



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114760176 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 24

(21) 申请号 202210293523.4

CN 109617573 A, 2019.04.12

(22) 申请日 2022.03.23

CN 111541482 A, 2020.08.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 110581819 A, 2019.12.17

申请公布号 CN 114760176 A

WO 2010149012 A1, 2010.12.29

(43) 申请公布日 2022.07.15

WO 2018191968 A1, 2018.10.25

(73) 专利权人 深圳市国电科技通信有限公司

CN 108833322 A, 2018.11.16

地址 518109 广东省深圳市龙华区大浪街

张悦敏. 光OFDM系统中的PAPR优化方案.《中国优秀硕士学位论文全文数据库(电子期刊)》.2022, (第01期), 全文.

道新石社区华联工业区13栋1层

专利权人 深圳智芯微电子科技有限公司

陈文. 基于多载波调制的中压电力线通信系统噪声抑制技术研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库(电子期刊)》.2020, (第01期), 全文.

(72) 发明人 王祥 武占侠 占兆武

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

专利代理师 邵泳城

Bo Tang et.al. A Novel Clipping-Based Method to Reduce Peak-To-Average Power Ratio of OFDM Signals.《Information and Communications Technology》.2020, 第11卷(第02期), 全文. (续)

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

H04B 3/54 (2006.01)

审查员 刘旭

(56) 对比文件

CN 106936743 A, 2017.07.07

EP 0190583 A2, 1986.08.13

CN 113008174 A, 2021.06.22

CN 112612035 A, 2021.04.06

CN 104852879 A, 2015.08.19

CN 109921826 A, 2019.06.21

权利要求书3页 说明书9页 附图3页

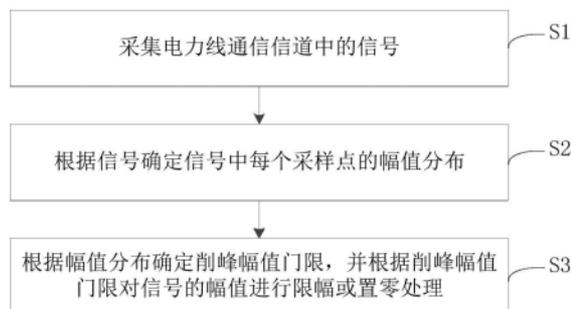
(54) 发明名称

电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法和装置、存储介质

的抗脉冲干扰性能。

(57) 摘要

本发明公开了一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法和装置、存储介质,其中,方法包括:采集电力线通信信道中的信号;根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布;根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对信号的幅值进行限幅或置零处理。由此,该方法不需要人工干预,可以根据采样点的幅值分布自适应的产生削峰幅值门限,从而对信号的幅值进行限幅或置零处理,大幅度的提高了电力线通信系统



CN 114760176 B

[接上页]

(56) 对比文件

Sandeep Kumar Vangala et.al. Analysis and comparison of clipping techniques for OFDM/QAM peak-to-average power ratio

reduction.《2015 International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology (iCATccT)》.2015, 全文.

1. 一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,其特征在于,包括:
采集电力线通信信道中的信号;
根据所述信号确定所述信号中每个采样点的幅值分布;
根据所述幅值分布确定削峰幅值门限,并根据所述削峰幅值门限对所述信号的幅值进行限幅或置零处理;

其中,根据所述信号确定所述信号中每个采样点的幅值分布,包括:
获取所述信号中每个采样点的位宽;
根据所述采样点的位宽和所述采样点的幅值确定幅值分布;
根据所述采样点的位宽和所述采样点的幅值确定幅值分布,包括:
在确定 $|r| \times N/2^{n-1}$ 大于等于 N 个计数器中首个计数器编码时,将所述计数器编码对应的计数器及超过所述计数器编码的计数器的值加1,其中, $|r|$ 表示所述采样点的幅值, n 表示所述采样点的位宽,计数器的值表示所述幅值分布。

2. 根据权利要求1所述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,其特征在于,通过下述公式对所述信号的幅值进行限幅或置零处理:

$$y = \begin{cases} r, & |r| \leq Th \\ Th \cdot e^{\arg(r)}, & Th < |r| \leq Th \cdot \mu \\ 0, & |r| > Th \cdot \mu \end{cases}$$

其中, y 表示处理后的所述信号, r 表示所述信号中采样点, $|r|$ 表示所述信号中采样点的幅值, Th 表示所述削峰幅值门限, $Th \cdot \mu$ 表示置零门限, μ 为大于1的常数, $\arg(r)$ 表示取采样点的相位。

3. 根据权利要求1所述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,其特征在于,根据所述幅值分布确定削峰幅值门限,包括:

对每个采样点的幅值分布进行计数;
按照计数顺序获取首个大于第一计数值的采样点对应的幅值,记为第一幅值,获取首次大于第二计数值的采样点对应的幅值,记为第二幅值,获取首次大于第 i 计数值的采样点对应的幅值,记为第 i 幅值,获取首次大于第 N 计数值的采样点对应的幅值,记为第 N 幅值,其中,所述第一计数值 $<$ 所述第二计数值 $<$ \dots $<$ 所述第 i 计数值 $<$ \dots $<$ 所述第 N 计数值, $1 \leq i \leq N, N=1, 2, 3, \dots$;

在确定所述第一幅值小于等于所述第二幅值乘以预设值时,将设定削峰阈值作为所述削峰幅值门限。

4. 根据权利要求3所述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,其特征在于,在确定所述第一幅值大于所述第二幅值乘以预设值时,所述方法还包括:

在所述第二幅值大于第三幅值乘以所述预设值时,将所述第二幅值作为所述削峰幅值门限, \dots , 在所述第 i 幅值大于所述第 $i+1$ 幅值乘以所述预设值时,将所述第 i 幅值作为所述削峰幅值门限;

在所述第 i 幅值小于等于所述第 $i+1$ 幅值乘以所述预设值时,将第 $i-1$ 幅值作为所述削峰幅值门限,其中, $i=2, 3, \dots, N-1$ 。

5. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,其上存储有电力线通信自适应脉冲噪声抑

制程序,该电力线通信自适应脉冲噪声抑制程序被处理器执行时实现根据权利要求1-4中任一项所述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法。

6.一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,其特征在于,包括:

信号采集模块,用于采集电力线通信信道中的信号;

幅值分布获取模块,用于根据所述信号确定所述信号中每个采样点的幅值分布;

幅值处理模块,用于根据所述幅值分布确定削峰幅值门限,并根据所述削峰幅值门限对所述信号的幅值进行限幅或置零处理;

其中,所述幅值分布获取模块根据所述信号确定所述信号中每个采样点的幅值分布,具体用于:

获取所述信号中每个采样点的位宽;

根据所述采样点的位宽和所述采样点的幅值确定幅值分布。

所述幅值分布获取模块根据所述采样点的位宽和所述采样点的幅值确定幅值分布,具体用于:

在确定 $|r| \times N/2^{n-1}$ 大于等于N个计数器中首个计数器编码时,将所述计数器编码对应的计数器及超过所述计数器编码的计数器的值加1,其中, $|r|$ 表示所述采样点的幅值,n表示所述采样点的位宽,计数器的值表示所述幅值分布。

7.根据权利要求6所述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,其特征在于,所述幅值处理模块通过下述公式对所述信号的幅值进行限幅或置零处理:

$$y = \begin{cases} r, & |r| \leq Th \\ Th \cdot e^{\arg(r)}, & Th < |r| \leq Th \cdot \mu \\ 0, & |r| > Th \cdot \mu \end{cases}$$

其中,y表示处理后的所述信号,r表示所述信号中采样点, $|r|$ 表示所述信号中采样点的幅值,Th表示所述削峰幅值门限, $Th \cdot \mu$ 表示置零门限, μ 为大于1的常数,arg(r)表示取采样点的相位。

8.根据权利要求7所述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,其特征在于,所述幅值处理模块根据所述幅值分布确定削峰幅值门限,具体用于:

对每个采样点的幅值分布进行计数;

按照计数顺序获取首个大于第一计数值的采样点对应的幅值,记为第一幅值,并获取首次大于第二计数值的采样点对应的幅值,记为第二幅值,获取首次大于第i计数值的采样点对应的幅值,记为第i幅值,获取首次大于第N计数值的采样点对应的幅值,记为第N幅值,其中,所述第一计数值<所述第二计数值<...<所述第i计数值<...<所述第N计数值, $1 \leq i \leq N, N=1, 2, 3, \dots$;

在确定所述第一幅值小于等于所述第二幅值乘以预设值时,将设定削峰阈值作为所述削峰幅值门限。

9.根据权利要求8所述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,其特征在于,所述幅值处理模块在确定所述第一幅值大于所述第二幅值乘以预设值时,还用于:

在所述第二幅值大于第三幅值乘以所述预设值时,将所述第二幅值作为所述削峰幅值门限, ..., 在所述第i幅值大于所述第i+1幅值乘以所述预设值时,将所述第i幅值作为所述

削峰幅值门限;

在所述第 i 幅值小于等于所述第 $i+1$ 幅值乘以所述预设值时,将第 $i-1$ 幅值作为所述削峰幅值门限,其中, $i=2,3,\dots,N-1$ 。

电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法和装置、存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及电力线通信技术领域,尤其涉及一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法、一种计算机可读存储介质和一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置。

背景技术

[0002] 近来,电力线载波通信(Power Line Carrier,简称PLC)作为一种以电力线作为媒介的通信方式,引起了人们的广泛关注,具有不需要额外的布线、覆盖广泛、接入灵活等特点。电力线载波通信将现已铺设的电力线路用于数据通信,其最大的优点是成本低,能对现有的无线通信和有线通信提供有力的补充。目前已经有大量的电力线载波通信技术应用在智能抄表领域。但是电力线信道上存在的各种噪声、衰减和多径传播等问题,也大大提高了通信难度。

[0003] 在相关技术中,利用正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing,简称OFDM)技术应对电力线信道上存在的上述问题。虽然OFDM技术可以有效的解决多经、衰落的问题,但是无法有效对抗电力线上的脉冲噪声。在相关技术中,采用限幅法进行脉冲噪声抑制,即在OFDM解调器之前放置限幅器,将超过限幅门限的信号限幅。这种方法使用比较简单,实现也比较容易,但需要预先根据脉冲噪声的特性确定限幅门限,而限幅门限的选取依赖于经验,不同的现场噪声对应不同的限幅门限,通常需要人工选取一个固定值作为限幅门限,因此,该方法不能灵活的根据输入信号自动确定门限,无法根据现场噪声情况自适应变化,从而使该方法无法利用到实际的场景中。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此,本发明的第一个目的在于提出一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,不需要人工干预,可以根据采样点的幅值分布自适应的产生削峰幅值门限,从而对信号的幅值进行限幅或置零处理,大幅度的提高了电力线通信系统的抗脉冲干扰性能。

[0005] 本发明的第二个目的在于提出一种计算机可读存储介质。

[0006] 本发明的第三个目的在于提出一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置。

[0007] 为达到上述目的,本发明第一方面实施例提出了一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,包括:采集电力线通信信道中的信号;根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布;根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对信号的幅值进行限幅或置零处理。

[0008] 根据本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,首先采集电力线通信信道中的信号,并根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布,然后根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对信号的幅值进行限幅或置零处理。由此,该方法不需要人工干预,可以根据采样点的幅值分布自适应的产生削峰幅值门限,从而对信号的幅值进行限幅或置零处理,大幅度的提高了电力线通信系统的抗脉冲干扰性能。

[0009] 另外,根据本发明上述实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,还可以具有如下的附加技术特征:

[0010] 根据本发明的一个实施例,通过下述公式对信号的幅值进行限幅或置零处理:

$$[0011] \quad y = \begin{cases} r, & |r| \leq Th \\ Th \cdot e^{\arg(r)}, & Th < |r| \leq Th \cdot \mu \\ 0, & |r| > Th \cdot \mu \end{cases}$$

[0012] 其中, y 表示处理后的信号, r 表示信号中采样点, $|r|$ 表示信号中采样点的幅值, Th 表示削峰幅值门限, $Th \cdot \mu$ 表示置零门限, μ 为大于1的常数, $\arg(r)$ 表示取采样点的相位。

[0013] 根据本发明的一个实施例,根据幅值分布确定削峰幅值门限,包括:对每个采样点的幅值分布进行计数;按照计数顺序获取首个大于第一计数值的采样点对应的幅值,记为第一幅值,获取首次大于第二计数值的采样点对应的幅值,记为第二幅值,获取首次大于第*i*计数值的采样点对应的幅值,记为第*i*幅值,获取首次大于第*N*计数值的采样点对应的幅值,记为第*N*幅值,其中,第一计数值<第二计数值<...<第*i*计数值<...<第*N*计数值, $1 \leq i \leq N, N=1, 2, 3, \dots$;在确定第一幅值小于等于第二幅值乘以预设值时,将设定削峰阈值作为削峰幅值门限。

[0014] 根据本发明的一个实施例,在确定第一幅值大于第二幅值乘以预设值时,方法还包括:在第二幅值大于第三幅值乘以预设值时,将第二幅值作为削峰幅值门限, ..., 在第*i*幅值大于第*i+1*幅值乘以预设值时,将第*i*幅值作为削峰幅值门限;在第*i*幅值小于等于第*i+1*幅值乘以预设值时,将第*i-1*幅值作为削峰幅值门限,其中, $i=2, 3, \dots, N-1$ 。

[0015] 根据本发明的一个实施例,根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布,包括:获取信号中每个采样点的位宽;根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布。

[0016] 根据本发明的一个实施例,根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布,包括:在确定 $|r| \times N/2^{n-1}$ 大于等于*N*个计数器中首个计数器编码时,将计数器编码对应的计数器及超过计数器编码的计数器的值加1,其中, $|r|$ 表示采样点的幅值, n 表示采样点的位宽,计数器的值表示幅值分布。

[0017] 为达到上述目的,本发明第二方面实施例提出了一种计算机可读存储介质,其上存储有电力线通信自适应脉冲噪声抑制程序,该电力线通信自适应脉冲噪声抑制程序被处理器执行时实现上述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法。

[0018] 根据本发明实施例的计算机可读存储介质,基于前述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,大幅度的提高了电力线通信系统的抗脉冲干扰性能。

[0019] 为达到上述目的,本发明第三方面实施例提出了一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,包括:信号采集模块,用于采集电力线通信信道中的信号;幅值分布获取模块,用于根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布;幅值处理模块,用于根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对信号的幅值进行限幅或置零处理。

[0020] 根据本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,通过信号采集模块采集电力线通信信道中的信号,通过幅值分布获取模块根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布,幅值处理模块根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对信号的幅值进行限幅或置零处理。由此,该装置不需要人工干预,可以根据采样点的幅值分布自适应

的产生削峰幅值门限,从而对信号的幅值进行限幅或置零处理,大幅度的提高了电力线通信系统的抗脉冲干扰性能。

[0021] 另外,根据本发明上述实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,还可以具有如下的附加技术特征:

[0022] 根据本发明的一个实施例,幅值处理模块通过下述公式对信号的幅值进行限幅或置零处理:

$$[0023] \quad y = \begin{cases} r, & |r| \leq Th \\ Th \cdot e^{\arg(r)}, & Th < |r| \leq Th \cdot \mu \\ 0, & |r| > Th \cdot \mu \end{cases}$$

[0024] 其中,y表示处理后的信号,r表示信号中采样点,|r|表示信号中采样点的幅值,Th表示削峰幅值门限,Th·μ表示置零门限,μ为大于1的常数,arg(r)表示取采样点的相位。

[0025] 根据本发明的一个实施例,幅值处理模块根据幅值分布确定削峰幅值门限,具体用于:对每个采样点的幅值分布进行计数;按照计数顺序获取首个大于第一计数值的采样点对应的幅值,记为第一幅值,并获取首次大于第二计数值的采样点对应的幅值,记为第二幅值,获取首次大于第i计数值的采样点对应的幅值,记为第i幅值,获取首次大于第N计数值的采样点对应的幅值,记为第N幅值,其中,第一计数值<第二计数值<…<第i计数值<…<第N计数值,1≤i≤N,N=1,2,3,⋯;在确定第一幅值小于等于第二幅值乘以预设值时,将设定削峰阈值作为削峰幅值门限。

[0026] 根据本发明的一个实施例,幅值处理模块在确定第一幅值大于第二幅值乘以预设值时,还用于:在第二幅值大于第三幅值乘以预设值时,将第二幅值作为削峰幅值门限,⋯,在第i幅值大于第i+1幅值乘以预设值时,将第i幅值作为削峰幅值门限;在第i幅值小于等于第i+1幅值乘以预设值时,将第i-1幅值作为削峰幅值门限,其中,i=2,3,⋯,N-1。

[0027] 根据本发明的一个实施例,幅值分布获取模块根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布,具体用于:获取信号中每个采样点的位宽;根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布。

[0028] 根据本发明的一个实施例,幅值分布获取模块根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布,具体用于:在确定|r|×N/2ⁿ⁻¹大于等于N个计数器中首个计数器编码时,将计数器编码对应的计数器及超过计数器编码的计数器的值加1,其中,|r|表示采样点的幅值,n表示采样点的位宽,计数器的值表示幅值分布。

[0029] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0030] 图1为根据本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法的流程图;

[0031] 图2为根据本发明一个具体实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法的流程图;

[0032] 图3为根据本发明一个实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法的实验框图;

[0033] 图4为根据本发明一个实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法的计算机模拟结果示意图;

[0034] 图5为根据本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置的方框示意图。

具体实施方式

[0035] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0036] 下面参考附图描述本发明实施例提出的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法、计算机可读存储介质和电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置。

[0037] 图1为根据本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法的流程图。

[0038] 如图1所示,本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,包括:

[0039] S1,采集电力线通信信道中的信号。

[0040] 具体地,以采样间隔 t 对电力线通信信道内的信号进行采样,获取多个采样点,得到对应的离散输入信号作为该脉冲噪声抑制方法的输入信号。也就是说,采集获取的信号是从电力线通信信道中采集的包含电力线载波通信信号、干扰噪声信号、背景噪声信号等多个信号的离散输入信号,即每个采样时刻获取的采样点均包括电力线通信信道中的电力线载波通信信号、干扰噪声信号、背景噪声信号等多个信号。

[0041] S2,根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布。

[0042] 根据本发明的一个实施例,根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布,包括:获取信号中每个采样点的位宽;根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布。

[0043] 根据本发明的一个实施例,根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布,包括:在确定 $|r| \times N/2^{n-1}$ 大于等于 N 个计数器中首个计数器编码时,将计数器编码对应的计数器及超过计数器编码的计数器的值加1,其中, $|r|$ 表示采样点的幅值, n 表示采样点的位宽,计数器的值表示幅值分布。其中,每个采样点的幅值为该采样时刻获取的电力线载波通信信号、干扰噪声信号、背景噪声信号等多个信号的幅值的和。

[0044] 具体而言,根据采样点的位宽构造 N 个计数器对接收到的信号的幅值分布进行统计,分别以编码1、2、3、……、 i 、……、 N 来表示。计数器1的计数值记为 C_1 ,计数器2的计数值记为 C_2 ,计数器3的计数值记为 C_3 ,……,计数器 i 的计数值记为 C_i ,……,计数器 N 的计数值记为 C_N 。对接收到的采样点通过公式 $x = |r| \times N/2^{n-1}$ 计算得到 x ,将 x 与计数器的编码相比较,假设 $x \geq i$,则 $C_i = C_i + 1, C_{i+1} = C_{i+1} + 1, C_{i+2} = C_{i+2} + 1, \dots, C_N = C_N + 1$,依次类推,得到计数器的值,从而获取信号中每个采样点的幅值分布。

[0045] 需要说明的是,计数器的数量应根据实际情况进行设定,可满足每个采样点的位数需求,例如计数器的数量可以设置为根据位数所产生的量化份数,即当采样点的位数为8时,则计数器的数量 N 为256,当采样点的位数为9时,则计数器的数量 N 为521。

[0046] S3,根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对离散输入信号的幅值进行限幅或置零处理。

[0047] 根据本发明的一个实施例,根据幅值分布确定削峰幅值门限,包括:对每个采样点的幅值分布进行计数;按照计数顺序获取首个大于第一计数值的采样点对应的幅值,记为

第一幅值,获取首次大于第二计数值的采样点对应的幅值,记为第二幅值,获取首次大于第*i*计数值的采样点对应的幅值,记为第*i*幅值,获取首次大于第*N*计数值的采样点对应的幅值,记为第*N*幅值,其中,第一计数值<第二计数值<…<第*i*计数值<…<第*N*计数值, $1 \leq i \leq N, N=1, 2, 3, \dots$;在确定第一幅值小于等于第二幅值乘以预设值时,将设定削峰阈值作为削峰幅值门限。其中,预设值、设定削峰阈值可根据实际情况进行设定。

[0048] 继续以上述 $C_1, C_2, C_3, \dots, C_N$ 来分别表示*N*个计数器的计数值,按照时间顺序依次对每个采样点的幅值分布进行计数,对计数值 $C_1, C_2, C_3, \dots, C_1, \dots, C_N$ 进行实时计算获取,并将计数值按照编码顺序与预先设定的第一计数值进行依次比较,当找到第一个大于等于第一计数值的计数值时,将当前时刻的采样点的幅值记为第一幅值 th_1 ,然后继续将计数值与预先设定的第二计数值相比较,并将第一个大于等于第二计数值所对应的当前时刻的采样点的幅值记为第二幅值 th_2 ,依次类推,直至获取到第*N*幅值 th_N 。

[0049] 假设,预设值为 $times$,设定削峰阈值为 2^{n-1} ,若 $th_1 \leq th_2 * times$,则削峰幅值门限 Th 为 2^{n-1} 。

[0050] 若 $th_1 > th_2 * times$,根据本发明的一个实施例,在确定第一幅值大于第二幅值乘以预设值时,方法还包括:在第二幅值大于第三幅值乘以预设值时,将第二幅值作为削峰幅值门限, \dots ,在第*i*幅值大于第*i+1*幅值乘以预设值时,将第*i*幅值作为削峰幅值门限;在第*i*幅值小于等于第*i+1*幅值乘以预设值时,将第*i-1*幅值作为削峰幅值门限,其中, $i=2, 3, \dots, N-1$ 。

[0051] 具体地,以 $N=5$ 为例,若 $th_1 > th_2 * times$,则削峰幅值门限 Th 为 th_1 。继续比较 th_2 与 $th_3 * times$ 的大小关系,若 $th_2 \leq th_3 * times$,则削峰幅值门限 Th 为 th_1 ,停止比较;若 $th_2 > th_3 * times$,则削峰幅值门限 Th 为 th_2 ,并继续比较 th_3 与 $th_4 * times$ 的大小关系,若 $th_3 \leq th_4 * times$,则削峰幅值门限 Th 为 th_2 ,停止比较;若 $th_3 > th_4 * times$,则削峰幅值门限 Th 为 th_3 ,并继续比较 th_4 与 $th_5 * times$ 的大小关系,若 $th_4 \leq th_5 * times$,则削峰幅值门限 Th 为 th_3 ,停止比较;若 $th_4 > th_5 * times$,则削峰幅值门限 Th 最终为 th_4 。也就是说,当第*i*幅值大于第*i+1*幅值乘以预设值时,依次判断,直至获取到上述第一幅值至第*N*幅值中的最大幅值作为削峰幅值门限 Th 。

[0052] 根据本发明的一个实施例,通过下述公式对信号的幅值进行限幅或置零处理:

$$[0053] \quad y = \begin{cases} r, & |r| \leq Th \\ Th \cdot e^{arg(r)}, & Th < |r| \leq Th \cdot \mu \\ 0, & |r| > Th \cdot \mu \end{cases}$$

[0054] 其中, y 表示处理后的信号, r 表示信号中采样点, $|r|$ 表示信号中采样点的幅值, Th 表示削峰幅值门限, $Th \cdot \mu$ 表示置零门限, μ 为大于1的常数, $arg(r)$ 表示取采样点的相位。

[0055] 也就是说,当信号中的采样点的幅值小于等于削峰幅值门限 Th 时,幅值保持不变;当采样点的幅值大于置零门限 Th 时,作置零处理;当采样点的幅值大于削峰幅值门限 Th 小于等于置零门限 $Th \cdot \mu$ 时,进行限幅处理,保留该信号的相位,幅值设置为削峰幅值门限 Th 。

[0056] 作为本发明的一个具体实施例,本发明的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,包括以下步骤:

[0057] S101,采集电力线通信信道中的信号。

[0058] S102,根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布。

[0059] S103根据幅值分布确定削峰幅值门限 T_h 、置零门限 $T_h \cdot \mu$ 。

[0060] S104,判断采样点的幅值 $|r|$ 是否小于等于 T_h 。若是,执行步骤S105;若否,执行步骤S106。 $|r| \leq T_h$

[0061] S105,不作处理。

[0062] S106,判断采样点的幅值 $|r|$ 是否小于等于 $T_h \cdot \mu$ 。若是,执行步骤S107;若否,执行步骤S108。

[0063] S107,限幅处理。

[0064] S108,置零处理。

[0065] 下面结合仿真试验,对本发明的技术效果作进一步地说明。

[0066] 图3为实验框图,OFDM信号在电力线上传输,同时受脉冲噪声,即在OFDM信号在脉冲抑制前加入脉冲噪声,其中脉冲噪声的参数为频率100kHz,幅度4Vpp,脉宽1ms。OFDM的模拟参数如表1所示。

[0067] 表1

符号参数	时域点数
调制方式	BPSK (Binary Phase Shift Keying, 二进制相移键控)
[0068] 子载波总个数	1024
编码方式	1/2 码率 Turbo 编码
拷贝次数	11
物理块字节数	136

[0069] 该仿真试验,通过matlab(matrix laboratory,矩阵实验室)仿真,对通过本发明的方法进行脉冲抑制、未进行脉冲抑制的方法进行仿真,以信噪比(Signal Noise Ratio,简称SNR)横坐标,得到两种方法的误码率,如图4所示。

[0070] 参照图4可知,采用本发明进行脉冲噪声抑制相比不进行脉冲噪声抑制,误比特性能获得提升,从可靠性的角度分析,本发明可以提升40dB的性能,可以有效抑制脉冲噪声。此外,该方法基于对采样获取的离散输入信号的统计分析判断是否存在脉冲噪声,复杂度低,实时性高,提高了对脉冲噪声的识别精度,同时能够自适应产生限幅门限,不受噪声环境的影响,不需要人工的现场干预。

[0071] 综上所述,根据本发明实施例的电力线通信脉冲噪声识别方法,首先采集电力线通信信道中的信号,并获取信号的概率密度,并根据概率密度获得累计分布函数,根据累计分布函数与概率门限阈值确定的幅值门限,然后根据幅值门限确定多个采样点中超出幅值门限的采样点和未超出幅值门限的采样点,最后根据超出幅值门限的采样点和未超出幅值门限的采样点确定是否存在脉冲噪声。由此,该方法不需要人工干预,可以根据采样点的幅值分布自适应的产生削峰幅值门限,从而对离散输入信号的幅值进行限幅或置零处理,大幅度的提高了电力线通信系统的抗脉冲干扰性能。

[0072] 对应上述实施例,本发明还提出了一种计算机可读存储介质。

[0073] 根据本发明实施例的计算机可读存储介质,其上存储有电力线通信自适应脉冲噪

声抑制程序,该电力线通信自适应脉冲噪声抑制程序被处理器执行时实现上述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法。

[0074] 根据本发明实施例的计算机可读存储介质,基于前述的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法,大幅度的提高了电力线通信系统的抗脉冲干扰性能。

[0075] 对应上述实施例,本发明还提出了一种电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置。

[0076] 如图5所示,本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,可包括:信号采集模块10、幅值分布获取模块20和幅值处理模块30。

[0077] 其中,信号采集模块10用于采集电力线通信信道中的信号。幅值分布获取模块20用于根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布。幅值处理模块30用于根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对信号的幅值进行限幅或置零处理。

[0078] 根据本发明的一个实施例,幅值处理模块30通过下述公式对信号的幅值进行限幅或置零处理:

$$[0079] \quad y = \begin{cases} r, & |r| \leq Th \\ Th \cdot e^{\arg(r)}, & Th < |r| \leq Th \cdot \mu \\ 0, & |r| > Th \cdot \mu \end{cases}$$

[0080] 其中, y 表示处理后的信号, r 表示信号中采样点, $|r|$ 表示信号中采样点的幅值, Th 表示削峰幅值门限, $Th \cdot \mu$ 表示置零门限, μ 为大于1的常数, $\arg(r)$ 表示取采样点的相位。

[0081] 根据本发明的一个实施例,幅值处理模块30根据幅值分布确定削峰幅值门限,具体用于:对每个采样点的幅值分布进行计数;按照计数顺序获取首个大于第一计数值的采样点对应的幅值,记为第一幅值,并获取首次大于第二计数值的采样点对应的幅值,记为第二幅值,获取首次大于第*i*计数值的采样点对应的幅值,记为第*i*幅值,获取首次大于第*N*计数值的采样点对应的幅值,记为第*N*幅值,其中,第一计数值<第二计数值<...<第*i*计数值<...<第*N*计数值, $1 \leq i \leq N, N=1, 2, 3, \dots$;在确定第一幅值小于等于第二幅值乘以预设值时,将设定削峰阈值作为削峰幅值门限。

[0082] 根据本发明的一个实施例,幅值处理模块30在确定第一幅值大于第二幅值乘以预设值时,还用于:在第二幅值大于第三幅值乘以预设值时,将第二幅值作为削峰幅值门限, ..., 在第*i*幅值大于第*i+1*幅值乘以预设值时,将第*i*幅值作为削峰幅值门限;在第*i*幅值小于等于第*i+1*幅值乘以预设值时,将第*i-1*幅值作为削峰幅值门限,其中, $i=2, 3, \dots, N-1$ 。

[0083] 根据本发明的一个实施例,幅值分布获取模块20根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布,具体用于:获取信号中每个采样点的位宽;根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布。

[0084] 根据本发明的一个实施例,幅值分布获取模块20根据采样点的位宽和采样点的幅值确定幅值分布,具体用于:在确定 $|r| \times N/2^{n-1}$ 大于等于*N*个计数器中首个计数器编码时,将计数器编码对应的计数器及超过计数器编码的计数器的值加1,其中, $|r|$ 表示采样点的幅值, n 表示采样点的位宽,计数器的值表示幅值分布。

[0085] 需要说明的是,本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置中未披露的细节,请参照本发明上述实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制方法中所披露的细节,具体这里不再赘述。

[0086] 根据本发明实施例的电力线通信自适应脉冲噪声抑制装置,通过信号采集模块采集电力线通信信道中的信号,通过幅值分布获取模块根据信号确定信号中每个采样点的幅值分布,幅值处理模块根据幅值分布确定削峰幅值门限,并根据削峰幅值门限对信号的幅值进行限幅或置零处理。由此,该装置不需要人工干预,可以根据采样点的幅值分布自适应的产生削峰幅值门限,从而对信号的幅值进行限幅或置零处理,大幅度的提高了电力线通信系统的抗脉冲干扰性能。

[0087] 需要说明的是,在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤,例如,可以被认为是用于实现逻辑功能的可执行指令的定序列表,可以具体实现在任何计算机可读介质中,以供指令执行系统、装置或设备(如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统)使用,或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言,“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。计算机可读介质的更具体的示例(非穷尽性列表)包括以下:具有一个或多个布线的电连接部(电子装置),便携式计算机盘盒(磁装置),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪速存储器),光纤装置,以及便携式光盘只读存储器(CDROM)。另外,计算机可读介质甚至可以是可在其上打印程序的纸或其他合适的介质,因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描,接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得程序,然后将其存储在计算机存储器中。

[0088] 应当理解,本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

[0089] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0090] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0091] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0092] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例

性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

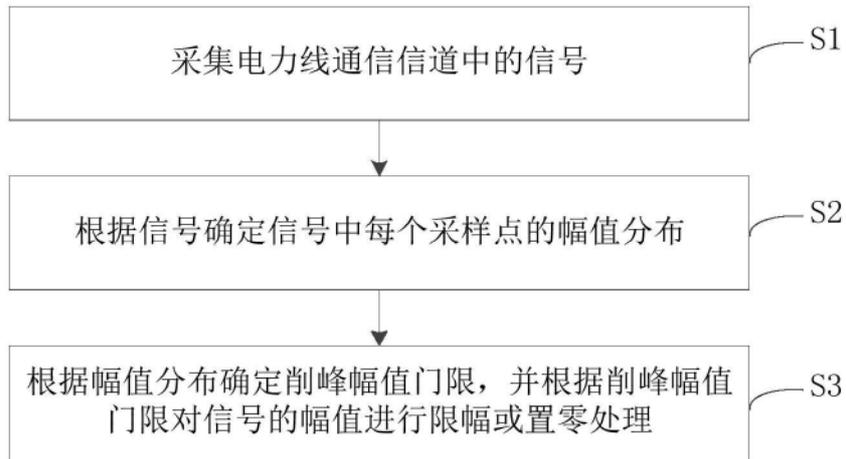


图1

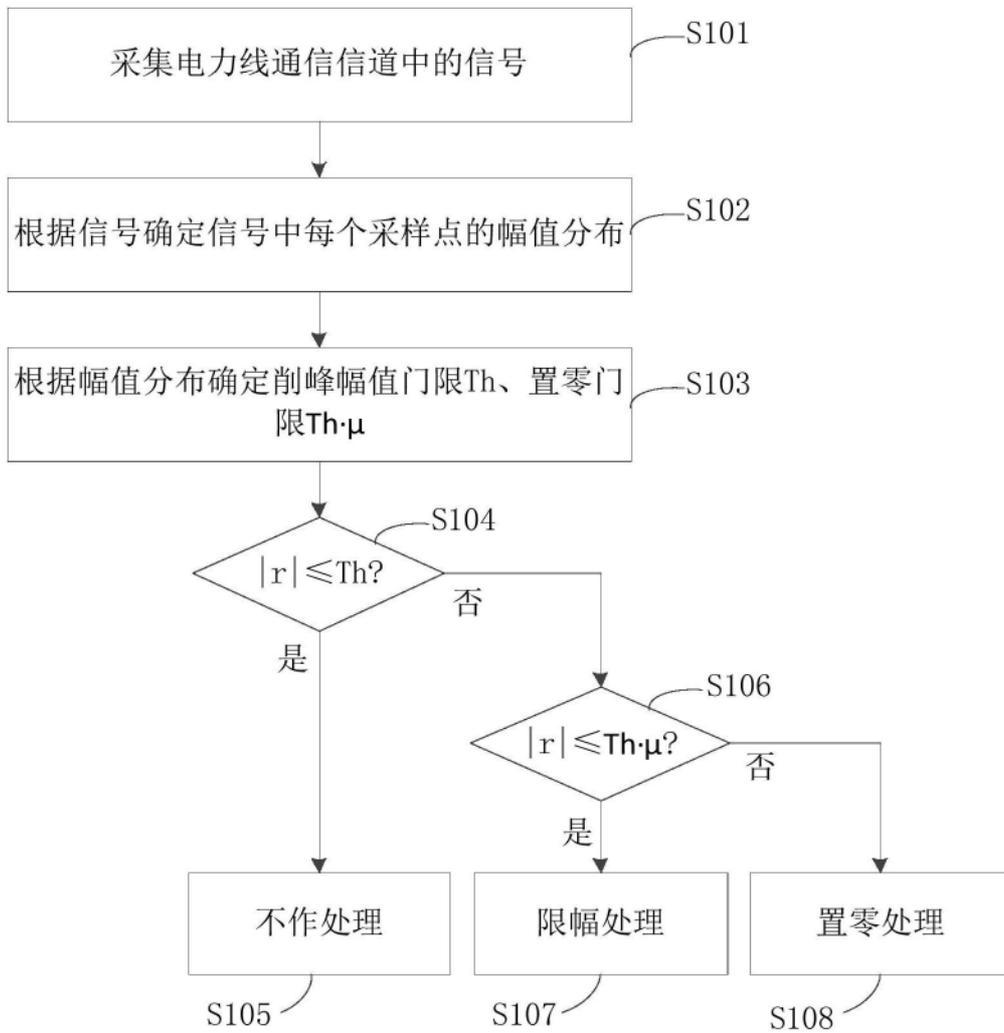


图2

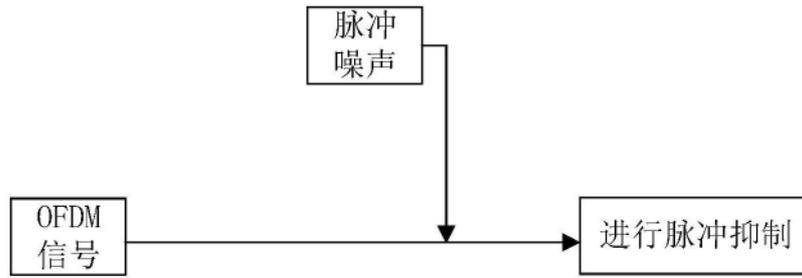


图3

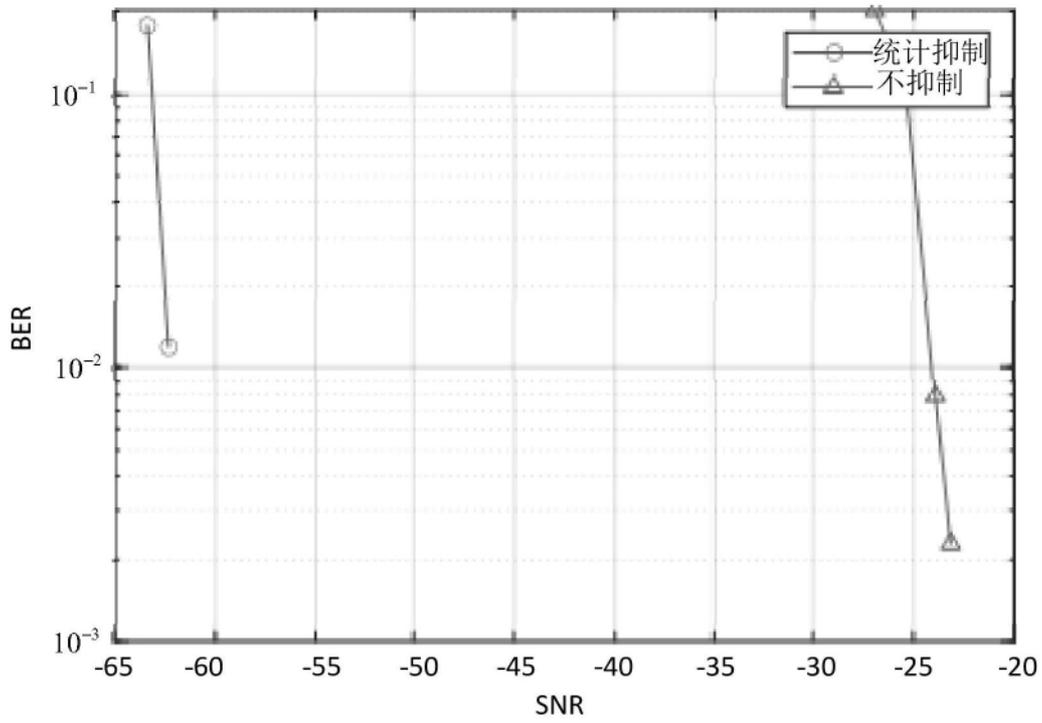


图4

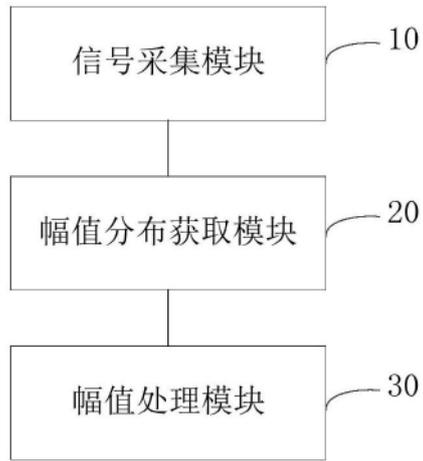


图5