



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103888146 B

(45)授权公告日 2017.09.22

(21)申请号 201410126764.5

(22)申请日 2014.03.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103888146 A

(43)申请公布日 2014.06.25

(73)专利权人 威海格邦电子科技有限公司
地址 264200 山东省威海市高区沈阳路
108-2创业大厦117室

(72)发明人 苏冬日 戴宪华 潘众

(74)专利代理机构 北京高航知识产权代理有限
公司 11530

代理人 赵永强

(51)Int.Cl.

H03M 7/30(2006.01)

H04L 27/26(2006.01)

(56)对比文件

CN 101888361 A,2010.11.17,

CN 103346871 A,2013.10.09,

CN 102957659 A,2013.03.06,

CN 1396749 A,2003.02.12,

CN 103138868 A,2013.06.05,

US 7706246 B2,2010.04.27,

审查员 黄超

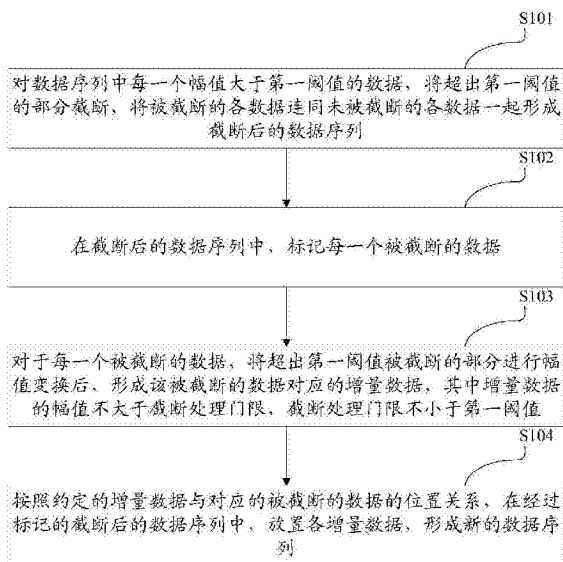
权利要求书4页 说明书20页 附图6页

(54)发明名称

一种数据压缩的方法、装置和通信设备

(57)摘要

本发明涉及数据处理技术,尤其涉及一种数据压缩的方法、装置和通信设备,以减小OFDM数字时域信号数据速率。在本发明实施例提供的数据压缩方法中,对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据;按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。通过截断处理减小了每一位数据的位宽,并减小数据压缩过程中造成的压损。



1. 一种数据压缩方法,其特征在于,所述方法包括:

对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;

在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;

对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;

按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,

在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据,包括:将各位被截断的数据的幅值增大到截断处理门限;

对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,包括:

对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

其中,第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,

在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据,包括:通过截断标记信息,标记截断后的数据序列中的各数据是否被截断,其中,截断标记信息中的一位对应被截断的数据序列中的一个数据;

对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,包括:

对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第三阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

其中,第三阈值满足:第一阈值与第三阈值之和小于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第三阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。

4. 如权利要求1~3任一项所述的方法,其特征在于,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

各位增量数据在截断后的数据序列的前面,且各位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致;或

各位增量数据在截断后的数据序列的后面,且各位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致。

5. 如权利要求1~3任一项所述的方法,其特征在于,

增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:各位增量数据分别在对应的被截断的数据的后一位;或各位增量数据分别在对应的被截断的数据的前一位;

按照与解压缩端约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,包括:

按照与解压缩端约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,相对于每一个标记的被截断的数据的位置,放置对应的增量数据。

6. 如权利要求1~3任一项所述的方法,其特征在于,所述截断处理门限是根据数据序列压缩前的幅值最大值、预设数据压缩的压损率确定的。

7. 一种数据解压缩方法,其特征在于,所述方法包括:

按照与约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据分别对应的增量数据;

用各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列;

其中,经过标记的被截断的数据是压缩端对待压缩的数据序列中幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,并将被截断的数据进行标记后得到的;增量数据是压缩端对于被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后形成的,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值。

8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的前面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致;或

各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的后面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,

从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据,包括:从压缩后的数据序列中确定被截断的数据序列;在被截断的数据序列中,确定幅值大于第一阈值的数据为各个经过标记的被截断的数据;

从压缩后的数据序列中确定和每一个被截断的数据分别对应的增量数据,包括:

当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的前面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致时,则确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的前面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据;

当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的后面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致时,则确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的后面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,用各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列,包括:

将各经过标记的被截断的数据的幅值增大到第一阈值与第二阈值之和,之后分别叠加对应的增量数据,得到解压缩后的数据序列;

其中,第二阈值为在压缩端,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成

该被截断的数据对应的增量数据时,采用的第二阈值;

第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值。

11. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

各位增量数据在经过标记的被截断的数据的后一位;或

各位增量数据在经过标记的被截断的数据的前一位。

12. 一种数据压缩装置,其特征在于,所述装置包括:

截断处理模块,用于对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;

标记模块,用于在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;

增量数据生成模块,用于对每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;

数据组合模块,用于按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。

13. 一种数据解压缩装置,其特征在于,所述装置包括:

数据分解模块,用于按照与约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据分别对应的增量数据;

数据恢复模块,用于用所述数据分解模块确定的各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列;

其中,经过标记的被截断的数据是压缩端对待压缩的数据序列中幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,并将被截断的数据进行标记后得到的;增量数据是压缩端对于被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后形成的,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值。

14. 一种通信设备,其特征在于,所述通信设备包括:

第一数据处理模块,用于将接收的数据通过权利要求1~6任一项所述的方法压缩后,发给第二数据处理模块;

第二数据处理模块,用于采用权利要求7~11中与所述第一数据处理模块采用的数据压缩方法对应的数据解压缩方法,将从所述第一数据处理模块处接收的压缩后的数据解压缩;

其中,所述第一数据处理模块与所述第二数据处理模块位于不同的芯片或不同的硬件装置中。

15. 如权利要求14所述的通信设备,其特征在于,所述通信设备为基站或用户设备。

16. 如权利要求15所述的通信设备,其特征在于,所述通信设备为基站;

所述第一数据处理模块位于所述基站的室内基带处理单元BBU中,所述第二数据处理模块位于所述基站的远端拉远单元RRU中;或

所述第一数据处理模块位于所述基站的RRU中,所述第二数据处理模块位于所述基站的BBU中。

一种数据压缩的方法、装置和通信设备

技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理技术,尤其涉及一种数据压缩的方法、装置和通信设备。

背景技术

[0002] 正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing,OFDM)技术是现代宽带通信系统广泛应用的调制技术,它通过把高速数据流分散到多个正交的子载波上传输,从而使子载波上的符号速率大幅度降低,符号持续时间大大加长,从而对时延扩展有较强的抵抗力,减小了符号间干扰的影响。

[0003] 在采用OFDM技术的通信系统中,存在的一个突出问题是峰均比(Peak to Average Ratio,PAR)较大,一般在15dB以上。另外,随着信噪比的要求提高,时域数字信号的速率与原始的信息速率相比增大了很多。

[0004] 下面,通过一个具体例子说明时域数字信号速率的增大。比如:通信系统共有2000个可用的OFDM子载波,用4096点快速傅里叶逆变换(IFFT,Fast Inverse Fourier Transform)转换到时域。假设平均每个子载波可以承载10bit,每个子载波最大加载15bit,这实际上是要求数字时域信号要达到至少65dB的信噪比,再考虑OFDM信号与正弦(sin)信号的PAR相差13dB,时域信号的量化位宽至少是 $\text{ceil}((65+13)/6)=13\text{bit}$ (其中,ceil表示向上取整)。所以原始的信息速率与时域数字信号的速率之比为 $(2000*10):(4096*13)=1:2.6$ 。

[0005] 数字时域信号较高的数据速率对采用OFDM技术的通信系统的数据处理和传输提出了较高的要求,因此,有必要考虑对OFDM数字时域信号进行压缩处理,以减小OFDM数字时域信号的数据速率。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供一种数据压缩的方法、装置和通信设备,用以减小OFDM数字时域信号的数据速率。

[0007] 第一方面,本发明实施例提供一种数据压缩方法,所述方法包括:

[0008] 对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;

[0009] 在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;

[0010] 对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;

[0011] 按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。

[0012] 结合第一方面,在第一种可能的实现方式中,在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据,包括:将各位被截断的数据的幅值增大到截断处理门限;

[0013] 对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,包括:

[0014] 对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

[0015] 其中,第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0016] 结合第一方面,在第二种可能的实现方式中,在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据,包括:通过截断标记信息,标记截断后的数据序列中的各数据是否被截断,其中,截断标记信息中的一位对应被截断的数据序列中的一个数据;

[0017] 对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,包括:

[0018] 对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第三阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

[0019] 其中,第三阈值满足:第一阈值与第三阈值之和小于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第三阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0020] 结合第一方面、第一方面的第一种可能的实现方式、第一方面的第二种可能的实现方式,在第一方面的第三种可能的实现方式中,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

[0021] 各位增量数据在截断后的数据序列的前面,且各位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致;或

[0022] 各位增量数据在截断后的数据序列的后面,且各位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致。

[0023] 结合第一方面、第一方面的第一种可能的实现方式、第一方面的第二种可能的实现方式,在第一方面的第四种可能的实现方式中,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:各位增量数据分别在对应的被截断的数据的后一位;或各位增量数据分别在对应的被截断的数据的前一位;

[0024] 按照与解压缩端约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,包括:

[0025] 按照与解压缩端约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,相对于每一个标记的被截断的数据的位置,放置对应的增量数据。

[0026] 结合第一方面、第一方面的第一种可能的实现方式、第一方面的第二种可能的实现方式,第一方面的第三种可能的实现方式、第一方面的第四种可能的实现方式,在第一方面的第五种可能的实现方中,所述截断处理门限是根据数据序列压缩前的幅值最大值、预设数据压缩的压损率确定的。

[0027] 第二方面,本发明实施例提供了一种数据解压缩方法,所述方法包括:

[0028] 按照与约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据分别对应的增量数据;

[0029] 用各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列;

[0030] 其中,经过标记的被截断的数据是压缩端对待压缩的数据序列中幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,并将被截断的数据进行标记后得到的;增量数据是压缩端对于被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后形成的,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值。

[0031] 结合第二方面,在第二方面的第一种可能的实现方式中,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

[0032] 各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的前面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致;或

[0033] 各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的后面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致。

[0034] 结合第二方面的第一种可能的实现方式,在第二方面的第二种可能的实现方式中,

[0035] 从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据,包括:从压缩后的数据序列中确定被截断的数据序列;在被截断的数据序列中,确定幅值大于第一阈值的数据为各个经过标记的被截断的数据;

[0036] 从压缩后的数据序列中确定和每一个被截断的数据分别对应的增量数据,包括:

[0037] 当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的前面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致时,则确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的前面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据;

[0038] 当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的后面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致时,则确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的后面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据。

[0039] 结合第二方面的第二种可能的实现方式,在第二方面的第三种可能的实现方式中,用各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列,包括:

[0040] 将各经过标记的被截断的数据的幅值增大到第一阈值与第二阈值之和,之后分别叠加对应的增量数据,得到解压缩后的数据序列;

[0041] 其中,第二阈值为在压缩端,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据时,采用的第二阈值;

[0042] 第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0043] 结合第二方面,在第二方面的第四种可能的实现方式中,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

[0044] 各位增量数据在经过标记的被截断的数据的后一位;或

[0045] 各位增量数据在经过标记的被截断的数据的前一位。

[0046] 第三方面,本发明实施例提供一种数据压缩装置,所述装置包括:

[0047] 截断处理模块,用于对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;

[0048] 标记模块,用于在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;

[0049] 增量数据生成模块,用于对每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;

[0050] 数据组合模块,用于按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。

[0051] 第四方面,本发明实施例提供一种数据解压缩装置,所述装置包括:

[0052] 数据分解模块,用于按照与约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据分别对应的增量数据;

[0053] 数据恢复模块,用于用所述数据分解模块确定的各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列;

[0054] 其中,经过标记的被截断的数据是压缩端对待压缩的数据序列中幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,并将被截断的数据进行标记后得到的;增量数据是压缩端对于被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后形成的,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值。

[0055] 第五方面,本发明实施例提供一种通信设备,所述通信设备包括:

[0056] 第一数据处理模块,用于将接收的数据通过本发明第一方面提供的任一种方法压缩后,发给第二数据处理模块;

[0057] 第二数据处理模块,用于采用本发明第二方面提供的数据解压缩的方法中,与所述第一数据处理模块采用的数据压缩方法对应的数据解压缩方法,将从所述第一数据处理模块处接收的压缩后的数据解压缩;

[0058] 其中,所述第一数据处理模块与所述第二数据处理模块位于不同的芯片或不同的硬件装置中。

[0059] 结合第五方面,在第五方面的第一种可能的实现方式中,所述通信设备为基站或用户设备。

[0060] 结合第五方面的第一种可能的实现方式,在第五方面的第二种可能的实现方式中,所述通信设备为基站;

[0061] 所述第一数据处理模块位于所述基站的室内基带处理单元BBU中,所述第二数据处理模块位于所述基站的远端拉远单元RRU中;或

[0062] 所述第一数据处理模块位于所述基站的RRU中,所述第二数据处理模块位于所述基站的BBU中。

附图说明

[0063] 图1为本发明实施例提供的第一种数据压缩方法的流程图;

- [0064] 图2A为本发明实施例中增量数据与对应的被截断的数据的位置关系一的示意图；
- [0065] 图2B为本发明实施例中增量数据与对应的被截断的数据的位置关系二的示意图；
- [0066] 图2C为本发明实施例中增量数据与对应的被截断的数据的位置关系三的示意图；
- [0067] 图2D为本发明实施例中增量数据与对应的被截断的数据的位置关系四的示意图；
- [0068] 图3为本发明实施例提供的数据解压缩方法的流程图；
- [0069] 图4是本发明实施例提供的数据压缩装置的结构示意图；
- [0070] 图5是本发明实施例提供的数据解压缩装置的结构示意图；
- [0071] 图6为OFDM通信系统的原理图；
- [0072] 图7为本发明实施例提供的通信设备的结构示意图；
- [0073] 图8为采用本发明实施例提供的通信设备,在OFDM通信系统中数据发送端的通信原理图；
- [0074] 图9为采用本发明实施例提供的通信设备,在OFDM通信系统中数据接收端的通信原理图；
- [0075] 图10为本发明实施例一的方法流程图；
- [0076] 图11为本发明实施例一中截断运算的方法流程图；
- [0077] 图12为本发明实施例一截断前的一组OFDM时域信号 x 的幅度示意图；
- [0078] 图13为本发明实施例一中,对图12所示的时域信号 x 进行截断处理后输出的信号 x_1 的幅度示意图；
- [0079] 图14为本发明实施例一压扩变换中,压扩曲线与直线的对比图。

具体实施方式

[0080] 本发明实施例提供一种数据压缩的方法、装置和通信设备,用以减小OFDM数字时域信号的数据速率。在本发明实施例提供的数据压缩方法中,对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。该方法中,通过将待压缩数据进行截断处理,减小了用于每一位数据的位宽,此外,通过在经过标记的截断后的数据序列中放置各增量数据,作为压缩后的数据序列,可尽量减小数据压缩过程中的造成的压损。

[0081] 由上述数据压缩的过程可见,本发明实施例不仅适用于对OFDM数字时域信号的压缩处理,也适用于其他各种类型的数据压缩处理。

[0082] 下面,参照附图详细说明本发明实施例。

[0083] 图1为本发明实施例提供的第一种数据压缩方法的流程图。如图1所示,该方法包括:

[0084] S101:对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;

[0085] S102:在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;

[0086] S103:对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;

[0087] S104:按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。

[0088] 步骤S101得到的截断后的数据序列中,既包括幅值大于第一阈值,而被截断的各被截断的数据,也包括幅值不大于第一阈值未被截断的各数据;因而在步骤S102在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据后,得到的经过标记的截断后的数据序列中,既包括经过标记的各被截断的数据,也包括未被截断的各数据。那么步骤S104中,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列中,既包括经过标记的各被截断的数据,也包括未被截断的各数据,还包括步骤S103中形成的各增量数据。

[0089] 若步骤S101对超出第一阈值的部分截断之前,数据序列的长度为W(即数据序列中包括W个数据),该数据序列中幅值大于第一阈值的数据有D个,则步骤S101中,被截断的数据共有D个;步骤S102中,标记为被截断的数据共有D个;在步骤S103中,形成的增量数据共有D个;在步骤S104中,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成的新的数据序列中共有W+D个数据。

[0090] 步骤S104中,按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,即为按照与解压缩端约定的该位置关系。实际实现时,位置关系可有多种实现方案,但需满足压缩端和解压缩端采用约定一致的该位置关系,才能实现解压缩端的正确解压缩。

[0091] 步骤S104中形成的新的数据序列,即为采用图1所示的数据压缩方法形成的压缩后的数据序列。

[0092] 其中,步骤S102中,标记被截断的数据,目的是在解压缩时,能够明确接收到的数据序列中,具体哪些数据被截断了。

[0093] 步骤S104中,按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,目的是在解压缩时,可以将增量数据与被截断的数据一一对应上,对各被截断的数据进行数据恢复。

[0094] 步骤S102中,在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据的方法有多种,本发明通过下面两个例子(标记方式一和标记方式二)加以说明。实施时可使用的标记方式有多种,只要能够实现在截断后的数据序列中标记被截断的数据,均可使用。

[0095] 标记方式一

[0096] 将各位被截断的数据的幅值增大到截断处理门限。

[0097] 在采用标记方式一时,相应地,在步骤S103形成增量数据时,可对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

[0098] 其中,第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。即第二阈值同时满足下列两个公式:

$$[0099] \quad Th + \beta < \max(|x|) \cdots \cdots [1]$$

$$[0100] \quad Th + \beta + TH_{cut} \geq \max(|x|) \cdots \cdots [2]$$

[0101] 其中,上述公式中, T_h 为第一阈值, β 为第二阈值, T_{Hcut} 为截断处理门限, $\max(|x|)$ 为未截断的数据序列中个数据幅值的最大值。

[0102] 通过上述公式1和2,可保证步骤S103形成的增量数据的幅值不大于截断处理门限 T_{Hcut} (将公式2变形为 $\max(|x|) - T_h - \beta < T_{Hcut}$)。

[0103] 需要说明的是,本发明实施例涉及的各项阈值参数,包括已提及的第一阈值、第二阈值、截断处理门限,和后面将要提及的第三阈值,均大于零。

[0104] 通过采用上述标记方法和增量数据的生成方法,在解压缩时,只要从压缩后的数据序列(放置了增量数据后的经过标记的截断后的数据序列)中将增量数据与经过标记的截断后的数据序列分开,即可判断经过标记的截断后的数据序列中,幅值大于第一阈值或等于截断处理门限的数据,为标记的被截断的数据。然后根据增量数据对对应的截断后的数据进行恢复,即得到解压缩后的数据。

[0105] 可选地,在标记方式1中,通常第一阈值与截断处理门限的差值较小,以避免由于将被截断的数据的幅值增大到截断处理门限,导致压缩后数据位宽的过分增大,可选地,若在图1所示的压缩过程后,还经过后续处理过程,如压扩、量化,则在经过这些后续处理后,在解压缩时,能够分辨出第一阈值和截断处理门限即可。比如,表示第一阈值需要11位数据位,那么只要截断处理门限设置为,使用12位数据表示即可,只要能在解压缩时,能检测到被截断的数据增加了预设增量即可。或者,为了得到较大的压缩率,也可采用如下方法:该方法中,在图1所示的各步骤之后,还要对数据序列进行量化,若表示经过量化后的数据序列中各数据需要的数据位宽为11bit,则只要在量化过程输出时,第一阈值对应 $2^{10}-2$,截断处理门限对应 $2^{10}-1$ 即可。该方法可获得较大的数据压缩率。

[0106] 如前所述,在采用标记方式一时,对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据。这里,反向拉转的含义为:

[0107] 若该被截断的数据为正,则将对应的超出第一阈值被截断的部分减去第二阈值,作为对该被截断的数据对应的增量数据;

[0108] 若该位待压缩数据为负,则将对应的超出第一阈值被截断的部分加上第二阈值,作为该被截断的数据对应的增量数据。

[0109] 将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值的目的是尽量减小增量数据的幅值。

[0110] 标记方式二

[0111] 通过截断标记信息,标记截断后的数据序列中的各数据是否被截断,其中,截断标记信息中的一位对应被截断的数据序列中的一个数据。

[0112] 比如,步骤S101中,待压缩的数据序列中共有4096个数据,此时,为每一个数据设置一位对应的截断标记信息,用于标记该位数据是否被截断,比如:用“1”表示被截断,用“0”表示未被截断。

[0113] 在采用标记方式二时,相应地,在步骤S103形成增量数据时,可对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第三阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

[0114] 其中,第三阈值满足:第一阈值与第三阈值之和小于未截断的数据序列中各数据

幅值的最大值,且第一阈值、第三阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。即第三阈值同时满足下列两个公式:

$$[0115] \quad Th + \beta' < \max(|x|) \cdots \cdots [3]$$

$$[0116] \quad Th + \beta' + THcut \geq \max(|x|) \cdots \cdots [4]$$

[0117] 其中,上述公式中, Th 为第一阈值, β' 为第三阈值, $THcut$ 为截断处理门限, $\max(|x|)$ 为未截断的数据序列中个数据幅值的最大值。

[0118] 通过上述公式3和4,可保证步骤S103形成的增量数据的幅值不大于截断处理门限 $THcut$ (将公式4变形为 $\max(|x|) - Th - \beta' \leq THcut$)。

[0119] 采用标记方式二,与标记方式一相比,每一位需要额外的1比特数据来标识该位是否被截断,增加了数据量,但无需将被截断的数据的幅值增大到截断处理门限,可相对减小用于表示截断后的数据序列中各数据的数据位宽(比如,采用标记方式二时,由于无需增大幅值,截断处理门限可设置得相对小一些)。

[0120] 如前所述,在采用标记方式二时,对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第三阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据。这里,“反向拉转”的含义与标记方式一中,形成增量数据时使用的“反向拉转”的类似,具体为:

[0121] 若该被截断的数据为正,则将对应的超出第一阈值被截断的部分减去第三阈值,作为该被截断的数据对应的增量数据;

[0122] 若该被截断的数据为负,则将对应的超出第一阈值被截断的部分加上第三阈值,作为该被截断的数据对应的增量数据。

[0123] 以上,对本发明实施例提供的的数据压缩方法中,标记每一个被截断的数据的方法,以及形成增量数据的方法进行了说明。下面,重点解释步骤S104中,按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列的方法。

[0124] 为了解压缩端能够对采用图1所示的方法压缩后的数据进行正确的恢复,需要知道压缩后的数据中,哪些数据是增量数据,哪些数据是经过标记的被截断的数据。如果在压缩时就需要按照与解压缩端约定的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中放置各增量数据,解压缩时,按照该预订的相同的位置关系就可以区分出这两种数据,进而利用增量数据对对应的被截断的数据进行恢复。

[0125] 可选地,可采用下面表1中列出的四种位置关系中的一种,来放置增量数据:

[0126] 表1

位置关系	具体含义	对应附图
[0127] 位置关系一	各位增量数据在截断后的数据序列的前面,且各位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致	图 2A
位置关系二	各位增量数据在截断后的数据序列的后面,且各	图 2B

	位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致	
[0128]	位置关系三 各位增量数据分别在对应的被截断的数据的最后一位;	图 2C
	位置关系四 各位增量数据分别在对应的被截断的数据的前一位	图 2D

[0129] 图2A~图2D中,实线代表待压缩数据,虚线代表增量数据,以“。”为端点的数据为经过标记的截断后的数据序列中的被截断的数据。图中相同的标号用于标识增量数据与被截断的数据的对应关系。为了简单示意,该四幅图中,没有给出数据为负值的情形。实际实现时,数据可能同时存在负值和正值,也可能仅有正值。

[0130] 对于位置关系一,由于解压缩端预先知道压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的长度W(即该数据序列中包括W个数据),因此在解压缩过程中,确定压缩后的数据序列中,后W个数据为经过标记的截断后的数据序列,那么经过标记的截断后的数据序列前面的所有数据即为增量数据。

[0131] 由于在压缩时,增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致,即第一个增量数据对应第一个被截断的数据,并且通过步骤S102,可知道经过标记的截断后的数据序列中,哪些数据是被截断的数据,则根据各增量数据和对应的被截断的数据,即可还原被截断的数据,完成解压缩。

[0132] 对于位置关系二,原理与位置关系一类似,区别在于增量数据放在经过标记的截断后的数据序列后面,而不是前面,重复之处不再赘述。

[0133] 对于位置关系三和位置关系四,可选地,在步骤S104中,按照与解压缩端约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,包括:

[0134] 按照与解压缩端约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,相对于每一个标记的被截断的数据的位置,放置对应的增量数据。

[0135] 下面,参考图2C说明位置关系三。

[0136] 如图2C所示,压缩前的数据序列长度为10,在数据压缩过程中,通过步骤S102,标记第1、5、9数据为被截断的数据,在解压缩时,根据步骤S102中的标记,可确定压缩后的数据序列中,第一个数据为被截断的数据,其后紧跟着的数据为该被截断的数据对应的增量数据,用该增量数据还原该被截断的数据,得到解压缩后的数据。由于增量数据在压缩后的数据序列中占了一位,那么确定压缩后的数据序列中的第6个数据(而不是第5个数据)为被截断的数据,则该数据后紧跟着的数据为该被截断的数据对应的增量数据,用该增量数据还原该被截断的数据,得到解压缩后的数据,以此类推,可还原所有的被截断的数据。

[0137] 对于位置关系四,原理与位置关系三类似,区别在于增量数据放在对应的被截断的数据的前一位,重复之处不再赘述。

[0138] 可选地,本发明实施例提供的数据压缩方法中,截断处理门限是根据待压缩数据

的幅值最大值、预设数据压缩的压损率以及解压缩后的信噪比确定的。

[0139] 可选地,在步骤S104后,将步骤S104得到的新的数据序列进行量化,得到量化后的数据序列,其中,可选地,量化后的数据序列的信噪比不小于预设的信噪比阈值,量化的量化位宽是根据该预设的信噪比阈值确定的。

[0140] 进一步可选地,在将数据序列进行量化之前,将步骤S104得到的新的数据序列进行压扩变换,以降低压缩后的数据序列的信号峰均比,然后再对压扩变换后的数据序列进行量化。

[0141] 通过压扩变换,可使压扩变换后的数据趋于均匀分布。当采用多个分段的压扩函数进行压扩时,可实现将压扩前的幅值小的数据变大,幅值大的数据变小,降低了数据序列的峰均比,可进一步降低的数据序列的位宽。

[0142] 以上,对本发明实施例提供的数据压缩方法进行了详细介绍,下面,将对本发明实施例提供的数据解压缩方法加以介绍。由于解压缩过程是压缩过程的逆过程,因此本发明实施例提供的数据压缩方法中,在截断后的数据序列中标记各被截断的数据,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据的原理同样适用于本发明实施例提供的数据解压缩方法,因此重复之处不再赘述。

[0143] 图3为本发明实施例提供的数据解压缩方法的流程图。如图3所示,该方法包括:

[0144] S301:按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,从压缩的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据分别对应的增量数据;

[0145] S302:用各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列;

[0146] 其中,经过标记的被截断的数据是压缩端对待压缩的数据序列中幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,并将被截断的数据进行标记后得到的;增量数据是压缩端对于被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后形成的,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值。

[0147] 在本发明实施例提供的数据解压缩的方法中,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系同样包括表1中所示的四种位置关系。数据解压缩时采用与压缩端预定的相同的位置关系从压缩的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据分别对应的增量数据。

[0148] 对于表1中列出的位置关系一和位置关系二,步骤S301中,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据,包括:

[0149] 从压缩后的数据序列中确定被截断的数据序列;在被截断的数据序列中,确定幅值大于第一阈值的数据为各个经过标记的被截断的数据。

[0150] 若步骤S301中,压缩的数据序列是经过步骤S104按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据后,形成新的数据序列,则在数据解压缩时,在步骤S301中,可确定判断后在数据压缩过程中,被截断的数据序列中,幅值等于截断处理门限的数据为各个经过标记的被截断的数据;

[0151] 若步骤S301中,压缩的数据序列是在步骤S104后,又经过了量化的数据序列,则解压缩时收到的压缩的数据序列中各数据的幅值会微调,在解压缩时,可确定在被截断的数

据序列中,幅值大于第一阈值的数据即为各个经过标记的被截断的数据。

[0152] 综上,一种判断方法即为:在被截断的数据序列中,确定幅值大于第一阈值的数据为各个经过标记的被截断的数据。

[0153] 分别地,对于位置关系一,从压缩后的数据序列中确定每一个被截断的数据分别对应的增量数据,包括:

[0154] 确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的前面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据;

[0155] 对于位置关系二,从压缩后的数据序列中确定每一个被截断的数据分别对应的增量数据,包括:

[0156] 确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的后面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据。

[0157] 对于如何从压缩后的数据序列中,确定经过标记的截断后的数据序列的方法,可参见本发明实施例提供的数据压缩方法中相应的描述,这里不再赘述。

[0158] 对于位置关系一和位置关系二,步骤S302中,用各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列,包括:

[0159] 将各经过标记的被截断的数据的幅值增大到第一阈值与第二阈值之和,之后分别叠加对应的增量数据,得到解压缩后的数据序列;

[0160] 其中,第二阈值为在压缩端,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据时,采用的第二阈值;

[0161] 第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0162] 对于表1中列出的位置关系三和位置关系四,步骤S301中,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据,包括:

[0163] 根据用于标记被截断的数据序列中各数据是否被截断的截断标记信息,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据;其中,截断标记信息位每一位对应被截断的数据序列中的一位数据;

[0164] 分别地,对于位置关系三,从压缩后的数据序列中确定每一个被截断的数据分别对应的增量数据,包括:确定每一位被截断的数据的后一位数据为该被截断的数据对应的增量数据;

[0165] 对于位置关系四,从压缩后的数据序列中确定每一个被截断的数据分别对应的增量数据,包括:确定每一位被截断的数据的前一位数据为该被截断的数据对应的增量数据。

[0166] 对于位置关系三和位置关系四,步骤S302中,用各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列,包括:

[0167] 将各经过标记的被截断的数据的幅值增大到第一阈值与第三阈值之后,之后分别叠加对应的增量数据,得到解压缩后的数据序列;

[0168] 其中,第三阈值为在压缩端,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第三阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据时,采用的第三阈值;

[0169] 第三阈值满足:第一阈值与第三阈值之和小于压缩端待压缩的数据序列中各数据

幅值的最大值,且第一阈值、第三阈值与截断处理门限之和大于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0170] 本发明实施例提供的数据解压缩的方法中,第一阈值、第二阈值、第三阈值、截断处理门限的含义、作用、取值范围的限制与本发明实施例提供的数据压缩方法中对应的参数的相同。

[0171] 可选地,若压缩端在数据压缩后,对压缩后的数据序列进行了压扩变换,则在从压缩后的数据序列中分别确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据对应的增量数据之前,对压缩后的数据序列进行压缩端压扩变换的逆变换。

[0172] 以上介绍了本发明实施例提供的数据压缩方法和数据解压缩方法。下面将介绍本发明实施例提供的数据压缩装置和数据解压缩装置。其中,数据压缩装置的发明构思与数据压缩方法相同;数据解压缩装置的发明构思与数据解压缩方法相同,重复之处不再赘述。

[0173] 图4是本发明实施例提供的数据压缩装置的结构示意图。如图4所示,该装置包括:

[0174] 截断处理模块401,用于对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;

[0175] 标记模块402,用于在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;

[0176] 增量数据生成模块403,用于对每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;

[0177] 数据组合模块404,用于按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成新的数据序列。

[0178] 可选地,标记模块402具体用于:将各位被截断的数据的幅值增大到截断处理门限;

[0179] 增量数据生成模块403具体用于:对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

[0180] 其中,第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0181] 或者,标记模块402具体用于:通过截断标记信息,标记截断后的数据序列中的各数据是否被截断,其中,截断标记信息中的一位对应被截断的数据序列中的一个数据;

[0182] 增量数据生成模块403具体用于:对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第三阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;

[0183] 其中,第三阈值满足:第一阈值与第三阈值之和小于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第三阈值与截断处理门限之和大于未截断的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0184] 可选地,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

[0185] 各位增量数据在截断后的数据序列的前面,且各位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致;或

[0186] 各位增量数据在截断后的数据序列的后面,且各位增量数据的前后顺序与对应的

被截断的数据的前后顺序一致。

[0187] 或者,各位增量数据分别在对应的被截断的数据的后一位;或各位增量数据分别在对应的被截断的数据的前一位;

[0188] 此时,数据组合模块404具体用于:按照与解压缩端约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,相对于每一个标记的被截断的数据的位置,放置对应的增量数据。

[0189] 可选地,截断处理门限是根据数据序列压缩前的幅值最大值、预设数据压缩的压损率确定的。

[0190] 可选地,本发明实施例提供的数据压缩装置还包括量化模块,用于将所述数据组合模块形成的压缩后的数据序列进行量化,得到量化后的数据序列。

[0191] 可选地,该装置还包括:压扩变换模块,连接与所述数据组合模块和所述量化模块之间,用于将所述数据组合模块形成的压缩后的数据序列进行压扩变换,以降低所述截断处理后的数据的信号峰均比,并将压扩变换后的数据序列发给所述量化模块。

[0192] 图5是本发明实施例提供的数据解压缩装置的结构示意图。如图5所示,该装置包括:

[0193] 数据分解模块501,用于按照与约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据分别对应的增量数据;

[0194] 数据恢复模块502,用于用所述数据分解模块确定的各位增量数据,分别对对应的经过标记的被截断的数据进行恢复,得到解压缩后的数据序列;

[0195] 其中,经过标记的被截断的数据是压缩端对待压缩的数据序列中幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,并将被截断的数据进行标记后得到的;增量数据是压缩端对于被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后形成的,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值。

[0196] 可选地,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

[0197] 各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的前面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致;或

[0198] 各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的后面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致。

[0199] 对应于上述两种位置关系,数据分解模块501具体用于:

[0200] 在从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据时,从压缩后的数据序列中确定经过标记的截断后的数据序列;在经过标记的截断后的数据序列中,确定幅值大于第一阈值的数据为各个经过标记的被截断的数据;

[0201] 在从压缩后的数据序列中确定和每一个被截断的数据分别对应的增量数据时,

[0202] 当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的截断后的数据序列的前面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致时,则确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的前面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据;

[0203] 当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的截

断后的数据序列的后面,且前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致时,则确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的后面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据。

[0204] 对应于上述两种位置关系,数据恢复模块502具体用于:

[0205] 将各经过标记的被截断的数据的幅值增大到第一阈值与第二阈值之和,之后分别叠加对应的增量数据,得到解压缩后的数据序列;

[0206] 其中,第二阈值为在压缩端,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据时,采用的第二阈值;

[0207] 第二阈值满足:第一阈值与第二阈值之和小于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第二阈值与截断处理门限之和大于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0208] 可选地,增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,包括:

[0209] 各位增量数据在经过标记的被截断的数据的后一位;或

[0210] 各位增量数据在经过标记的被截断的数据的前一位。

[0211] 对应于这两种位置关系,数据分解模块501具体用于:

[0212] 在从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据时,根据用于标记被截断的数据序列中各数据是否被截断的截断标记信息,从压缩后的数据序列中确定各个经过标记的被截断的数据;其中,截断标记信息位每一位对应被截断的数据序列中的一位数据;

[0213] 在从压缩后的数据序列中确定和每一个被截断的数据分别对应的增量数据时,

[0214] 当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的被截断的数据的后一位时,确定每一位被截断的数据的后一位数据为该被截断的数据对应的增量数据;

[0215] 当增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为:各位增量数据在经过标记的被截断的数据的前一位时,确定每一位被截断的数据的前一位数据为该被截断的数据对应的增量数据。

[0216] 对于这两种位置关系,数据恢复模块502具体用于:

[0217] 将各经过标记的被截断的数据的幅值增大到第一阈值与第三阈值之后,之后分别叠加对应的增量数据,得到解压缩后的数据序列;

[0218] 其中,第三阈值为在压缩端,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第三阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据时,采用的第三阈值;

[0219] 第三阈值满足:第一阈值与第三阈值之和小于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值,且第一阈值、第三阈值与截断处理门限之和大于压缩端待压缩的数据序列中各数据幅值的最大值。

[0220] 可选地,若压缩端在数据压缩后,对压缩后的数据序列进行了压扩变换,则本发明实施例提供的数据解压缩装置还包括:

[0221] 逆压扩变换模块,用于在所述数据分解模块从压缩后的数据序列中分别确定各个经过标记的被截断的数据和每一个被截断的数据对应的增量数据之前,对压缩后的数据序列进行压缩端压扩变换的逆变换。

[0222] 以上对本发明实施例提供的数据压缩、解压缩方法和装置进行了详细说明。下面，介绍应用了本发明实施例提供的上述方法的通信设备中的数据处理方法和系统构成。

[0223] 在通信设备中，对数据的处理可能由多个芯片，甚至多个独立的硬件装置完成，那么数据处理过程的中间数据就可能在多个芯片，甚至多个硬件装置之间传输。若在通信系统中，采用本发明实施例提供的上述数据压缩、解压缩方法及装置，可实现减小芯片，甚至多个硬件装置之间传输的数据带宽。

[0224] 下面，以OFDM通信设备为例加以详细说明。

[0225] 图6为常见的OFDM通信系统的原理图。如图6所示，该系统包括：

[0226] 在发送端的星座映射模块601、OFDM调制模块602、数模转换及模拟前端模块603；

[0227] 在接收端的模拟前端及模数转换模块613、OFDM解调模块612及星座解映射模块611。

[0228] 发送端，星座映射前的信号S经过星座映射模块601星座映射（如正交振幅调制（Quadrature Amplitude Modulation, QAM），或多进制数字相位调制multiple phase shift keying, MPSK）后，形成频域信息数据X；OFDM调制模块602采用OFDM调制技术，通过逆快速傅立叶变换（Inverse Fast Fourier Transform, IFFT）频域信息数据X调制在多个子载波上，得到时域信号x，并经过数模转换及模拟前端模块603处理后，经由信道发送给接收端。

[0229] 其中，时域信号x与频域信息数据X的关系式如下：

[0230]
$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{j2\pi kn/N}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1$$
 [5]

[0231] 其中，N为频域信息数据X的序列长度。

[0232] 接收端，接收端进行反向操作，模拟前端及模数转换模块613对接收的信号进行处理后，形成数字时域信号x'，再经过OFDM解调模块612的快速傅里叶变换（Fast Fourier Transform, FFT）运算，形成信号频域信息数据X，最终经过星座解映射模块611的处理，形成星座解映射后的信号S。

[0233] 可选地，若图6中所示的通信系统为LTE通信系统，则

[0234] 在下行通信链路方向（基站向终端侧发送信号），图6中信道左边的各模块可位于基站中，信道右边的各模块可位于用户设备中；

[0235] 在上行通信链路方向（终端向基站发送信号），图6中信道左边的各模块可位于用户设备中，信道右边的各模块可位于基站中。

[0236] 如背景技术中所描述的，OFDM通信系统的一个突出的问题是，经过OFDM调制后的时域数字信号x的峰均比很大，使得时域数字信号x的速率比原始信息速率大很多。

[0237] 参见图6，在发送端，若OFDM调制模块602和数模转换及模拟前端模块603位于不同的芯片，则在该不同芯片之间传输OFDM时域数字信号x时，占用的带宽比较大；若OFDM调制模块602和数模转换及模拟前端模块603位于不同的硬件装置，则在该不同硬件装置之间传输OFDM时域数字信号x时，占用的带宽比较大。

[0238] 在接收端，同理，若OFDM解调模块612和模拟前端及模数转换模块613位于不同的芯片，则在该不同芯片之间传输OFDM时域数字信号x时，占用的带宽比较大；若OFDM解调模

块612和模拟前端及模数转换模块613位于不同的硬件装置,则在该不同硬件装置之间传输OFDM时域数字信号 x 时,占用的带宽比较大。

[0239] 一种可能的情况是,在LTE系统中,为了降低设备成本,提高组网速率,通常采用射频拉远技术,将基站分为室内基带处理单元(Building BaseBand Unit, BBU)和射频拉远单元(Radio Remote Unit, RRU),两者之间采用光纤或电缆等连接。如上所述,由于OFDM时域数字信号的高峰均比,使得BBU和RRU之间的数据传输带宽较高,传输效率较低。

[0240] 有鉴于此,如图7所示,本发明实施例提供的一种通信设备包括:

[0241] 第一数据处理模块701,用于将接收的数据通过本发明实施例提供的数据压缩方法压缩后,发给第二数据处理模块702;

[0242] 第二数据处理模块702,用于采用本发明实施例提供的、与第一数据处理模块701采用的数据压缩方法对应的数据解压缩方法,将从第一数据处理模块701接收的压缩后的数据解压缩;

[0243] 其中,第一数据处理模块701与第二数据处理模块702位于不同的芯片或不同的硬件装置中。

[0244] 下面,举例说明第二数据处理模块702采用与第一数据处理模块701采用的数据压缩方法对应的数据解压缩方法的含义:

[0245] 比如:第一数据处理模块701采用本发明实施例提供的数据压缩方法中的标记方式一,在截断的数据序列中,标记每一个被截断的数据;对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;增量数据与对应的被截断的数据的位置关系为表1中的位置关系一,则

[0246] 第二数据处理模块702采用本发明实施例提供的数据解压缩方法对接收的压缩后的数据解压缩,确定经过标记的截断后的数据序列中,幅值大于第一阈值或等于截断处理门限的数据,为标记的被截断的数据;确定在压缩后的数据序列中,经过标记的截断后的数据序列的前面的各数据为增量数据,并在确定的各增量数据中依次确定每一个被截断的数据对应的增量数据;将各经过标记的被截断的数据的幅值增大到第一阈值与第二阈值之和,之后分别叠加对应的增量数据,得到解压缩后的数据序列。

[0247] 再比如,第一数据处理模块701对数据进行图1所示的压缩处理后,再进行压扩变换,之后量化;则第二数据处理模块702在解压缩时,则首先将压缩数据进行逆压扩变换,逆压扩变换中采用第一数据处理模块701在压扩变换中使用的压扩变换函数的反函数进行;之后采用图3所示的方法逆压扩变换后的数据序列解压缩。

[0248] 只有当第二数据处理模块702解压缩的方法对应于第一数据处理模块701的压缩方法,才能正确还原数据。

[0249] 可选地,通信设备为基站或用户设备。

[0250] 可选地,当通信设备为基站时,第一数据处理模块701位于基站的BBU中,第二数据处理模块702位于基站的RRU中(对应下行通信链路);或第一数据处理模块701位于基站的RRU中,第二数据处理模块702位于基站的BBU中(对应上行通信链路)。

[0251] 当基站应用于图6所示的OFDM通信系统中时,

[0252] 对于下行通信链路,如图8所示,第一数据处理模块701位于OFDM调制模块602之后,将OFDM调制后的数字时域信号 x 进行压缩,其中,星座映射模块601、OFDM调制模块602和

第一数据处理模块701位于基站的BBU内;压缩后的信号首先经过第二数据处理模块702解压缩后,发给数模转换及模拟前端模块603,经其处理后通过信道发送给用户设备,其中,第二数据处理模块702和数模转换及模拟前端处理模块603位于基站的RRU内。

[0253] 对于上行通信链路,如图9所示,第一数据处理模块701位于模拟前端及模数转换模块613之后,将该模块处理后的数字时域信号 x' 进行压缩,其中,模拟前端及模数转换模块613和第一数据处理模块701位于RRU内;压缩后的信号首先经过第二数据处理模块702解压缩后,发给OFDM解调模块612解调后,送给星座解映射模块611处理。其中,第二数据处理模块702、OFDM解调模块612和星座解映射模块基站的BBU内。

[0254] 对于图6所示的OFDM系统中的用户设备,其上行通信链路上同样也包括星座映射模块601,OFDM调制模块602,数模转换及模拟前端模块603,其下行通信链路上同样也包括模拟前端及模数转换模块613、OFDM解调制模块612和星座解映射模块611。

[0255] 若其OFDM调制模块602和数模转换及模拟前端模块603位于不同的芯片,则其也可以采用图8所示的结构对数字时域信号 x 进行压缩和解压缩处理,与基站不同的是,第二数据处理模块702与数模转换及模拟前端模块613位于用户设备的同一个芯片上,而第一数据处理模块701,OFDM调制模块602位于用户设备的另一个芯片上,可选地,星座映射模块601可与OFDM调制模块602位于同一个或不同芯片上。

[0256] 对于图6所示的OFDM系统中的用户设备,其下行通信链路上同样也包括星座解映射模块611,OFDM解调制模块612,模拟前端及模数转换模块613。

[0257] 若其OFDM解调制模块612和模拟前端及模数转换模块613位于不同的芯片,则其也可以采用图9所示的结构对数字时域信号 x 进行压缩和解压缩处理,与基站不同的是,第一数据处理模块701与模拟前端及模数转换模块613位于用户设备的同一个芯片上;而第二数据处理模块702,OFDM解调制模块612位于用户设备的另一个芯片上,可选地,星座解映射模块611与OFDM解调制模块612位于用户设备的同一个或不同芯片上。

[0258] 下面,结合实施例一对本发明实施例的数据压缩、数据解压缩的过程举例说明。

[0259] 实施例一

[0260] 实施例一是一种可以实现较大压缩比的有损压缩的方案,若压缩前OFDM数字时域信号的信噪比(Signal to Noise Ratio)为65dB,解压缩后OFDM数字时域信号的SNR保持在55dB以上,对于 N 个子载波的OFDM系统而言,压缩和解压缩的运算量之和低于 N 点IFFT运算量。使得在相同带宽下能传输更多的数据,从而提高数据传输速率。

[0261] 为实现上述目的,实施例一结合了光纤传输的准确性、信号的分布特性及压缩扩展变换技术等,以实现具有较大压缩比和较高的输出SNR。

[0262] 实施例一中,如图10所示,实施例一的过程包括压缩过程和解压缩过程,其中,压缩过程包括步骤S1001截断运算、步骤S1002压扩变换和步骤S1003量化三个步骤;解压缩过程包括:步骤S1004逆压扩变换和步骤S1005截断还原两个步骤。

[0263] 在压缩过程中,OFDM数字时域信号序列 x 经过步骤S1001截断运算后,生成序列 x_1 ,序列 x_1 经过步骤S1002压扩变换后生成序列 x_2 ,序列 x_2 再经过步骤S1003量化生成最终的压缩后的序列 y ;

[0264] 在解压缩过程中,压缩后的序列 y 经过步骤S1004逆压扩变换后生成序列 x_1' ,序列 x_1' 经过步骤S1005截断还原后,得到解压缩后的序列 x' 。

[0265] 下面,分别对上述各步骤进行详细说明。

[0266] 一、步骤S1001截断运算

[0267] 首先,对数据序列中每一个幅值大于第一阈值的数据,将超出第一阈值的部分截断,将被截断的各数据连同未被截断的各数据一起形成截断后的数据序列;

[0268] 然后,在截断后的数据序列中,标记每一个被截断的数据;

[0269] 接下来,对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分进行幅值变换后,形成该被截断的数据对应的增量数据,其中增量数据的幅值不大于截断处理门限,截断处理门限不小于第一阈值;

[0270] 最后,按照约定的增量数据与对应的被截断的数据的位置关系,在经过标记的截断后的数据序列中,放置各增量数据,形成截断运算的数据序列。

[0271] 其中,将各位被截断的数据的幅值增大到截断处理门限,在截断后的数据序列中标记各被截断的数据;对于每一个被截断的数据,将超出第一阈值被截断的部分反向拉转第二阈值后,形成该被截断的数据对应的增量数据;各位增量数据在截断后的数据序列的后面,且各位增量数据的前后顺序与对应的被截断的数据的前后顺序一致。

[0272] 其中,上述截断运算过程中的各参数分别用以下符号表示:

[0273] x:待压缩的数据序列(由N个采样点组成的OFDM时域信号序列);

[0274] Th:第一阈值;

[0275] 截断处理门限:Th+Δ,其中,Th为第一阈值,Δ为预设增量;

[0276] β:第二阈值;

[0277] 具体地,如图11所示,步骤S1001包括如下子步骤:

[0278] S1101:对OFDM时域信号序列x中幅值超过第一门限Th的采样点进行截断(截断后幅值为Th);

[0279] S1102:在被截断的位置保留一个常数±(Th+Δ)(即符号不变,幅值为Th+Δ);

[0280] S1103:超过±Th的部分减去一个常数±β(即对于大于零的x(i),减去Th后再减去β;对于小于零的x(i),加上Th后,再加上β)后,按顺序添加到输出序列的末尾,得到幅度都落在[-(Th+Δ),(Th+Δ)]之间的序列x₁;

[0281] 其中,要求选择的β能满足:

[0282] $0 < \max(|x|) - \beta - Th \leq Th + \Delta \dots\dots\dots [6]$

[0283] 得到的序列x₁由下式表示:

[0284]
$$x_1(i) = \begin{cases} x(i) & |x(i)| \leq Th \\ \text{sign}(x(i)) * (Th + \Delta) & |x(i)| > Th \end{cases} \quad 1 \leq i \leq N$$

$$x_1(N+j) = x(i) - \text{sign}(x(i)) * (Th + \beta) \quad |x(i)| > Th, 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq J \dots\dots\dots [7]$$

[0285] 式中,j是与超过阈值±Th的采样点经过截断处理后排在输出序列x₁中的顺序索引,J为被截断的采样点的总个数;sign(x(i))表示对x(i)取符号,若x(i)>0,则sign(x(i))=1;若x(i)<0,则sign(x(i))=-1。

[0286] 具体地,可根据OFDM时域信号的功率均方根值σ设上述各参数。OFDM时域信号幅度呈现类似高斯分布的特性,且均值为0,幅度落在[-2σ,2σ]区间的采样点比例占到了95%以上,幅度落在[-4σ,4σ]区间的采样点比例占到了99%以上。因此可以将Th设为2σ,Δ设为0.06σ,β设为1.4σ。由此,需要截断的采样点的数量J不会超过总数量N的5%。

[0287] 图12为截断前的一组OFDM时域信号x的幅度示意图,图13为对该组OFDM时域信号x进行步骤S1101~S1103的截断处理后输出信号x1的幅度示意图。

[0288] 二、步骤S1002压扩变换

[0289] 步骤S1002中,采用多个分段(比如:16个分段)线性化的非线性变换对执行步骤S1001得到的长度为N+J的截断输出序列x1的各个采样点依次进行处理,得到压扩变换后的序列x2,序列经过压扩变换后,其分布趋于均匀分布。

[0290] 比如:可以采用如下的16个分段的压扩函数进行压扩变换:

$$\begin{aligned}
 & \begin{matrix} 1.72|x| & |x| < 0.25\sigma \\ 1.53(|x| - 0.25\sigma) + 0.43\sigma & 0.25\sigma \leq |x| < 0.5\sigma \\ 1.39(|x| - 0.5\sigma) + 0.81\sigma & 0.50\sigma \leq |x| < 0.75\sigma \\ 1.27(|x| - 0.75\sigma) + 1.16\sigma & 0.75\sigma \leq |x| < 1.00\sigma \\ 1.17(|x| - 1.0\sigma) + 1.48\sigma & 1.00\sigma \leq |x| < 1.25\sigma \\ 1.08(|x| - 1.25\sigma) + 1.77\sigma & 1.25\sigma \leq |x| < 1.50\sigma \\ 1.00(|x| - 1.5\sigma) + 2.04\sigma & 1.50\sigma \leq |x| < 1.75\sigma \\ 0.94(|x| - 1.75\sigma) + 2.29\sigma & 1.75\sigma \leq |x| < 2.00\sigma \\ 0.88(|x| - 2.0\sigma) + 2.52\sigma & 2.00\sigma \leq |x| < 2.25\sigma \\ & \dots\dots\dots [8] \end{matrix} \\
 [0291] \quad y = &
 \end{aligned}$$

[0292] 上述公式表示的压扩曲线与直线y=x的对比图如图14所示,该压扩函数对应于步骤S1001的截断运算中,Th设为2σ,Δ设为0.06σ,β设为1.4σ。

[0293] 三、步骤S1003量化

[0294] 对压扩变换后的序列x2进行量化用少于x位宽的比特数(比如q个比特)进行线性量化,得到最终压缩后的信号序列y;

[0295] 其中,q越小,则压缩比越大,但SNR会下降得越多,需要根据SNR需求确定q。比如:对于14bit输入信号,可用9bit量化压扩后的序列,在解压后仍可以得到55dB的SNR。

[0296] 四、步骤S1004逆压扩变换

[0297] 解压缩过程中,首先需要将输入的已压缩的长度为N+J的信号序列y中的各个采样点逐一进行逆压扩变换,还原成压扩前的截断信号序列x1'。逆压扩变换通过压扩变换中的压扩变换函数的反函数进行。例如对应上述公式8中给出的压扩变换函数,其反函数如下:

$$\begin{aligned}
 & \begin{matrix} 0.58|x| & |x| < 0.43\sigma \\ 0.65(|x| - 0.43\sigma) + 0.25\sigma & 0.43\sigma \leq |x| < 0.81\sigma \\ 0.72(|x| - 0.81\sigma) + 0.5\sigma & 0.81\sigma \leq |x| < 1.16\sigma \\ 0.79(|x| - 1.16\sigma) + 0.75\sigma & 1.16\sigma \leq |x| < 1.48\sigma \\ 0.85(|x| - 1.48\sigma) + 1.00\sigma & 1.48\sigma \leq |x| < 1.77\sigma \\ 0.93(|x| - 1.77\sigma) + 1.25\sigma & 1.77\sigma \leq |x| < 2.04\sigma \\ 1.00(|x| - 2.04\sigma) + 1.5\sigma & 2.04\sigma \leq |x| < 2.29\sigma \\ 1.06(|x| - 2.29\sigma) + 1.75\sigma & 2.29\sigma \leq |x| < 2.52\sigma \\ 1.14(|x| - 2.52\sigma) + 2.00\sigma & 2.52\sigma \leq |x| < 2.74\sigma \\ & \dots\dots [9] \end{matrix} \\
 [0298] \quad y = &
 \end{aligned}$$

[0299] 五、步骤S1005截断还原

[0300] 截断还原是对步骤S1004逆压扩变换输出的长度为N+J的信号序列x1'进行与截断相反的操作,还原出长度为N的截断前的序列x'。

[0301] 具体地,步骤S1005截断还原过程中,首先,取出输入序列x1'前面的N个数据,后面将剩下J个数据;

[0302] 然后,在前面的N个数据中,判别其绝对值|x1(i)'|与常数Th的关系。如果|x1(i)'|

$\leq Th$, 则 $x(i)' = x_1(i)'$; 如果 $|x_1(i)'| > Th$ (此时考虑步骤 S1403 量化的影响), 则说明这个采样点在压缩过程中经过截断处理, 在剩下的 J 个数据中按顺序找出相应的数据点 $x_1(N+j)'$, 叠加到常数 $\text{sign}(x_1(i)') * (Th + \beta)$ 上, 得到 $x(i)' = \text{sign}(x_1(i)') * (Th + \beta) + x_1(N+j)'$ 。

[0303] 得到的序列 x' 由下式表示:

$$x(i)' = \begin{cases} x_1(i)' & |x_1(i)'| \leq Th \\ \text{sign}(x_1(i)') * (Th + \beta) + x_1(N+j)' & |x_1(i)'| > Th \end{cases}, 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq J \quad \dots [10]$$

[0305] 由此可恢复出压缩前的 OFDM 信号 x , SNR 有所降低但仍处于可接受水平。

[0306] 综上, 采用本发明实施例提供的数据压缩的方法和装置, 可有效降低数据传输占用的带宽, 提高了数据传输效率, 且具有运算量小的优点, 可实现在满足一定信噪比要求的条件下降低数据传输的带宽。

[0307] 本领域内的技术人员应明白, 本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质 (包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等) 上实施的计算机程序产品的形式。

[0308] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备 (系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0309] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中, 使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品, 该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0310] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上, 使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理, 从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0311] 尽管已描述了本发明的优选实施例, 但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念, 则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以, 所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0312] 显然, 本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样, 倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内, 则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

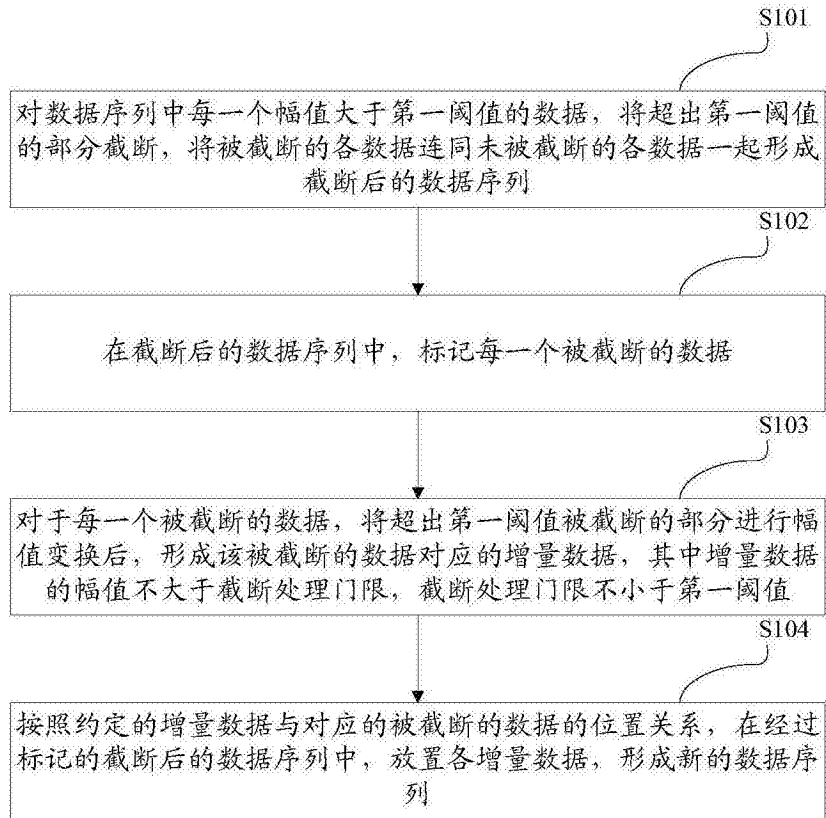


图1

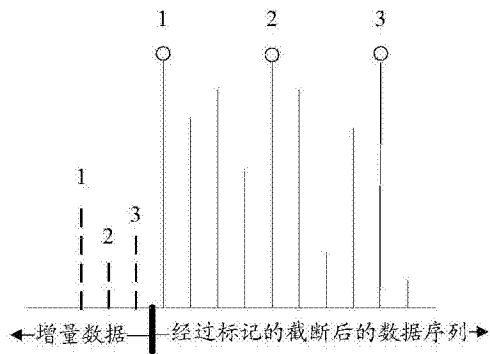


图2A

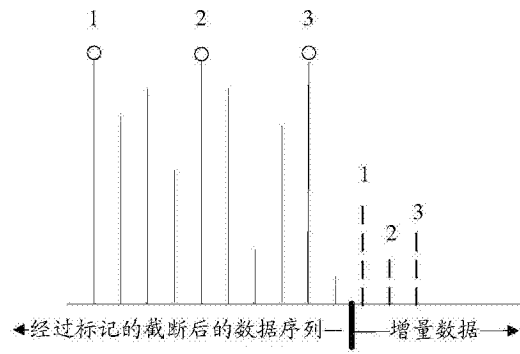


图2B

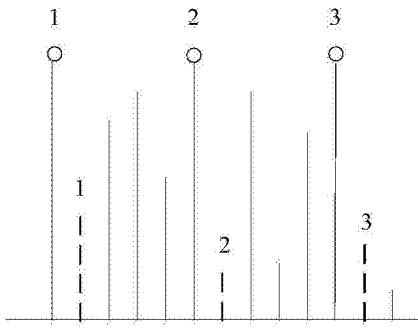


图2C

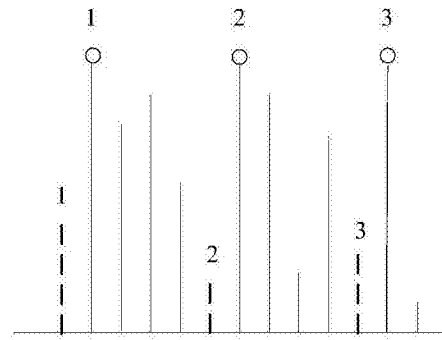


图2D

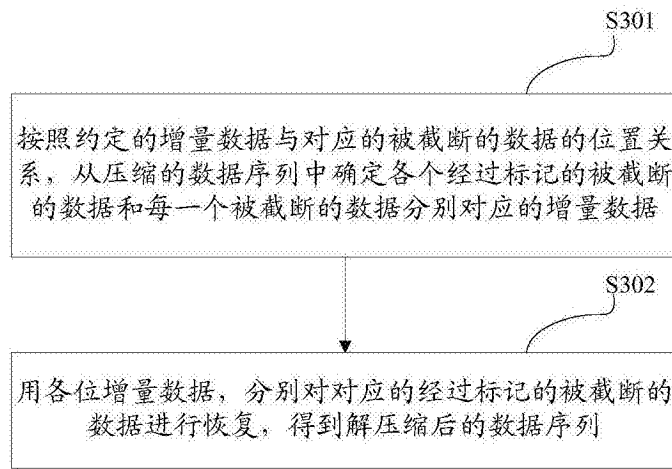


图3

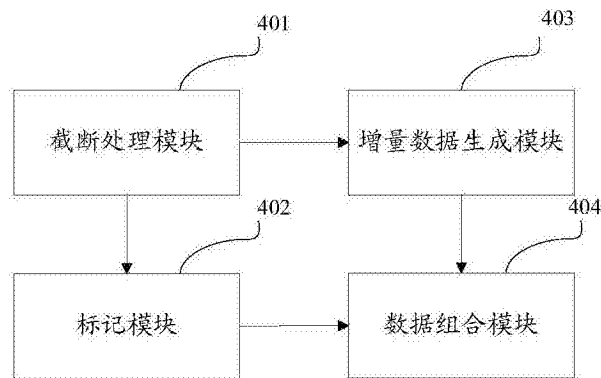


图4

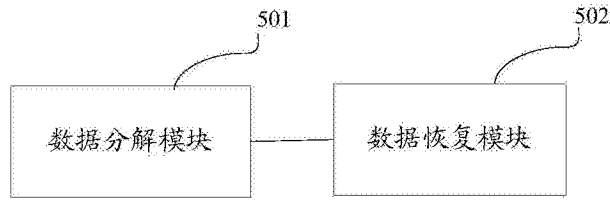


图5

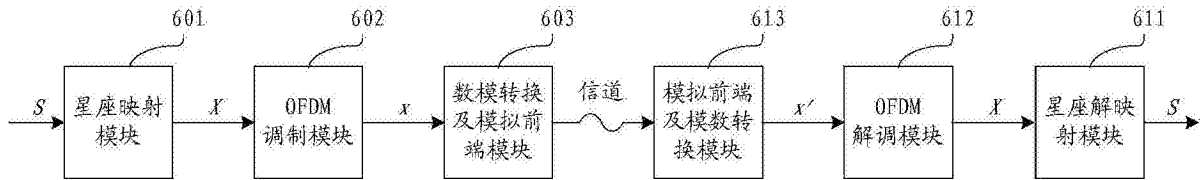


图6

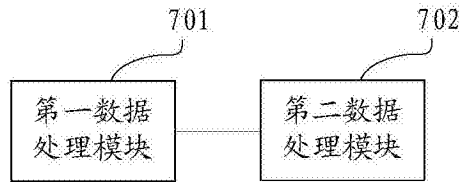


图7

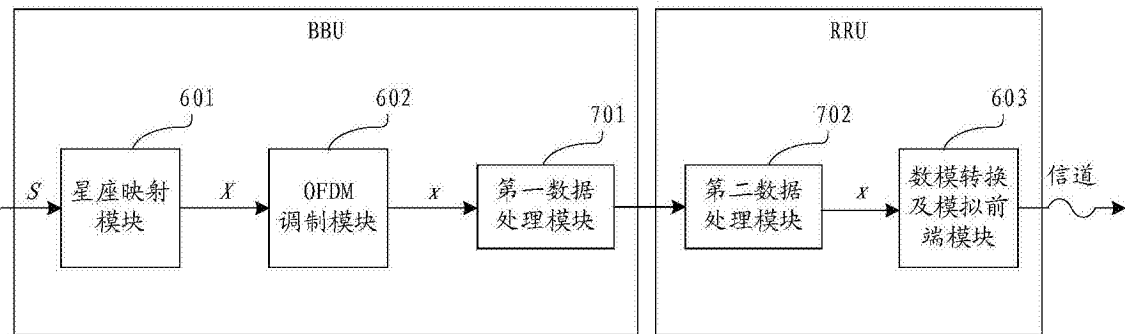


图8

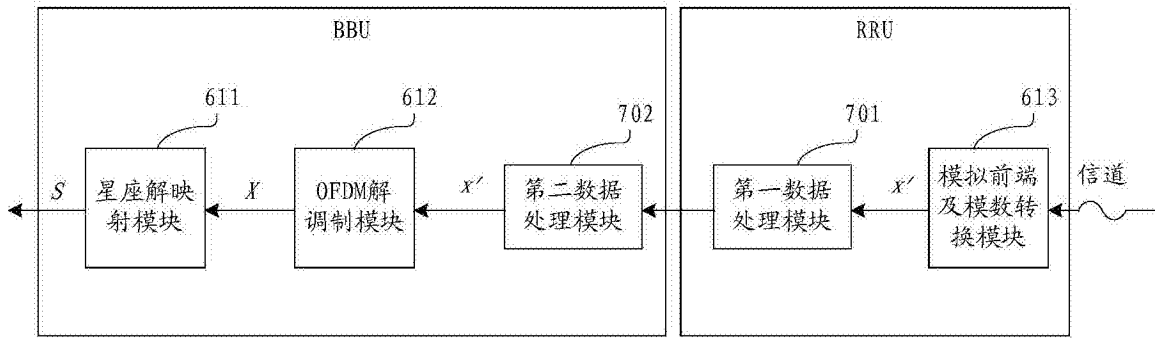


图9

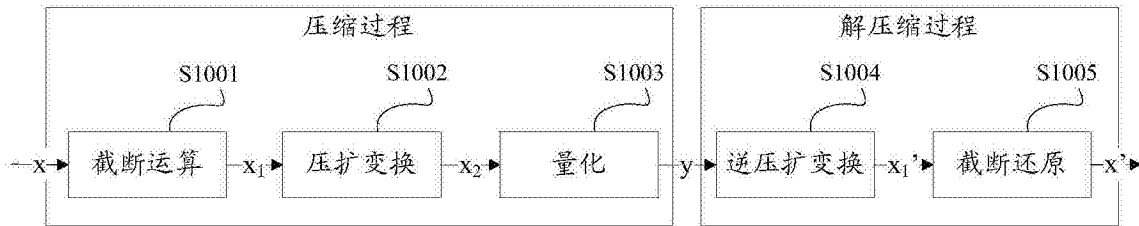


图10

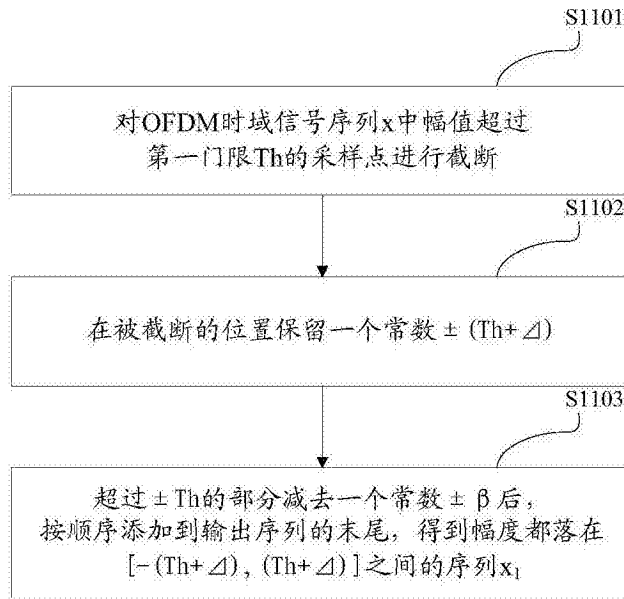


图11

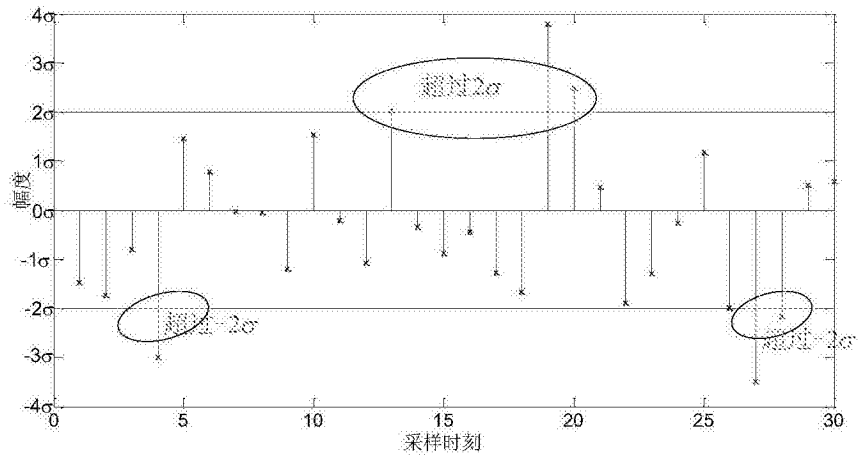


图12

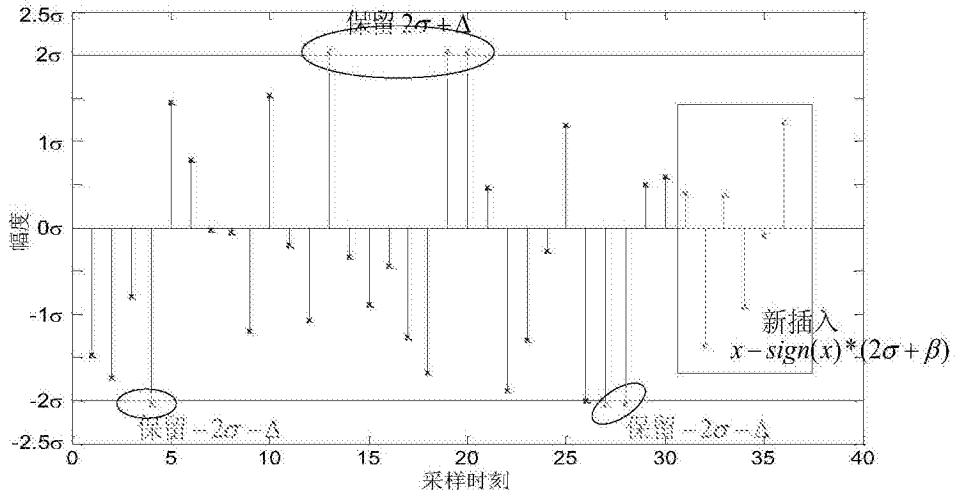


图13

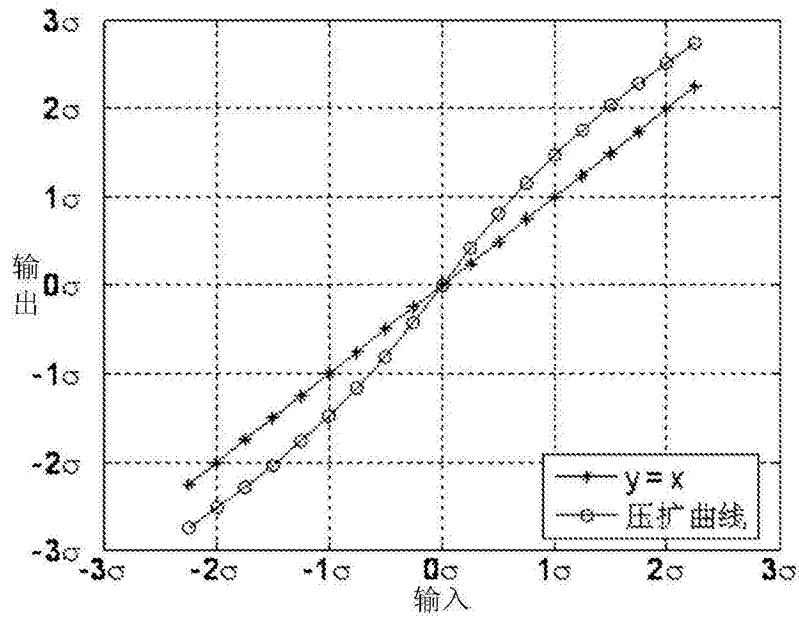


图14