



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110768919 B

(45) 授权公告日 2022.09.16

(21) 申请号 201910856616.1

(22) 申请日 2019.09.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110768919 A

(43) 申请公布日 2020.02.07

(73) 专利权人 武汉船舶通信研究所(中国船舶
重工集团公司第七二二研究所)
地址 430205 湖北省武汉市江夏区藏龙岛
开发区藏龙大道3号

(72) 发明人 盛晨辉 余洋 何昭然 徐露
明磊 胡刚 范立耘

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138
专利代理师 羊淑梅

(51) Int.Cl.

H04L 27/00 (2006.01)

H04B 7/185 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102624419 A, 2012.08.01

CN 104967582 A, 2015.10.07

CN 110071756 A, 2019.07.30

CN 107623647 A, 2018.01.23

CN 105406956 A, 2016.03.16

CN 109617844 A, 2019.04.12

US 2014169784 A1, 2014.06.19

审查员 罗帆

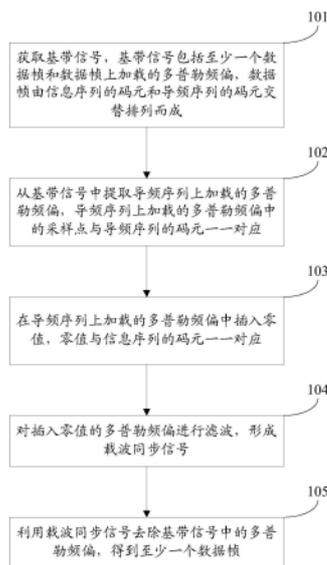
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

用于卫星通信系统的载波同步方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种用于卫星通信系统的载波同步方法和装置,属于通信技术领域。方法包括:获取基带信号,所述基带信号包括至少一个数据帧和所述数据帧上加载的多普勒频偏,所述数据帧由信息序列的码元和导频序列的码元交替排列而成;从所述基带信号中提取所述导频序列上加载的多普勒频偏,所述导频序列上加载的多普勒频偏中的采样点与导频序列的码元一一对应;在所述导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值,零值与信息序列的码元一一对应;在所述导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值,所述零值与所述信息序列的码元一一对应;对插入零值的多普勒频偏进行滤波,形成载波同步信号;利用所述载波同步信号去除所述基带信号中的多普勒频偏,得到所述至少一个数据帧。本发明可实现卫星通信系统载波同步。



1. 一种用于卫星通信系统的载波同步方法,其特征在于,所述载波同步方法包括:

获取基带信号,所述基带信号包括至少一个数据帧和所述数据帧上加载的多普勒频偏,所述数据帧由信息序列的码元和导频序列的码元交替排列而成;

根据所述导频序列的码元在所述数据帧中的位置,从所述基带信号中提取出加载有所述多普勒频偏的导频序列,所述导频序列上加载的多普勒频偏中的采样点与所述导频序列的码元一一对应;

采用如下公式从加载有所述多普勒频偏的导频序列中得到所述导频序列上加载的多普勒频偏 $\text{freq_off}_{uw}(m)$:

$$\text{freq_off}_{uw}(m) = \frac{r_{uw}(m)}{a_{uw}(m)}; \text{其中, } r_{uw}(m) \text{ 表示加载有所述多普勒频偏的导频序列, } a_{uw}(m) \text{ 表}$$

示所述导频序列;

在所述导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值,所述零值与所述信息序列的码元一一对应;

对插入零值的多普勒频偏进行滤波,形成与所述数据帧上加载的多普勒频偏同频同相的载波同步信号;

利用所述载波同步信号去除所述基带信号中的多普勒频偏,得到所述至少一个数据帧。

2. 根据权利要求1所述的载波同步方法,其特征在于,相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量相等。

3. 根据权利要求2所述的载波同步方法,其特征在于,所述导频序列的码元的取值均为1,所述载波同步方法还包括:

将所述导频序列依次延迟设定时长,直到延迟后的所述导频序列与所述数据帧相乘之后积分的结果等于所述导频序列积分的结果;

对延迟后的所述导频序列进行倍频,得到码元同步信号,倍频的倍数等于相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量加1;

利用所述码元同步信号确定所述数据帧的各个码元的取值。

4. 根据权利要求3所述的载波同步方法,其特征在于,所述载波同步方法还包括:

将从所述至少一个数据帧中选出码元序列的选择框在所述至少一个数据帧上依次移动一个码元,直到所述码元序列与所述导频序列的码元对应的码元的取值均为1,所述码元序列的码元数量等于所述数据帧的码元数量;

将所述码元序列确定为一个数据帧。

5. 一种用于卫星通信系统的载波同步装置,其特征在于,所述载波同步装置包括:

获取模块,用于获取基带信号,所述基带信号包括至少一个数据帧和所述数据帧上加载的多普勒频偏,所述数据帧由信息序列的码元和导频序列的码元交替排列而成;

提取模块,用于根据所述导频序列的码元在所述数据帧中的位置,从所述基带信号中提取出加载有所述多普勒频偏的导频序列,所述导频序列上加载的多普勒频偏中的采样点与所述导频序列的码元一一对应;采用如下公式从加载有所述多普勒频偏的导频序列中得到所述导频序列上加载的多普勒频偏 $\text{freq_off}_{uw}(m)$:

$freq_off_{uw}(m) = \frac{r_{uw}(m)}{a_{uw}(m)}$; 其中, $r_{uw}(m)$ 表示加载有所述多普勒频偏的导频序列, $a_{uw}(m)$ 表

示所述导频序列;

插入模块, 用于在所述导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值, 所述零值与所述信息序列的码元一一对应;

滤波模块, 用于对插入零值的多普勒频偏进行滤波, 形成与所述数据帧上加载的多普勒频偏同频同相的载波同步信号;

载波同步模块, 用于利用所述载波同步信号去除所述基带信号中的多普勒频偏, 得到所述至少一个数据帧。

6. 根据权利要求5所述的载波同步装置, 其特征在于, 相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量相等。

7. 根据权利要求6所述的载波同步装置, 其特征在于, 所述导频序列的码元的取值均为1, 所述载波同步装置还包括:

延迟模块, 用于将所述导频序列依次延迟设定时长, 直到延迟后的所述导频序列与所述数据帧相乘之后积分的结果等于所述导频序列积分的结果;

倍频模块, 用于对延迟后的所述导频序列进行倍频, 得到码元同步信号, 倍频的倍数等于相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量加1;

取值确定模块, 用于利用所述码元同步信号确定所述数据帧的各个码元的取值。

8. 根据权利要求7所述的载波同步装置, 其特征在于, 所述载波同步装置还包括:

移动模块, 用于将从所述至少一个数据帧中选出码元序列的选择框在所述至少一个数据帧上依次移动一个码元, 直到所述码元序列与所述导频序列的码元对应的码元的取值均为1, 所述码元序列的码元数量等于所述数据帧的码元数量;

数据帧确定模块, 用于将所述码元序列确定为一个数据帧。

用于卫星通信系统的载波同步方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,特别涉及一种用于卫星通信系统的载波同步方法和装置。

背景技术

[0002] 卫星通信系统(英文:Satellite communication system)包括卫星和地面站,卫星在空中起中继站的作用,在至少两个地面站之间转发微波信号,进行微波通信。由于卫星工作在几百、几千、甚至上万公里的轨道上,因此卫星通信系统的覆盖范围远大于一般的移动通信系统,可以实现对地面的无缝隙覆盖,在无线通信中发挥着中重要作用。

[0003] 在通信系统中,同步是一个非常重要的问题。同步包括载波同步、码元同步、帧同步等。载波同步又称载波恢复(英文:carrier restoration),是在接收设备中产生一个和接收信号中的载波信号同频同相的本地振荡(英文:local oscillation),供给解调器作相干解调用。

[0004] 目前通常采用锁相环(英文:Phase-Locked Loop,简称:PLL)作为窄带滤波器,从接收信号中得到载波信号或者辅助产生载波信号的导频信号。锁相环由鉴相器(英文:Phase Detector,简称:PD)、滤波器(英文:Loop Filter,简称:LF)和压控振荡器(英文:Voltage Controlled Oscillator,简称:VCO)依次连接组成前向通路,由压控振荡器和滤波器连接组成频率相位的反馈通路。鉴相器同时接收锁相环的输入信号和压控振荡器反馈的输出信号,检测输入信号和输出信号的相位差,并将检测出的相位差转换成电压信号输出;滤波器对电压信号滤波,将输入信号中噪声引起的电压波动尽量滤除,形成压控振荡器输出信号的控制电压;压控振荡器在控制电压的作用下产生输出信号,并通过反馈通路将输出信号反馈到鉴相器,得到与接收信号同频同相的载波信号。

[0005] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0006] 在卫星通信系统中,卫星和地面站之间存在相对运动,微波信号在卫星和地面站之间传输的过程中会产生多普勒效应(英文:Doppler effect),即微波信号的波长因为卫星和地面站的相对运动而产生变化,导致锁相环输入信号的频率不断变化。为了避免滤波器将输入信号频率变化引起的电压波动滤除,需要相应增大滤波器的滤波宽度需要相应增大,但是这样同时会允许输入信号中噪声引起的电压波动通过,最终影响载波同步。

发明内容

[0007] 本发明实施例提供了一种用于卫星通信系统的载波同步方法和装置,能够解决锁相环无法在卫星通信系统中进行载波同步的问题。所述技术方案如下:

[0008] 一方面,本发明实施例提供了一种用于卫星通信系统的载波同步方法,所述载波同步方法包括:

[0009] 获取基带信号,所述基带信号包括至少一个数据帧和所述数据帧上加载的多普勒频偏,所述数据帧由信息序列的码元和导频序列的码元交替排列而成;

- [0010] 从所述基带信号中提取所述导频序列上加载的多普勒频偏,所述导频序列上加载的多普勒频偏中的采样点与所述导频序列的码元一一对应;
- [0011] 在所述导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值,所述零值与所述信息序列的码元一一对应;
- [0012] 对插入零值的多普勒频偏进行滤波,形成载波同步信号;
- [0013] 利用所述载波同步信号去除所述基带信号中的多普勒频偏,得到所述至少一个数据帧。
- [0014] 可选地,所述从所述基带信号中提取所述导频序列上加载的多普勒频偏,包括:
- [0015] 根据所述导频序列的码元在所述数据帧中的位置,从所述基带信号中提取出加载有所述多普勒频偏的导频序列;
- [0016] 利用所述导频序列从加载有所述多普勒频偏的导频序列中得到所述导频序列上加载的多普勒频偏。
- [0017] 可选地,相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量相等。
- [0018] 进一步地,所述导频序列的码元的取值均为1,所述载波同步方法还包括:
- [0019] 将所述导频序列依次延迟设定时长,直到延迟后的所述导频序列与所述数据帧相乘之后积分的结果等于所述导频序列积分的结果;
- [0020] 对延迟后的所述导频序列进行倍频,得到码元同步信号,倍频的倍数等于相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量加1;
- [0021] 利用所述码元同步信号确定所述数据帧的各个码元的取值。
- [0022] 更进一步地,所述载波同步方法还包括:
- [0023] 将从所述至少一个数据帧中选出码元序列的选择框在所述至少一个数据帧上依次移动一个码元,直到所述码元序列与所述导频序列的码元对应的码元的取值均为1,所述码元序列的码元数量等于所述数据帧的码元数量;
- [0024] 将所述码元序列确定为一个数据帧。
- [0025] 另一方面,本发明实施例提供了一种用于卫星通信系统的载波同步装置,所述载波同步装置包括:
- [0026] 获取模块,用于获取基带信号,所述基带信号包括至少一个数据帧和所述数据帧上加载的多普勒频偏,所述数据帧由信息序列的码元和导频序列的码元交替排列而成;
- [0027] 提取模块,用于从所述基带信号中提取所述导频序列上加载的多普勒频偏,所述导频序列上加载的多普勒频偏中的采样点与所述导频序列的码元一一对应;
- [0028] 插入模块,用于在所述导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值,所述零值与所述信息序列的码元一一对应;
- [0029] 滤波模块,用于对插入零值的多普勒频偏进行滤波,形成载波同步信号;
- [0030] 载波同步模块,用于利用所述载波同步信号去除所述基带信号中的多普勒频偏,得到所述至少一个数据帧。
- [0031] 可选地,所述提取模块包括:
- [0032] 提取单元,用于根据所述导频序列的码元在所述数据帧中的位置,从所述基带信号中提取出加载有所述多普勒频偏的导频序列;
- [0033] 处理单元,用于利用所述导频序列从加载有所述多普勒频偏的导频序列中得到所

述导频序列上加载的多普勒频偏。

[0034] 可选地,相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量相等。

[0035] 进一步地,所述导频序列的码元的取值均为1,所述载波同步装置还包括:

[0036] 延迟模块,用于将所述导频序列依次延迟设定时长,直到延迟后的所述导频序列与所述数据帧相乘之后积分的结果等于所述导频序列积分的结果;

[0037] 倍频模块,用于对延迟后的所述导频序列进行倍频,得到码元同步信号,倍频的倍数等于相邻两个所述导频序列的码元之间的信息序列的码元数量加1;

[0038] 取值确定模块,用于利用所述码元同步信号确定所述数据帧的各个码元的取值。

[0039] 更进一步地,所述载波同步装置还包括:

[0040] 移动模块,用于将从所述至少一个数据帧中选出码元序列的选择框在所述至少一个数据帧上依次移动一个码元,直到所述码元序列与所述导频序列的码元对应的码元的取值均为1,所述码元序列的码元数量等于所述数据帧的码元数量;

[0041] 数据帧确定模块,用于将所述码元序列确定为一个数据帧。

[0042] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0043] 通过将接收设备已知的导频序列的码元与接收设备未知的信息序列的码元交替排列形成数据帧,并将至少一个数据帧加载在载波信号上在卫星通信系统中进行传输,导频序列和信息序列上在传输过程中同时由于多普勒效应而加载有多普勒频偏。这样先从接收信号中提取出导频序列上加载的多普勒频偏,再在导频序列上加载的多普勒频偏中插入与信息序列的码元一一对应的零值并进行滤波,即可形成与数据帧上加载的多普勒频偏同频同相的载波同步信号,进而从基带信号中去除多普勒频偏,完成载波同步。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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。

[0045] 图1是本发明实施例提供的卫星通信系统的结构示意图;

[0046] 图2是本发明实施例提供的一种用于卫星通信系统的载波同步方法的流程图;

[0047] 图3是本发明实施例提供的数据帧的结构示意图;

[0048] 图4是本发明实施例提供的一种用于卫星通信系统的载波同步装置的结构示意图。

具体实施方式

[0049] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0050] 本发明实施例提供的一种用于卫星通信系统的载波同步方法应用在卫星通信系统中。图1为本发明实施例提供的卫星通信系统的结构示意图。参见图1,卫星通信系统包括至少一个卫星(如图1中的一个卫星100)和至少两个地面站(如图1中的两个地面站210、220),各个地面站(如图1中的两个地面站210、220)分别与卫星(如图1中的一个卫星100)无

线连接。卫星在空中起中继站的作用,将至少两个地面站中一个地面站发送的信号转发到另一个地面站,以图1为例,地面站210先将信号发送给卫星100,卫星100再将信号转发给地面站220,即利用卫星100实现地面站210和地面站220之间的通信。

[0051] 需要说明的是,图1中的一个卫星100和两个地面站210、220仅为示例,并不作为对本发明应用的卫星通信系统的限制。在实际应用中,卫星的数量在一个以上,地面站的数量在两个以上即可。

[0052] 另外,卫星绕地球转动,卫星和地面站之间存在相对运动,信号在卫星和地面站之间传输的过程中会产生多普勒效应,即卫星和地面站之间传输信号的波长由于卫星和地面站之间的相对运动而产生变化,使得卫星通信系统中接收信号的频率与发送信号的频率不同。例如,地面站210发送信号的频率为 w_1 ,卫星100接收信号的频率为 w_2 ,则 $w_2 \neq w_1$;又如,卫星100发送信号的频率为 w_3 ,地面站220接收信号的频率为 w_4 ,则 $w_4 \neq w_3$ 。

[0053] 在实际应用中,携带信息的数据帧为频率较低的基带信号,通常会将基带信号加载到频率较高的载波信号上,以形成适合在卫星通信系统中传输的射频信号。由于卫星通信系统的工作频率很高,因此发送设备一般先将基带信号加载到第一载波信号上,形成中频信号;再将中频信号加载到第二载波信号上,形成射频信号。

[0054] 相应地,接收设备先将第二载波信号与射频信号相乘并进行滤波,得到中频信号;再将第一载波信号与中频信号相乘并进行滤波,得到基带信号。

[0055] 由于卫星通信系统的发送设备和接收设备之间存在相对运动,射频信号在传输过程中会产生多普勒效应,因此得到的基带信号中除了数据帧之外,还包括在多普勒效应下加载在数据帧上的多普勒频偏。

[0056] 本发明实施例提供了一种用于卫星通信系统的载波同步方法。图2为本发明实施例提供的一种用于卫星通信系统的载波同步方法的流程图。参见图2,载波同步方法包括:

[0057] 步骤101:获取基带信号,基带信号包括至少一个数据帧和数据帧上加载的多普勒频偏,数据帧由信息序列的码元和导频序列的码元交替排列而成。

[0058] 在本实施例中,信息序列用于表示发送设备传输给接收设备的信息,发送设备已知,但接收设备未知。导频序列用于表示加载多普勒频偏而发生的变化,发送设备和接收设备均已知,接收设备将基带信号中的导频序列与已知的导频序列进行比对,即可得到导频序列在传输过程中发生的变化。

[0059] 在实际应用中,导频序列的码元数量越多,捕捉的多普勒频偏越准确,但这样会减少数据帧中的有效信息载荷。因此,导频序列的码元数量可以综合考虑信息速率、码元速率、信道的频偏特点、以及有效信号带宽等因素决定。

[0060] 可选地,相邻两个导频序列的码元之间的信息序列的码元数量可以相等。将导频序列的码元均匀插入在信息序列中,有利于准确获取到无线信号在卫星通信系统传输过程中的频率变化。

[0061] 图3为本发明实施例提供的数据帧的结构示意图。参见图3,在实际应用中,假设信息序列的码元个数为 L ,导频序列的码元个数为 M ,则将信息序列平均分成 M 段,每段码元个数为 N ,即 $N * M = L$;每段码元之后插入一个导频序列的码元,形成数据帧 $a(n)$,数据帧的码元个数为 $(N+1) * M = L + M$ 。其中,导频序列 $a_{uw}(m)$ 可以采用如下公式(1)表示:

[0062]
$$a_{uw}(m) = a[m(N+1)] \quad m = \{1, 2, \dots, M\} \quad (1)$$

[0063] 卫星通信系统中的发送设备和接收设备之间存在相对运动,产生多普勒效应,如前所述,基带信号中除了数据帧之外,还包括加载在数据帧上的多普勒频偏。因此,基带信号 $r(n)$ 可以采用如下公式(2)表示:

$$[0064] \quad r(n) = a(n)e^{j(\omega n + \varphi)} \quad (2);$$

[0065] 其中, ω 是多普勒频偏的频率, φ 是多普勒频偏的相位。

[0066] 步骤102:从基带信号中提取导频序列上加载的多普勒频偏,导频序列上加载的多普勒频偏中的采样点与导频序列的码元一一对应。

[0067] 可选地,该步骤102可以包括:

[0068] 根据导频序列的码元在数据帧中的位置,从基带信号中提取出加载有多普勒频偏的导频序列;

[0069] 利用导频序列从加载有多普勒频偏的导频序列中得到导频序列上加载的多普勒频偏。

[0070] 由于数据帧中的信息序列和导频序列都加载有多普勒频偏,导频序列的码元在数据帧中的位置确定,因此,加载有多普勒频偏的导频序列 $r_{uw}(m)$ 可以采用如下公式(3)表示:

$$[0071] \quad r_{uw}(m) = r[m(N+1)] = a[m(N+1)]e^{j(\omega[m(N+1)] + \varphi)} \quad (3)。$$

[0072] 如前所述,导频序列是接收设备已知的,因此可以直接生成。基于加载有多普勒频偏的导频序列和生成的导频序列,可以采用如下公式(4)得到导频序列上加载的多普勒频偏 $freq_off_{uw}(m)$:

$$[0073] \quad freq_off_{uw}(m) = \frac{r_{uw}(m)}{a_{uw}(m)} = e^{j(\omega[m(N+1)] + \varphi)} \quad (4)。$$

[0074] 在公式(4)中,导频序列上加载的多普勒频偏 $freq_off_{uw}(m)$ 中采样点的数量为M个,少于数据帧上加载的多普勒频偏 $freq_off(n)$ 中采样点的数量为(L+M)个,两者的数量相差N倍。同时导频序列上加载的多普勒频偏 $freq_off_{uw}(m)$ 与数据帧上加载的多普勒频偏 $freq_off(n)$ 同频同相,因此导频序列上加载的多普勒频偏 $freq_off_{uw}(m)$ 是数据帧上加载的多普勒频偏 $freq_off(n)$ 的N倍抽取,可以采用如下公式(5)表示:

$$[0075] \quad freq_off_{uw}(m) = freq_off[m(N+1)] \quad m = \{1, 2, \dots, M\} \quad (5)。$$

[0076] 步骤103:在导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值,零值与信息序列的码元一一对应。

[0077] 在实际应用中,可以采用如下公式(6)在导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值:

$$[0078] \quad freq_off_{upsample}(n) = \begin{cases} e^{j(\omega n + \varphi)} & n = m(N+1), \quad m = \{1, 2, \dots, M\} \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (6)。$$

[0079] 通过在导频序列上加载的多普勒频偏中插入与信息序列的码元一一对应零值,得到采样点数量与数据帧上加载的多普勒频偏 $freq_off(n)$ 一样(即L+M)的信号 $freq_off_{upsample}(n)$ 。

[0080] 步骤104:对插入零值的多普勒频偏进行滤波,形成载波同步信号。

[0081] 在实际应用中,在插入零值之后进行滤波,插入的零值可以补偿到适当的位置,得到平滑的载波波形,可以采用如下公式(7)表示:

[0082] $freq_off(n)=e^{j(\omega n+\varphi)}$ (7)。

[0083] $freq_off(n)$ 即为载波同步信号。

[0084] 步骤105: 利用载波同步信号去除基带信号中的多普勒频偏, 得到至少一个数据帧。

[0085] 可选地, 该步骤105可以包括:

[0086] 将载波同步信号与基带信号共轭相乘并进行滤波, 得到至少一个数据帧。

[0087] 在实际应用中, 可以采用如下公式 (8) 将载波同步信号与基带信号共轭相乘:

[0088] $s(n)=r(n)*conj(freq_off(n))$ (8)。

[0089] 本发明实施例通过将接收设备已知的导频序列的码元与接收设备未知的信息序列的码元交替排列形成数据帧, 并将至少一个数据帧加载在载波信号上在卫星通信系统中进行传输, 导频序列和信息序列上在传输过程中同时由于多普勒效应而加载有多普勒频偏。这样先从接收信号中提取出导频序列上加载的多普勒频偏, 再在导频序列上加载的多普勒频偏中插入与信息序列的码元一一对应的零值并进行滤波, 即可形成与数据帧上加载的多普勒频偏同频同相的载波同步信号, 进而从基带信号中去除多普勒频偏, 稳定可靠地完成载波同步, 特别适用于产生较大多普勒频偏的卫星通信系统。而且整个过程的运算量较少, 特别适用于硬件资源紧张的通信系统, 实现成本低。

[0090] 可选地, 载波同步方法还可以包括:

[0091] 将导频序列依次延迟设定时长, 直到延迟后的导频序列与数据帧相乘之后积分的结果等于导频序列积分的结果;

[0092] 对延迟后的导频序列进行倍频, 得到码元同步信号, 倍频的倍数等于相邻两个导频序列的码元之间的信息序列的码元数量加1;

[0093] 利用码元同步信号确定数据帧的各个码元的取值。

[0094] 在从基带信号中得到至少一个数据帧之后, 利用导频序列实现码元同步, 从而准确确定数据帧的各个码元的取值。

[0095] 在实际应用中, 先将导频序列与数据帧相乘之后积分的结果与导频序列积分的结果进行比较。如果两者相等, 则对导频序列进行倍频, 得到码元同步信号; 如果两者不等, 则将导频序列延迟设定时长, 并将延迟后的导频序列与数据帧相乘之后积分的结果与导频序列积分的结果进行比较。如果两者相等, 则对延迟后的导频序列进行倍频, 得到码元同步信号; 如果两者不等, 则将延迟后的导频序列再次延迟设定时长, 并将再次延迟后的导频序列与数据帧相乘之后积分的结果与导频序列积分的结果进行比较……如此循环, 直到延迟后的导频序列与数据帧相乘之后积分的结果等于导频序列积分的结果, 对延迟后的导频序列进行倍频, 得到码元同步信号。

[0096] 进一步地, 载波同步方法还可以包括:

[0097] 将从至少一个数据帧中选出码元序列的选择框在至少一个数据帧上依次移动一个码元, 直到码元序列与导频序列的码元对应的码元的取值均为1, 码元序列的码元数量等于数据帧的码元数量;

[0098] 将码元序列确定为一个数据帧。

[0099] 在准确确定数据帧的各个码元的取值之后, 利用导频序列实现帧同步, 从而确定出各个数据帧。

[0100] 在实际应用中,先确定选择框选出的码元序列与导频序列的码元对应的码元的取值是否均为1。如果均为1,则将码元序列确定为一个数据帧;如果至少一个码元为0,则将选择框在至少一个数据帧上移动一个码元,并确定移动后的选择框选出的码元序列与导频序列的码元对应的码元的取值是否均为1。如果均为1,则将码元序列确定为一个数据帧;如果至少一个码元为0,则将选择框在至少一个数据帧上再次移动一个码元,并确定再次移动后的选择框选出的码元序列与导频序列的码元对应的码元的取值是否均为1……如此循环,直到码元序列与导频序列的码元对应的码元的取值均为1,将码元序列确定为一个数据帧。

[0101] 本发明实施例提供了一种用于卫星通信系统的载波同步装置,适用于图2所示的用于卫星通信系统的载波同步方法。图4为本发明实施例提供的一种用于卫星通信系统的载波同步装置的结构示意图。参见图4,载波同步装置包括:

[0102] 获取模块201,用于获取基带信号,基带信号包括至少一个数据帧和数据帧上加载的多普勒频偏,数据帧由信息序列的码元和导频序列的码元交替排列而成;

[0103] 提取模块202,用于从基带信号中提取导频序列上加载的多普勒频偏,导频序列上加载的多普勒频偏中的采样点与导频序列的码元一一对应;

[0104] 插入模块203,用于在导频序列上加载的多普勒频偏中插入零值,零值与信息序列的码元一一对应;

[0105] 滤波模块204,用于对插入零值的多普勒频偏进行滤波,形成载波同步信号;

[0106] 载波同步模块205,用于利用载波同步信号去除基带信号中的多普勒频偏,得到至少一个数据帧。

[0107] 可选地,提取模块202可以包括:

[0108] 提取单元,用于根据导频序列的码元在数据帧中的位置,从基带信号中提取出加载有多普勒频偏的导频序列;

[0109] 处理单元,用于利用导频序列从加载有多普勒频偏的导频序列中得到导频序列上加载的多普勒频偏。

[0110] 可选地,相邻两个导频序列的码元之间的信息序列的码元数量可以相等。

[0111] 进一步地,导频序列的码元的取值均为1,载波同步装置还可以包括:

[0112] 延迟模块,用于将导频序列依次延迟设定时长,直到延迟后的导频序列与数据帧相乘之后积分的结果等于导频序列积分的结果;

[0113] 倍频模块,用于对延迟后的导频序列进行倍频,得到码元同步信号,倍频的倍数等于相邻两个导频序列的码元之间的信息序列的码元数量加1;

[0114] 取值确定模块,用于利用码元同步信号确定数据帧的各个码元的取值。

[0115] 更进一步地,载波同步装置还可以包括:

[0116] 移动模块,用于将从至少一个数据帧中选出码元序列的选择框在至少一个数据帧上依次移动一个码元,直到码元序列与导频序列的码元对应的码元的取值均为1,码元序列的码元数量等于数据帧的码元数量;

[0117] 数据帧确定模块,用于将码元序列确定为一个数据帧。

[0118] 需要说明的是:上述实施例提供的用于卫星通信系统的载波同步装置在用于卫星通信系统载波同步时,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将装置的内部结构划分成不同的功能模

块,以完成以上描述的全部或者部分功能。另外,上述实施例提供的用于卫星通信系统的载波同步装置与用于卫星通信系统的载波同步方法实施例属于同一构思,其具体实现过程详见方法实施例,这里不再赘述。

[0119] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0120] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0121] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

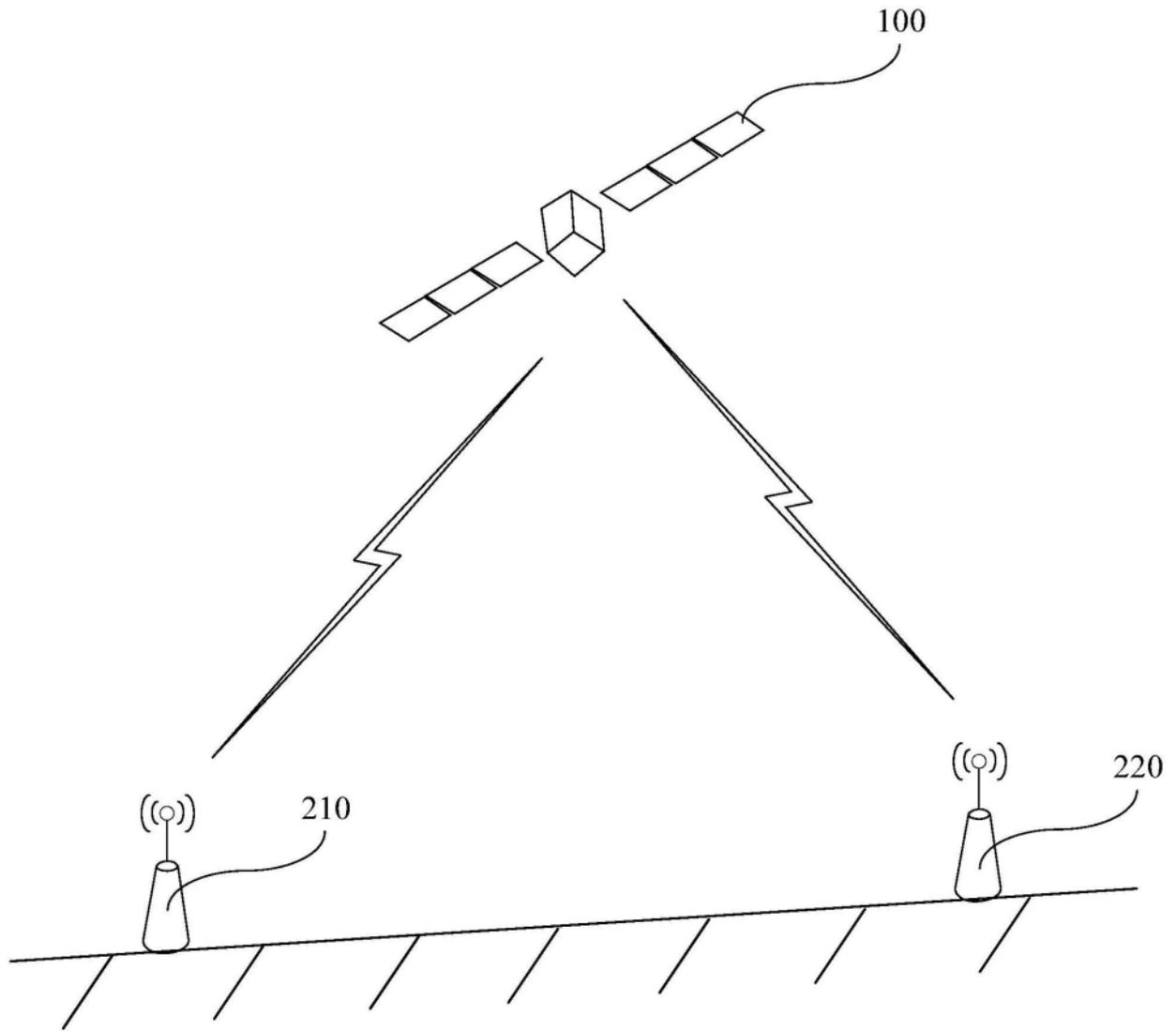


图1

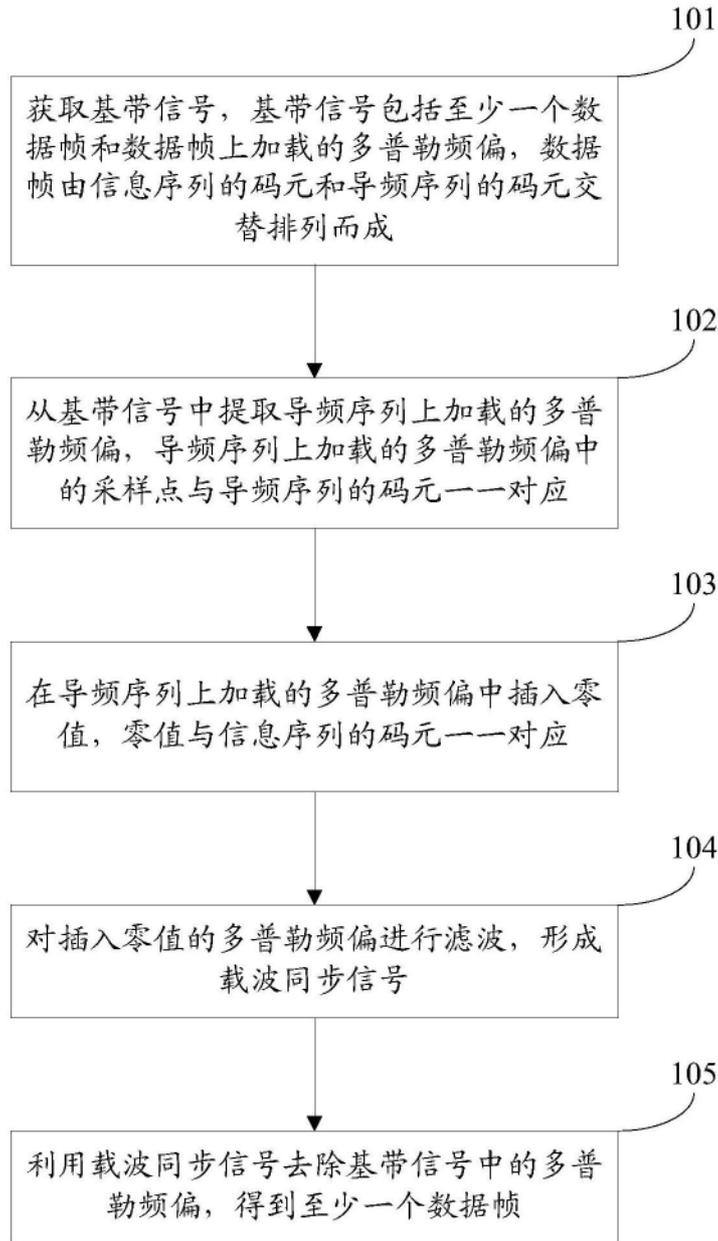


图2



图3

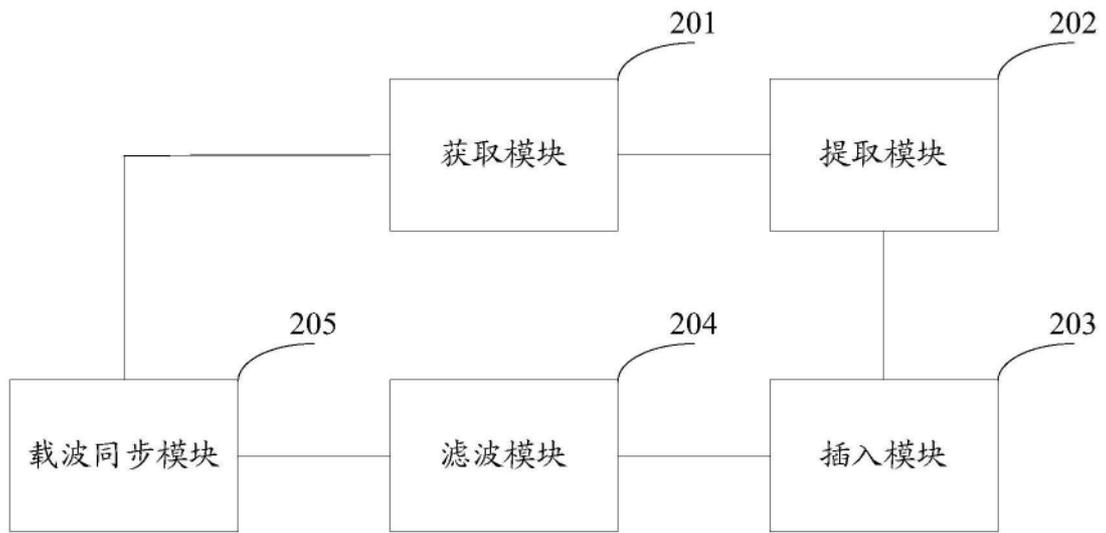


图4