



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112666582 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202011463437.0

(22) 申请日 2020.12.11

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112666582 A

(43) 申请公布日 2021.04.16

(73) 专利权人 南京大鱼半导体有限公司  
地址 211500 江苏省南京市江北新区星火  
路17号创智大厦A座7层

(72) 发明人 朱凌 周彬 邓祝明

(74) 专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11447  
专利代理师 张岩龙

(51) Int. Cl.  
G01S 19/37 (2010.01)

(56) 对比文件

CN 109150234 A, 2019.01.04

US 2005232380 A1, 2005.10.20

祝武勇. 高动态下扩频通信系统同步技术研究及FPGA实现.《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》. 2019,

审查员 白俊龙

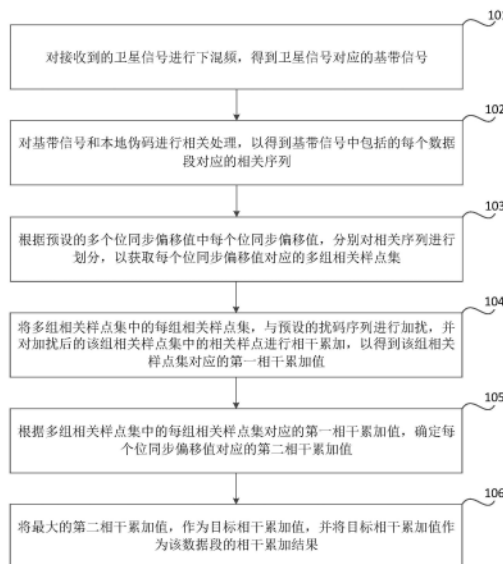
权利要求书3页 说明书13页 附图4页

## (54) 发明名称

卫星信号的处理方法、装置、存储介质和电子设备

## (57) 摘要

本公开涉及一种卫星信号的处理方法、装置、存储介质和电子设备,该方法包括:对卫星信号进行下混频,得到基带信号,对基带信号和本地伪码进行相关处理,得到每个数据段对应的相关序列,根据每个位同步偏移值,分别对相关序列进行划分,以获取多组相关样点集,将每组相关样点集,与扰码序列进行加扰,并进行相干累加,以得到第一相干累加值,根据每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个位同步偏移值对应的第二相干累加值,将最大的第二相干累加值作为该数据段的相干累加结果。本公开能够降低因比特跳变对有用信号功率的影响,不受相干积分时间的限制,能够提高卫星信号的信噪比,从而提高卫星导航接收机对弱信号捕获与跟踪的能力。



1. 一种卫星信号的处理方法,其特征在于,所述方法包括:

对接收到的卫星信号进行下混频,得到所述卫星信号对应的基带信号;

对所述基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到所述基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,所述相关序列包括该数据段中每个样点对应的相关样点,该数据段中包括的样点与所述本地伪码中包括的样点一一对应;

根据预设的多个位同步偏移值中每个所述位同步偏移值,分别对所述相关序列进行划分,以获取每个所述位同步偏移值对应的多组相关样点集,每组所述相关样点集包括至少一个所述相关样点;

将所述多组相关样点集中的每组相关样点集,与预设的扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值;

根据所述多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个所述位同步偏移值对应的第二相干累加值;

将最大的所述第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将所述目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果;

所述对所述基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到所述基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,包括:

根据每个所述数据段和所述本地伪码,利用第一公式,确定该数据段对应的所述相关序列;

所述第一公式包括:

$$\hat{c}_i = \frac{1}{N_{seg}} \sum_{n=0}^{N_{seg}-1} c_{i+n} \cdot p_n;$$

其中, $\hat{c}_i$ 为所述相关序列中第*i*个相关样点的相关值, $c_{i+n}$ 为该数据段中的第*i+n*个样点, $p_n$ 为所述本地伪码中的第*n*个码片, $N_{seg}$ 为该数据段中包括的样点数量,*i*为大于或等于0,且小于或等于 $N_{seg}-1$ 的整数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对接收到的卫星信号进行下混频,得到所述卫星信号对应的基带信号,包括:

利用中频本振信号对所述卫星信号进行混频,得到中频信号;

利用本地载波对所述中频信号进行混频,得到所述基带信号。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据预设的多个位同步偏移值中每个所述位同步偏移值,分别对所述相关序列进行划分,以获取每个所述位同步偏移值对应的多组相关样点集,包括:

针对每个所述位同步偏移值,根据第一数量和第二数量,利用第二公式,确定该位同步偏移值对应的相关样点集的目标数量;所述第一数量为所述相关序列包括的所述相关样点的数量,所述第二数量为所述扰码序列包括的码片的数量;

所述第二公式包括:

$$navNum = \begin{cases} \left\lfloor \frac{N}{N_{code}} \right\rfloor, & s = 0 \\ \left\lfloor \frac{N-s}{N_{code}} \right\rfloor + 1, & 0 < s < N_{code} \end{cases};$$

其中,navNum为所述目标数量,N为所述第一数量, $N_{code}$ 为所述第二数量,s为所述位同步偏移值;

根据所述目标数量,所述第一数量,所述第二数量和该位同步偏移值,对所述相关序列进行划分,以获取该位同步偏移值对应的所述目标数量组所述相关样点集。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述将所述多组相关样点集中的每组相关样点集,与预设的扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值,包括:

利用第三公式,确定每组相关样点集对应的第一相干累加值;

所述第三公式包括:

$$\tilde{c}_{navldx}^s = \begin{cases} \sum_{m=0}^{s-1} \hat{c}_m \cdot z_{N_{code}-s+m} & navldx = 0 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navldx-1)}^{s+N_{code} \cdot navldx-1} \hat{c}_m \cdot z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = 1, \dots, navNum - 2 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navNum-2)}^{N-1} \hat{c}_m \cdot z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = navNum - 1 \end{cases};$$

其中, $\tilde{c}_{navldx}^s$ 为第navldx组相关样点集的第一相干累加值, $\hat{c}_m$ 为所述相关序列中第m个所述相关样点的相关值, $z_{N_{code}-s+m}$ 为所述扰码序列中第 $N_{code}-s+m$ 个码片, $z_{\text{mod}(m-s, N_{code})}$ 为所述扰码序列中第 $\text{mod}(m-s, N_{code})$ 个码片,mod()为求余函数。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个所述位同步偏移值对应的第二相干累加值,包括:

针对每个所述位同步偏移值,对该位同步偏移值对应的每组所述相关样点集对应的第一相干累加值,进行最大似然相干累加,以得到该位同步偏移值对应的第二相干累加值。

6. 一种卫星信号的处理装置,其特征在于,所述装置包括:

混频模块,用于对接收到的卫星信号进行下混频,得到所述卫星信号对应的基带信号;

相关模块,用于对所述基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到所述基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,所述相关序列包括该数据段中每个样点对应的相关样点,该数据段中包括的样点与所述本地伪码中包括的样点一一对应;

划分模块,用于根据预设的多个位同步偏移值中每个所述位同步偏移值,分别对所述相关序列进行划分,以获取每个所述位同步偏移值对应的多组相关样点集,每组所述相关样点集包括至少一个所述相关样点;

处理模块,用于将所述多组相关样点集中的每组相关样点集,与预设的扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值;

确定模块,用于根据所述多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个所述位同步偏移值对应的第二相干累加值;

所述处理模块,还用于将最大的所述第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将所述目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果;

所述相关模块用于:

根据每个所述数据段和所述本地伪码,利用第一公式,确定该数据段对应的所述相关序列;

所述第一公式包括:

$$\hat{c}_i = \frac{1}{N_{seg}} \sum_{n=0}^{N_{seg}-1} c_{i+n} \cdot p_n;$$

其中, $\hat{c}_i$ 为所述相关序列中第*i*个相关样点的相关值, $c_{i+n}$ 为该数据段中的第*i+n*个样点, $p_n$ 为所述本地伪码中的第*n*个码片, $N_{seg}$ 为该数据段中包括的样点数量,*i*为大于或等于0,且小于或等于 $N_{seg}-1$ 的整数。

7.根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述划分模块包括:

计算子模块,用于针对每个所述位同步偏移值,根据第一数量和第二数量,利用第二公式,确定该位同步偏移值对应的相关样点集的目标数量;所述第一数量为所述相关序列包括的所述相关样点的数量,所述第二数量为所述扰码序列包括的码片的数量;

所述第二公式包括:

$$navNum = \begin{cases} \left\lceil \frac{N}{N_{code}} \right\rceil, & s = 0 \\ \left\lceil \frac{N-s}{N_{code}} \right\rceil + 1, & 0 < s < N_{code} \end{cases};$$

其中,navNum为所述目标数量,*N*为所述第一数量, $N_{code}$ 为所述第二数量,*s*为所述位同步偏移值;

划分子模块,用于根据所述目标数量,所述第一数量,所述第二数量和该位同步偏移值,对所述相关序列进行划分,以获取该位同步偏移值对应的所述目标数量组所述相关样点集。

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,该程序被处理器执行时实现权利要求1-5中任一项所述方法的步骤。

9.一种电子设备,其特征在于,包括:

存储器,其上存储有计算机程序;

处理器,用于执行所述存储器中的所述计算机程序,以实现权利要求1-5中任一项所述方法的步骤。

## 卫星信号的处理方法、装置、存储介质和电子设备

### 技术领域

[0001] 本公开涉及信号处理技术领域,具体地,涉及一种卫星信号的处理方法、装置、存储介质和电子设备。

### 背景技术

[0002] 近年来,导航技术迅速发展,卫星导航被广泛应用于军事、气象应用、交通运输、农业等多个领域。在弱信号环境下(例如有遮挡的环境下或者室内时),通常会使用能够在弱信号环境下正常工作的高灵敏度的卫星导航接收机。相关技术中,通常是采用加长相干积分时间的方式来提高信噪比,以确保卫星导航接收机能够从低信噪比的卫星信号中正确解出所需信息。然而,卫星信号的导航电文中任意比特都可能会相对于上一比特发生跳变。而比特跳变会导致相干累加值相互抵消,降低有用信号功率,同时由于导航电文比特的周期性,相干积分时间会受导航电文比特的持续时间限制,这会影响加长相干积分时间对卫星信号的信噪比提升的效果,降低了卫星导航接收机对弱信号捕获与跟踪的能力。

### 发明内容

[0003] 为了解决相关技术中存在的问题,本公开提供了一种卫星信号的处理方法、装置、存储介质和电子设备。

[0004] 根据本公开实施例的第一方面,提供一种卫星信号的处理方法,所述方法包括:

[0005] 对接收到的卫星信号进行下混频,得到所述卫星信号对应的基带信号;

[0006] 对所述基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到所述基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,所述相关序列包括该数据段中每个样点对应的相关样点,该数据段中包括的样点与所述本地伪码中包括的样点一一对应;

[0007] 根据预设的多个位同步偏移值中每个所述位同步偏移值,分别对所述相关序列进行划分,以获取每个所述位同步偏移值对应的多组相关样点集,每组所述相关样点集包括至少一个所述相关样点;

[0008] 将所述多组相关样点集中的每组相关样点集,与预设的扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值;

[0009] 根据所述多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个所述位同步偏移值对应的第二相干累加值;

[0010] 将最大的所述第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将所述目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。

[0011] 可选地,所述对接收到的卫星信号进行下混频,得到所述卫星信号对应的基带信号,包括:

[0012] 利用中频本振信号对所述卫星信号进行混频,得到中频信号;

[0013] 利用本地载波对所述中频信号进行混频,得到所述基带信号。

[0014] 可选地,所述对所述基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到所述基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,包括:

[0015] 根据每个所述数据段和所述本地伪码,利用第一公式,确定该数据段对应的所述相关序列;

[0016] 所述第一公式包括:

$$[0017] \quad \hat{c}_i = \frac{1}{N_{seg}} \sum_{n=0}^{N_{seg}-1} c_{i+n} \cdot p_n ;$$

[0018] 其中, $\hat{c}_i$ 为所述相关序列中第*i*个相关样点的相关值, $c_{i+n}$ 为该数据段中的第*i+n*个样点, $p_n$ 为所述本地伪码中的第*n*个码片, $N_{seg}$ 为该数据段中包括的样点数量,*i*为大于或等于0,且小于或等于 $N_{seg}-1$ 的整数。

[0019] 可选地,所述根据预设的多个位同步偏移值中每个所述位同步偏移值,分别对所述相关序列进行划分,以获取每个所述位同步偏移值对应的多组相关样点集,包括:

[0020] 针对每个所述位同步偏移值,根据第一数量和第二数量,利用第二公式,确定该位同步偏移值对应的相关样点集的目标数量;所述第一数量为所述相关序列包括的所述相关样点的数量,所述第二数量为所述扰码序列包括的码片的数量;

[0021] 所述第二公式包括:

$$[0022] \quad navNum = \begin{cases} \left\lceil \frac{N}{N_{code}} \right\rceil, & s = 0 \\ \left\lceil \frac{N-s}{N_{code}} \right\rceil + 1, & 0 < s < N_{code} \end{cases} ;$$

[0023] 其中,navNum为所述目标数量,*N*为所述第一数量, $N_{code}$ 为所述第二数量,*s*为所述位同步偏移值;

[0024] 根据所述目标数量,所述第一数量,所述第二数量和该位同步偏移值,对所述相关序列进行划分,以获取该位同步偏移值对应的所述目标数量组所述相关样点集。

[0025] 可选地,所述将所述多组相关样点集中的每组相关样点集,与预设的扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值,包括:

[0026] 利用第三公式,确定每组相关样点集对应的第一相干累加值;

[0027] 所述第三公式包括:

$$[0028] \quad \tilde{c}_{navldx}^s = \begin{cases} \sum_{m=0}^{s-1} \hat{c}_m \cdot z_{N_{code}-s+m} & navldx = 0 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navldx-1)}^{s+N_{code} \cdot navldx-1} \hat{c}_m \cdot z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = 1, \dots, navNum - 2 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navNum-2)}^{N-1} \hat{c}_m \cdot z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = navNum - 1 \end{cases};$$

[0029] 其中,  $\tilde{c}_{navldx}^s$  为第navldx组相关样点集的第一相干累加值,  $\hat{c}_m$  为所述相关序列中第m个所述相关样点的相关值,  $z_{N_{code}-s+m}$  为所述扰码序列中第 $N_{code}-s+m$ 个码片,  $z_{\text{mod}(m-s, N_{code})}$  为所述扰码序列中第 $\text{mod}(m-s, N_{code})$ 个码片,  $\text{mod}()$  为求余函数。

[0030] 可选地, 所述根据所述多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值, 确定每个所述位同步偏移值对应的第二相干累加值, 包括:

[0031] 针对每个所述位同步偏移值, 对该位同步偏移值对应的每组所述相关样点集对应的第一相干累加值, 进行最大似然相干累加, 以得到该位同步偏移值对应的第二相干累加值。

[0032] 根据本公开实施例的第二方面, 提供一种卫星信号的处理装置, 所述装置包括:

[0033] 混频模块, 用于对接收到的卫星信号进行下混频, 得到所述卫星信号对应的基带信号;

[0034] 相关模块, 用于对所述基带信号和本地伪码进行相关处理, 以得到所述基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列, 所述相关序列包括该数据段中每个样点对应的相关样点, 该数据段中包括的样点与所述本地伪码中包括的样点一一对应;

[0035] 划分模块, 用于根据预设的多个位同步偏移值中每个所述位同步偏移值, 分别对所述相关序列进行划分, 以获取每个所述位同步偏移值对应的多组相关样点集, 每组所述相关样点集包括至少一个所述相关样点;

[0036] 处理模块, 用于将所述多组相关样点集中的每组相关样点集, 与预设的扰码序列进行加扰, 并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加, 以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值;

[0037] 确定模块, 用于根据所述多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值, 确定每个所述位同步偏移值对应的第二相干累加值;

[0038] 所述处理模块, 还用于将最大的所述第二相干累加值, 作为目标相干累加值, 并将所述目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。

[0039] 可选地, 所述混频模块包括:

[0040] 第一混频子模块, 用于利用中频本振信号对所述卫星信号进行混频, 得到中频信号;

[0041] 第二混频子模块, 用于利用本地载波对所述中频信号进行混频, 得到所述基带信号。

[0042] 可选地, 所述相关模块用于:

[0043] 根据每个所述数据段和所述本地伪码,利用第一公式,确定该数据段对应的所述相关序列;

[0044] 所述第一公式包括:

$$[0045] \quad \hat{c}_i = \frac{1}{N_{seg}} \sum_{n=0}^{N_{seg}-1} c_{i+n} \cdot p_n ;$$

[0046] 其中, $\hat{c}_i$ 为所述相关序列中第*i*个相关样点的相关值, $c_{i+n}$ 为该数据段中的第*i+n*个样点, $p_n$ 为所述本地伪码中的第*n*个码片, $N_{seg}$ 为该数据段中包括的样点数量,*i*为大于或等于0,且小于或等于 $N_{seg}-1$ 的整数。

[0047] 可选地,所述划分模块包括:

[0048] 计算子模块,用于针对每个所述位同步偏移值,根据第一数量和第二数量,利用第二公式,确定该位同步偏移值对应的相关样点集的目标数量;所述第一数量为所述相关序列包括的所述相关样点的数量,所述第二数量为所述扰码序列包括的码片的数量;

[0049] 所述第二公式包括:

$$[0050] \quad navNum = \begin{cases} \left\lceil \frac{N}{N_{code}} \right\rceil, & s = 0 \\ \left\lceil \frac{N-s}{N_{code}} \right\rceil + 1, & 0 < s < N_{code} \end{cases} ;$$

[0051] 其中,navNum为所述目标数量,*N*为所述第一数量, $N_{code}$ 为所述第二数量,*s*为所述位同步偏移值;

[0052] 划分子模块,用于根据所述目标数量,所述第一数量,所述第二数量和该位同步偏移值,对所述相关序列进行划分,以获取该位同步偏移值对应的所述目标数量组所述相关样点集。

[0053] 可选地,所述处理模块用于:

[0054] 利用第三公式,确定每组相关样点集对应的第一相干累加值;

[0055] 所述第三公式包括:

$$[0056] \quad \tilde{c}_{navldx}^s = \begin{cases} \sum_{m=0}^{s-1} \hat{c}_m \cdot z_{N_{code}-s+m} & navldx = 0 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navldx-1)}^{s+N_{code} \cdot navldx-1} \hat{c}_m \cdot z_{mod(m-s, N_{code})} & navldx = 1, \dots, navNum - 2 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navNum-2)}^{N-1} \hat{c}_m \cdot z_{mod(m-s, N_{code})} & navldx = navNum - 1 \end{cases} ;$$

[0057] 其中, $\tilde{c}_{navldx}^s$ 为第navldx组相关样点集的第一相干累加值, $\hat{c}_m$ 为所述相关序列中第*m*个所述相关样点的相关值, $z_{N_{code}-s+m}$ 为所述扰码序列中第 $N_{code}-s+m$ 个码片,



$Z_{\text{mod}(m-s, N_{\text{code}})}$  为所述扰码序列中第  $\text{mod}(m-s, N_{\text{code}})$  个码片,  $\text{mod}()$  为求余函数。

[0058] 可选地,所述确定模块用于:

[0059] 针对每个所述位同步偏移值,对该位同步偏移值对应的每组所述相关样点集对应的的第一相干累加值,进行最大似然相干累加,以得到该位同步偏移值对应的的第二相干累加值。

[0060] 根据本公开实施例的第三方面,提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现本公开实施例的第一方面中所述方法的步骤。

[0061] 根据本公开实施例的第四方面,提供一种电子设备,包括:

[0062] 存储器,其上存储有计算机程序;

[0063] 处理器,用于执行所述存储器中的所述计算机程序,以实现本公开实施例的第一方面中所述方法的步骤。

[0064] 通过上述技术方案,本公开首先通过对接收到的卫星信号进行下混频,得到卫星信号对应的基带信号,并对基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,之后根据预设的多个位同步偏移值中每个位同步偏移值,分别对相关序列进行划分,以获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集,然后将多组相关样点集中的每组相关样点集,与扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的的第一相干累加值,再根据多组相关样点集中的每组相关样点集对应的的第一相干累加值,确定每个位同步偏移值对应的的第二相干累加值,最后将最大的第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。本公开通过每个位同步偏移值对相关序列进行划分获取的多组相关样点集,以及扰码序列,确定该位同步偏移值对应的的第二相干累加值,并将最大的第二相干累加值,作为数据段的相干累加结果,能够降低因比特跳变对有用信号功率的影响,不受相干积分时间的限制,能够提高卫星信号的信噪比,从而提高卫星导航接收机对弱信号捕获与跟踪的能力。

[0065] 本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

## 附图说明

[0066] 附图是用来提供对本公开的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本公开,但并不构成对本公开的限制。在附图中:

[0067] 图1是根据一示例性实施例示出的一种卫星信号的处理的流程图;

[0068] 图2是图1所示实施例示出的一种步骤103的流程图;

[0069] 图3是根据一示例性实施例示出的一种相关样点集和扰码序列的示意图;

[0070] 图4是根据一示例性实施例示出的一种卫星信号的处理装置的框图;

[0071] 图5是图4所示实施例示出的一种混频模块的框图;

[0072] 图6是图4所示实施例示出的一种划分模块的框图;

[0073] 图7是根据一示例性实施例示出的一种电子设备的框图。

## 具体实施方式

[0074] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及

附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的方法和装置的例子。

[0075] 在介绍本公开提供的卫星信号的处理方法、装置、存储介质和电子设备之前,首先对本公开各个实施例所涉及的应用场景进行介绍。该应用场景可以为卫星导航接收机,即本公开所提供的卫星信号的处理方法的执行主体为卫星导航接收机。卫星导航接收机可以接收卫星发送的卫星信号。其中,卫星信号可以为GPS(英文:Global Positioning System,中文:全球定位系统)、BDS(英文:BeiDou Navigation Satellite System,中文:北斗卫星导航系统)信号,或其他GNSS(英文:Global Navigation Satellite System,中文:全球导航卫星系统)卫星信号,本公开对此不做具体限定。

[0076] 图1是根据一示例性实施例示出的一种卫星信号的处理的流程图。如图1所示,该方法包括以下步骤:

[0077] 步骤101,对接收到的卫星信号进行下混频,得到卫星信号对应的基带信号。

[0078] 举例来说,卫星导航接收机可以通过射频天线接收目标卫星发送的卫星信号,并在接收到卫星信号后,先利用中频本振信号对卫星信号进行混频,得到中频信号。其中,目标卫星为待捕获卫星中的任一卫星,得到中频信号的具体方式可以为:首先将卫星信号经过前置滤波器和前置放大器进行滤波放大,同时利用本机振荡器产生中频本振信号。之后利用中频本振信号对经过滤波放大的卫星信号进行混频,并由模数转换器进行采样,以得到卫星信号对应的中频信号,中频本振信号的频率例如可以是4.076MHz。然后,卫星导航接收机可以利用本地载波对中频信号进行混频,以剥离中频信号中包括的载波信号,得到基带信号。其中,本地载波的周期例如可以为1ms。

[0079] 步骤102,对基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列。

[0080] 其中,相关序列包括该数据段中每个样点对应的的相关样点,该数据段中包括的样点与本地伪码中包括的样点一一对应。

[0081] 示例的,在获取到基带信号之后,卫星导航接收机可以对基带信号和本地伪码进行相关计算,以剥离基带信号中包括的伪码,得到每个数据段对应的相关序列。其中,获取每个数据段对应的相关序列的方式可以是:首先卫星导航接收机可以将基带信号划分为多个数据段,并将每个数据段中包括的多个样点和本地伪码进行滑动相关,得到包括该数据段中每个样点对应的的相关样点的相关序列。本地伪码是卫星导航接收机根据目标卫星的编号,按照ICD(英文:Interface Control Document,中文:接口控制文件)中约定的伪码生成规则,生成标准周期的伪码序列,并通过码NCO(英文:Numerically Controlled Oscillator,中文:数字控制振荡器)进行重采样后得到的伪码序列。每个数据段的周期与本地伪码的周期相同,例如本地伪码的周期为1ms,那么每个数据段的周期也为1ms,即每个数据段中包括的样点与本地伪码中包括的样点一一对应。

[0082] 步骤103,根据预设的多个位同步偏移值中每个位同步偏移值,分别对相关序列进行划分,以获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集,每组相关样点集包括至少一个相关样点。

[0083] 具体的,卫星导航接收机中可以预设有相干积分模块和扰码序列,以及根据扰码

序列设置多个位同步偏移值。当卫星信号为北斗IGSO(英文:Inclined GeoSynchronous Orbit,中文:倾斜地球同步轨道)和MEO(英文:Medium Earth Orbit,中文:中圆地球轨道)等包含NH(英文:Neumann-Hoffman)码的卫星信号时,扰码序列可以为NH序列。当卫星信号为GPS L1频段信号或者北斗GEO(英文:Geostationary Earth Orbit,中文:地球静止轨道)等不包含NH码的卫星信号时,扰码序列可以为全部由1组成的序列。

[0084] 然后,卫星导航接收机可以将每个数据段对应的相关序列送入相干积分模块。由相干积分模块根据多个位同步偏移值中每个位同步偏移值,分别对相关序列进行划分,以获取该位同步偏移值对应的包括至少一个相关样点的多组相关样点集。例如,相干积分模块可以以一比特导航电文持续时间内的扰码序列的周期数为基准,根据多个位同步偏移值中每个位同步偏移值,将相关序列划分成多组相关样点集。其中,每个位同步偏移值可以理解为假设的扰码序列相对于相关序列的偏移量。通过位同步偏移值对相关序列进行划分,实际上是利用假设的扰码序列相对于相关序列的偏移量,确定相关序列中包括的多个比特导航电文的边界,每个比特导航电文对应一组相关样点集。

[0085] 步骤104,将多组相关样点集中的每组相关样点集,与预设的扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值。

[0086] 步骤105,根据多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个位同步偏移值对应的第二相干累加值。

[0087] 进一步的,在获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集之后,相干积分模块可以将每个位同步偏移值对应的每组相关样点集包括的相关样点,与扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行最大似然相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值。然后,相干积分模块可以对该位同步偏移值对应的每组相关样点集对应的第一相干累加值,进行最大似然相干累加,以得到该位同步偏移值对应的第二相干累加值。

[0088] 步骤106,将最大的第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。

[0089] 在本步骤中,可以从每个位同步偏移值对应的第二相干累加值中,选取最大的第二相干累加值作为目标相干累加值。例如,当有20个位同步偏移值时,第二相干累加值也有20个,可以选取20个第二相干累加值中最大的第二相干累加值作为目标相干累加值。然后将目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。进一步的,还可以根据目标相干累加结果对卫星信号进行捕获、跟踪等后续处理。

[0090] 综上所述,本公开首先通过对接收到的卫星信号进行下混频,得到卫星信号对应的基带信号,并对基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,之后根据预设的多个位同步偏移值中每个位同步偏移值,分别对相关序列进行划分,以获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集,然后将多组相关样点集中的每组相关样点集,与扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值,再根据多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个位同步偏移值对应的第二相干累加值,最后将最大的第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将目标相干累加值作为该数据

段的相干累加结果。本公开通过每个位同步偏移值对相关序列进行划分获取的多组相关样点集,以及扰码序列,确定该位同步偏移值对应的第二相干累加值,并将最大的第二相干累加值,作为数据段的相干累加结果,能够降低因比特跳变对有用信号功率的影响,不受相干积分时间的限制,能够提高卫星信号的信噪比,从而提高卫星导航接收机对弱信号捕获与跟踪的能力。

[0091] 可选地,步骤102可以通过以下方式实现:

[0092] 根据每个数据段和本地伪码,利用第一公式,确定该数据段对应的相关序列。

[0093] 其中,第一公式包括:

$$[0094] \quad \hat{c}_i = \frac{1}{N_{seg}} \sum_{n=0}^{N_{seg}-1} c_{i+n} \cdot p_n。$$

[0095]  $\hat{c}_i$  为相关序列中第*i*个相关样点的相关值, $c_{i+n}$ 为该数据段中的第*i+n*个样点, $p_n$ 为本地伪码中的第*n*个码片, $N_{seg}$ 为该数据段中包括的样点数量,*i*为大于或等于0,且小于或等于 $N_{seg}-1$ 的整数。

[0096] 举例来说,在获取到基带信号之后,卫星导航接收机可以将每个数据段中包括的 $N_{seg}$ 个样点和本地伪码中的 $N_{seg}$ 个码片,利用第一公式进行滑动相关,得到该数据段对应的相关序列。其中, $N_{seg}$ 由预先设置的样点采样率决定,若将该数据段的周期设置为1ms,那么 $N_{seg} = 0.001 \times F_s$ , $F_s$ 为样点采样率,例如,当预先设置的样点采样率为1023000时,该数据段中包括的样点数(即 $N_{seg}$ )可以为1023。

[0097] 图2是图1所示实施例示出的一种步骤103的流程图。如图2所示,步骤103可以包括以下步骤:

[0098] 步骤1031,针对每个位同步偏移值,根据第一数量和第二数量,利用第二公式,确定该位同步偏移值对应的相关样点集的目标数量。

[0099] 其中,第一数量为相关序列包括的相关样点的数量,第二数量为扰码序列包括的码片的数量。

[0100] 第二公式包括:

$$[0101] \quad navNum = \begin{cases} \left\lceil \frac{N}{N_{code}} \right\rceil, & s = 0 \\ \left\lceil \frac{N-s}{N_{code}} \right\rceil + 1, & 0 < s < N_{code} \end{cases}。$$

[0102] 其中,navNum为目标数量,*N*为第一数量, $N_{code}$ 为第二数量,*s*为位同步偏移值。

[0103] 举例来说,在得到每个数据段对应的相关序列之后,卫星导航接收机可以将每个数据段对应的相关序列送入相干积分模块。由相干积分模块针对每个位同步偏移值,根据相关序列包括的相关样点的第一数量和扰码序列包括的码片的第二数量,利用第二公式,确定该位同步偏移值对应的目标数量。其中,位同步偏移值可以是根据扰码序列一周期内所包含的码片的数量设置的。例如,若扰码序列为NH序列,且NH序列一个周期内有20个码片,那么可以将0~19设置为多个位同步偏移值。

[0104] 步骤1032,根据目标数量,第一数量,第二数量和该位同步偏移值,对相关序列进行划分,以获取该位同步偏移值对应的目标数量组相关样点集。

[0105] 进一步的,相干积分模块可以将相关序列中序号由0到s-1的相关样点作为第0组相关样点集,将相关序列中序号由 $s+N_{code} \cdot (j-1)$ 到 $s+N_{code} \cdot j-1$ 的相关样点作为第j组相关样点集(j为大于0,且小于或等于navNum-2的整数),将相关序列中序号由 $s+N_{code} \cdot (navNum-2)$ 到N-1的相关样点作为第navNum-1组相关样点集。以扰码序列为NH序列,相关序列包括46个相关样点(即第一数量为46),扰码序列包括20个码片(即第二数量为20),且多个位同步偏移值为0-19为例进行举例说明,如图3所示,若位同步偏移值为3,则目标数量

$$navNum = \left\lceil \frac{N-s}{N_{code}} \right\rceil + 1 = \left\lceil \frac{46-3}{20} \right\rceil + 1 = 4, \text{ 即在位同步偏移值为3时,相干积分模块可以将}$$

相关序列划分成4组相关样点集。那么可以将相关序列中序号由0到2的相关样点作为第0组相关样点集,将相关序列中序号由3到22的相关样点作为第1组相关样点集,将相关序列中序号由23到42的相关样点作为第2组相关样点集,将相关序列中序号由43到45的相关样点作为第3组相关样点集。

[0106] 可选地,步骤104可以通过以下方式实现:

[0107] 利用第三公式,确定每组相关样点集对应的第一相干累加值。

[0108] 其中,第三公式包括:

$$[0109] \quad \tilde{c}_{navldx}^s = \begin{cases} \sum_{m=0}^{s-1} \hat{c}_m \cdot Z_{N_{code}-s+m} & navldx = 0 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navldx-1)}^{s+N_{code} \cdot navldx-1} \hat{c}_m \cdot Z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = 1, \dots, navNum - 2 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navNum-2)}^{N-1} \hat{c}_m \cdot Z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = navNum - 1 \end{cases} \circ$$

[0110]  $\tilde{c}_{navldx}^s$  为第navldx组相关样点集的第一相干累加值,  $\hat{c}_m$  为相关序列中第m个相关样点的相关值,  $Z_{N_{code}-s+m}$  为扰码序列中第 $N_{code}-s+m$ 个码片,  $Z_{\text{mod}(m-s, N_{code})}$  为扰码序列中第 $\text{mod}(m-s, N_{code})$ 个码片,  $\text{mod}()$  为求余函数。

[0111] 举例来说,在获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集之后,相干积分模块可以根据每个位同步偏移值对应的每组相关样点集包括的相关样点,以及扰码序列,利用第三公式,得到该组相关样点集的第一相干累加值。同样以图3为例进行说明,第0组相关样点集的第一相干累加值为序号为0-2的相关样点,与序号为17-19的NH序列进行加扰后,再进行最大似然相干累加得到的。第0组相关样点集的相干累加值可以理解为第0组相关样点集对应的一比特导航电文的内部累加值,第1、2、3组相关样点集的第一相干累加值的计算方式与第0组相关样点集相同,此处不再详细说明。

[0112] 可选地,步骤105可以通过以下方式实现:

[0113] 针对每个位同步偏移值,对该位同步偏移值对应的每组相关样点集对应的第一相干累加值,进行最大似然相干累加,以得到该位同步偏移值对应的第二相干累加值。

[0114] 示例的,在确定每组相关样点集的第一相干累加值后,相干积分模块可以按照位同步偏移值从小到大的顺序,依次对每个位同步偏移值对应的每组相关样点集的第一相干累加值进行最大似然相干累加,以得到该位同步偏移值对应的第二相干累加值。仍然以图3为例进行说明,图3中的第0、1、2、3组相关样点集的第一相干累加值分别为 $\tilde{c}_0^s$ 、 $\tilde{c}_1^s$ 、 $\tilde{c}_2^s$ 、 $\tilde{c}_3^s$ ,相干积分模块可以首先将 $\tilde{c}_0^s$ 、 $\tilde{c}_1^s$ 分别相加和相减,并取绝对值得到 $|\tilde{c}_{plus}^s| = |\tilde{c}_0^s + \tilde{c}_1^s|$ 和 $|\tilde{c}_{minus}^s| = |\tilde{c}_0^s - \tilde{c}_1^s|$ 。然后取 $|\tilde{c}_{plus}^s|$ 、 $|\tilde{c}_{minus}^s|$ 中的最大值作为新的相干累加值(例如可以用 $|\bar{c}^s| = \max(|\tilde{c}_{plus}^s|, |\tilde{c}_{minus}^s|)$ 来表示),即将两者中的最大值作为下次最大似然相干累加的第一个元素。之后对新的相干累加值 $|\bar{c}^s|$ 与 $\tilde{c}_2^s$ ,执行上述对 $\tilde{c}_0^s$ 、 $\tilde{c}_1^s$ 的累加操作,以此类推,直至完成对第0、1、2、3组相关样点集的第一相干累加值的累加操作,以得到位同步偏移值3对应的第二相干累加值。

[0115] 综上所述,本公开首先通过对接收到的卫星信号进行下混频,得到卫星信号对应的基带信号,并对基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,之后根据预设的多个位同步偏移值中每个位同步偏移值,分别对相关序列进行划分,以获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集,然后将多组相关样点集中的每组相关样点集,与扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值,再根据多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个位同步偏移值对应的第二相干累加值,最后将最大的第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。本公开通过每个位同步偏移值对相关序列进行划分获取的多组相关样点集,以及扰码序列,确定该位同步偏移值对应的第二相干累加值,并将最大的第二相干累加值,作为数据段的相干累加结果,能够降低因比特跳变对有用信号功率的影响,不受相干积分时间的限制,能够提高卫星信号的信噪比,从而提高卫星导航接收机对弱信号捕获与跟踪的能力。

[0116] 图4是根据一示例性实施例示出的一种卫星信号的处理装置的框图。如图4所示,该装置200包括:

[0117] 混频模块201,用于对接收到的卫星信号进行下混频,得到卫星信号对应的基带信号。

[0118] 相关模块202,用于对基带信号和本地伪码进行相关处理,以得到基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列,相关序列包括该数据段中每个样点对应的相关样点,该数据段中包括的样点与本地伪码中包括的样点一一对应。

[0119] 划分模块203,用于根据预设的多个位同步偏移值中每个位同步偏移值,分别对相关序列进行划分,以获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集,每组相关样点集包括至少一个相关样点。

[0120] 处理模块204,用于将多组相关样点集中的每组相关样点集,与预设的扰码序列进行加扰,并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加,以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值。

[0121] 确定模块205,用于根据多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值,确定每个位同步偏移值对应的第二相干累加值。

[0122] 处理模块204,还用于将最大的第二相干累加值,作为目标相干累加值,并将目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。

[0123] 图5是图4所示实施例示出的一种混频模块的框图。如图5所示,混频模块201包括:

[0124] 第一混频子模块2011,用于利用中频本振信号对卫星信号进行混频,得到中频信号。

[0125] 第二混频子模块2012,用于利用本地载波对中频信号进行混频,得到基带信号。

[0126] 可选地,相关模块202用于:

[0127] 根据每个数据段和本地伪码,利用第一公式,确定该数据段对应的相关序列。

[0128] 其中,第一公式包括:

$$[0129] \quad \hat{c}_i = \frac{1}{N_{seg}} \sum_{n=0}^{N_{seg}-1} c_{i+n} \cdot p_n。$$

[0130] 其中, $\hat{c}_i$ 为相关序列中第*i*个相关样点的相关值, $c_{i+n}$ 为该数据段中的第*i+n*个样点, $p_n$ 为本地伪码中的第*n*个码片, $N_{seg}$ 为该数据段中包括的样点数量,*i*为大于或等于0,且小于或等于 $N_{seg}-1$ 的整数。

[0131] 图6是图4所示实施例示出的一种划分模块的框图。如图6所示,划分模块203包括:

[0132] 计算子模块2031,用于针对每个位同步偏移值,根据第一数量和第二数量,利用第二公式,确定该位同步偏移值对应的相关样点集的目标数量。第一数量为相关序列包括的相关样点的数量,第二数量为扰码序列包括的码片的数量。

[0133] 其中,第二公式包括:

$$[0134] \quad navNum = \begin{cases} \left\lceil \frac{N}{N_{code}} \right\rceil, & s = 0 \\ \left\lceil \frac{N-s}{N_{code}} \right\rceil + 1, & 0 < s < N_{code} \end{cases}。$$

[0135] navNum为目标数量,*N*为第一数量, $N_{code}$ 为第二数量,*s*为位同步偏移值。

[0136] 划分子模块2032,用于根据目标数量,第一数量,第二数量和该位同步偏移值,对相关序列进行划分,以获取该位同步偏移值对应的目标数量组相关样点集。

[0137] 可选地,处理模块204用于:

[0138] 利用第三公式,确定每组相关样点集对应的第一相干累加值。

[0139] 第三公式包括:

$$[0140] \quad \tilde{c}_{navldx}^s = \begin{cases} \sum_{m=0}^{s-1} \hat{c}_m \cdot z_{N_{code}-s+m} & navldx = 0 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navldx-1)}^{s+N_{code} \cdot navldx-1} \hat{c}_m \cdot z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = 1, \dots, navNum - 2 \\ \sum_{m=s+N_{code} \cdot (navNum-2)}^{N-1} \hat{c}_m \cdot z_{\text{mod}(m-s, N_{code})} & navldx = navNum - 1 \end{cases};$$

[0141] 其中,  $\tilde{c}_{navldx}^s$  为第navldx组相关样点集的第一相干累加值,  $\hat{c}_m$  为相关序列中第m个相关样点的相关值,  $z_{N_{code}-s+m}$  为扰码序列中第 $N_{code}-s+m$ 个码片,  $z_{\text{mod}(m-s, N_{code})}$  为扰码序列中第 $\text{mod}(m-s, N_{code})$ 个码片,  $\text{mod}()$  为求余函数。

[0142] 可选地, 确定模块205用于:

[0143] 针对每个位同步偏移值, 对该位同步偏移值对应的每组相关样点集对应的的第一相干累加值, 进行最大似然相干累加, 以得到该位同步偏移值对应的第二相干累加值。

[0144] 关于上述实施例中的装置, 其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述, 此处将不做详细阐述说明。

[0145] 综上所述, 本公开首先通过对接收到的卫星信号进行下混频, 得到卫星信号对应的基带信号, 并对基带信号和本地伪码进行相关处理, 以得到基带信号中包括的每个数据段对应的相关序列, 之后根据预设的多个位同步偏移值中每个位同步偏移值, 分别对相关序列进行划分, 以获取每个位同步偏移值对应的多组相关样点集, 然后将多组相关样点集中的每组相关样点集, 与扰码序列进行加扰, 并对加扰后的该组相关样点集中的相关样点进行相干累加, 以得到该组相关样点集对应的第一相干累加值, 再根据多组相关样点集中的每组相关样点集对应的第一相干累加值, 确定每个位同步偏移值对应的第二相干累加值, 最后将最大的第二相干累加值, 作为目标相干累加值, 并将目标相干累加值作为该数据段的相干累加结果。本公开通过每个位同步偏移值对相关序列进行划分获取的多组相关样点集, 以及扰码序列, 确定该位同步偏移值对应的第二相干累加值, 并将最大的第二相干累加值, 作为数据段的相干累加结果, 能够降低因比特跳变对有用信号功率的影响, 不受相干积分时间的限制, 能够提高卫星信号的信噪比, 从而提高卫星导航接收机对弱信号捕获与跟踪的能力。

[0146] 图7是根据一示例性实施例示出的一种电子设备700的框图。如图7所示, 该电子设备700可以包括: 处理器701, 存储器702。该电子设备700还可以包括多媒体组件703, 输入/输出(I/O)接口704, 以及通信组件705中的一者或多者。

[0147] 其中, 处理器701用于控制该电子设备700的整体操作, 以完成上述的卫星信号的处理方法中的全部或部分步骤。存储器702用于存储各种类型的数据以支持在该电子设备700的操作, 这些数据例如可以包括用于在该电子设备700上操作的任何应用程序或方法的指令, 以及应用程序相关的数据, 例如联系人数据、收发的消息、图片、音频、视频等等。该存储器702可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现, 例如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory, 简称SRAM), 电可擦除可编程只读存储器



(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, 简称EEPROM), 可擦除可编程只读存储器 (Erasable Programmable Read-Only Memory, 简称EPROM), 可编程只读存储器 (Programmable Read-Only Memory, 简称PROM), 只读存储器 (Read-Only Memory, 简称ROM), 磁存储器, 快闪存储器, 磁盘或光盘。多媒体组件703可以包括屏幕和音频组件。其中屏幕例如可以是触摸屏, 音频组件用于输出和/或输入音频信号。例如, 音频组件可以包括一个麦克风, 麦克风用于接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器702或通过通信组件705发送。音频组件还包括至少一个扬声器, 用于输出音频信号。I/O接口704为处理器701和其他接口模块之间提供接口, 上述其他接口模块可以是键盘, 鼠标, 按钮等。这些按钮可以是虚拟按钮或者实体按钮。通信组件705用于该电子设备700与其他设备之间进行有线或无线通信。无线通信, 例如Wi-Fi, 蓝牙, 近场通信 (Near Field Communication, 简称NFC), 2G、3G、4G、NB-IOT、eMTC、或其他5G等等, 或它们中的一种或几种的组合, 在此不做限定。因此相应的该通信组件705可以包括: Wi-Fi模块, 蓝牙模块, NFC模块等等。

[0148] 在一示例性实施例中, 电子设备700可以被一个或多个应用专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, 简称ASIC)、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, 简称DSP)、数字信号处理设备 (Digital Signal Processing Device, 简称DSPD)、可编程逻辑器件 (Programmable Logic Device, 简称PLD)、现场可编程门阵列 (Field Programmable Gate Array, 简称FPGA)、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现, 用于执行上述的卫星信号的处理方法。

[0149] 在另一示例性实施例中, 还提供了一种包括程序指令的计算机可读存储介质, 该程序指令被处理器执行时实现上述的卫星信号的处理方法的步骤。例如, 该计算机可读存储介质可以为上述包括程序指令的存储器702, 上述程序指令可由电子设备700的处理器701执行以完成上述的卫星信号的处理方法。

[0150] 在另一示例性实施例中, 还提供一种计算机程序产品, 该计算机程序产品包含能够由可编程的装置执行的计算机程序, 该计算机程序具有当由该可编程的装置执行时用于执行上述的卫星信号的处理方法的代码部分。

[0151] 以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式, 但是, 本公开并不限于上述实施方式中的具体细节, 在本公开的技术构思范围内, 可以对本公开的技术方案进行多种简单变型, 这些简单变型均属于本公开的保护范围。

[0152] 另外需要说明的是, 在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征, 在不矛盾的情况下, 可以通过任何合适的方式进行组合, 为了避免不必要的重复, 本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0153] 此外, 本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合, 只要其不违背本公开的思想, 其同样应当视为本公开所公开的内容。

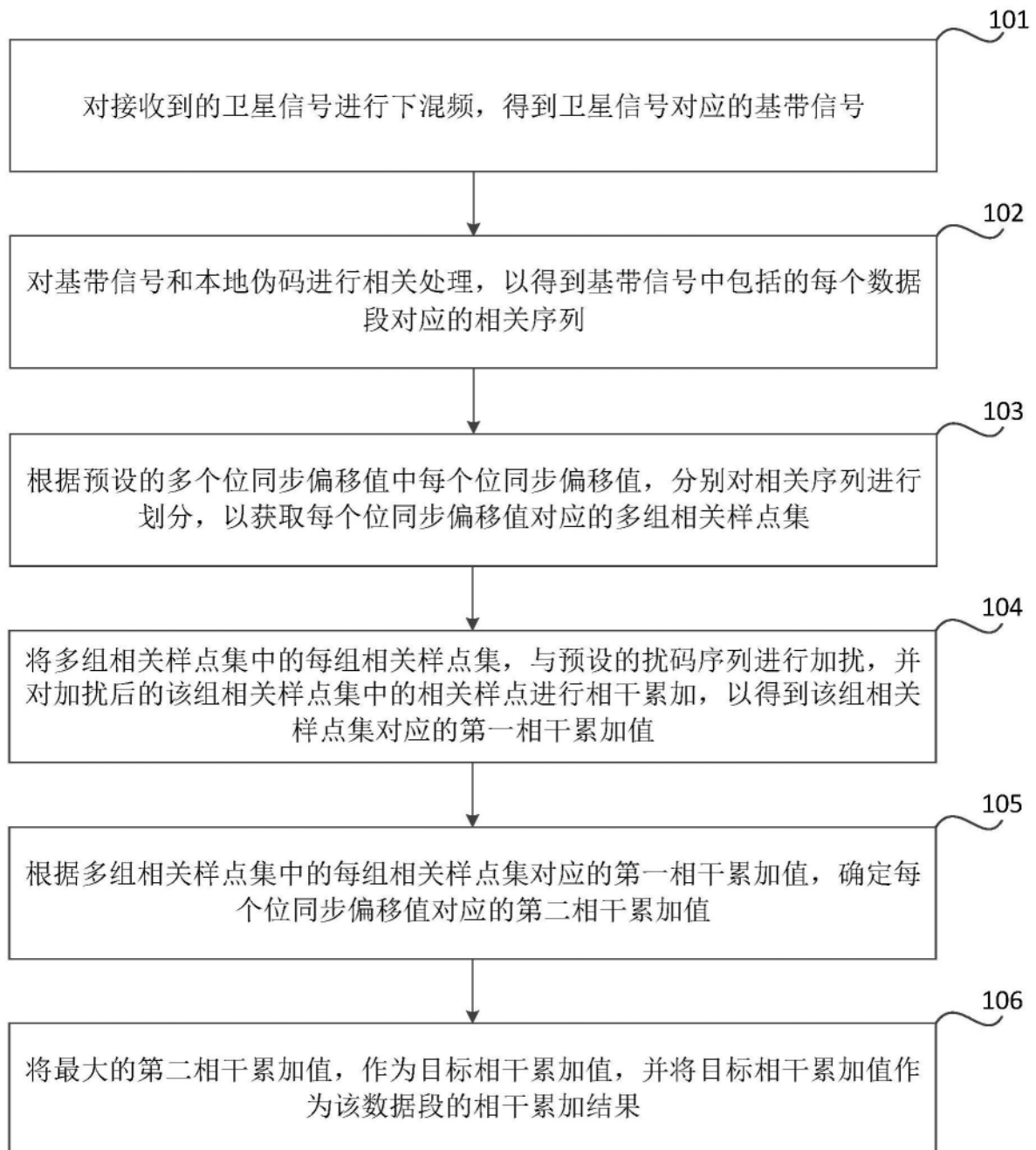


图1

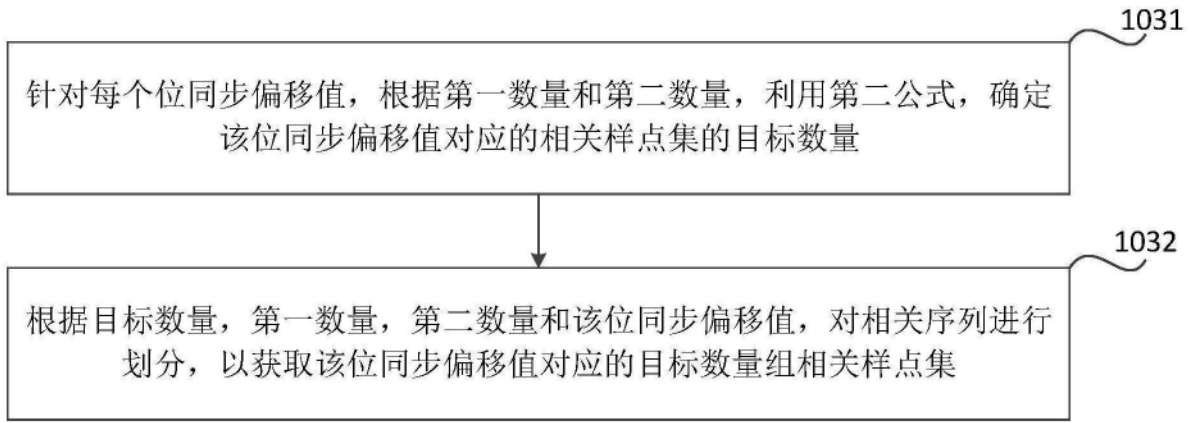


图2

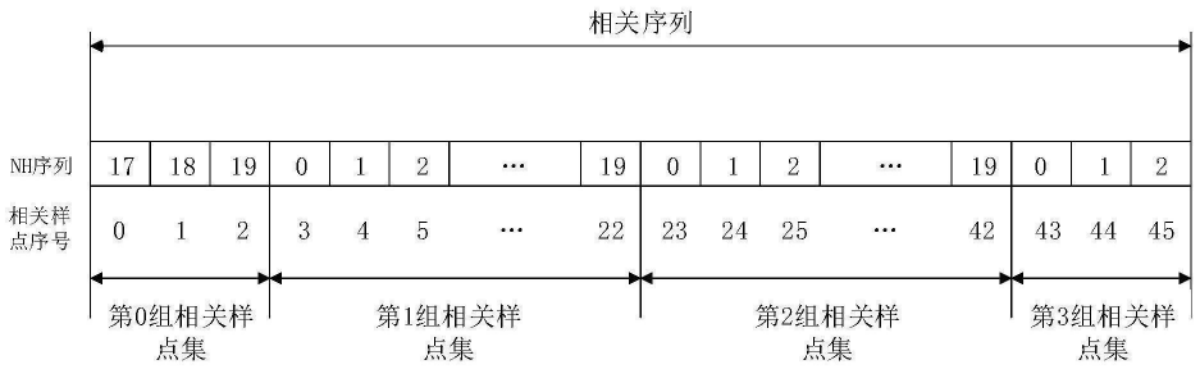


图3

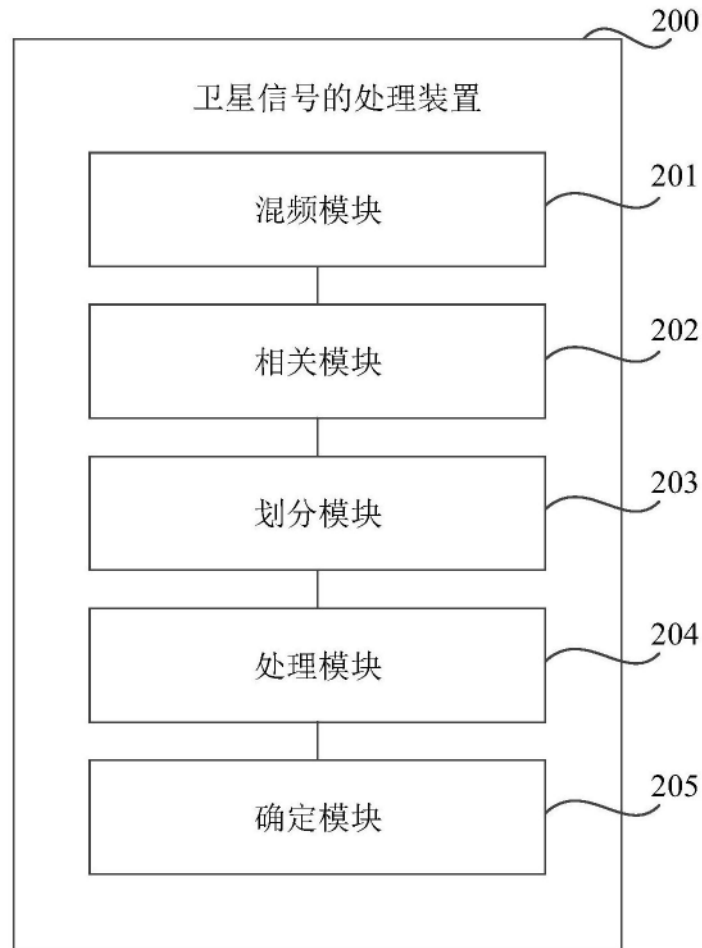


图4

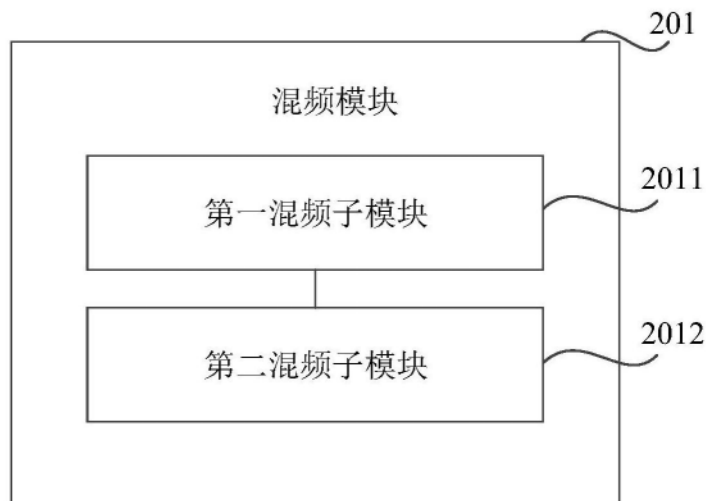


图5

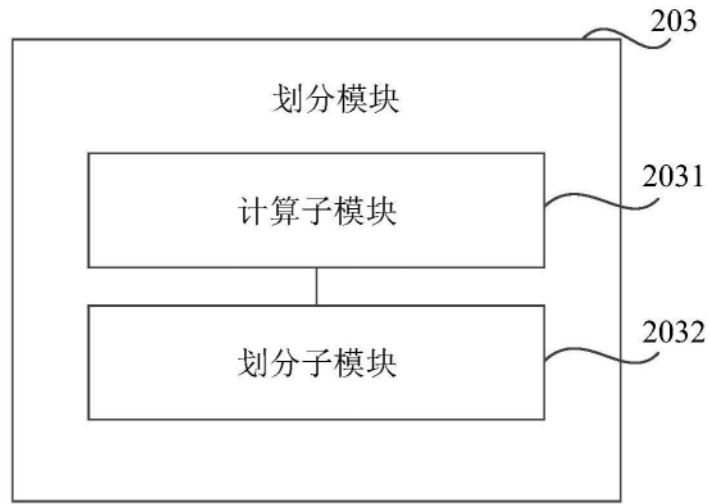


图6

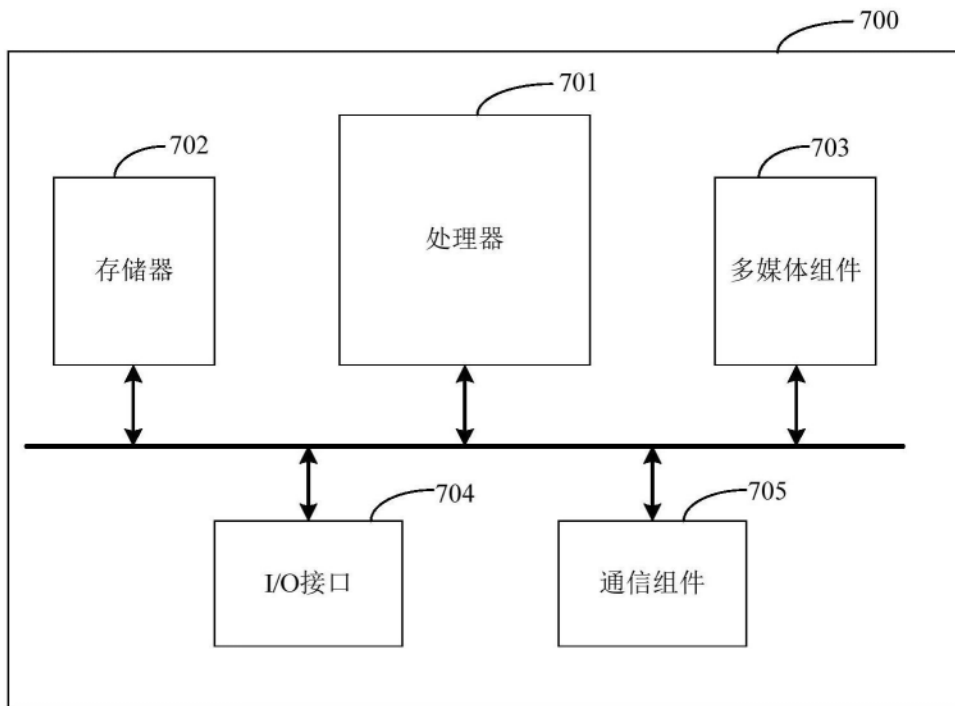


图7