



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106291625 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(21)申请号 201610461622.3

(22)申请日 2016.06.23

(30)优先权数据

15305983.7 2015.06.24 EP

(71)申请人 法国国家太空研究中心

地址 法国巴黎

申请人 M3 系统

(72)发明人 N·亚达科 W·维尼奥

F-X·马尔梅 L·里斯

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 张扬 王英

(51)Int.Cl.

G01S 19/37(2010.01)

G01S 19/44(2010.01)

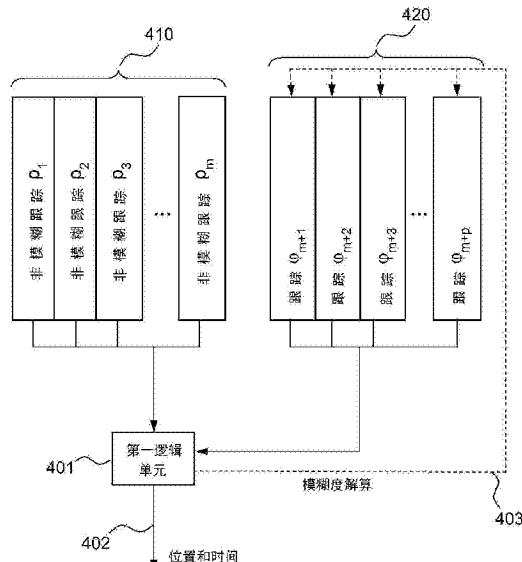
权利要求书3页 说明书14页 附图9页

(54)发明名称

具有改进的用于解算子载波跟踪模糊度的能力的GNSS接收机

(57)摘要

用于根据多个卫星定位信号来计算无偏差的位置和时间测量结果的GNSS接收机及相关联的方法，该接收机包括：-多个电路，其被配置为从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号，-多个第一和第二信号处理通道，其被配置用于处理对所述定位信号的第一选择以及确定相关联的第一伪距，-计算机逻辑单元，其中：-所述计算机逻辑单元被配置为根据伪距来计算无偏差的位置和时间测量结果，所述伪距是根据源自于不同卫星的定位信号确定的。GNSS接收机还包括第二计算机逻辑单元，第二计算机逻辑单元被配置为根据第一位置和时间以及第二信号处理信号，来计算第二无偏差的位置和时间。



1. 一种GNSS接收机,包括:

-多个电路,其被配置为从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号,所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,

-多个第一信号处理通道,其被配置用于处理对所述定位信号的第一选择以及确定相关联的第一伪距(410),

-至少一个第二信号处理通道,其被配置用于处理对所述定位信号的第二选择以及确定相关联的第二伪距(510),以及

-计算机逻辑单元(401),其被配置用于计算无偏差的位置和时间测量结果(402),

其中:

-所述第一伪距是根据定位信号的所述子载波和码来确定的非模糊伪距,

-所述第二伪距是根据定位信号的所述子载波和码来确定的模糊伪距,

-所述计算机逻辑单元(401)被配置为根据所述第一伪距和所述第二伪距来计算所述无偏差的位置和时间测量结果(402),所有所述伪距都是根据源自于不同卫星的定位信号来确定的。

2. 根据权利要求1所述的接收机,其中,所述计算机逻辑单元(401)被配置为:使用对伪距模糊度进行解算的PVT算法计算,来计算所述无偏差的位置和时间测量结果(402)。

3. 根据前述权利要求中的一项所述的接收机,包括至少四个第一信号处理通道。

4. 根据前述权利要求中的一项所述的接收机,其中,对定位信号的所述第一选择和所述第二选择是基于根据以下各项中的至少一项计算的信号质量的指标的值来完成的:功率信号、载波与噪声比、卫星仰角、多径反射、几何精度因子和置信水平。

5. 根据前述权利要求中的一项所述的接收机,其中,由所述第一处理通道和所述第二处理通道处理的所述定位信号中的至少两个定位信号源自于不同GNSS星座的卫星。

6. 一种GNSS接收机,包括:

-多个电路,其被配置为从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号,所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,

-多个第二信号处理通道,其被配置用于处理对所述定位信号的第二选择以及确定相关联的第二伪距(520),以及

-第一计算机逻辑单元(501),其被配置用于计算第一无偏差的位置和时间测量结果(502),

-第二计算机逻辑单元(503),其被配置用于根据所述第一位置和时间测量结果和所述第二伪距,计算第二无偏差的位置和时间测量结果(504),

其中:

-所述第二伪距是根据定位信号的所述子载波和码来确定的,

-所述第一计算机逻辑单元被配置为根据以下各项中的一项,来计算所述第一无偏差的位置和时间测量结果:

*多个第一信号处理通道,其被配置用于处理对源自于不同卫星的所述定位信号的第一选择以及确定相关联的非模糊第一伪距(510),

或者

*非GNSS位置和时间信息(530)。

7. 根据权利要求6所述的接收机,其中:

-所述第二伪距中的至少一个第二伪距是模糊伪距(620),以及

-所述第二计算机逻辑单元被配置用于:根据所述第二伪距以及所述第一位置和时间测量结果来计算校正的非模糊伪距(610),以及使用所述校正的非模糊伪距来计算所述第二位置和时间测量结果(504)。

8. 根据权利要求6至7中的一项所述的接收机,其中:

-所述第二信号处理通道中的至少一个第二信号处理通道被配置为:通过在模糊鉴别器计算和非模糊鉴别器计算之间进行选择,来确定非模糊伪距(720),以及

-所述第二计算机逻辑单元被配置用于:根据所述非模糊伪距以及所述第一位置和时间测量结果(502)来计算残差(710),控制所述第二信号处理通道的所述鉴别器计算选择(711),以及计算所述第二位置和时间测量结果(504)。

9. 根据权利要求6至8中的一项所述的接收机,其中:

-所述第二伪距中的至少一个第二伪距是模糊伪距(820),以及

-所述第二计算机逻辑单元被配置用于:根据所述第一位置和时间测量结果来计算虚拟伪距(801),以及使用对伪距模糊度进行解算的PVT算法计算(802),根据所述虚拟伪距和所述第二伪距来计算所述第二位置和时间测量结果(504)。

10. 根据权利要求6至9中的一项所述的接收机,包括至少四个第二信号处理通道。

11. 根据权利要求6至10中的一项所述的接收机,其中,对定位信号的所述选择或者每个选择是基于根据以下各项中的至少一项计算的信号质量的指标的值的:功率信号、载波与噪声比、卫星仰角、多径反射、几何精度因子和置信水平。

12. 根据前述权利要求中的一项所述的接收机,其中,由所述第一处理通道和所述第二处理通道处理的所述定位信号中的至少定位信号两个源自于不同GNSS星座的卫星。

13. 一种用于计算无偏差的位置和时间测量结果的方法,所述方法包括:

-从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号的第一步骤(901),所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,

-为第一信号处理通道选择源自于不同卫星的多个所述定位信号的第二步骤(902),所述第一信号处理通道被配置用于根据定位信号的所述子载波和码来确定第一非模糊伪距,

-为第二信号处理通道选择所述定位信号中的在所述第二步骤中没有选择的至少一个定位信号的第三步骤(903),所选择的定位信号源自于不同的卫星,所述第二信号处理通道被配置用于根据定位信号的所述子载波和码来确定第二模糊伪距,

-根据至少在所述第二步骤中确定的所述第一非模糊伪距和在所述第三步骤中确定的所述第二非模糊伪距来计算无偏差的位置和时间测量结果的第四步骤(904)。

14. 一种用于计算无偏差的位置和时间测量结果的方法,所述方法包括:

-从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号的第一步骤(1001),所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,

-计算第一无偏差的位置和时间测量结果的第二步骤(1002),

-为信号处理通道选择多个定位信号的第三步骤(1003),所述信号处理通道被配置为使用定位信号的所述子载波和码来确定相关联的伪距,

-根据在所述第三步骤中确定的所述伪距以及所述第一位置和时间测量结果来计算第

二无偏差的位置和时间测量结果的第四步骤(1004)。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述第二步骤(1002)包括:

为信号处理通道选择多个所述定位信号,所述信号处理通道被配置用于确定非模糊伪距;以及使用对伪距模糊度进行解算的PVT算法计算,根据所述非模糊伪距来计算所述第一无偏差的位置和时间测量结果。

16. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述第二步骤(1002)包括:根据非GNSS位置和时间测量结果,来计算所述第一无偏差的位置和时间测量结果。

具有改进的用于解算子载波跟踪模糊度的能力的GNSS接收机

技术领域

[0001] 概括地说,本发明应用于卫星导航领域。具体地说,本发明允许卫星导航接收机捕获和跟踪具有多个自相关峰值的信号。

背景技术

[0002] 存在多年内已经完全部署的两种全球导航卫星系统(GNSS)(美国全球定位系统、俄罗斯GLONASS)以及还在部署之中的两个以上的系统(中国的北斗导航卫星系统和欧洲伽利略系统)。这些系统依赖于相同的原理:从在非对地静止轨道中运行的多个卫星广播微波无线信号;这些信号携带PRN(伪随机噪声)码,该PRN码与被配置为接收这些广播信号的接收机中的本地副本相关;当接收机能够捕获和跟踪来自卫星的信号时,其处理能力使用相关性处理对该编码信号进行解调,并计算伪距,其中伪距是接收机和卫星之间的距离(其受到各种误差源的影响)。由于该信号具有噪声并受到误差影响(尤其由于穿过大气层的电磁信号路径的偏差或者由于多径反射),因此可以通过从该卫星、从其它卫星(如EGNOS之类的星基增强系统SBAS)或者从地基基准站(如实时动态定位RTK或者其开放源码版本(实时国际GNSS服务RTIGS)的地基增强系统GBAS)接收的其它信号(即,载波相位信号)来辅助该GNSS信号处理。当接收机能够从最小数量的卫星(通常四个)捕获信号时,其能够根据先前计算的也就是伪距来计算其自身的位置、速度和时间(PVT)。

[0003] 由卫星发送的无线导航信号被称为BOC信号(二进制偏移载波调制),其中,首先通过PRN码对载波波形进行调制,随后通过子载波进行调制。所得到的信号的频谱具有位于载波频率的两侧的两个主瓣,因此允许与使用相同载波频率的其它信号同时存在。BOC信号被称为 $BOC(m,n)$,其中,编码信号的码片速率是 $n*1.023\text{Mcps}$ (兆码片每秒),并且子载波频率是 $m*1.023\text{MHz}$ 。代替传统的BPSK调制信号,这些信号被选择用于GNSS定位,这是由于它们显示出更佳的精度。BOC信号的不同变型由伽利略和北斗系统使用,并且也将由GPS 3系统使用。

[0004] 但是,BOC信号的缺陷在于其自相关函数具有多个峰值,因此跟踪环可能锁定在正确的位置(其位于接收信号和参考信号之间的相关积的主峰上)处或者错误的位置(其位于该相关积的侧峰上)处,后一情况产生可能大于9.7m的测距误差(在 $BOC(15,2.5)$ 的情况下)。

[0005] 在信道级别(第一类型)或者在PVT计算级别(第二类型)上,已开发了多种技术来解决该问题。

[0006] 在第一类型的技术之中的是双重估计技术(DET)(比如,美国专利n°US8,964,813所公开的技术)和双重鉴别器技术(DDT)(比如,欧洲专利n°EP2382484所公开的技术)。

[0007] 在双重估计技术中,对错误峰值锁定的检测是对两个延迟锁定环(DLL)的输出处的模糊伪距和非模糊伪距进行比较来完成的。模糊伪距是通过考虑BOC信号的子载波和码来计算,而非模糊伪距是仅根据BOC信号的码来计算的。与非模糊伪距(其通过仅将不具有子载波信息的BOC信号进行相关来获得,故其性能等于BPSK信号的性能)的精度相比,模糊

伪距(其通过将完整BOC信号进行相关来获得)的精度更高,非模糊伪距用于确定对BOC信号的侧峰的跟踪,并对模糊伪距进行重新调整。但是,由于多径反射可能对编码跟踪环和子载波与编码跟踪环影响不同,因此在这些环境下频繁地发生对子载波的错误的重新调整,导致错误的伪距测量。

[0008] 在双重鉴别器技术中,根据BOC定位信号的子载波和码来计算模糊和非模糊鉴别器,对被选择为控制跟踪环的鉴别器值的选择是根据非模糊鉴别器的值来执行的,这有助于确定对侧峰的跟踪。当选择非模糊鉴别器计算时,使跟踪位置回到主峰上,并且随后选择模糊鉴别器计算以用于更佳的精度。所得到的伪距的性能基本等于对BOC信号的相关性的性能。但是,由于多径反射显著地影响非模糊鉴别器的形状,因此它们可以排除对侧峰跟踪的检测,其中侧峰跟踪导致错误的伪距测量。其它技术(例如,如欧洲专利申请EP15305977,下文称为改进的DDT)在多径环境下显示了更佳的性能。改进的DDT通过实现两个并行的跟踪环,进行双重估计器技术和双重鉴别器技术之间的混合,其中一个跟踪环根据定位信号的码来传送第一非模糊伪距,另一个跟踪环通过在模糊和非模糊鉴别器计算之间进行选择来传送第二伪距,二者均是在的情况下进行构建的。鉴别器计算选择取决于两个计算的伪距之间的差值。该技术显示了良好的性能。其需要两个跟踪环,就像是DE技术。所有这些技术独立于其它卫星来解算针对各个卫星的模糊度问题,因此该模糊度解算并没有利用其它接收的定位信号(从其它卫星发送的)。

[0009] PVT技术在于根据测距测量结果来计算导航解算和时间。更确切地说,该算法根据多个距离及距离变化率测量结果,估计接收机的位置坐标和速度坐标、以及相对于GNSS系统时间的接收机时钟偏差和漂移。在这些技术中,有不将BOC伪距测量模糊度考虑在内的标准技术、以及将这种模糊度考虑在内的技术(如RAIM技术(接收机自主完整性)或者美国专利9.000.975(其中对所有模糊度假设都进行测试),或者J.Wendel的论文“*A Robust Technique for Unambiguous BOC tracking*”中所描述的IAR技术(整周模糊度解算))。

[0010] 在RAIM技术中,通过例如计算最小均方误差、最大分离度或者任何其它技术,根据对不同的卫星执行的各个伪距测量结果来获取无偏差的PVT测量结果。需要来自于不同卫星的四个测量结果中的最小值来求解共同的PVT测量结果(x、y、z和时间)。可以使用额外的伪距测量结果来摒弃错误的测量结果。这些技术是公知的,并且它们中的一些技术在处理能力方面达到低成本。它们可以检测和排除错误的测量结果,但是当输入伪距与侧峰跟踪匹配时存在错误的测量结果。但是,这些技术中的一些技术没有同时处理从很多卫星接收的模糊伪距。此外,它们对于卫星几何学的依赖,使它们很容易遭受错误或者遗漏的卫星排除。

[0011] 在基于IAR的技术中,将BOC伪距模糊度与位置和时间解一起进行估计,以便产生无模糊度误差的位置和时间解。更确切地说,通过假设模糊度具有浮点值(其被称为浮点解)来搜索第一解。当已经确定了所有模糊度的浮点解时,在最可能是整数解的浮点解周围搜索整数解。最后的步骤在于对通过整数解的估计模糊度来校正的测量结果计算位置和时间解。整周模糊度估计步骤可以通过不同的算法来执行;高效的算法是LAMBDA(最小二乘模糊度去相关调整)算法,并且其主要用于载波相位模糊度解算。这些技术需要将从每一个卫星捕获的两个伪距测量结果作为输入,一个非模糊伪距测量结果是基于信号的码(BPSK信号)的,而一个模糊伪距测量结果是基于信号的子载波和码(BOC信号)的。因此,所已知的

是,将该技术与双重估计器技术进行关联,这是由于这两个伪距测量值是已经计算好的。该技术的缺陷在于跟踪环的重复,对于每一个卫星而言都需要两个跟踪环(传送非模糊BPSK伪距和模糊BOC伪距)。这种重复在接收机设计方面具有成本,并且限制用于位置和时间确定所考虑的卫星的数量。存在考虑额外的卫星是特别有利的多种情形,尤其是在具有高多径反射或者弱信号或者二者的环境下)。接收机中的跟踪信道的数量由于其对该接收机的尺寸和功耗的直接影响而受到限制,对如从现有技术已知的IAR技术的使用可能不能允许考虑所有视野内的卫星,因此其使卫星的可用几何形状并且因此导航解算恶化。

发明内容

[0012] 本发明的目的是提供相对于现有技术的改进。其通过以下方式来实现该目标:通过考虑与现有技术相比更多的卫星,提供能够根据模糊伪距测量结果传送无偏差的高精度位置和时间测量结果的GNSS接收机架构。具体而言,本发明改善了接收机针对如多径反射或卫星掩蔽(在城市或室内环境下进行操作时,很可能发生这些情形)之类的噪声和传播状况的稳健性,并且降低了接收机复杂度。

[0013] 由于本发明,第一类型的各种技术可以用于确定第一本地无偏差位置和时间。第二类型的各种技术可以用于获得第二位置。在本发明的一些实施例中,可以执行第一类型的技术之间的切换(无论静态地还是动态地)。同样地可以针对第二类型的技术执行切换。此外,这些切换可以是基于在探测车(Rover)处接收的信号的质量的,尤其是多径反射的重要性和/或位置的确定的置信水平。在本发明的一些实施例中,当在提供非模糊伪距的多个通道的输出处确定第一位置时,可以根据探测车的位置来优化这些通道的选择。此外,还可以在可用通道的约束之下进行这种分配,以优化位置确定的精度和置信度。

[0014] 为了实现该效果,本发明公开了一种GNSS接收机,其包括:

[0015] -多个电路,其被配置为从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号,所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,

[0016] -多个第一信号处理通道,其被配置用于处理对所述定位信号的第一选择以及确定相关联的第一伪距,

[0017] -至少一个第二信号处理通道,其被配置用于处理对所述定位信号的第二选择以及确定相关联的第二伪距,以及

[0018] -计算机逻辑单元,其被配置用于计算无偏差的位置和时间测量结果。

[0019] GNSS接收机的第一伪距是根据定位信号的子载波和码来确定的非模糊伪距,第二伪距是根据定位信号的子载波和码来确定的模糊伪距,以及所述计算机逻辑单元被配置为根据第一和第二伪距来计算无偏差的位置和时间测量结果,所有所述伪距都是根据源自于不同卫星的定位信号来确定的。

[0020] 在GNSS接收机的一个实施例中,所述计算机逻辑单元被配置为:使用对伪距模糊度进行解算的PVT算法计算,来计算所述无偏差的位置和时间测量结果。

[0021] 有利的是,该GNSS接收机包括至少四个第一信号处理通道。

[0022] 有利的是,在该GNSS接收机中,对定位信号的所述第一选择和所述第二选择是基于根据以下各项中的至少一项计算的信号质量的指标的值来完成的:功率信号、载波与噪声比、卫星仰角、多径反射、几何精度因子和置信水平。

[0023] 在一个实施例中,由所述第一处理通道和所述第二处理通道处理的定位信号中的至少两个源自于不同GNSS星座的卫星。

[0024] 此外,本发明还解决一种GNSS接收机,其包括:

[0025] -多个电路,其被配置为从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号,所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,

[0026] -多个第二信号处理通道,其被配置用于处理对所述定位信号的第二选择以及确定相关联的第二伪距,以及

[0027] -第一计算机逻辑单元,其被配置用于计算第一无偏差的位置和时间测量结果,

[0028] -第二计算机逻辑单元,其被配置用于根据所述第一位置和时间测量结果和所述第二伪距,计算第二无偏差的位置和时间测量结果。

[0029] 在该GNSS接收机中,所述第二伪距是根据定位信号的子载波和码来确定的,第一计算机逻辑被配置为根据以下各项中的一项,来计算第一无偏差的位置和时间测量结果:

[0030] -多个第一信号处理通道,其被配置用于处理对源自于不同卫星的所述定位信号的第一选择以及确定相关联的非模糊第一伪距,或者

[0031] -非GNSS位置和时间信息。

[0032] 在该GNSS接收机的一个实施例中,所述第二伪距中的至少一个第二伪距是模糊伪距,以及所述第二计算机逻辑单元被配置用于:根据所述第二伪距以及所述第一位置和时间测量结果来计算校正的非模糊伪距(610),以及使用所述校正的非模糊伪距来计算所述第二位置和时间测量结果。

[0033] 在该GNSS接收机的另一个实施例中,所述第二信号处理通道中的至少一个第二信号处理通道被配置为通过在模糊鉴别器计算和非模糊鉴别器计算之间进行选择来确定非模糊伪距,所述第二计算机逻辑被配置用于:根据所述非模糊伪距以及所述第一位置和时间测量结果来计算残差,控制所述第二信号处理通道的所述鉴别器计算选择,以及计算所述第二位置和时间测量结果。

[0034] 在该GNSS接收机的另一个实施例中,所述第二伪距中的至少一个第二伪距是模糊伪距,所述第二计算机逻辑单元被配置用于:根据所述第一位置和时间测量结果来计算虚拟伪距,以及使用对伪距模糊度进行解算的PVT算法计算,根据所述虚拟伪距和所述第二伪距来计算所述第二位置和时间测量结果。

[0035] 有利的是,该GNSS接收机包括至少四个第二信号处理通道。

[0036] 有利的是,在该GNSS接收机中,对定位信号的所述选择或者每个选择是基于根据以下各项中的至少一项计算的信号质量的指标的值的:功率信号、载波与噪声比、卫星仰角、多径反射、几何精度因子和置信水平。

[0037] 在该接收机的一个实施例中,由所述第一处理通道和所述第二处理通道处理的定位信号中的至少两个定位源自于不同GNSS星座的卫星。

[0038] 此外,本发明还公开了一种用于计算无偏差的位置和时间测量结果的方法,该方法包括:

[0039] -从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号的第一步骤,所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,

[0040] -为第一信号处理通道选择源自于不同卫星的多个所述定位信号的第二步骤,所

述第一信号处理通道被配置用于根据定位信号的所述子载波和码来确定第一非模糊伪距，
[0041] -为第二信号处理通道选择所述定位信号中的在所述第二步骤中没有选择的至少一个定位信号的第三步骤，所选择的定位信号源自于不同的卫星，所述第二信号处理通道被配置用于根据定位信号的所述子载波和码来确定第二模糊伪距，

[0042] -根据至少在所述第二步骤中确定的所述第一非模糊伪距和在所述第三步骤中确定的所述第二非模糊伪距来计算无偏差的位置和时间测量结果的第四步骤。

[0043] 本发明还公开了一种用于计算无偏差的位置和时间测量结果的方法，该方法包括：

[0044] -从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号的第一步骤，所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波，

[0045] -计算第一无偏差的位置和时间测量结果的第二步骤，

[0046] -为信号处理通道选择多个定位信号的第三步骤，所述信号处理通道被配置为使用定位信号的所述子载波和码来确定相关联的伪距，

[0047] -根据在所述第三步骤中确定的所述伪距以及所述第一位置和时间测量结果来计算第二无偏差的位置和时间测量结果的第四步骤。

[0048] 有利的是，该方法的第二步骤包括：为信号处理通道选择多个所述定位信号，所述信号处理通道被配置用于确定非模糊伪距；以及使用对伪距模糊度进行解算的PVT算法计算，根据所述非模糊伪距来计算所述第一无偏差的位置和时间测量结果。

[0049] 有利的是，该方法的第二步骤包括：根据非GNSS位置和时间测量结果，来计算所述第一无偏差的位置和时间测量结果。

附图说明

[0050] 通过对各个实施例以及以下附图的描述，本发明将更好理解，并且其各个特征和优点将变得显而易见：

[0051] -图1表示根据现有技术的BPSK、BOC和MBOC信号的频谱；

[0052] -图2a和图2b分别表示根据现有技术的用于BPSK信号和BOC信号的自相关函数的例子；

[0053] -图3a和图3b表示现有技术的GNSS接收机内的导航器的简化流程图；

[0054] -图4表示本发明的实施例的GNSS接收机内的导航器的通用流程图，其中，对无偏差位置的计算将单个计算机逻辑单元考虑在内；

[0055] -图5表示可适用于本发明的多种变型的GNSS接收机内的导航器的通用流程图，其中，对无偏差位置的计算将两个不同的计算机逻辑单元考虑在内；

[0056] -图6表示本发明的一个实施例的流程图，其中，至少一个模糊伪距是使用第一位置和时间测量结果来校正的，并且其中，标准PVT算法是根据可用的经校正的BOC伪距来计算的；

[0057] -图7表示本发明的一个实施例的流程图，其中，至少一个跟踪环使用DDT或者类似的算法来计算非模糊BOC伪距，其中，跟踪环中的鉴别器计算选择是由伪距测量结果与第一位置和时间测量结果之间的残差来控制的，并且其中，标准PVT算法是根据可用的BOC伪距来计算的；

[0058] -图8表示本发明的一个实施例的流程图,其中,虚拟伪距是根据第一位置和时间测量结果来计算的,并且其中,PVT是根据所有可用的BOC伪距和虚拟伪距来计算的;

[0059] -图9表示根据本发明的一种方法的流程图;

[0060] -图10表示根据本发明的另一种方法的流程图,其中,PVT是使用第一位置和时间信息来确定的。

具体实施方式

[0061] 图1表示根据现有技术的BPSK(110)、BOC(120)和MBOC(130)信号的示例性频谱。

[0062] 在图1中,参照载波频率来表示频谱。可以观察到的是,BPSK频谱110的中心在载波频率上。

[0063] 生成BOC信号包括:通过码和子载波来调制信号的载波。通常将BOC调制描述成:

$$x(t) = \sqrt{A} \cdot d(t) \cdot c(t) \cdot s(t) \cdot \exp(j[2\pi f_c t + \theta])$$

[0065] 其中, \sqrt{A} 是该复杂信号的幅度,d(t)是发送的数据(如果有的话),c(t)是伪随机噪声(PRN)码信号,s(t)是子载波信号, f_c 和 θ 是载波频率和相位。

[0066] 作为通过子载波信号进行调制的结果,将BOC频谱120分割成分布在标称载波频率的每一侧的两个边频带,其中频率偏移等于子载波频率。该信号的每一个波瓣可以看成是BPSK频谱。

[0067] 这些BOC信号用于卫星定位,其精度好于BPSK信号,并且由于子载波调制,与使用相同载波频率的其它信号同时存在更加容易。

[0068] BOC调制具有一些变型,其中有正弦(sine)BOC、余弦(cosine)BOC或者复用BOC(MBOC)(其频谱由曲线130表示)。已提出MBOC调制用于伽利略和现代GPS信号,并且MBOC调制对正弦二进制偏移载波SinBOC(1,1)与SinBOC(m,n)进行组合。本发明同样应用于诸如此类的BOC变型和(m,n)参数集合;唯一的需求是该信号包括通过码和子载波调制的载波波形,其中 $m \geq n$ 。

[0069] 可以使用包括码和子载波分量的整个信号,或者仅仅考虑一个波瓣,来对BOC信号进行解调。在后一情况下,通过仅考虑BOC信号的一个波瓣,并且将其偏移适当的频率以去除子载波贡献,来抑制BOC信号的子载波信号。所得到的信号仍然包括码信息,并且其可以被解调成典型的BPSK信号,其中由于仅处理信号功率谱密度的一半而具有3dB损耗。

[0070] 图2a和图2b分别表示在理想的同步延迟周围的两个时间码片的持续时间上,根据现有技术的用于BPSK信号(210)和BOC信号(220)的自相关函数的例子。BPSK信号自相关在该时间间隔上仅显示出一个峰值。其最大值表示理想的同步位置,并且其可以以非模糊方式来确定。BOC信号自相关显示多个峰值。由于与BPSK信号自相关峰值相比,BOC自相关的主峰值更尖锐,因此跟踪精度更佳。但是,在一些情况(噪声环境、多径传播路径等等、……)下,跟踪位置可能与侧峰中的一个侧峰相关联,故导致定位误差,这是已知BOC信号的自相关是模糊的原因。

[0071] 在接收链中使用相关函数来获得鉴别器值,使用该值以基于接收的信号与根据由本地振荡器或NCO(数控振荡器)传送的内部时间基准所构建的参考信号之间的互相关性,来感测同步误差。在接收机链中使用该鉴别器值来检测本地编码信号和接收的编码信号之间的未对齐。当跟踪位置正确时,其等于零(本地时间基准与接收的信号是时间同步的),并

且具有与必须应用于振荡器以从跟踪误差中恢复的时间偏移成比例的值。

[0072] 由于BOC信号的自相关函数是模糊的,因此根据接收的BOC信号和参考信号之间的相关性所构建的鉴别器值是模糊的,并且可能将跟踪位置锁定在侧相关峰值上。

[0073] 可以从BOC信号获得非模糊相关性。首先,可以仅考虑BOC信号的一个波瓣,并且对频率进行偏移,使得对子载波信息进行抑制。由于该信号等于BPSK信号,所以所得到的鉴别器值是非模糊的。第二,通过去除子载波信息来考虑模糊相关的包络,从而可以获得非模糊鉴别器计算。这种非模糊鉴别器计算(在现有技术中被称为类似于BPSK的鉴别器),非常类似于BPSK信号的鉴别器计算。

[0074] 在GNSS定位信号跟踪环的现有技术中,使用环路滤波器来对鉴别器测量结果的噪声进行滤波,经滤波的鉴别器值用作用于本地振荡器调整的控制信号。将本地振荡器的相位与接收的消息中传输的信息相关联以确定伪距。还使用振荡器的相位来生成子载波和编码参考信号,这两个信号被馈送到输入信号相关器。

[0075] GNSS接收机还包括导航器。该导航器负责根据聚合的伪距测量结果和多普勒频率测量结果来传送位置、速度和时间测量结果,该测量结果被称为用于3D位置、速度和定时的PVT。

[0076] PVT精度根据伪距测量结果的类型(模糊的或者非模糊的)而不同。考虑模糊伪距测量结果和对伪距模糊度进行解算的PVT方法(例如,如IAR技术),或者将根据完整BOC信号所计算的非模糊伪距测量结果(例如,其与DE、DDT或改进的DDT技术相关联)视为输入,从而获得最佳的性能。根据BOC信号(其被视为BPSK信号)的非模糊伪距或者使用类似于BPSK的跟踪环所获得的PVT测量结果,显示出较低的精度。

[0077] 贯穿本文档的其余部分,不考虑测量的速度。事实上,速度不是伪距分析的直接结果,而是对于侧峰跟踪不敏感的第二级测量结果。

[0078] 图3a和图3b表示现有技术的GNSS接收机内的导航器的简化流程图。

[0079] 在图3a上,使用PVT算法301(其基于现有技术中已知的整周模糊度解算)来确定位置和时间302。IAR算法的输入是n个非模糊伪距 ρ (310)和n个模糊伪距 ϕ (320)。IAR算法的输出是无伪距模糊度误差的位置和时间测量结果、或者具有良好精度的无偏差的位置和时间(由于使用了模糊伪距)。

[0080] 对于视野内的每一个卫星而言,需要两个跟踪环,第一跟踪环是基于对通过抑制子载波信息而被视为BPSK信号的BOC信号的非模糊处理的,而第二跟踪环是基于对完整BOC信号的模糊处理的。该方案的稳健性与以下事实有关:非模糊和模糊跟踪环被视作为同一定位信号。

[0081] 因此,接收机中的实现如现有技术中所描述的IAR PVT解算算法的跟踪信道的数量是观测的卫星的数量的两倍,其导致实现和处理能力约束(当考虑大量的卫星时),针对每一个额外的卫星的实现成本是具有两个跟踪环。

[0082] 在图3b上所示出的根据现有技术已知的第二导航器实现中,接收机包括:计算m个非模糊伪距330的m个非模糊跟踪环、以及计算n个模糊伪距340的n个模糊跟踪环,m低于n。

[0083] IAR PVT解算算法351采用m个模糊和非模糊伪距(330、341)作为输入,传送第一无偏差的位置和时间测量结果352。为了从额外的模糊伪距342中获益,并且为了使用其来使位置和时间测量结果精细,使用所确定的位置和时间来校正这些模糊测量结果。

[0084] 为了执行对模糊伪距测量结果的校正,使用下面的公式来计算伪距残差:

[0085] $r = PR - c * \Delta t_r - ||X_r - X^S||,$

[0086] 其中:

[0087] ● PR是模糊伪距测量结果,

[0088] ● c是光速,

[0089] ● Δt_r 是接收机和GNSS系统时间之间的时间差,

[0090] ● X_r 是接收机的参考位置,

[0091] ● X^S 是卫星的位置,

[0092] 卫星位置 X^S 是已知的,而 Δt_r 和 X_r 是通过IAR PVT算法351确定的。将所计算的残差值四舍五入为BOC自相关信号的两个峰值之间的不确定距离的倍数(其与定位信号的子载波周期的一半成比例),并且对模糊伪距减去该四舍五入后的值,以获得非模糊伪距。

[0093] 一旦将模糊伪距342校正成非模糊伪距343,则除了模糊伪距342之外,还将非模糊伪距343用作PVT算法354的输入,以传送第二位置和时间测量结果,其精度比第一位置和时间测量结果更佳,这是由于其计算将额外的模糊伪距342考虑在内。

[0094] 图4表示本发明的实施例的GNSS接收机内的导航器的通用流程图,其中,对无偏差位置的计算将单个计算机逻辑考虑在内。

[0095] 计算机逻辑单元401的输入是对m个非模糊伪距测量结果的第一选择410和对p个模糊伪距测量结果的第二选择420,其中这些测量结果是通过以下方式计算的:信号处理通道实现包括振荡器的跟踪环,并且根据振荡器的相位和在定位信号中发送的消息来确定伪距。利用将伪距模糊度考虑在内的PVT算法(如IAR算法),使用非模糊伪距测量结果和模糊伪距测量结果,来确定无偏差的位置和时间。

[0096] 不同于现有技术(其中将基于完整BOC信号的非模糊伪距测量结果(即,根据其已修改了模糊度的BOC伪距测量结果)与不将BOC伪距模糊度考虑在内的PVT技术一起使用),本发明涉及一些模糊伪距测量结果和将BOC伪距测量模糊度考虑在内的PVT算法。

[0097] 不同于图3中所示的现有技术(其中,需要基于完整BOC和BPSK信号的成对伪距测量结果作为将伪距测量模糊度考虑在内的PVT算法的输入),本发明涉及:根据BOC定位信号的子载波和码来计算非模糊伪距,使用例如双重鉴别器技术、双重估计技术或者任何其它技术或者技术的组合来对伪距模糊度进行解算。

[0098] 将第一伪距与第二伪距一起用作计算机逻辑单元401的输入,其中计算机逻辑单元401被配置为基于将伪距测量模糊度考虑在内的PVT算法来计算无偏差的时间和位置。当非模糊伪距的数量高于或等于PVT测量结果的未知变量的数量时,该算法进行操作。在大多数情况下,该数量是四:相对于三维空间(x,y和z)的三个变量以及相对于时间的一个变量。用作计算机逻辑单元的输入的所有伪距测量结果都是根据从不同卫星发送的定位信号来计算的。根据本发明,当接收机考虑的卫星数量超过未知变量的数量时,利用传送BOC信号的模糊跟踪的跟踪环来处理额外的定位信号。

[0099] 由于计算机逻辑单元还提供针对所有伪距模糊度的解,因此可以将该伪距提供给模糊跟踪环403,以便重新调整跟踪位置。该实现方式显示出提高所处理的BOC信号的功率电平的优点,并且对于跟踪环的稳健性的整体改善具有贡献。

[0100] 与现有技术相比,这种实现方式降低了实现复杂度和所需要的处理能力。考虑例

如五个卫星处于视野内,如图3a中所描述的,现有技术的实现方式需要总共10个跟踪环(用于BPSK伪距测量结果的5个跟踪环+用于BOC伪距测量结果的5个跟踪环),并且PVT算法计算是基于要进行求解的10个导航方程(或者如果PVT是基于这些测量结果之间的简单差值的话,是9个)的系统。考虑本发明,当使用双重估计器或者改进的DDT技术来执行非模糊跟踪时,其需要9个输入伪距(4*2个跟踪环+1个模糊BOC跟踪环),并且PVT算法仅具有5个导航方程要进行求解(或者如果测量结果是差值的话,是4个)。现在将本发明与用于计算非模糊伪距的DDT技术一起考虑,仅需要5个跟踪环(4个DDT跟踪环+1个BOC跟踪环),在5个方程(如果测量结果是差值的话,是4个)的系统上计算PVT算法。在该情况下,可以使用保存的跟踪环来增加视野内的卫星数量。

[0101] 除了更低的实现复杂度之外,与现有技术相比,本发明还更精确,这是由于其所有输入都是从完整BOC处理推导出的伪距,而现有技术的非模糊伪距来自于BPSK跟踪环。在多径反射环境下,由于与其它BOC伪距模糊度解算技术相比,已知改进的DDT技术更稳健,因此,考虑改进的DDT以便四个第一信号处理通道传送非模糊(完整BOC)伪距测量结果和至少一个BOC跟踪环传送模糊伪距测量结果的实施例是优选的。

[0102] 图5表示可适用于本发明的多种变型的GNSS接收机内的导航器的通用流程图,其中,对无偏差位置的计算将两个不同的计算机逻辑单元考虑在内。

[0103] 在图5上,第一计算机逻辑单元501负责根据对非模糊伪距测量结果的第一选择510,来确定第一无偏差位置和时间502。负责确定这些非模糊伪距测量结果的信号处理通道可以实现对定位信号的码的跟踪环(因此,将定位信号视为BPSK信号),或者对定位信号的子载波和码二者的跟踪环(其考虑非模糊鉴别器或者实现如DET、DDT或改进的DDT之类的算法)。第一种解决方案是优选的,这是由于其更简单。

[0104] 用于确定第一位置和时间的信号处理通道的数量至少等于未知变量的数量,以便确定无偏差位置和时间测量结果。由于输入第一计算机逻辑单元的所有伪距都是非模糊的,因此可以使用标准的PVT算法(其不将伪距测量模糊度考虑在内)来计算第一无偏差位置和时间。

[0105] 在另一个实施例中,第一无偏差位置和时间测量结果是由第一计算机逻辑单元来确定的(不是根据伪距测量结果的,而是根据内部和/或外部非GNSS源530(例如,如本地时钟和惯性单元或者已知的检验点之类的)的)。第一计算机逻辑单元对来自这些非GNSS源的信息进行收集,以传送第一位置和时间测量结果。

[0106] 在图5的两个实施例中,第一位置和时间测量结果精度可能不会达到所要求的精度,这是由于其是从非模糊伪距或者非GNSS信息得到的,但该测量结果的目标是馈送到第二计算机逻辑单元,其中第二计算机逻辑单元被配置为确定第二位置和时间504,其中第二位置和时间具有高精度水平。

[0107] 第二计算机逻辑单元以对第二信号处理通道所计算的伪距测量结果的第二选择520作为输入。根据实现选择,这些伪距测量结果是根据定位信号的子载波和码所确定的模糊测量结果或者非模糊测量结果。在各个实施例中,根据简单的模糊BOC定位信号跟踪环来确定伪距测量结果,以使接收机实现复杂度减至最小,或者结合DDT或改进的DDT技术来确定伪距测量结果,如稍后将示出的。第二选择中的伪距测量结果的数量至少等于PVT的未知变量的数量,当必须进行完整3D位置和时间确定时,该数量是四。

[0108] 本发明(特别是第一和第二计算机逻辑单元)可以在GNSS接收机的导航器中的计算机上实现,例如,软件可重复编程计算机机器(例如,微处理器、微控制器或者数字信号处理器(DSP))或专用计算机器(例如,现场可编程门阵列(FPGA)或者专用集成电路(ASIC))。

[0109] 被配置为接收定位信号的GNSS接收机的电路,是包括天线、混频器、下变频器、滤波器和模数转换器(如果需要的话)的RF链的标准部件,而根据定位信号来确定伪距测量结果的处理通道包括模拟或数字计算逻辑单元,以执行接收的信号和参考信号之间的相关性运算,并计算鉴别器值。此外,其还包括环路滤波器和数控或压控振荡器。

[0110] 在图6到图8中,考虑本发明的各种变型。所有描述的结构都需要对m个非模糊伪距测量结果的第一选择或者非GNSS时间和位置基准,以及对p个额外的伪距测量结果的第二选择。

[0111] 考虑为了测量m个非模糊伪距而实现的跟踪环是通过简单的BPSK跟踪环来获得的,并且为了测量p个伪距而实现的跟踪环是简单的BOC跟踪环,则本发明的实施例的跟踪环的总数量是m+p,其中m通常是4。因此,与现有技术相比,这是显著的优势,在现有技术中,为了实现高斯环境下的相同精度水平,跟踪环的数量通常等于2*p,而在多径反射环境下精度水平更低。

[0112] 图6表示本发明的一个实施例的流程图,其中,至少一个模糊伪距是使用第一位置和时间测量结果来校正的,并且其中,标准PVT算法是根据可用的经校正的BOC伪距来计算的。

[0113] 在图6上,第二伪距测量结果620是来自于考虑完整BOC定位信号(子载波和码)的跟踪环的模糊伪距测量结果。第二计算机逻辑单元包括逻辑单元610,逻辑单元610被配置为使用第一位置和时间测量结果502来校正m个模糊伪距测量结果620。通过以下方式执行该校正:考虑根据现有技术已知的残差计算(例如,如在图3b所描述的),并根据该残差值来校正模糊伪距。

[0114] 根据模糊跟踪环所确定的经校正的伪距,随后通过PVT算法611(该算法是标准的,或者是更复杂的算法(例如,用于对测量结果的一致性进一步校验的RAIM算法))进行处理,以获得第二位置和时间测量结果504中,第二位置和时间测量结果504的精度高,这是由于该测量结果的输入是根据包括子载波和码信息的BOC信号所计算的非模糊伪距。

[0115] 该实现方式可以包括反馈环612(其将在模糊伪距610的校正期间所确定的模糊度考虑在内),以校正模糊跟踪环620的跟踪位置。

[0116] 图7表示本发明的一个实施例的流程图,其中,至少一个跟踪环使用DDT或者类似的算法来计算非模糊BOC伪距,其中,所述DDT跟踪环中的鉴别器选择是通过考虑伪距测量结果与根据第一位置和时间测量结果所构建的伪距之间的残差测量结果来控制的。在图7上,PVT算法(其是标准的或者更复杂的)是根据所有可用的BOC伪距来计算的。

[0117] 在图7上,第二伪距测量结果720是来自于考虑完整BOC定位信号的跟踪环的非模糊伪距测量结果。这些跟踪环将实现接近于直接鉴别器技术的技术,其中在BOC信号跟踪环中使用的鉴别器计算是通过考虑定位信号的子载波和码,从非模糊鉴别器计算和模糊鉴别器计算中选择的。

[0118] 不同于DDT,鉴别器计算选择不是根据非模糊鉴别器计算(DDT)的值或者非模糊伪距和模糊伪距之间的差值(改进的DDT)来执行的,而是根据残差计算单元710的输出。

[0119] 因此,第二计算机逻辑单元包括逻辑单元710,逻辑单元710被配置为计算非模糊伪距与位置和时间测量结果502之间的残差。将该残差的值与门限进行比较,并使用该值来控制711各个跟踪环中的鉴别器计算选择。当残差测量结果超过门限时,有关的跟踪环在预定义的时间段内选择非模糊鉴别器计算,以便使跟踪位置返回到BOC信号的主相关峰值。针对每一个跟踪环都执行该操作,该操作增加了BOC信号主相关峰值跟踪的稳健性,这是由于与基于鉴别器计算所完成的鉴别器选择相比,在伪距域中完成的鉴别器选择更加精确。

[0120] 将伪距测量结果720用作PVT算法(其是标准算法或者更复杂的算法,如RAIM算法)的输入,以确定高精度的第二无偏差位置和时间测量结果。

[0121] 图8表示本发明的一个实施例的流程图,其中,虚拟伪距是根据第一位置和时间测量结果来计算的,并且其中,PVT是根据所有可用的BOC伪距和虚拟伪距来计算的。

[0122] 在图8上,第二伪距测量结果820是来自于考虑完整BOC定位信号的跟踪环的非模糊伪距测量结果。第二计算机逻辑单元包括:虚拟伪距的计算单元801。虚拟伪距是用于描述卫星和接收机之间的距离的量,其将接收机时钟漂移和其它误差源的影响(当还没有去除在PVT计算之前完成的模糊伪距测量结果时)考虑在内。虚拟伪距是根据跟踪环820所考虑的至少四个卫星的位置来推算的,其中四是第二位置和时间确定的PVT中的未知变量的数量。使用下面的公式来构建虚拟伪距:

$$[0123] VPR = ||X_r - X^S|| + c * \Delta t_r$$

[0124] 其中:

[0125] ●VPR是虚拟伪距,

[0126] ●c是光速,

[0127] ● Δt_r 是接收机和GNSS系统时间之间的时间差,

[0128] ● X_r 是接收机的参考位置,

[0129] ● X^S 是卫星的位置,

[0130] 通过将该公式用于残差计算,假设已经针对不同于接收机时间偏差 Δt_r 的误差源,对模糊伪距测量结果进行了校正。

[0131] 卫星位置 X^S 是已知的,而 Δt_r 和 X_r 是由第一计算机逻辑单元计算的第一位置和时间测量结果502。只要第一位置和时间测量结果足够好,虚拟伪距值就比根据非模糊跟踪环所捕获的伪距测量结果更精确。伪距测量结果820的模糊解算更为稳健,这是由于它们是从对来自很多卫星的测量结果进行聚合的估计算法得到的。事实上,通过利用可用测量结果(其包括从强信号卫星接收的那些测量结果),可以对弱信号卫星的模糊度进行求解。

[0132] 第二计算机逻辑单元还包括将伪距测量模糊度考虑在内的PVT算法计算单元802。针对该算法的输入是计算得到的虚拟伪距和模糊伪距720,输出是第二无偏差位置和时间测量结果504。

[0133] 该实现方式可以包括反馈环803(其将由PVT算法计算单元确定的模糊度考虑在内),以校正各个模糊跟踪环的跟踪位置。

[0134] 本说明书中所公开的例子仅是说明本发明的一些实施例。它们并不以任何方式来限制本发明的保护范围,本发明的保护范围由所附权利要求书进行限定。具体而言,本发明关注于一种GNSS接收机设备,其包括实现图6、7和图8中所描述的系统的混合的导航器。

[0135] 对于上面所给出的各个例子而言,根据源自于不同卫星的定位信号,来计算输入

到第一计算机逻辑单元的第一伪距测量结果(410、510)。在图5中,第一和第二信号处理通道的模糊和非模糊伪距测量结果源自于不同的卫星,不同于图3a和图3b中所示出的现有技术,在该现有技术中,需要对同一定位信号执行成对的伪距测量。因此,跟踪环使用是最佳的,这是由于接收机的每一个跟踪环都根据接收信号的子载波和码来计算伪距,从而改善了定位和时间测量结果的质量。

[0136] 在图6到图8上,输入到第一计算机逻辑单元的伪距测量结果510也源自于不同的卫星,这是由于第一计算机逻辑单元仅需要非模糊伪距。发送给第二计算机逻辑单元的第二伪距测量结果也源自于不同的卫星。但是,可以是根据相同的定位信号来计算第一和第二伪距测量结果。

[0137] 可以通过考虑根据以下各项中的至少一项计算的信号质量的指标,来动态地执行定位信号和负责计算伪距测量结果的信号处理通道之间的关联:功率信号、载波与噪声比、卫星仰角、多径反射、几何精度因子和置信水平、或者这些参数的组合。

[0138] 可以定期地监测每一个定位信号的质量,以便使所处理的信号适应传播环境的变化。当在如城市或者室内之类的密集环境下进行操作时(其中,可能发生临时的或永久的卫星掩蔽),这种特性是特别重要的。

[0139] 还可以从属于不同GNSS星座的卫星获取定位信号。在该情况下,由于各个星座系统的时间基准不是同步的,因此必须在PVT计算中将相对于两个星座时间基准之间的时间差的额外变量考虑在内。该时间差信息可以作为输入进行接收(例如,从GNSS信号的导航消息中获得),或者作为导航问题的额外未知数进行估计。在该情况下,在第一和第二计算机逻辑单元中考虑的伪距的最小数量相应地增加。

[0140] 本发明还解决了用于在GNSS接收机中计算无偏差的位置和时间的方法,其通过图9中的流程图来示出。

[0141] 该方法包括:

[0142] -从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号的第一步骤901,所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,所述定位信号是BOC调制信号,

[0143] -为第一信号处理通道选择源自于不同卫星的多个所述定位信号的第二步骤902,第一信号处理通道被配置为根据定位信号的子载波和码来确定第一非模糊伪距410。该选择是按照定期的间隔来执行的,或者是在所测量的信号质量中的一个低于门限时执行的。该步骤的目的在于使信号处理通道考虑的定位信号适应接收状况,其中,特别是当接收机处于城市或者室内环境时,当接收机在移动时,或者由于卫星是非静止卫星的事实,接收状况可能发生变化。第一信号处理通道中的每一个关联到一个定位信号,该定位信号与关联到其它第一处理通道的定位信号不同。可以例如根据像以下各项之类的各种指示符来计算信号质量:功率电平、载波与噪声比、卫星仰角、多径反射、几何精度因子、置信水平、或者这些指示符的任意组合。使用例如DE、DDT或改进的DDT技术,通过考虑具有子载波信息的接收信号来计算第一非模糊伪距测量结果。所需要的非模糊测量结果的数量取决于未知变量的数量。为了确定完整的3D位置加时间,需要4个非模糊伪距测量结果。

[0144] -为第二信号处理通道选择定位信号中的在第二步骤中没有选择的至少一个定位信号的第三步骤903,其中,所选择的定位信号源自于不同的卫星,第二信号处理通道被配置为根据定位信号的子载波和码来确定第二模糊伪距420。通过考虑其它定位信号,该步骤

等同于第二步骤,其差别在于基于BOC定位信号的子载波和码的伪距是模糊的。可以使用简单的BOC跟踪环,来计算这些第二信号处理通道。为了降低接收机复杂度,推荐使用上面所考虑的用于每一个定位信号的四个第二信号处理通道,其中四是未知变量的数量。

[0145] -根据至少在第二步骤中确定的所述第一非模糊伪距和在第三步骤中确定的所述第二非模糊伪距,来计算第一无偏差的位置和时间测量结果的第四步骤904。使用将模糊伪距测量结果考虑在内的PVT算法来执行该步骤,这是由于第一计算逻辑单元的输入是非模糊和模糊伪距的混合。

[0146] 本发明还解决了用于在GNSS接收机中计算无偏差的位置和时间的方法,其中,PVT是使用第一位置和时间测量结果来确定的,该方法通过图10中的流程图来示出。

[0147] 该方法包括:

[0148] -从GNSS星座中的多个卫星接收定位信号的第一步骤1001,所述定位信号包括通过子载波和PRN码调制的载波,所述定位信号是BOC调制信号,

[0149] -计算第一无偏差的位置和时间测量结果的第二步骤1002。可以通过考虑以下各项来执行该步骤:对从源自于不同卫星的定位信道所测量的伪距的第一选择510、、对作为本地时钟、已知检验点、惯性导航系统的非GNSS信息530的选择或者任何其它有关的信息。当根据对定位卫星的第一选择进行操作时,该步骤包括:仅基于定位信号的码或者基于定位信号的子载波和码,来计算第一非模糊伪距;以及使用标准或者更复杂的PVT算法计算,来确定位置和时间。根据该测量结果的输入,第一位置和时间测量结果可能不会达到期望的精度水平,但是使用其来计算更精确的第二位置和时间。

[0150] -为信号处理通道选择多个定位信号的第三步骤1003,其中,所述信号处理通道被配置为使用定位信号的子载波和码来确定相关联的伪距520。根据第二信号处理通道的实现方式,这些伪距可以是模糊的或者非模糊的,但是传送精确的测量结果。如果伪距测量结果是模糊的,则可以使用简单的BOC信号跟踪环来测量它们。如果它们是非模糊的,则可以使用DDT跟踪环或者任何等同的技术来测量它们。

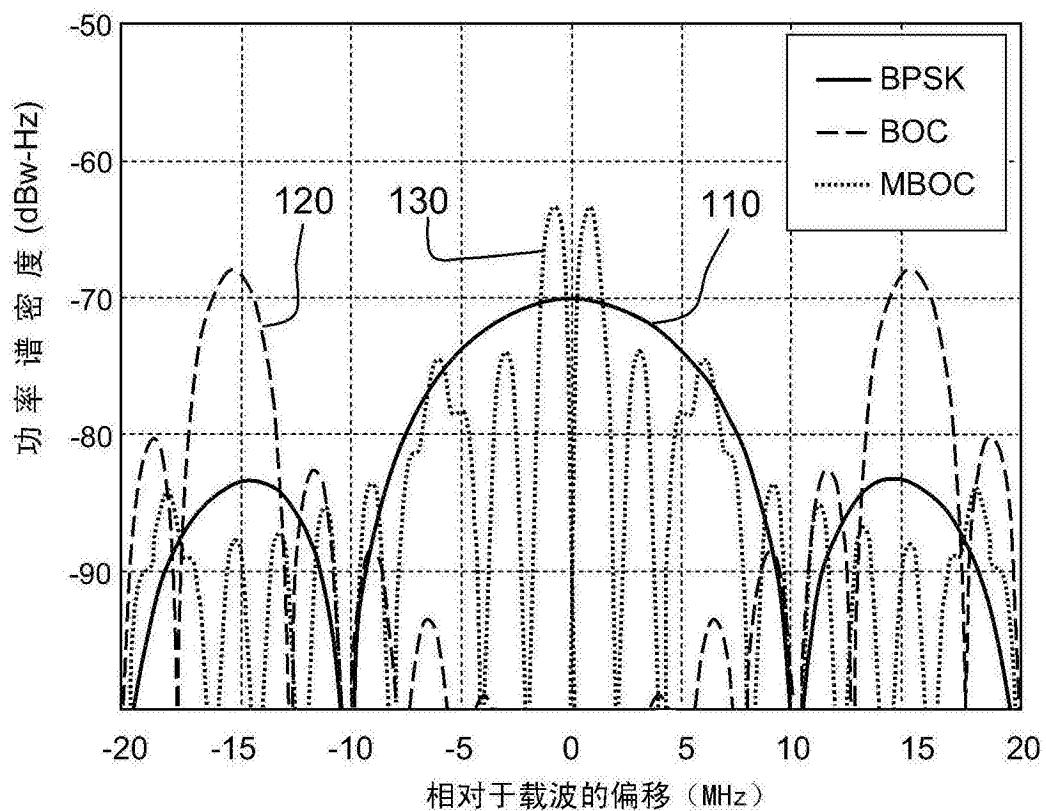
[0151] -根据在第三步骤中确定的伪距以及第一位置和时间测量结果来计算第二无偏差的位置和时间测量结果的第四步骤1004。根据第二位置和时间测量结果的输入,该步骤需要不同的计算。

[0152] 当第二信号处理通道计算模糊伪距测量结果时(如在图6的接收机中),该过程的第四步骤中完成的第二位置和时间测量结果可以在于考虑第一位置和时间测量结果的残差计算。根据该计算,可以对伪距模糊度进行校正,并将其用作PVT算法的输入。

[0153] 当第二信号处理通道使用接近于DDT技术的技术来计算非模糊伪距时(如在图7的接收机中),在第四步骤中完成的第二位置和时间测量结果可以在于考虑第一无偏差的位置和时间测量结果的残差计算、以及与门限的比较,以控制对类似DDT的跟踪环中的模糊或者非模糊鉴别器计算的选择。这些伪距测量结果是非模糊的,并用于处理PVT算法。

[0154] 当第二信号处理通道计算模糊伪距时(如在图6中所示的接收机中),在第四步骤中完成的第二位置和时间测量结果可以在于基于第一位置和时间测量结果来计算虚拟伪距。可以针对每一个第二信号处理通道来计算一个虚拟伪距。将伪距模糊度考虑在内的PVT算法(如IAR PVT算法)将虚拟伪距和这些模糊伪距作为输入,来确定高精度的第二无偏差的位置和时间。

[0155] 如在前面的方法中,可以通过考虑信号质量的指标,来动态地执行第一信号处理通道(如果相关的话)和第二信号处理通道中的定位信号选择。



现有技术

图1

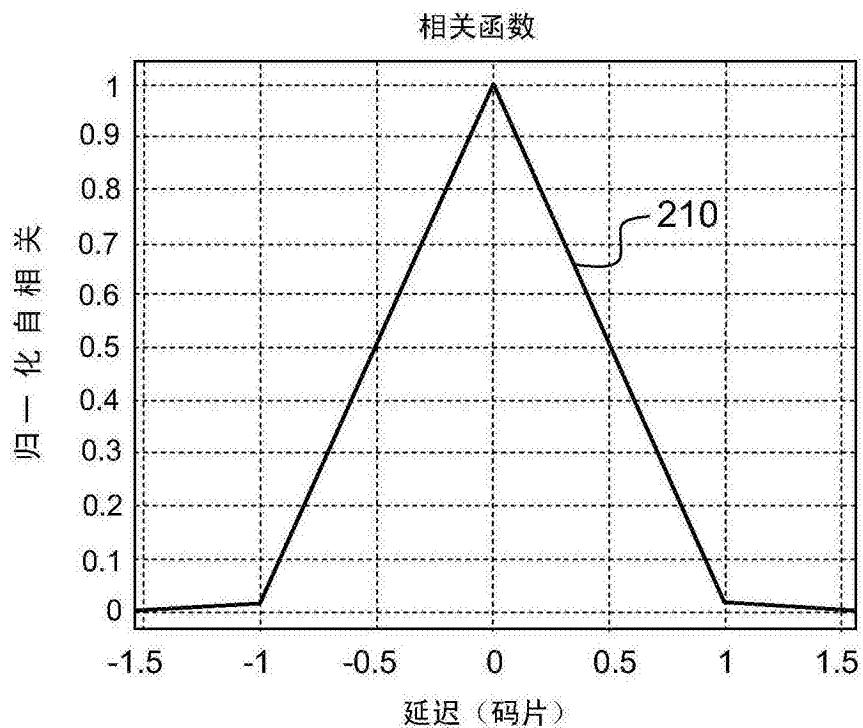


图2a

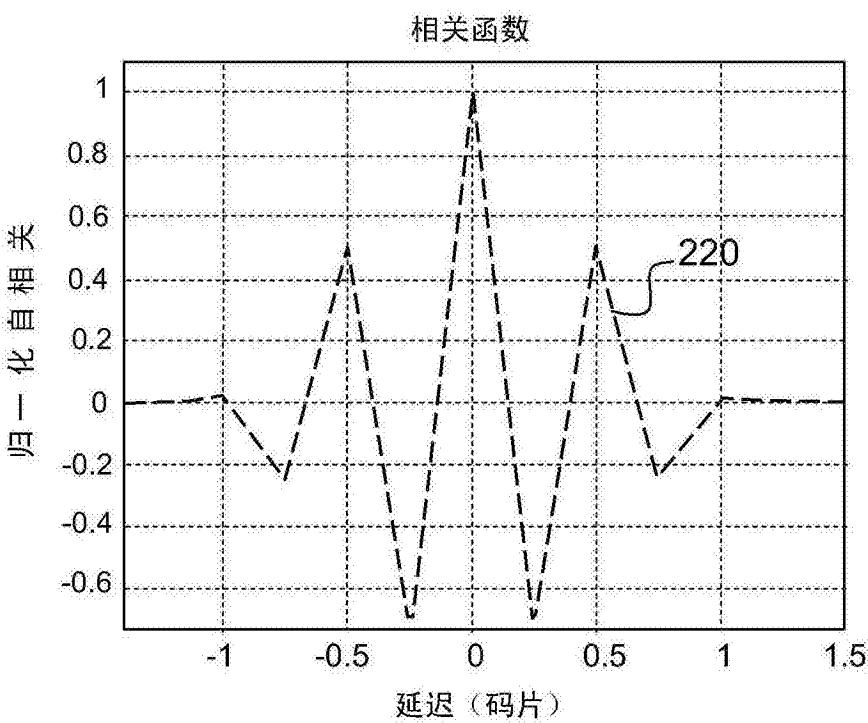


图2b
现有技术

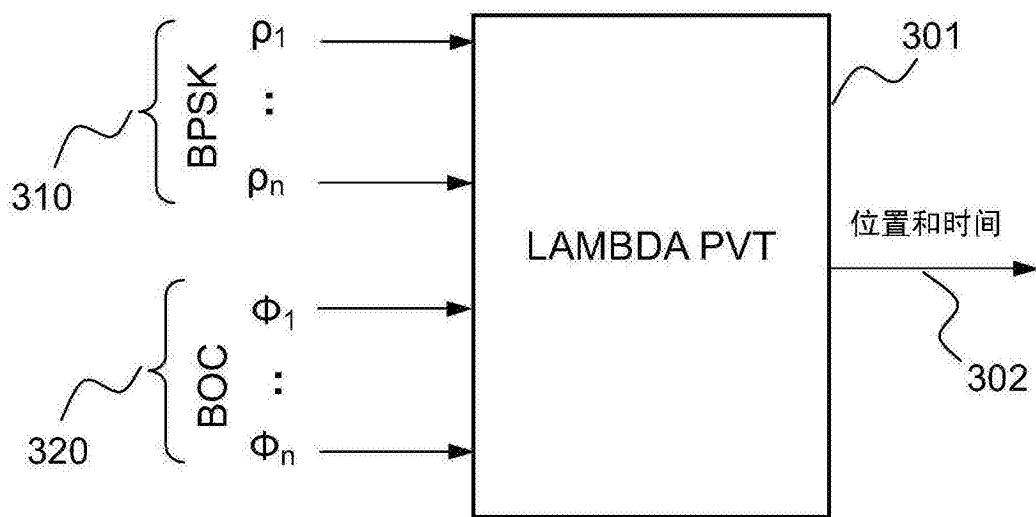


图3a

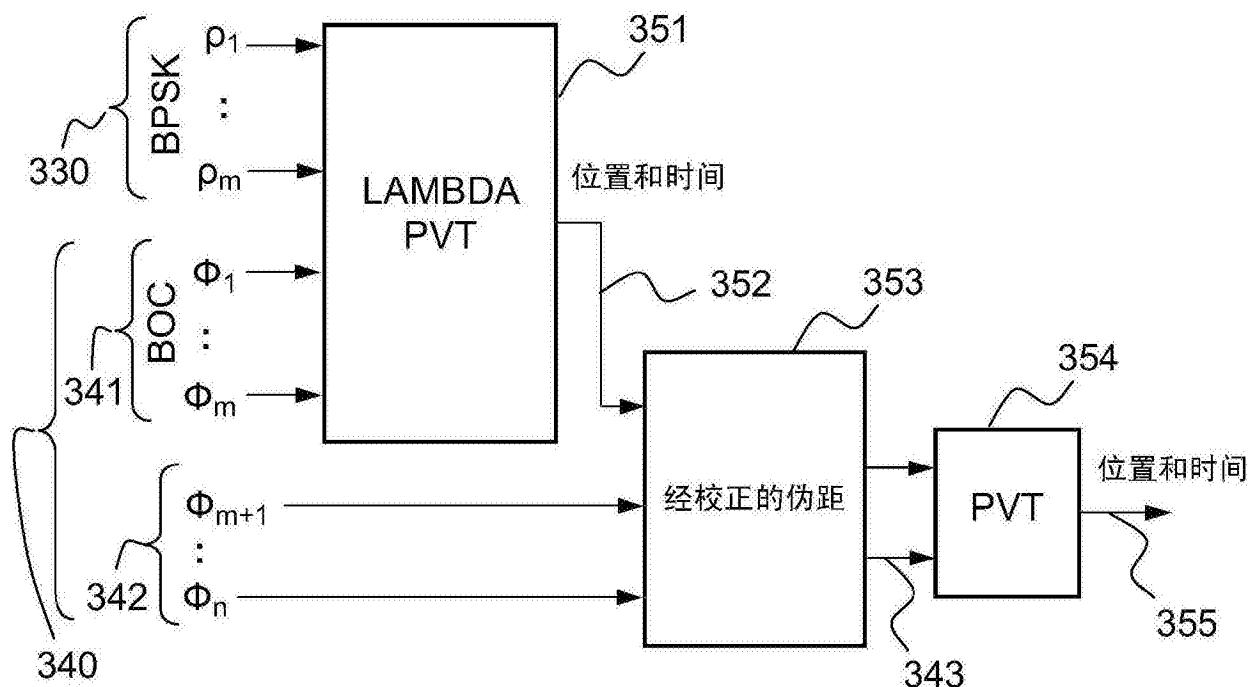


图3b
现有技术

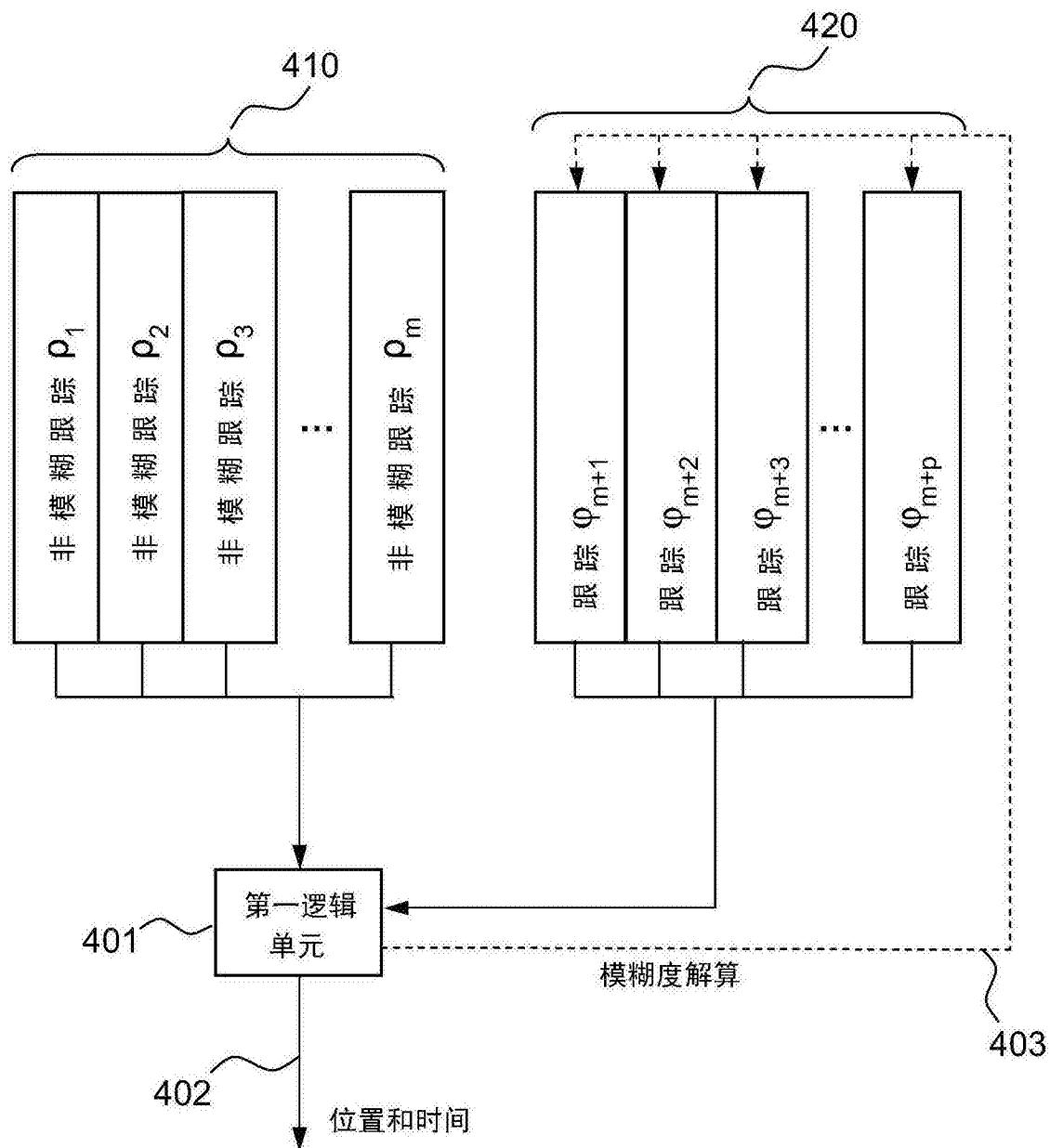


图4

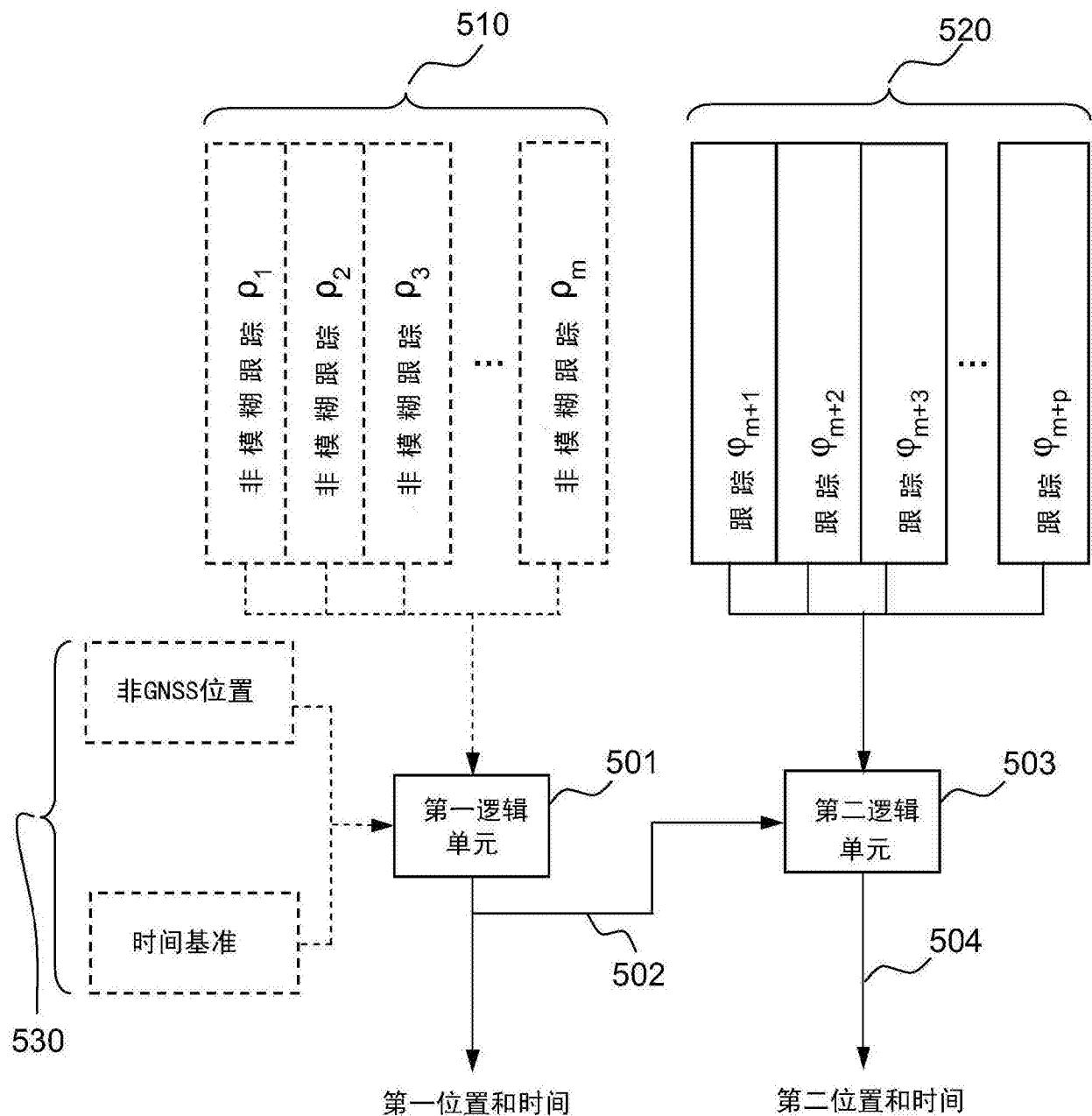


图5

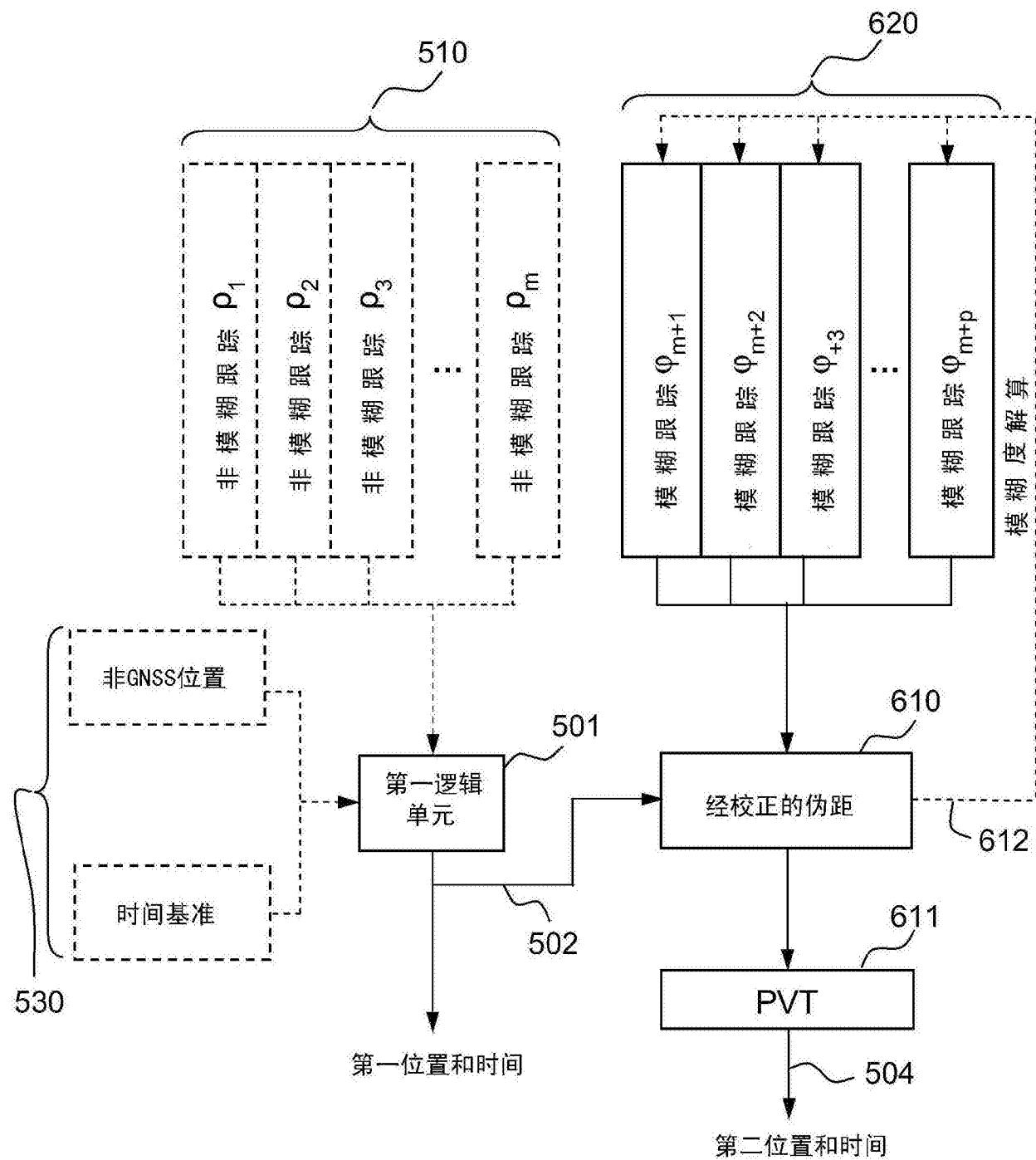


图6

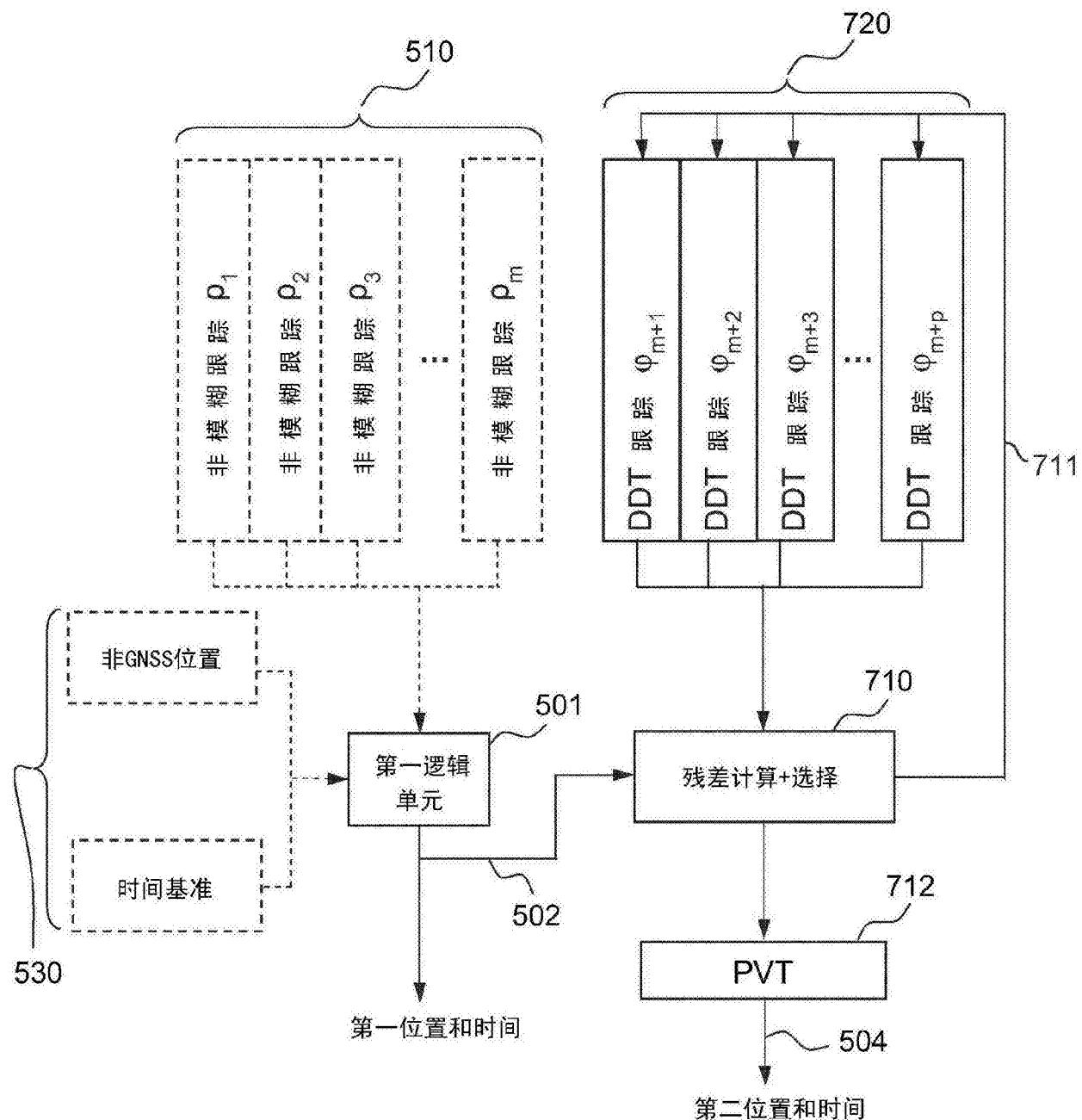


图7

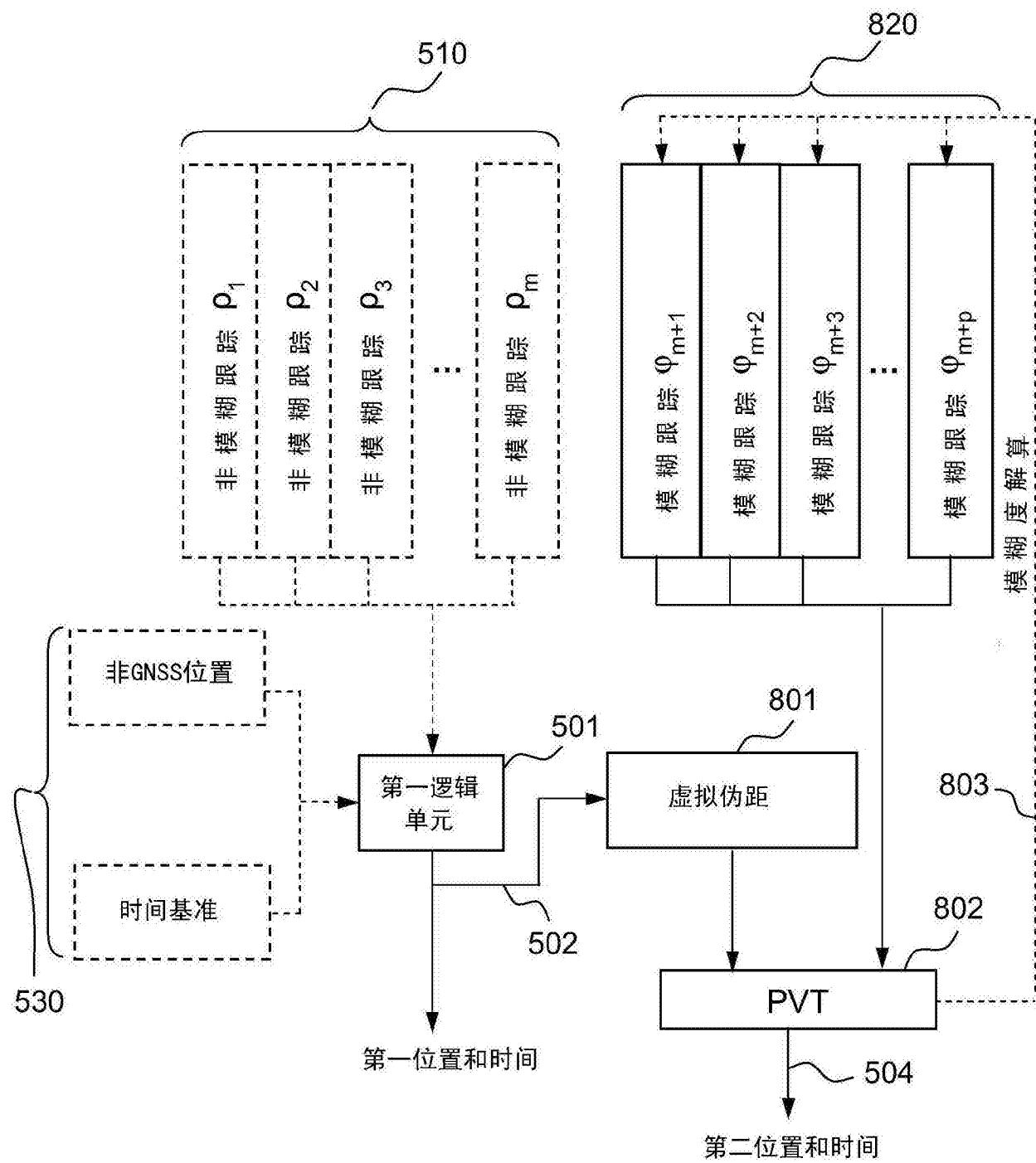


图8

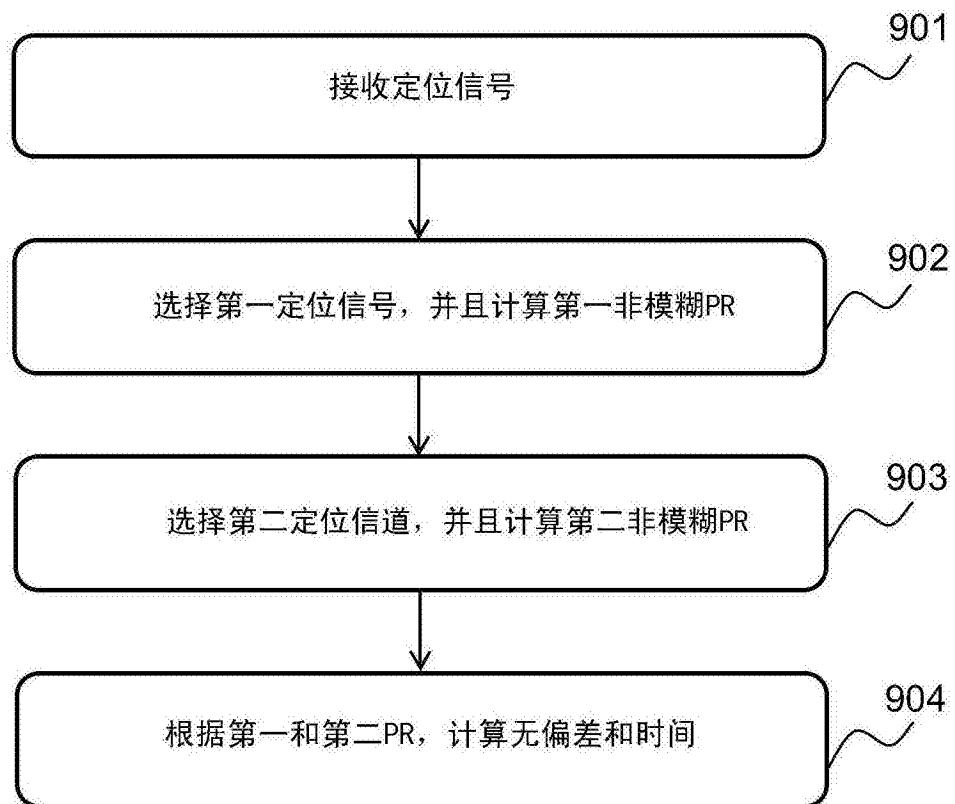


图9

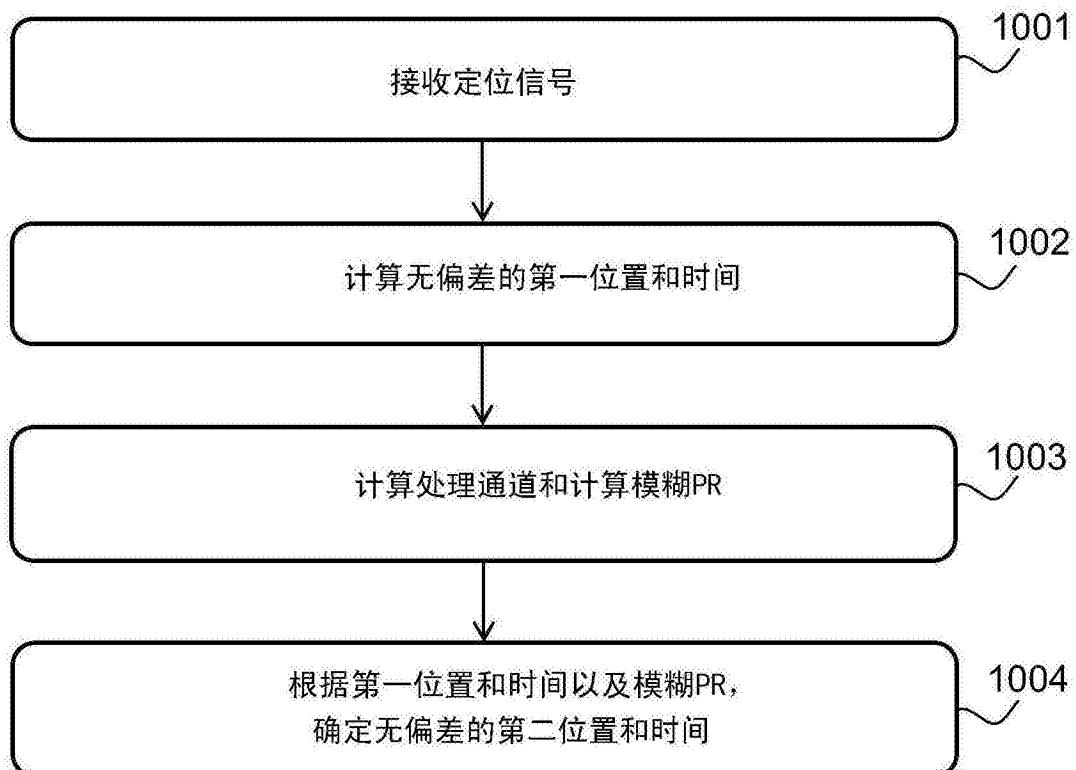


图10