



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110505172 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 26

(21) 申请号 201910630157.5

(22) 申请日 2019.07.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110505172 A

(43) 申请公布日 2019.11.26

(73) 专利权人 四川安迪科技实业有限公司
地址 610041 四川省成都市高新区天府五
街200号1号楼3层A、B区

(72) 发明人 李巍

(74) 专利代理机构 成都诚中致达专利代理有限
公司 51280

代理人 曹宇杰

(51) Int. Cl.

H04L 27/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107623647 A, 2018.01.23

CN 102014097 A, 2011.04.13

龚超等. 基于 FFT 的快速高精度载波参数
联合估计算法.《电子学报》.2010,

龚超等. 基于 FFT 的快速高精度载波参数
联合估计算法.《电子学报》.2010,

陈大夫等. 载波频偏估计复矢量FFT算法研
究.《信息工程大学学报》.2006,

李明齐等. 正交频分复用系统中采用离散导
频的频偏估计方法.《上海交通大学学报》.2003,
(第08期),

审查员 曹春燕

权利要求书2页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于离散导频辅助的频偏估计方法及
装置

(57) 摘要

一种基于离散导频辅助的频偏估计方法,从接收信号中抽取出所有可用离散导频符号;对所述可用离散导频符号进行去调制处理,获得去调制离散导频符号;对所述去调制离散导频符号进行补0处理,使其成为一个长度为 2^u 的符号串,其中, u 为整数;对所述字符串进行 2^u 点FFT变换;计算变换后的字符串的模长;查找模长最大的点所在位置;根据所述位置计算接收信号的频偏估计。基于离散导频辅助的频偏估计装置,包括抽取模块、去调制模块、成串模块、变换模块、模长计算模块、查找模块、估计模块。本方法/装置在 E_s/N_0 为-2dB的条件下充分的利用了离散导频的特点,仅用4096的FFT长度即可达到 10^{-5} 的误差精度,效率高,计算复杂度低,利于工程实现,满足DVB-RCS2的帧格式解调要求。



1. 一种基于离散导频辅助的频偏估计方法,其特征在于,适用于DVB-RCS2的离散导频帧格式,包括以下步骤:

从接收信号中抽取出所有可用离散导频符号;其中,接收信号长度为L,离散导频的间隔为d,总共有 n_{sc} 个离散导频,信道条件为AWGN;所有可用离散导频符号包括所述 n_{sc} 个离散导频,以及前导、后导中额外可抽取的离散导频,前导可抽点数为 n_{pr} ,后导可抽点数为 n_{po} ,所有可用离散导频符号点数为: $n=n_{sc}+n_{pr}+n_{po}$;

对所述可用离散导频符号进行去调制处理,获得去调制离散导频符号;

对所述去调制离散导频符号进行补0处理,使其成为一个长度为 2^u 的字符串,其中,u为整数;

对所述字符串进行 2^u 点FFT变换;

计算变换后的字符串的模长;

查找模长最大的点所在位置,并设该位置为 k_{max} ;

根据所述位置通过 $\hat{f} = \frac{k_{max}}{d \cdot 2^u} \cdot \frac{1}{T_s}$ 计算接收信号的频偏估计。

2. 根据权利要求1所述的基于离散导频辅助的频偏估计方法,其特征在于,所述抽取,还包括抽取前导和后导的可用点数,并于抽取后一并计入可用的离散导频符号。

3. 根据权利要求1所述的基于离散导频辅助的频偏估计方法,其特征在于,所述去调制处理,是通过本地离散导频符号对所述可用离散导频符号进行去调制处理: $d(k) = z(k) \cdot c^*(k)$,其中, $c^*(k)$ 为本地导频符号 $c(k)$ 的共轭。

4. 一种基于离散导频辅助的频偏估计装置,其特征在于,适用于DVB-RCS2的离散导频帧格式,包括:

抽取模块,用于从接收信号中抽取出所有可用离散导频符号;其中,接收信号长度为L,离散导频的间隔为d,总共有 n_{sc} 个离散导频,信道条件为AWGN;所有可用离散导频符号包括所述 n_{sc} 个离散导频,以及前导、后导中额外可抽取的离散导频,前导可抽点数为 n_{pr} ,后导可抽点数为 n_{po} ,所有可用离散导频符号点数为: $n=n_{sc}+n_{pr}+n_{po}$;

去调制模块,用于对所述可用离散导频符号进行去调制处理,获得去调制离散导频符号;

成串模块,用于对所述去调制离散导频符号进行补0处理,使其成为一个长度为 2^u 的字符串,其中,u为整数;

变换模块,用于对所述字符串进行 2^u 点FFT变换;

模长计算模块,用于计算变换后的字符串的模长;

查找模块,用于查找模长最大的点所在位置,并设该位置为 k_{max} ;

估计模块,用于根据所述位置通过 $\hat{f} = \frac{k_{max}}{d \cdot 2^u} \cdot \frac{1}{T_s}$ 计算接收信号的频偏估计。

5. 根据权利要求4所述的基于离散导频辅助的频偏估计装置,其特征在于,所述抽取模块,还用于抽取前导和后导的可用点数,并于抽取后一并计入可用的离散导频符号。

6. 根据权利要求4所述的基于离散导频辅助的频偏估计装置,其特征在于,所述去调制模块,是通过本地离散导频符号对所述可用离散导频符号进行去调制处理: $d(k) = z(k) \cdot$

$c^*(k)$,其中, $c^*(k)$ 为本地导频符号 $c(k)$ 的共轭。

一种基于离散导频辅助的频偏估计方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及载波同步技术,尤其涉及一种基于离散导频辅助的频偏估计方法及装置。

背景技术

[0002] 在数字通信系统中,解调方式决定数字调制系统的性能。载波同步中的频率同步是数字通信系统中一个不可或缺的部分,补偿了信号在传输过程中造成的频偏损害。频偏估计精度越高,信号的解调后续步骤越简单,尤其是对于DVB-RCS2的突发通信的离散导频模式,对频偏精度的要求极高。但DVB-RCS2的前导、后导很短,当前已有的频偏估计算法仅能利用前导或者后导的符号信息,而在DVB-RCS2的帧格式条件下,这些方法计算载波频率的误差精度远不能达到要求。

发明内容

[0003] 为了解决相关现有技术中提到的频偏精度的要求高等问题,本发明提供一种基于离散导频辅助的频偏估计方法及装置,适用于DVB-RCS2的离散导频帧格式,频偏估计精度高,稳定性好,计算复杂度低,易于工程化。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术:

[0005] 设计思想为:

[0006] 接收端在接收到符号后,将离散导频从同步信号中逐一抽出,组成一串不改变原信号特征的导频采样信号。通过本地离散导频符号对抽出的离散导频符号去调制,然后进行 2^u 点的FFT变换,则频谱幅度最大的点在全局中的位置比例代表了两个相邻的离散导频之间的相对频偏,从而计算出接收信号中相邻符号间的相对频偏。

[0007] 本发明提供的一种基于离散导频辅助的频偏估计方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0008] 从接收信号中抽取出所有可用离散导频符号;

[0009] 对所述可用离散导频符号进行去调制处理,获得去调制离散导频符号;

[0010] 对所述去调制离散导频符号进行补0处理,使其成为一个长度为 2^u 的符号串,其中, u 为整数;

[0011] 对所述字符串进行 2^u 点FFT变换;

[0012] 计算变换后的字符串的模长;

[0013] 查找模长最大的点所在位置;

[0014] 根据所述位置计算接收信号的频偏估计。

[0015] 进一步,所述抽取,还包括抽取前导和后导的可用点数,并于抽取后一并计入可用的离散导频符号。

[0016] 进一步,所述去调制处理,是通过本地离散导频符号对所述可用离散导频符号进行去调制处理: $d(k) = z(k) \cdot c^*(k)$,其中, $c^*(k)$ 为本地导频符号 $c(k)$ 的共轭。

[0017] 进一步,查找模长最大的点所在位置,并设该位置为 k_{\max} ;接收信号的频偏估计通过 $\hat{f} = \frac{k_{\max}}{d \cdot 2^u} \cdot \frac{1}{T_s}$ 计算。

[0018] 本发明提供一种基于离散导频辅助的频偏估计装置,其特征在于,包括:

[0019] 抽取模块,用于从接收信号中抽取出所有可用离散导频符号;

[0020] 去调制模块,用于对所述可用离散导频符号进行去调制处理,获得去调制离散导频符号;

[0021] 成串模块,用于对所述去调制离散导频符号进行补0处理,使其成为一个长度为 2^u 的符号串,其中,u为整数;

[0022] 变换模块,用于对所述字符串进行 2^u 点FFT变换;

[0023] 模长计算模块,用于计算变换后的字符串的模长;

[0024] 查找模块,用于查找模长最大的点所在位置;

[0025] 估计模块,用于根据所述位置计算接收信号的频偏估计。

[0026] 进一步,所述抽取模块,还用于抽取前导和后导的可用点数,并于抽取后一并计入可用的离散导频符号。

[0027] 进一步,所述去调制模块,是通过本地离散导频符号对所述可用离散导频符号进行去调制处理: $d(k) = z(k) \cdot c^*(k)$,其中, $c^*(k)$ 为本地导频符号 $c(k)$ 的共轭。

[0028] 进一步,所述查找模块,用于查找模长最大的点所在位置,并设该位置为 k_{\max} ;所述估计模块,通过 $\hat{f} = \frac{k_{\max}}{d \cdot 2^u} \cdot \frac{1}{T_s}$ 计算接收信号的频偏估计。

[0029] 本发明有益效果:

[0030] 在 E_s/N_0 为-2dB的条件下充分的利用了离散导频的特点,仅用4096的FFT长度即可达到 10^{-5} 的误差精度,效率高,计算复杂度低,利于工程实现,满足DVB-RCS2的帧格式解调要求。

附图说明

[0031] 图1为DVB-RCS2离散导频帧格式图。

[0032] 图2为本发明方法实施例的流程图。

[0033] 图3为本发明装置实施例的结构图。

[0034] 图4为本发明实施例所得的频偏误差曲线与MCRB曲线的对比图。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0036] 如图1所示,为DVB-RCS2离散导频帧格式图。

[0037] 在实施例中:

[0038] 设接收的突发信号长度为L,离散导频的间隔为d,总共有 n_{sc} 个离散导频,信道条件为AWGN。

[0039] 如图2所示为本发明基于离散导频辅助的频偏估计方法实施例的流程图。

[0040] 第一步,抽出所有可用的离散导频符号。

[0041] 除所有的离散导频点外,前导、后导还可以额外抽取离散导频,假设前导可抽点数为 n_{pr} ,后导可抽点数为 n_{po} 。则总的可用离散导频符号点数为

$$[0042] \quad n = n_{sc} + n_{pr} + n_{po}。$$

[0043] 第二步,将所有的可用离散导频符号去调制。去调制后的可用离散导频符号为

$$[0044] \quad d(k) = z(k) \cdot c^*(k)。$$

[0045] 其中, $c^*(k)$ 为本地导频符号 $c(k)$ 的共轭。

[0046] 第三步,对已去调制的可用离散导频符号进行补0操作,使其成为一个长度为 2^u 的符号串,其中, u 为整数。

[0047] 第四步,将第三步的符号串进行 2^u 点FFT变换。

[0048] 第五步,计算第四步中变换过后的符号串的模长。

[0049] 第六步,查找第五步中最大的点,设其所在位置为 k_{max} 。

[0050] 第七步,接收信号的频偏估计为

$$[0051] \quad \hat{f} = \frac{k_{max}}{d \cdot 2^u} \cdot \frac{1}{T_s}。$$

[0052] 如图3所示为本发明基于离散导频辅助的频偏估计装置实施例的结构图。

[0053] 装置包括:

[0054] 抽取模块,用于从接收信号中抽取出所有可用离散导频符号;所述抽取模块,还用于抽取前导和后导的可用点数,并于抽取后一并计入可用的离散导频符号;

[0055] 去调制模块,用于对所述可用离散导频符号进行去调制处理,获得去调制离散导频符号;所述去调制模块,是通过本地离散导频符号对所述可用离散导频符号进行去调制处理: $d(k) = z(k) \cdot c^*(k)$,其中, $c^*(k)$ 为本地导频符号 $c(k)$ 的共轭;

[0056] 成串模块,用于对所述去调制离散导频符号进行补0处理,使其成为一个长度为 2^u 的符号串,其中, u 为整数;

[0057] 变换模块,用于对所述字符串进行 2^u 点FFT变换;

[0058] 模长计算模块,用于计算变换后的字符串的模长;

[0059] 查找模块,用于查找模长最大的点所在位置,并设该位置为 k_{max} ;

[0060] 估计模块,用于根据所述位置计算接收信号的频偏估计,计算公式为 $\hat{f} = \frac{k_{max}}{d \cdot 2^u} \cdot \frac{1}{T_s}$ 。

[0061] 将上述实施例的方法和/或装置应用于离散导频辅助的频偏估计,可获得频偏误差曲线与MCRB曲线的对比图,如图4所示。其中,用于性能评估的物理帧格式为DVB-RCS2标准定义波形:WaveformID=43(BPSK@1/2)。FFT长度为4096,仿真运行1000次。

[0062] 本方法/本装置,在 E_s/N_0 为-2dB的条件下充分的利用了离散导频的特点,仅用4096的FFT长度即可达到 10^{-5} 的误差精度,效率高,计算复杂度低,利于工程实现,满足DVB-RCS2的帧格式解调要求。

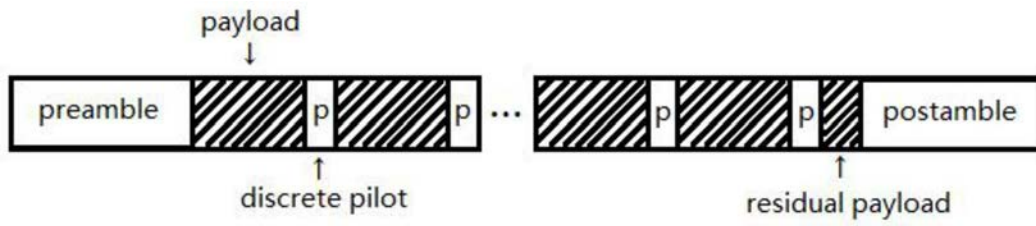


图1

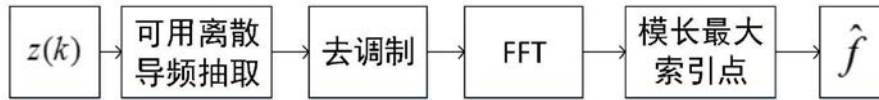


图2

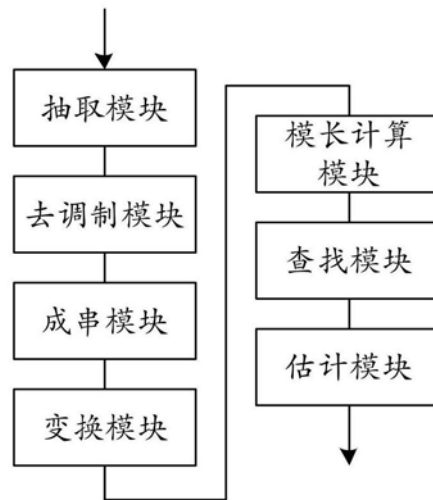


图3

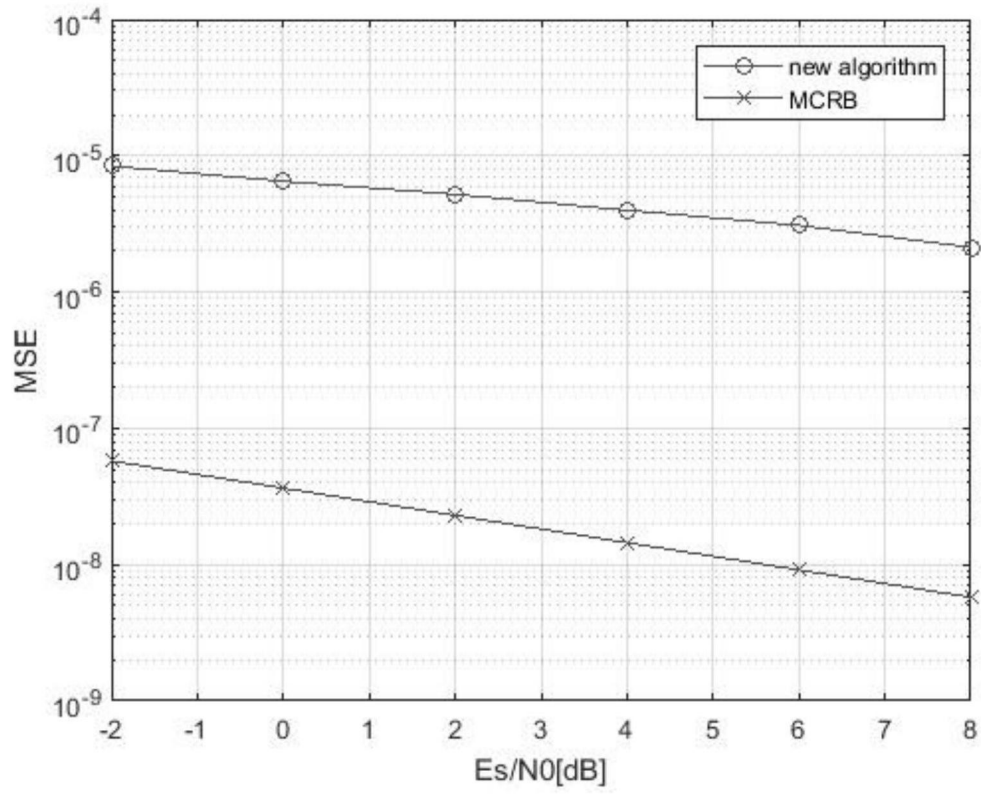


图4