

# 一种分布式网络编码的组播路由算法构想\*

## Design of a New Multicast Routing Algorithm Based on Network Coding

曾明霏, 李陶深  
ZENG Ming-fei, LI Tao-shen

(广西大学计算机与电子信息学院, 广西南宁 530004)  
(School of Computer, Electronics and Information, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004, China)

**摘要:**结合多项式时间线性信息流算法和分层网络编码的算法,提出一种分布式分层网络编码的构想。这个构想将网络编码中计算量最大的最大流计算分布式化,可以快速计算出一个具有很高传输速率的组播路由,充分地利用了网络中的资源。

**关键词:**组播路由 网络编码 分层编码 分布式

**中图分类号:**TP391 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2007)04-0252-02

**Abstract:** Integrating the linear information flow algorithm and a layered network coding algorithm, this paper presents a distributed layered network coding algorithm concept. This algorithm turns the largest calculation's process—the maximum flow computing into a distributed algorithm. It can quickly achieve a multicast routing with very high transmission rate, and make full use of network resources.

**Key words:** multicast routing, network coding, layered coding, distribut

现有组播路由算法,主要分为两类:一种是基于最小生成树(最小支撑树)的Steiner树算法,另一种是基于中心点(Core)选择的CBT(Core Based Tree)算法<sup>[1]</sup>。Steiner树算法通过建立一棵以源节点为根、覆盖所有目的节点的最优树来计算路由。Steiner树的计算是一个完全NP问题,无法在多项式时间内完成计算。因此实际应用中常用各种启发式算法来计算,以降低计算复杂度,而且性能上也很接近理论算法。CBT算法首先在网络中选择一个中心点作为根,源节点和目的节点分别根据最短路径的原则与中心点连接,从而构造出一棵连接源节点和目的节点的树。中心点的选择是CBT算法的核心,树的优劣完全取决于中心点的选择。然而寻找最优中心点的问题是一个完全NP问题,所以实际应用中常

常以次优中心点代替。Steiner树算法和CBT算法的共同点都是寻找一条从源节点到目的节点的最优路径,只是使用的搜寻方法不同。两算法找到最优路径后,只使用最优路径进行数据传输,网络中的其他路径就被忽略。这类算法明显没有充分利用网络中的资源,很难使组播树的数据传输速率达到最小割最大流定理(Max-Flow Min-Cut theorem)的理论上限值。

此外,网络中的负载集中在少部分属于最优路径的链路之上,负载不平衡,很容易造成拥塞,并且拥塞产生之后,网络中依然有不少闲置的链路。现有的组播路由算法解决拥塞的方法的本质上是再生成一条最优路径,这是一种治标不治本的办法,无法真正提高数据传输速率,必须使用最优路径之外的方法才能解决这些缺点。因此,我们结合文献[2]中提出的多项式时间线性信息流算法(LIF)和文献[3]提出的一种分层网络编码的算法,提出一种分布式分层网络编码的构想。

收稿日期:2007-10-17

作者简介:曾明霏(1984-),男,硕士研究生,主要从事网络编码、网络计算研究。

\* 广西自然科学基金项目(桂科自0640026)资助。

## 1 网络编码算法

网络编码是2000年提出的一种新方法,其核心思想是让网络中的节点将接收到的数据进行某种数学计算<sup>[4]</sup>,然后再路由、转发,其主要优点是充分利用网络资源,数据传输速率可以达到理论上限值<sup>[5]</sup>。网络编码能使用网络中大部分链路进行数据传输,使得负载均匀的分布在各条链路之中,不容易产生拥塞;还能在多项式时间内完成<sup>[2]</sup>,在计算复杂度方面也比现有的组播路由算法有优势。但是网络编码会且打破数据包之间的独立性任何一个数据包的丢失会影响到很多的数据包,并最终使得目的节点收到的数据无法解码。网络编码要利用网络中的节点对数据进行编码解码操作而产生编码解码延迟,要求所有链路都拥有相同的延迟,或者不考虑链路延迟的问题。网络编码多建立在单向链路和无环网络中,所有目的节点的数据传输速率一致,假如某个接收节点的最大流很小,就会导致全部接收节点的传输速率都偏低。将分层编码理论也引入网络编码之中,让网络中产生多个数据流,让目的节点可以选择接收数据流的数量,使最大流较大的目的节点拥有更快的数据传输速率,就可以克服这一缺点<sup>[3]</sup>。

## 2 一种分布式分层网络编码的构想

分布式分层网络编码要将网络编码算法分布式化,要突出网络编码算法数据传输速率比现有算法快的优点。因此,分布式分层网络编码的构想是将网络限制在单源、无错、无延迟的条件下,首先,像LIF算法一样,计算网络中每一个节点的最大流。不同的是,最大流的计算是从源节点到目的节点分布式计算的。计算完成后,目的节点要将结果反馈。其次,源节点根据反馈回来的结果计算数据流的分层,并向外发送数据。再次,中间节点将接收到的数据流按照一定原则线性组合后转发,确保数据流层与层的

独立性。此外,由于链路是双向的,还要根据自己与源节点的距离和数据流经过的跳数等信息来确定数据流的传输方向,避免环路的产生。最后,目的节点用消去法对数据流进行解码。

## 3 结束语

这个构想将网络编码中计算量最大的最大流计算分布式化,并且解决了两个限制数据传输速率提高的主要问题,可以快速计算出一个具有很高传输速率的组播路由,充分地利用了网络中的资源。在一个小型的网络拓扑中的模拟计算表明,这个构想可以让每个目的节点达到自己的最大流。

但是这个构想依然存在着一些缺点,第一,该分布式算法并不完善;第二,环路的问题没有彻底解决。目前已有解决这些缺点的思路,今后将尽力改进这些缺点,并实现这一构想。

### 参考文献:

- [1] 盛子刚,陈艳红,王方伟.组播路由算法综述[J].河北师范大学学报:自然科学版,2004,28(3):247-249.
- [2] PETER SANDERS,SEBASTIAN EGNER,LUDO TOLHUIZEN. Polynomial time algorithms for network information flow[M]. New York:ACM Press,2003.
- [3] SUNDARAM N,RAMANATHAN P,BANERJEE S. Multirate media streaming using network coding:proc 43rd Allerton Conference on Communication, Control, and Computing[C]. Monticello,IL,2005.
- [4] AHLWEDE R,CAI N,SYR LI,et al. Network information flow [J]. IEEE Trans on Information Theory,2000,46:1204-1216.
- [5] AXEL DAVIDIAN. Network coding:an overview[EB/OL]. (2005-01-21). [http://www.Int.ei.tum.de/mitarbeiter/oikonomidis/seminar/seminar\\_Reports/Networkcoding.pdf](http://www.Int.ei.tum.de/mitarbeiter/oikonomidis/seminar/seminar_Reports/Networkcoding.pdf).

(责任编辑:邓大玉)

## 科学家发现可能由4个夸克构成的新粒子

目前很多理论物理学家在尝试针对物质的亚原子结构建立一个标准模型,介子是该标准模型中的一种基本粒子,夸克被一些专家认为是构成介子等基本粒子的单元。一个名为“Belle”的国际研究小组利用日本高能加速器研究机构的正负电子对撞加速器,发现了一种可能由4个夸克构成的带电荷的新粒子。研究小组运用上述设备分析了约6.6亿对B介子和反B介子的衰变情况,发现其中约有120例B介子衰变为K介子和一种新粒子的情况。这种新粒子带有电荷,质量约是质子的4.7倍,研究人员称它为Z(4430)。研究人员依据新粒子所带电荷推算,它可能由4个夸克构成,而传统理论认为介子由两个夸克构成,因此不能用以往的介子概念来描述Z(4430),这一发现也因此备受瞩目。

(据科学网)