



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114826326 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 12

(21) 申请号 202210436611.5

H04L 27/26 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.25

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114826326 A

CN 102811190 A, 2012.12.05

CN 103703683 A, 2014.04.02

CN 104821837 A, 2015.08.05

(43) 申请公布日 2022.07.29

CN 108649999 A, 2018.10.12

US 2006222118 A1, 2006.10.05

(73) 专利权人 大唐国投信息科技有限公司

地址 102413 北京市门头沟区石龙经济开

发区永安路20号3号楼A-7982室

审查员 闫昱琪

(72) 发明人 陶连慧 林宏炽

(74) 专利代理机构 北京中知法苑知识产权代理

有限公司 11226

专利代理师 李明 赵吉阳

(51) Int. Cl.

H04B 3/32 (2006.01)

H04B 3/54 (2006.01)

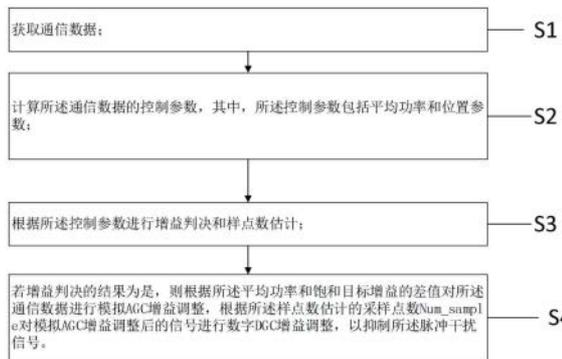
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种脉冲干扰抑制方法、装置、设备和存储介质

(57) 摘要

本发明提供一种脉冲干扰抑制方法、装置、设备和存储介质,脉冲干扰抑制方法包括:S1,获取通信数据;S2,计算所述通信数据的控制参数,其中,所述控制参数包括平均功率和位置参数;S3,根据所述控制参数进行增益判决和样点数估计;S4,若增益判决的结果为是,则根据所述平均功率和饱和和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整,根据所述样点数估计的采样点数对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整,以抑制所述脉冲干扰信号。本申请实施例的一个技术效果在于,设计合理,能够实现脉冲干扰快速饱和,避免信号被饱和,达到脉冲抑制的目的。



1. 一种脉冲干扰抑制方法,其特征在于,包括:

S1,获取通信数据,包括:

获取模拟信号对应的模拟增益调整后的数字信号,并将所述数字信号作为通信数据;

S2,计算所述通信数据的控制参数,其中,所述控制参数包括平均功率和位置参数;

S3,根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计,包括:

将Pavg换算为log值PowerLog0,其中,PowerLog0=10*log(Pavg)并与饱和目标增益TargetGain0进行比较,增益判决结果如下:

若Abs(PowerLog0-TargetGain0) > Thr0, Thr0 ≤ 1dB,则增益判决的结果为是,增益调整值为PowerLog0-TargetGain0;否则,增益判决的结果为否;

S4,若增益判决的结果为是,则根据所述平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整,根据所述采样点数估计的采样点数Num_sample对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整,以抑制所述脉冲干扰信号。

2. 根据权利要求1所述的脉冲干扰抑制方法,其特征在于,计算所述通信数据的控制参数包括:

获取连续接收的通信数据,以m个采样点为单位,计算m个采样点的平均功率值;取m*n个采样点,计算n个平均值;

$$P(k) = \frac{1}{m} \sum_{i=0}^{i=m-1} |r(k,i)|^2, \quad k = 0, \dots, n-1 \quad (1)$$

其中,P(k)表示第k个分组的绝对值的平均值,r(k,i)表示第k组接收的通信数据的信号序列;

获取P(k)的最大值Pmax₁,并记录对应索引k₀,同时,获取P(k₀-1),P(k₀+1);

在排除P(k₀-1),P(k₀),P(k₀+1)的条件下,挑选出P(k)的最大值Pmax₂,并记录对应索引k₁;进一步地,在排除P(k₁-1),P(k₁),P(k₁+1)的条件下,再次挑选出P(k)的最大值Pmax₃,并记录对应索引k₂;

计算获得所述平均功率:

$$P_{avg} = \frac{1}{n-9} \sum_{k=0}^{k=n-1} P(k), \quad k \neq k_0, k_0 \pm 1, k_1, k_1 \pm 1, k_2, k_2 \pm 1 \quad (2)$$

3. 根据权利要求2所述的脉冲干扰抑制方法,其特征在于,m代表一微秒对应的采样点数,n代表至少十微秒级对应的采样点数。

4. 根据权利要求1所述的脉冲干扰抑制方法,其特征在于,根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计还包括:

计算k₀,k₁,k₂两两之间的位置差,如下:

k₀₁=abs(k₀-k₁),k₀₂=abs(k₀-k₂)和k₁₂=abs(k₁-k₂),如果,k₀₁,k₀₂,k₁₂中出现小于4的情况,则采样点数估计的采样点数至少为4*m。

5. 根据权利要求1所述的脉冲干扰抑制方法,其特征在于,

根据所述采样点数估计的数值对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整包括:

对接收到的Num_sample个采样点,计算平均幅度,如下:

$$P_{dgc} = \frac{1}{\text{Num_sample}} \sum_{j=\text{Num_sample}-1}^{j=0} |\text{rdgc}(i-j)| \quad (3)$$

其中,rdgc(i-j)表示AGC增益调整从i时刻起,历史接收到数字采样信号;

依据P_{dgc}与不饱和目标增益TargetGain1之间的差值对模拟AGC增益调整后的信号进行幅度调整。

6.一种脉冲干扰抑制装置,其特征在于,包括:

数据获取模块,被配置为获取通信数据;

获取通信数据包括:

获取模拟信号对应的模拟增益调整后的数字信号,并将所述数字信号作为通信数据;

功率估计模块,被配置为计算所述通信数据的控制参数;

增益判决和采样点数估计模块,被配置为根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计;

根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计包括:

将P_{avg}换算为log值PowerLog0,其中,PowerLog0=10*log(P_{avg})并与饱和目标增益TargetGain0进行比较,增益判决结果如下:

若Abs(PowerLog0-TargetGain0) > Thr0, Thr0 ≤ 1dB,则增益判决的结果为是,增益调整值为PowerLog0-TargetGain0;否则,增益判决的结果为否;

增益调整模块,被配置为若增益判决的结果为是,则根据平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整,根据所述采样点数估计的采样点数Num_sample对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整。

7.一种电子设备,其特征在于,包括:

一个或多个处理器;

存储单元,用于存储一个或多个程序,当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行时,能使得所述一个或多个处理器实现根据权利要求1至5任一项所述的脉冲干扰抑制方法。

8.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,

所述计算机程序被处理器执行时能实现根据权利要求1至5任一项所述的脉冲干扰抑制方法。

一种脉冲干扰抑制方法、装置、设备和存储介质

技术领域

[0001] 本发明属于电力通信技术领域,具体涉及一种基于OFDM的PLC系统的脉冲干扰抑制方法、装置、设备和存储介质。

背景技术

[0002] 在电力通信领域,提出了基于OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing,即正交频分复用技术)的电力线载波通信方案,如G3-PLC、Green-PHY以及宽带电力线载波通信(Broadband Power Line Carrier,BPLC)。电力线载波通信技术可直接利用现有的电力线进行数据传输,无须重新布线,组网简单快捷,成本较低廉,应用范围广,同时保障信息安全。而基于OFDM的PLC通信技术,广泛地应用于智能电网抄表系统,能源互联网,智能家居,工业数据采集等场景。基于OFDM的PLC通信技术,如G3-PLC,Green-PHY,BPLC等,采用的都是自组网的突发通信系统。对于同步通信系统,每个数据帧在第一次同步后,后续只要按照固定的时隙配比与物理帧间隔,进行跟踪获得准确的物理帧头,然后进行数据的信道估计、均衡、解调与译码等处理。

[0003] 但是,对于自组网的突发通信系统,各节点进行每帧的接收时,首先需要通过检测而非跟踪的方式,获得物理帧头。在电力通信领域,由于实际电力环境的特殊性,存在大量与工频异步的周期性脉冲噪声,随机脉冲噪声,与工频同步的周期性脉冲噪声等。此类脉冲噪声,主要来源于电力环境中,各类电器设备的使用。脉冲干扰的存在,严重影响数据帧同步的获取,影响数据帧的解调与译码性能,最终影响系统通信的成功率与可靠性。

[0004] 为抑制脉冲干扰,目前主要采用以下方法:

[0005] 第一种方法,对脉冲干扰发生的时刻进行估计和跟踪,确定脉冲干扰的时间起点和宽度,将接收信号中受脉冲干扰的部分做消除处理,抑制脉冲干扰对整体信号的影响。这类方法只适用于如图1所示的理想情况,或脉冲的宽度基本固定,发生的周期也基本固定的情况。但实际环境中,由于发生的随机性,脉冲干扰的时间起点和宽度很难估计。一方面,脉冲干扰的时间比较短,并且随机发生,这就需要实时地对每个数据点进行计算和比较(例如功率,幅度等),并确定是否是脉冲;另一方面,由于接收设备的接收滤波特性的影响,脉冲干扰具有拖尾形状,并且幅度也不是固定不变的,如图2所示。因此,这种方法存在实施难度较大,无法对脉冲干扰进行有效地抑制。

[0006] 第二种方法,根据脉冲干扰具有周期的特性,并根据周期特性进行脉冲干扰检测。即检测到脉冲干扰后,调整信号增益的门限,将接收信号进行放大处理,通过饱和的方式抑制脉冲干扰的影响。实际情况中,信号的增益的门限很难确定,且对信号的影响也是不可预知的。而且,对于OFDM系统,频域内信号聚集在有效带宽内,时域上分布在整个时间范围。如果时域幅度过高,会导致频域信号饱和,对于高阶调制(如16QM,64QAM),直接导致解调和译码失败。因此,这种方法存在实施难度较大,无法对脉冲干扰进行有效地抑制。

[0007] 因此,目前的抑制脉冲干扰的方法实施难度较大,不易对脉冲干扰进行有效地抑制。

发明内容

[0008] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一,提供一种脉冲干扰抑制方法、装置、设备和存储介质的新技术方案。

[0009] 根据本申请实施例的第一方面,提供了一种脉冲干扰抑制方法,包括:

[0010] S1,获取通信数据;

[0011] S2,计算所述通信数据的控制参数,其中,所述控制参数包括平均功率和位置参数;

[0012] S3,根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计;

[0013] S4,若增益判决的结果为是,则根据所述平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整,根据所述采样点数估计的采样点数Num_sample对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整,以抑制所述脉冲干扰信号。

[0014] 可选地,获取通信数据包括:

[0015] 获取模拟信号对应的模拟增益调整后的数字信号,并将所述数字信号作为通信数据。

[0016] 可选地,计算所述通信数据的控制参数包括:

[0017] 获取连续接收的通信数据,以m个采样点为单位,计算m个采样点的平均功率值;取m*n个采样点,计算n个平均值;

$$[0018] \quad P(k) = \frac{1}{m} \sum_{i=0}^{i=m-1} |r(k,i)|^2, \quad k = 0, \dots, n-1 \quad (1)$$

[0019] 其中,P(k)表示第k个分组的绝对值的平均值,r(k,i)表示第k组接收的通信数据的信号序列;

[0020] 获取P(k)的最大值Pmax₁,并记录对应索引k₀,同时,获取P(k₀-1),P(k₀+1);

[0021] 在排除P(k₀-1),P(k₀),P(k₀+1)的条件下,挑选出P(k)的最大值Pmax₂,并记录对应索引k₁;进一步地,在排除P(k₁-1),P(k₁),P(k₁+1)的条件下,再次挑选出P(k)的最大值Pmax₃,并记录对应索引k₂;

[0022] 计算获得所述平均功率:

$$[0023] \quad P_{avg} = \frac{1}{n-9} \sum_{k=0}^{k=n-1} P(k), \quad k \neq k_0, k_0 \pm 1, k_1, k_1 \pm 1, k_2, k_2 \pm 1 \quad (2)$$

[0024] 可选地,m代表一微秒对应的采样点数,n代表至少十微秒级对应的采样点数。

[0025] 可选地,根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计包括:

[0026] 将Pavg换算为log值PowerLog₀,其中,PowerLog₀=10*log(Pavg)并与饱和目标增益TargetGain₀进行比较,增益判决结果如下:

[0027] 若Abs(PowerLog₀-TargetGain₀)>Thr₀,则增益判决的结果为是,增益调整值为PowerLog₀-TargetGain₀;否则,增益判决的结果为否。

[0028] 可选地,Thr₀≤1dB。

[0029] 可选地,根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计还包括:

[0030] 计算k₀,k₁,k₂两两之间的位置差,如下:

[0031] k₀₁=abs(k₀-k₁),k₀₂=abs(k₀-k₂)和k₁₂=abs(k₁-k₂),如果,k₀₁,k₀₂,k₁₂中出

现小于4的情况,则采样点数估计的采样点数至少为4*m。

[0032] 可选地,根据所述采样点数估计的数值对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整包括:

[0033] 对接收到的Num_sample个采样点,计算平均幅度,如下:

$$[0034] \quad P_{dgc} = \frac{1}{\text{Num_sample}} \sum_{j=\text{Num_sample}-1}^{j=0} |\text{rdgc}(i-j)| \quad (3)$$

[0035] 其中,rdgc(i-j)表示AGC增益调整从i时刻起,历史接收到数字采样信号;

[0036] 依据Pdgc与不饱和目标增益TargetGain1之间的差值对模拟AGC增益调整后的信号进行幅度调整。

[0037] 根据本申请实施例的第二方面,提供了一种脉冲干扰抑制装置,包括:

[0038] 数据获取模块,被配置为获取通信数据;

[0039] 功率估计模块,被配置为计算所述通信数据的控制参数;

[0040] 增益判决和采样点数估计模块,被配置为根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计;

[0041] 增益调整模块,被配置为若增益判决的结果为是,则根据平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整,根据所述采样点数估计的采样点数Num_sample对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整。

[0042] 根据本申请实施例的第三方面,提供了一种电子设备,包括:

[0043] 一个或多个处理器;

[0044] 存储单元,用于存储一个或多个程序,当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行时,能使得所述一个或多个处理器实现根据上述的脉冲干扰抑制方法。

[0045] 根据本申请实施例的第四方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时能实现根据上述的脉冲干扰抑制方法。

[0046] 本申请实施例的一个技术效果在于:

[0047] 在本申请实施例中,通过计算所述通信数据的控制参数,并根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计。若增益判决的结果为是,则根据所述平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整,根据所述采样点数估计的采样点数对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整,以抑制所述脉冲干扰信号。从而能够实现脉冲干扰信号进行准确地抑制,抑制效果较好。

[0048] 另外,本申请通过模拟AGC增益调整与数字DGC增益调整的两级增益控制的方式,不仅确保未被干扰的信号和脉冲干扰都包含在模拟AGC增益计算的数据内,实现脉冲干扰快速饱和,避免信号被饱和,达到脉冲抑制的目的;而且,采用采样点数估计的采样点数对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整,避免对脉冲干扰起始点与脉宽的估计,降低了接收机实现的复杂度,并能避免脉冲干扰虚警对接收信号解调性能的影响;进一步地,能有用信号快速调整到解调幅度。

附图说明

[0049] 图1为现有的理想状态下的脉冲干扰的特征;

- [0050] 图2为现有的实际工作状态下的脉冲干扰的特征；
- [0051] 图3为本发明一实施例的一种脉冲干扰抑制方法的流程图；
- [0052] 图4为本发明一实施例的一种脉冲干扰抑制装置的示意
- [0053] 图

具体实施方式

[0054] 现在将参照附图来详细描述本申请的各种示例性实施例。应注意到：除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本申请的范围。

[0055] 下面将详细描述本申请的实施例，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，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0056] 在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；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。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申请中的具体含义。

[0057] 如图3和图4所示，根据本申请实施例的第一方面，提供一种脉冲干扰抑制方法，包括：

[0058] S1, 获取通信数据；

[0059] S2, 计算所述通信数据的控制参数，其中，所述控制参数包括平均功率和位置参数；

[0060] S3, 根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计；

[0061] S4, 若增益判决的结果为是，则根据所述平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整，根据所述采样点数估计的采样点数Num_sample对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整，以抑制所述脉冲干扰信号。

[0062] 在本申请实施例中，通过计算所述通信数据的控制参数，并根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计。若增益判决的结果为是，则根据所述平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整，根据所述采样点数估计的采样点数对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整，以抑制所述脉冲干扰信号。从而能够实现

对脉冲干扰信号进行准确地抑制，抑制效果较好。

[0063] 另外，本申请通过模拟AGC增益调整与数字DGC增益调整的两级增益控制的方式，不仅确保未被干扰的信号和脉冲干扰都包含在模拟AGC增益计算的数据内，实现脉冲干扰快速饱和，避免信号被饱和，达到脉冲抑制的目的；而且，采用采样点数估计的采样点数对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整，避免对脉冲干扰起始点与脉宽的估计，降低了接收机实现的复杂度，并能避免脉冲干扰虚警对接收信号解调性能的影响；进一步地，能有用信号快速调整到解调幅度。

[0064] 需要说明的是,OFDM作为高速通信技术,主要思想是将指定的通信带宽分割成若干子信道,每个子信道采用一个载波进行调整,载波之间无需频域间隔,多个载波进行并行传输。OFDM作为关键物理层技术,被广泛应用于无线通信,数字音频广播等领域。OFDM作为物理层关键技术,具有以下优点:

[0065] 1、由于数据被分配到不同的载波上进行传输,系统可以根据载波上的信道状况进行自适应选择条件好的载波进行数据传输,提高传输有效性,可靠性,以及传输速率。

[0066] 2、由于数据被加载到不同载波上,相邻载波间峰值和零点重叠,系统可以最大限度利用频谱资源,从而提高频谱利用率。

[0067] 3、由于OFDM利用了循环前缀,可以有效地抑制符号间干扰。

[0068] 因此,基于OFDM的PLC系统的脉冲干扰抑制方法,能够基于OFDM的PLC系统的优势,能够实现对脉冲干扰信号进行准确地抑制,抑制效果较好。

[0069] 可选地,获取通信数据包括:

[0070] 获取模拟信号对应的模拟增益调整后的数字信号,并将所述数字信号作为通信数据。

[0071] 在上述实施方式中,对模拟信号进行模拟增益调整,并转化为数字信号,有助于对数字信号的采样,保证了增益判决的准确性,同时也保证了采样点数估计的准确性,从而能够实现对通信数据数据的脉冲的抑制,更好地保护通信信号。

[0072] 可选地,计算所述通信数据的控制参数包括:

[0073] 获取连续接收的通信数据,以m个采样点为单位,计算m个采样点的平均功率值;取m*n个采样点,计算n个平均值;

$$[0074] \quad P(k) = \frac{1}{m} \sum_{i=0}^{i=m-1} |r(k,i)|^2, \quad k = 0, \dots, n-1 \quad (1)$$

[0075] 其中,P(k)表示第k个分组的绝对值的平均值,r(k,i)表示第k组接收的通信数据的信号序列;

[0076] 获取P(k)的最大值 P_{\max_1} ,并记录对应索引k0,同时,获取P(k0-1),P(k0+1);

[0077] 在排除P(k0-1),P(k0),P(k0+1)的条件下,挑选出P(k)的最大值 P_{\max_2} ,并记录对应索引k1;进一步地,在排除P(k1-1),P(k1),P(k1+1)的条件下,再次挑选出P(k)的最大值 P_{\max_3} ,并记录对应索引k2;

[0078] 计算获得所述平均功率:

$$[0079] \quad P_{\text{avg}} = \frac{1}{n-9} \sum_{k=0}^{k=n-1} P(k), \quad k \neq k_0, k_0 \pm 1, k_1, k_1 \pm 1, k_2, k_2 \pm 1 \quad (2)$$

[0080] 在上述实施方式中,平均功率的计算结果更加准确,计算方式非常简单。也有助于实现对通信数据的平均功率的计算。

[0081] 需要说明的是,当通信数据不存在脉冲干扰时,P(k)的值会比较接近;当通信数据存在脉冲干扰时,则必定会出现一个最大值 P_{\max_1} ,远大于其他组的平均值。考虑到实际环境中脉冲的拖尾,以及k0对应的数据段不一定是从脉冲的起始点开始的,除k0以外的其他数据段也受到脉冲的影响,因此,需要判断k0前后的数据段(k0-1,k0+1)对应的平均功率。考虑到,脉冲的随机性,除k0对应数据段存在脉冲干扰外,其他段也可能存在脉冲干扰,因

此也需要对其他数据段进行判断,即对 k_1 对应数据段以及 k_2 对应数据段进行判断。将 $P(k_0)$, $P(k_0 \pm 1)$, $P(k_1)$, $P(k_1 \pm 1)$, $P(k_2)$, $P(k_2 \pm 1)$ 排除以后,再计算平均功率,准确性较高,且适应于不同的通信数据,适用范围较广。

[0082] 可选地, m 代表一微秒对应的采样点数, n 代表至少十微秒级对应的采样点数。

[0083] 在上述实施方式中,对于电力环境而言,脉冲干扰的宽度一般都是微秒级的, m 代表一微秒对应的采样点数。同时,对于电力环境而言,脉冲干扰的宽度一般都是微秒级的, n 至少需要将干扰和未被干扰的信号都采集到,因此, n 代表至少十微秒级对应的采样点数。这使得能够针对电力环境的特点,对 m 和 n 的取值非常合适,有利于根据适当的采样点数更为准确地计算平均功率。

[0084] 需要说明的是,将 P_{avg} 传送给增益判决和采样点数估计模块,作为当前接收增益判决的参数。通过 P_{avg} 结合增益判决和采样点数估计模块,可以尽可能地饱和脉冲干扰,而保留未被干扰的信号。

[0085] 将 K_0, K_1, K_2 传送给增益判决和采样点数估计模块,用于计算下一帧或下一次接收打开,数字DGC增益模块功率计算所需的样点数。计算样点数的目的,是为了保证在数字DGC增益模块在计算平均功率时,尽可能包含被干扰的信号和未被干扰的信号,同时避免DGC调整的波动。

[0086] 可选地,根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计包括:

[0087] 将 P_{avg} 换算为 \log 值 $PowerLog_0$,其中, $PowerLog_0 = 10 * \log(P_{avg})$ 并与饱和目标增益 $TargetGain_0$ 进行比较,增益判决结果如下:

[0088] 若 $Abs(PowerLog_0 - TargetGain_0) > Thr_0$,则增益判决的结果为是,增益调整值为 $PowerLog_0 - TargetGain_0$;否则,增益判决的结果为否。

[0089] 在上述实施方式中,为尽可能地饱和脉冲干扰,而保留未被干扰的信号,饱和目标增益需要设定为接近饱和的值。例如10位ADC,饱和目标增益 $TargetGain_0$ 可以设定为48dB左右,预留的12dB可以为数字DGC增益调整的后级模块提供余量。如果模拟AGC增益调整后的第一级模块为数字DGC增益模块,或模拟AGC增益调整后第一级模块的数字定标能够支持接近饱和的数据处理,余量可以留得更小,这有助于保证增益判决的准确性,有助于更好地饱和通信数据的脉冲。

[0090] 在本申请实施方式中,对于 Thr_0 的设定,没有特殊要求。只需要考虑调整波动对信号的影响。 Thr_0 越小,调整越频繁,可能导致波动越大。 Thr_0 越大,调整越缓慢,可能导致需要较长时间才能稳定到目标增益上。因此, Thr_0 选择较小值,有利于减少波动对信号的影响,还能减少信号稳定到目标增益的时间。

[0091] 可选地, $Thr_0 \leq 1dB$,例如, $Thr_0 = 1dB$ 。这使得能够较快地将信号稳定至目标增益上,不仅能够较好地干扰脉冲,而且能够较好地保护信号。

[0092] 可选地,根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计还包括:

[0093] 计算 k_0, k_1, k_2 两两之间的位置差,如下:

[0094] $k_{01} = abs(k_0 - k_1)$, $k_{02} = abs(k_0 - k_2)$ 和 $k_{12} = abs(k_1 - k_2)$, 如果, k_{01}, k_{02}, k_{12} 中出现小于4的情况,则采样点数估计的采样点数至少为 $4 * m$ 。

[0095] 在上述实施方式中,如果 $k_{01} < 4$,则说明 $k_0, k_0 \pm 1, k_1, k_1 \pm 1$,是紧挨着的组,并且都可能受脉冲干扰影响。

[0096] 如果 $k_{02} < 4$,则说明 $k_0, k_0 \pm 1, k_2, k_2 \pm 1$ 是紧挨着的组,并且都可能受脉冲干扰影响。

[0097] 如果 $k_{12} < 4$,则说明 $k_1, k_1 \pm 1, k_2, k_2 \pm 1$ 是紧挨着的组,并且都可能受脉冲干扰影响。

[0098] 如果 $k_{01} < 8$,则说明 $k_0, k_0 \pm 1, k_1, k_1 \pm 1$ 不是紧挨着的组,两组之间可能存在没有脉冲干扰影响的组。

[0099] 如果 $k_{02} < 8$,则说明 $k_0, k_0 \pm 1, k_2, k_2 \pm 1$ 不是紧挨着的组,两组之间可能存在没有脉冲干扰影响的组。

[0100] 如果 $k_{12} < 8$,则说明 $k_1, k_1 \pm 1, k_2, k_2 \pm 1$ 不是紧挨着的组,两组之间可能存在没有脉冲干扰影响的组。

[0101] 以此类推,距离越远,两个组之间存在未受脉冲干扰的信号的可能性越高。因此,如果发现 k_{01}, k_{02}, k_{12} 之间出现小于4的情况,则采样点数估计的采样点数至少为 $4 * m$,这有助于保证数字DGC增益调整的准确性。

[0102] 可选地,根据所述采样点数估计的数值对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整包括:

[0103] 对接收到的Num_sample个采样点,计算平均幅度,如下:

$$[0104] \quad P_{dgc} = \frac{1}{\text{Num_sample}} \sum_{j=\text{Num_sample}-1}^{j=0} |\text{rdgc}(i-j)| \quad (3)$$

[0105] 其中,rdgc(i-j)表示AGC增益调整从i时刻起,历史接收到数字采样信号;

[0106] 依据 P_{dgc} 与不饱和目标增益TargetGain1之间的差值对模拟AGC增益调整后的信号进行幅度调整。

[0107] 需要说明的是,Num_sample采用的是前一帧,或前一次接收,或单独计算,通过增益判决与采样点数估计模块获得的值。

[0108] 在上述实施方式中,TargetGain1为不饱和目标增益,由数字DGC增益模块的后级处理模块对数据处理的定标决定,或系统定标决定。一般地,考虑FFT时频变换的影响,会根据ADC转换器的宽度进行设定,例如10bit ADC,TargetGain1可以设定为7bit,即128。采用 $\text{rdgc}(i) * \text{TargetGain1} / P_{dgc}$ 进行幅度调整。这使得能够对模拟AGC增益调整后的信号进行幅度调整,调整效果较好。

[0109] 另外,将数字DGC增益调整后的信号进一步输入给后续模块。

[0110] 根据本申请实施例的第二方面,提供了一种脉冲干扰抑制装置,包括:

[0111] 数据获取模块,被配置为获取通信数据;其中,数据获取模块可以为模拟前端,由模拟前端根据增益判决结果对模拟信号进行增益调整,经ADC转换器变换产生数字信号。此时,如果有脉冲干扰,脉冲干扰已经经过了饱和处理,而信号没有饱和;

[0112] 功率估计模块,被配置为计算所述通信数据的控制参数;

[0113] 增益判决和采样点数估计模块,被配置为根据所述控制参数进行增益判决和采样点数估计;

[0114] 增益调整模块,被配置为若增益判决的结果为是,则根据平均功率和饱和目标增益的差值对所述通信数据进行模拟AGC增益调整,根据所述采样点数估计的采样点数Num_

sample对模拟AGC增益调整后的信号进行数字DGC增益调整。

[0115] 在上述实施方式中,该脉冲干扰抑制装置结构设计合理,能够实现脉冲干扰快速饱和,避免信号被饱和,达到脉冲抑制的目的。

[0116] 根据本申请实施例的第三方面,提供了一种电子设备,包括:

[0117] 一个或多个处理器;

[0118] 存储单元,用于存储一个或多个程序,当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行时,能使得所述一个或多个处理器实现根据上述的脉冲干扰抑制方法。

[0119] 在上述实施方式中,该电子设备能够实现脉冲干扰快速饱和,避免信号被饱和,达到脉冲抑制的目的。

[0120] 根据本申请实施例的第四方面,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时能实现根据上述的脉冲干扰抑制方法。

[0121] 在上述实施方式中,能够实现脉冲干扰快速饱和,避免信号被饱和,达到脉冲抑制的目的。

[0122] 其中,计算机可读介质可以是本发明的装置、设备、系统中所包含的,也可以是单独存在。

[0123] 计算机可读存储介质可以是保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以是但不限于电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式压缩盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。这里所使用的计算机可读存储介质不被解释为瞬时信号本身,诸如无线电波或者其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输媒介传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)、或者通过电线传输的电信号。

[0124] 其中,计算机可读存储介质也可包括在基带中或作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的程序代码,其具体的例子包括但不限于电磁信号、光信号,或它们任意合适的组合。

[0125] 计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到各个计算/处理设备,或者通过网络、例如因特网、局域网、广域网和/或无线网下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光纤传输、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配卡或者网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发该计算机可读程序指令,以供存储在各个计算/处理设备中的计算机可读存储介质中。

[0126] 用于执行本发明操作的计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码,所述编程语言包括面向对象的编程语言—诸如Smalltalk、C++等,以及常规的过程式编程语言—诸如“C”语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机

或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络—包括局域网(LAN)或广域网(WAN)—连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。在一些实施例中,通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化定制电子电路,例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA),该电子电路可以执行计算机可读程序指令,从而实现本发明的各个方面。

[0127] 这里参照根据本发明实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图描述了本发明的各个方面。应当理解,流程图和/或框图的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合,都可以由计算机可读程序指令实现。

[0128] 这些计算机可读程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理器,从而生产出一种机器,使得这些指令在通过计算机或其它可编程数据处理装置的处理器执行时,产生了实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的装置。也可以把这些计算机可读程序指令存储在计算机可读存储介质中,这些指令使得计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式工作,从而,存储有指令的计算机可读介质则包括一个制品,其包括实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的各个方面的指令。

[0129] 也可以把计算机可读程序指令加载到计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上,使得在计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,从而使得在计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上执行的指令实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作。

[0130] 附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分,所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。对于本领域技术人员来说公知的是,通过硬件方式实现、通过软件方式实现以及通过软件和硬件结合的方式实现都是等价的。

[0131] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

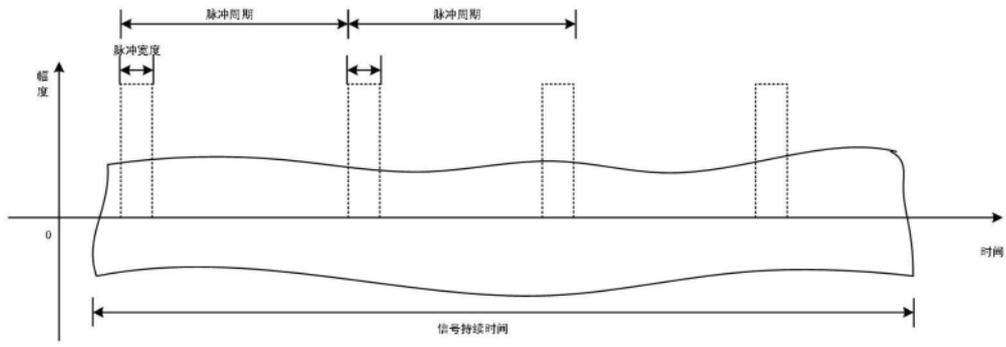


图1

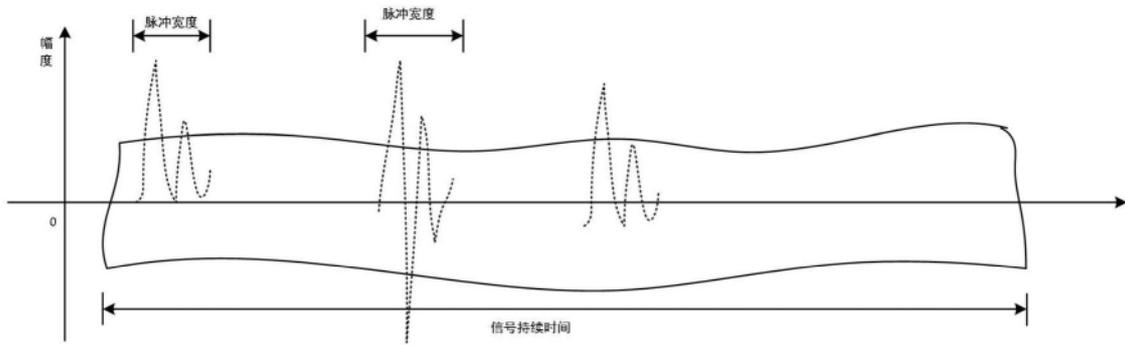


图2

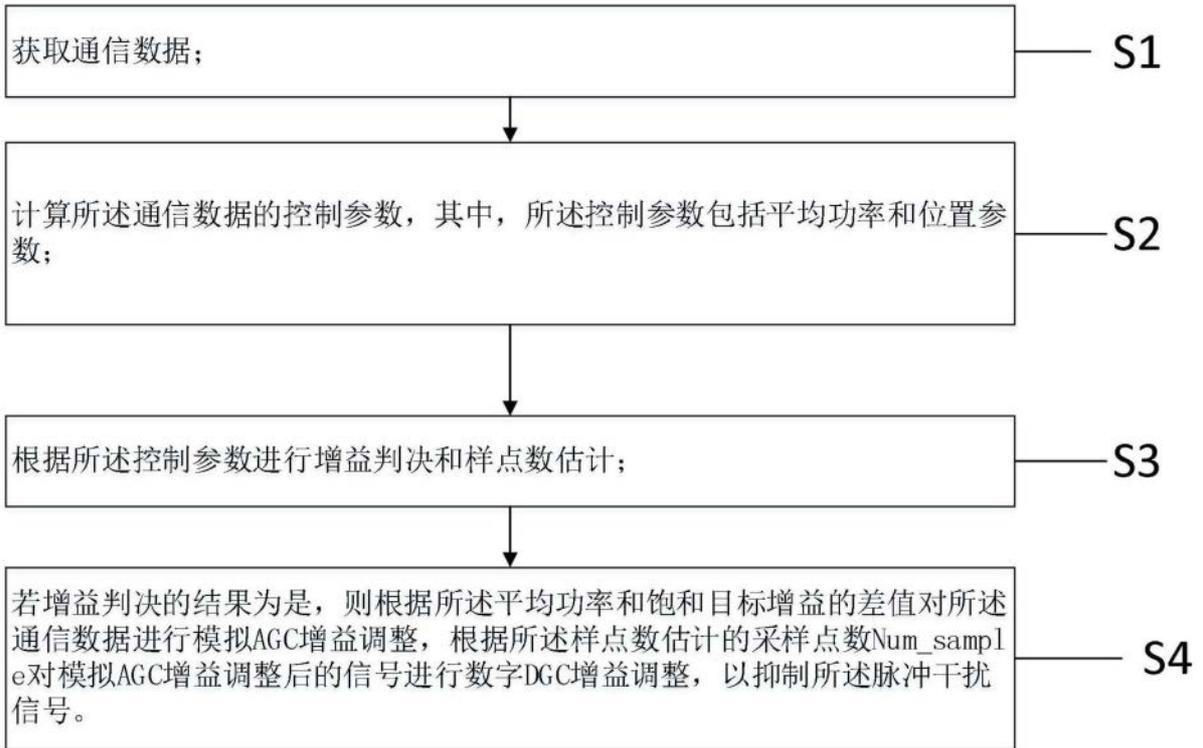


图3

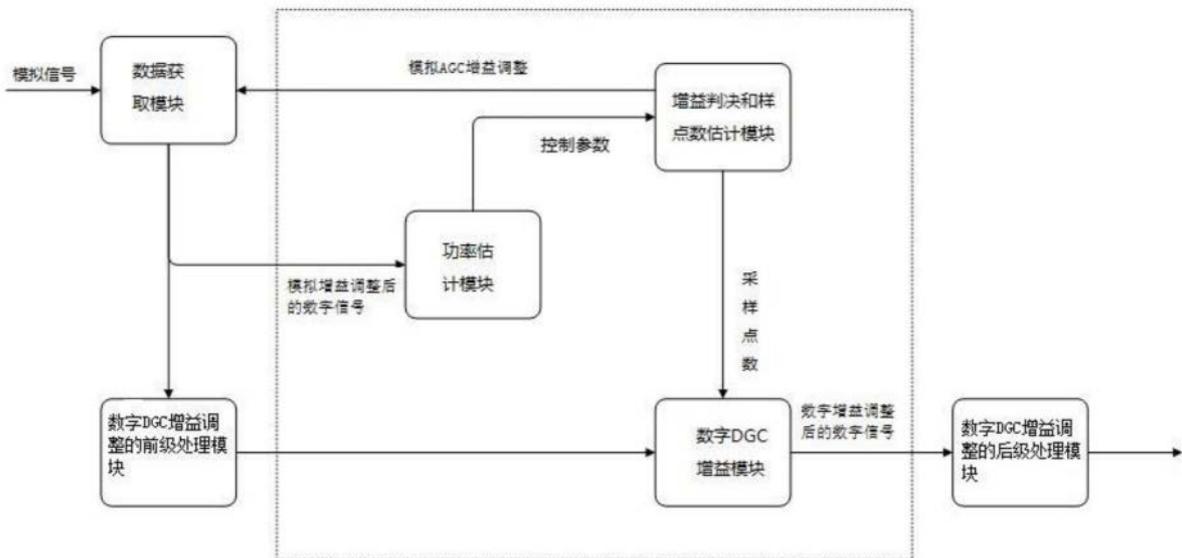


图4