(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106257307 B
(45)授权公告日 2019.04.19

(21)申请号 201610428153.5

(22)申请日 2016.06.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106257307 A

(43)申请公布日 2016.12.28

(30)优先权数据
15305948.0 2015.06.19 EP

(73)专利权人 法国国家太空研究中心
地址 法国巴黎

(72)发明人 S·鲁热里 M·鲁迪埃 L·里斯 L·莱斯塔奎特

(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 19/40(2010.01)

(56)对比文件
US 2012/0019411 A1,2012.01.26,
US 6531981 B1,2003.03.11,
US 2007/085737 A1,2007.04.19,
US 2014/0009331 A1,2014.01.09,

审查员 张耀天

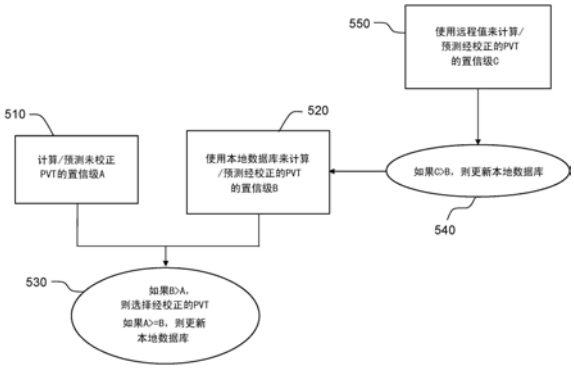
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

具有实现最佳误差校正模式的机载能力的GNSS接收机

(57)摘要

本发明公开了GNSS定位信号的接收机,其具有嵌入式计算机逻辑单元以在第一操作模式和第二操作模式之间进行选择,所述第一操作模式使用全部可用的频率,所述第二操作模式仅使用部分可用的频率但是结合可用的校正数据。所述选择是基于对所述接收机处的接收质量的指数和所述校正的经计算的或经预测的精确度/置信区间的比较的。多个校正类型是可能的,包括使用本地模型的类型和使用协作校正的类型。在某些实施例中,可以进行对多个本地模型的选择和/或组合以优化所述校正的准确度。



CN 106257307 B

1.一种GNSS定位信号的接收机(350),其包括:

多个信号处理通道(440、441),其被配置用于处理从GNSS星座中的多个卫星(114、119、121、123)接收的信号;

存储器(450),其具有存储可用于计算可应用于所述接收机的大气误差/校正的数据的第一数据库;

计算机逻辑单元(460),其被配置用于确定:

第一参数,其指示在所述接收机处接收的所述信号的质量和根据所述多个信号处理通道的输出计算出的位置的精确度/置信区间中的一者;

第二参数,其指示所述大气校正/误差的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述大气误差/校正的组合计算出的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者,所述大气误差/校正是根据所述第一数据库中的数据来计算的;

其中,所述计算机逻辑单元还被配置用于:i)当所述第一参数优于所述第二参数时,触发第一操作模式,所述第一操作模式不将根据所述第一数据库中的所述数据计算出的所述大气误差/校正与所述信号处理通道的所述输出组合;ii)当所述第一参数劣于或等于所述第二参数时,触发第二操作模式,所述第二操作模式将根据所述第一数据库中的所述数据计算出的所述大气校正与所述信号处理通道的所述输出组合。

2.根据权利要求1所述的接收机,还包括本地模型,其用于计算存储在所述第一数据库中的第一类型的大气误差/校正。

3.根据权利要求2所述的接收机,其中,所述本地模型是包括Kobluchar或NeQuick模型的一个或多个电离层误差校正模型的组合。

4.根据权利要求3所述的接收机,其中,所述组合包括所述电离层误差校正模型,其输出最接近在所述第一操作模式中计算出的最后一个可用的PVT数据的PVT数据。

5.根据权利要求3所述的接收机,其中,所述组合包括电离层误差校正模型,其被预先定义为时间或位置中的一项或多项的函数。

6.根据权利要求3所述的接收机,其中,所述组合包括所有可用的模型,其输出在预先定义的置信区间内的PVT数据。

7.根据权利要求6所述的接收机,其中,所述组合是加权平均。

8.根据权利要求1至7中的一个权利要求所述的接收机,还包括到至少卫星的通信链路,所述卫星广播可应用在所述接收机所处的地理区域中的大气误差/校正,所述大气误差/校正作为第二类型的大气误差/校正被存储在第二数据库中。

9.根据权利要求1至7中的一个权利要求所述的接收机,还包括到服务器的通信链路,所述服务器连接到从参考站的网络计算出的第三类型的大气误差/校正的第三数据库。

10.根据权利要求1至7中的一个权利要求所述的接收机,还包括到服务器的通信链路,所述服务器连接到第四类型的大气误差/校正的第四数据库,所述服务器包括被配置用于以下操作的硬件和软件资源:

确定位于所述接收机所处的地理区域中的起作用的接收机的列表;

以预定频率来获取由所述列表中的所述起作用的接收机发送的数据的定时序列,所述数据的定时序列包括:

每个起作用的接收机的通道的代码和相位;和/或

由此计算出的数据；

计算可应用在所述地理区域中的大气误差/校正的定时序列；

将所述大气误差/校正的定时序列作为所述第四类型的大气误差/校正存储在所述第四数据库中。

11.根据权利要求1至7中的一个权利要求所述的接收机，其中，所述第一参数是归一化指数，其表示以下各项中的至少一项：在所述接收机处接收的多路径信号的强度、在所述接收机处接收的所述信号的信噪比、发送由所述信号处理通道处理的所述信号的卫星的高度以及由所述信号处理通道处理的所述信号的代码和相位的差。

12.根据权利要求1至7中的一个权利要求所述的接收机，其中，所述第二参数指示根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述大气误差/校正的组合计算出的位置的预测的精确度/置信区间，所述大气误差/校正是根据所述第一数据库中的所述数据来计算的。

13.根据权利要求8所述的接收机，其中，所述第一数据库被配置为：如果指示所述第二类型的所述大气误差/校正的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述第二类型的所述大气误差/校正的组合计算出的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者的第三参数优于所述第二参数，则通过来自所述第二数据库的推和拉中的一者来更新所述第一数据库。

14.根据权利要求9所述的接收机，其中，所述第一数据库被配置为：如果指示所述第三类型的所述大气误差/校正的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述第三类型的所述大气误差/校正的组合计算出的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者的第四参数优于所述第二参数，则通过来自所述第三数据库的推和拉中的一者来更新所述第一数据库。

15.根据权利要求10所述的接收机，其中，所述第一数据库被配置为：如果指示所述第四类型的所述大气误差/校正的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述第四类型的所述大气误差/校正的组合计算出的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者的第五参数优于所述第二参数，则通过来自所述第四数据库的推和拉中的一者来更新所述第一数据库。

16.一种处理在接收机处接收的GNSS定位信号的方法，其包括：

在所述接收机处接收来自GNSS星座中的多个卫星的多个导航信号；

访问第一数据库以取得可应用于所述接收机的大气误差/校正；

计算：

第一参数，其指示在所述接收机处接收的所述信号的质量和根据所述多个导航信号计算出的位置的精确度/置信区间中的一者；

第二参数，其指示所述大气校正/误差的当前的或预测的质量以及根据所述多个导航信号和所述大气误差/校正计算出的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者；

当所述第一参数优于所述第二参数时，触发第一操作模式，所述第一操作模式不将所述大气误差/校正与所述导航信号组合；

当所述第一参数劣于或等于所述第二参数时，触发第二操作模式，所述第二操作模式将所述大气校正与所述导航信号组合。

17.一种用于辅助GNSS定位信号的用户的接收机的服务器(310)，所述服务器包括：

接口,其被配置为获取RTK和RTIGS大气误差/校正以及所述误差/校正的置信级的度量中的至少一者;

计算机逻辑单元,其被配置用于:

确定位于多个地理区域中的起作用的接收机的列表;

以预定频率来获取由所述列表中的所述起作用的接收机发送的数据的定时序列,所述数据的定时序列包括:

每个起作用的接收机的通道的代码和相位;和/或

由此计算出的数据;

计算可应用在所述多个地理区域中的协作大气误差/校正的定时序列和所述误差/校正的置信级的度量;

通信链路,其被配置用于向所述用户的接收机发送所述RTK、RTIGS和协作大气误差/校正和其相关联的置信级的度量中的至少一者。

18.一种GNSS定位信号的接收机,其包括:

多个信号处理通道(440、441),其被配置用于处理从GNSS星座中的多个卫星(114、119、121、123)接收的信号;

存储器(450),其具有存储可用于根据一个或多个大气误差/校正模型的组合来计算可应用于所述接收机的大气误差/校正的数据的第一数据库;

计算机逻辑单元(460),其被配置用于执行以下操作中的一个操作:

计算所述组合作为与根据参考信号计算出的PVT的最佳匹配,所述参考信号是在所述接收机处可用的或之前在小于预先定义的时间跨度内可用的一个参考信号;

选择存储在所述第一数据库中的预先定义的模型,所述选择基于时间或位置中的一项或多项;

过滤所述一个或多个大气误差/模型以剔除输出在预先定义的置信级以外的PVT值的那些大气误差/模型,以及组合保持在所述过滤的输出处的所述模型。

19.根据权利要求18所述的接收机,其中,所述参考信号是由大气误差/校正辅助的多频信号和单频信号中的一者,所述大气误差/校正是从GNSS增强系统接收的。

20.根据权利要求18所述的接收机,还包括本地模型,其用于计算存储在所述第一数据库中的第一类型的大气误差/校正,其中,所述本地模型是包括Kobluchar或NeQuick模型的一个或多个电离层误差校正模型的组合。

具有实现最佳误差校正模式的机载能力的GNSS接收机

技术领域

[0001] 本发明适用于卫星导航领域。更具体地，本发明允许卫星导航接收机使用误差和校正模型来提高所计算的位置的精确度。

背景技术

[0002] 有两个全球导航卫星系统(GNSS)(美国全球定位系统、俄罗斯格洛纳斯(GLONASS))已经被充分部署了许多年，并且正在部署另外两个系统(中国北斗导航卫星系统和欧洲伽利略系统)。这些系统依靠相同的原理：从绕非对地静止轨道运行的多个卫星广播微波无线电信号；信号携带与被配置为接收广播信号的接收机中的本地副本相关联的代码；当接收机能够获取和跟踪来自最小数量的(通常为4个)卫星的信号时，其能够根据被考虑的卫星的伪距来计算其自己的位置、速度和时间(PVT)。在这些计算可能倾向的多个误差源中，一个最重要的误差源是电离层误差，其是由大气的较上层的电离(这使由卫星广播的电磁信号偏离)导致的。

[0003] 至少部分地由于电离层误差，以独立非辅助模式操作的标准的单频GNSS接收机将不能实现优于10米的定位精确度，这对专业应用来说是不可接受的，并且甚至对于消费者应用来说也是越来越少地被接受。存在缓解电离层误差的多个可能性，以达到将精确度提高一到两个数量级的目标。

[0004] 这些可能性中的一个可能性是使用双频接收机。然而，这些接收机在其中多路径信号带来显著噪声的环境中不是非常高效的，所述环境例如所谓的“城市峡谷(urban canyon)”，其包括例如在街道的多侧具有高层建筑的城市区域；或者当需要在看不见之后重新获取信号时，例如当离开隧道或停车场时，或冷启动时，这些接收机不是非常高效的。

[0005] 已经开发了另一种类型的方法，其包括使用通过使用外部系统计算的校正，所述外部系统可以是基于卫星的或基于地面的。使用模型来计算基于卫星的校正，并且随后通过特定的卫星星座(基于卫星的增强系统或SBAS)来广播基于卫星的校正。EGNOS属于该类。SBAS精确度取决于在模型中考虑的基本单元的尺寸。目前，该精确度是相当受限的，并且增加该精确度在基础设施方面将是非常昂贵的。基于地面的校正使用由地面参考站进行的测量。实时运动或RTK系统属于该类。RTK方法提供在参考站附近的良好的精确度，但是当移动离开参考站时，该精确度迅速地降级。企业和政府机构努力发展参考站的网络。但是在广大区域中的可接受的精确度只能通过付出高代价增加参考站来实现。

[0006] 为了改善这些类型的系统的性能，本发明的受让人已经设计出了创造性系统，其被公开在以n°FR14/58336递交的法国专利申请中。根据本发明，多个起作用的接收机合作来发送表示在通道上接收的信号的代码和相位的GNSS通道数据，其随后被服务器处理以确定要被应用在起作用的接收机的区域中的大气校正。低精度接收机可以受益于精确的校正。但是校正的精确度将取决于在定义的时段内在区域中的起作用的接收机的密度。

[0007] 现有技术的不同的解决办法都具有其优点和缺点，并且因此存在能够实现如下操作的需求：基于位于接收机的板上的模型和对至少接收机的接收质量和可用的外部辅助的

服务质量的估计来选择在某一时刻最有效的方案。

发明内容

[0008] 本发明的目标是提供对现有技术的这些改进。

[0009] 本发明通过提供GNSS接收机来实现该目标，所述GNSS接收机能够在不同的频率接收至少两个载波并且包括驻留在其中的大气校正模型，所述校正由计算机逻辑单元来更新，所述校正被接收作为表示至少接收机的接收质量和可用的外部辅助的服务质量的输入数据。

[0010] 为此目的，本发明公开了一种GNSS定位信号的接收机，其包括：A)多个信号处理通道，其被配置用于处理从GNSS星座中的多个卫星接收的信号；B)存储器，其具有存储可用于计算可应用于所述接收机的大气误差/校正的数据的第一数据库；C)计算机逻辑单元，其被配置用于确定：i)第一参数，其指示以下中的一者：在所述接收机处接收的所述信号的质量和根据所述多个信号处理通道的输出计算的位置的精确度/置信区间；ii)第二参数，其指示以下中的一者：大气校正/误差的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述大气误差/校正的组合计算的位置的当前的或预测的精确度/置信区间，所述大气误差/校正是根据所述第一数据库中的数据来计算的；其中，所述计算机逻辑单元还被配置用于：i)当所述第一参数优于所述第二参数时，触发第一操作模式，所述第一操作模式不将根据所述第一数据库中的所述数据计算的所述大气误差/校正与所述信号处理通道的所述输出组合；ii)当所述第一参数劣于或等于所述第二参数时，触发第二操作模式，所述第二操作模式将根据所述第一数据库中的所述数据计算的所述大气校正与所述信号处理通道的所述输出组合。

[0011] 有利地，本发明的所述接收机还包括本地模型，其用于计算存储在所述第一数据库中的第一类型的大气误差/校正。

[0012] 有利地，所述本地模型是包括Kobluchar或NeQuick模型的一个或多个电离层误差校正模型的组合。

[0013] 有利地，所述组合包括所述电离层误差校正模型，其输出最接近在所述第一模型中计算的最后一个可用的PVT数据的PVT数据。

[0014] 有利地，所述组合包括所述电离层误差校正模型，其被预先定义为时间或位置中的一项或多项的函数。

[0015] 有利地，所述组合包括所有可用的模型，其输出在预先定义的置信区间内的PVT数据。

[0016] 有利地，所述组合是加权平均。

[0017] 有利地，本发明的所述接收机还包括到至少卫星的通信链路，所述卫星广播可应用在所述接收机所处的地理区域中的大气误差/校正，所述大气误差/校正作为第二类型的大气误差/校正被存储在第二数据库中。

[0018] 有利地，本发明的所述接收机还包括到服务器的通信链路，所述服务器连接到根据参考站的网络计算的第三类型的大气误差/校正的第三数据库。

[0019] 有利地，本发明的所述接收机还包括到服务器的通信链路，所述服务器连接到第四类型的大气误差/校正的第四数据库，所述服务器包括被配置用于以下操作的硬件和软

件资源:确定位于所述接收机所处的地理区域中的贡献接收机的列表;以预定频率来获取由所述列表中的所述起作用的接收机发送的数据的定时序列,所述数据的定时序列包括每个起作用的接收机的通道的代码和相位和/或由此计算的数据;计算可应用在所述地理区域中的大气误差/校正的定时序列;将所述大气误差/校正的定时序列作为所述第四类型的大气误差/校正存储在所述第四数据库中。

[0020] 有利地,所述第一参数是归一化指数,其表示以下各项中的至少一项:在所述接收机处接收的多路径信号的强度、在所述接收机处接收的所述信号的信噪比、发送通过所述信号处理通道处理的所述信号的卫星的高度以及通过所述信号处理通道处理的所述信号的代码和相位的差。

[0021] 有利地,所述第二参数指示根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述大气误差/校正的组合计算的位置的预测的精确度/置信区间,所述大气误差/校正是根据所述第一数据库中的所述数据来计算的。

[0022] 有利地,所述第一数据库被配置为:如果指示所述第二类型的所述大气误差/校正的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述第二类型的所述大气误差/校正的组合计算的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者的第三参数优于所述第二参数,则通过来自所述第二数据库的推和拉中的一者来更新所述第一数据库。

[0023] 有利地,所述第一数据库被配置为:如果指示所述第三类型的所述大气误差/校正的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述第三类型的所述大气误差/校正的组合计算的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者的第四参数优于所述第二参数,则通过来自所述第三数据库的推和拉中的一者来更新所述第一数据库。

[0024] 有利地,所述第一数据库被配置为:如果指示所述第四类型的所述大气误差/校正的当前的或预测的质量以及根据所述多个信号处理通道的所述输出和所述第四类型的所述大气误差/校正的组合计算的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者的第五参数优于所述第二参数,则通过来自所述第四数据库的推和拉中的一者来更新所述第一数据库。

[0025] 本发明还公开了一种处理在接收机处接收的GNSS定位信号的方法,其包括:A)在所述接收机处接收来自GNSS星座中的多个卫星的多个导航信号;B)访问第一数据库以取得可应用于所述接收机的大气误差/校正;C)计算:i)第一参数,其指示在所述接收机处接收的所述信号的质量和根据所述多个导航信号计算的位置的精确度/置信区间中的一者;ii)第二参数,其指示所述大气校正/误差的当前的或预测的质量以及根据所述多个导航信号和所述大气误差/校正计算的位置的当前的或预测的精确度/置信区间中的一者;D)i)当所述第一参数优于所述第二参数时,触发第一操作模式,所述第一操作模式不将所述大气误差/校正与所述导航信号组合;ii)当所述第一参数劣于或等于所述第二参数时,触发第二操作模式,所述第二操作模式将所述大气校正与所述导航信号组合。

[0026] 本发明还公开了一种用于辅助GNSS定位信号的用户的接收机的服务器,所述服务器包括:A)接口,其被配置为获取RTK和RTIGS大气误差/校正以及所述误差/校正的置信级的度量中的至少一者;B)计算机逻辑单元,其被配置用于:i)确定位于多个地理区域中的起

作用的接收机的列表;ii)以预定频率来获取由所述列表中的所述起作用的接收机发送的数据的定时序列,所述数据的定时序列包括每个起作用的接收机的通道的代码和相位和/或由此计算出的数据;iii)计算可应用在所述多个地理区域中的协作大气误差/校正的定时序列和所述误差/校正的置信级的度量;D)通信链路,其被配置用于向所述用户的接收机发送所述RTK、RTIGS和协作大气误差/校正和其相关联的置信级的度量中的至少一者。

[0027] 所述发明还公开了GNSS定位信号的接收机,其包括:多个信号处理通道,其被配置用于处理从GNSS星座中的多个卫星接收的信号;存储器,其具有存储可用于根据一个或多个大气误差/校正模型的组合来计算可应用于所述接收机的大气误差/校正的数据的第一数据库;计算机逻辑单元,其被配置用于执行以下操作中的一个操作:i)计算所述组合作为与根据参考信号计算的PVT的最佳匹配,所述参考信号是在所述接收机处可用的或之前在小于预先定义的时间跨度内可用的一个参考信号;ii)选择存储在所述第一数据库中的预先定义的模型,所述选择基于时间或位置中的一项或多项;iii)过滤所述一个或多个大气误差/模型以剔除输出在预先定义的置信级以外的PVT值的那些大气误差/模型,以及组合保持在所述滤波的输出处的所述模型。

[0028] 有利地,所述参考信号是由大气误差/校正辅助的多频信号和单频信号中的一者,所述大气误差/校正是从GNSS增强系统接收的。

[0029] 有利地,所述本地模型是包括Kobluchar或NeQuick模型的一个或多个电离层误差校正模型的组合。

[0030] 由于本发明,使接收机在某一时刻选择最优的操作模式是可能的。还可能的是维护要应用的校正的本地模型和本地数据库,以及基于由服务提供者提供的数据来更新该模型。

[0031] 在某些实施例中,本发明可能地基于考虑到GNSS信号的接收的本地条件的优化,来允许选择/丰富/混合适于特定GNSS星座的各种本地模型,诸如Kobluchar或NeQuick模型。

附图说明

[0032] 根据对各个实施例和以下附图的描述,本发明将被更好地理解,并且其各个特征和优势将变得显而易见。

[0033] 图1表示现有技术的差分GNSS系统;

[0034] 图2表示现有技术的协作电离层校正系统;

[0035] 图3表示根据本发明的多个实施例的本发明的电离层校正系统;

[0036] 图4表示根据本发明的多个实施例的用于使用本发明的校正系统的接收机;

[0037] 图5显示了根据本发明的多个实施例的本发明的一般流程图;

[0038] 图6显示了图5的一般流程图的开发出的细节;

[0039] 图7显示了图5的一般流程图的另一个开发出的细节;

[0040] 图8显示了本发明的实施例的流程图,其中,考虑到接收的本地条件来选择/适应优化的本地模型。

具体实施方式

[0041] 图1表示现有技术的差分GNSS系统。

[0042] 在差分类型的定位系统中，用户100从至少卫星星座114、119、121、123接收定位信号。来自这些卫星的定位信号也被参考站130接收。用户100可能在移动。参考站130必须具有固定的、被已知具有足够精确度的并且位于与用户100相距10到20km半径的位置(见实例http://www.navipedia.net/index.php/RTK_Fundamentals)。

[0043] RTK算法可以使用导航信号的代码或相位，或者两者的组合，可能具有可变的权重。使用导航信号的相位来计算的位置的精确度是更优的，这是因为噪声更少，但是付出的代价是解决测量的整周模糊度(integer ambiguity)的复杂性。

[0044] RTK系统不仅可以校正大气误差(电离层、对流层)，还可以校正时钟误差。为了解决在GPS卫星的L1载波在一个周期内是20cm数量级的情况下的相位模糊度，计算利用两个卫星来对RTK参考站130和用户终端100进行的测量的双差。

[0045] 图2表示现有技术的协作电离层校正系统。

[0046] 该系统是通过以n°FR14/58336递交的法国专利申请公开的，所述法国专利申请被转让给本申请的受让人。其使用与在图1中描绘的那些卫星相同的卫星114、119、121、123。

[0047] 在终端/接收机2111、2112、2113、2211、2212、2213的测量结果对电离层误差的整体计算起作用的情况下，定义了地理区域210、220，所述终端/接收机2111、2112、2113、2211、2212、2213在这些地理区域中操作。地理区域210、220具有典型的几千米(例如在1km和10km之间)网格。由定位数据240的提供者管理的服务器230可以从终端接收数据并且向它们发送数据。

[0048] 终端/接收机可以是任何类型的，单频或双频的，并且能够接收来自单个星座或来自多个星座的信号。它们可以配备有或不配备有天线，所述天线被配置为缓解多路径反射的影响。它们的位置计算可以由或不由惯性混合(inertial hybridization)或地图来辅助。它们与通信模块耦合，以允许它们无线地发送/接收数据。例如，具有标准的GPS芯片的简单的智能电话可以是所述系统的一部分。

[0049] 接收机2111、2112、2211、2212可以是仅《贡献》终端，即，向服务器230和/或向其它接收机发送数据，所述数据是原始代码和相位数据或预处理数据，所述原始或预处理数据用于在不“使用”终端(即，不使用数据)的情况下计算地理区域210、220中的电离层误差。

[0050] 接收机2113、2213还可以是仅《使用》终端，即，在没有向系统贡献其自己的数据的情况下接收定位数据。接收机还可以继而连续地或同时地“起作用”或“使用”。

[0051] 服务器根据起作用的接收机的原始代码和相位信号或其差来计算校正数据。校正数据与起作用的接收机的位置相关联，所述起作用的接收机的位置与代码和相位数据一起被发送或例如使用电信服务提供者数据来单独地获取。还可以使用质量指数来过滤校正数据。

[0052] 图3表示根据本发明的多个实施例的本发明的电离层校正系统。

[0053] 在根据本发明的系统中，来自一个或多个星座的多个卫星114、119、121、123的信号被地理区域210、220中的具有定位能力的终端接收。可以存在上文关于图2论述的那种类型的起作用的多个终端，并且它们向服务器310发送其校正数据，所述服务器310具有相关联的数据库320。计算机代码指令将用于根据起作用的接收机所接收的数据来计算校正数

据，如上文关于图2论述的。服务器随后将详尽的(即，具有置信指数的)校正数据分发给用户终端，诸如本发明的终端350。服务器和数据库可以是物理或虚拟服务器和数据库，即，它们可以体现在具有其存储能力的计算机中，或者它们可以是通过互联网网络连接的硬件资源的可变组合。它们将由定位数据的提供者来管理。

[0054] 在相同的地理区域210、220中，可以存在在图1中描绘的那种类型的多个RTK参考站130、131。还可以存在RTIGS(实时国际GNSS服务)331、332。RTK和RTIGS数据可以被服务器310用于向用户终端350分发位置校正。

[0055] 服务器310还可以通过有线链路或无线地从其所连接到的源接收其它类型的数据。这些数据可以是校正数据、或可以用于计算位置校正数据的数据，例如实际的或预报的气象数据、或地磁干扰数据。

[0056] 其它类型的校正可以被直接地发送给终端350，例如，由对地静止的卫星340来发送EGNOS类型的SBAS校正。

[0057] 本发明的终端350具有GNSS接收机能力和无线通信能力二者。GNSS接收机能力包括多个信号处理通道。信号处理通道处理从被考虑的卫星接收的RF载波代码和相位信号。可能地，两个或更多个RF载波可以由同一个卫星在两个或更多个不同的频率上发送。双频接收机可以通过计算在两个不同的频率处的测量结果的单个差来解决导航信号固有的整周相位模糊度。因此，通常不需要向双频接收机提供大气校正来实现1cm到10cm类的精确度。但是在具有显著的多路径反射的环境(诸如城市峡谷)中，该精确度被极大地降级。此外，当离开信号在其中丢失的区域时，双频信号比单频信号更难被重新获取。因此，根据本发明，尤其是在这些情况下，使终端能够自动地切换到单频模式，同时还能够本地地生成或从远程站点获取校正数据，以实现与通过处理来自两个或更多个频率的信号提供的精确度相同阶的精确度是非常有优势的。

[0058] 图4表示根据本发明的多个实施例的用于使用本发明的校正系统的接收机。

[0059] 根据本发明的终端350具有天线410、411，以用于从可能在两个或三个频率(针对GPS 3星座的L1、L2、L5;E1、E2、E3表示伽利略星座的E1、E5和E6频率)上的多个卫星(例如，卫星114)获取信号。其还具有天线420，以用于从服务器310获取信号。通信可以使用蜂窝网络(3G、4G)。在一个方案中，终端还具有天线430，以用于从例如EGNOS类型的SBAS卫星获取信号。在进一步的方案中，可以在天线430上提供来自服务器310的信息。在另一个方案中，可以使用天线410、411来获取SBAS信号和服务器信息。

[0060] 终端350还具有多个信号处理通道。终端可以具有两个信号处理通道440、441，以用于处理来自相同的卫星114的信号。终端通常具有两个以上的处理通道，以能够并行地处理被考虑的至少四个卫星的信号。没有在图上表示针对被考虑的多个卫星的信号处理通道。

[0061] 现有技术的GNSS定位信号的接收机通常具有计算机逻辑单元，其被配置为根据对卫星载波进行调制的代码信号和/或载波的相位来计算伪距。由于使用了所接收的具有本地副本的信号的相关电路，接收机能够跟踪信号，并且能够可能地使用卡尔曼类型(Kalman type)的过滤算法来计算卫星的伪距。随后将来自被考虑的卫星的伪距在PVT计算模块470中与来自其它定位手段(惯性导航系统、地图、无线电方向探测器等)的数据混合，所述PVT计算模块470还包括滤波器(未示出)以及可能包括混合计算模块(未示出)。

[0062] 在多个实施例中，根据本发明的终端350被提供具有存储器和计算机逻辑单元450、460。

[0063] 存储器存储不同类型的校正数据库。在多个实施例中，其还可以存储本地模型以计算可应用于接收机的大气误差/校正。本地模型可以是非常简单的，即，模型接收从信号处理通道(其处理在频率中的一个频率处的卫星的信号)中的一个信号处理通道接收的伪距作为输入，并且向伪距中添加在数据库中的一个数据库中存储的校正。本地模型还可以是更加复杂的。Laurent Lestarquit、Norbert Suard、Jean-Luc Issler在“Determination of the Ionospheric Error Using Only L1 Frequency GPS Receiver”，CNES，1997中公开了复杂的本地模型的示例。在该类型的模型中，包括了可观察模型并且本地地执行对误差和校正的估计，这使大量的计算功率和能量成为必要并且引入了一些延时。在一个实施例中，存储器存储包括第一类型的校正的第一数据库，所述第一类型的校正是在本地模型的输出处提供的。在一个实施例中，存储器存储包括第二类型的校正的第二数据库，所述第二类型的校正是由SBAS星座提供的。在一个实施例中，存储器存储包括第三类型的校正的第三数据库，所述第三类型的校正是由服务器310提供的并且是使用RTIGS或RTK参考站来计算的。在一个实施例中，存储器存储包括第四类型的校正的第四数据库，所述第四类型的校正是由服务器310提供的并且是从贡献接收机计算的，如关于图2解释的。

[0064] 在某些实施例中，存储器可以结合第一类型的数据库来仅存储第二、第三和第四类型的数据库中的一个或多个数据库。优选地将这些数据库存储在终端中，但是在某些实施例中，可以将这些数据库中的某些或全部数据库存储在与连接到服务器310的数据库320相同或不同的数据库设备中。在某些实施例中，第一、第二、第三和第四类型的数据库可以通过单个数据库设备形成，不同类型的数据(其通过其来源来区别)是仅通过单个数据库中的区域来识别的。

[0065] 计算机逻辑单元被配置为决定是应当仅基于信号处理通道410、411(加上其它信号处理通道)的输出还是至少部分地根据校正数据库中的一个校正数据库的输出来计算伪距和/或PVT。该决定是基于对多个参数的估计的，如将在以下描述中进一步论述的。

[0066] 当多种类型的校正数据可用时，计算机逻辑单元还被配置为同样基于多个参数来决定哪一种类型的校正数据应当被用于更新本地数据库和/或本地模型。

[0067] 计算机逻辑单元还可以被配置为利用来自信号处理通道的未校正的输出来更新本地数据库。

[0068] 计算机逻辑单元可以完全地驻留在终端上，或者其还可以包括代码行或过程，所述过程将调用远程地存储在例如数据库320中的其它过程。

[0069] 图5显示了根据本发明的多个实施例的本发明的一般流程图。

[0070] 在例程510中，计算了第一参数A。

[0071] 该第一参数可以指示接收机所接收的信号的质量。可以通过在接收机处接收的多路径信号的强度来测量接收机所接收的信号的质量。高强度指示如下情形：其中，以多频率模式操作的接收机可能不给出最优结果，并且可能优选的是使用通过大气校正辅助的单频模式。对在接收机处接收的信号的质量的另一个指示是在发送所述信号的卫星的范围以上的高度。实际上，在某些实例中，所述高度将与多路径反射的强度相关。对在接收机处接收的信号的质量的再一个指示是代码和相位信号之间的差。高值将指示显著的大气误差，其

需要被校正。对在接收机处接收的信号的质量的再一个经典的指示是信噪比。有利地，第一参数将是归一化指数，具有以100为中心的值，对于具有平均质量的信号，高于100的值具有高于平均的质量，以及低于100的值具有低于平均的质量。如果通过指数测量的质量具有非线性行为，则使用经变换的将是线性的指数将是有优势的。

[0072] 第一参数还可以指示根据多个信号处理通道440、441的输出计算的接收机的伪距或位置的精确度或置信区间。

[0073] 可以在信号处理通道的输出处直接地计算精确度或置信区间，可能作为从质量指数推导出的值。此外，可以基于多个参数(例如在接收站点处的GNSS星座的配置或接收机的硬件和软件配置)来预测精确度或置信区间。一种用于预测置信区间的方法是通过法国专利申请n°FR14/58862公开的。这样的预测将取决于信号处理通道的处理类型、天线、可能获取的星座等。该置信区间还应当被归一化在中心值100附近。

[0074] 可以选择所接收的信号的质量指数和置信区间中的任意一个来计算第一参数A。在不脱离本发明的范围的情况下，还可以选择二者的组合。由于较小的置信区间是较优的置信的象征，而较高值的质量指数是较优的质量的象征，所以形容词“较优的”将用于通过单个字来描述这两个属性。对称地，形容词“较劣的”将用于描述较大置信区间的两个属性，所述较大置信区间是较劣的置信和较低的质量指数的象征。

[0075] 可以以两种操作模式来执行对所接收的信号的质量和置信区间的计算，一种操作模式使用终端所接收的导航信号的全部频率，以及一种操作模式不使用全部可用的频率，例如仅使用单个频率。以第一操作模式计算的结果是第一参数，用A表示。以第二操作模式计算的结果可以用在对B第二参数的计算中，下文对此作出解释。如上文解释的，针对第二参数使用“较优的”和“较劣的”修饰语时，它们将具有与针对第一参数相同的意思。

[0076] 在步骤520处，使用第一数据库的校正来计算的接收机的位置的置信区间还被计算作为第二参数B。该第二参数测量以单个频率(或以比可用频率少的频率)操作的并且使用可用的校正中的一个校正的接收机的接收质量。可以使用各种类型的校正，如将关于图7解释的。但是在某一时刻，在第一数据库中仅一种类型的校正是可用的，这是因为已经确定的是，在先前时刻，该类型的校正优于先前在第一数据库中存在的数据。B也是归一化指数。

[0077] 在步骤530处，对A和B的值进行比较。如果A>＝B，则由计算机逻辑单元选择使用在接收机处可用的全部频率的第一操作模式。如果否，则选择接收机的第二操作模式，并且将校正应用于伪距/PVT测量。以第一操作模式，利用以第一操作模式计算的接收机的伪距和/或PVT位置的值来更新第一数据库。

[0078] 在某些实施例中，在步骤540处，可以利用来自服务器的校正来更新第一数据库。如果在步骤550处计算的远程校正的置信级C优于第一数据库中的测量/校正的置信级，则执行该更新。在下文描述中进一步解释了用于计算置信级C的方法。

[0079] 图6显示了图5的一般流程图的开发出的细节。

[0080] 该图给出了关于图5的步骤510的更多细节。610分支对各个质量指数进行分组，已经在上文解释了所述各个质量指数的细节。质量指数可以被认为是精确度或置信级的预测指标。620分支表示精确度或置信级的直接计算，也对其进行了解释。作为一个方案，还可能的是计算/预测收敛时间作为对质量指数的计算的副产品。在可选步骤630处，该收敛时间可以是计算最终置信级A的输入。甚至当原始第一参数A优于B时，但是当利用单频校正的第

二操作模式的收敛时间更优时(经常是这种情况),尤其是当在离开隧道、停车场或另一个黑区之后、或在冷启动时需要重新获取信号时,可以作出使用第二校正操作模式而不使用第一多频率操作模式的决策。

[0081] 图7显示了图5的一般流程图的另一个开发出的细节。

[0082] 可通过服务器310或通过GNSS接收机的卫星链路来访问不同类型的校正。第二类型的校正720可以是SBAS校正(可通过卫星链路访问)。其它SBAS校正同样可从服务器310获得。第三类型的校正730可以是RTK/RTIGS校正,其通常是可通过服务器310访问的。第四类型的校正740可以是协作校正。其是通过服务器从与用户的接收机位于相同地理区域中的起作用的接收机的列表生成的。校正还可以是其它类型的,例如地磁指数是电离层条件的指示符。这些指数可以结合其它类型的校正来使用,以可能地修改将通常可应用的校正,这是因为例如在存在电离层闪烁的情况下,地磁指数显示电离层条件不是标准的。同样对于气象条件,例如在多云条件的情况下。或者如果这些校正产生了优于其它校正的置信级,则可以单独地评估这些校正并且将其馈送至本地模型。在某些实施例中,仅部分而不是全部这些可能的校正可以是可用的。

[0083] 使用与用于第一类型(本地模型)的校正和PVT计算的置信级的过程相同的过程来计算全部可用校正的置信级C1、C2、C3、C4等(步骤750)。步骤750可以是步骤550的替代。在这种情况下,将每种类型的可用校正的置信级与第一数据库中的校正/误差的置信级的值进行比较。作为一个方案,步骤550可以是额外的步骤,其使用全部先前计算出的置信级Ci的函数f(Ci)。该函数可以是例如瞬时最大值或在时间窗口上的最大值,所述时间窗口是在过去或至少部分地在前瞻性时间范围上选择的。

[0084] 随后将作为结果的参数(第三参数、第四参数、第五参数等)或作为结果的参数(第三参数)、C1、C2、C3、C4或C与第二参数B进行比较,以决定本地数据是否将通过外部校正改善。

[0085] 在步骤760处需要对本地模型进行初始化。进行此操作的一种方式是选择远程服务器上可用的最优校正。

[0086] 在步骤770处,还可以将本发明的方法与公开在法国专利申请n°FR14/58862中的方法结合,其中将从第一数据库收集的数据发送给服务器310,以合并到计算协作校正的过程中。

[0087] 图8显示了本发明的实施例的流程图,其中,考虑到接收的本地条件来选择/适应优化的本地模型。

[0088] 根据本发明的这些实施例,参考信号可以是来自一个或多个GNSS星座的多频信号。它们还可以是来自一个或多个GNSS星座的单频信号,由SBAS校正或其它校正来辅助。越来越多的GNSS接收机现在是可用的,它们具有从多个星座接收和处理导航信号的能力,应当注意的是,这些校正在某些区域具有良好的可用性,这是因为它们是通过在对地静止的轨道上导航的卫星来广播的。但是它们具有被限制在总电离层误差的50%到80%的准确度。诸如GPS、格洛纳斯、北斗、伽利略或具有本地覆盖的其它星座。

[0089] 已经开发和参数化电离层误差校正模型,以被调谐用于这些星座中的某些星座。两个最著名的模型是Kobluchar和NeQuick模型。Kobluchar模型是用于校正影响GPS导航信号的电离层误差的(http://www.navipedia.net/index.php/Klobuchar_Ionospheric_

Model)。

[0090] NeQuick模型是用于校正影响GPS导航信号的电离层误差的(http://www.navipedia.net/index.php/NeQuick_Ionospheric_Model)。

[0091] 根据本发明的这些实施例,在某一时刻可用于接收机的定义的配置的参考信号可以是定义的星座的多频信号或单频信号,通过适用于该星座的SBAS校正或本地模型来校正。校正可以是从第二数据库可获得的,来自第一数据库的本地模型的校正。可用的参考信号意味着参考信号是存在的,或它们具有高于预先设置的值的置信指数(针对多频信号的第一参数,针对校正信号的第二参数,如上所述)。

[0092] 根据这些实施例,当单频载波可用时,获取针对每个星座的每个卫星的该载波的原始数据。随后使用适于其来源星座的校正来校正原始数据。可以计算质量指标。这允许对所有测量的置信区间的比较。给出最优质量指标的信号可以被选择为参考信号。还可以使用通过使用模型的混合,而不仅是用于参考信号的模型校正的信号来计算原始数据。可以使混合方法是时间和/或位置依赖的。还可以使用某种人工智能技术(诸如神经网络)来对其进行调谐。

[0093] 仅通过示例的方式,可以基于与在图8中显示的流程图相同或类似的流程图来执行根据这些实施例中的一个实施例的这样的方法。

[0094] 对参考信号是否可用进行了测试810。如果它们是可用的,则执行分支811。如果不可用,则执行分支812。

[0095] 在分支811中,只要参考信号是可用的821,就选择输出最接近从参考信号可用的最后一个PVT的PVT的模型。再次,可用的可以意味着在某一时刻是可用的或在所有时刻是可用的。

[0096] 在分支812中,执行对最后一个可用的参考信号的新鲜度的测试(T<=Tmax)。如果测试是肯定的831,则只要参考信号是不可用的841,就使用最后一个可用的最优模型840。如果测试是否定的832,则作为第一方案,只要参考信号是不可用的851,就选择使用存储有使用的时间和/或位置的预先定义的模型850。作为第二方案,可以对所有可用模型的质量指数的置信级进行比较860。可以剔除定义的边界以外的值(野值)。只要参考信号是不可用的871,就随后在步骤870处组合剩余模型的结果。组合可以例如是加权平均,可能将权重动态地计算作为置信级和/或质量指数的函数。可以以这样的方式来计算权重:在某一时刻,选择单个模型是因为其被质量指数指定为是最优的。可以如上文描述中所解释的来计算置信级和质量指数。

[0097] 当参考信号的可用性改变时,两个分支811和912可以通过逻辑连接822、842、872双向链接。

[0098] 作为这些实施例的一个方案,可能的是基于控制参数来接通/断开参考信号的可用性。控制参数可以是简单的预定的时间段。其可以是功率等级的指数以允许控制接收机的功耗。其可以是多路径反射的等级:如上文解释的,多频信号比单频信号更多地受多路径影响。

[0099] 可以以独立的方式或与其它实施例组合来实现本发明的这些实施例。

[0100] 本说明书中公开的示例仅是对本发明的某些实施例的说明。它们不以任何方式来限制由所附权利要求书限定的所述发明的范围。

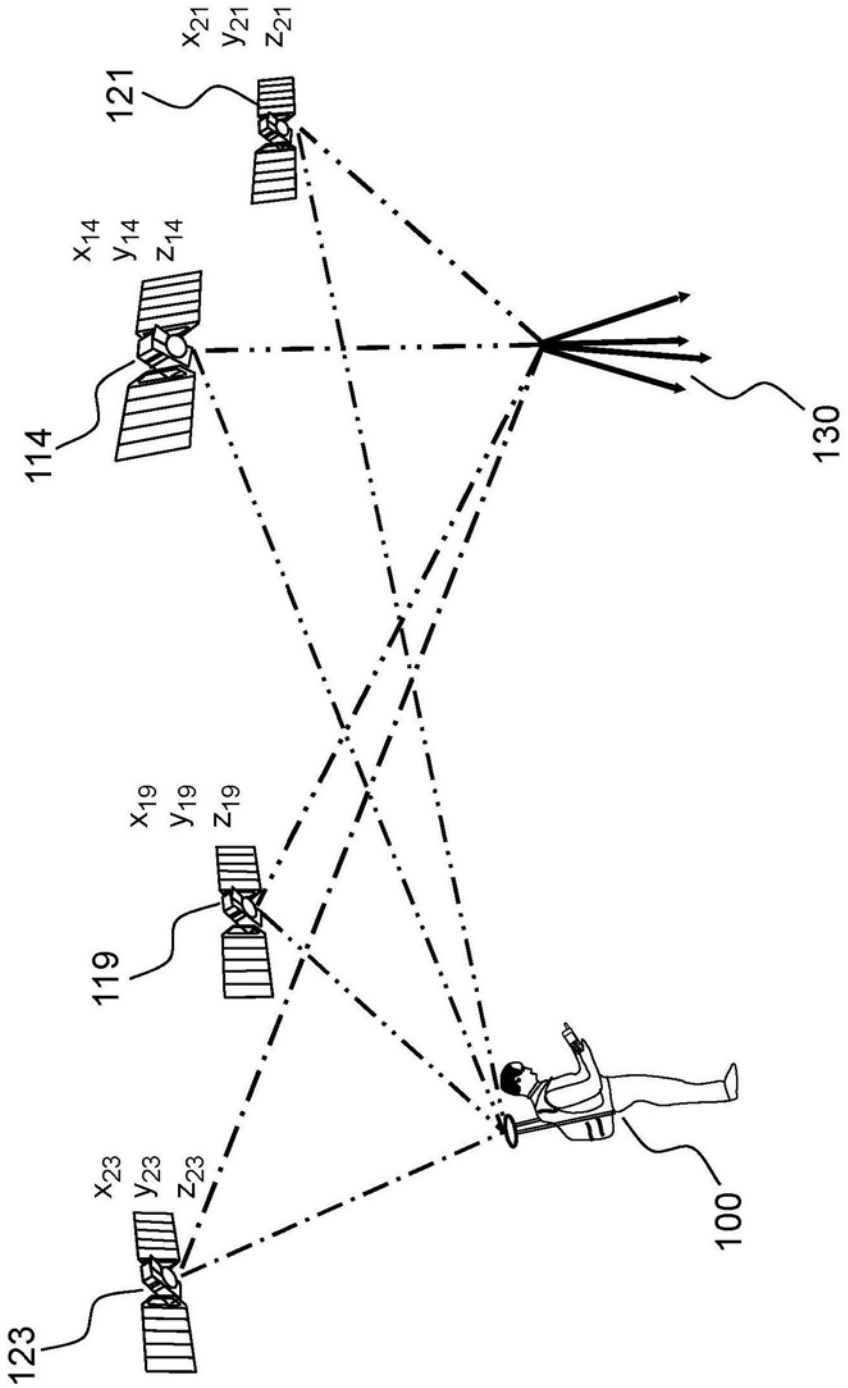

x21
y21
z21
121
x14
y14
z14
114
130
x19
y19
z19
119
x23
y23
z23
123
100

图1现有技术

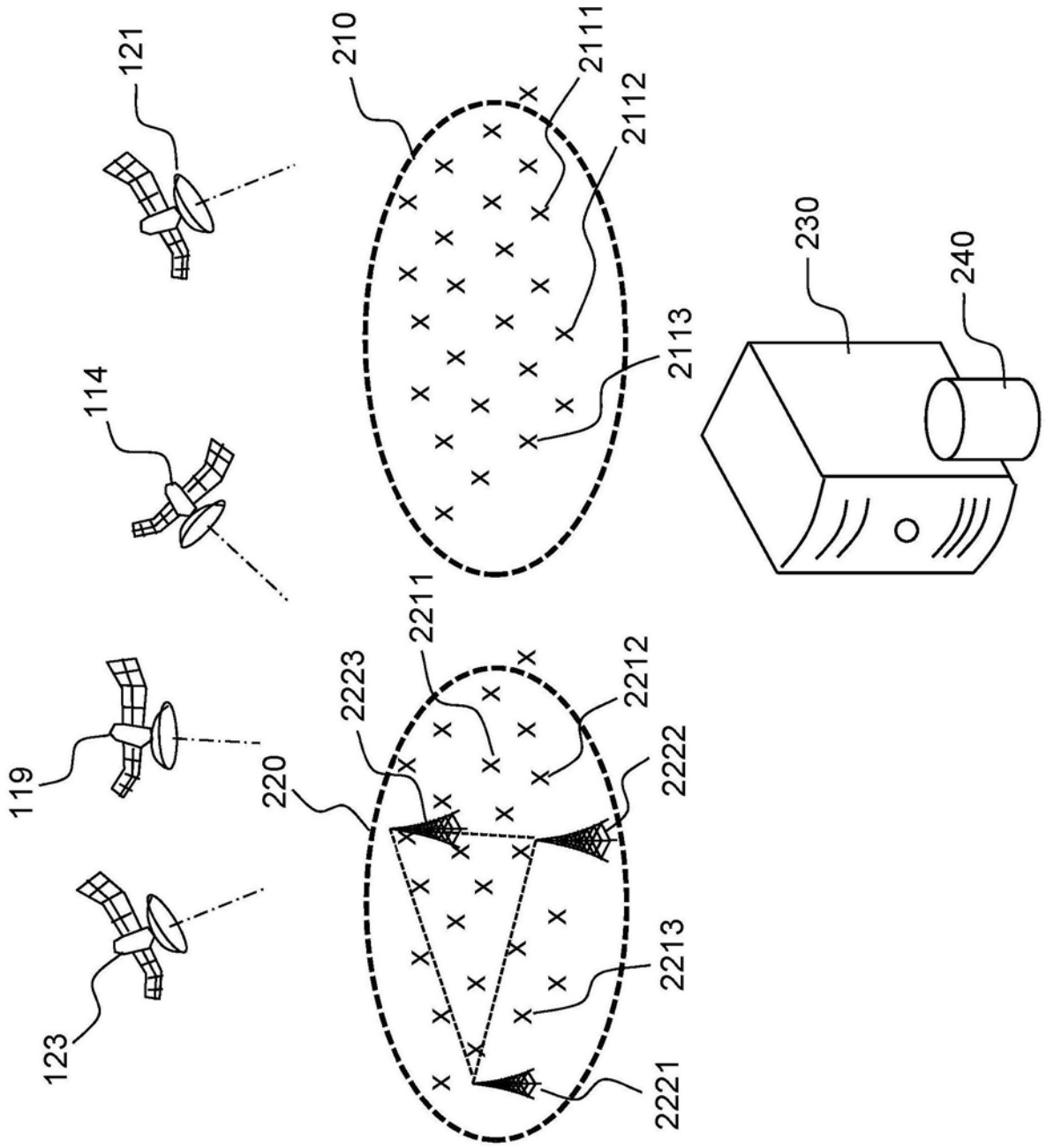

121
210
2111
2112
230
240
114
2113
2211
2223
2212
119
220
2222
2213
123
2221

图2现有技术

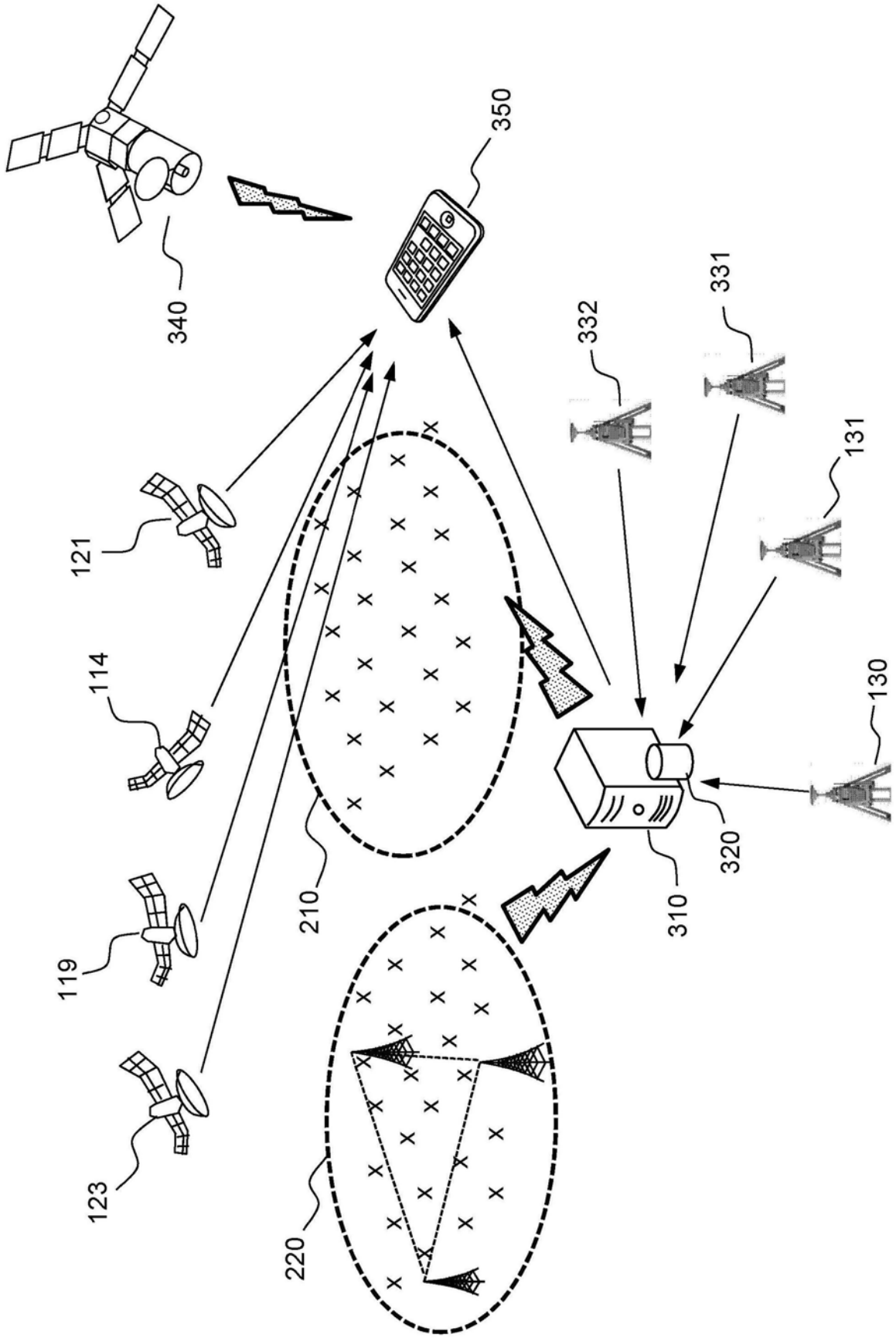


图3

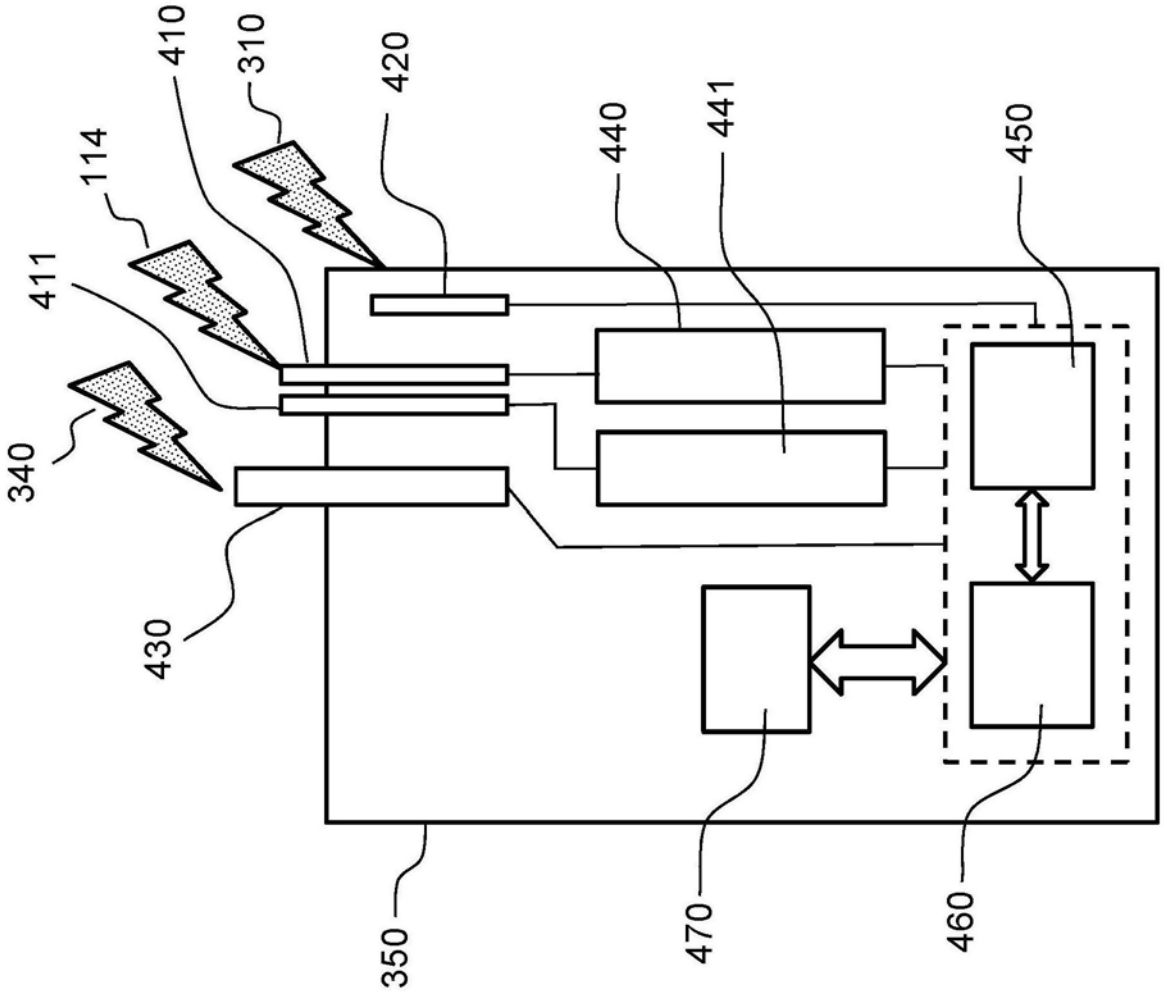


图4

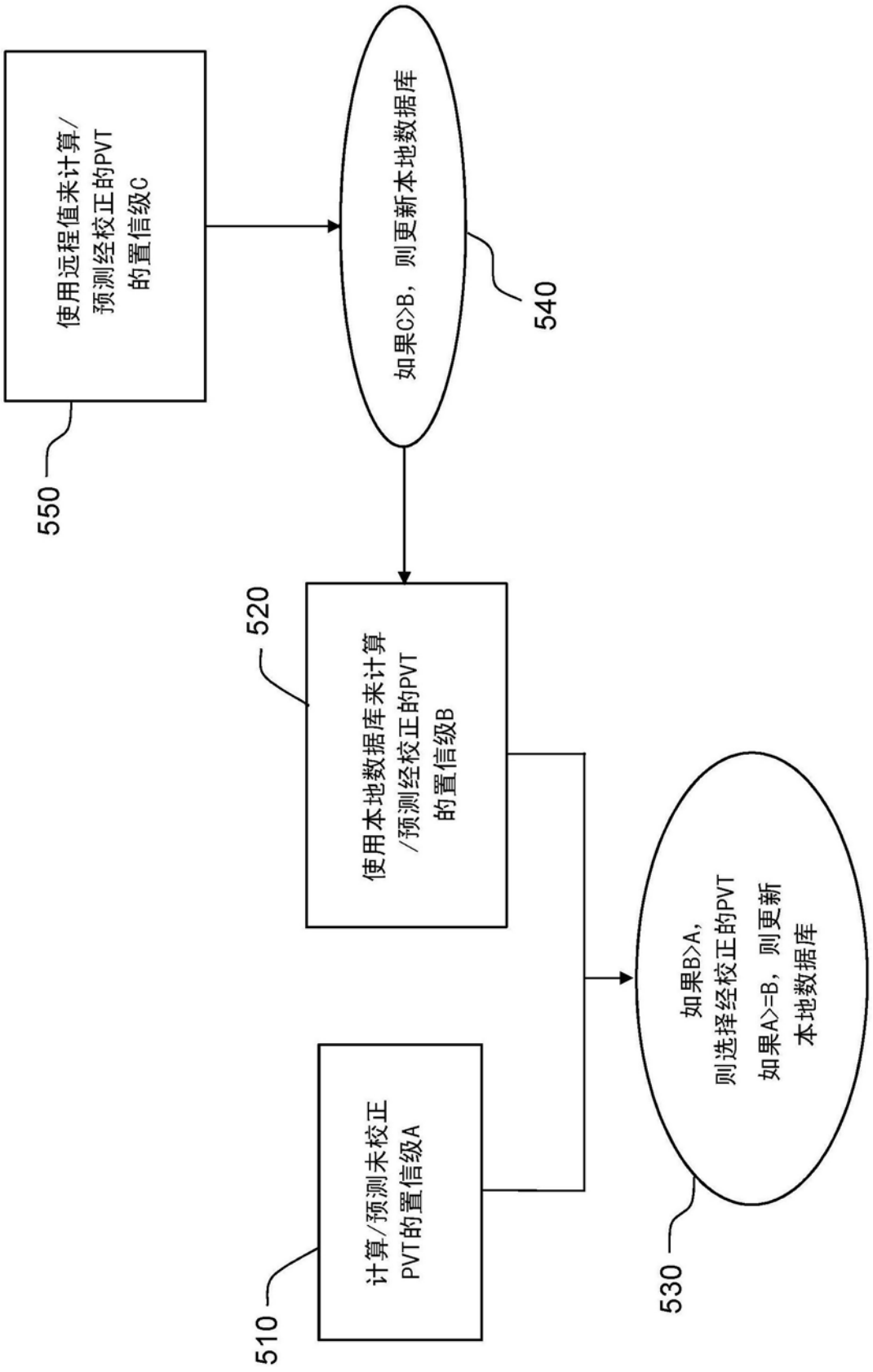

使用远程值来计算/
预测经校正的PVT
的置信级C
550
如果C>B，则更新本地数据库
540
使用本地数据库来计算
/预测经校正的PVT
的置信级B
520
计算/预测未校正
PVT的置信级A
510
如果B>A，
则选择经校正的PVT
如果A>=B，则更新
本地数据库
530

图5

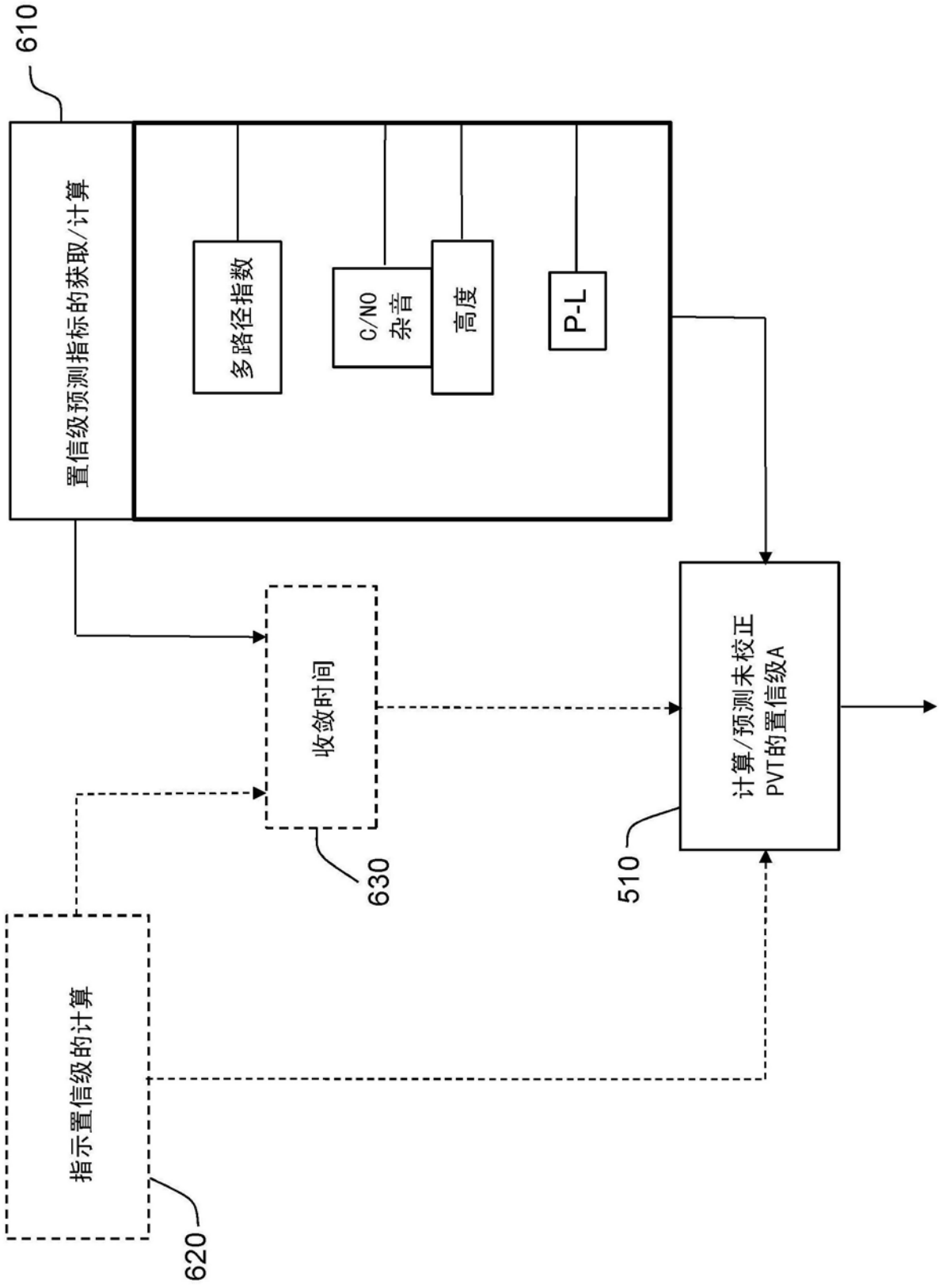

610
置信级预测指标的获取/计算
多路径指数
C/NO
杂音
高度
P-L
收敛时间
630
计算/预测未校正
PVT的置信级A
510
指示置信级的计算
620

图6

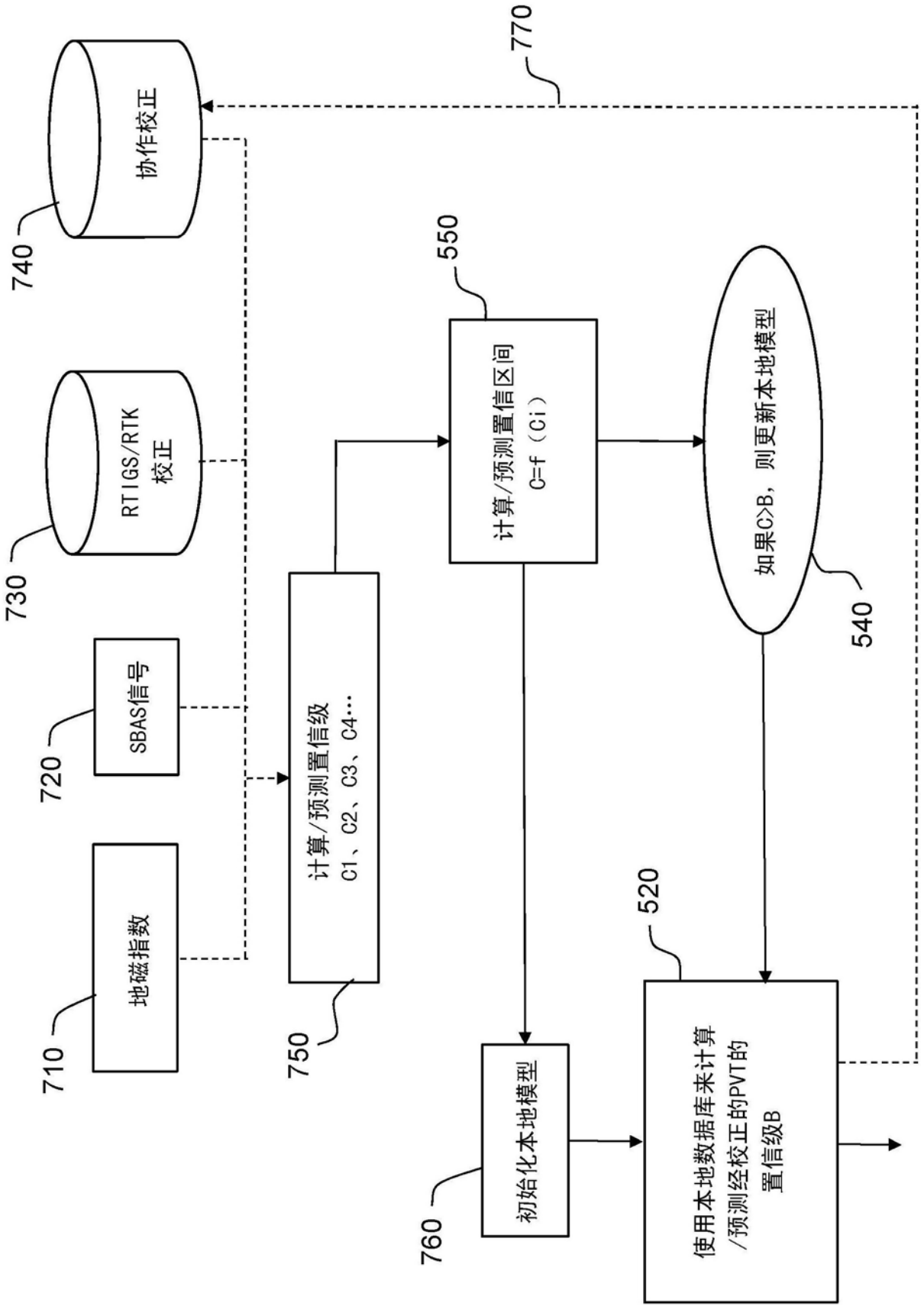

770
协作校正
740
RTIGS/RTK
校正
730
SBAS信号
720
地磁指数
710
计算/预测置信级
C1、C2、C3、C4…
750
550
计算/预测置信区间
C=f（Ci）
如果C>B，则更新本地模型
540
520
使用本地数据库来计算
/预测经校正的PVT的
置信级B
760
初始化本地模型

图7

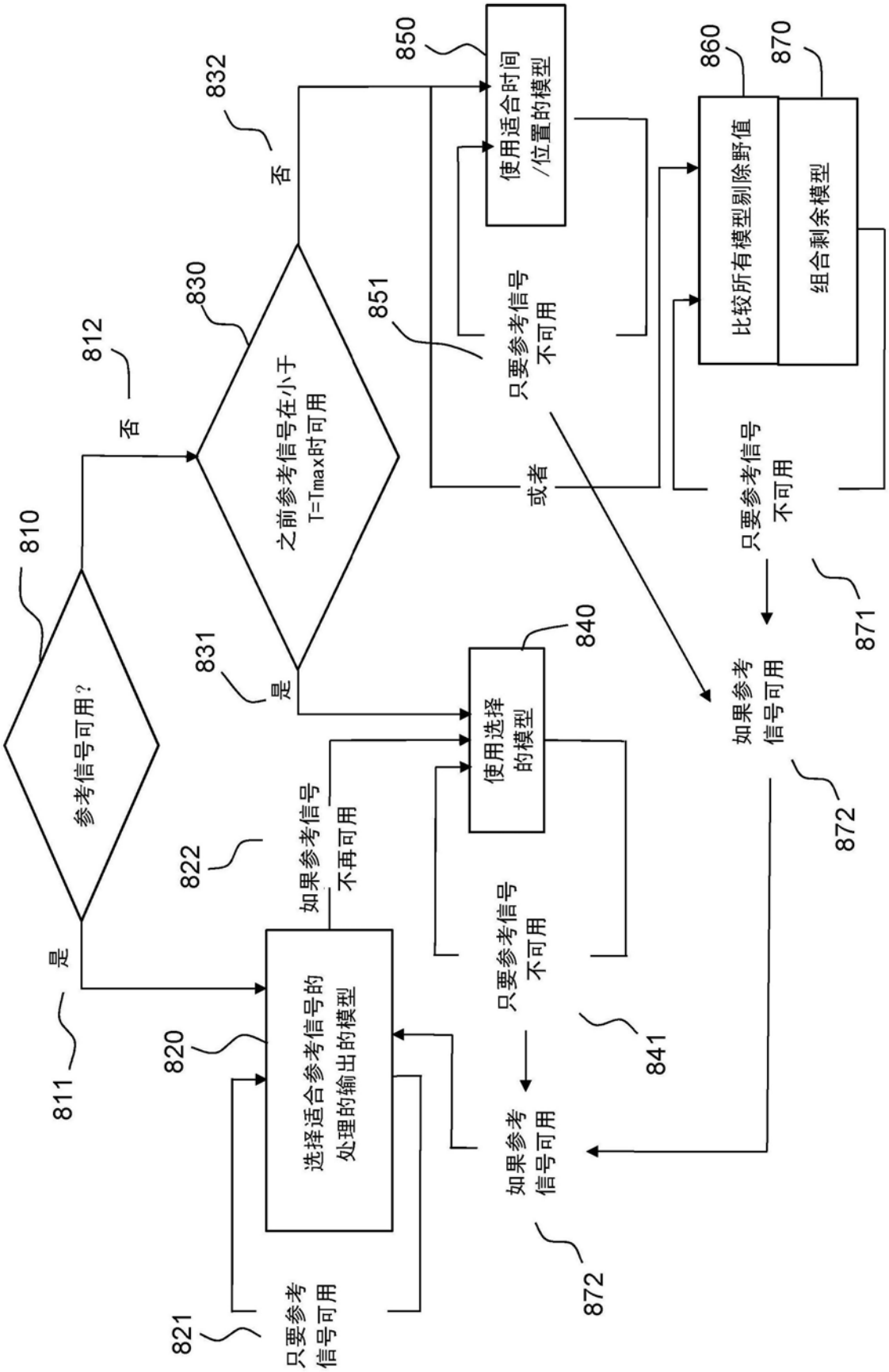

参考信号可用?
之前参考信号在小于T=Tmax时可用
使用适合时间/位置的模型
比较所有模型剔除野值
组合剩余模型
使用选择的模型
选择适合参考信号的处理的输出的模型
是
否
只要参考信号不可用
或者
如果参考信号不再可用
只要参考信号可用
如果参考信号可用
810
811
812
820
821
822
830
831
832
840
841
850
851
860
870
871
872

图8