



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111416701 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 06

(21) 申请号 202010228293.4

(22) 申请日 2020.03.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111416701 A

(43) 申请公布日 2020.07.14

(73) 专利权人 南京信息工程大学
地址 210044 江苏省南京市江北新区宁六
路219号

(72) 发明人 刘博 忻向军 任建新 毛雅亚
韩顺 王瑞春 沈磊 王光全
吴泳锋 孙婷婷 赵立龙

(74) 专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252
专利代理师 陈月菊

(51) Int.Cl.

H04L 9/00 (2022.01)

H04L 9/08 (2006.01)

H04J 14/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110912699 A, 2020.03.24

CN 108183786 A, 2018.06.19

WO 2018153317 A1, 2018.08.30

CN 103401674 A, 2013.11.20

审查员 王姣

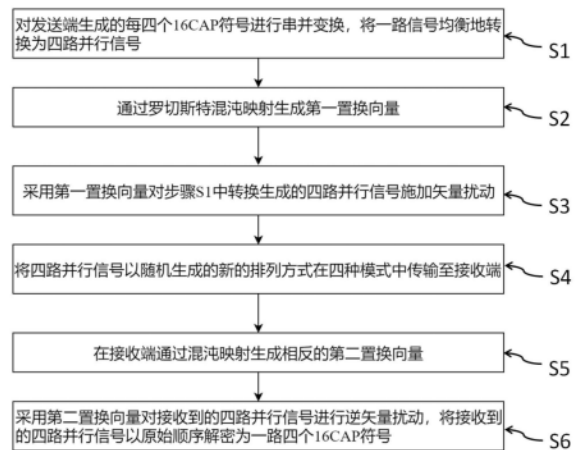
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,包括:在发送端与接收端采用基于矢量扰动的混沌加密技术,通过矢量扰动改变每个正交模式下传输的信号,利用混沌序列控制不同正交模式,完成信号在正交模式复用系统中的加密解密过程。本发明能够在提高光纤空间密度以增大传输容量的同时大大提高了接入网系统传输的安全性,在不影响系统传输速度以及信号传输质量的情况下最大化了系统的安全性能。



1. 一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,其特征在于,所述接入方法包括:

在发送端与接收端采用基于矢量扰动的混沌加密技术,通过矢量扰动改变每个正交模式下传输的信号,利用混沌序列控制不同正交模式,完成信号在正交模式复用系统中的加密解密过程;

所述接入方法包括:

S1,对发送端生成的每四个16CAP符号进行串并变换,将一路信号均衡地转换为四路并行信号;

S2,通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量;具体包括如下子步骤:

S21,生成罗切斯特混沌序列,所述罗切斯特混沌序列符合从0到1均匀分布的规律;

S22,对混沌映射产生的罗切斯特混沌序列进行处理,将其转换为第一置换向量,转换得到的第一置换向量是个包含1、2、3、4四个整数的长向量,并可以截断为任何长度,每个数字的出现规律是无序的、不可寻的,并且从总体上来看每个数字出现的概率一样;

S3,采用第一置换向量对步骤S1中转换生成的四路并行信号施加矢量扰动;

S4,将四路并行信号以随机生成的新的排列方式在四种模式中传输至接收端;

S5,在接收端通过混沌映射生成相反的第二置换向量;

S6,采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动,将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号。

2. 根据权利要求1所述的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,其特征在于,步骤S4中,所述新的排列方式包括从模式一、模式二、模式三、模式四到模式四、模式三、模式二、模式一的24种不同的传输顺序。

3. 根据权利要求1所述的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,其特征在于,步骤S21中,所述生成罗切斯特混沌序列的过程包括以下步骤:

S211,设置生成罗切斯特混沌序列需要的两个参数:初值 $X(0)$ 以及参数 u ;

S212,通过系统方程: $X(k+1) = u * X(k) * [1 - X(k)]$, ($k=0, 1, \dots, n$) 进行迭代,生成一串混沌序列,其中,当 $0 < X(0) < 1$ 并且 $3.5699456 \dots < u <= 4$ 时罗切斯特函数工作在混沌状态, k 为迭代次数。

4. 根据权利要求1所述的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,其特征在于,所述对混沌映射产生的罗切斯特混沌序列进行处理,将其转换为第一置换向量的过程包括以下步骤:

采用下述公式对混沌映射产生的混沌序列进行处理:

$$x'(k) = \text{round}[3 * x(k)] + 1$$

式中, $x'(k)$ 为生成的置换向量, $x(k)$ 为混沌序列, k 为迭代次数。

5. 根据权利要求1所述的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,其特征在于,所述正交模式复用系统采用的各个正交模式为环状模式,不同的模式大小不一,通过复用器复用在一起后通过环芯光纤进行传输。

6. 一种用于实现权利要求1所述的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法的高安全正交模分复用接入系统,其特征在于,所述接入系统包括依次连接的发送端数字信号处理模块、信号调制模块、环芯光纤、光信号接收模块、接收端数字信号处理模块;

所述发送端数字信号处理模块用于对发送端生成的每四个16CAP符号进行串并变换,将一路信号均衡地转换为四路并行信号,同时通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量,采用第一置换向量对转换生成的四路并行信号施加矢量扰动;

所述信号调制模块用于对施加矢量扰动的四路并行信号进行调制以生成同轴等高、光路长度一致并且偏振方向相同的四个模式的光信号,将光信号经环芯光纤发送至光信号接收模块;

所述光信号接收模块用于对接收到的四个模式的光信号依次执行分选、滤波处理,将其重新变换成四路并行信号;

所述接收端数字信号处理模块在接收端通过混沌映射生成相反的第二置换向量,并且采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动,将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号。

7. 根据权利要求6所述的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法的高安全正交模分复用接入系统,其特征在于,所述发送端数字信号处理模块包括第一串并变换单元、16CAP映射单元、第二串并变换单元、第一密钥生成单元、混沌映射单元、矢量扰动单元;

所述第一串并变换单元、16CAP映射单元、第二串并变换单元、矢量扰动单元依次连接,所述第一串并变换单元用于将原始的伪随机序列经过串并变换转换为四路并行信号,输出至16CAP映射单元,所述16CAP映射单元用于对接收到的四路并行信号进行16CAP映射,将四路并行信号转换成一路信号,输出至第二串并变换单元,所述第二串并变换单元用于对接收到的一路信号执行串并变换,将其一分为四,分入四种不同的正交模式进行传输;

所述第一密钥生成单元、混沌映射单元、矢量扰动单元依次连接,所述第一密钥生成单元用于生成加密密钥,将加密密钥发送至混沌映射单元,所述混沌映射单元用于通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量,所述矢量扰动单元用于采用第一置换向量对第二串并变换单元输出的四路并行信号施加矢量扰动,将施加矢量扰动后的四路并行信号发送至信号调制模块;

所述接收端数字信号处理模块包括逆矢量扰动单元、第二密钥生成单元、混沌解映射单元、第三并串变换单元、解映射单元、第四并串变换单元、信号输出单元;

所述第二密钥生成单元用于生成解密密钥,将解密密钥发送至混沌解映射单元,所述混沌映射单元用于通过罗切斯特混沌映射生成第二置换向量,所述逆矢量扰动单元用于采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动,将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号,实现信号的混沌解密;所述第三并串变换单元、解映射单元、第四并串变换单元、信号输出单元依次连接,用于对解密后的信号进行16CAP解映射后,通过并串变换还原出原始信号,经信号输出单元输出。

8. 根据权利要求6所述的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法的高安全正交模分复用接入系统,其特征在于,所述信号调制模块包括依次连接的任意波形发送器、马赫曾德尔调制器、掺铒光纤放大器、第一准直镜、反射镜、空间光调制器、光路调节单元、第二准直镜;

所述任意波形发送器对四路信号进行同步数模转换后,将转换结果输出至马赫曾德尔调制器中完成信号的调制,调制完成的信号依次通过掺铒光纤放大器、第一准直镜和反射镜,射入空间光调制器中进行空间光调制,以产生不同正交模式的光信号,再将产生的不同

正交模式的光信号经光路调节单元进行调节,使其同轴等高、光路长度一致并且偏振方向相同,最后将调节后的光信号经第二准直镜发送至环芯光纤中进行传输;

所述光信号接收模块包括依次连接的四分之一波片、4f系统、模式分选器、四路光信号处理单元、示波器;每路所述光信号处理单元包括依次连接的可变光衰减器、掺铒光纤放大器、光学带通滤波器、光电二极管;

所述四个模式的光信号分别经四分之一波片转换成线性偏振态,通过4f系统成像到模式分选器中,将四个模式的信号光分开,每一路光信号再通过其中一路光信号处理单元执行滤波处理后接入示波器中进行接收。

基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及数字信号处理混沌加密技术领域,具体而言涉及一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法和系统。

背景技术

[0002] 接入网是用户终端与主干网络之间的所有设备,当用户上传或者下载数据时,信号需要通过主干网络以及接入网。目前,主干网络传输容量大,传输速度快,而接入网受限于传输容量和传输速度有限,成为了数据传输的短板,也就是说,接入网信号的传输速度以及信号质量的好坏直接影响到每一个用户的直观体验。随着通信技术的不断推进和新业务的井喷式涌现,人们对通信容量提出了越来越高的要求。

[0003] 与此同时,由于网络使用的急剧增加和光网络的可访问性的增加,跨越这些网络的通信必须得到适当的保护。与任何其他类型的网络一样,用于保护通信的第一条线始于在协议栈的较高层采用加密协议。然而,在不安全的基础之上建立安全性是一种危险的做法,因此,需要确保光学系统的物理层能够应对可能针对光网络最底层的威胁。

[0004] 经过多年的发展,光纤通信中出现的掺铒光纤放大(EDFA)、波分复用(WDM)、偏振复用(PDM)、时分复用(OTDM)、相干通信、纠错编码等技术,逐渐满足了日益增加的通信带宽需求,然而WDM、高阶调制以及数字信号处理等最先进的技术所依托的传输通道却依然还是容量有限的单模光纤,由于信噪比以及非线性所带来的瓶颈,使得单模光纤的容量资源面临枯竭,这就需要发展新的光纤通信技术以解决这一问题。在这一背景下正交模分复用技术的出现有效的增大了通信容量,正交模分复用通过使得多个相互正交的模式在同轴高度上进行复用,由于各个模式间相互正交所以不同模式可以传输不同的信号,大大提高了光纤的空间密度,提升了光纤的通信容量。

[0005] 加密是保护信号和增强物理层中网络机密性的有效方法。混沌加密主要是利用由混沌系统迭代产生的序列作为加密交换的一个因子序列。混沌系统具有非线性、随机性、非收敛性、不可预测性、对初始条件非常敏感、容易产生和复制等特性,因而适用于信息加密和保密通信等领域。它的两大特征是:(1)给定初值,及时迭代次数足够大,系统最终的演化状态不确定;(2)对初始条件敏感,即初始条件有微小差别,迭代一定次数后,系统状态会产生很大的差别。Logistic(罗切斯特)混沌是一种常见的混沌映射,并且得到广泛应用。然而混沌加密技术虽然能够在一定程度上避免这些缺点,但是对发送接收端仪器要求较高,需要较高的接收光功率。

发明内容

[0006] 本发明目的在于提供一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法和系统,将传统混沌加密方法与正交模分复用相结合,通过矢量扰动灵活改变每个正交模式下传输的信号;同时设计了四个模式下正交模分复用系统结构,在发送端与接收端采用基于矢量扰动的混沌加密技术,使用了四种不同的正交模式进行复用以及矢量扰动。本发明能够在

提高光纤空间密度以增大传输容量的同时大大提高了接入网系统传输的安全性,在不影响系统传输速度以及信号传输质量的情况下最大化了系统的安全性能。

[0007] 为达成上述目的,结合图1,本发明提出一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,所述接入方法包括:

[0008] 在发送端与接收端采用基于矢量扰动的混沌加密技术,通过矢量扰动改变每个正交模式下传输的信号,利用混沌序列控制不同正交模式,完成信号在正交模式复用系统中的加密解密过程。

[0009] 作为其中的一种优选例,所述接入方法包括:

[0010] S1,对发送端生成的每四个16CAP符号进行串并变换,将一路信号均衡地转换为四路并行信号;

[0011] S2,通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量;

[0012] S3,采用第一置换向量对步骤S1中转换生成的四路并行信号施加矢量扰动;

[0013] S4,将四路并行信号以随机生成的新的排列方式在四种模式中传输至接收端;

[0014] S5,在接收端通过混沌映射生成相反的第二置换向量;

[0015] S6,采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动,将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号。

[0016] 作为其中的一种优选例,步骤S4中,所述新的排列方式包括从模式一、模式二、模式三、模式四到模式四、模式三、模式二、模式一的24种不同的传输顺序。

[0017] 作为其中的一种优选例,步骤S2中,所述通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量的过程包括以下步骤:

[0018] S21,生成罗切斯特混沌序列,所述罗切斯特混沌序列符合从0到1均匀分布的规律;

[0019] S22,对混沌映射产生的罗切斯特混沌序列进行处理,将其转换为第一置换向量,转换得到的第一置换向量是个包含1、2、3、4四个整数的长向量,并可以截断为任何长度,每个数字的出现规律是无序的、不可寻的,并且从总体上来看每个数字出现的概率一样。

[0020] 作为其中的一种优选例,步骤S21中,所述生成罗切斯特混沌序列的过程包括以下步骤:

[0021] S211,设置生成罗切斯特混沌序列需要的两个参数:初值 $X(0)$ 以及参数 u ;

[0022] S212,通过系统方程: $X(k+1) = u * X(k) * [1 - X(k)]$, ($k=0, 1, \dots, n$) 进行迭代,生成一串混沌序列,其中,当 $0 < X(0) < 1$ 并且 $3.5699456 < u \leq 4$ 时罗切斯特函数工作在混沌状态, k 为迭代次数。

[0023] 作为其中的一种优选例,所述对混沌映射产生的罗切斯特混沌序列进行处理,将其转换为第一置换向量的过程包括以下步骤:

[0024] 采用下述公式对混沌映射产生的混沌序列进行处理:

[0025] $x'(k) = \text{round}[3 * x(k)] + 1$

[0026] 式中, $x'(k)$ 为生成的置换向量, $x(k)$ 为混沌序列, k 为迭代次数。

[0027] 作为其中的一种优选例,所述正交模式复用系统采用的各个正交模式为环状模式,不同的模式大小不一,通过复用器复用在一起后通过环芯光纤进行传输。

[0028] 结合图5,本发明还提及一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入系统,所述

接入系统包括依次连接的发送端数字信号处理模块、信号调制模块、环芯光纤、光信号接收模块、接收端数字信号处理模块；

[0029] 所述发送端数字信号处理模块用于对发送端生成的每四个16CAP符号进行串并变换，将一路信号均衡地转换为四路并行信号，同时通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量，采用第一置换向量对转换生成的四路并行信号施加矢量扰动；

[0030] 所述信号调制模块用于对施加矢量扰动的四路并行信号进行调制以生成同轴等高、光路长度一致并且偏振方向相同的四个模式的光信号，将光信号经环芯光纤发送至光信号接收模块；

[0031] 所述光信号接收模块用于对接收到的四个模式的光信号依次执行分选、滤波处理，将其重新变换成四路并行信号；

[0032] 所述接收端数字信号处理模块在接收端通过混沌映射生成相反的第二置换向量，并且采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动，将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号。

[0033] 作为其中的一种优选例，所述发送端数字信号处理模块包括第一串并变换单元、16CAP映射单元、第二串并变换单元、第一密钥生成单元、混沌映射单元、矢量扰动单元；

[0034] 所述第一串并变换单元、16CAP映射单元、第二串并变换单元、矢量扰动单元依次连接，所述第一串并变换单元用于将原始的伪随机序列经过串并变换转换为四路并行信号，输出至16CAP映射单元，所述16CAP映射单元用于对接收到的四路并行信号进行16CAP映射，将四路并行信号转换成一路信号，输出至第二串并变换单元，所述第二串并变换单元用于对接收到的一路信号执行串并变换，将其一分为四，分入四种不同的正交模式进行传输；

[0035] 所述第一密钥生成单元、混沌映射单元、矢量扰动单元依次连接，所述第一密钥生成单元用于生成加密密钥，将加密密钥发送至混沌映射单元，所述混沌映射单元用于通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量，所述矢量扰动单元用于采用第一置换向量对第二串并变换单元输出的四路并行信号施加矢量扰动，将施加矢量扰动后的四路并行信号发送至信号调制模块；

[0036] 所述接收端数字信号处理模块包括逆矢量扰动单元、第二密钥生成单元、混沌解映射单元、第三并串变换单元、解映射单元、第四并串变换单元、信号输出单元；

[0037] 所述第二密钥生成单元用于生成解密密钥，将解密密钥发送至混沌解映射单元，所述混沌解映射单元用于通过罗切斯特混沌映射生成第二置换向量，所述逆矢量扰动单元用于采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动，将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号，实现信号的混沌解密；所述第三并串变换单元、解映射单元、第四并串变换单元、信号输出单元依次连接，用于对解密后的信号进行16CAP解映射后，通过并串变换还原出原始信号，经信号输出单元输出。

[0038] 作为其中的一种优选例，所述信号调制模块包括依次连接的任意波形发送器、马赫曾德尔调制器、掺铒光纤放大器、第一准直镜、反射镜、空间光调制器、光路调节单元、第二准直镜；

[0039] 所述任意波形发送器对四路信号进行同步数模转换后，将转换结果输出至马赫曾德尔调制器中完成信号的调制，调制完成的信号依次通过掺铒光纤放大器、第一准直镜和反射镜，射入空间光调制器中进行空间光调制，以产生不同正交模式的光信号，再将产生的

不同正交模式的光信号经光路调节单元进行调节,使其同轴等高、光路长度一致并且偏振方向相同,最后将调节后的光信号经第二准直镜发送至环芯光纤中进行传输;

[0040] 所述光信号接收模块包括依次连接的四分之一波片、4f系统、模式分选器、四路光信号处理单元、示波器;每路所述光信号处理单元包括依次连接的可变光衰减器、掺铒光纤放大器、光学带通滤波器、光电二极管;

[0041] 所述四个模式的光信号分别经四分之一波片转换成线性偏振态,通过4f系统成像到模式分选器中,将四个模式的信号光分开,每一路光信号再通过其中一路光信号处理单元执行滤波处理后接入示波器中进行接收。

[0042] 以上本发明的技术方案,与现有相比,其显著的有益效果在于:在提高光纤空间密度以增大传输容量的同时大大提高了接入网系统传输的安全性,在不影响系统传输速度以及信号传输质量的情况下最大化了系统的安全性能。

[0043] 应当理解,前述构思以及在下面更加详细地描述的额外构思的所有组合只要在这样的构思不相互矛盾的情况下都可以被视为本公开的发明主题的一部分。另外,所要求保护的的主题的所有组合都被视为本公开的发明主题的一部分。

[0044] 结合附图从下面的描述中可以更加全面地理解本发明教导的前述和其他方面、实施例和特征。本发明的其他附加方面例如示例性实施方式的特征和/或有益效果将在下面的描述中显现,或通过根据本发明教导的具体实施方式的实践中得知。

附图说明

[0045] 附图不意在按比例绘制。在附图中,在各个图中示出的每个相同或近似相同的组成部分可以用相同的标号表示。为了清晰起见,在每个图中,并非每个组成部分均被标记。现在,将通过例子并参考附图来描述本发明的各个方面的实施例,其中:

[0046] 图1是本发明的基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法的流程图。

[0047] 图2是本发明的正交模分复用系统中基于矢量扰动的混沌加密方法流程图。

[0048] 图3是本发明的正交模分复用示意图。

[0049] 图4是 $X(0)$ 为0.5时, X 值变化与 u 值关系图。

[0050] 图5是基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入系统的结构示意图。

具体实施方式

[0051] 为了更了解本发明的技术内容,特举具体实施例并配合所附图式说明如下。

[0052] 具体实施例一

[0053] 结合图1,本发明提出一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入方法,所述接入方法包括:

[0054] 在发送端与接收端采用基于矢量扰动的混沌加密技术,通过矢量扰动改变每个正交模式下传输的信号,利用混沌序列控制不同正交模式,完成信号在正交模式复用系统中的加密解密过程。

[0055] 作为其中的一种优选例,所述接入方法包括:

[0056] S1,对发送端生成的每四个16CAP符号进行串并变换,将一路信号均衡地转换为四路并行信号。

[0057] S2,通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量。

[0058] S3,采用第一置换向量对步骤S1中转换生成的四路并行信号施加矢量扰动。

[0059] S4,将四路并行信号以随机生成的新的排列方式在四种模式中传输至接收端。

[0060] S5,在接收端通过混沌映射生成相反的第二置换向量。

[0061] S6,采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动,将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号。

[0062] 图2是本发明的正交模分复用系统中基于矢量扰动的混沌加密方法流程图。由图2可知,发送端生成的每四个16CAP符号将经过串并变幻将一路信号均衡的转换为四路并行信号,通过罗切斯特混沌映射产生的置换向量对着均匀的四路并行信号施加矢量扰动,以图中为例,四路信号以模式一、模式二、模式三、模式四的顺序并行传输时,在施加矢量扰动之后会出现从模式一、模式二、模式三、模式四到模式四、模式三、模式二、模式一的24种不同的传输顺序,即这四路信号可能以24中不同的排列方式在四种模式中传输。接收端通过混沌映射生成相反的置换向量进行逆矢量扰动,将接收到的四路信号以合适的顺序解密为一路四个16CAP符号,这样就完成了信号在正交模式复用系统中的加密解密过程。

[0063] 不同的正交模式复用示意图如图3所示,正交模式复用的各个正交模式是环状模式,不同的模式大小不一,通过复用器复用在一起后通过环芯光纤进行传输。

[0064] 生成logistic混沌序列需要用到两个参数分别是初值 $X(0)$ 以及参数 u ,并通过系统方程 $X(k+1) = u * X(k) * [1 - X(k)]$, ($k=0, 1, \dots, n$) 进行迭代可以生成一串混沌序列,当 $0 < X(0) < 1$ 并且 $3.5699456 \dots < u \leq 4$ 时Logistic函数工作于混沌状态,即一种无序的、不可预测的、混乱的状态如图4所示。

[0065] 本发明在混沌加密过程中,首先通过式(1)对混沌映射产生的混沌序列进行预处理,把原先符合从0到1均匀分布的混沌序列转换为一个可以实现对四种模式进行矢量扰动的置换向量。 $x'(k)$ 为生成的置换向量, $x(k)$ 为混沌序列。

$$[0066] \quad x'(k) = \text{round}[3 * x(k)] + 1 \quad (1)$$

[0067] 计算得到的置换向量是个包含1、2、3、4四个整数的长向量,并可以截断为任何长度,每个数字的出现虽然是无序的不可寻的但是从总体上来看每个数字出现的概率一样,当原始的比特序列经过16CAP映射转换为一个个符号之后,每个符号与置换向量中的每个数字一一对应,通过对应的模式进行传输。这样使得通过16CAP调制后的信号不是简单的通过串并变换一分为四,而是非线性、随机性、非收敛性、不可预测性的转换为并行的四路信号分别通过不同模式进行传输

[0068] 具体实施例二

[0069] 结合图5,本发明还提及一种基于矢量扰动的高安全正交模分复用接入系统,所述接入系统包括依次连接的发送端数字信号处理模块、信号调制模块、环芯光纤、光信号接收模块、接收端数字信号处理模块。

[0070] 所述发送端数字信号处理模块用于对发送端生成的每四个16CAP符号进行串并变换,将一路信号均衡地转换为四路并行信号,同时通过罗切斯特混沌映射生成第一置换向量,采用第一置换向量对转换生成的四路并行信号施加矢量扰动。

[0071] 所述信号调制模块用于对施加矢量扰动的四路并行信号进行调制以生成同轴等高、光路长度一致并且偏振方向相同的四个模式的光信号,将光信号经环芯光纤发送至光

信号接收模块。

[0072] 所述光信号接收模块用于对接收到的四个模式的光信号依次执行分选、滤波处理,将其重新变换成四路并行信号。

[0073] 所述接收端数字信号处理模块在接收端通过混沌映射生成相反的第二置换向量,并且采用第二置换向量对接收到的四路并行信号进行逆矢量扰动,将接收到的四路并行信号以原始顺序解密为一路四个16CAP符号。

[0074] 整个编码调制系统的工作流程为如下:

[0075] 该系统中,第一串并变换单元01、16CAP映射单元02、第二串并变换单元03、矢量扰动单元04、第一密钥生成单元05、混沌映射单元06组成发送端数字信号处理模块,将原始的伪随机序列(PRBS)经过串并变换转换为四路并行的信号,然后进行16CAP映射,经过映射后四路并行信号转换成了一路信号,再经过一次串并变换,把一路信号一分为四,分入四种不同的正交模式进行传输。在进行数模转换前,要再进行一次处理,把通过密钥以及罗切斯特混沌映射产生的置换向量对这四路信号进行矢量扰动,从而完成加密过程。

[0076] 该系统中,任意波形发送器07、激光器08、马赫曾德尔调制器09、掺铒光纤放大器10、准直镜11、反射镜12、空间光调制器13、反射镜组14、反射镜组15、反射镜组16、偏振分束器17、偏振分束器18、偏振片19、偏振片20、四分之一波片21、偏振片22、准直镜23构成信号调制模块,通过任意波形发送器(AWG),实现四路信号的同步数模转换,然后通过马赫曾德尔调制器(MZM)完成信号的调制,并通过掺铒光纤放大器(EDFA),以及准直镜后,经反射镜射入空间光调制器(SLM)进行空间光调制,以产生不同正交模式的光信号,最后通过一系列反射镜组、偏振片、偏振分束器,分别对四个模式的光路进行调节,使得它们同轴等高、光路长度一致并且保证偏振方向相同。调制完成后的光信号再次通过准直镜打入环芯光纤中进行传输。

[0077] 该系统中,准直镜25、4f系统26、模式分选器27、可变光衰减器28、EDFA29、光学带通滤波器30、光电二极管31、示波器32构成光信号接收模块。在通过环芯光纤传输之后,光纤的所有输出模式都通过了一个四分之一波片转换为线性偏振态,并通过4f系统成像到模式分选器中,这样把四个模式的信号光分开,每一路信号再通过可变光衰减器,EDFA,光学带通滤波器后输入光电二极管(PD)并接入示波器中进行接收。

[0078] 该系统中,逆矢量扰动单元33、第三并串变换单元34、解映射单元35、第四并串变换单元36、信号输出单元37、混沌解映射单元38、第二密钥生成单元39构成接收端数字信号处理模块,实现对信号的解映射以及解密。利用示波器接收到的四路信号以及混沌映射和密钥完成接收端的反向矢量扰动,实现信号的混沌解密,然后对解密后的信号进行16CAP解映射,最后再次通过并串变换即能还原出接收到的真正信号。

[0079] 在本公开中参照附图来描述本发明的各方面,附图中示出了许多说明的实施例。本公开的实施例不必定义在包括本发明的所有方面。应当理解,上面介绍的多种构思和实施例,以及下面更加详细地描述的那些构思和实施方式可以以很多方式中任意一种来实施,这是因为本发明所公开的构思和实施例并不限于任何实施方式。另外,本发明公开的一些方面可以单独使用,或者与本发明公开的其他方面的任何适当组合来使用。

[0080] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因

此,本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

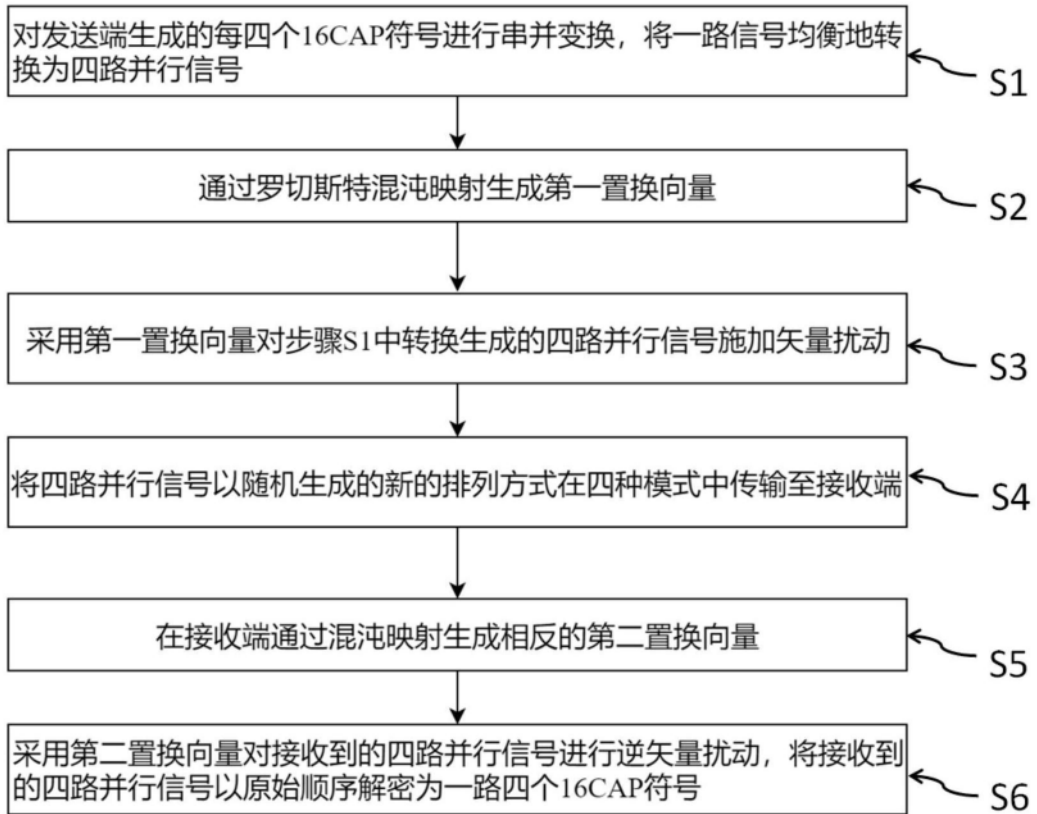


图1

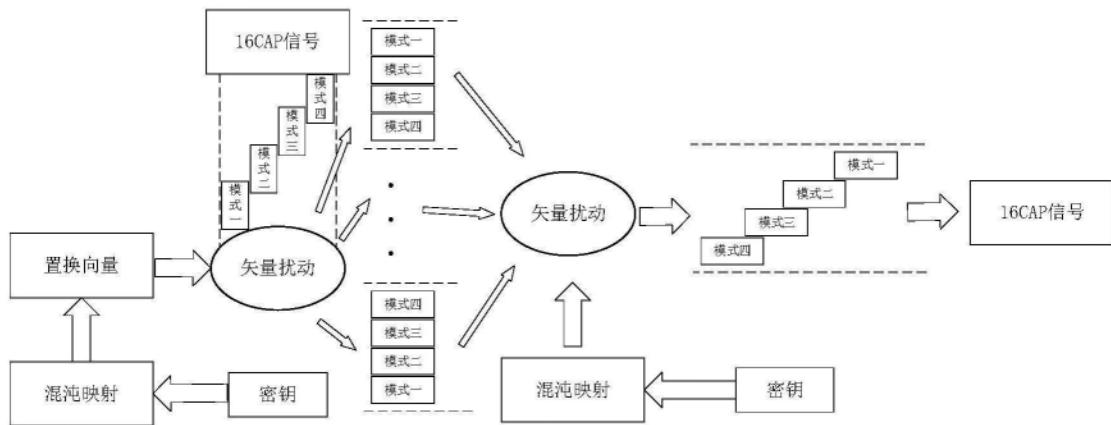


图2

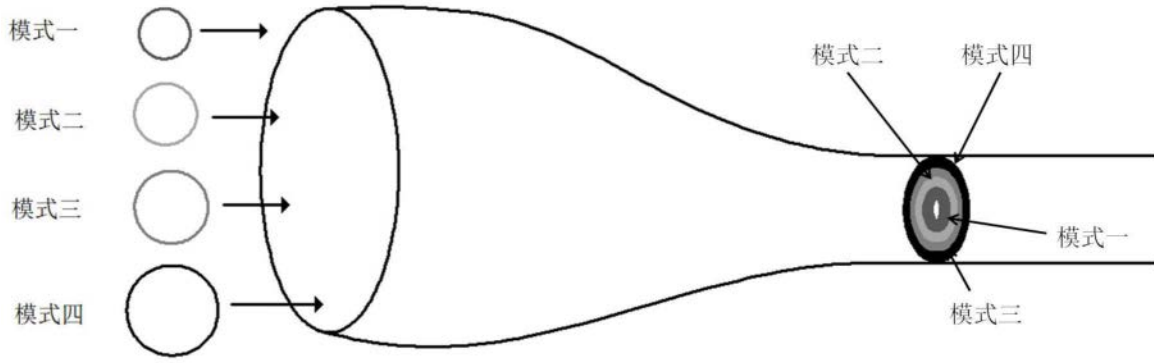


图3

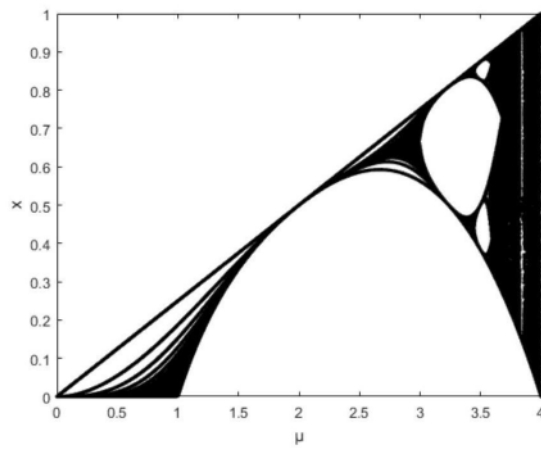


图4

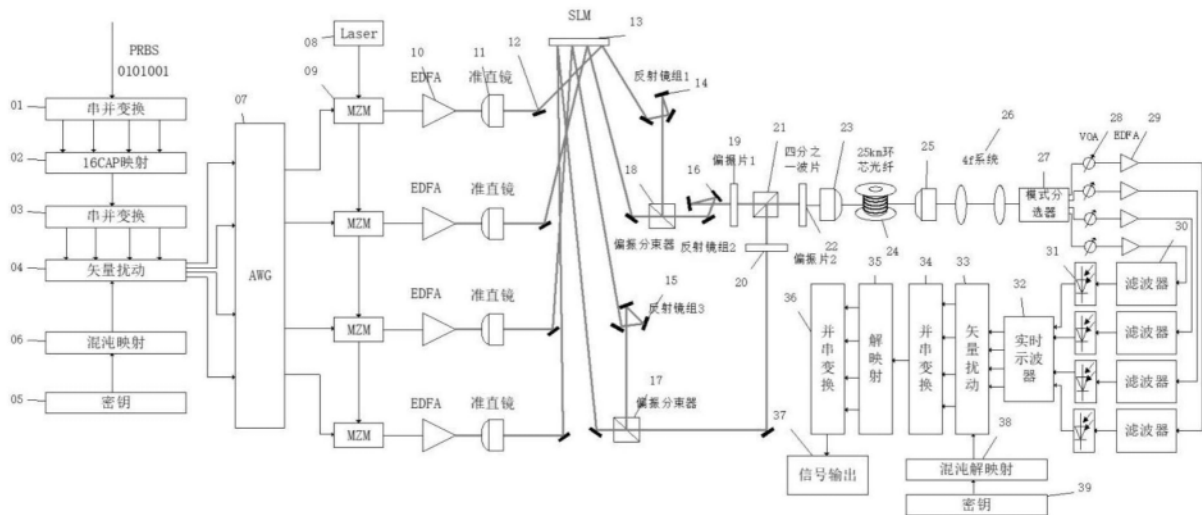


图5