

# 网络编码在无源光网络中的应用研究

徐杰

广东邮电职业技术学院 广东广州 510630

**【摘要】** 随着科学技术的快速发展, 社交网络与 P2P 业务在人们的生活和工作中发挥着越来越重要的作用, 其发展趋势也呈现出流量本地化的特点。大量流量以本地交换的形式进行传输, 虽然给予了本地流量更多压力, 但是对其他网络区域来说能够减轻工作压力。当网络编码在无源光网络应用以后, 能够有效地发挥减轻本地流量压力的功能, 提升了百分之五十的网络传输量, 因此成为了相关行业研究的重要课题。本文展开无源光网络对网络编码技术的应用分析, 目的是能够通过研究成果将数据延时情况得到改善, 以此促进网络编码效率提升, 让无源光网络系统传输工作效率得到进一步优化。

**【关键词】** 网络编码; 无源光网络; 应用

随着互联网应用的范围愈发广泛, 各种新技术也应运而生, 包含视频通讯、文件共享等诸多宽带数据需要更宽的网络环境来运行, 经相关研究发现, 视频及语音通信量正以每年仅百分之六十的增长速度在加快, 因此宽带接入技术也必须不断改革才能满足人们对于网络的实际需求。

## 一、无源光网络的相关概念

无源光网络技术的拓扑结构以点到多点的形式为主, 同传统网络技术相比速率更高, 而且能够实现远距离传输和综合业务接入的目标, 成为主要的宽带接入技术之一。为能够更好地优化无源光网络体系的功能性, 人们尝试将网络编码应用到普通的无源光网络技术中, 经比较来看, 在其他硬件设施条件相同的情况下, 应用网络编码后的无源光网络技术拥有更强的流量吞吐性能, 促使整体网络系统对带宽的利用率大大提升。

### 1. 无源光网络系统组成内容

我国于 2008 年建设无源光网络的电信试点, 无源光网络技术经过十数年的发展建设, 成为主流的光纤接入技术。在无源光网络系统当中, 包含了诸多的组成部分, 即光分配网络、光线路终端、用户端光网络单元等, 光分配网络中的电子器件都为无源状态, 例如无源分光器、耦合器、光纤等, 对这一部分的后期管理、维护和运营无需投入过多的成本。在一般情况下, 无源光网络系统下行数据采用广播方式, 上行数据采用时分多址复用技术, 光网络单元的上行数据依靠光线路终端以动态带宽分配的形式来进行调度<sup>[1]</sup>。

### 2. 无源光技术的发展历程

无源光网络技术的发展包含了 APON、EPON 以及 GPON 三种技术, 这些都是不同传输模式以及传输标准的技术。APON 在我国没有进行网络建设, 因此本文不涉及。EPON 技术是基于以太网的无源光网络, 它采用点到多点结构、单模光纤传输, 其最大线路速率达到 1.25Gb/s, 提供多种综合业务。GPON 技术遵循 ITU-T G.984.x 标准, 主要优势是带宽高、工作效率高, 提供了更多的用户接口和 QoS 等。近几年, 10G PON 技术也在快速发展, 即使运营商对带宽的需求增长十倍该技术也能满足需求, 并且可以实现同当前 XPON 网络的良好过渡, 给予投资一定保护, 促进高带宽光纤到家的发展进程<sup>[2]</sup>。

## 二、网络编码的相关理念

我国进入 21 世纪之后, 通信技术领域处于飞速发展的状态,

网络编码是在这一时期出现的重要通信技术之一, 该技术将编码与路由的理念相结合, 大量的信息从不同链路输送进来, 通过把编码进行适当匹配、组合, 在这种情况下网络节点不仅能够具备路由的功能, 还能够发挥编码功能, 使整体结构体系发生了改变, 保证网络性能在全新结构下展现出理论上流量传输的最高值。在当前所使用的网络编码技术中多播容量最大的网络为单信源二信宿蝴蝶网络, 当各链路容量是 1 的情况下, 信源节点用 S 表示, 信宿节点以 y 和 z 表示, 剩余均为中间节点, 通过最大流最小割相关原理, 可以确定其理论上最大传输容量是 2, 简单来说就是从理论角度分析, 从 s 传出的 2 个单位信息  $b_1$  与  $b_2$ , 可以同时传输至信宿 y 与 z, 具体网络结构如下图。

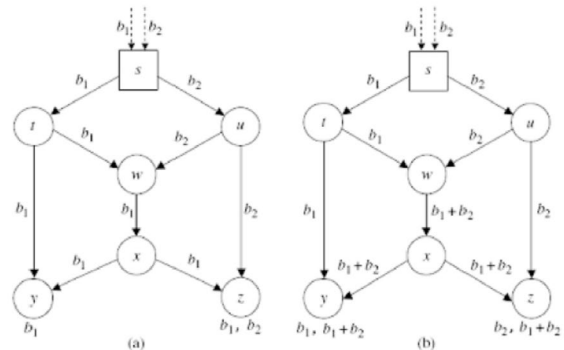


图 1: 单信源二信宿蝴蝶网络结构图

在上图中 (a) 表示的传统的路由方式, 储存与转发工作由节点 w 来完成, 如果消息  $b_1$  通过 w 进行转发, 信息  $b_1$  会由 xz、xy、wx 三条链路进行传输, 最后的结果是信宿 y 所接受的信息只有  $b_1$ , 而信息  $b_1$  与  $b_2$  会输送至信宿 z, 所以  $b_1$  与  $b_2$  无法一起传送到信宿 y 与 z 当中。与图 (a) 不同, 图 (b) 是新型方式网络编码, 将所接收的信息进行编码任务由节点 w 来完成, 通过链路 wx 可以将编码结果  $b_1$  与  $b_2$  异或值输出, 再经由 xz、xy 两条链路将结果输送至信宿 y、z 位置。编码结果输送到信宿 y 后, 会进入到下一步的译码操作, 最终解出  $b_2$ , 这时信息  $b_1$  与  $b_2$  会一起传送到信宿 y。与这一理论相同的是信息  $b_1$  和  $b_2$  也会传送到信宿 z 中, 这就能够在网络编码的应用后让传输量保持在理论上的峰值状态。

信息比特流在网络节点中会得到一些具有特殊性的处理, 包括有限域上的运算处理等, 这是与传统方法最大的差别, 是对传统方

法储存和转发流量功能基础上的优化,这就是网络编码,该技术的根本理论是所传递的信息通过附带编码功能的网络节点进行处理,经过编码后向下一阶层的网络节点传递,当下一阶层网络节点也能够发挥编码的功能,那会再以适当的方式来处理、传输接收的数据,在反复对信息处理后,相关的信息都在信宿节点进行积累,并在最后的逆过程译码后,将原始信息表达的信息翻译出来。当线性操作为网络传输信息的主要方式时,可以称之为线性网络编码,其余的形式为非线性网络编码;当所处理的系数选取方法为随机性,我们将其称为随机网络编码,以算法来确定系数的是确定性网络编码<sup>[3]</sup>。

### 三、无源光网络中对网络编码的具体应用

#### 1. 理论概念

有相关信息证明将网络编码(NC)技术应用于基于以太网的无源光网络中,其下行的流量传输量同传统技术相比提高了二分之一,光网络单元在有NC和没有NC的情况下数据交换的过程会有一些差距,在下图中会有具体解释。

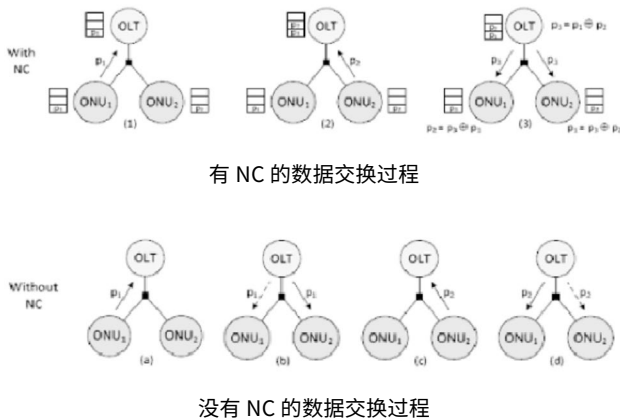


图2: 光网络单元有NC和没有NC的对比情况

二者比较来看,当无源光网络中存在NC,那么光网络单元1与单元2想要实现数据交换,只需要进行三次交互即可完成;但是在没有NC的状态下,则交互次数会更多,一般情况下会进行四次

#### 参考文献

- [1] 张虹霞,严云富.无源光接入网络中前向纠错编码技术[J].激光杂志,2017,38(10):152-155.
- [2] 肖泉,赵璐,牛宝.基于LDPC-OFDM编码调制在无源光网络的研究[J].电子科技,2016,29(4):154-157.
- [3] 东南大学.一种用于无源光网络中密集分布用户的编码分配方法:CN202010069066.1[P].2020-06-12.
- [4] 汤菲菲,张天一,邓潇,等.网络编码在SD-PON中的设计与实现[J].光通信技术,2017,41(3):1-4.
- [5] 赵继军,白巍,冯楠,等.基于网络编码的PON中编码机制优化设计[J].光通信研究,2014,(3):38-41.

数据交换<sup>[4]</sup>。

#### 2. 相关性能

当无源光网络中不存在NC的情况下,想要让数据包p2传输到光网络单元1中,p1传输到光网络单元2中,必须要把两个数据包由光线路终端处进行输送,但是在有NC后,无源光网络只需要通过光线路重点发送一个数据包即可,而下行流量会提升二分之一。如果光线路终端没有在 $d_{max}$ 时间间隔的范围内接收到数据包p2,那光线路终端会执行对p1下行广播的操作,其中最为关键的是光线路终端缓存周期的最长时效以 $d_{max}$ 来表示,在整个处理过程中都能够发挥作用,当缓存周期的最长时效越长,其表示NC更容易命中,但是在这种情况下对储存空间的要求也更高,数据包的转发延迟会随之增加,对实时网络环境会有不利影响。

#### 3. 缓冲情况

在无源光网络中加入NC以后,在以下几个方面需要着重考虑,首先,应尽可能提升NC的命中率,但是同时要控制系统中数据包传输的延时;其次,无源光网络体系中信息流很有可能会发生突变,也存在一定的可变性;最后,包括内存和CPU等在内的无源光网络系统资源开销要尽可能降低<sup>[5]</sup>。

#### 4. 设计具体应用

在采样与统计数据包过程中必须要让光线路终端参与到其中,这样才能实现在无源光网络接入NC的目的,因此光线路终端系统中所包含的模块包括五个部分,即数据采样、储存、统计拒测、NC缓冲矩阵和NC处理五个模块。在作出缓冲之前,需要数据采样、储存与统计决策模块提供一定的缓冲依据,光线路终端在接收到光网络单元上行数据包后,会利用分离器对其进行分离,并将数据包本身向NC缓冲矩阵处直接转发,二元组通过数据采样模块得到解析,当上行数据包是首次参与,需要对该数据包的相关数据进行记录和保存。

### 四、结语

通信网络中出现网络编码后,改变了对路由的传统使用形式,并改变了网络传输信息无法叠加的局限性,在传统方法的数据储存与转发的基础上,扩展了其功能性。网络编码因提高带宽利用率和改善负载均衡等诸多优势已经成为当前诸多领域的重点技术,未来将会获得进一步的发展和推广,虽然目前我国在这一领域的研究已经有相关的成果,但还需要投入更多的精力对技术进行优化,使其能够与不断变化的市场需求相适应。