



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101099090 B

(45) 授权公告日 2012.08.01

(21) 申请号 200680001763.1

(22) 申请日 2006.01.11

(30) 优先权数据

0500251 2005.01.11 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.07.03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2006/050013 2006.01.11

(87) PCT申请的公布数据

WO2006/075116 FR 2006.07.20

(73) 专利权人 极星公司

地址 法国图卢兹

(72) 发明人 B·戈德弗鲁瓦 C·卡尔

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 韩宏

(51) Int. Cl.

G01S 1/00 (2006.01)

G01S 5/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2004259555 A1, 2004.12.23, 说明书第0017、0018、0028-0040、0054-0090段, 附图1-8.

US 5960341 A, 1999.09.28, 说明书第23-32栏, 图11-14.

US 2002050944 A1, 2002.05.02, 说明书第0048-0087段, 图1-11.

CN 1269947 A, 2000.10.11, 说明书第5-12页, 附图5-8.

US 2003220092 A1, 2003.11.27, 说明书2-8页, 图1-7.

审查员 张亚玲

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 6 页

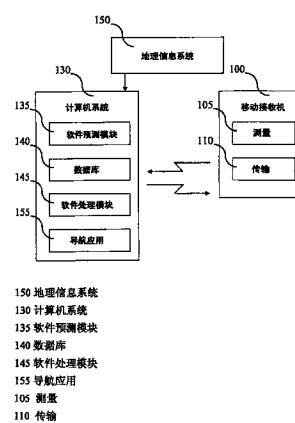
(54) 发明名称

定位装置与方法

(57) 摘要

本发明涉及定位无线电导航信号接收机的方法, 包括下述步骤: 预测步骤, 对于多个陆地位置和时间值, 其用于预测由无线电导航信号源发射的信号的接收特性, 所述接收特性作为所述源位置、电磁波传播模型以及关于每个所述位置的环境的地形资料的函数; 接收步骤, 其中所述接收机接收无线电导航信号; 测量步骤, 其中测量由所述接收机接收的信号的接收特性; 以及处理步骤, 其中, 处理实际测量的特性与预测的特性, 以提供接收机定位信息。

CN 101099090 B



1. 定位无线电导航信号接收机的方法,其特征在于所述方法包括:

- 预测步骤,用于预测由无线电导航信号源对于若干陆地位置发射的信号的接收特性,该特性作为所述源的位置、电磁波传播模型以及关于每个所述陆地位置的环境的地形资料的函数;

- 接收步骤,其中所述接收机接收无线电导航信号;

- 测量步骤,其中测量所述接收机接收的信号的接收特性;

- 处理步骤,用于处理实际测量的特性与预测的特性以提供与所述接收机定位有关的信息;以及

- 确定步骤,其中所述接收机从接收的无线电导航信号确定近似位置,并且,在所述处理步骤中,所述与定位有关的信息包括有关到无线电导航信号源的距离的每次测量的完整性信息,以校正由所述接收机确定的所述近似位置,使得所述接收机无需考虑至少一个接收的无线电导航信号,和 / 或以加权确定其位置时每个测量距离的影响。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:所述处理步骤包括如下步骤,其中将实际测量的特性与预测的特性匹配以提供所述接收机的至少一个可能位置。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于:在所述处理步骤中,当几个位置的预测具有类似的匹配程度时,对所述接收机的位移以及它的至少两个连续位置进行外插求值以选择一个可能的位置。

4. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述方法包括通过所述接收机从接收的无线电导航信号确定所述近似位置的步骤,以及,在所述处理步骤中,所述与定位有关的信息包括校正信息,所述校正信息要被用于由所述接收机确定的所述近似位置。

5. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述方法包括通过所述接收机从接收的无线电导航信号确定所述近似位置的步骤,以及,在所述处理步骤中,所述与定位有关的信息包括校正信息,所述校正信息要被用于到无线电导航信号源的距离的每次测量,以校正由所述接收机确定的所述近似位置。

6. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述方法包括在其中所述接收机从接收的无线电导航信号确定所述近似位置的步骤,并且,在所述处理步骤中,所述与定位有关的信息包括与由所述接收机确定的所述近似位置的完整性有关的信息。

7. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述方法包括所述接收机从接收的无线电导航信号确定所述近似位置的步骤,并且,在所述预测步骤中,围绕所述近似位置或围绕由所述处理步骤确定的前一个位置,选择所述若干陆地位置中的陆地位置。

8. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:数据库包括有关位置以及这些位置处的预测接收特性的信息,以表示其中所述预测的特性被视为是有效的时间段,所述处理步骤使用所述数据库。

9. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:不同的特性在所述处理步骤被相继处理,直到至少一个所用的特性能向所述接收机提供位置信息。

10. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述接收特性包括由所述接收机接收的信号的接收功率。

11. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述接收特性包括所述接

收的无线电导航信号的所述相关函数的一组特征值。

12. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述接收特性包括由所述接收机接收的信号的极化。

13. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:所述接收特性包括由所述接收机接收的信号的频率偏移。

14. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:在所述处理步骤中,至少一个所述的接收特性被用以确定每个无线电导航源的可见性状态,且该可见性状态被用于确定与定位有关的信息。

15. 如权利要求 1 到 3 中任意一项所述的方法,其特征在于:在所述处理步骤中,确定所述接收机的速度和移动方向。

16. 用于定位无线电导航信号接收机的装置,其特征在于所述装置包括:

- 预测由无线电导航信号源对于若干陆地位置发射的信号的接收特性的装置,所述接收特性作为所述源位置、电磁波传播模型以及关于每个所述位置的环境的地形资料的函数;

- 用于在数据库中存储所述预测特性的装置;
- 用于由所述接收机接收无线电导航信号的装置;
- 用于测量由所述接收机接收的信号的接收特性的装置;
- 用于处理实际测量特性和预测特性以提供关于所述接收机的位置的信息的装置;以及

- 用于从接收的无线电导航信号确定近似位置的装置,其中,所述关于所述接收机的位置的信息包括有关到无线电导航信号源的距离的每次测量的完整性信息,以校正由所确定的所述近似位置,使得所述接收机无需考虑至少一个接收的无线电导航信号,和 / 或以加权确定其位置时每个测量距离的影响。

17. 无线电导航接收机,其特征在于其包括:

- 用于测量由所述接收机接收的信号的接收特性的装置;
- 用于接收对于若干陆地位置预测的、由无线电导航信号源发射的信号的接收特性的装置,所述接收特性为所述源位置、电磁波传播模型以及每个所述路地位置的环境的地形信息的函数;

- 用于处理测量的特性和预测特性以提供关于所述接收机的位置的信息的装置;以及
- 用于从接收的无线电导航信号确定近似位置的装置,其中,所述关于所述接收机的位置的信息包括有关到无线电导航信号源的距离的每次测量的完整性信息,以校正由所确定的所述近似位置,使得所述接收机无需考虑至少一个接收的无线电导航信号,和 / 或以加权确定其位置时每个测量距离的影响。

18. 无线电导航辅助服务器,其特征在于其包括:

- 预测由无线电导航信号源对于若干陆地位置发射的信号的接收特性的装置,所述接收特性作为所述源位置、电磁波传播模型以及每个所述陆地位置的环境的地形资料的函数;

- 用于在数据库中存储所述预测特性的装置;
- 用于应用户的请求提供所述陆地位置的所述预测接收特性的装置;以及

- 用于从接收的无线电导航信号确定近似位置的装置，其中，关于接收机的位置的信息包括有关到无线电导航信号源的距离的每次测量的完整性信息，以校正由所确定的所述近似位置，使得所述接收机无需考虑至少一个接收的无线电导航信号，和 / 或以加权确定其位置时每个测量距离的影响。

定位装置与方法

[0001] 本发明涉及定位方法与装置。具体而言，它用于通过利用卫星星座知识以及导航接收机的环境改进卫星导航系统的性能。本发明能在由包括不想要的波或被屏蔽的波的传播等现象而导致性能严重退化的环境中改进导航性能。

[0002] 通过测量由星座内的一组卫星发射的波的传播时间，卫星导航系统能在三维方向(x、y、z)上定位世界上任何地方的接收机。然而，这些系统在诸如城市区或建筑物内等恶劣的环境中只能部分地工作。当信号被接收机周围的环境过分阻挡或减弱时，基于发射卫星和接收机间电磁波信号为视距传播这样的假定而计算位置变得不可能。该计算也会由于导航接收机周围障碍物的信号反射产生大的误差。

[0003] 不同的卫星导航定位系统是公知的。

[0004] 这些卫星定位系统在诸如城市区或建筑物内等恶劣的环境中只能部分地工作。当信号被接收机周围的环境（例如，当用户在室外时的建筑物或山，或用户处于其中的建筑物结构等）反射、阻挡或过分减弱时，基于卫星所发射的信号沿视距传播这样的假定而对计算位置是不可能的。

[0005] 文档 WO01/86315 描述了利用卫星信号并与定位计算中心相配合以确定移动单元位置的方法和装置，该定位计算中心利用地理信息系统仿真包括信号以及延迟或反射信号的功率等可能的接收信号。除卫星数据以及与定位计算中心通讯外，该方法也利用来自移动接收机也与其关联的蜂窝通讯系统的信号。该方法将实际的接收与仿真模型比较，以提高移动单元位置的接近度。

[0006] 该方法需要在计算中心作大量实时的处理，实际上它的响应时间是很长的。

[0007] 本发明旨在克服这些缺点。

[0008] 更一般地，本发明克服的这些缺点与在受限环境（城市区、山）中卫星导航系统的可用性与精确度问题有关。

[0009] 根据第一方面，本发明涉及定位无线电导航信号接收机的方法，其特征在于它包括：

[0010] —预测步骤，用于预测由无线电导航信号源对于若干陆地位置发射的信号的接收特性，该特性作为所述源的位置、电磁波传播模型以及关于每个所述陆地位置的环境的地形资料的函数；

[0011] —在其中所述接收机接收无线电导航信号的步骤；

[0012] —在其中测量所述接收机接收的信号的接收特性的步骤；以及

[0013] —用于处理实际测量特性与预测的特性以提供与所述接收机定位有关的信息的步骤。

[0014] 由于这些测量，在计算机系统中所用的处理时间和处理资源是非常有限的。利用本发明提供了避免误差源并增加定位或导航服务的覆盖区域的方法，即便以传统方式没有足够的卫星信号用于确定接收机的位置：本发明提供了考虑恶化信号或失去信号的方法。

[0015] 根据具体的特征，处理步骤包括如下步骤，其中将实际测量的特性与预测特性匹配以提供所述接收机的至少一个可能位置。

- [0016] 通过这些配置,快速进行处理并使定位成为可能,因为匹配包括使测量的实际值和预测值对应,并可包括在一些可能的位置间添加新的位置以及 / 或减少它们的步骤。
- [0017] 根据具体的特征,在处理步骤中,当几个位置的预测具有类似的匹配成度时,对接收机的位移以及它的至少两个连续位置进行外插求值以选择一个可能的位置。
- [0018] 通过这些配置,进行的处理考虑到接收机的连续位置,从而增加了定位的可靠性。
- [0019] 根据具体特征,以上简述的方法包括通过所述接收机从接收的无线电导航信号确定近似位置的步骤,在处理步骤中,与定位有关的信息包括校正信息,该校正信息要被用于由所述接收机确定的近似位置。
- [0020] 通过这些配置,接收机将在两个步骤中精确确定它的位置。
- [0021] 根据具体的特征,以上简述的方法包括通过所述接收机从接收的无线电导航信号确定近似位置的步骤,在处理步骤中,与定位有关的信息包括校正信息,该校正信息要被用于到无线电导航信号源的距离的每次测量,以校正由所述接收机确定的近似位置。
- [0022] 通过这些配置,位置的确定更为精确。
- [0023] 根据具体的特征,以上简述的方法包括在其中所述接收机从接收的无线电导航信号确定近似位置的步骤,在处理步骤中,与定位有关的信息包括与由所述接收机确定的近似位置的完整性有关的信息。
- [0024] 通过这些配置,用户能考虑定位的完整性。
- [0025] 根据具体的特征,以上简述的方法包括所述接收机从接收的无线电导航信号确定近似位置的步骤,在处理步骤中,与定位有关的信息包括有关到无线电导航信号源的距离的每次测量的完整性新型,以校正由所述接收机确定的近似位置,使得接收机无需考虑至少一个接收的无线电导航信号,和 / 或以加权其位置时每个距离测量的影响。
- [0026] 通过这些配置,接收机的位置能被快速、精确和完整地确定。
- [0027] 根据具体的特征,以上简述的方法包括所述接收机从接收的无线电导航信号确定近似位置的步骤,在预测步骤中,围绕所述近似位置或围绕由所述处理步骤确定的前一个位置,选择所述若干陆地位置的陆地位置。
- [0028] 通过这些配置,要考虑的陆地位置的数目得以减少。
- [0029] 根据具体的特征,数据库包括有关位置以及对这些位置处预测的接收特性的信息,以表示其中预测的特性被视为是有效的时间段,处理步骤使用所述数据库。
- [0030] 通过这些配置,将在该时间段使用对应实际卫星位置的预测特性执行匹配步骤。
- [0031] 根据具体的特征,不同的特性在处理步骤被相继处理,直到至少一个所用的特性能向接收机提供位置信息。
- [0032] 通过这些配置,资源的消耗是优化的。优选地,第一步将处理需要最少处理资源的特性。
- [0033] 根据具体的特征,所述接收特性包括由接收机接收的信号的接收能量。
- [0034] 根据具体的特征,所述接收特性包括接收的无线电信号的相关函数的一组特征值。
- [0035] 根据具体的特征,所述接收特性包括由接收机接收的信号的极化。
- [0036] 根据具体的特征,所述接收特性包括由接收机接收的信号的频率偏移。
- [0037] 通过这些配置中的每一个,能在受限的环境中,换句话说,在其中无线电导航信号

的覆盖不足以采用传统的方法确定位置的区域中,能够确定位置,且更加精确。

[0038] 根据具体的特征,在处理步骤期间,至少使用一个所述的接收特性以确定每个无线电导航源的可见性状态,且该可见性状态被用于确定与定位有关的信息。

[0039] 通过这些配置,快速完成处理。

[0040] 根据具体的特征,在处理步骤中确定,接收机的速度和移动方向。

[0041] 由于这些特性,接收机的速度和方向信息能被提供给接收机,或者它能被用于随后的预测步骤。

[0042] 根据第二方面,该发明涉及用于定位无线电导航信号接收机的装置,其特征在于它包括:

[0043] —预测由无线电导航信号源对于若干陆地位置发射的信号的接收特性的装置,所述接收特性作为所述源位置、电磁波传播模型以及关于每个所述位置的环境的地形资料的函数;

[0044] —用于在数据库中存储所述预测特性的装置;

[0045] —用于由所述接收机接收无线电导航信号的装置;

[0046] —用于测量由所述接收机接收的信号的接收特性的装置;

[0047] —用于处理实际测量特性和预测特性以提供关于所述接收机的位置的信息的装置。

[0048] 该装置的优点、目的和特征与以上简述的方法的优点、目的和特征是类似的,因而在此不再复述。

[0049] 通过阅读以下所给出的说明并参考附图,本发明的其它优点、目的和特征将是显而易见的,这些说明是用于示例的目的,但并不受限于此,附图包括:

[0050] 图1图示出用在本发明特别实施例中的部件;

[0051] 图2A和2B示出在根据本发明的方法的第一具体实施例中,图1中所示的不同部件所用步骤的逻辑图;

[0052] 图3A示出在根据本发明的方法的第二具体实施例中,图1中所示的不同部件所用步骤的逻辑图;

[0053] 图3B示出在根据本发明的方法的第三具体实施例中,图1中所示的不同部件所用步骤的逻辑图;

[0054] 图4示出当导航接收机既接收直接信号也接收在固定反射器上反射的信号时,接收信号的功率随时间变化的实例;

[0055] 图5图示出用于源自导航卫星的电磁射线的直接路径的相关函数的传统形式;

[0056] 图6图示出考虑了源自特定卫星的并沿不同路径(多路径)的所有射线的影响的总相关函数;以及

[0057] 图7示出反射作用对多普勒效应的影响。

[0058] 本发明涉及通过关于导航接收机的环境的信息以及对来自卫星的信号在该环境中的传播建立模型,以改进例如卫星系统等无线电导航系统的性能的装置和方法。在该专利中所述的接收机环境包括自然环境、城市环境以及建筑物内。

[0059] 类似地,该方法可用于GNSS(全球导航卫星系统)卫星以及它们的补充(所谓的局部或全球的),或导航系统的互补源(地面上或飞行器中的辅助无线电频率源)。

[0060] 本发明中,任何发射无线电信号并能通过测量这些信号估计到该源的距离或方向的源均被视作导航系统的互补源。

[0061] 通过预测一个或几个用户环境特有的电磁传播的特征值,然后通过对预测的和由具有这些相同特性的用户所作的测量进行处理,以获得例如用户的位置等与他的定位相关的信息,以及要用于对其位置估算的修正值和 / 或对其位置估算的完整性和 / 或由用户接收的每个信号的完整性的估算,以获得导航性能的改进。

[0062] “预测”一词在本文用以描述包括预先计算相关参数并在数据库中对其进行记录的方法。所述预测利用结合有用环境中电磁波传播模型的软件模块进行。考虑到待考虑的环境,所述软件模块计算卫星或其互补源的位置以及来自其远至导航卫星的发射源的波的传播。

[0063] 利用时空处理算法,位置或其它导航信息首先通过由软件方法预测的电磁特性推断,其次通过导航接收机测量。

[0064] 图 1 示出根据本发明的部件和方法的概览。图 1 示出接收机 100、计算机系统 130 以及地理信息系统 150。

[0065] 导航接收机 100 包括接收无线电导航信号以及测量这些信号的特性 105 的模块,这和卫星导航接收机一样。接收的信号的接收特性由对源自导航系统中的卫星以及可能的导航系统的互补源的信号测量而得。接收机 100 也具有向计算机系统 130 传递测量参数以及至少一个导航系统的源的信号传播特性的模块 110。

[0066] 作为变型,特定信息被确定作为由计算机系统 130(例如由随后描述的数据库和软件处理模块)所作测量结果的函数。

[0067] 计算机系统 130 包括软件预测模块(同时还有软件预测模块 135、数据库 140、软件处理模块 145 以及导航应用 155)。

[0068] 软件预测模块 135 预测在若干陆地位置的接收特性的值。这些预测值被保存在数据库 140 中。软件处理模块 145 处理由接收机所进行的实际的测量结果和预测的测量结果,以向该接收机且 / 或向导航应用 155 提供与接收机 100 位置有关的信息。

[0069] 在不将本发明的应用领域限于这些方法的情况下,以下描述作为实例并加以解释的与接收特性的测量有关的方法。

[0070] 接收机 100 的位置可以是计算机系统 130 所用的一个接收特性。类似地,导航信号的每个源的远程估算可以是计算机系统 130 所用的一个接收特性。

[0071] 另一个接收特性,即来自卫星的信号接收功率,可通过测量来自导航接收机 100 的同相(I)和正交(Q)通过信道的电能确定,并根据该功率的观测时间被校正。一般地,当在相关器的输入和输出侧以及不同的滤波器带中测量功率时,参考信号噪声密度比 C/No 的测量。该接收的功率测量通常由公知的导航接收机进行,以监测每个卫星信号的采集或跟踪。在几种公知的接收机中,在定位算法中,由该信号噪声密度比推导出的接收功率可用于加权接收机和卫星间每个伪距离测量的影响。

[0072] 在应用本发明时,测量结果与传播或接收特性相关,该特性可被预测作为接收机环境信息以及该环境中传播现象模型的函数。每个接收机信道(对每个卫星或导航源)接收的功率具体作为由源传向接收机的波的传播特性。作为变型,用阈值表示传播特性。例如,阈值被用于确定从导航信号源接收的信号是直接(沿视距)接收或在特殊传播现象

(反射、传播穿过一种材料、衍射)后被接收。来自卫星的视距信号接收与本发明内容尤其相关。由于它在测量模块以及计算机软件模块中使用简单(见以下),此概念可被软件处理模块用作传播的第一特征元素。

[0073] 还使用接收的来自卫星的信号的功率测量的变化。当传播通道存在反射或衍射时,观测到测量的功率的周期变化,且此变化既可以是时间上的变化也可以是空间上的变化。因此,对该变化的测量将给出关于信号传播的信息,并能被具体用于确定干扰导航测量的反射路径的存在。

[0074] 图4示出当导航接收机既直接接收卫星信号,也接收固定反射器所反射的信号时,接收信号的功率随时间的变化实例。对变化幅度与/或空间形状或时间变化的测量是可由测量模块105提供的特性。

[0075] 在卫星导航系统中进行的距离测量基于由每个卫星发送的导航码与由接收器产生的应答的同步。具体而言,使用时间相关原则和代码鉴别器来测量代码相移,该测量被用在使代码与其应答同步的跟踪环中。该方法通常用相关函数描述。

[0076] 图5示出了该相关函数的传统形式(在采用了GPS类型卫星的C/A代码的传统情况下)。由多径现象引起的误差可通过研究相关函数的变化进行预测。每个来自卫星的射线受到传播现象作用于它的延迟和特征功率。然后考虑到来自相同卫星的沿不同路径的所有射线的影响,可以绘出总的相关函数。图6示出特征多径相关函数的示例(上面的曲线是每条射线的总特征相关函数)。可以看到由于受与直接路径相比具有延迟、减弱或增强的信号的影响,相关函数发生形变。

[0077] 测量模块105在一些点测量该相关函数的值,或在所谓的“多相关器”接收机或利用基于FFT(快速傅立叶变换)的采集原则的接收机中,绘出整个相关函数。该相关函数的形状大体上与传播现象相关,这是该测量特别适用于本发明的原因,它能将测量结果与预测进行相应的比较。

[0078] 波的极化也是传播特性。传统导航系统中的波以右手圆极化由卫星发射。因此,直接接收的射线具有该极化状态,而被反射或透射或衍射的波将具有右手或左手椭圆等不同的极化。测量模块105利用测量极化状态的方法,该方法如现有技术所述,其是基于使用几种接受如右手圆极化和左手圆极化等不同极化的天线,或两种线性极化但方向不同的天线。

[0079] 每个卫星的频率偏移(多普勒效应)依赖于卫星-接收机轴线上的卫星和接收机的相对速度。多普勒效应可被分解为两项:

[0080] $DopplerTotal = DopplerReceiver + DopplerSatellite$

[0081] 第一项对应接收机100的频移的影响,第二项对应卫星的频移的影响。因此,在接收机中由相跟踪环测量的多普勒频移的测量结果提供有关移动接收机的速度信息的估算。

[0082] 然而,在特征为多径的环境中,接收机多普勒效应的测量结果是失真的。反射信号的多普勒频移实际对应信号到达天线处的传播轴线上的接收机的相对速度。因此,依赖于反射点的位置,多普勒测量会为移动接收机速率的计算提供失真的信息。该原理如图7所示。

[0083] 多普勒计算在视距路径上和在反射路径上的不同可从如图7所示的多径接收的典型情况中看出。在直接路径上,我们得到:

[0084]

$$\Delta f_d = \frac{v_{sat}}{\lambda} \cos \alpha + \frac{v_{mob}}{\lambda} \cos \beta$$

[0085] 对反射路径则得到：

[0086]

$$\Delta f_d' = \frac{v_{sat}}{\lambda} \cos \alpha' + \frac{v_{mob}}{\lambda} \cos \beta'$$

[0087] 因此,多普勒频移的不同与移动接收机的速度以及该速度矢量与反射路径的入射方向间形成的角度有关,其依赖于测量是在直接路径或在反射路径上进行。

[0088] 用于电磁信号接收或传播的特征参数包括：

[0089] —接收机的位置,由接收机估算；

[0090] —接收机到每个无线电导航信号源的距离,由接收机估算；

[0091] —从信号接收的功率,或者功率变化；

[0092] —导航码的相关函数；

[0093] —穿过导航接收机天线的电磁波的极化；

[0094] —每个信号的频率偏移或者载波相位(多普勒效应、传播效应等)；与 / 或；

[0095] —信号传播的任何其它特征信息。

[0096] 所考虑的卫星导航接收机不完全地包括 GPS(注册商标,全球定位系统)接收机、包括来自地球同步卫星的 SBAS(基于卫星的增强系统, Satellite Based Augmentation System)类型接收的接收机,这些系统例如 EGNOS(注册商标,欧洲地球同步导航覆盖服务, European Geostationary Navigation Overlay Service) 系统或 WAAS(注册商标,广域增强系统, Wide Area Augmentation System)、采用 GLONASS(注册商标,全球导航卫星系统, Global Navigation Satellite System) 的导航系统、未来的伽利略导航系统以及采用这些卫星导航系统或任何其它现存或未来的卫星导航系统的组合的兼容接收机等。导航接收机也可处理来自局域增强无线电频率系统或其它无线电导航工具(利用 pseudolite, LORAN- 注册商标, 远程导航 LOnG RAnge Navigation 的大写字母简写)的导航信号。

[0097] 计算机系统 130 采用软件预测模块 135、数据库 140 以及软件处理模块 145。

[0098] 软件预测模块 135 至少在给定时刻对若干陆地位置预测若干传播特征参数的值或状态。例如,作出预测的位置在五米范围处具有矩形或三角形格子的规则网格内。

[0099] 预测的参数对应由导航接收机发射的参数。例如,多普勒效应的第二项可通过考虑卫星的轨道、利用卫星导航系统的导航信息中广播的历表数据(年历)被预测。因此,每个卫星的多普勒位移的测量结果依赖于传播现象,并且根据本发明,可用于处理实际的多普勒测量结果与预测的多普勒值。具体而言,测量可用于探测反射路径以及用于软件处理模块 145 的相关信息的接收。软件处理模块也可用于基于通过预测多路径的影响而获得的多普勒测量结果校正对移动速度的估所,该多路径的影响作为所考虑的反射器的位置和方向的函数。

[0100] 一般地,由软件预测模块 135 作出的预测是基于如卫星导航系统所用的电磁波传播现象的物理模型。建模可采用统计学或确定性模型。在确定性模型中,软件预测模块 135 可利用基于几何光学理论和衍射理论(均匀绕射理论、物理绕射理论)的模型。本发明可采用与电磁波传播的建模有关的任何其它理论。为计算机系统 130 提供来自地理信息系统以

及要处理的环境 150 的建模的信息，并在至少一个时间段以及若干陆地位置，向数据库 140 提供处理的环境中预测的卫星信号的接收电磁特性。

[0101] “预测”一词在本文中用于说明由软件预测模块 135 进行的所有传播计算。使用“预测”一词是因为根据本发明，传播计算会在应用相关的区域（城市区、特定建筑物等）内事先进行，以作为电磁信号源的未来位置的函数存储到数据库 140 中。在应用这些预测时，本发明解决并满足与要进行计算的可用资源相关的问题。

[0102] 预测环境模型的接收特性所采用的方法对本专业技术人员来说是标准的方法。例如，用于预测上述 C/N 比的方法在 Yongcheon suh 等的题为《Evaluation of multipath error and signal propagation in complex 3D urban environment for GPS multipath identification》（《用于 GPS 多径识别复杂 3D 城市环境中的多径误差和信号传播的评估》）的文章中进行了描述，该文在 2004 年 9 月 21—24 举办的 IONGNSS17th International meeting of the satellite devision 的报告中第 1147-1156 页公开。

[0103] 预测具有时间分辨率，这是所选择的有效时间段，使得记录在数据库 140 中的信息在由软件处理模块 145 进行处理的每个时刻保持有效。预测的偏差很大程度上取决于卫星位置相对移动物所处区域的变化。因此，可以为预测选择相对小的时间分辨率（几分钟的量级，换句话说有效时间段的持续时间），假定在该时间段，与来自卫星的信号传播有关的预测信息不会有大的改变。对该预测的时间分辨率的优化可以显著地减小软件预测模块 135 所需的计算资源。

[0104] 此外，因为卫星是沿圆周运动且绕地球具有近似相同的旋转时间，所以，对卫星星座的几个连续配置周期，相同的预测都是有效的。例如，GPS 的周期是 23 小时 56 分，伽利略的周期是 3 天。然而，该周期是理论上的，会存在变化。因此，预测所需的计算资源得以减小。然而，根据可用资源尽可能频繁的重复预测。

[0105] 数据库 140 中包含的数据的空间分辨率（所研究的两个陆地位置间的距离）根据应用与所需的定位精度性能以及可用于计算和存储这些数据的资源而变化。

[0106] 减小数据存储所需的存储空间的一个方法是减少进行预测的陆地位置的数目。为了给出示例实例，由软件处理模块 145 执行的处理算法的原则可以是确定在数据库 140 中的哪些点是潜在的位置点（那些预测特性和实际测量特性间的对应较高的点）。目标是减少要考虑的可能点的数目，同时也减小在这些点的预测更新（特别是当预测实际作为处理结果的函数实时更新时）。该方法可以减小预测所需的计算资源。

[0107] 存储的预测信息包括所有对软件处理模块 145 有用的信号的传播或接收特性，换句话说，也由导航接收器 100 测量的所有或一些特性。用于估计每个伪距离测量结果或多普勒测量结果的统计或概率信息也保存在数据库中，以优化它们被软件处理模块 145 考虑的重要程度。

[0108] 地图信息系统 (SIG) 150 为软件预测模块 135 提供若干陆地位置的环境的地形模型。“环境”一次在本文中包括位于所考虑的陆地位置周围区域中的所有物理因素（自然地貌或人工建筑的不连续性）。环境模型优选采用三维数字模型 (3D 模型或可能为 2.5D 模型)，其特别适用于描述诸如利用射线跟踪的模型等传播模型。

[0109] 对数据库中所用的每个陆地位置，或者优选地，对于由先前通过软件处理模块 145 获得的处理结果确定的若干陆地位置，以及优选地对未来的一定时间段，数据库 140 保存

一组卫星信号的电磁接收特性以及它们的互补源的特性。

[0110] 软件处理模块 145 利用由接收机测量的接收或传播特性以及数据库 140 的内容确定接收机的至少一个可能位置, 其作为由接收机提供的估算位置的函数, 或作为接收信号的函数, 或作为先前的接收机位置的函数, 或作为两者的结合的函数。

[0111] 作为变型, 在处理步骤中, 软件处理模块 145 确定接收机的可见状态性, 换句话说, 即视距可见性 (没有被屏蔽), 间接可见性 (尽管被屏蔽, 仍可接收来自卫星的信号), 或者对星座中的每个卫星都没有接收信号。

[0112] 如果接收机能提供其作为它接收的电磁信号的函数的位置估算, 软件处理模块只搜索数据库中接近接收机所估算的位置的可能位置。以下的预测将可以只在这些点进行, 以限制计算资源。

[0113] 如果接收机不能提供其作为它接收的电磁信号的函数的位置估算, 则接收机要至少提供一个先前由该接收机占据并通过内插计算的位置, 处理模块确定接收机的估算位置, 并只搜索数据库中接近接收机所估算的该位置的可能位置。作为变型, 计算机系统包括记录接收机连续位置的模块, 以在由软件处理模块 145 采用的处理方法中使用位移信息。优选地, 这些位置被存储在另一个运行数据库中, 而不在数据库 140, 所以数据库 140 只包含预测的值。

[0114] 软件处理模块 145 通过在这些可能位置的特性和测量特性的相关因子间插值, 或者通过在接收机相继占据的位置间插值, 从而确定最可能作为这些可能位置的函数的位置。

[0115] 软件处理模块 145 可基于大量的数学方法, 这些方法采用贝叶斯类型的概率模型 (卡尔曼滤波器、隐马尔科夫模型、概率网格、粒子滤波器、神经网络等)、基于插值多项式与态逻辑的模型, 或者是以上方法的组合。

[0116] 如上所述, 处理步骤的目的是从测量的和预测的接收特性取得接收机的最可能位置。为达此目的, 在定义对应可能的用户位置的网格的若干点处, 考虑到先验信息 (存储在数据库 140 中的预测特性) 以及测量的特性, 处理步骤确定每点对应接收机实际位置的概率。

[0117] 以下将给出处理算法的实施实例 :

[0118] 根据测量的特性, 确定不同卫星的视距 (LOS) 可见性的后验概率, 该特性例如为这些卫星接收的信号的信噪比。因此, 结果为给定时刻接收机处的相对概率矢量, 称为后验可见性状态。此外, 数据库 140 直接地或者利用从预测特性得到的先前的计算提供上述网格中不同点的先验概率矢量 (或先验可见性状态)。先验和后验可见性状态的区别给出网格的不同点处接收机位置的概率, 换句话说, 即概率网格, 其中易于通过简单比较提取最可能的位置。

[0119] 为了减小估算误差, 可以获得几个对应不同状态的概率网格, 然后在获得的网格上作比较。

[0120] 尽管上面给出的处理算法给出接收机的位置, 但是通常它也能提供导航信息, 即 :

[0121] —接收机的位置或位置区域 ;

[0122] —接收机的速度 ;

[0123] —移动方向。

[0124] 该信息可随后被用于启动导航应用,被传递到接收机,以优化该导航接收机特有的信号的处理。接收机进行对接收的卫星信号一些处理,例如使信号的跟踪环同步,而该同步由于对接收机的位置的(近似)了解而更加容易。因此,由处理模块确定的位置是对导航接收机有用的信息,尤其在导航接收机没有足够的测量结果来独立确定位置时。诸如导航接收机的位置周围区域中的给定卫星的可见或隐藏状态等由软件预测模块得到的其它类型的信息可用于改进对信号的处理。通常的接收机不停地对先前未跟踪的来自卫星的信号进行时间频率搜索。本发明中,利用处理步骤提供的先验知识提供将计算资源集中用于其它可能的可接收卫星的方法,该先验知识是关于源自接收机周围区域中的给定卫星(在足够的功率级别)的信号的非可用性,因此改进这些卫星的采集时间并减小导航接收机的消耗。

[0125] 作为变型,当应用采用几个独立的导航系统时,软件处理模块可利用这些预测确定与每个导航系统关联的性能水平。然后软件处理模块能向导航接收机提供其质量信息,以控制导航接收机中的信号处理策略。例如,如果所考虑的一个系统是诸如 GPS 等的卫星系统,且接收机能利用另一根据基于地面上的源的接收的定位系统(例如 pseudolites),那么软件处理模块可以向接收机提供信息,指示系统给出作为它先前确定的位置的函数的最好的定位性能。

[0126] 在上述和给出的实施例中,导航软件模块 155 实施导航应用。它们利用软件处理模块 145 以及与环境相关的数据库 140 提供的导航信息。因此,根据本发明,其可以在其环境中三维表示装置的每个用户的位置,例如在导航接收机 100 的屏幕(未示出)上。

[0127] 软件处理模块 145 基于保存在数据库 140 中预测的特性与由导航接收机测量的传播或接收特性的比较。采用本发明,软件处理模块 145 的目的是为每个移动接收机 100 提供若干可能的位置或理想的最可能的位置。

[0128] 由软件处理模块 145 完成的处理应用于若干来自卫星的信号的接收特性信息项。该信息以状态矢量形式存储。所考虑的每个状态参数由测量的特性确定。

[0129] 逐个卫星地给出描述状态矢量的特性,具体包括:直接可见性,反射后可见性,信号噪声比,相关函数,伪距测量结果,多普勒测量结果以及极化分析。

[0130] 由软件处理模块 145 的处理算法可以使用几个测量时刻,以评估每个参数随时间的变化。例如,测量特性从一个测量时刻到另一个的显著变化是对处理有用的信息(例如卫星的丢失或获得)。

[0131] 直接或间接可见性可由通过导航接收机测得的一个或几个信息项确定。它可通过测量接收波的极化的信噪比或该比的变化进行估计,或通过研究测量的多普勒频移的值以及该频移随时间的变化进行估计。此外,使直接路径的测量结果变差的多路径的存在也可通过观察相关函数检测到。

[0132] 可见性参数对软件处理模块 145 是非常重要的。它们能显著减小可能的位置空间,以使计算成本最小。根据本发明,该处理的分层设计可以优化要比较的信息。以下给出软件处理模块 145 的分层操作结构的一个实例:

[0133] 一作为第一步,使用卫星的直接和间接可见性的测量和预测来将可能的定位区域减小到只包括卫星的可见性状态与预测一致的区域。然后可将处理限制在该可见性一致的

区域中。根据可用卫星的数目,处理然后利用其它测量结果,诸如相关函数测量结果、功率测量结果、多普勒频移测量结果、以及这些测量结果随时间的变化,以减小处理区域或简单将概率类型值与处理区域中的每个陆地位置关联,对测量与预测间的处理质量进行转换。

[0134] ——然后使用伪距和多普勒类型测量在减小的一致区域中指定位置。在处理区域中,与每个点关联的概率加权可通过伪距测量、从这些点到卫星的实际距离以及预测的伪距测量(包括对偏差(变化)类型误差估计的预测)间的一致性测量结果来指定。

[0135] 根据本发明,由这些预测推出的信息实际上可在算法定位方法中被用于不同的层级:

[0136] —由软件处理模块 145 取得的处理结果可用于减小可能的求解空间并因此改进导航性能的精度。(如上参考图 1 到图 7 及以下参考图 3A 和图 3B 所述)

[0137] —预测信息可被用于校正或加权每个伪距测量结果构的使用,以改进定位精度。当有足够的无线电导航信号可用时,传统的无线电导航接收机采用基于接收机和每个卫星间距离的测量结果的三角测量法计算它的位置。这些测量结果被称为伪距(pseudo-distance)。这些测量结果由于传播现象会产生变差。接收机能在步骤 245 中向计算机系统提供这些伪距测量结果。根据图 3A 所示的第二实施例,对传播现象的预测提供了对每个无线电导航源的相应测量误差的价算方法。然后要加的校正值在步骤 300 由计算机系统计算出,并在步骤 310 被传递到导航接收机。接收机在步骤 320 中采用本专业领域公知的差分校正程序,利用这些校正值校正它对位置的估计。

[0138] —传播现象预测信息可被用于预测接收机测量的伪距测量中的大误差。因此,在图 3B 中所示的第三实施例中,在步骤 330 中,对每次测量,该测量的完整性将被确定作为预测和由接收机进行的实际特性测量结果的函数。这些完整性数据然后在步骤 340 被传送到接收机中。可以看出,传递到接收机的完整性信息对由接收机或由来自每个无线电导航信号源确定的位置来说是公用的。根据诸如 WAAS 以及 EGNOS 系统等前述的增强系统的结构中公知的方法,每个测量的完整性信息将被接收机用于选择在步骤 350 中的定位算法是否使用测量结果(如果测量的数目很大,则可以考虑不使用它们中的一些),或在步骤 350 确定位置时加权每个测量结果的影响(利用加权最小平方类型算法的通常三角测量法的情况)或在步骤 360 中将计算的位置完整性状态传递给系统用户。

[0139] 也可以考虑采用由处理步骤获得的精确位置以减小卫星丢失时接收机的锁定时间:在接收机位置和信号采集性能(采集时间)间存在联系。对位置的估算可用于优化接收机的处理。

[0140] 图 2A 示出预备步骤 205,将卫星历书数据载入计算机系统。然后诸如城市和山区以及在根据本发明的方法所使用的区域等若干陆地位置的地形学模型在预备步骤 210 从地理信息系统载入计算机系统中。

[0141] 然后在预备步骤 220 中,确定预测的空间分辨率和时间分辨率。这些分辨率依赖于使用的区域可以不同:例如,在最大的城镇以及在山中,为了考虑到对卫星波的传播干扰的更多可能性,空间分辨率和时间分辨率将增加。

[0142] 然后在预备步骤 225 中,对于在步骤 220 中确定的每个陆地位置以及每个时间段确定每个卫星以及每个互补源的预测传播或接收特性,其作为由地理信息系统提供的地形信息的函数。

- [0143] 在步骤 230 中,接收机接收来自卫星和互补源的电磁信号。
- [0144] 在步骤 235 中,接收机确定来自每个源、卫星和互补源的信号的传播或接收特性。
- [0145] 在步骤 240 中,接收机通过插值估算其位置,该位置作为接收信号的函数,或作为它的最近位置、速度和位移方向的函数。作为变型,计算机系统进行该插值。
- [0146] 在步骤 245 中,接收机向计算机系统传输对其位置以及接收的信号的传播和接收特性的估算。
- [0147] 在步骤 250 中,计算机系统选择数据库中要检查的陆地位置和时间段。要检查的陆地位置是接近接收机估算位置的陆地位置。
- [0148] 在步骤 255 中,计算机系统选择要检查的传输或传播的第一特性。
- [0149] 每个源的特性具体包括:直接可见性,反射后可见性,信噪比,相关函数,伪距测量结果,多普勒测量结果以及极化分析。
- [0150] 第一步是利用卫星的直接和间接可见性的测量和预测结果,以将可能的定位区域求解减小到只包括卫星的可见性状态与预测一致的区域。下一步是利用其它特性,以测量相关函数、功率测量结果、多普勒频移测量结果以及这些测量结果随时间的变化。
- [0151] 然后伪距和多普勒类型测量被用于在减小的一致处理区域中清晰接收机的定位,该处理由软件处理模块 145 进行。在一致性区域中,与每个点关联的概率权重可通过伪距测量、从这些点到卫星的实际距离以及预测的伪距测量间的一致性测量结果被清晰化。
- [0152] 可以看出,上述的测量结果或特性的顺序只是作为示例实施例给出的。
- [0153] 在步骤 260(图 2B)中,所述计算机系统对所选择的陆地位置进行搜索,对所选的时间段,要检查其特征值的陆地位置接近所述接收的测量值。
- [0154] 在步骤 265 中,计算机系统确定在步骤 255 中确定的陆地位置的可靠性是否大于阈值。
- [0155] 如果是,计算机系统将跳到步骤 275。否则,在步骤 270,计算机系统按步骤 255 指示的顺序选择新的待检查的传播或接收特性,并返回步骤 260。
- [0156] 在步骤 275 中,计算机系统确定接收机的实际位置、它的速度以及它的移动方向作为以下项的函数:
- [0157] —在步骤 260 中确定的可能位置;
- [0158] —接收机的新近位置;
- [0159] —检查可能点的特征值与由接收机确定的该特征值间的不同。
- [0160] 依赖于可能的位置,软件处理模块 145 通过在这些可能位置的特性和测量特性的相关因子间插值,或者通过在接收机相继占据的位置间插值,确定单个可能的位置。
- [0161] 然后,在步骤 280 中,计算机系统将接收机的实际位置以及它的速度和它的移动方向传送给导航应用。
- [0162] 在步骤 285 中,导航应用利用接收机的实际位置以及它的速度和它的移动方向,以公知的方式提供导航服务。
- [0163] 在步骤 290 中,导航应用向接收机的用户提供接收机的实际位置、速度、移动方向和导航服务。在预定时段后,接收机返回步骤 230。
- [0164] 可以看出,本发明可以通过几种物理结构实施,而目标应用会影响结构的选择。传统地,两种根本不同的解决方案用于导航应用。它们的根本区别在于计算导航方案的模块

的物理定位。两种根本不同的解决方案通常为集中式结构（由计算中心计算用户的位置）与分布式结构（由每个用户计算位置）。

[0165] 根据本发明，两种主要类型的结构都是可以考虑：

[0166] —对于集中应用，移动用户只有移动导航接收机和与应用服务器通讯的装置。它向服务器提供其测量结果，该服务器包括包含软件预测模块、地理信息系统、数据库和软件处理模块 145。因此，预测的导航信息被存储在服务器。依赖于应用，该信息可被传递给用户或应用管理服务器。

[0167] —对于分布式应用，移动用户具有导航接收机以及运行软件处理模块 145 和软件预测模块 135 所需的计算资源。依赖于所考虑的应用，用户也可具有用于传送其导航方案以及从地理信息系统下载信息的通讯装置。他也能在本身的存储资源中使用地理信息系统，那么则不再需要任何与外界的通讯连接。这样，他所用的称为独立导航。

[0168] 也可以考虑混合型的结构，换句话说采用部分分布式，其中，接收机包括接收预测接收特性的模块和软件处理模块 145，然后无线电导航辅助服务器包括软件预测模块 130、数据库 140 以及可能的地理信息系统 150。然后，服务器响应来自客户端用户的请求提供预测的接收特性，客户端用户进行处理以取得定位信息。

[0169] 可以看出，作为变型，预测数据库可保存要使用的实时变化信息，以在预测结果保存在数据库中的每个有效时间段内，确定作为精确时间和参考时间的函数的预测值。

[0170] 作为变型，软件处理模块至少每两个时间段在预测的特征值间进行插值，以确定对应精确时间的预测特性。

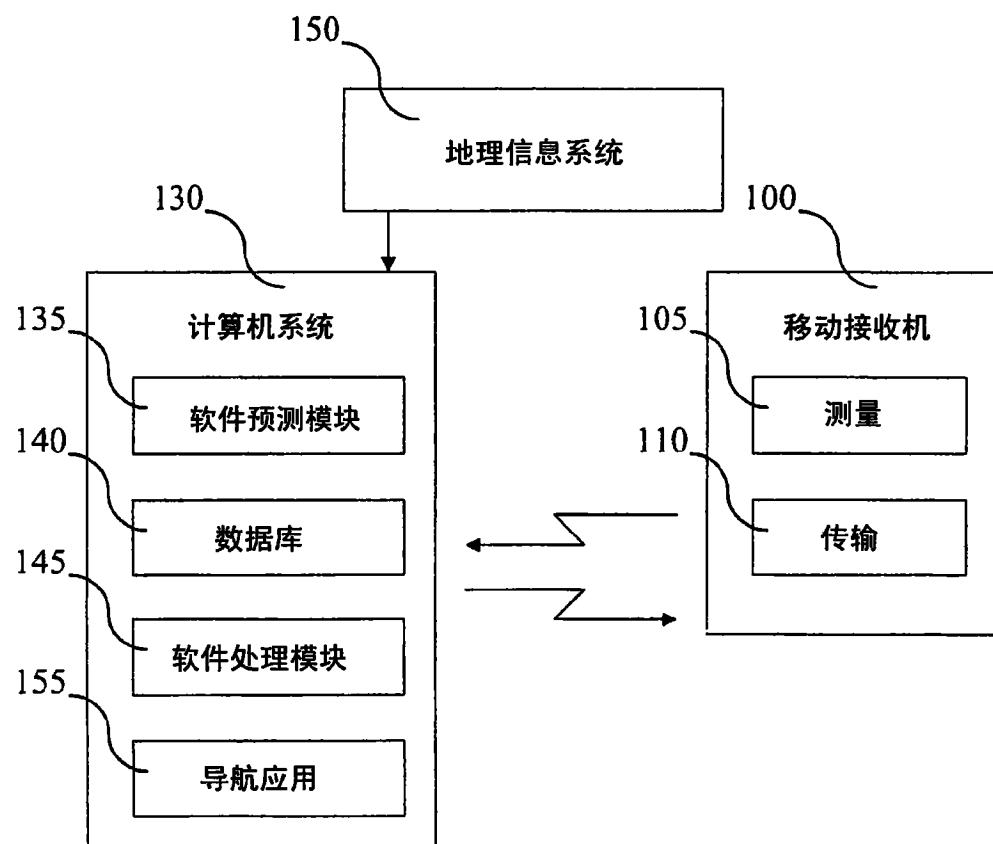


图 1

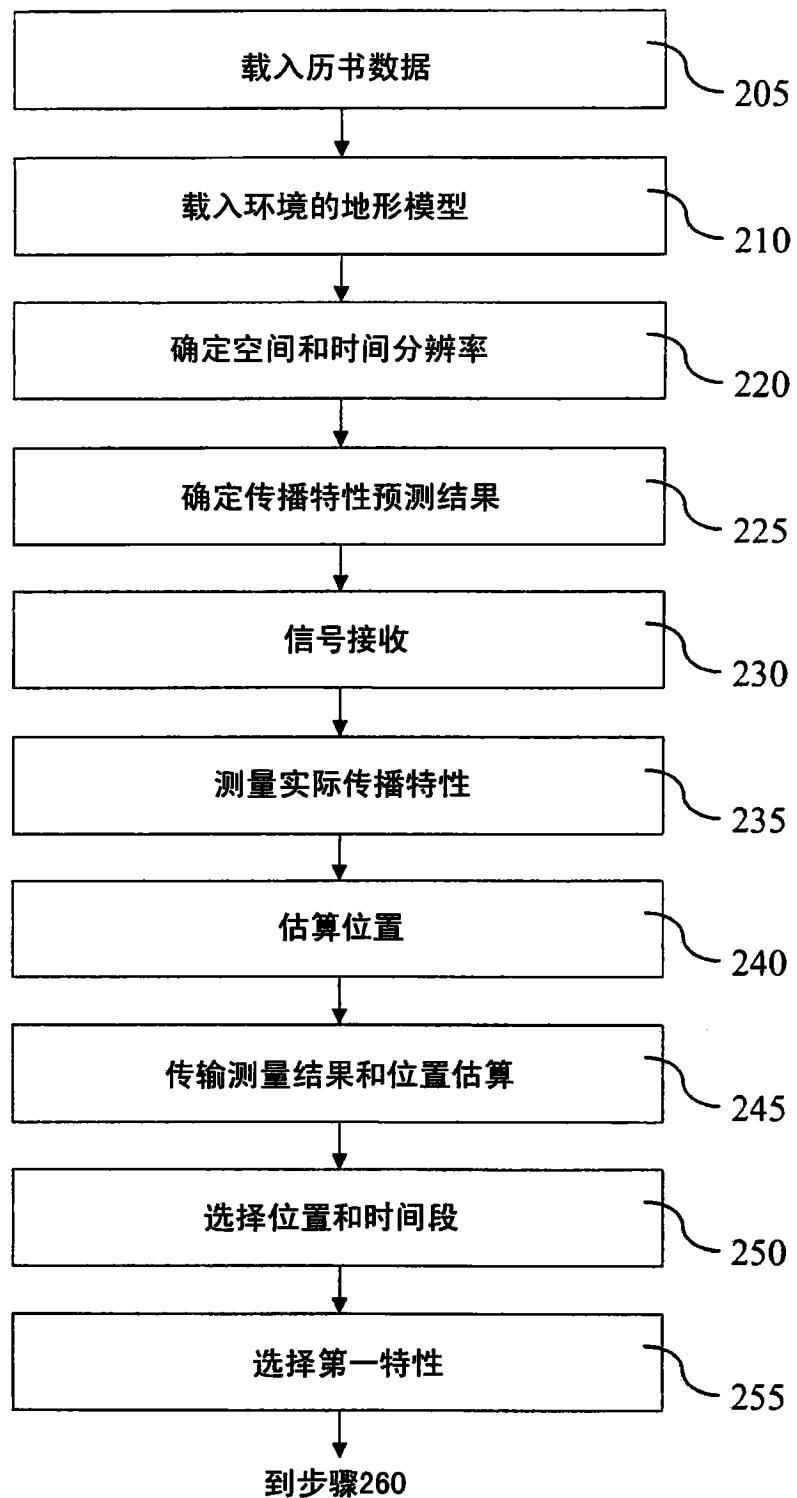


图 2A

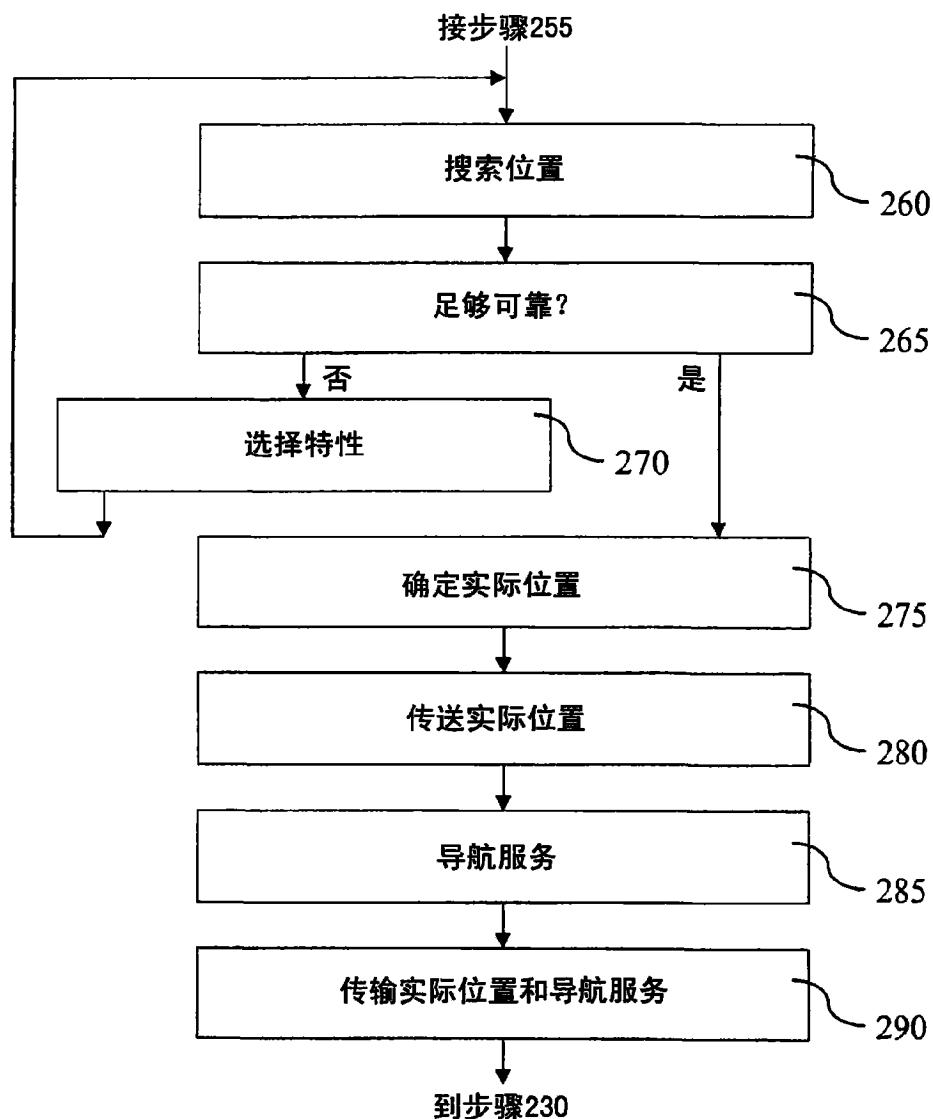


图 2B

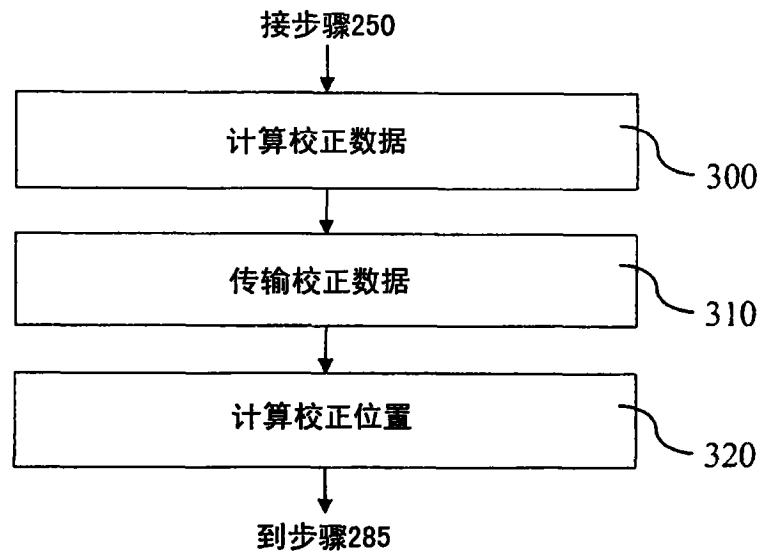


图 3A

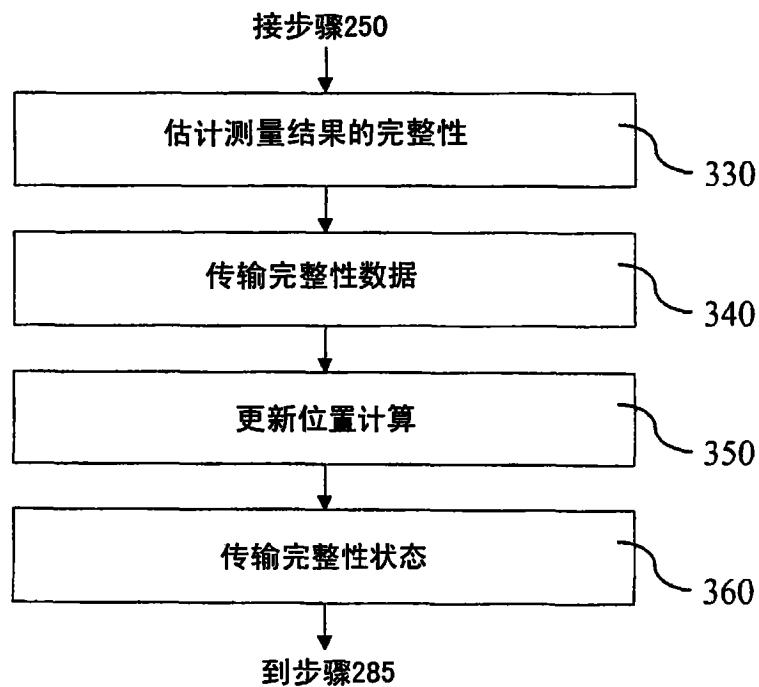


图 3B

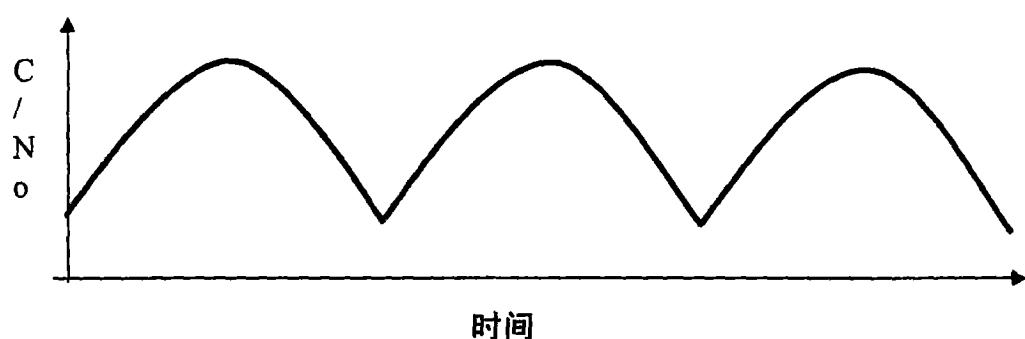


图 4

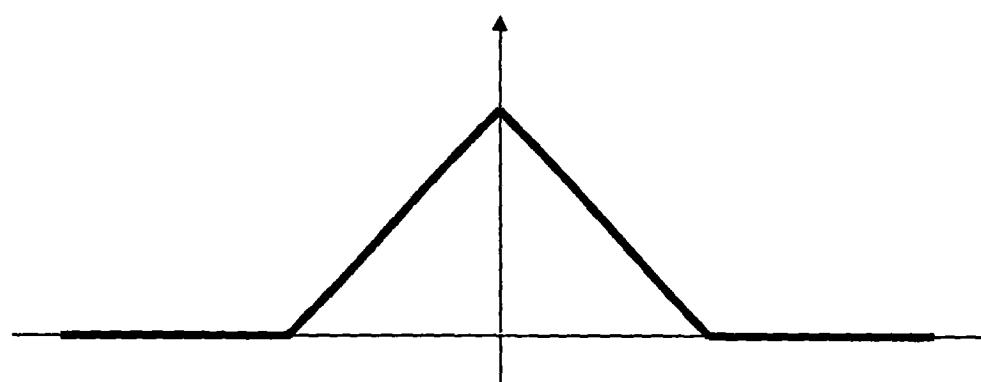


图 5

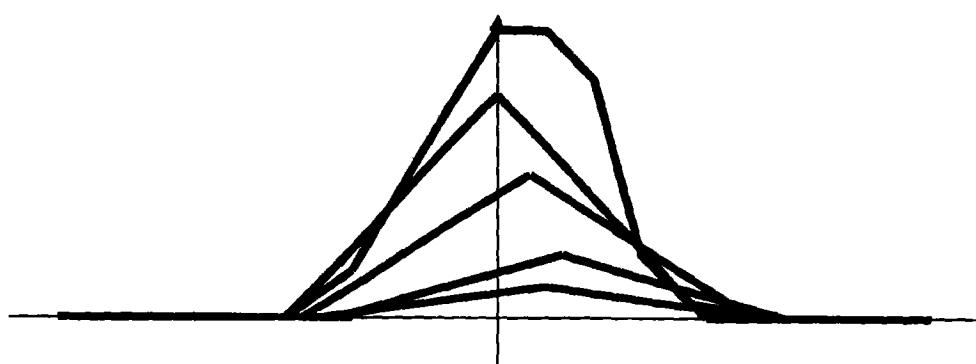


图 6

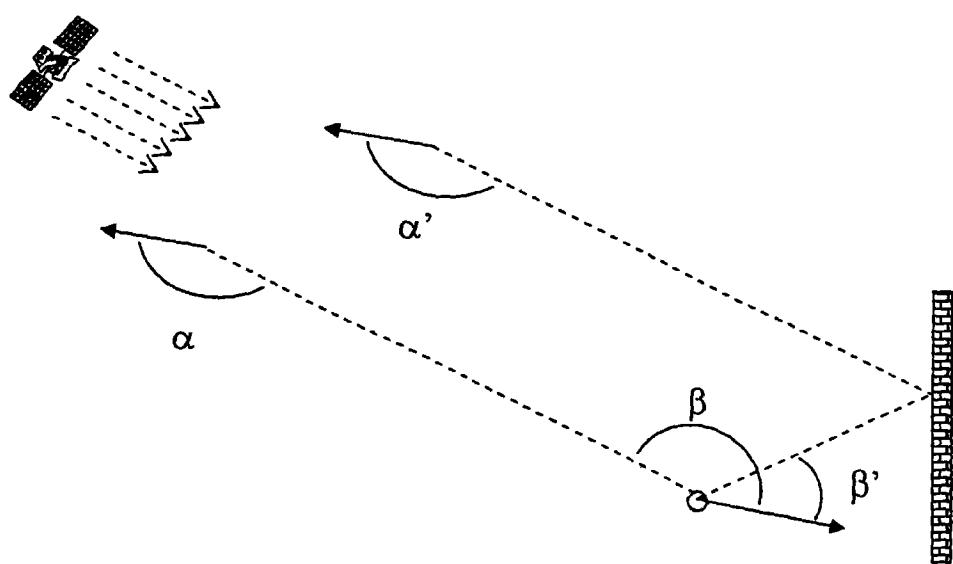


图 7