

文章编号: 0258-7025(2003)04-0353-04

可调串行光码分多址编码器/解码器

李晓滨^{1,2}, 孙玉勇², 宋建中¹

(¹ 中国科学院长春光学精密仪器与物理所图像室, 吉林 长春 130022; ² 吉林大学通信工程学院, 吉林 长春 130012)

摘要 首先分析了目前存在的编解码器的优缺点, 提出一种可调串行全光码分多址(CDMA)编解码器。分析其工作原理, 推导其最佳设计参数, 并进行功能仿真, 验证了该编解码器的正确性及可实现串行编解码、地址码可调、编解码器一体、既可用于同步码分多址又可用于异步码分多址通信等特点。

关键词 光纤通信技术; 码分多址(CDMA); 光正交码

中图分类号 TN 929.11 **文献标识码** A

Tunable Serial Encoder/Decoder for Optical Code Division Multiple Access Communication System

LI Xiao-bin^{1,2}, SUN Yu-yong², SONG Jian-zhong¹

¹Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,

The Chinese Academy of Science, Changchun, Jilin 130022, China

²Institute of Telecommunication Engineering, Jilin University, Changchun, Jilin 130012, China

Abstract Encoder and decoder for optical code division multiple access is the key technique of the realization of optical code division multiple access communication system. A tunable serial encoder/decoder for optical code division multiple accesses is presented. Fundamental is analyzed, optimal parameters for designing it are derived, and function simulation is done. The encoder/decoder features that encoding/decoding is done serially, address codes can be tunable, encoder and decoder can be in one unit and it not only can be used in synchronous optical CDMA system but also can be used in asynchronous optical CDMA system. Therefore, it possesses some degree of practical value.

Key words optical fiber communication technique; CDMA; optical orthogonal codes

1 引言

近年来,光码分多址(CDMA)通信以其采用光处理,具有接入灵活、任意选址、无须等待等特点越来越引起人们浓厚的兴趣,成为国内外研究的一个热点。

目前的光码分多址(CDMA)通信还处于实验室研究阶段,限制光码分多址通信实用化的一个关键问题是编解码器的实现。目前,光 CDMA 编解码器主要是采用光纤延迟线。光纤延迟线编解码器可分为可调型和固定型。

固定型光纤延迟线编解码器主要分为三类^[1]:

1) 抽头光纤延迟线编解码器,其特点是结构简单,但抽头损耗大,变址困难;2) 并行结构光纤延迟线编解码器,其特点是体积大,变址困难;3) 梯形结构光纤延迟线编解码器,其特点是编解码器一体、串行编码、体积小,缺点是不能实现变址。

可调光纤延迟线编解码器主要为可调同步光 CDMA 编解码器^[2],其特点是可实现变址,使用灵活,采用并行结构,但其仅适用于同步光 CDMA 编解码器。

针对上述状况,本文提出一种可调串行全光 CDMA 编解码器,该编解码器可以实现变址编解

收稿日期:2002-06-05; 收到修改稿日期:2002-11-05

作者简介:李晓滨(1966—),女,山东省青岛人,吉林大学副教授,中国科学院长春光学精密仪器与物理研究所在读博士,主要从事移动通信、光纤通信及扩频通信理论及技术等方面的研究。E-mail:bing489@sohu.com

码,而且不仅适用于同步光 CDMA,也适用于异步光 CDMA,能实现串行编解码,且编解码器一体。

2 编解码器结构及光纤延迟线

2.1 结构

可调串行光 CDMA 编解码器由光纤延迟线和光纤耦合器构成,其结构如图 1 所示。图中 C_1, C_2, \dots, C_k 为光纤耦合结点。用户在发送数据前,先查询目的地址码序列,根据该地址码通过“查询表”方法得到控制码序列,再传给延时控制器,决定各条可调光纤延迟线的延迟长度。由于在梯形结构光编/

解码器中光脉冲的延迟是由各条延迟线上累积而得的,因而在“查询表”之前,应对地址码序列作一些简单的数学处理。例如:目的地址码为 $\{0,1,7\}$ (光正交码为 $(31,3,1,)$),相应的数学处理后序列变为 $\{0,1,6\}$,也就是说第 0 条延迟线的延迟长度为 0,第 1 条延迟长度为 τ ,第 2 条延迟长度为 6τ 。通过“查询表”,对延迟光纤作出调整后,信息数据就可以准备编码传输了。编码时,光脉冲功率不仅在上面的延迟线中传输,部分功率将会耦合到下面的光纤中传输,这里忽略耦合到下面光纤的光功率再次耦合到上面时对原信号产生的影响;并采用色散位移光纤,以忽略光纤色散对系统的影响。

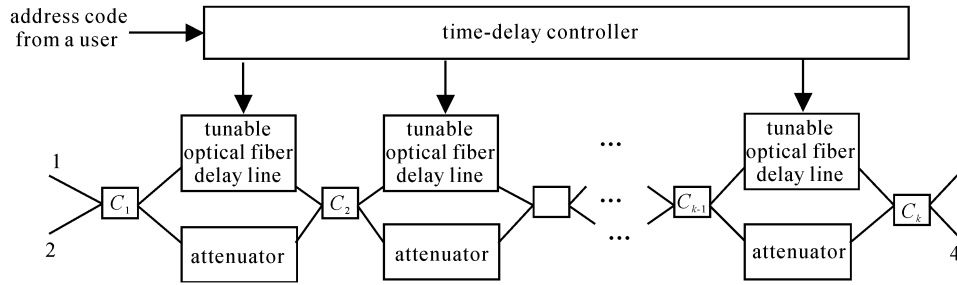


图 1 可调串行光 CDMA 编解码器

Fig. 1 Tunable serial optical fiber delay line encoder/decoder

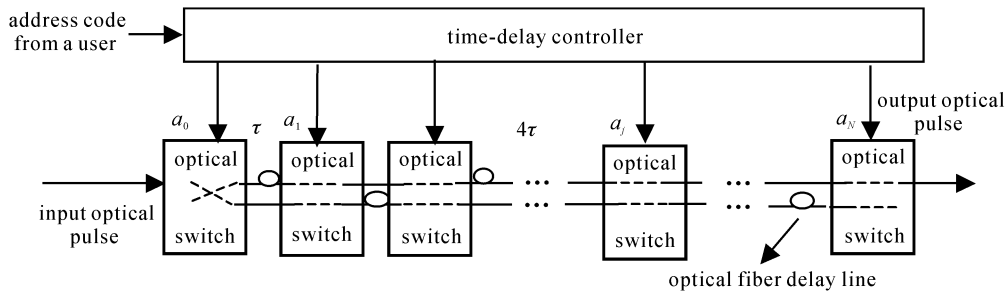


图 2 可调光纤延迟线

Fig. 2 Tunable optical fiber delay line

2.2 可调光纤延迟线

可调光纤延迟线如图 2 所示,它由 2×2 的光开关及延时线组成。第 j 级延时线引入的延时为 $2^{j-1}\tau$, τ 为一个 chip 宽度, j 为从 1 到 N 的整数, N 为一个符号周期内所含的 chip 数。可调延时线的可调范围从 0 到 $(N-1)\tau$ 。对于每个光开关,当 $a_j = 0$ 时被置于交叉状态;若 $a_j = 1$,则被置为直通状态。延时控制器控制 a_j 为 0 或为 1,从而产生所需的延时。当控制序列为 $\{a_0, a_1, \dots, a_j, \dots, a_{N-1}\}$ 时,则总的延时长为

$$\tau_j = \sum_{j=0}^{N-1} a_j \tau \quad (1)$$

控制序列 $\{a_0, a_1, \dots, a_j, \dots, a_{N-1}\}$ 为 $\{0, 1, 1, \dots, 1, \dots, 1\}$ 时的可调光纤延迟线如图 2 所示。

3 工作过程

该编解码器的工作过程同梯形光纤延迟线编解码器的工作过程。根据文献[3],这里假设 2×2 耦合器的参数如下:

- 1) 插入损耗 γ : 光信号输入耦合器的损耗 ($\gamma \leq 1$)。
 - 2) 分光比 η : 两端口输出的光功率之比。
- 从而得出耦合器的耦合因子 α 和传输因子 β 分

的延时。

3.3 信号转换奇数次的考虑

在前面的讨论中,没有讨论信号在上、下两个光纤转换奇数次传输的情况。当信号在两条线转换奇数次后,输出端的信号幅值为

$$a_n^{(p)} = a^p \beta^{N-p}, \quad p = 3, 5, \dots \quad (19)$$

因此,信号转换奇数次后的输出与只转换一次的输出信号相比,衰减因子为

$$g = \frac{a_n^{(p)}}{a_n} = \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{p-1} = \frac{1}{(N-1)^{p-1}} \quad (20)$$

当 $\alpha = 1/3, \beta = 2/3, N = 15, p = 3$ 时,衰减因子 g 为 0.005, 当 $p = 5$ 时的衰减因子 g 更小。因此信号转换奇数次的信号幅度和只转换一次的信号幅

度相比可略。

4 功能仿真

为了验证所提出的可调串行编解码器的功能,本文进行了功能仿真,仿真结果如图 3 所示。仿真采用的光正交码为 $(31, 3, 1)$, 由此得到的 5 个地址码分别为: $\{0, 1, 7\}, \{0, 2, 11\}, \{0, 4, 14\}, \{0, 5, 13\}, \{0, 3, 15\}$, 最佳设计参数为 $\alpha = 1/3, \beta = 2/3$ 。假设用户在输入对话框中输入的需要编码的序列为 $\{10101\}$, 选择的编码方案为 $\{0, 3, 15\}$, 对其编码、解码后的结果如图 3 所示。

从图 3 可见,解码信号的峰值最大为自相关峰

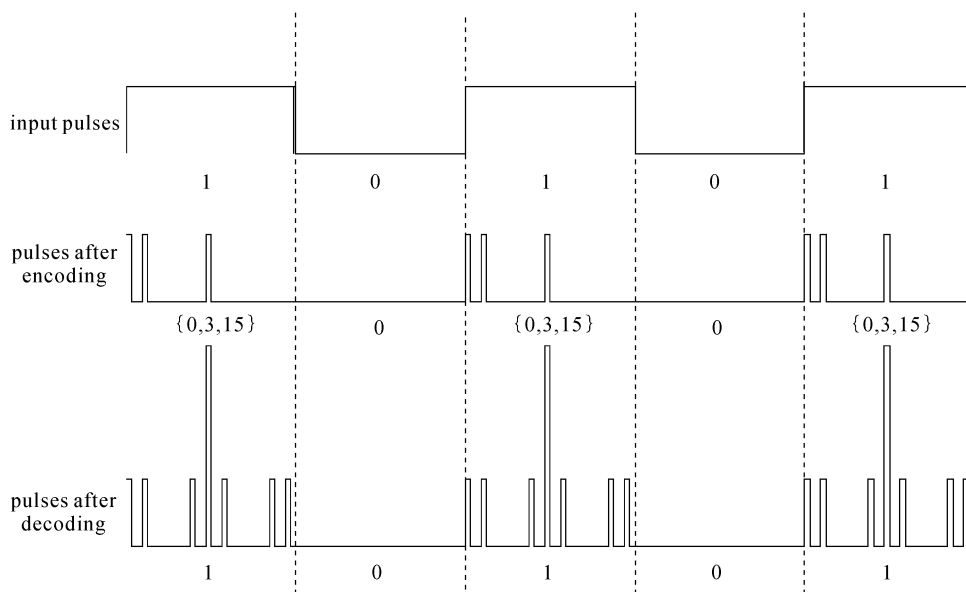


图 3 解码结果

Fig. 3 Results of decoding

值,其余幅度较小的脉冲为式(17)中 $m \neq n$ 部分,其总数为 $(N^2 - N)$,是多用户干扰。当系统用户数增加时,多用户干扰增加,系统性能将有所下降。

参 考 文 献

- 1 Ju Shiming, Bi Guangguo. All optical CDMA encoder/decoder [J]. *Opt. Comm. Technol.*, 1997, **21**(1): 58~62
- 2 Yin Hongxi, Yang Shuwen, Zhang Guangzhao. Synchronous optical code and all optical tunable encoder/decoder for synchronous optical code division multiple access communication system [J]. *Acta Photonica Sinica* (光子学报), 1999, **28**(7): 607~612
- 3 Emanuel Marom. Optical delay line matched filter [J]. *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, 1978, **CaS-25**(6): 360~364