



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113783819 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 02

(21) 申请号 202110865862.0

WO 2015157934 A1, 2015.10.22

(22) 申请日 2021.07.29

CN 110212927 A, 2019.09.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

WO 2018188758 A1, 2018.10.18

申请公布号 CN 113783819 A

CN 104509057 A, 2015.04.08

CN 106301400 A, 2017.01.04

(43) 申请公布日 2021.12.10

WO 2020220054 A2, 2020.10.29

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

US 2015312078 A1, 2015.10.29

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街道高新技术产业园南区粤兴一道18号
香港理工大学产学研大楼205室

WO 2018138254 A1, 2018.08.02

卢嘉;常海悦;王杨;曾祥焯;黄馨.基于双单边带离散多音频信号全光波长变换的多路传输系统.激光与光电子学进展.2017,(第10期),全文.

(72) 发明人 孙林 吕超

Fan Yang.A 48-Gb/s software defined optical transceiver using multi-tone PAM/CAP modulation.IEEE.2017,全文.

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事务所(普通合伙) 44268

专利代理师 徐凯凯

Linsun.Multi-Symbol Digital Signal Processing Techniques for Discrete Eigenvalue Transmissions Based on Nonlinear Fourier Transform.IEEE.2021,全文.

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2015125160 A1, 2015.05.07

US 2016112235 A1, 2016.04.21

US 6760383 B1, 2004.07.06

审查员 曹彦

权利要求书2页 说明书9页 附图5页

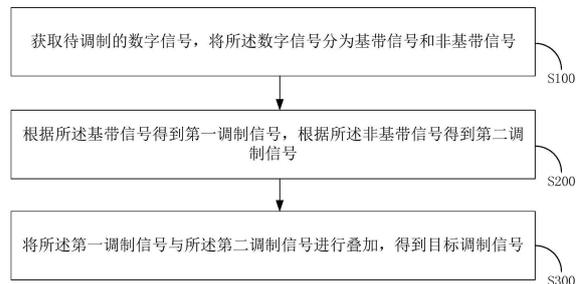
(54) 发明名称

一种信号调制方法、装置及存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种信号调制方法、装置及存储介质,所述方法包括:获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号;对所述基带信号、所述非基带信号分别采用不同的调制方法进行调制,得到与所述基带信号对应的第一调制信号、与所述非基带信号对应的第二调制信号;将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。本发明通过将多频的数字信号拆分为基带信号和非基带信号分别进行调制,因此不需要对数字信号进行傅里叶变换就可以实现多频信号的调制。有效解决了现有技术中多频信号的调制方法(DMT)需要对信号进行傅里叶变换,因此存在计算开销过大的问

题。



1. 一种信号调制方法,其特征在于,所述方法包括:

获取待调制的数字信号,获取目标信道对应的信道频率响应数据,其中,所述目标信道为用于传输所述数字信号的信道;

根据所述信道频率响应数据确定凹陷点,其中,与所述凹陷点相邻的数据点对应的幅度值均大于所述凹陷点对应的幅度值,所述凹陷点包括若干子凹陷点;

获取若干所述子凹陷点分别对应的频率,将频率最小的所述子凹陷点作为目标凹陷点;

将所述目标凹陷点对应的频率作为目标频率,将所述数字信号中从0频起始至所述目标频率之间的频带作为第一频带,将所述数字信号中大于所述目标频率的频带作为第二频带;

根据所述第一频带生成基带信号,根据所述第二频带生成非基带信号;

对所述基带信号进行脉冲振幅调制,得到第一调制信号;

对所述非基带信号进行无载波幅相调制,得到第二调制信号;其中,所述第二调制信号包括若干子调制信号,无载波幅相调制方法包括:根据若干所述子凹陷点,将所述非基带信号分为若干局部信号,其中,每一所述局部信号与若干所述子凹陷点中一对相邻的子凹陷点对应;确定每一所述局部信号对应的滤波中心频率,其中,所述滤波中心频率为每一所述局部信号对应的一对相邻的子凹陷点的中间频率;根据每一所述局部信号对应的滤波中心频率,对每一所述局部信号进行滤波,得到若干所述子调制信号;

将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。

2. 根据权利要求1所述的信号调制方法,其特征在于,所述获取目标信道对应的信道频率响应数据,包括:

获取测试信号,将所述测试信号输入所述目标信道,得到响应输出信号;

根据所述响应输出信号,确定所述目标信道对应的信道脉冲响应数据;

对所述信道脉冲响应数据进行傅里叶变换,得到所述数字信号的幅度受频率变化的关系信息;

根据所述关系信息,生成所述信道频率响应数据。

3. 根据权利要求1所述的信号调制方法,其特征在于,所述将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号,包括:

将所述第二调制信号与所述第一调制信号输入加法器,得到所述目标调制信号。

4. 一种信号调制装置,其特征在于,所述装置包括:

分类模块,用于获取待调制的数字信号,获取目标信道对应的信道频率响应数据,其中,所述目标信道为用于传输所述数字信号的信道;

根据所述信道频率响应数据确定凹陷点,其中,与所述凹陷点相邻的数据点对应的幅度值均大于所述凹陷点对应的幅度值,所述凹陷点包括若干子凹陷点;

获取若干所述子凹陷点分别对应的频率,将频率最小的所述子凹陷点作为目标凹陷点;

将所述目标凹陷点对应的频率作为目标频率,将所述数字信号中从0频起始至所述目标频率之间的频带作为第一频带,将所述数字信号中大于所述目标频率的频带作为第二频带;

根据所述第一频带生成基带信号,根据所述第二频带生成非基带信号;
调制模块,用于对所述基带信号进行脉冲振幅调制,得到第一调制信号;

对所述非基带信号进行无载波幅相调制,得到第二调制信号;其中,所述第二调制信号包括若干子调制信号,无载波幅相调制方法包括:根据若干所述子凹陷点,将所述非基带信号分为若干局部信号,其中,每一所述局部信号与若干所述子凹陷点中一对相邻的子凹陷点对应;确定每一所述局部信号对应的滤波中心频率,其中,所述滤波中心频率为每一所述局部信号对应的一对相邻的子凹陷点的中间频率;根据每一所述局部信号对应的滤波中心频率,对每一所述局部信号进行滤波,得到若干所述子调制信号;

叠加模块,用于将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。

5. 一种计算机可读存储介质,其上存储有多条指令,其特征在于,所述指令适用于由处理器加载并执行,以实现上述权利要求1-3任一所述的信号调制方法的步骤。

一种信号调制方法、装置及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理领域,尤其涉及的是一种信号调制方法、装置及存储介质。

背景技术

[0002] 光纤信道中由于存在高频衰落的问题,高频衰落容易导致信号损伤,因此为了保障信号的有效传输,会对需要传输的信号进行调制后再传输。目前对于多频段的信号的调制方法通常采用DMT调制方法,它具备最好的色散鲁棒性,能够在色散信道中具有最佳的误码率(Bit error rate, BER)性能。但是由于DMT是通过傅里叶变换对实现频域调制,因此需要对数字信号进行存储、处理和矩阵运算,过分依赖数字信号处理(Digital signal process, DSP)电路。由于DMT由于需要进行傅里叶变换,过分依赖DSP电路实现,目前不适用于数据中心内和超级计算机的光互连场景。因此,需要针对数据中心内和超级计算机的光互连场景提出低复杂度的新型调制技术,支撑10km级别的光纤传输。

[0003] 简言之,现有技术中多频信号的调制方法(DMT)需要对信号进行傅里叶变换,因此存在计算开销过大的问题。

[0004] 因此,现有技术还有待改进和发展。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种信号调制方法、装置及存储介质,旨在解决现有技术中多频信号的调制方法(DMT)需要对信号进行傅里叶变换,因此存在计算开销过大的问题。

[0006] 本发明解决问题所采用的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供一种信号调制方法,其中,所述方法包括:

[0008] 获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号;

[0009] 根据所述基带信号得到第一调制信号,根据所述非基带信号得到第二调制信号;

[0010] 将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。

[0011] 在一种实施方式中,所述将所述数字信号分为基带信号和非基带信号,包括:

[0012] 获取目标信道对应的信道频率响应数据,其中,所述目标信道为用于传输所述数字信号的信道;

[0013] 根据所述信道频率响应数据,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号。

[0014] 在一种实施方式中,所述获取目标信道对应的信道频率响应数据,包括:

[0015] 获取测试信号,将所述测试信号输入所述目标信道,得到响应输出信号;

[0016] 根据所述响应输出信号,确定所述目标信道对应的信道脉冲响应数据;

[0017] 对所述信道脉冲响应数据进行傅里叶变换,得到所述数字信号的幅度受频率变化的关系信息;

[0018] 根据所述关系信息,生成所述信道频率响应数据。

[0019] 在一种实施方式中,所述根据所述信道频率响应数据,将所述数字信号分为基带

信号和非基带信号,包括:

[0020] 根据所述信道频率响应数据确定凹陷点,其中,与所述凹陷点相邻的数据点对应的幅度值均大于所述凹陷点对应的幅度值;

[0021] 根据所述凹陷点,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号。

[0022] 在一种实施方式中,所述凹陷点包括若干子凹陷点,根据所述凹陷点,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号,包括:

[0023] 获取所述若干子凹陷点分别对应的频率,将频率最小的子凹陷点作为目标凹陷点;

[0024] 将所述目标凹陷点对应的频率作为目标频率,将所述数字信号中从0频起始至所述目标频率之间的频带作为第一频带,将所述数字信号中大于所述目标频率的频带作为第二频带;

[0025] 根据所述第一频带生成所述基带信号,根据所述第二频带生成所述非基带信号。

[0026] 在一种实施方式中,所述根据所述基带信号得到第一调制信号,根据所述非基带信号得到第二调制信号,包括:

[0027] 对所述基带信号进行脉冲振幅调制,得到所述第一调制信号;

[0028] 对所述非基带信号进行无载波幅相调制,得到所述第二调制信号。

[0029] 在一种实施方式中,所述第二调制信号包括若干子调制信号,所述对所述非基带信号进行无载波幅相调制,得到所述第二调制信号,包括:

[0030] 根据若干所述子凹陷点,将所述非基带信号分为若干局部信号,其中,每一所述局部信号与若干所述子凹陷点中一对相邻的子凹陷点对应;

[0031] 确定每一所述局部信号对应的滤波中心频率,其中,所述滤波中心频率为每一所述局部信号对应的一对相邻的子凹陷点的中间频率;

[0032] 根据每一所述局部信号对应的滤波中心频率,对每一所述局部信号进行滤波,得到若干所述子调制信号。

[0033] 在一种实施方式中,所述将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号,包括:

[0034] 将所述第二调制信号与所述第一调制信号输入加法器,得到所述目标调制信号。

[0035] 第二方面,本发明实施例还提供一种信号调制装置,其特征在于,所述装置包括:

[0036] 分类模块,用于获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号;

[0037] 调制模块,用于对所述基带信号、所述非基带信号分别采用不同的调制方法进行调制,得到与所述基带信号对应的第一调制信号、与所述非基带信号对应的第二调制信号;

[0038] 叠加模块,用于将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。

[0039] 第三方面,本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有多条指令,其中,所述指令适用于由处理器加载并执行,以实现上述任一所述的信号调制方法的步骤。

[0040] 本发明的有益效果:本发明实施例通过获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号;对所述基带信号、所述非基带信号分别采用不同的调制方法进行调制,得到与所述基带信号对应的第一调制信号、与所述非基带信号对应的第二调制

信号;将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。本发明通过将多频的数字信号拆分为基带信号和非基带信号分别进行调制,因此不需要对数字信号进行傅里叶变换就可以实现多频信号的调制。有效解决了现有技术中多频信号的调制方法(DMT)需要对信号进行傅里叶变换,因此存在计算开销过大的问题。

附图说明

[0041] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0042] 图1是本发明实施例提供的信号调制方法的流程示意图。

[0043] 图2是本发明实施例提供的左侧为5km传输的信道脉冲响应数据图。

[0044] 图3是本发明实施例提供的左侧为5km传输的信道频率响应数据图。

[0045] 图4是本发明实施例提供的PAM和CAP的联合调制技术原理图。

[0046] 图5是本发明实施例提供的已实现PAM和CAP联合调制信号频谱图。

[0047] 图6是本发明实施例提供的成功解调出的信号眼图。

[0048] 图7是本发明实施例提供的信号调制装置的内部模块连接图。

[0049] 图8是本发明实施例提供的终端的原理框图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0051] 需要说明,若本发明实施例中有涉及方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……),则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0052] 数据中心及超算通信应用需要短距离光互连技术作为支撑。目前,强度调制直接检测(Intensity modulation and direct detection, IMDD)技术由于其低廉的成本、低功耗等优势成为短距离光互连的关键技术。近几年来,脉冲幅度调制技术(Pulse amplitude modulation, PAM)被逐步应用于IMDD光互连系统中。

[0053] 光纤信道中由于存在高频衰落的问题,高频衰落容易导致信号损伤,因此为了保障信号的有效传输,会对需要传输的信号进行调制后再传输。目前对于多频段的信号的调制方法通常采用DMT调制方法,它具备最好的色散鲁棒性,能够在色散信道中具有最佳的误码率(Bit error rate, BER)性能。但是由于DMT是通过傅里叶变换对实现频域调制,因此需要对数字信号进行存储、处理和矩阵运算,过分依赖数字信号处理(Digital signal process, DSP)电路。由于DMT由于需要进行傅里叶变换,过分依赖DSP电路实现,目前不适用于数据中心内和超级计算机的光互连场景。因此,需要针对数据中心内和超级计算机的光互连场景提出低复杂度的新型调制技术,支撑10km级别的光纤传输。

[0054] 简言之,现有技术中多频信号的调制方法(DMT)需要对信号进行傅里叶变换,因此

存在计算开销过大的问题。

[0055] 针对现有技术的上述缺陷,本发明提供一种信号调制方法,所述方法包括:获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号;对所述基带信号、所述非基带信号分别采用不同的调制方法进行调制,得到与所述基带信号对应的第一调制信号、与所述非基带信号对应的第二调制信号;将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。本发明通过将多频的数字信号拆分为基带信号和非基带信号分别进行调制,因此不需要对数字信号进行傅里叶变换就可以实现多频信号的调制。有效解决了现有技术中多频信号的调制方法(DMT)需要对信号进行傅里叶变换,因此存在计算开销过大的问题。

[0056] 如图1所示,所述方法包括如下步骤:

[0057] 步骤S100、获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号。

[0058] 具体地,由于数字信号中有低频段的信号也有高频段的信号,由于不同频段的信号难以采用统一的、计算开销小的调制方法进行调制,因此为了实现对这种多频的数字信号进行调制,同时降低调制所需的计算开销,本实施例需要先对数字信号进行分类,将其分为基带信号和非基带信号,再分别对基带信号、非基带信号进行调制,从而完成多频的数字信号的调制过程。

[0059] 在一种实现方式中,所述将所述数字信号分为基带信号和非基带信号,具体包括如下步骤:

[0060] 步骤S101、获取目标信道对应的信道频率响应数据,其中,所述目标信道为用于传输所述数字信号的信道;

[0061] 步骤S102、根据所述信道频率响应数据,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号。

[0062] 具体地,信道会对经过的信号产生作用(例如减弱,改变频率等),本实施例中的基带信号所对应的频段为低频频段,低频频段通常不存在频率衰减的情况;而非基带信号所对应的频段为高频频段,高频频段有可能存在频率衰减的情况。由于不同的信道作用效果不一样,因此为了确定数字信号中哪一部分为基带信号,哪一部分为非基带信号,本实施例需要先获取用于传输该数字信号的目标信道的信道频率响应数据,该信道频率响应数据可以反映目标信道会对经过的信号的哪一部分产生频率衰减,因此根据该信道频率响应数据就可以将数字信号分为基带信号和非基带信号。

[0063] 在一种实现方式中,所述步骤S101具体包括如下步骤:

[0064] 步骤S1011、获取测试信号,将所述测试信号输入所述目标信道,得到响应输出信号;

[0065] 步骤S1012、根据所述响应输出信号,确定所述目标信道对应的信道脉冲响应数据;

[0066] 步骤S1013、对所述信道脉冲响应数据进行傅里叶变换,得到所述数字信号的幅度受频率变化的关系信息;

[0067] 步骤S1014、根据所述关系信息,生成所述信道频率响应数据。

[0068] 具体地,信道脉冲响应数据就是当输入一个单位脉冲信号时,信道输出端的响应输出信号,因此信道脉冲响应可以反映了信号经过信道之后发生的变化。为了更直观地看

出信号经过信道后频率的改变,本实施例需要对信道脉冲响应数据进行傅里叶变换,由于傅里叶变换可以将基于时域描述的信道脉冲响应转换为频域描述,因此经过傅里叶变换以后,可以得到数字信号的幅度受频率变化的关系信息,基于该关系信息就可以得到信道频率响应数据。

[0069] 举例说明,在1550nm波长附近,采用5km的标准单模光纤SSMF(色散典型值为16ps/nm/km)传输,信道脉冲响应数据如图2所示,信道频率响应数据如图3所示。其中,可以看到输入单位脉冲时,经过5km的SSMF传输后,脉冲发生了严重畸变。

[0070] 在一种实现方式中,所述步骤S102具体包括如下步骤:

[0071] 步骤S1021、根据所述信道频率响应数据确定凹陷点,其中,与所述凹陷点相邻的数据点对应的幅度值均大于所述凹陷点对应的幅度值;

[0072] 步骤S1022、根据所述凹陷点,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号。

[0073] 具体地,本实施例中的凹陷点可以反映测试信号经过目标信道后频带中频率衰减的具体位置,凹陷点在信道频率响应数据中表现为“谷底”位置,因此凹陷点的幅度值均低于其相邻的数据点对应的幅度值。由于凹陷点可以反映测试信号经过目标信道后频带中频率衰减的具体位置,基带信号对应于未出现频率衰减的频带,非基带信号对应于存在频率衰减的频带,因此基于凹陷点就可以将数字信号分为基带信号和非基带信号。

[0074] 在一种实现方式中,所述凹陷点包括若干子凹陷点,所述步骤S1022具体包括如下步骤:

[0075] 步骤S10221、获取所述若干子凹陷点分别对应的频率,将频率最小的子凹陷点作为目标凹陷点;

[0076] 步骤S10222、将所述目标凹陷点对应的频率作为目标频率,将所述数字信号中从0频起始至所述目标频率之间的频带作为第一频带,将所述数字信号中大于所述目标频率的频带作为第二频带;

[0077] 步骤S10223、根据所述第一频带生成所述基带信号,根据所述第二频带生成所述非基带信号。

[0078] 具体地,当凹陷点包括若干子凹陷点时,表示存在多个频率衰减的位置。由于第一个频率衰减的位置,即目标凹陷点之前未发生频率衰减的情况,因此本实施例根据目标凹陷点之前的频带,即第一频带,得到基带信号;根据位于目标凹陷点之后的频带,即第二频带,得到非基带信号。

[0079] 举例说明,如图3所示,在0GHz~70GHz范围内,存在3个超过20dB的频率凹陷,这三处即为三个子凹陷点。

[0080] 在一种实现方式中,所述根据所述第二频带生成所述非基带信号,包括:将所述第二频带中,以每一所述子凹陷点为中心预设范围内的频带作为无效频带;根据所述第二频带中除所述无效频带之外的频带,生成所述非基带信号。

[0081] 具体地,由于每一子凹陷点为中心预设范围内的频带所对应的频率衰减较为严重,无法进行信号传输,因此将这些频带筛除以后,利用剩余的频带进行信号传输。

[0082] 举例说明,如图3所示,在0GHz~70GHz范围内,存在3个超过20dB的频率凹陷,这三处即为三个子凹陷点。由于这三个子凹陷点无法进行信号的有效传输,因此需要对这三个子凹陷点进行规避。

[0083] 如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0084] 步骤S200、根据所述基带信号得到第一调制信号,根据所述非基带信号得到第二调制信号。

[0085] 具体地,由于基带信号中不存在频率衰落,而非基带信号中存在选择性频率衰落,因此需要将基带信号和非基带信号分开进行信号调制。本实施例将对基带信号进行调制后得到的调制信号定义为第一调制信号,将对非基带信号进行调制后得到的调制信号定义为第二调制信号。

[0086] 在一种实现方式中,所述步骤S200具体包括如下步骤:

[0087] 步骤S201、对所述基带信号进行脉冲振幅调制,得到所述第一调制信号;

[0088] 步骤S202、对所述非基带信号进行无载波幅相调制,得到所述第二调制信号。

[0089] 概括地讲,由于基带信号中不存在频率衰落,而非基带信号中存在选择性频率衰落,因此本实施例对基带信号和非基带信号分别采用不同的调制方法进行调制。具体地,由于脉冲振幅调制(PAM)本身具有低复杂度的优势,为了保证基带信号传输质量,本实施例采用脉冲振幅调制的方法对基带信号进行调制,以得到第一调制信号。由于无载波幅相调制(CAP)能够缓解光纤色散造成的信号损伤,为了使得非基带信号在目标信道中有效传输,本实施例采用无载波幅相调制的方法对非基带信号进行调制,以得到第二调制信号。

[0090] 在一种实现方式中,所述第二调制信号包括若干子调制信号,所述步骤S202具体包括如下步骤:

[0091] 步骤S2021、根据若干所述子凹陷点,将所述非基带信号分为若干局部信号,其中,每一所述局部信号与若干所述子凹陷点中一对相邻的子凹陷点对应;

[0092] 步骤S2022、确定每一所述局部信号对应的滤波中心频率,其中,所述滤波中心频率为每一所述局部信号对应的一对相邻的子凹陷点的中间频率;

[0093] 步骤S2023、根据每一所述局部信号对应的滤波中心频率,对每一所述局部信号进行滤波,得到若干所述子调制信号。

[0094] 具体地,由于传统的无载波幅相调制技术无法实现色散的自适应调制,因此本实施例对无载波幅相调制技术做了改进。首先,需要本实施例需要根据确定的若干子凹陷点,将第二频带分为了若干子频带,然后根据每一子频带生成一个局部信号,其中,每一子频带即为一对相邻的子凹陷点之间的频带,因此每一局部信号与一对相邻的子凹陷点对应。然后将一对相邻的子凹陷点的中间频率作为该对子凹陷点所对应的局部信号的滤波中心频率,通过该滤波中心频率对该局部信号进行滤波,得到该局部信号对应的子调制信号。对所有局部信号均完成滤波操作后,即得到若干子调制信号,从而实现色散自适应调制。

[0095] 简言之,对基带信号进行PAM调制不需要进行滤波。而对非基带信号进行CAP调制,需要通过滤波器对非基带信号进行滤波以实现正交调制。而本实施例中针对非基带信号中的不同局部信号采用的是不同的滤波器,其中,每一滤波器的滤波中心频率由该滤波器对应的局部信号的中间频率确定,从而实现信号的频带搬移,实现色散信道的自适应。在一种实现方式中,本实施例采用的滤波器为FIR滤波器。

[0096] 如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0097] 步骤S300、将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。

[0098] 为了得到数字信号对应的目标调制信号,本实施例还需要将第一调制信号和第二调制信号进行叠加,即在时域上对第一调制信号和第二调制信号进行混叠。

[0099] 在一种实现方式中,所述步骤S300具体包括如下步骤:

[0100] 步骤S301、将所述第二调制信号与所述第一调制信号输入加法器,得到所述目标调制信号。

[0101] 具体地,本实施例预先设置了一个加法器,通过将第一调制信号和第二调制信号输入该加法器中,就可以得到该加法器基于第一调制信号和第二调制信号输出的叠加信号,该叠加信号即为目标调制信号。

[0102] 在一种实现方式中,所述方法还包括:对所述目标调制信号进行数模转换和电光调制后输入所述目标信道。

[0103] 在一种实现方式中,本实施例还提供一种信号解调方法,所述方法用于对所述目标调制信号进行解调:

[0104] 步骤S1、接收所述目标调制信号,将所述目标调制信号分为第一待解调信号和第二待解调信号,其中,所述第一待解调信号与所述基带信号对应,所述第二待解调信号与所述非基带信号对应;

[0105] 步骤S2、将所述第一待解调信号输入基带滤波器,得到第一解调信号;

[0106] 步骤S3、将所述第二待解调信号分为若干待解调子信号,其中,若干所述待解调子信号分别与若干所述局部信号一一对应;

[0107] 步骤S4、将若干所述待解调子信号分别输入不同的匹配滤波器,得到若干第二解调信号;

[0108] 步骤S5、根据所述第一解调信号和若干所述第二解调信号,确定所述数字信号对应的信息。

[0109] 具体地,如图4所示,在目标信道的接收端,由于构成目标调制信号的第一调制信号和第二调制信号在时域上混叠,因此为了对目标调制信号进行解调,本实施例需要将目标调制信号先拆分为第一待解调信号和第二待解调信号,其中,所述第一待解调信号与所述基带信号对应,所述第二待解调信号与所述非基带信号对应,然后采用基带滤波器对第一待解调信号进行解调。针对第二待解调信号,则需要将其拆分为每一局部信号分别对应的待解调子信号。然后,针对每一待解调子信号,确定该待解调子信号所对应的匹配滤波器,根据该匹配滤波器对该解调子信号进行解调。

[0110] 发明人为了验证本发明的技术效果,做了以下试验:针对5km的SSMF传输场景,色散导致的频率响应恶化情况如图3所示。根据色散导致的凹陷频率,调整基带PAM信号带宽和CAP信号的中心频率,实现自适应的频率调制。实现的PAM和CAP的联合调制信号频谱图如图5所示,可以看到信号频谱呈现出分离特征,并且完美规避了色散导致的频率凹陷。通过解调第三个频带的CAP信号,图6所示。可以看到成功解调出信号。

[0111] 本发明的优点在于:

[0112] 1、面向IMDD色散信道提出了一种低复杂度的新型频域调制技术,可以运用于数据中心内和超级计算机的光通信场景,作为基本调制技术使用。

[0113] 2、数据中心内和超算的光互连的一大特点便是互连密度高,对光互连的成本和功耗要求高。提出的新型调制技术完美契合IMDD光互连系统架构,对光纤色散具有更优的鲁

棒性,可以支撑10km级别的光互连。

[0114] 3、相比DMT具有更低的复杂度,更适用于数据中心内和超级计算机的光通信场景。

[0115] 基于上述实施例,本发明还提供了一种信号调制装置,如图7所示,所述装置包括:

[0116] 分类模块01,用于获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号;

[0117] 调制模块02,用于对所述基带信号、所述非基带信号分别采用不同的调制方法进行调制,得到与所述基带信号对应的第一调制信号、与所述非基带信号对应的第二调制信号;

[0118] 叠加模块03,用于将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。

[0119] 基于上述实施例,本发明还提供了一种终端,其原理框图可以如图8所示。该终端包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口、显示屏。其中,该终端的处理器用于提供计算和控制能力。该终端的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该终端的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现信号调制方法。该终端的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏。

[0120] 本领域技术人员可以理解,图8中示出的原理框图,仅仅是与本发明方案相关的部分结构的框图,并不构成对本发明方案所应用于其上的终端的限定,具体的终端可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0121] 在一种实现方式中,所述终端的存储器中存储有一个或者一个以上的程序,且经配置以由一个或者一个以上处理器执行所述一个或者一个以上程序包含用于进行信号调制方法的指令。

[0122] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本发明所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,诸如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据率SDRAM(DDRSDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路(Synchlink)DRAM(SLDRAM)、存储器总线(Rambus)直接RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM(RDRAM)等。

[0123] 综上所述,本发明公开了一种信号调制方法、装置及存储介质,所述方法包括:获取待调制的数字信号,将所述数字信号分为基带信号和非基带信号;对所述基带信号、所述非基带信号分别采用不同的调制方法进行调制,得到与所述基带信号对应的第一调制信号、与所述非基带信号对应的第二调制信号;将所述第一调制信号与所述第二调制信号进行叠加,得到目标调制信号。本发明通过将多频的数字信号拆分为基带信号和非基带信号分别进行调制,因此不需要对数字信号进行傅里叶变换就可以实现多频信号的调制。有效

解决了现有技术中多频信号的调制方法(DMT)需要对信号进行傅里叶变换,因此存在计算开销过大的问题。

[0124] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

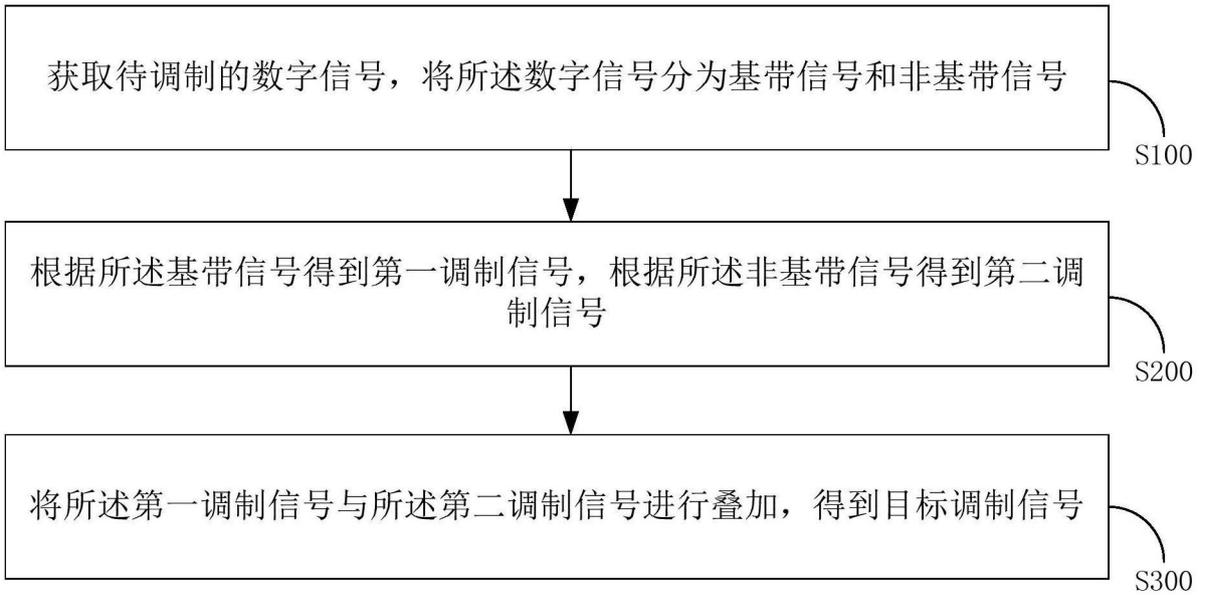


图1

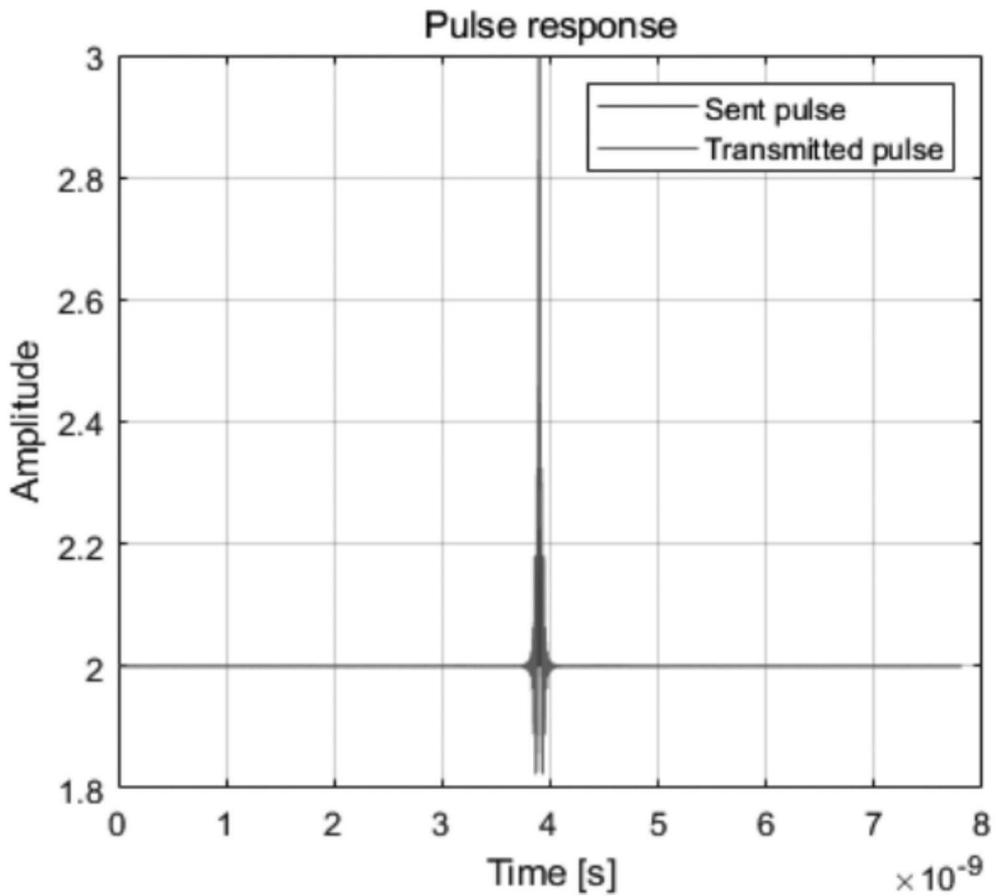


图2

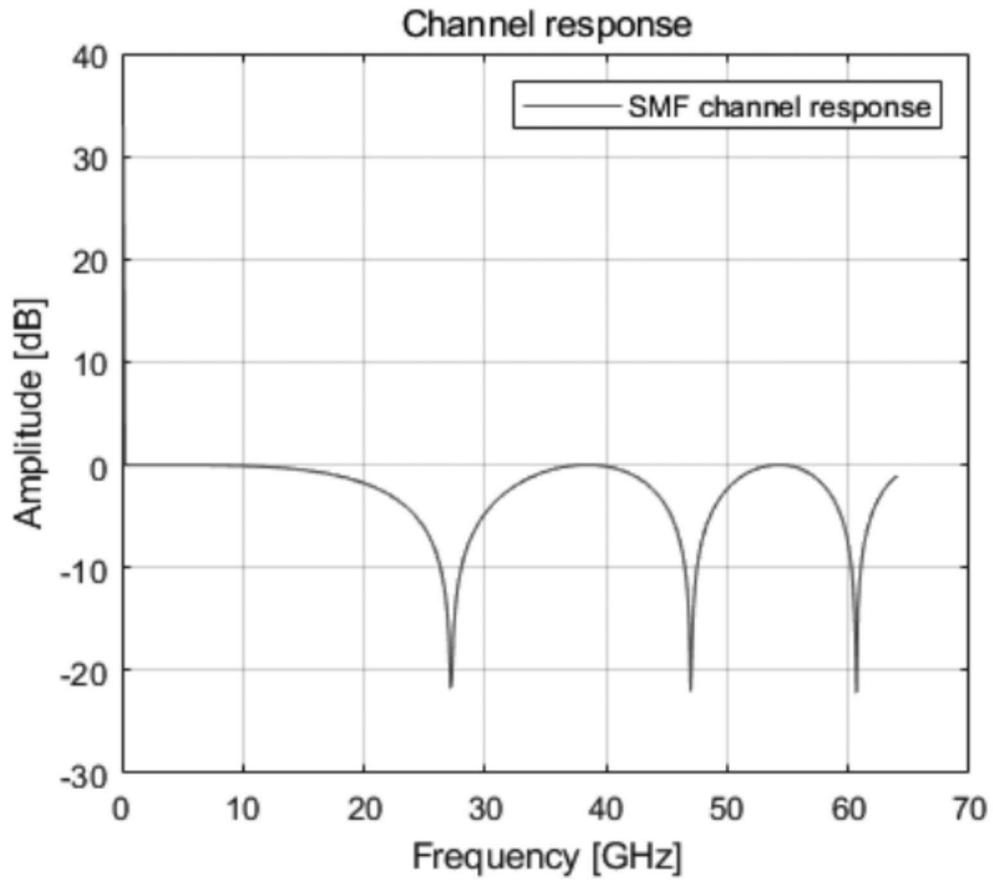


图3

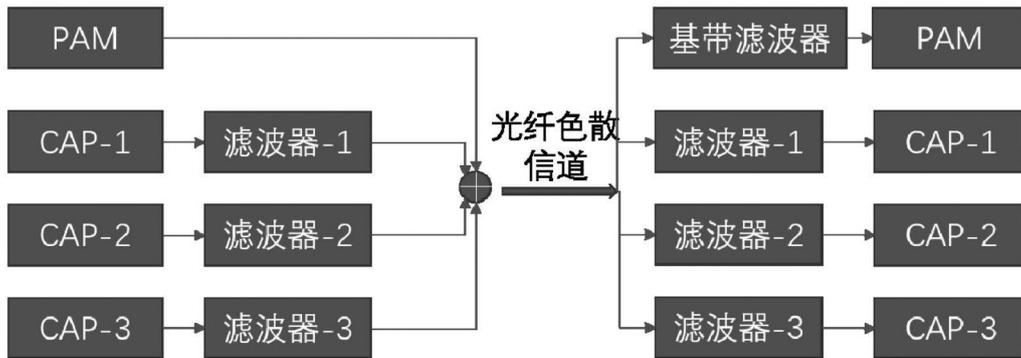


图4

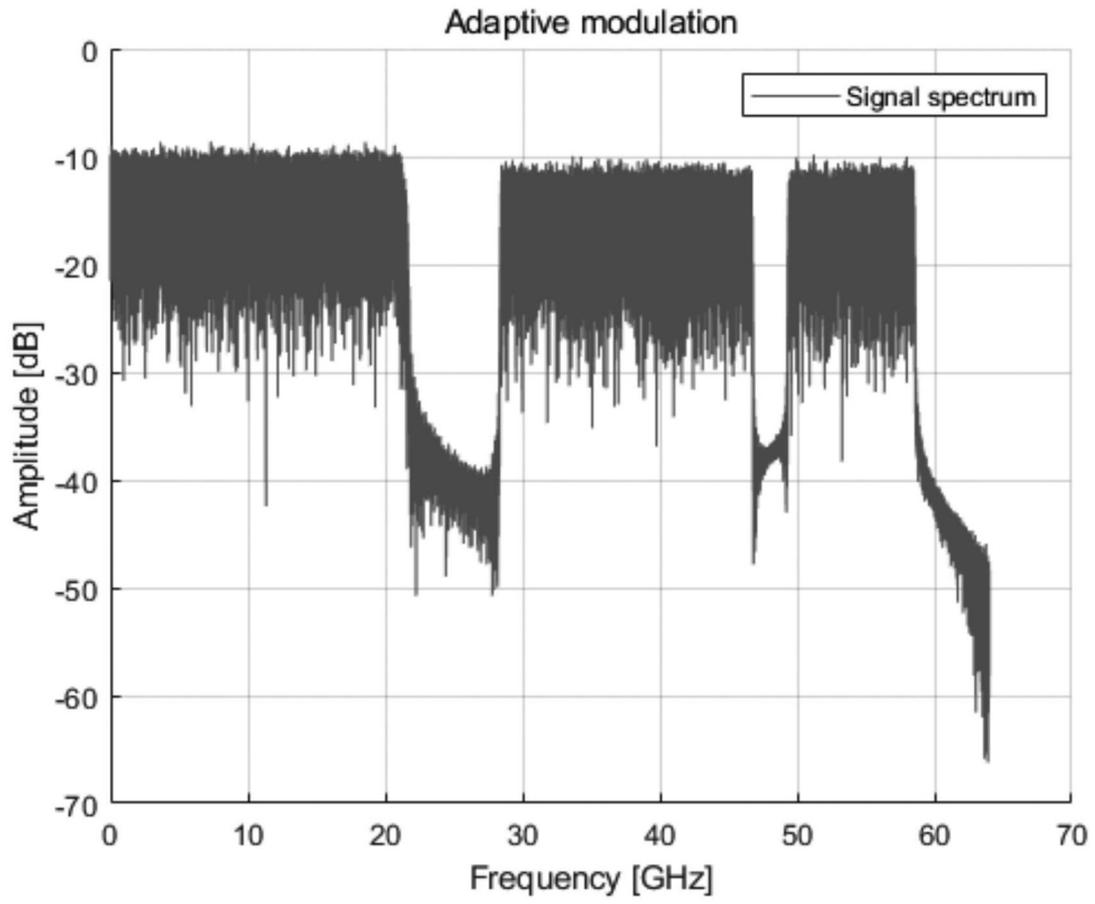


图5

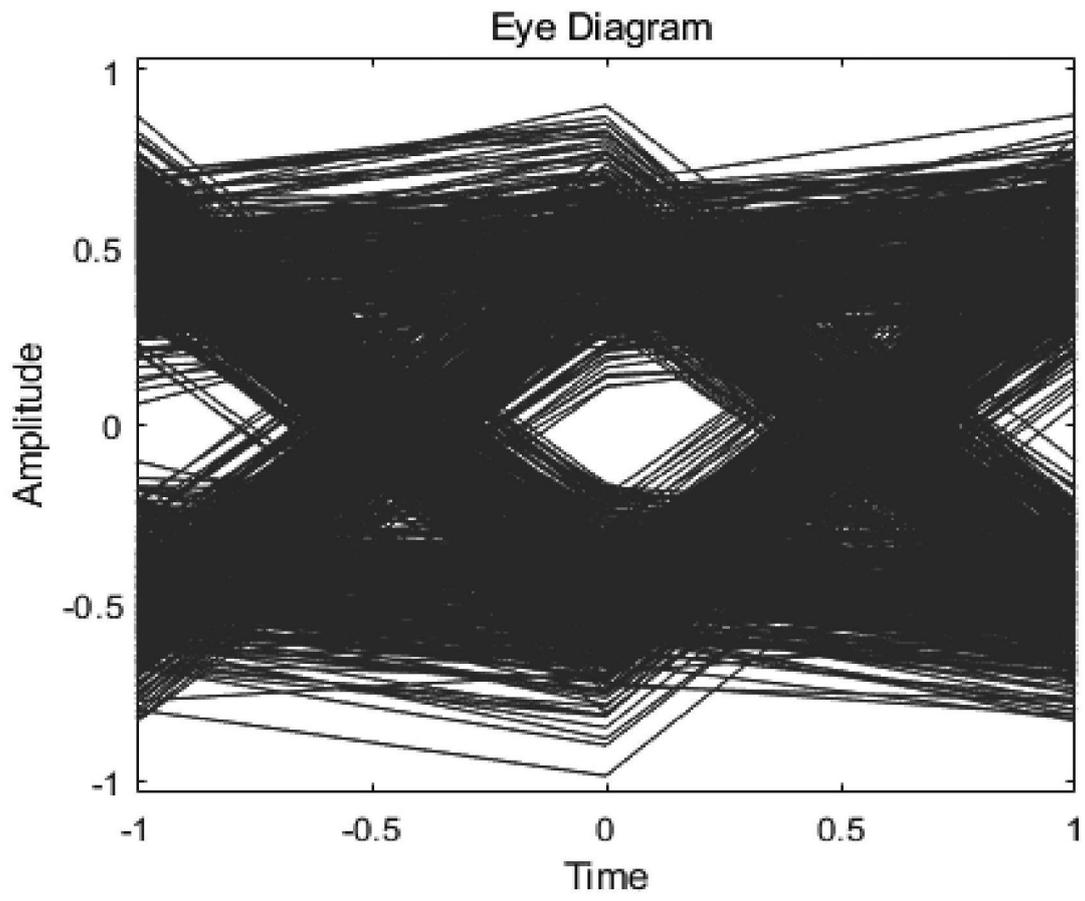


图6

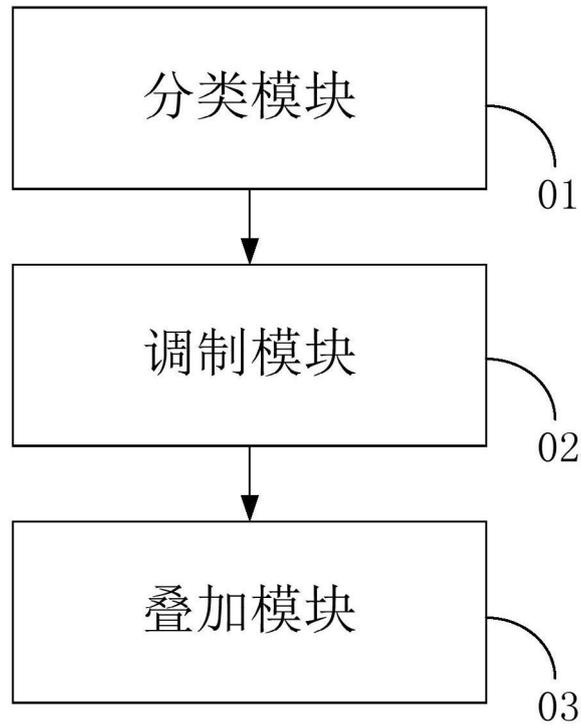


图7

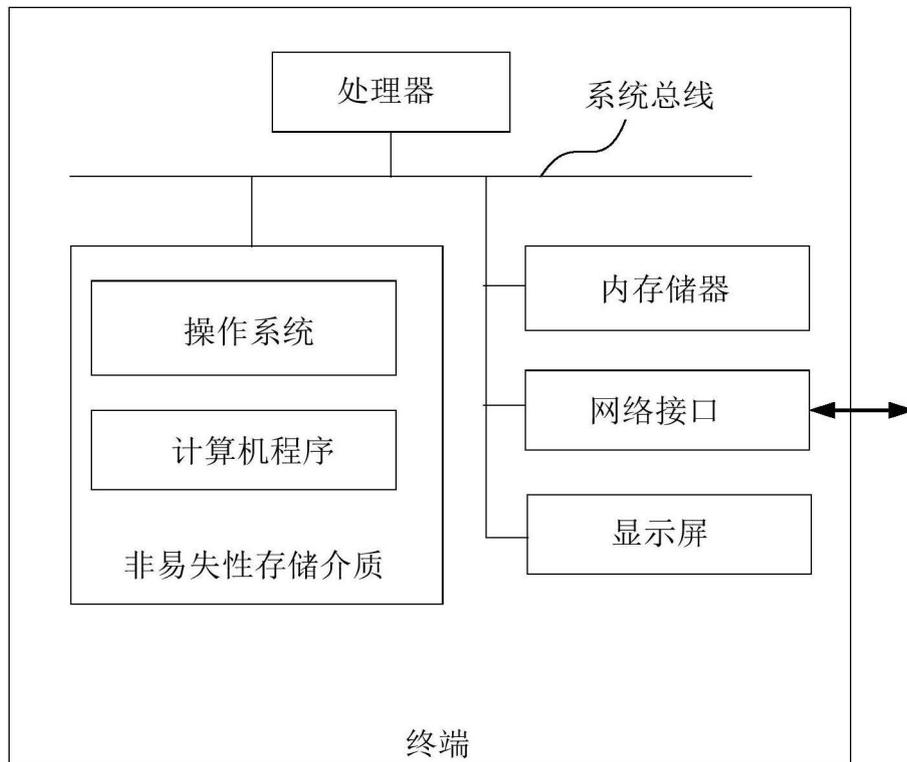


图8