F K, Richards D S. Steiner tree problems IEEE Networks, 1992, 22(1): 55~ 89
- 7 Ausiello G, D A tri A, Protasi M. Lattice theoretic ordering properties for NP-complete optimization problems Annales Societatis Mathematicae Polonae, 1981(4): 83~ 94
- 8 顾尚杰, 薛 质. 计算机通信网 北京: 电子工业出版社, 2000 232~ 239