



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106662654 B

(45)授权公告日 2020.02.28

(21)申请号 201580036895.7

(22)申请日 2015.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106662654 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(30)优先权数据

2014902899 2014.07.25 AU

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.06

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2015/050412 2015.07.22

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2016/011505 EN 2016.01.28

(73)专利权人 洛克达股份有限公司

地址 澳大利亚澳大利亚首都直辖区

(72)发明人 D·斯莫尔

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 曾琳

(51)Int.Cl.

G01S 19/10(2006.01)

G01S 1/24(2006.01)

G01S 19/24(2006.01)

G01S 19/29(2006.01)

审查员 罗松

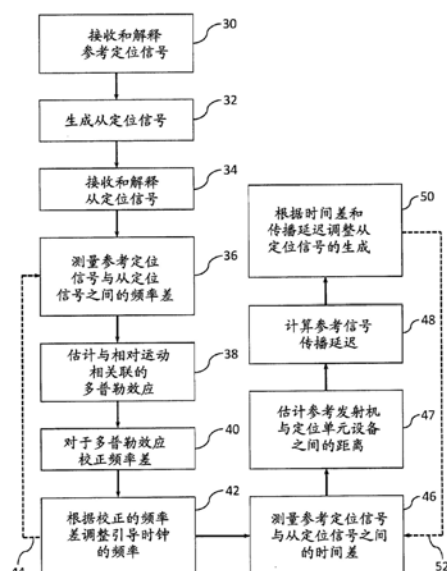
权利要求书6页 说明书14页 附图4页

(54)发明名称

用于在时间上同步动态位置网络的方法和
设备

(57)摘要

提出了用于在动态位置网络中同步定位信号的方法和设备。具体地,提出了用于将由定位单元设备生成的独特定位信号同步到由参考发射机生成的参考定位信号的方法和设备,其中定位单元设备和参考发射机相对于彼此移动。在某些实施例中,参考发射机或定位单元设备或者这两者例如使用惯性导航系统自监视包括位置、速度或加速度中的一个或多个的轨迹数据,并且在它们的定位信号中广播该数据。轨迹数据使得能够估计与定位信号相关联的传播延迟和多普勒频移,允许用于定位信号的同步的时钟漂移的测量和校正。



1. 一种将由定位单元设备生成的定位信号在时间上同步到由参考发射机生成的参考定位信号的方法,其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动,所述方法包括以下步骤:

- a) 所述定位单元设备接收并解释所述参考定位信号;
- b) 所述定位单元设备生成并发射定位信号,其中所述定位信号与引导发射机时钟对准;
- c) 所述定位单元设备接收并解释所述定位信号;
- d) 所述定位单元设备测量接收的参考定位信号与接收的定位信号之间的频率差;
- e) 所述定位单元设备估计与相对移动相关联的多普勒效应;
- f) 所述定位单元设备调整所述引导发射机时钟的频率,所述调整的量是从测量的频率差和估计的多普勒效应得到的量;
- g) 所述定位单元设备测量接收的参考定位信号与接收的定位信号之间的时间差;
- h) 所述定位单元设备估计所述参考接收机与它自己之间的参考信号传播延迟;以及
- i) 所述定位单元设备根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟来调整所述定位信号的生成,

其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者来估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟,使得所述定位信号在时间上同步到所述参考定位信号。

2. 如权利要求1所述的方法,其中步骤d) 到f) 被重复地执行。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其中步骤g) 到i) 被重复地执行。

4. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述参考发射机使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备来测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机;或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机。

5. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述定位单元设备使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备来测量它自己的轨迹数据:惯性导航系统;用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机;或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机。

6. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述轨迹数据包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。

7. 如权利要求6所述的方法,其中所述轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

8. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述定位单元设备利用预测性例程来估计所述多普勒效应。

9. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述定位单元设备利用预测性例程来估计所述参考信号传播延迟。

10. 一种在由参考发射机生成的参考定位信号与由定位单元设备生成的定位信号之间生成频率相干的方法,其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动,所述方法包括以下步骤:

- a) 所述定位单元设备接收并解释所述参考定位信号;
- b) 所述定位单元设备生成并发射定位信号,其中所述定位信号与引导发射机时钟对准;
- c) 所述定位单元设备接收并解释所述定位信号;
- d) 所述定位单元设备测量接收的参考定位信号与接收的定位信号之间的频率差;
- e) 所述定位单元设备估计与相对移动相关联的多普勒效应;以及
- f) 所述定位单元设备调整所述引导发射机时钟的频率,所述调整的量是从测量的频率差和估计的多普勒效应得到的量,

其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数、或者这两者来估计所述多普勒效应,使得所述定位信号具有与所述参考定位信号的频率相干。

11. 如权利要求10所述的方法,其中步骤d) 到f) 被重复地执行。

12. 如权利要求10或11所述的方法,其中所述参考发射机使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备来测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机;或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机。

13. 如权利要求10或11所述的方法,其中所述定位单元设备使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备来测量它自己的轨迹数据:惯性导航系统;用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机;或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机。

14. 如权利要求10或11所述的方法,其中所述轨迹数据包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。

15. 如权利要求14所述的方法,其中所述轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

16. 如权利要求10或11所述的方法,其中所述定位单元设备利用预测性例程来估计所述多普勒效应。

17. 一种定位单元设备,用于将由所述定位单元设备生成的定位信号在时间上同步到由参考发射机生成的参考定位信号,其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动,所述定位单元设备包括:

- a) 用于接收并解释所述参考定位信号的构件;
- b) 用于生成并发射所述定位信号的构件,其中所述定位信号与引导发射机时钟对准;
- c) 用于接收并解释所述定位信号的构件;
- d) 用于测量接收的参考定位信号与接收的定位信号之间的频率差的构件;
- e) 用于估计与相对移动相关联的多普勒效应的构件;
- f) 用于调整所述引导发射机时钟的频率的构件,所述调整的量从测量的频率差和估计的多普勒效应得到的量;
- g) 用于测量接收的参考定位信号与接收的定位信号之间的时间差的构件;
- h) 用于估计所述参考接收机与所述定位单元设备之间的参考信号传播延迟的构件;以及
- i) 用于根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟来调整所述定位信号的生成的

构件，

其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者来估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟，使得所述定位信号在时间上同步到所述参考定位信号。

18. 如权利要求17所述的定位单元设备，其中所述定位单元设备适合于重复地执行步骤d)到f)。

19. 如权利要求17或18所述的定位单元设备，其中所述定位单元设备适合于重复地执行步骤g)到i)。

20. 如权利要求17或18所述的定位单元设备，其中所述定位单元设备适合于使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备测量它自己的轨迹数据：惯性导航系统；用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机；或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机。

21. 如权利要求17或18所述的定位单元设备，其中所述轨迹数据包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。

22. 如权利要求21所述的定位单元设备，其中所述轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

23. 如权利要求17或18所述的定位单元设备，其中用于估计所述多普勒效应的所述构件适合于利用预测性例程。

24. 如权利要求17或18所述的定位单元设备，其中用于估计所述参考信号传播延迟的所述构件适合于利用预测性例程。

25. 如权利要求17或18所述的定位单元设备，当在位置网络中使用时用于确定流动方位接收机的方位。

26. 一种定位单元设备，用于在由参考发射机生成的参考定位信号与由所述定位单元设备生成的定位信号之间生成频率相干，其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动，所述定位单元设备包括：

- a) 用于接收并解释所述参考定位信号的构件；
- b) 用于生成并发射所述定位信号的构件，其中所述定位信号与引导发射机时钟对准；
- c) 用于接收并解释所述定位信号的构件；
- d) 用于测量接收的参考定位信号与接收的定位信号之间的频率差的构件；
- e) 用于估计与相对移动相关联的多普勒效应的构件；以及
- f) 用于调整所述引导发射机时钟的频率的构件，所述调整的量从测量的频率差和估计的多普勒效应得到的量，

其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者来估计所述多普勒效应，使得所述定位信号具有与所述参考定位信号的频率相干。

27. 如权利要求26所述的定位单元设备，其中所述定位单元设备适合于重复地执行步骤d)到f)。

28. 如权利要求26或27所述的定位单元设备，其中所述定位单元设备适合于使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备来测量它自己的轨迹数据：惯性导航系统；用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机；或者用于接收来自同步的定位单元设备的

本地网络的定位信号的接收机。

29. 如权利要求26或27所述的定位单元设备,其中所述轨迹数据包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。

30. 如权利要求29所述的定位单元设备,其中所述轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

31. 如权利要求26或27所述的定位单元设备,其中用于估计所述多普勒效应的所述构件适合于利用预测性例程。

32. 一种用于在位置网络中确定流动方位接收机的方位的方法,所述位置网络包括一个或多个参考发射机以及一个或多个定位单元设备,其中所述定位单元设备中的至少一个定位单元设备作为它自己移动或参考发射机移动的结果而相对于参考发射机移动,所述方法包括以下步骤:

a) 所述一个或多个参考发射机中的每一个根据所述一个或多个参考发射机的时间基准生成并发射参考定位信号;

b) 相对于参考发射机移动的所述至少一个定位单元设备中的每一个:

i) 接收并解释一个或多个参考定位信号;

ii) 生成并发射定位信号,其中所述定位信号与引导发射机时钟对准;

iii) 接收并解释所述定位信号;

iv) 测量接收的一个或多个参考定位信号中的每一个与接收的定位信号之间的频率差;

v) 估计与相对移动相关联的多普勒效应;

vi) 调整所述引导发射机时钟的频率,所述调整的量从测量的频率差和估计的多普勒效应得到的量;

vii) 测量接收的一个或多个参考定位信号中的每一个与接收的定位信号之间的时间差;

viii) 估计所述一个或多个参考接收机中的每一个和它自己之间的参考信号传播延迟;以及

ix) 根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟来调整所述定位信号的生成,

其中相对于参考发射机移动的所述至少一个定位单元设备中的每一个从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者来估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟,使得所述定位信号在时间上同步到所述一个或多个参考定位信号;以及

c) 所述流动方位接收机:

接收在时间上同步的定位信号、或者所述一个或多个参考定位信号、或者这两者;以及随后计算它自己的方位。

33. 如权利要求32所述的方法,其中步骤b) iv) 到b) vi) 被重复地执行。

34. 如权利要求32或33所述的方法,其中步骤b) vii) 到b) ix) 被重复地执行。

35. 如权利要求32或33所述的方法,其中移动的各参考发射机或定位单元设备使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备来测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机;或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机。

36. 如权利要求32或33所述的方法,其中所述轨迹数据包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。

37. 如权利要求36所述的方法,其中所述轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

38. 如权利要求32或33所述的方法,其中相对于参考发射机移动的所述至少一个定位单元设备中的每一个利用预测性例程来估计所述多普勒效应。

39. 如权利要求32或33所述的方法,其中相对于参考发射机移动的所述至少一个定位单元设备中的每一个利用预测性例程来估计所述参考信号传播延迟。

40. 如权利要求32或33所述的方法,其中所述流动方位接收机利用预测性例程来估计移动的各定位单元设备或参考发射机的位置或速度。

41. 一种用于使得流动方位接收机能够确定它自己的方位的定位系统,所述定位系统包括位置网络和流动方位接收机,所述位置网络包括:

a) 一个或多个参考发射机,每一个参考发射机被配置为根据所述一个或多个参考发射机的时间基准生成并发射参考定位信号;以及

b) 一个或多个定位单元设备,所述一个或多个定位单元设备中的至少一个定位单元设备作为它自己移动或参考发射机移动的结果而相对于参考发射机移动,这些定位单元设备中的每一个包括:

i) 用于接收并解释一个或多个参考定位信号的构件;

ii) 用于生成并发射定位信号的构件,其中所述定位信号与引导发射机时钟对准;

iii) 用于接收并解释所述定位信号的构件;

iv) 用于测量接收的参考定位信号中的每一个与接收的定位信号之间的频率差的构件;

v) 用于估计与相对移动相关联的多普勒效应的构件;

vi) 用于调整所述引导发射机时钟的频率的构件,所述调整的量从测量的频率差和估计的多普勒效应得到的量;

vii) 用于测量接收的参考定位信号中的每一个与接收的定位信号之间的时间差的构件;

viii) 用于估计所述至少一个参考接收机和它自己之间的参考信号传播延迟的构件;以及

ix) 用于根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟来调整所述定位信号的生成的构件,

其中该定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者来估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟,使得所述定位信号在时间上同步到所述一个或多个参考定位信号;

c) 所述流动方位接收机包括:

i) 用于接收在时间上同步的定位信号或者参考定位信号、或者这两者的构件;以及

ii) 用于随后计算它自己的方位的构件。

42. 如权利要求41所述的定位系统,其中相对于参考发射机移动的每一个定位单元设备适合于重复地执行步骤b) iv) 到b) vi)。

43. 如权利要求41或42所述的定位系统,其中相对于参考发射机移动的每一个定位单元设备适合于重复地执行步骤b) vii) 到b) ix)。

44. 如权利要求41或42所述的定位系统,其中移动的定位单元设备或每一个参考发射机适合于使用包括以下中的一个或多个的跟踪设备来测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的接收机;或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机。

45. 如权利要求41或42所述的定位系统,其中所述轨迹数据包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。

46. 如权利要求45所述的定位系统,其中所述轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

47. 如权利要求41或42所述的定位系统,其中用于估计所述多普勒效应的所述构件适合于利用预测性例程。

48. 如权利要求41或42所述的定位系统,其中用于估计所述参考信号传播延迟的所述构件适合于利用预测性例程。

49. 如权利要求41或42所述的定位系统,其中所述流动方位接收机适合于利用预测性例程来估计移动的各定位单元设备或参考发射机的位置或速度。

用于在时间上同步动态位置网络的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在动态位置网络中在时间上同步定位信号的方法和设备,其中定位信号的源中的一个或多个相对于彼此移动。然而应当理解的是,本发明不限制于这种具体的使用领域。

[0002] 相关申请

[0003] 本申请要求来自2014年7月25日提交的澳大利亚临时专利申请No 2014902899的优先权,该临时专利申请的内容通过引用整体结合于本文之中。

背景技术

[0004] 贯穿本说明书的现有技术的任何讨论不应该以任何方式被看作是承认这些现有技术是众所周知的或者形成本领域公知常识的一部分。

[0005] 标题为“A Method and Device for Chronologically Synchronizing a Location Network (用于在时间上同步位置网络的方法和设备)”的已公布PCT申请No WO 03/038469 A1 (其内容通过引用结合于本文之中)公开了用于使用从被称为定位单元设备的陆基发射机的同步网络所发射的定位信号而为移动装置生成精确的方位确定的方法和系统。这些方法和系统的关键是所谓的锁时环(Time Lock Loop, TLL),其直接地测量和校正每一个定位单元设备中的定时误差,从而建立和维护发射定位信号的定位单元设备的网络,这些定位信号在时间上同步到指定的参考发射机的时间基准。一旦给定的定位单元设备已经同步到指定的参考发射机的时间基准,它就能够将网络时间基准中继到不具有指定的参考发射机的清晰视域(view)的另外的定位单元设备,从而通过定位单元设备的扩展的网络传播时间基准。锁时环一旦建立就极其鲁棒,诸如温度与电压改变的扰动不会影响同步。

[0006] 然而WO 03/038469 A1中所公开的TLL方法论要求参考发射机和定位单元设备处在相对于参考坐标系已知并且固定的位置中。通常参考发射机和定位单元设备是陆基的,尽管定位单元设备接收来自地球静止轨道中的卫星(诸如,广域增强系统(WAAS)卫星)的参考定位信号也是有可能的。如果参考发射机和定位单元设备相对于彼此移动,那么多普勒频移将被施加在由定位单元设备所接收的参考定位信号上。该多普勒效应将与时钟漂移不能区分,因为多普勒效应和时钟漂移这两者都表现为频率改变。因此在试图将它自己同步到参考发射机中,定位单元设备将错误地摆动它的时钟,严重地降低由移动装置所计算的方位解决方案的准确度。因此非常期望用于同步动态位置网络的方法和设备,以使得能够对于接收来自定位单元设备的网络的信号的移动装置计算准确的方位解决方案,其中定位单元设备中的一个或多个相对于其它定位单元设备移动。

[0007] 发明目的

[0008] 本发明的目的是克服或改善现有技术中的至少一个缺点,或者提供有用的替代。

[0009] 在优选形式中本发明的目的是提供用于在参考发射机与定位单元设备相对于彼此移动的情形中将定位单元设备同步到参考发射机的时间基准的方法。

[0010] 在优选形式中本发明的另一目的是提供用于在参考发射机与定位单元设备相对于彼此移动的情形中,在由参考发射机与由定位单元设备发射的定位信号之间生成频率相干(frequency coherence)的方法。

[0011] 在优选形式中本发明的另一个目的是提供能够为接收来自定位单元设备的网络的信号的移动装置生成准确方位解决方案的定位系统,其中定位单元设备中的一个或多个相对于其它定位单元设备移动。

发明内容

[0012] 根据本发明的第一方面,提供了将由定位单元设备生成的独特定位信号在时间上同步到由参考发射机生成的参考定位信号的方法,其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动,所述方法包括以下步骤:

[0013] a) 所述定位单元设备接收和解释所述参考定位信号;

[0014] b) 所述定位单元设备生成和发射独特定位信号,其中所述独特定位信号与引导(steered)发射机时钟对准;

[0015] c) 所述定位单元设备接收和解释所述独特定位信号;

[0016] d) 所述定位单元设备测量接收的参考定位信号与接收的独特定位信号之间的频率差;

[0017] e) 所述定位单元设备估计与相对移动相关联的多普勒效应;

[0018] f) 所述定位单元设备通过从测量的频率差和估计的多普勒效应所得到的量调整所述引导发射机时钟的频率;

[0019] g) 所述定位单元设备测量接收的参考定位信号与接收的独特定位信号之间的时间差;

[0020] h) 所述定位单元设备估计所述参考接收机与所述定位单元设备之间的参考信号传播延迟;以及

[0021] i) 所述定位单元设备的根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟调整所述独特定位信号的生成,

[0022] 其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟,使得所述独特定位信号在时间上同步到所述参考定位信号。

[0023] 优选地,步骤d)到f)被重复地执行。在某些实施例中步骤g)到i)被重复地执行。

[0024] 参考发射机优选地使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。优选地,定位单元设备使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。轨迹数据优选地包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。在某些实施例中,轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

[0025] 在某些实施例中,定位单元设备利用预测性例程估计多普勒效应或参考信号传播延迟。

[0026] 根据本发明的第二方面,提供了在由参考发射机生成的参考定位信号与由定位单元设备生成的独特定位信号之间生成频率相干的方法,其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动,所述方法包括以下步骤:

[0027] a) 所述定位单元设备接收和解释所述参考定位信号;

[0028] b) 所述定位单元设备生成和发射独特定位信号,其中所述独特定位信号与引导发射机时钟对准;

[0029] c) 所述定位单元设备接收和解释所述独特定位信号;

[0030] d) 所述定位单元设备测量接收的参考定位信号与接收的独特定位信号之间的频率差;

[0031] e) 所述定位单元设备估计与相对移动相关联的多普勒效应;以及

[0032] f) 所述定位单元设备通过从测量的频率差和估计的多普勒效应所得到的量调整所述引导发射机时钟的频率,

[0033] 其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者估计所述多普勒效应,使得所述独特定位信号与所述参考定位信号频率相干。

[0034] 步骤d) 到f) 优选地被重复地执行。

[0035] 参考发射机优选地使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。优选地,定位单元设备使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。优选地,轨迹数据包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。在某些实施例中,轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

[0036] 在某些实施例中,定位单元设备利用预测性例程估计多普勒效应。

[0037] 根据本发明的第三方面,提供了用于将由定位单元设备生成的独特定位信号在时间上同步到由参考发射机生成的参考定位信号的所述定位单元设备,其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动,所述定位单元设备包括:

[0038] a) 用于接收和解释所述参考定位信号的构件;

[0039] b) 用于生成和发射所述独特定位信号的构件,其中所述独特定位信号与引导发射机时钟对准;

[0040] c) 用于接收和解释所述独特定位信号的构件;

[0041] d) 用于测量接收的参考定位信号与接收的独特定位信号之间的频率差的构件;

[0042] e) 用于估计与相对移动相关联的多普勒效应的构件;

[0043] f) 用于通过从测量的频率差和估计的多普勒效应所得到的量调整所述引导发射机时钟的频率的构件;

[0044] g) 用于测量接收的参考定位信号与接收的独特定位信号之间的时间差的构件;

[0045] h) 用于估计所述参考接收机与所述定位单元设备之间的参考信号传播延迟的构件;以及

[0046] i) 用于根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟调整所述独特定位信号的生成的构件,

[0047] 其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟,使得所述独特定位信号在时间上同步到所述参考定位信号。

[0048] 优选地,定位单元设备适合于重复地执行步骤d)到f)。在某些实施例中,定位单元设备适合于重复地执行步骤g)到i)。

[0049] 在优选的实施例中,定位单元设备适合于使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。轨迹数据优选地包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。在某些实施例中,轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

[0050] 在某些实施例中,用于估计多普勒效应的构件、或者用于估计参考信号传播延迟的构件适合于利用预测性例程。

[0051] 根据本发明的第四方面,提供了用于在由参考发射机生成的参考定位信号与由定位单元设备生成的独特定位信号之间生成频率相干的所述定位单元设备,其中所述定位单元设备和所述参考发射机相对于彼此移动,所述定位单元设备包括:

[0052] a) 用于接收和解释所述参考定位信号的构件;

[0053] b) 用于生成和发射所述独特定位信号的构件,其中所述独特定位信号与引导发射机时钟对准;

[0054] c) 用于接收和解释所述独特定位信号的构件;

[0055] d) 用于测量接收的参考定位信号与接收的独特定位信号之间的频率差的构件;

[0056] e) 用于估计与相对移动相关联的多普勒效应的构件;

[0057] f) 用于通过从测量的频率差和估计的多普勒效应所得到的量调整所述引导发射机时钟的频率的构件,

[0058] 其中所述定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者估计所述多普勒效应,使得所述独特定位信号与所述参考定位信号频率相干。

[0059] 定位单元设备优选地适合于重复地执行步骤d)到f)。

[0060] 在优选的实施例中,定位单元设备适合于使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。轨迹数据优选地包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。在某些实施例中,轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。

[0061] 在某些实施例中,用于估计多普勒效应的构件适合于利用预测性例程。

[0062] 根据本发明的第五方面,提供了用于在包括一个或多个参考发射机和一个或多个定位单元设备的位置网络中确定流动方位接收机的方位的方法,其中,所述定位单元设备中的至少一个定位单元设备作为它自己的移动结果或者参考发射机的移动结果相对于参考发射机移动,所述方法包括以下步骤:

[0063] a) 所述一个或多个参考发射机中的每一个根据所述一个或多个参考发射机的时间基准生成和发射参考定位信号;

[0064] b) 相对于参考发射机移动的所述至少一个定位单元设备中的每一个:

- [0065] i) 接收和解释一个或多个参考定位信号;
- [0066] ii) 生成和发射独特定位信号,其中所述独特定位信号与引导发射机时钟对准;
- [0067] iii) 接收和解释所述独特定位信号;
- [0068] iv) 测量接收的一个或多个参考定位信号中的每一个与接收的独特定位信号之间的频率差;
- [0069] v) 估计与相对移动相关联的多普勒效应;
- [0070] vi) 通过从测量的频率差和估计的多普勒效应所得到的量调整所述引导发射机时钟的频率;
- [0071] vii) 测量接收的一个或多个参考定位信号中的每一个与接收的独特定位信号之间的时间差;
- [0072] viii) 估计所述一个或多个参考接收机中的每一个与该定位单元设备自己之间的参考信号传播延迟;以及
- [0073] ix) 根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟调整所述独特定位信号的生成,
- [0074] 其中相对于参考发射机移动的所述至少一个定位单元设备中的每一个从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟,使得所述独特定位信号在时间上同步到所述一个或多个参考定位信号;以及
- [0075] c) 所述流动方位接收机:
- [0076] 接收在时间上同步的独特定位信号、或者所述一个或多个参考定位信号、或者这两者;以及
- [0077] 随后计算它自己的方位。
- [0078] 优选地,步骤b) iv) 到b) vi) 被重复地执行。在某些实施例中步骤b) vii) 到b) ix) 被重复地执行。
- [0079] 在优选的实施例中,移动的每一个参考发射机或定位单元设备使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。轨迹数据优选地包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。在某些实施例中,轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。
- [0080] 在某些实施例中,相对于参考发射机移动的至少一个定位单元设备中的每一个利用预测性例程估计多普勒效应或参考信号传播延迟。在某些实施例中,流动方位接收机利用预测性例程估计移动的每一个定位单元设备或参考发射机的位置或速度。
- [0081] 根据本发明的第六方面,提供了用于使得流动方位接收机能够确定它自己的方位的定位系统,所述定位系统包括位置网络和流动方位接收机,所述位置网络包括:
- [0082] a) 一个或多个参考发射机,每一个被配置为根据所述一个或多个参考发射机的时间基准生成和发射参考定位信号;以及
- [0083] b) 一个或多个定位单元设备,所述一个或多个定位单元设备中的至少一个定位单元设备作为它自己的移动结果或参考发射机的移动结果相对于参考发射机移动,这些定位单元设备中的每一个包括:

- [0084] i) 用于接收和解释一个或多个参考定位信号的构件;
- [0085] ii) 用于生成和发射独特定位信号的构件,其中所述独特定位信号与引导发射机时钟对准;
- [0086] iii) 用于接收和解释所述独特定位信号的构件;
- [0087] iv) 用于测量接收的参考定位信号中的每一个与接收的独特定位信号之间的频率差的构件;
- [0088] v) 用于估计与相对移动相关联的多普勒效应的构件;
- [0089] vi) 用于通过从测量的频率差和估计的多普勒效应所得到的量调整所述引导发射机时钟的频率的构件;
- [0090] vii) 用于测量接收的参考定位信号中的每一个与接收的独特定位信号之间的时间差的构件;
- [0091] viii) 用于估计所述至少一个参考接收机与该定位单元设备自己之间的参考信号传播延迟的构件;以及
- [0092] ix) 用于根据测量的时间差和估计的参考信号传播延迟调整所述独特定位信号的生成的构件,
- [0093] 其中该定位单元设备从所述参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者估计所述多普勒效应和所述参考信号传播延迟,使得所述独特定位信号在时间上同步到所述一个或多个参考定位信号;
- [0094] c) 所述流动方位接收机包括:
- [0095] i) 用于接收在时间上同步的独特定位信号或者参考定位信号或者这两者的构件;以及
- [0096] ii) 用于随后计算它自己的方位的构件。
- [0097] 优选地,相对于参考发射机移动的每一个定位单元设备适合于重复地执行步骤b) iv) 到b) vi)。在某些实施例中,相对于参考发射机移动的每一个定位单元设备适合于重复地执行步骤b) vii) 到b) ix)。
- [0098] 优选地,移动的每一个参考发射机或定位单元设备适合于使用下述中的一个或多个测量它自己的轨迹数据,并且广播该轨迹数据:惯性导航系统;来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号;或者来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号。轨迹数据优选地包括位置信息、速度信息和加速度信息中的一个或多个。在某些实施例中,轨迹数据包括位置、速度和加速度中的一个或多个的预测。
- [0099] 在某些实施例中,用于估计多普勒效应的构件、或者用于估计参考信号传播延迟的构件适合于利用预测性例程。在某些实施例中,流动方位接收机适合于利用预测性例程估计移动的每一个定位单元设备或参考发射机的位置或速度。
- [0100] 根据本发明的第七方面,提供了根据第三方面的定位单元设备,当在位置网络中使用时用于确定流动方位接收机的方位。

附图说明

- [0101] 现在将参考附图仅通过示例的方式描述本发明的优选实施例,其中:
- [0102] 图1图示出使得定位单元设备能够将它的定位信号同步到参考发射机时间基准的

静止参考发射机向静止定位单元设备广播的传统情形；

[0103] 图2图示出包括向多个静止定位单元设备广播的静止参考发射机、与能够使用接收的定位信号确定单点方位解决方案的流动方位接收机的现有技术定位系统；

[0104] 图3图示出参考发射机向定位单元设备广播的动态情形，其中参考发射机和定位单元设备相对于彼此移动；

[0105] 图4是示出根据本发明的实施例的用于在动态位置网络中移动平台的同步过程的步骤的流程图；

[0106] 图5是示出根据本发明的另一个实施例的用于动态位置网络中的移动平台的同步过程的步骤的流程图；以及

[0107] 图6图示出根据本发明的实施例的定位系统，包括以下形式的动态位置网络：多个定位单元设备相对于彼此移动，以及流动方位接收机能够使用接收的定位信号计算单点方位解决方案。

具体实施方式

[0108] 现有技术同步过程的概述

[0109] 将参考图1简单地讨论上述WO 03/038469 A1中详细公开的锁时环(TLL)过程。处在关于参考坐标系(诸如，地心地固(ECEF)坐标系)的固定与已知的位置中的定位单元设备2接收由处在另一个固定与已知的位置中的参考发射机6发射的参考定位信号4，并且将它自己同步到由参考发射机的内部生成的时钟8所确定的时间基准。定位单元设备2包含接收机10、发射机12、引导发射机时钟14和CPU 16，以及为其他部件提供共同时间基准的振荡器18。一旦定位单元设备接收到参考定位信号4，它就从它的发射机12发射独特定位信号20的从版本，该从版本由它的接收机10接收。参考定位信号4和从定位信号20中的每一个具有载波成分、伪随机码成分和数据成分，伪随机码成分和数据成分对于每一个设备是独特的。接收机10同时接收和采样参考定位信号4与从定位信号20并且测量这两个信号之间的集成载波相位(ICP)差。CPU 16使接收机10内的参考定位信号4与从定位信号20两者的ICP测量结果归零，然后参与向引导发射机时钟14不断地施加校正的控制回路以将ICP差维持为零，使得从定位信号20实现和维持与参考定位信号4的频率相干。

[0110] 频率相干是TLL同步过程中的重要阶段，因为一旦参考定位信号与从定位信号的载波频率被对准，这两个信号的伪随机成分与数据成分之间所观察到的时间差就变成恒定。这个时间差包括根据定位单元设备天线21与参考发射机天线23之间的已知几何距离22所计算的传播时间延迟、和定位单元设备引导发射机时钟14与参考发射机时钟8之间的时间基准偏移(或时间偏置)。这个计算允许这两个信号进入时间上的对准。在优选的实施例中，定位单元设备在两阶段过程中实现时间偏置校正，该两阶段过程包括关于伪随机码的粗摆动(即，暂时地以更快或更慢的速率对其发射机12的伪随机码生成器计时)，之后将附加频率偏移施加到引导发射机时钟14达预定时间段。传播时间延迟可以在任何一个阶段被考虑。

[0111] 当从定位信号20具有与参考定位信号4的频率相干并且与参考发射机的时间基准在时间上对准时，它完全同步到参考发射机的时间基准并且由发射的独特定位信号24所表示。重要地，TLL中的差分过程消除了由接收机电子器件或温度变化所引起的任何接收机线

偏置或组延迟。参考图2,位于包括参考发射机6与在时间上同步的定位单元设备2-1、2-2的位置网络内的、流动方位接收机26形式的移动装置能够接收来自定位单元设备的独特定位信号24-1、24-2、或者能够接收来自参考发射机6的参考定位信号4、或者能够接收这两者,并且自主地计算基于码和载波的方位解决方案这两者。更通常地,流动方位接收机能够利用来自视域内的任何同步的定位单元设备(可能包括指定的参考发射机)的定位信号来计算方位解决方案。典型地要求来自三个或更多个定位单元设备和/或参考发射机的信号,尽管在某些情形中有可能从少于三个定位信号计算方位解决方案。例如,如果流动方位接收机具有与位置网络的时间基准有已知关系的高度准确的时钟,那么它能够仅从两个定位信号计算二维方位解决方案。

[0112] 定位单元设备从两个或更多个时间同步的参考发射机接收参考定位信号也是有可能的。在这种配置中,能够在参考发射机之间平均参考信号误差源(诸如,多径和对流层延迟)以提高时间基准准确度。在时间上同步的定位系统的进一步实现细节(例如,关于CDMA定位信号的发射和解释的细节以及关于设备硬件的细节)在上述PCT公布WO 03/038469 A1中描述。如这里所描述的,定位信号典型地是射频(RF)信号。

[0113] 现有技术同步过程的局限性

[0114] 图3示出了动态情形,其中参考发射机6和定位单元设备2相对于彼此移动,如通过表示参考发射机和/或定位单元设备相对于参考坐标系的移动的箭头28、29所描绘的那样。这个相对运动对以上描述的TLL同步过程具有两个有害效果。首先并且更显然的,参考发射机天线23与定位单元设备天线21之间的距离22以及因此参考定位信号4的传播时间延迟变为是可变的。这影响将定位单元设备2的独特定位信号24在时间上对准参考发射机6的时间基准所要求的时间基准校正。其次,相对运动在参考定位信号4上施加多普勒频移,从定位单元设备2的角度来看该多普勒频移与它的振荡器18的漂移不能区分。通常,相对运动将引起接收的参考定位信号4的频率变化,阻碍ICP差分过程在两个定位信号之间正确地建立频率相干。在如图2所示的定位系统的上下文中,作为结果的同步误差,连同定位单元设备2-1、2-2或参考发射机6中的一个或多个的时变位置,严重地劣化由流动方位接收机26计算的方位解决方案。

[0115] 动态同步过程

[0116] 于是,结果是在有移动平台的动态环境(诸如,包括多个移动定位单元设备的位置网络,多个移动定位设备中的一个可以被指定为参考发射机)中,必须修改以上描述的同步过程以考虑定位单元设备和/或参考发射机之间的相对运动。动态环境的一个示例是安装在车辆上的多个定位单元设备,例如用于紧急服务或执法目的。在另一个示例中,移动平台(诸如,飞行器)可以在以传统方式使用来自固定的陆基定位单元设备的同步网络的定位信号确定它的方位后,通过将它自己的独特定位信号与网络时间基准同步而寻求加入网络。在这种情况下,移动平台能够将同步的陆基定位单元设备中的任何一个、或者关于另一个移动平台的同步的定位单元设备视为参考发射机。在又一个示例中,一个或多个固定的陆基定位单元设备能够使用来自与地球旋转不同步的卫星(诸如,GPS卫星)的定位信号作为参考。

[0117] 出于本说明书的目的,我们将会把修改的同步过程称作“动态锁时环”(动态TLL)过程。将在下述方面描述这个过程:在时间上将由定位单元设备生成的独特定位信号同步

到由参考发射机生成的参考定位信号,其中定位单元设备和参考发射机相对于彼此移动。在优选的实施例中,参考发射机本身是定位单元设备。一旦给定的定位单元设备与位置网络的时间基准同步,它就能够将网络时间基准中继到不具有指定的参考发射机的清晰视域的另外的定位单元设备。

[0118] 显而易见的应该是,术语“相对于彼此移动”、“相对移动”、“相对运动”等,当应用到参考发射机和定位单元设备时,包含多种情形。例如,相对于参考坐标系,参考发射机可以是在固定的位置中并且定位单元设备在移动,或者反之,或者两者可以独立地移动。

[0119] 参考图3和图4的流程图描述根据本发明的实施例的动态TLL过程,图4的流程图示出由定位单元设备所执行的一系列步骤,该定位单元设备寻求将它的定位信号同步到参考发射机的定位信号,定位单元设备与参考发射机处于相对运动的状态中。在步骤30中,定位单元设备2接收和解释由参考发射机6生成的参考定位信号4。在步骤32中,定位单元设备生成与它的引导发射机时钟14对准的独特定位信号20的从版本。在这样做之前,定位单元设备CPU 16优选地将发射机时钟引导到与接收的参考定位信号4对准的大致时间与频率。在步骤34中,由定位单元设备的接收机10接收和解释从定位信号20。在步骤36中,测量接收的参考定位信号4与接收的从定位信号20之间的频率差,例如通过对在预定时段上测量的两个信号的集成载波相位测量结果进行差分处理,或者通过测量瞬时的频率偏移。在步骤38中,定位单元设备估计与参考发射机和它自己之间的相对运动相关联的多普勒效应,如下面在“估计多普勒效应”部分所描述的那样。随后在步骤40中校正频率差以考虑多普勒效应,例如,通过从测量的频率差中移除估计的多普勒效应。这产生校正的频率差,其指示定位单元设备2的频率漂移,并因此指示参考定位信号4与从定位信号20之间的频率与相位差。定位单元设备的频率漂移可以例如由它自己的振荡器18的漂移所引起或者由温度或电压波动所引起。在步骤42中,定位单元设备通过从在步骤40中所计算的校正的频率差得到的量来调整它的引导发射机时钟14的频率,其从而调整定位单元设备的从定位信号20的生成。

[0120] 两个定位信号4、20现在以由多普勒效应估计的准确度所限制的准确度在频率上对准(即,它们频率相干)。为了防止频率通过定位单元设备的后续漂移而变得失准,即,为了维护频率相干,应该如控制回路44所表示的那样重复地执行步骤36、38、40和42。在优选的实施例中,经由定位单元设备的CPU 16内的闭合回路执行频率对准,其基于重复的ICP差分测量和多普勒效应估计而重复地向引导发射机时钟14施加校正。

[0121] 可替代地,通过测量在接收机10处接收的参考定位信号4与从定位信号20之间的频率偏差、对于估计的多普勒效应校正它、然后将它直接供应给引导发射机时钟14来执行频率对准以创建所谓的“频率跟踪系统(FTS)”。引导发射机时钟简单地仿真对于多普勒效应估计校正的进入的参考定位信号的频率偏差。这个方法要求定位单元设备的振荡器18在接收机10和发射机12之间是共同的(如图3中的情况),并且通常没有优选的闭合回路方法准确,因为共同模式误差(例如由温度变化引起)没有被差分掉。

[0122] 一旦频率相干已经建立,参考定位信号4与从定位信号20之间的时间差就能够被准确地测量以消除参考发射机6与定位单元设备2之间的任何时间偏置。在步骤46中,定位单元设备测量分别在步骤30和34中接收和解释的参考定位信号与从定位信号之间的时间差,并且在步骤47中,定位单元设备估计参考发射机天线23与定位单元设备天线21之间的

当前距离22。根据这个距离估计,定位单元设备2在步骤48中通过将距离估计除以光速来计算参考信号传播延迟的估计(即,飞行时间)。用于估计距离22的方法在下面的部分“估计传播延迟”中讨论。在某些实施例中,考虑到大气的影响(即,对流层延迟,其通常降低真空光速大约300ppm)而确定光速的值。在一种具体的实施例中,使用在参考发射机处和在定位单元设备处的温度、压力和相对湿度的测量结果来估计对流层延迟。

[0123] 应当理解的是,通过估计的参考信号传播延迟偏移的测量的时间差,提供了将定位单元设备2与参考发射机6的时间基准对准所要求的时钟校正的估计。因此在步骤50中,根据测量的时间差和估计的传播延迟调整从定位信号的生成以实现参考定位信号4与从定位信号20之间的时间上的对准。在一种实施例中,通过在根据时间差与估计的传播延迟所得到的时间段内偏移定位单元设备的引导时钟14的频率而执行调整,同时多普勒效应校正的锁频控制回路44暂时不参加。这有效地在时间上摆动从定位信号20。我们注意到,在控制回路不参加时仍然应该测量和校正多普勒效应估计。在替代的实施例中,通过摆动定位单元设备发射机12的PRN码生成器必要量的码相位(码片)(即,暂时地以更快或更慢的速率定时PRN码生成器来执行调整),同时维护多普勒效应校正的锁频回路44。在其他实施例中,通过这些过程的组合(例如,涉及到PRN码生成器的粗摆动,之后是频率偏移)来执行调整。

[0124] 一旦已经建立频率相干和时间上的对准,从定位信号20就被声明为与参考定位信号4在时间上同步并且变成定位单元设备的发射的独特定位信号24。定位单元设备2然后变成同步的位置网络的一部分,使得它的定位信号能够如下面所描述的那样由流动方位接收机使用以确定准确的单点方位解决方案。同步的定位单元设备还能够将网络时间基准中继到寻求进入网络的其他定位单元设备。

[0125] 如上面提到的,为了维护参考定位信号与从定位信号之间的频率相干,应该如由控制回路44所示的那样重复地执行同步过程的频率对准部分(即,图4中的步骤36、38、40和42)。在优选的实施例中,过程的时间上对准部分(即,图4中的步骤46、47、48和50)仅执行一次。然而重复地执行时间上对准可能是有利的,如控制回路52所表示的那样,例如以维护对时间上对准的检查或者修复周跳(cycle slip)。

[0126] 为了完整性,我们注意到同步过程的时间上对准部分在频率对准部分之前执行是有可能的。

[0127] 如现有技术中的锁时环同步过程那样,定位单元设备从两个或更多个时间同步的参考发射机接收参考定位信号也是有可能的。此外,这个配置使得参考信号误差源(诸如多径和对流层延迟)能够在参考发射机之间被平均以提高时间基准的准确度。然而在本发明的上下文中,其还使得移动引起的多普勒频移与传播延迟变化的估计中的误差能够平均化。

[0128] 回到图4中的流程图,将理解的是能够在步骤40中频率差被校正之前的任何时间执行多普勒效应估计步骤38。例如,其可以在频率差测量步骤36之前执行,或者甚至在步骤30中参考定位信号被接收和解释之前执行。一旦在步骤42中首次对准了频率,为了使用控制回路44维护频率锁定的目的,紧接在频率差测量步骤36之前或之后估计多普勒效应将是方便的。

[0129] 类似地,在如图4所示的动态TLL过程的时间对准部分中的步骤的顺序方面存在相当大的灵活性。例如,距离估计步骤47能够在时间差测量步骤46之前执行,或者甚至在频率

调整步骤42之前执行。

[0130] 参考图5中示出的流程图与图3中示出的装置描述根据本发明的另一个示例的动态TLL过程。与图4一样,图5的流程图示出由寻求将其定位信号同步到参考发射机6的定位信号的定位单元设备2所执行的一系列步骤,定位单元设备2与参考发射机6处于相对运动的状态。在步骤30中,定位单元设备2接收和解释由参考发射机6生成的参考定位信号4。在步骤32中,定位单元设备生成与它的引导发射机时钟14对准的独特定位信号20的从版本,优选地在发射机时钟已经被引导到与接收的参考定位信号4大致时间与频率对准之后,并且在步骤34中,由定位单元设备的接收机10接收和解释从定位信号20。在步骤38中,定位单元设备估计与参考发射机和它自己之间的相对运动相关联的多普勒效应,如下面在“估计多普勒效应”部分所描述的那样,然后在步骤54中对于多普勒效应校正参考定位信号。在步骤56中,测量经多普勒效应校正的参考定位信号与接收的从定位信号之间的频率差,例如通过对在预定的时段上测量的两个信号的集成载波相位测量结果进行差分,或者通过测量瞬时的频率偏移。在步骤58中,定位单元设备通过从步骤56中计算的频率差所得到的量调整它的引导发射机时钟14的频率,其从而调整定位单元设备的从定位信号20的生成。

[0131] 两个定位信号4、20现在在频率上对准,即,频率相干。为了防止频率通过定位单元设备的后续漂移而变得失准,应该如控制回路60所表示的那样重复地执行步骤38、54、56和58。动态TLL过程的时间上对准部分(即,步骤46、47、48和50)连同可选的控制回路52以与参考图4所描述的相同的方式进行。

[0132] 关于图5的频率对准部分中的步骤的顺序存在相当大的灵活性。例如,多普勒效应估计步骤38能够在步骤30中接收和解释参考定位信号之前发生,或者多普勒效应估计和校正(步骤38和54)能够在步骤32和34中生成、接收和解释从定位信号之前执行。

[0133] 在图5示出的实施例中,在步骤56中测量频率差之前,将多普勒效应估计应用于接收的参考定位信号,而在图4示出的实施例中,多普勒效应估计应用于频率差。然而重要的是最终结果是相同的:通过从多普勒效应估计和测量的频率差所得到的量而调整引导时钟14的频率,以将它与参考发射机时钟8的频率对准。在另一个示例中,通过如图5中所示的那样多普勒效应校正接收的参考定位信号而初始地实现频率对准,然后通过如图4中的控制回路44所示的那样重复地多普勒效应校正频率差而维护频率对准。然后以通常形式,频率对准通过定位单元设备2的以下步骤继续:

[0134] (i) 接收和解释参考定位信号4;

[0135] (ii) 生成和发射从定位信号20;

[0136] (iii) 接收和解释从定位信号;

[0137] (iv) 测量接收的参考定位信号与接收的从定位信号之间的频率差;

[0138] (v) 估计与参考发射机6和定位单元设备2之间的相对运动相关联的多普勒效应;
以及

[0139] (vi) 通过从测量的频率差和估计的多普勒效应得到的量调整引导发射机时钟14的频率。

[0140] 估计多普勒效应

[0141] 因为通常多普勒效应与时钟漂移不能区分,所以上述动态的时间上同步过程的频率相干方面依赖于对象定位单元设备能够估计由它自己与参考发射机之间的相对运动而

施加在参考定位信号上的多普勒效应(图4或图5中的步骤38)。在优选的实施例中,定位单元设备从参考发射机的轨迹数据、或者它自己的轨迹数据、或者这两者估计这个多普勒效应,其中轨迹数据典型地包括关于位置、速度和加速度中的一个或多个的信息。在最通常的情况下,定位单元设备和参考发射机都将相对于参考坐标系(诸如,ECEF坐标系)移动,例如,如果被安装在参加搜索和救援操作的车辆上,在这种情况下定位单元设备要求参考发射机和它自己这两者的轨迹数据。

[0142] 在某些实施例中,其中参考发射机6和定位单元设备2都在移动平台上,每一个单元优选地包含用于测量位置、速度和加速度中的一个或多个的如图3所示的跟踪设备62。每一个跟踪设备62可以是例如惯性导航系统(INS)、用于接收来自全球导航卫星系统的卫星的定位信号的GPS接收机、或者用于接收来自同步的定位单元设备的本地网络的定位信号的接收机,其可以是静止的或在移动平台上。可替代地,跟踪设备可以是这些或其他系统的组合,诸如,GPS引导的INS。参考图3,我们注意到定位单元设备2的接收机10能够被编程以计算方位解决方案,并且对于上述动态同步过程有贡献。在这种情况下接收机10能够用作跟踪设备62。类似地,如果参考发射机6本身是定位单元设备,那么它的接收机能够被编程以计算方位解决方案(例如,使用GPS信号),并因此用作跟踪设备62。在这种上下文中我们注意到由定位接收机计算的方位解决方案(也被称为PVT解决方案)通常包括位置、速度和时间信息。

[0143] 惯性导航系统具有在外部定位信号不可靠或不可用的环境中工作的优势。然而,即使是最好的这种系统也经历随着时间的漂移,因此在外部定位信号可用时(例如,来自GPS卫星或定位单元设备的同步网络)的情况下将优选地由定位接收机或类似物支持以重新校准INS。作为内部跟踪设备62的替代,外部跟踪构件(诸如,基于激光的系统)能够被用于测量参考发射机和/或定位单元设备的轨迹数据并且向定位单元设备提供该数据。在广泛的方面中,可以使用用于测量轨迹数据并且向定位单元设备提供该数据的任何合适的构件。

[0144] 在某些实施例中,在参考发射机与定位单元设备中的一个或另一个上不要求跟踪设备。例如,如果定位单元设备接收来自GPS卫星(其有效地是移动平台上的参考发射机)的参考定位信号,那么由卫星例行地发射的星历表数据将足够定位单元设备确定卫星的轨迹数据。可替代地,定位单元设备可以先验地知道指定的参考接收机的运动。在其中仅定位单元设备2在移动平台上(例如,寻求加入固定的陆基位置网络的飞行器)的实施例中,参考发射机6不需要包含跟踪设备。同样地,如果定位单元设备将总是静止的,那么定位单元设备将不要求跟踪设备。

[0145] 在其中参考发射机6在移动平台上的某些实施例中,参考发射机6使用它的跟踪设备62以某个速率(第一测量速率)测量它的轨迹数据,并且将该信息作为它的参考定位信号4的数据成分的一部分以某个更新速率(第一更新速率)广播。定位单元设备2经由它自己的跟踪设备62以某个速率(第二测量速率)测量它自己的轨迹数据,并且根据参考定位信号4解调参考发射机6的对应数据。在优选的实施例中,为了使用独特定位信号以用于其方位解决方案计算的流动方位接收机、或者寻求加入网络的其他单位单元设备的利益,定位单元设备还将它的轨迹数据作为它的独特定位信号24的数据成分的一部分以某个更新速率(第二更新速率)广播。如果定位信号的数据成分的带宽不足以以要求的更新速率广播轨迹数

据,那么参考发射机和/或定位单元设备能够经由单独的数据链路(图3中未示出)广播它们各自的轨迹数据。

[0146] 在优选的实施例中,参考发射机6或定位单元设备2或者这两者以10Hz或更高的速率(更优选地以100Hz或更高的速率)测量它们的轨迹数据,并且例行地用最近测量的轨迹数据更新它们的定位信号4、24的数据成分。更高的测量与更新速率对于参考发射机与定位单元设备的更准确的跟踪是优选的,特别是在它们中的任一者快速地或不规律地移动的情形中。在某些实施例中,测量与更新速率是可调整的;例如,如果参考发射机或定位单元设备感觉到它的运动变得更不规律/不太不规律,那么它能够增加/减小它测量它的轨迹数据的速率,或者增加/减小它更新它的定位信号的数据成分的速率。在某些实施例中,各自的测量和更新速率是相等的,而在其他实施例中,各自的更新速率低于各自的测量速率。

[0147] 在优选的实施例中,由各自的跟踪设备62测量的参考发射机或定位单元设备或这两者的轨迹数据包括至少位置与速度信息。回想一下速度是向量(即速率和方向),速度信息通常足够定位单元设备2获得用于它自己与参考发射机6之间的相对运动的估计,并因此获得施加在参考定位信号4上的多普勒效应的估计。然而,因为参考发射机与定位单元设备之间的距离22所引起的传播延迟,由参考发射机发射并由定位单元设备接收的速度信息可能不在与定位单元设备自己最近测量的速度相同的时间间隔中测量。因此,以足够的准确度估计多普勒效应可能要求更复杂的过程。在一个示例中,参考发射机能够基于例如卡曼(Kalman)滤波器或者最小二乘算法来利用预测性例程,以计算它的位置和/或速度的预测,并且在它的参考定位信号的数据成分中或者经由单独的数据链路广播这些预测。类似地,定位单元设备能够利用预测性例程来计算它的位置和/或速度的预测以用于广播。在另一个示例中,在给定的瞬间,定位单元设备能够接收瞬时的(即,非预测的)位置或速度信息并且利用预测性例程估计它自己与参考发射机之间的相对速度,并因此估计施加在接收的参考定位信号上的多普勒效应。

[0148] 在某些实施例中,参考发射机或者定位单元设备或者这两者的轨迹数据还包括加速度信息。在某些实施例中,参考发射机或者定位单元设备或者这两者使用它们各自的跟踪设备62测量加速度并且将该信息合并到它们的轨迹数据中。在其他实施例中,定位单元设备从最近测量或接收的速度信息推断加速度。应该理解的是,其他信息(例如,加速度的时间变化率)能够被测量并且作为参考发射机或者定位单元设备或者这两者的轨迹数据的一部分而广播。

[0149] 相反地,在其中参考发射机或定位单元设备的运动是逐渐的或者是高度可预测的情形中,轨迹数据只包含位置信息、以合适的更新速率广播可能是足够的,在这种情况下定位单元设备从最近测量的或接收的位置信息推断各自的速度。在某些实施例中,参考发射机或定位单元设备监视它们自己的运动,并且决定在它们的轨迹数据中需要包括多少信息(例如,只有位置,或者位置与速度,或者位置、速度与加速度)、需要多久测量轨迹数据、或者需要多久更新轨迹数据以用于广播。

[0150] 为了完整性,我们注意到上述方法包含参考发射机或者定位单元设备相对于参考坐标系处在固定的位置中的特别情况。例如,如果参考发射机静止在对于定位单元设备已知的位置中,那么参考发射机可能没有必要测量或广播任何轨迹数据,或者它可以仅以缓慢的更新速率(例如,0.1Hz)这样做。在这种情况下,只从定位单元设备的轨迹数据确定多

普勒效应。相反地,如果定位单元设备静止在已知的位置中,那么能够只从参考发射机的轨迹数据估计多普勒效应,并且就算需要的话定位单元设备也仅需要以缓慢的更新速率测量和广播轨迹数据。然而,在最通常的情况中两个设备将移动,并且使用来自两者的轨迹数据估计多普勒效应。

[0151] 估计传播延迟

[0152] 在参考图4和5的如上所述的动态TLL过程的时间同步部分中,在步骤48中,定位单元设备基于光速和在步骤47中获得的参考发射机天线与定位单元设备天线之间的估计的距离22来估计参考信号传播延迟(即,飞行时间)。通常,这要求参考发射机和定位单元设备的位置的知识,其可以形成例如使用跟踪设备62测量的轨迹数据的一部分。类似于具有多普勒效应估计的情形,参考发射机或定位单元设备能够利用预测性例程(诸如,卡曼滤波器或者最小二乘)计算它们的位置的预测以用于广播。可替代地,定位单元设备能够从参考发射机接收瞬时的(即,非预测的)位置信息,并且利用预测性例程估计它自己与参考发射机之间的距离22。在某些实施例中,参考发射机的轨迹数据除了位置信息还包括速度信息,以使得定位单元设备能够估计参考发射机的瞬时位置。在其他实施例中,定位单元设备基于最近接收的位置信息计算估计。如前面解释的,能够考虑到对流层延迟而确定光速的值。

[0153] 方位解决方案

[0154] 现在转到图6,其图示出了包括如下形式的动态位置网络的定位系统,该形式是多个同步的定位单元设备2-1、2-2和2-3(它们中的至少一个如箭头29-1、29-2和29-3所示的那样相对于诸如地心地固(ECEF)坐标系的参考坐标系移动)以及能够接收来自定位单元设备的定位信号24-1、24-2和24-3的流动方位接收机26。移动的定位单元设备的定位信号经由上述动态TLL过程在时间上同步到一个或多个参考发射机的参考定位信号,并且在优选的实施例中,每一个参考发射机本身是定位单元设备,其信号能够被流动方位接收机所利用。通常,流动方位接收机当然也将是移动的。流动方位接收机也需要能够接收来自相对于参考坐标系移动的这些定位单元设备的轨迹数据,使得它能够确定或者预测根据定位信号的伪随机码成分和/或载波成分计算基于码和/或载波的方位解决方案所要求的定位单元设备位置。这类似于传统的GPS系统,其中流动方位接收机在它们的方位解决方案计算中利用卫星星历表。轨迹数据可以包括例如关于位置、速度和加速度中的一个或多个的信息,或者它们的预测。在某些实施例中,定位单元设备将它们的轨迹数据合并到它们的定位信号的数据成分中,而在其他实施例中,它们经由单独的数据链路广播它们的轨迹数据。在优选的实施例中,流动方位接收机26例如基于卡曼滤波器或最小二乘利用预测性例程(来估计定位单元设备和/或参考发射机在给定瞬间的位置、速度和/或加速度)。

[0155] 尽管已经参考特定示例描述了本发明,但是本领域技术人员应当理解的是本发明可以用很多其他形式实现。

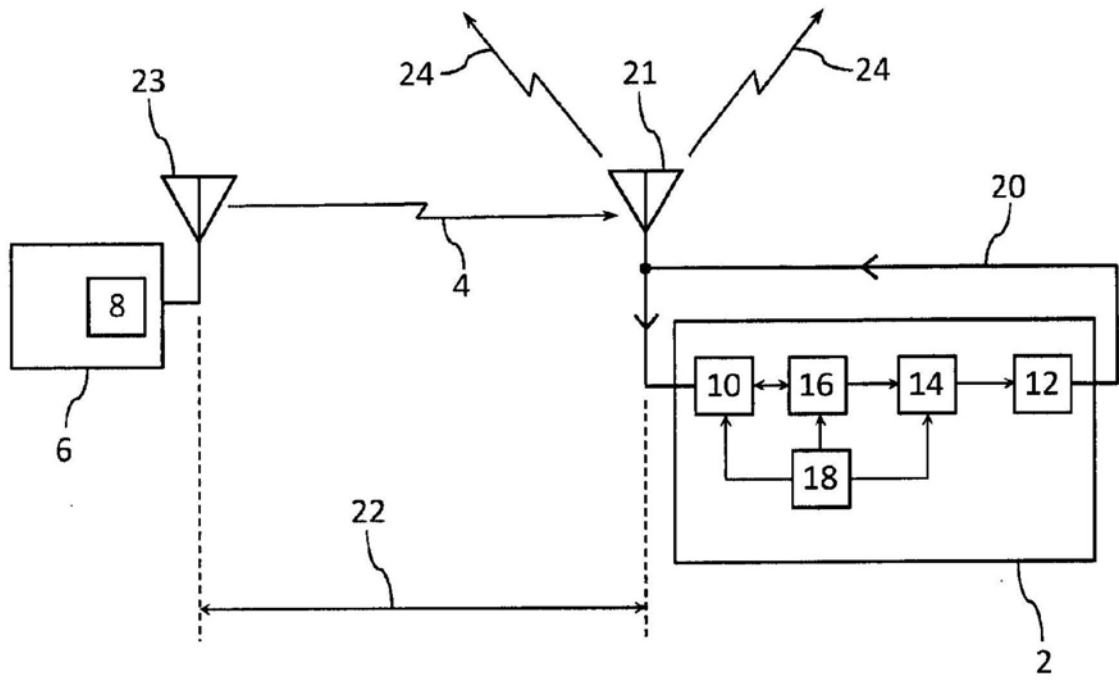


图1

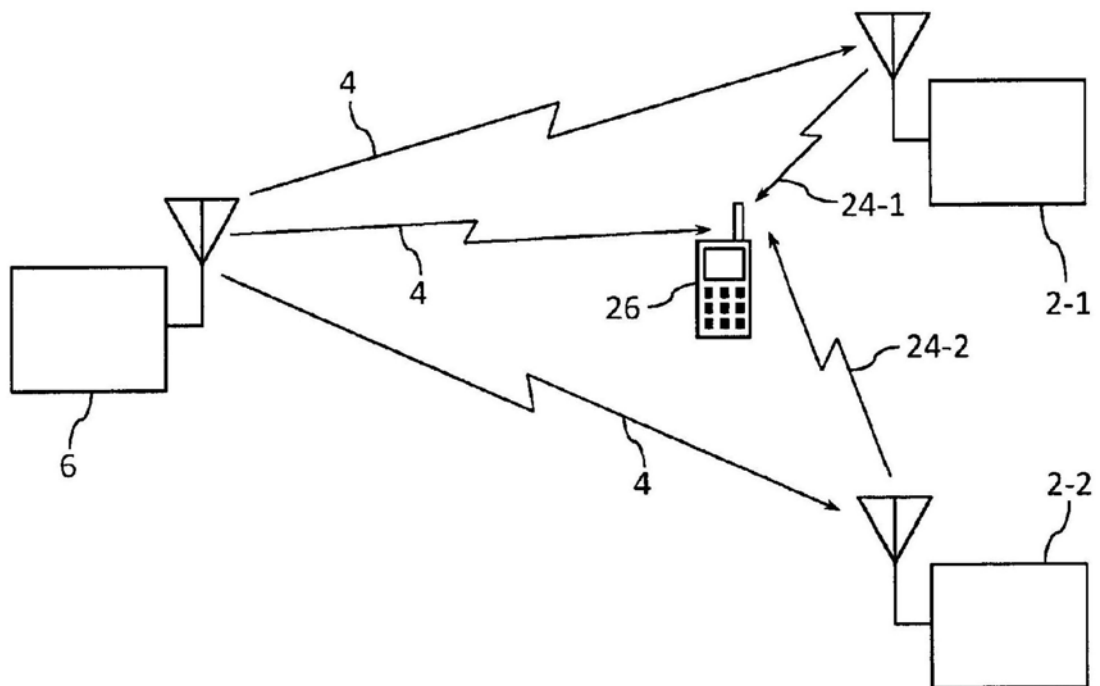


图2

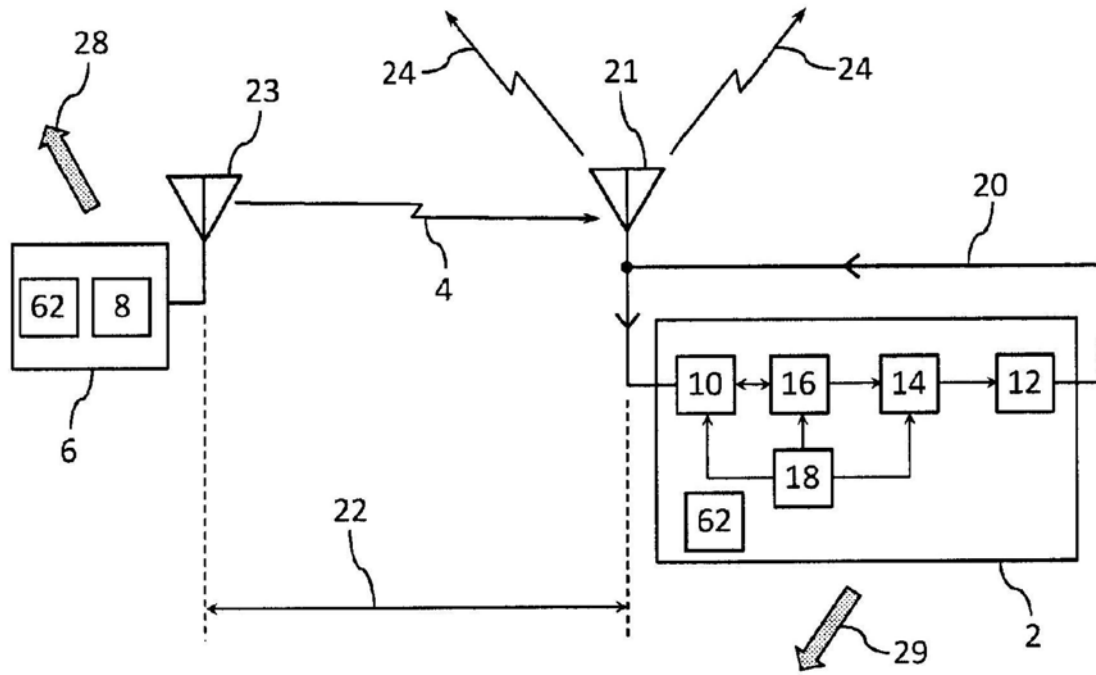


图3

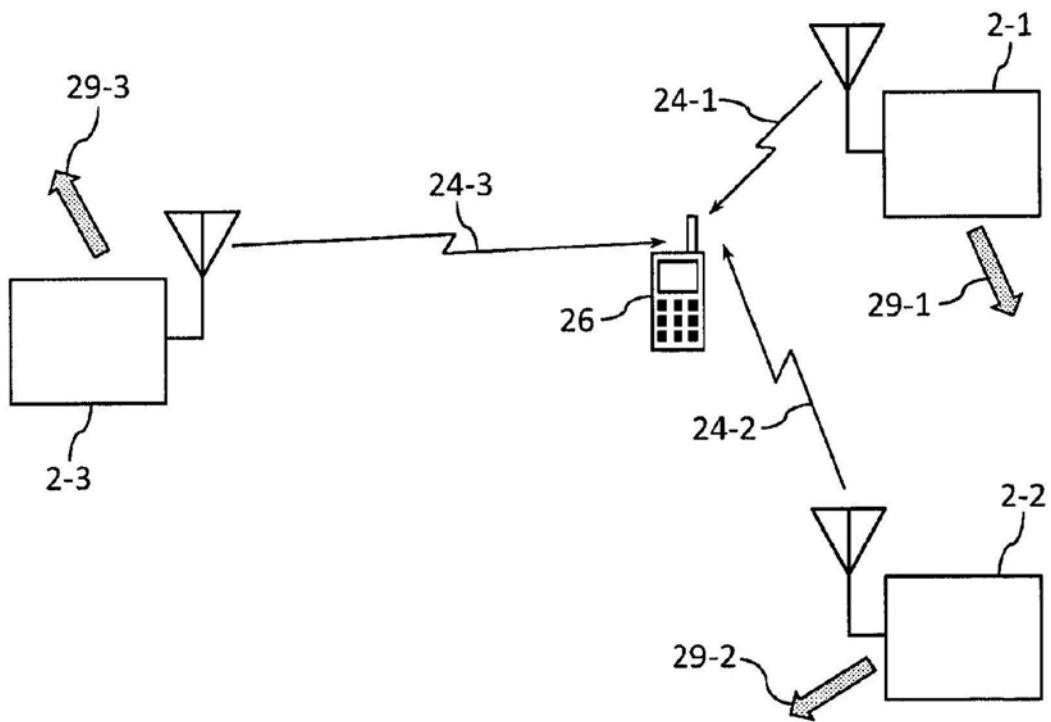


图6

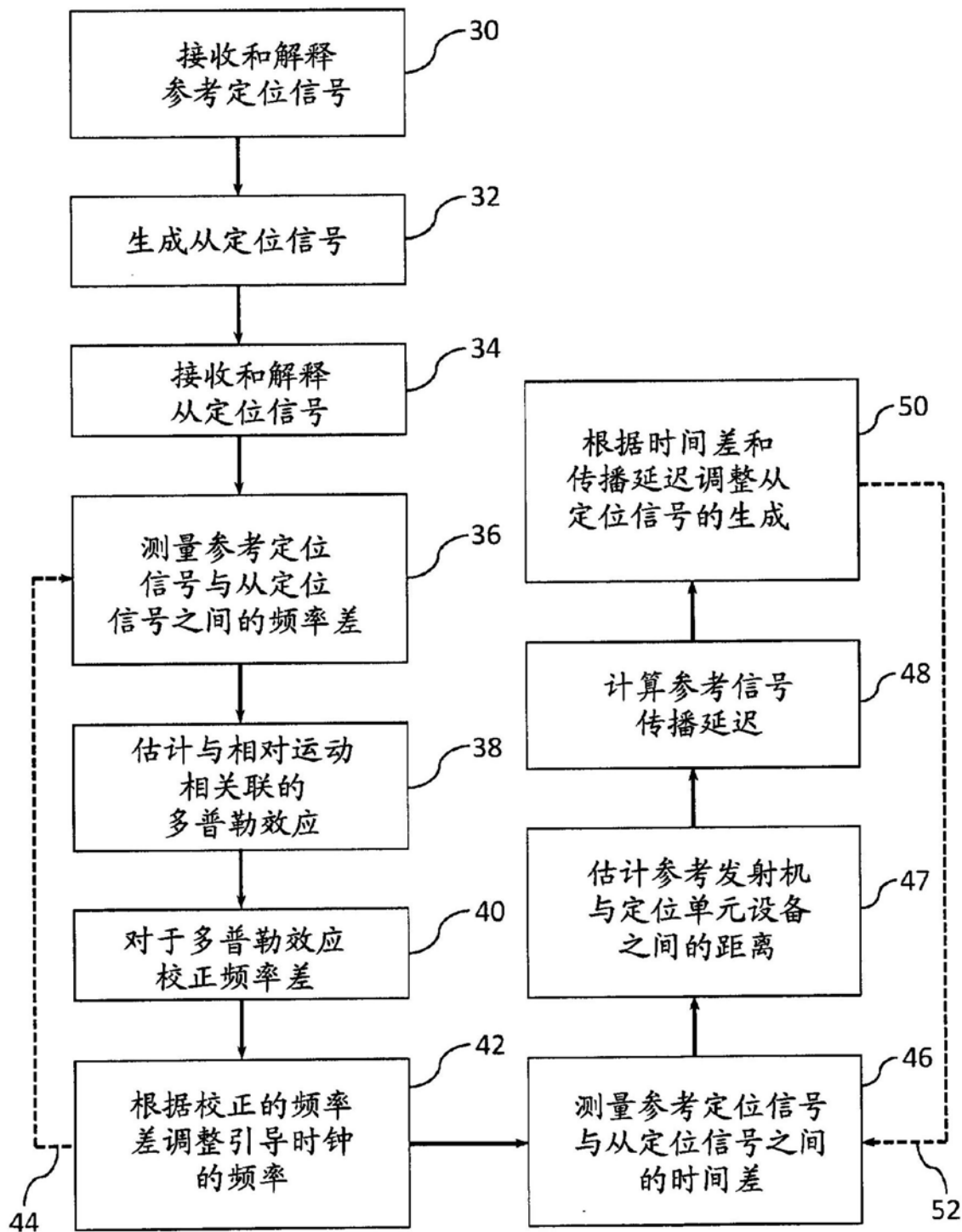


图4

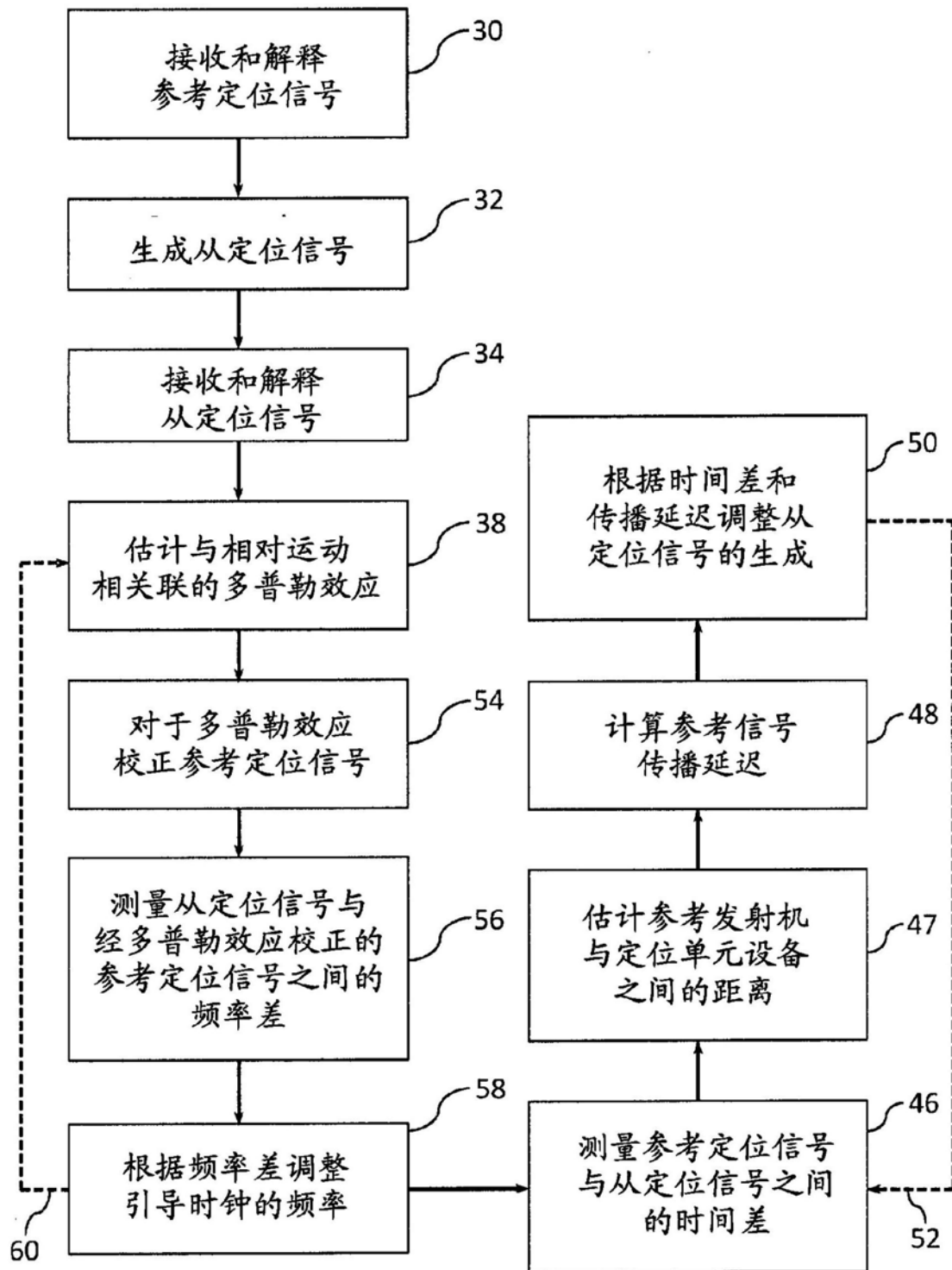


图5