

光码分多址全光网络实现方案

蔡茂国¹, 杨淑雯¹, 殷洪玺²

(1. 深圳大学新技术研究中心, 广东深圳 518060; 2. 北京大学电子学系, 北京 100871)

摘 要: 本文提出一种利用时域编码的光码分多址(OCDMA)技术构造全光通信网络的实现方案. 给出了 OCDMA 全光接入网, OCDMA 光交叉连接、光交换、光上下路、光复用的具体实现方法, 给出了 OCDMA 全光网络体系结构.

关键词: 光码分多址; 全光网络; 光复用

中图分类号: TN913.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2001) 08-1148-03

An Implementation Scheme of All-Optical Network Based on Optical Code Division Multiple Access (OCDMA)

CAI Mao-guo¹, YANG Shu-wen¹, YIN Hong-xi²

(1. Advanced Technology Research Center, Shenzhen University, Shenzhen, Guangdong 518060, China;

2. Department of Electronics, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: An implementation scheme of all-optical network based on optical code division multiple access (OCDMA) via temporal encoding is proposed in this paper. OCDMA all-optical access network, optical cross connection, optical switching, optical add/drop, and optical multiplexing are given in this paper. The OCDMA all-optical network architecture is also given.

Key words: optical code division multiple access; all-optical network; optical multiplexing

1 引言

近年来,随着光纤通信的发展,点到点的单根光纤传输速率越来越高,目前,在实验室状况下,点到点的单根光纤通信速率已达到 7.04 Tbps (176x40 Gbps). 但如何在网络中实现超高速传输,特别是在用户端如何以光的方式实现高速信息接入,在整个网络结构上,实现全光通信与交换,有待研究的问题仍很多.

光码分多址(OCDMA)技术是一种扩频技术,它将信息码元通过光直接在时域或频域进行编码,实现多用户间全光多址通信. 光码分多址(OCDMA)技术是很好的全光网络组网技术,它避免了通信设备的“电子瓶颈”效应和网络协议的排队延迟,可以实现高速信息传输和快速异步信息接入. 光码分多址技术通过给每路光信号分配相互正交的用户地址码实现多个用户间的通信,它支持信息的快速异步接入,无需交换,不会发生碰撞,也不需要大容量的缓冲存储器存储等待上网的大量的数据,因此,保证所有需要传送的数据在网络的发送端不发生丢失,从而简化网络结构. 另外光码分多址技术对数据信息的频率进行扩展,对于该数据信息接收者之外的所有用户,其信息表现为类似高斯噪声(Gaussian noise)的形式,因此保密性好,抗干扰能力强. 用 OCDMA 技术组建的全光网络,组网灵活,易于扩展新的用户.

本文讨论采用时域编码的 OCDMA 技术构造全光通信网

络的实现方案,主要分三个部分,即基于 OCDMA 技术的信息光接入网,基于 OCDMA 技术的光交换、光交叉连接、光上下路、光复用,基于 OCDMA 技术的全光网络体系结构.

2 时域 OCDMA 光编解码

时域 OCDMA 中,将一个信息码元用一组光脉冲码表示,每个光脉冲(chip)的宽度是信息码元的 $1/n$ (n 为光脉冲码的码长). 光脉冲码采用光正交码(OOC)进行编码,光正交码是一组码重为 k ,码长为 n 的准正交码,其自相关值为 k ,互相关值最大为 $(k-1)$ ($k < n$,一般取 1). 图 1 是码长为 73,码重为 4 的光正交码自相关和互相关示意图,其中图 1(a)表示光正交码组(2, 27, 56, 69)自相关值(E),图 1(b)表示光正交码组(2, 27, 56, 69)与光正交码组(5, 40, 55, 66)的互相关值(E), R 表示相关运算.

在时域 OCDMA 编码中,一般采用 OOK(On-Off Key)方式,即当码元为“1”时,发送分配给该用户的光正交码,当码元为“0”时,不发送(即发送 0);在时域 OCDMA 解码中,如果光纤信道上有一个本地地址的信息码元“1”,则 OCDMA 光解码器输出一个自相关峰,由阈值检测器检测出来后,输出一个码元“1”. 时域 OCDMA 编解码器可以由光纤延迟线、光分路器和光合路器,实现光的 CDMA 编码和光的 CDMA 解码,如图 2 所示.

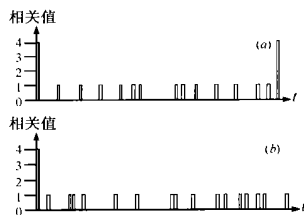


图1 光正交码自相关和互相关示意图. (a) 自相关 $E = R(2, 27, 56, 69; 2, 27, 56, 69)$; (b) 互相关 $E = R(2, 27, 56, 69; 5, 40, 55, 66)$

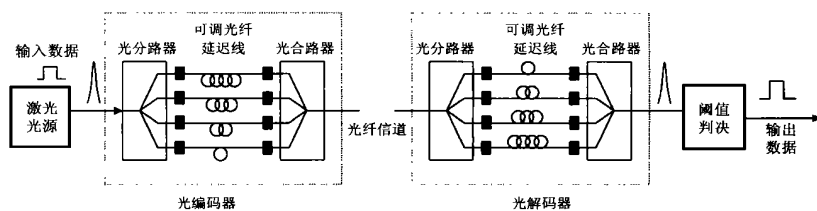


图2 OCDMA 时域光编解码器

3 OCDMA 接入网

传统的接入网(如 CSMA/CD 总线网、令牌环形网及 IP 局域网等),同一时刻只能在公用信道上传输一个用户的信息,其它用户要通信时,必须等到公用信道上没有其它用户信息时,才可以将自己的信息发送到公用信道上,进行通信.因此,传统的接入网,信息在接入到网络之前,都有一个时延,不适合连续媒体(如实时图像)的传输.基于 OCDMA 技术组建的接入网,因允许用户异步接入网络,允许同一时刻有多个用户同时在公用信道上进行通信,而且 OCDMA 接入网采用全光编/解码,可以提供非常高速的信息接入服务,因此,非常适合用户高速信息(包括连续媒体信息)的接入.

OCDMA 接入网一般采用星形拓扑结构,网络为每个需要通信的用户分配一个地址码,用户利用这个地址码对需要通信的信息进行地址调制,然后直接发送到 OCDMA 网络中. OCDMA 接入网拓扑结构如图 3 所示.

4 OCDMA 的光交换和光交叉连接

由时域 OCDMA 光解码器输出的信号,实际上与时域 OCDMA 光编码器的输入信号基本上是相同的,都是一个窄的光脉冲(如图 2 所示),只是在时域 OCDMA 光解码器的输出信号中,还有一些互相关的分量(一般为 $1 \ll k$),利用光衰减器,可以将这分量滤除,从而输出一个与时域 OCDMA 光编码器输入端完全相同的光窄脉冲,利用这个光窄脉冲,可以按需要,再以另外的一个地址码进行编码,实现光的交换和交叉连接,如图 4 所示.

图 4 中,由输入端来的 OCDMA 光合路信号,经 OCDMA 光解码后,在光交换控制部分的控制下,可以按照交换需要,由可调 OCDMA 光编码器重新编成相应的光 CDMA 码,送到下一个光网络中去,从而实现不同输入端到相应输出端的信息交换.图 4 的 OCDMA 光交换器相当于具有 N 个输入和 N 个输出的 $N \times N$ 光交换器.

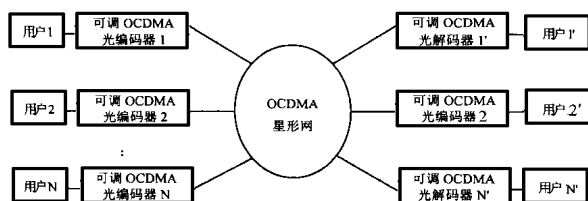


图3 OCDMA 接入网拓扑结构示意图

5 OCDMA 光上、下路

对于传统的网络,网络中所传输的信息,只有到达某一节点后才可以接入或取出,即信息的上、下路,只能在节点中进行,不能在节点与节点之间的主干线上进行,更不可在节点与节点之间的光纤线路上进行.采用 OCDMA 技术构成的全光主干网,信息的上、下路既可以在节点中进行,也可以在光纤线路经过的任何地点进行,而且不会影响光纤线路上其它用户信息的正常传输. OCDMA 光上、下路主要由分光器,光耦合器和 OCDMA 编解码器组成,如图 5 所示.

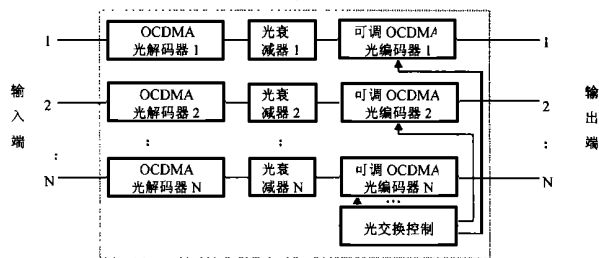


图4 OCDMA 光交换及光交叉连接示意图

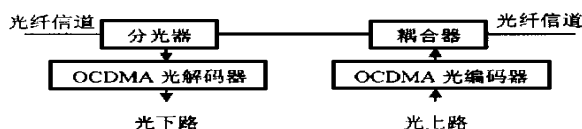


图5 OCDMA 光上、下路

6 OCDMA 光复用

OCDMA 技术允许在同一个公用信道中,同时有多个用户进行通信.如果将所有输入集中在光纤线路的一端,将所有的输出集中在光纤线路的另一端,则在光纤主干线路上,可同时实现多用户的通信,即在同一个光纤主干线路上实现通信信息的光复用,如图 6 所示.

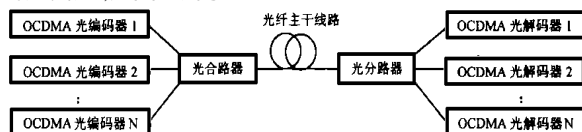


图6 OCDMA 光复用器

7 OCDMA 全光网络开放结构

图 7 给出了 OCDMA 全光网络开放结构,用户信息直接以

