



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116018529 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 25

(21) 申请号 202180055393.4

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

(22) 申请日 2021.07.21

11105

专利代理师 安之斐

(30) 优先权数据

16/998,621 2020.08.20 US

(51) Int.Cl.

G01S 19/51 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.02.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/042636 2021.07.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/039878 EN 2022.02.24

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 王敏 M·钱萨卡尔 罗宁 G·张

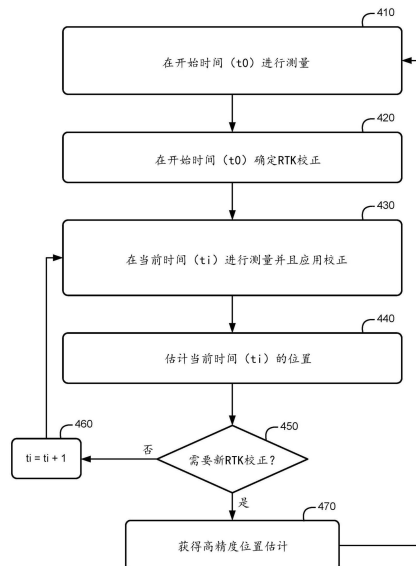
权利要求书7页 说明书14页 附图8页

## (54) 发明名称

无基站的实时动态RTK全球导航卫星系统GNSS定位

## (57) 摘要

本文中所描述的技术利用MCMF功能性来为移动设备提供本地RTK解决方案,其中可以利用所述移动设备的初始高度精确的地点确定来生成RTK校正信息,所述RTK校正信息可以用于在不需要来自RTK基站的测量信息的情况下进行后续高度精确的地点确定。所述RTK校正信息可以应用于由所述移动设备在长时段内进行的GNSS测量,同时保持所述移动设备的产生高度精确的地点确定的能力。并且可以获得附加校正信息并将其应用于所述RTK校正信息以将所述时段延长得甚至更长。



1. 一种移动设备的实时动态 (RTK) 定位的方法, 所述方法包括:  
在第一时间获得第一全球导航卫星系统 (GNSS) 测量, 其中所述第一GNSS测量包括所述移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合;  
至少部分地基于以下各者来确定校正项:  
所述第一GNSS测量, 以及  
所述第一地点;  
在第二时间获得第二GNSS测量, 其中:  
所述第二GNSS测量包括所述移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合; 以及  
至少部分地基于所述第二GNSS测量和所述校正项来确定在所述第二时间所述移动设备的所述第二地点。
2. 根据权利要求1所述的方法, 其中用于所述第一GNSS测量的所述无电离层载波相位组合和用于所述第二GNSS测量的所述无电离层载波相位组合具有相同模糊性项。
3. 根据权利要求1所述的方法, 其中确定在所述第二时间所述移动设备的所述第二地点是在不在所述第一时间之后的时间接收RTK测量信息的情况下进行的。
4. 根据权利要求1所述的方法, 所述方法进一步包括: 进行卫星间单差以获得对与接收器时钟、GNSS间/内频率和星座偏置或接收器相位中心变化效应或它们的任何组合相关的一个或多个误差的一个或多个校正, 其中生成所述校正项进一步至少部分地基于所述一个或多个校正。
5. 根据权利要求1所述的方法, 所述方法进一步包括: 从并非RTK服务的源获得校正数据, 其中:  
所述校正数据包括启用轨道校正、时钟校正或两者的数据; 以及  
生成所述校正项进一步至少部分地基于所述校正数据。
6. 根据权利要求5所述的方法, 其中并非RTK服务的所述源包括另一移动设备。
7. 根据权利要求1所述的方法, 所述方法进一步包括:  
确定水平估计位置误差 (HEPE) 值在第三时间是否超过阈值; 以及  
响应于确定了所述HEPE值超过所述阈值:  
请求来自基站的RTK测量信息; 以及  
使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。
8. 根据权利要求1所述的方法, 所述方法进一步包括:  
确定自所述第一时间以来是否已经过去了阈值量的时间; 以及  
响应于确定了自所述第一时间以来已经过去了所述阈值量的时间:  
请求来自基站的RTK测量信息; 以及  
使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。
9. 根据权利要求1所述的方法, 所述方法进一步包括:  
确定所述移动设备自所述第一时间以来是否已经移动了阈值距离; 以及  
响应于确定了所述移动设备自所述第一时间以来已经移动了所述阈值距离:  
请求来自基站的RTK测量信息; 以及  
使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。
10. 根据权利要求1所述的方法, 所述方法进一步包括: 至少部分地基于从基站接收到

的RTK测量信息来确定所述第一地点。

11. 根据权利要求1所述的方法,所述方法进一步包括:在所述第二时间之后的一个或多个附加时间中的每个附加时间内:

在相应附加时间进行新的相应GNSS测量,其中:

所述新的相应GNSS测量包括无电离层载波相位组合,以及

用于所述第一GNSS测量和所述新的相应GNSS测量的所述无电离层载波相位组合具有相同模糊性项;以及

至少部分地基于所述新的相应GNSS测量和所述校正项来确定所述移动设备在所述相应附加时间的地点。

12. 根据权利要求1所述的方法,所述方法进一步包括:确定RTK测量信息的不可用性,其中确定所述校正项是响应于确定了RTK测量信息的所述不可用性的。

13. 根据权利要求1所述的方法,所述方法进一步包括:

确定RTK测量信息的不可用性,以及

响应于确定了所述RTK测量信息的所述不可用性,确定要使对所述移动设备的所述第二地点的所述确定是至少部分地基于所述校正项的。

14. 一种移动设备,所述移动设备包括:

存储器;以及

一个或多个处理单元,所述一个或多个处理单元与所述存储器通信地耦合并且进一步与全球导航卫星系统(GNSS)接收器通信地耦合或被配置为执行所述全球导航卫星系统接收器,其中所述一个或多个处理单元被配置为:

经由所述GNSS接收器在第一时间获得第一GNSS测量,其中所述第一GNSS测量包括所述移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合;

至少部分地基于以下各者来生成校正项:

所述第一GNSS测量,以及

所述第一地点;

经由所述GNSS接收器在第二时间获得第二GNSS测量,其中:

所述第二GNSS测量包括所述移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合;以及

至少部分地基于所述第二GNSS测量和所述校正项来确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点。

15. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为获得所述第二GNSS测量,使得用于所述第一GNSS测量的所述无电离层载波相位组合和用于所述第二GNSS测量的所述无电离层载波相位组合具有相同模糊性项。

16. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为在不在所述第一时间之后的时间接收实时动态(RTK)测量信息的情况下确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点。

17. 根据权利要求14所述的移动设备,所述移动设备进一步包括所述GNSS接收器。

18. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为进行卫星间单差以获得对与接收器时钟、GNSS间/内频率和星座偏置或接收器相位中心变化效应或它们的任何组合相关的一个或多个误差的一个或多个校正;并且其中所述一个或

多个处理单元被配置为至少部分地基于所述一个或多个校正来生成所述校正项。

19. 根据权利要求14所述的移动设备,所述移动设备进一步包括无线通信接口,并且其中所述一个或多个处理单元被配置为经由所述无线通信接口从并非RTK服务的源获得校正数据,其中:

所述校正数据包括启用轨道校正、时钟校正或两者的数据;以及

所述一个或多个处理单元被配置为至少部分地基于所述校正数据来生成所述校正项。

20. 根据权利要求19所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元被配置为从另一移动设备获得所述校正数据。

21. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为:确定水平估计位置误差 (HEPE) 值在第三时间是否超过阈值;以及

响应于确定了所述HEPE值超过所述阈值:

请求来自基站的RTK测量信息;以及

使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。

22. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为:确定自所述第一时间以来是否已经过去了阈值量的时间;以及

响应于确定了自所述第一时间以来已经过去了所述阈值量的时间:

请求来自基站的RTK测量信息;以及

使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。

23. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为:确定所述移动设备自所述第一时间以来是否已经移动了阈值距离;以及

响应于确定了所述移动设备自所述第一时间以来已经移动了所述阈值距离:

请求来自基站的RTK测量信息;以及

使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。

24. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为至少部分地基于从基站接收到的RTK测量信息来确定所述第一地点。

25. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为在所述第二时间之后的一个或多个附加时间中的每个附加时间内:

在相应附加时间进行新的相应GNSS测量,其中:

所述新的相应GNSS测量包括无电离层载波相位组合,以及

用于所述第一GNSS测量和所述新的相应GNSS测量的所述无电离层载波相位组合具有相同模糊性项;以及

至少部分地基于所述新的相应GNSS测量和所述校正项来确定所述移动设备在所述相应附加时间的地点。

26. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为:确定RTK测量信息的不可用性;以及

响应于确定了RTK测量信息的所述不可用性而确定所述校正项。

27. 根据权利要求14所述的移动设备,其中所述一个或多个处理单元进一步被配置为:确定RTK测量信息的不可用性,以及

响应于确定了所述RTK测量信息的所述不可用性,确定要使对所述移动设备的所述第

二地点的所述确定至少部分地基于所述校正项。

28. 一种设备,所述设备包括:

用于在第一时间获得第一全球导航卫星系统(GNSS)测量的部件,其中所述第一GNSS测量包括移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合;

用于至少部分地基于以下各者来生成校正项的部件:

所述第一GNSS测量,以及

所述第一地点;

用于在第二时间获得第二GNSS测量的部件,其中:

所述第二GNSS测量包括所述移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合;以及

用于至少部分地基于所述第二GNSS测量和所述校正项来确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点的部件。

29. 根据权利要求28所述的设备,其中用于确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点的所述部件包括用于在不在所述第一时间之后的时间接收实时动态(RTK)测量信息的情况下确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点的部件。

30. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括用于进行卫星间单差以获得对与接收器时钟、GNSS间/内频率和星座偏置或接收器相位中心变化效应或它们的任何组合相关的一个或多个误差的一个或多个校正的部件,其中用于生成所述校正项的所述部件包括用于使所述校正项至少部分地基于所述一个或多个校正的部件。

31. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括用于从并非RTK服务的源获得校正数据的部件,其中:

所述校正数据包括启用轨道校正、时钟校正或两者的数据;以及

用于生成所述校正项的所述部件包括用于使所述校正项至少部分地基于所述校正数据的部件。

32. 根据权利要求31所述的设备,其中用于从并非RTK服务的源获得校正数据的部件包括用于从另一移动设备获得所述校正数据的部件。

33. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括:

用于确定水平估计位置误差(HEPE)值在第三时间是否超过阈值的部件;

用于响应于确定了所述HEPE值超过所述阈值,请求来自基站的RTK测量信息的部件;以及

用于响应于确定了所述HEPE值超过所述阈值,使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点的部件。

34. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括:

用于确定自所述第一时间以来是否已经过去了阈值量的时间的部件;以及

用于响应于确定了自所述第一时间以来已经过去了所述阈值量的时间,请求来自基站的RTK测量信息的部件;以及

用于响应于确定了自所述第一时间以来已经过去了所述阈值量的时间,使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点的部件。

35. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括:

用于确定所述移动设备自所述第一时间以来是否已经移动了阈值距离的部件;以及

用于响应于确定了所述移动设备自所述第一时间以来已经移动了所述阈值距离,请求来自基站的RTK测量信息的部件;以及

用于响应于确定了所述移动设备自所述第一时间以来已经移动了所述阈值距离,使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点的部件。

36. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括用于至少部分地基于从基站接收到的RTK测量信息来确定所述第一地点的部件。

37. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括:

用于在所述第二时间之后的一个或多个附加时间中的每个附加时间内,在相应附加时间进行新的相应GNSS测量的部件,其中:

所述新的相应GNSS测量包括无电离层载波相位组合,以及

用于所述第一GNSS测量和所述新的相应GNSS测量的所述无电离层载波相位组合具有相同模糊性项;以及

用于在所述第二时间之后的所述一个或多个附加时间中的每个附加时间内,至少部分地基于所述新的相应GNSS测量和所述校正项来确定所述移动设备在所述相应附加时间的地点的部件。

38. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括用于确定RTK测量信息的不可用性的部件,其中用于确定所述校正项的所述部件包括用于响应于确定了RTK测量信息的所述不可用性而确定所述校正项的部件。

39. 根据权利要求28所述的设备,所述设备进一步包括:

用于确定RTK测量信息的不可用性的部件,以及

用于响应于确定了所述RTK测量信息的所述不可用性,确定要使对所述移动设备的所述第二地点的所述确定至少部分地基于所述校正项的部件。

40. 一种在其上具有用于移动设备的实时动态(RTK)定位的指令的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被一个或多个处理单元执行时使所述一个或多个处理单元进行以下操作:

在第一时间获得第一全球导航卫星系统(GNSS)测量,其中所述第一GNSS测量包括所述移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合;

至少部分地基于以下各者来生成校正项:

所述第一GNSS测量,以及

所述第一地点;

在第二时间获得第二GNSS测量,其中:

所述第二GNSS测量包括所述移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合;以及

至少部分地基于所述第二GNSS测量和所述校正项来确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点。

41. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中为了确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点,所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时使所述一个或多个处理单元在不在所述第一时间之后的时间接收RTK测量信息的情况下确定所述移动设备在所述第二时间的所述第二地点。

42. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或

多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元进行卫星间单差以获得对与接收器时钟、GNSS间/内频率和星座偏置或接收器相位中心变化效应或它们的任何组合相关的一个或多个误差的一个或多个校正;并且其中为了生成所述校正项,所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元使所述校正项至少部分地基于所述一个或多个校正。

43. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元从并非RTK服务的源获得校正数据,其中:

所述校正数据包括启用轨道校正、时钟校正或两者的数据;以及  
生成所述校正项进一步至少部分地基于所述校正数据。

44. 根据权利要求43所述的非暂时性计算机可读介质,其中为了从并非RTK服务的所述源获得校正数据,所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元从另一移动设备获得所述校正数据。

45. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元进行以下操作:

确定水平估计位置误差 (HEPE) 值在第三时间是否超过阈值;以及  
响应于确定了所述HEPE值超过所述阈值:  
请求来自基站的RTK测量信息;以及  
使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。

46. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元进行以下操作:

确定自所述第一时间以来是否已经过去了阈值量的时间;以及  
响应于确定了自所述第一时间以来已经过去了所述阈值量的时间:  
请求来自基站的RTK测量信息;以及  
使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。

47. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元进行以下操作:

确定所述移动设备自所述第一时间以来是否已经移动了阈值距离;以及  
响应于确定了所述移动设备自所述第一时间以来已经移动了所述阈值距离:  
请求来自基站的RTK测量信息;以及  
使用所述RTK测量信息来确定所述移动设备的地点。

48. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元至少部分地基于从基站接收到的RTK测量信息来确定所述第一地点。

49. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元在所述第二时间之后的一个或多个附加时间中的每个附加时间内:

在相应附加时间进行新的相应GNSS测量,其中:  
所述新的相应GNSS测量包括无电离层载波相位组合,以及

用于所述第一GNSS测量和所述新的相应GNSS测量的所述无电离层载波相位组合具有相同模糊性项;以及

至少部分地基于所述新的相应GNSS测量和所述校正项来确定所述移动设备在所述相应附加时间的地点。

50. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元进行以下操作:

确定RTK测量信息的不可用性;以及

响应于确定了RTK测量信息的所述不可用性而确定所述校正项。

51. 根据权利要求40所述的非暂时性计算机可读介质,其中所述指令在被所述一个或多个处理单元执行时进一步使所述一个或多个处理单元进行以下操作:

确定RTK测量信息的不可用性,以及

响应于确定了所述RTK测量信息的所述不可用性,确定要使对所述移动设备的所述第二地点的所述确定至少部分地基于所述校正项。

## 无基站的实时动态RTK全球导航卫星系统GNSS定位

### 背景技术

#### 1. 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及基于卫星的定位领域,并且更具体地,涉及用于更精确的位置确定的全球导航卫星系统(GNSS)项的误差校正。

#### [0002] 2. 相关技术描述

[0003] 高精度定位可以向移动设备的各种现代应用提供重要价值。例如,对于自动驾驶应用,不仅米级定位有助于确定车辆所处的道路的车道,而且亚米级定位进一步有助于确定车辆在车道内所处的位置。消费级GNSS接收器现在提供具有多星座多频率(MCMF)功能性的质量载波相位测量。

### 发明内容

[0004] 实时动态(RTK)校正可以允许全球导航卫星系统(GNSS)接收器提供更精确的定位。如本文中更详细地解释的,通过使用基于载波的测距,基于GNSS信号的载波连同来自基站的测量信息(其允许对来自各种服务源的误差的差分校正)来实现这种更精确的定位。本文中所描述的技术利用多星座多频率(MCMF)功能性来为移动设备提供本地RTK解决方案,其中可以利用移动设备的初始高度精确的地点确定来生成RTK校正信息,该RTK校正信息可以用于在不需要来自RTK基站的测量信息的情况下进行后续高度精确的地点确定。这种RTK校正信息可以应用于由移动设备在长时间内进行的GNSS测量,同时保持移动设备的产生高度精确的地点确定的能力。可以获得附加校正信息并且将其应用于RTK校正信息以将该时间段延长得甚至更长。可以进一步注意,尽管本文中所描述的校正技术被描述为“RTK校正”,但是实施例不限于此。基于初始地点,在一个或多个后续地点处可以使类似技术以采用差分校正。

[0005] 根据本说明书的移动设备的RTK定位的示例方法包括:在第一时间获得第一GNSS测量,其中第一GNSS测量包括移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合;以及至少部分地基于第一GNSS测量和第一地点来确定校正项。该方法进一步包括:在第二时间获得第二GNSS测量,其中第二GNSS测量包括移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合。该方法还包括:至少部分地基于第二GNSS测量和校正项来确定移动设备在第二时间的第二地点。在一个示例移动设备中,这些步骤可以由移动设备中的处理器(例如数字信号处理器或应用处理器)执行。处理器可以从移动设备内或以其他方式与该移动设备通信的GNSS接收器接收测量。在其他示例中,所有功能性都可以被并入GNSS接收器中,该GNSS接收器将所确定的移动设备地点输出到移动设备的另一组件,诸如处理器(例如数字信号处理器或应用处理器)、存储器或显示器。

[0006] 根据本说明书的示例移动设备包括:存储器;以及一个或多个处理单元,该一个或多个处理单元与存储器通信地耦合并且进一步与GNSS接收器通信地耦合或被配置为执行该GNSS接收器。一个或多个处理单元被配置为:经由GNSS接收器在第一时间获得第一GNSS

测量,其中第一GNSS测量包括移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合;以及至少部分地基于第一GNSS测量和第一地点来生成校正项。一个或多个处理单元另外被配置为经由GNSS接收器在第二时间获得第二GNSS测量,其中第二GNSS测量包括移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合。一个或多个处理单元还被配置为至少部分地基于第二GNSS测量和校正项来确定移动设备在第二时间的第二地点。

[0007] 根据本说明书的示例设备包括:用于在第一时间获得第一GNSS测量的部件,其中第一GNSS测量包括移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合;以及用于至少部分地基于第一GNSS测量和第一地点来生成校正项的部件。该设备进一步包括用于在第二时间获得第二GNSS测量的部件,其中第二GNSS测量包括移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合。该设备还包括用于至少部分地基于第二GNSS测量和校正项来确定移动设备在第二时间的第二地点的部件。

[0008] 根据本说明书的示例非暂时性计算机可读介质在其上具有用于移动设备的RTK定位的指令,其中该指令在被一个或多个处理单元执行时使一个或多个处理单元进行以下操作:在第一时间获得第一GNSS测量,其中第一GNSS测量包括移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合,并且至少部分地基于第一GNSS测量和第一地点来生成校正项。该指令在被一个或多个处理单元执行时进一步使一个或多个处理单元在第二时间获得第二GNSS测量,其中第二GNSS测量包括移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合。该指令在被一个或多个处理单元执行时还使一个或多个处理单元至少部分地基于第二GNSS测量和校正项来确定移动设备在第二时间的地点。

## 附图说明

[0009] 图1和图2是行驶穿过交叉路口的车辆的俯视图的图示。

[0010] 图3是具有基站的传统RTK系统的简化图。

[0011] 图4是用于在不使用RTK基站的情况下应用RTK GNSS校正的方法的实施例的流程图。

[0012] 图5A是表示根据传统RTK位置估计技术的由流动站从基站接收RTK测量信息的时间点的时间线的图示。

[0013] 图5B是类似于图5A,但示出了可以如何使用本文中所提供的实施例来显著地延长RTK校正间隔的时间线的图示。

[0014] 图6是相对于初始位置(在时间0)的位置误差随着时间的推移而绘制的模拟结果的曲线图。

[0015] 图7是根据实施例的移动设备的RTK定位的方法的流程图。

[0016] 图8是根据实施例的流动站的各种硬件和软件组件的框图。

[0017] 根据某些示例实现,各个图式中的相同附图标记指示相同元件。此外,元件的多个实例可以通过将该元件的第一数字后接字母或连字符和第二数字来指示。例如,元件110的多个实例可以表示为110-1、110-2、110-3等或表示为110a、110b、110c等。当仅使用第一数字提及这种元件时,应理解为该元件的任何实例(例如先前示例中的元件110将指元件110-1、110-2和110-3或指元件110a、110b和110c)。

## 具体实施方式

[0018] 现在将相对于附图描述几个说明性实施例,这些附图形成其一部分。虽然下文描述了可以实现本公开的一个或多个方面的特定实施例,但可以使用其他实施例并且可以在不脱离本公开的范围或所附权利要求的精神的情况下进行各种修改。

[0019] 如本文中所使用,术语“位置”和“地点”可互换使用。另外,诸如“位置确定”、“定位”、“地点估计”等术语在本文中就基于GNSS的定位而言也可互换使用,以指包括GNSS接收器的移动设备、流动站或其他设备的估计位置。

[0020] 消费性电子产品的高度精确的地点确定在多种应用中可以是重要的。图1和图2图示了一个这种示例:自动驾驶。

[0021] 图1是行驶穿过交叉路口120的车辆110的俯视图的图示。在该示例中,车辆110沿着行驶路径150从第一地点130行驶到第二地点140。然而,使用传统GNSS地点确定技术的估计行驶路径160会将车辆110置于不同车道中或甚至脱离道路。这是因为传统GNSS位置确定的精度可以包括几米的误差。这可能不足以满足自动驾驶需要。例如,自动驾驶水平L2或更大通常需要分米级精度。这种精度水平无法单独由传统GNSS保证。尽管GNSS有时可以在给定地点处提供高度精确的位置,但在甚至几秒的过程中,尤其是在车辆正在移动的情况下无法保证这种精度。仅在短行驶距离内遵循行驶路径150的自主车辆可能已经遭受了多次事故。

[0022] 图2是与图1相同的情况的俯视图的图示。然而,并非使用如同图1中的示例的传统GNSS,而是使用具有GNSS的RTK定位,从而产生实时高精度位置,该实时高精度位置提供与实际行驶路径150紧密对准得多的估计行驶路径170。如可以看出,RTK定位可以导致分米或甚至厘米的精度内的位置确定,并且因此可以在自动化驾驶和其他应用中使用。

[0023] RTK定位是基于GNSS的定位技术,该基于GNSS的定位技术通过确定GNSS卫星与流动站之间的载波周期数量来使用基于载波的测距。RTK定位可以涉及用于借助于使用来自参考地点处的高度精确的GNSS接收器的观测并且假设观测具有有效地相同的误差而进行的差分校正来消除各种误差(例如卫星时钟和轨道、电离层和对流层延迟、相位缠绕、包括固体地球潮汐的部位位移、海洋负载和/或极潮)的运算。如图3中所示出,传统RTK系统采用一个或多个“基站”来确定这些差分校正。然而,在传统RTK中,必须频繁地刷新供应给流动站(例如移动设备)的RTK校正信息,以便维持精度。传统上,该刷新速率通常是每秒一次,并且很少超过几秒。

[0024] 图3是传统RTK系统300的简化图。如所提及,RTK系统300通过在流动站310与基站320两者处使用GNSS接收器来实现流动站310的高度精确的GNSS定位,该GNSS接收器来自一个或多个GNSS星座(例如全球定位系统(GPS)、伽利略(GAL)、全球导航卫星系统(GLONASS)、北斗等)的卫星车辆(SV) 340接收RF信号330。如先前所提及,所使用的流动站310的类型可以根据应用而变化,并且可以包括具有访问GNSS定位数据的权限的各种类型的移动设备(诸如配备有GNSS接收器的移动设备)中的任何一者。此类移动设备可以包括例如消费性电子产品或其他移动消费性设备,诸如移动电话、平板电脑、膝上型计算机、可穿戴设备、车辆等。

[0025] 为了进行传统GNSS定位,流动站310可以使用基于代码的定位来基于在RF信号330中接收到的所生成的伪随机二进制序列中的所确定的延迟而确定SV 340中的每一者的距

离。流动站310可以进一步使用关于SV 140的星历(或导航)数据来精确地计算每个SV 340在特定时刻的地点。利用SV140的距离和地点信息,流动站310然后可以确定其地点的定位。例如,可以通过由流动站310的一个或多个处理器执行的独立定位引擎(SPE)来确定该定位。然而,流动站310的定位的所得到的精度经受SV 340轨道和时钟、电离层和对流层延迟以及其他现象所引起的误差的影响。如图1中所示出,这可以提供米量级的精度,这对于许多应用来说可以是不太合乎需要的。

[0026] 传统RTK定位可以通过基于RF信号330的载波而使用基于载波的测距和使用基站320从参考地点进行类似观测来提供高精度解决方案,该参考地点可以用于对来自各种误差源的误差进行差分校正。基站320包括固定GNSS接收器,该固定GNSS接收器使用基于载波的测距和已知位置来提供RTK测量信息(也称为“RTK服务数据”),该RTK测量信息经由例如数据通信网络350被传送到流动站310并且由流动站310用作校正信息,以通过将RTK测量信息与由流动站310进行的SV 340的测量进行比较以确定流动站310的精确定位来减少如上所述的误差(例如轨道和时钟误差、电离层和对流层延迟等)。例如,可以通过由流动站310的一个或多个处理器执行的精确定位引擎(PPE)来确定该定位。更具体地,除了向SPE提供的信息之外,PPE还可以使用RTK测量信息和附加校正信息(诸如对流层和电离层)来提供高精度的基于载波的定位。在PPE中可以采用几种GNSS技术,诸如差分GNSS(DGNSS)、实时动态(RTK)和PPP。

[0027] 如所提及,为了维持流动站310的定位精度,流动站310可能需要从基站320频繁地接收经更新的RTK测量信息。例如,可以每秒一次地向流动站310提供RTK测量信息。由于至少三种原因,这可能是有问题的。第一,在任何给定时间,可以存在许多流动站310(例如数十、数百、数千或更多个),并且因此RTK系统300可以消耗基站320的带宽来定位开销数据,而非携带数据通信网络350的用户数据。第二,每当向流动站310提供RTK测量信息时,RTK服务通常需要付费。因此,获取和维持流动站310的高精度定位可以随着时间的推移而为成本高昂的。第三,在数据中断导致不能为流动站310提供RTK测量信息的情况下,流动站310失去其进行高度精确的RTK位置估计的能力。

[0028] 根据本文中所提供的实施例,可以从由流动站310本身,而非基站320进行的测量中导出RTK测量信息和后续差分误差校正。即,通过利用由流动站310在初始地点(例如图2的第一地点130)处进行的测量,对于该初始地点,定位是高度精确的(其可以基于来自基站320的RTK测量信息),随后可以应用差分校正以在不需要来自基站320的附加RTK测量信息的情况下在延长的时间段内维持流动站310的高度精确的位置估计(例如估计的行驶路径170)。在其他优点当中,这可以显著地减少网络带宽的量和成本。在一些实施例中,例如,并非每秒接收RTK测量信息,而是流动站310可以在不需要附加RTK测量信息的情况下进行1200秒(20分钟)或更长时间。根据期望功能性,一些实施例可以以附加或替代间隔(例如每隔10、15、25或30分钟)获得RTK测量。(就这一点而言,在本文中参考图5A和图5B提供附加信息)。在这些实施例中,流动站310可以诸如通过利用来自MCMF GNSS接收器进行的测量的无电离层载波相位组合来有效地生成和使用其自己的RTK校正。

[0029] 图4是用于在不使用基站的情况下应用RTK GNSS校正的方法的实施例的流程图,其中在数学上描述函数。图4中所图示的框中的每一者中的功能性可以由流动站310的硬件和/或软件组件执行。(在图8中图示了流动站310的示例硬件和软件组件并且下文更详细地

描述了这些示例硬件和软件组件)。可以注意,尽管图4中所示出并且下文描述的实施例包括特定项和等式,但替代实施例可以使用替代项和/或等式。

[0030] 在框410处,在开始时间 $t_0$ 进行初始测量。本文中所提供的用于流动站310的高精度地点估计的技术由高度精确的初始地点估计辅助。可以相对于初始地点估计的精度维持精度。因此,流动站310可以在已经进行了精确的初始地点估计之后进行框410处的功能性。该初始地点估计可以基于例如在收敛/模糊性固定之后的RTK定位数据。(如果期望相对于时间 $t_0$ 处的位置的在时间 $t_0$ 之后的位置精度,而非绝对位置精度,那么其他应用可能不需要收敛/模糊性固定)。流动站310在开始时间 $t_0$ 不需要是静止的,并且可以是移动的。

[0031] 在开始时间( $t_0$ )的测量(在框410中示出)可以被表示为:

$$\begin{aligned} \nabla\Phi_{IF,t_0} = & (\nabla\rho_{IF,t_0} + \nabla\text{LOS}_{t_0} * dX_{t_0}) + (\nabla\text{Trop}_{IF,t_0} + \nabla\text{MAP}_{t_0} * d\text{Wet}_{t_0}) \\ [0032] \quad & + \nabla d\text{Sat}_{t_0} + \nabla N_{IF,t_0} \quad (1) \end{aligned}$$

[0033] 其中等式变量定义如下:

[0034]  $\nabla$ -卫星间单差运算符

[0035]  $\Phi_{IF}$ -无电离层载波相位组合(例如来自GPS L1、L2和L5载波;GAL E1、E5A、E5B和E6载波;和/或BDS B1I、B1C、B2A、B2B和B3载波的组合)

[0036]  $\rho$ -计算出的几何范围

[0037] LOS-卫星视线向量

[0038]  $dX$ -待估计的位置误差

[0039] Trop-使用模型计算出的对流层延迟

[0040] MAP-对流层湿分量映射函数

[0041] Wet-待估计的对流层湿天顶延迟误差

[0042] Sat-卫星轨道和时钟组合误差

[0043] N-无电离层载波相位组合的模糊性项。

[0044] 在该实施例中,可能不需要在等式(1)中考虑电离层误差,这是因为可以使用流动站310处的MCMF GNSS接收器的电离层消除功能性来减少电离层误差。更具体地,当GNSS信号穿过电离层时,将发生电离层折射。然而,由该折射引起的误差的一阶影响(99.9%)与信号频率的平方成反比。因此,当来自相同卫星的具有不同频率的至少两个信号可用时,可以在MCMF接收器中消除该一阶影响,该MCMF接收器可以通过进行使用信号的线性组合(即,无电离层载波相位组合 $\Phi_{IF}$ )的测量来检测这些信号。(类似无电离层组合对于伪距测量是有效的)。以这种方式,MCMF GNSS接收器可以对在考虑了电离层延迟的不同频率(例如GPS L1和L5频率、GAL E1和E5A频率、BDS B11和B2A频率等)上发送的多个RF信号330进行测量。也就是说,替代实施例可以利用不以这种方式提供无电离层观测的接收器,并且可以通过在开始时间 $t_0$ 并且随后在时间 $t_i$ 估计电离层延迟来考虑电离层相关误差。

[0045] 在框420处,确定与开始时间( $t_0$ )对应的RTK校正项。流动站310可以基于框410在开始时间 $t_0$ 的测量来导出用于维持高精度定位的RTK校正项。如框420中所示出,在开始时间( $t_0$ )的RTK校正项可以被表示为:

$$\nabla\text{Corr}_{IF,t_0} = \nabla\text{LOS}_{t_0} * dX_{t_0} + \nabla\text{MAP}_{t_0} * d\text{Wet}_{t_0} + \nabla d\text{Sat}_{t_0} + \nabla N_{IF,t_0} \quad (2)$$

[0047] 在框430处,流动站310随后可以在“当前时间”( $t_i$ )进行测量,其可以被表示为:

$$\begin{aligned}
 \nabla\Phi_{IF,ti} = & (\nabla\rho_{IF,ti} + \nabla LOS_{ti} * dX_{ti}) \\
 [0048] \quad & + (\nabla Trop_{IF,ti} + \nabla MAP_{ti} * dWet_{ti}) + \nabla dSat_{ti} + \nabla N_{IF,ti} \quad (3)
 \end{aligned}$$

[0049] 流动站310然后通过求等式(2)和(3)中的项的微分来将校正应用于框430的测量。当前时间 $t_i$ 的地点是相对于开始时间 $t_0$ 的地点(其可以在收敛/模糊性固定之后发生),并且因此,相同模糊性项可以用于等式(2)和(3)两者。因此 $\nabla N_{IF,ti} = \nabla N_{IF,t_0}$ 。因此,并且因为 $\nabla dSat_{ti} \approx \nabla dSat_{t_0}$ ,在应用校正之后,在当前时间 $t_i$ 的所得测量可以被表示如下:

$$\begin{aligned}
 \nabla\Phi_{IF,ti} = & \nabla\rho_{IF,ti} + \nabla LOS_{ti} * (dX_{ti} - dX_{t_0}) + (\nabla LOS_{ti} - \nabla LOS_{t_0}) * dX_{t_0} \\
 [0050] \quad & + \nabla Trop_{IF,ti} + \nabla MAP_{ti} * (dWet_{ti} - dWet_{t_0}) \\
 & + (\nabla MAP_{ti} - \nabla MAP_{t_0}) * dWet_{t_0} \quad (4)
 \end{aligned}$$

[0051] 如图4的框440处所图示。

[0052] 利用等式(4)的这种校正测量,由地点/位置估计器根据GNSS定位技术来估计流动站310的地点。地点/位置估计器可以是定位引擎(例如PPE)的一部分,并且可以诸如通过使用扩展卡尔曼滤波器(EKF)、加权最小二乘(WLS)、hatch滤波器、粒子滤波器等来使用估计技术。即,地点/位置估计器可以用于相对于流动站310在开始时间 $t_0$ 的位置估计流动站310在当前时间 $t_i$ 的位置。

$$[0053] \quad (dX_{ti} - dX_{t_0}) \quad (5)$$

[0054] 在框450处,流动站310确定是否需要新RTK校正。如果不需要,那么该方法可以继续行至框460,在该框中,时间推进( $t_i = t_i + 1$ ),并且框430至460中所示出的操作可以继续重复,直到确定需要新RTK校正为止,此时,进程包括获得新的高精度位置估计,如框470中所示出。该高精度位置估计可以用作新参考点,并且进程可以再次在框410处开始。对在框450处是否需要新RTK校正的确定可以基于多种因素中的任何一种,并且在下文更详细地进行了讨论。根据一些实施例,进行新测量和位置估计的频率(例如框430至460中所示出的功能性重复的频率)可以与检索传统RTK测量信息的频率(例如每秒一次)相匹配。其他实施例可以根据期望功能性以更高或更低的频率进行该功能性。还可以注意,实施例可以以不同方式实现图4中所图示的进程。例如,根据一些实施例,可以进行在开始时间 $t_0$ 进行的测量(在框410处示出)以获得初始高度精确的位置估计,而非在其后进行。

[0055] 通过计算其自身的校正项,流动站310可以在不需要来自基站或高精度位置估计的其他部件的RTK测量信息(其可以在框470处进行)的情况下在收敛(例如重复框430至460中所示出的功能性)之后的长时间内维持高精度。图5A和图5B是帮助在视觉上中继转发该概念的图示。

[0056] 图5A是表示由流动站310根据传统RTK位置估计技术而从基站320接收RTK测量信息(诸如RTK服务数据)的时间点的时间线的图示。这些时间点由箭头510表示。还图示了在收敛/模糊性固定之前和在收敛/模糊性固定之后的时间。这些时间之间的边界表示确定模糊性项(例如等式(1)中的项N)的时间。如本领域的普通技术人员应当理解的,对表示载波相位的模糊性(整数)的模糊性项的确定允许基于载波的测距,从而得到流动站310的高精度估计。即,收敛/模糊性固定之后的时间段是其中通过继续从基站320接收RTK测量信息来维持高精度RTK位置估计的时间。如可以看出,从基站320接收RTK测量信息的周期性(标记

为RTK校正间隔520)在收敛之前和收敛之后都是相同的。传统上,RTK校正间隔520是一秒。

[0057] 图5B是类似于图5A,但示出了可以如何使用本文中所提供的实施例(诸如图4中所图示的方法)来显著地延长RTK校正间隔520的时间线的图示。即,对于利用从基站320接收到的RTK测量信息来确定初始高精度位置估计的实施例,在收敛/模糊性固定之前接收RTK测量信息可以正常进行,从而具有用于确定初始位置估计的标准RTK校正间隔520。然而,一旦在收敛/模糊性固定之后发生初始位置估计,在某一时间内就不需要附加RTK校正信息,从而显著地延长了RTK校正间隔520。在一些实施例中,可以在增加RTK校正间隔520之前在收敛/模糊性固定之后接收附加RTK测量信息。

[0058] 例如,图6是相对于初始位置(在时间0)的位置误差随着时间的推移绘制的模拟结果的曲线图。仿真延长了1200秒(20分钟),其中流动站310使用其自己的RTK校正,而不使用来自基站320的RTK测量信息。北向误差610保持在大约0.5dm以下,东向误差620保持在1dm以下,并且上行误差630保持在大约1.5dm以下。因此,相较于传统GNSS(例如,如图1中所示出),精度显著改善,并且可以等于或类似于以图5A中所示出的方式使用来自基站的RTK测量信息在传统RTK定位环境中提供的精度。因此,相较于传统GNSS(例如,如图1中所示出),精度显著改善,并且可以等于或类似于以图5A中所示出的方式使用来自基站的RTK测量信息在传统RTK定位环境中提供的精度。因此,本文中所提供的实施例可以用于高精度应用(诸如自动驾驶(例如,如图2中所示出))中,但在不消耗基站的有限资源内的带宽的情况下提供高精度,并且通过不依赖于基站的通信来提供具有更佳弹性的高精度。

[0059] 由本文中所描述的实施例实现的在收敛/模糊性固定之后RTK校正间隔520的显著增加(例如在图6的模拟结果中示出的示例中的1200因子)提供了优于传统RTK定位的各种优点。例如,带宽的显著减少可以允许RTK系统300使用相同或更少的带宽向多得多的流动站310提供RTK测量信息。如果需要来自基站320的RTK测量信息付费,那么这也可以意味着流动站310的操作成本显著降低。在RTK系统300中存在将防止RTK测量信息从基站320传送到流动站310的数据中断的情况下,也可以利用这些技术。

[0060] 此外,尽管可以使用来自基站320的传统RTK测量信息来确定初始高精度位置估计(如图5B中所示出),但该初始位置估计不需要是RTK位置估计。即,可以使用除了RTK定位之外或作为RTK定位的替代的技术来进行初始位置估计。例如,可以使用精确点定位(PPP),该精确点定位使用全球基站的网络来确定提供了流动站310的高精度位置估计的GNSS卫星轨道和时钟校正。

[0061] 在一些实施例中,可以获得附加校正以在不需要来自基站的新的精度位置估计或附加RTK测量的情况下在收敛/模糊性固定之后延长RTK校正间隔520。即,参考图4,可以在框430处应用校正(对等式(4)的校正测量),以延长在框450处需要新RTK校正之前框430至460中的函数可以重复的时间长度。

[0062] 例如,可以用于延长RTK校正的一种校正可以是对轨道时钟误差 $\nabla dSat$ 的校正。在延长的时间段(例如,长RTK校正间隔520)内,轨道时钟误差的近似( $\nabla dSat_{t_i} \approx \nabla dSat_{t_0}$ )可以使校正测量(等式(4))随着时间的推移而变得不精确。因此,根据一些实施例,移动设备可以通过从基于空间的增强系统(SBAS)和/或其他源获得轨道时钟误差校正来延长RTK校正间隔520。通过以这种方式延长RTK校正间隔,实施例可以进一步减少对来自基站320的RTK测量信息的需要。类似地,可以对在校正测量(等式(4))中考虑的附加或替代误差进行

校正,该附加或替代误差可以由其他源提供,包括其他流动站310(例如经由对等(P2P)通信)、物联网(Iot)设备、蜂窝设备(例如经由长期演进(LTE)、第五代新无线电(5G NR))等。另外或替代地,实施例可以进一步进行卫星间单差,使得不需要进一步考虑接收器时钟、GNSS间/内频率和星座偏置和/或接收器相位中心变化效应。在一些实施例中,流动站310可以具有使得用户或应用能够使用这些类型的误差校正技术来延长RTK校正间隔520的设置。

[0063] 返回图4中的框450的功能性,可以使用各种技术中的任何一种来确定是否需要新RTK校正。在一些实施例中,可以设置定时器,使得校正间隔520不超过特定时间量。在一些实施例中,这可以基于是否接收到附加校正信息、精度要求和/或其他因素。例如,可以将轨道时钟误差( $\nabla d_{\text{Sat}}$ )假设为在特定时间段内增加特定量。在给定特定应用的精度要求的情况下,实施例因此可以基于阈值量的时间来确定是否需要新RTK校正。如果给定应用的精度要求需要流动站310的位置估计的精度在15cm内并且将轨道时钟误差假设为每隔五分钟增加最大5cm,那么可以确定(在图4的框450处)在自初始位置估计以来已经过去了15分钟的情况下需要新RTK校正。

[0064] 另外或替代地,是否需要新RTK校正的确定可以基于位置误差估计是否超过特定阈值。例如,水平估计位置误差(HEPE)是由流动站310的位置确定引擎生成的精度值。因此,如果HEPE值超过某个精度阈值,那么一些实施例可以确定需要新RTK校正(在图4的框450处)。同样,该值可以是取决于应用的。因此,例如,如果应用需要小于20cm的精度,那么在HEPE值是20cm或更大的情况下可以获得新RTK校正。

[0065] 另外或替代地,实施例可以在确定是否需要新RTK校正时采用其他因素。可以考虑环境因素。例如,自主车辆应用中的高交通量环境例如可能需要比低交通量环境更高的精确度。另外或替代地,可以考虑其他传感器的可用性和/或精度。例如,如果自主车辆的相机或LIDAR受损或不可用,那么可能需要更高精确度。因而,可以减小时间阈值和/或精度阈值,以帮助确保以保持高度精确的RTK位置估计的方式获得新RTK校正。

[0066] 图7是根据实施例的移动设备的RTK定位的方法700的流程图。方法700可以利用上述技术,并且因此可以被视为图4中所图示的先前描述的进程的实现。替代实施例可以通过组合、分离或以其他方式改变图7中所图示的框中描述的功能性来在功能方面改变。此处,移动设备可以包括如在上述实施例中使用的流动站310。因而,用于进行图7中所图示的框中的一者或多者的功能性的部件可以包括流动站310的硬件和/或软件组件,诸如图8中所示出并且在下文中描述的组件。

[0067] 在框710中,功能性包括:在第一时间获得第一GNSS测量,其中第一GNSS测量包括移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合。如先前所提及,可以使用两种或更多种频率的组合来获得无电离层载波相位组合,包括(但不限于)GPS L1、L2和/L5载波;GAL E1、E5A、E5B和E6载波;和/或BDS B1I、B1C、B2A、B2B和B3载波。另外,如等式(1)的示例中所说明,该第一测量可以包括可以用于生成校正项的各种变量。如所提及,后续地点确定是相对于该初始地点的。因此,一些实施例可以进一步包括确定该第一地点的高精度地点确定。这可以包括基于从基站接收到的信息来使用RTK定位。即,在一些实施例中,方法700进一步包括:至少部分地基于从基站接收到的RTK测量信息来确定第一地点。也就是说,可以使用其他形式的高精度地点确定,诸如PPP。

[0068] 用于进行框710处的功能性的部件可以包括流动站310的一个或多个软件和/或硬

件组件,诸如流动站310的总线805、处理单元810、无线通信接口830、存储器860、GNSS接收器880和/或其他软件和/或硬件组件,如图8中所图示并且如下文更详细地描述的。

[0069] 在框720处,功能性包括:至少部分地基于第一GNSS测量和第一地点来确定校正项。如先前关于等式(2)和图4的框420处的功能性所描述,该校正项可以包括来自用于后续无电离层载波相位组合的差分校正的无电离层载波相位组合的变量。可以注意,可以不显式地生成校正项。相反,当在第一时间采取的无电离层载波相位组合的至少一些部分用于在后续时间采取的无电离层载波相位组合的差分校正时,可以隐式地生成该校正项。参考图4,例如,并非采取(1)在框420处显式地生成校正项和(2)在框430处将其应用于后续测量的两步法,而是实施例可以通过采取一步法来隐式地使用校正项,该一步法以在单个步骤(组合框420和430的功能性)中生成和应用校正项的方式应用在后续时间 $t_i$ 进行的测量。

[0070] 用于进行框720处的功能性的部件可以包括流动站310的一个或多个软件和/或硬件组件,诸如图8中所图示并且下文更详细地描述的总线805、处理单元810、存储器860和/或其他软件和/或硬件组件。

[0071] 框730处的功能性包括:在第二时间获得第二GNSS测量,其中第二GNSS测量包括移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合。如本领域的普通技术人员应当理解的,可以在第一地点处(例如在第一时间或在第一时间之前)解析模糊性项 $N$ 以确定精确地点估计。并且一旦进行了解析,它们就可以允许后续的精确定点估计。因此,在一些情况下,用于第一GNSS测量和第二GNSS测量的无电离层载波相位组合可以具有相同模糊性项。在其他情况下,这些术语可以是类似的(例如具有在10%、20%或30%内的值),但并不一定是相同的。模糊性项的解析可以允许图5A和图5B中所示出的收敛。

[0072] 用于进行框730处的功能性的部件可以包括流动站310的一个或多个软件和/或硬件组件,诸如图8中所图示并且下文更详细地描述的总线805、处理单元810、无线通信接口830、存储器860、GNSS接收器880和/或其他软件和/或硬件组件。

[0073] 在框740中,功能性包括:至少部分地基于第二GNSS测量和校正项来确定移动设备在第二时间的第二地点。如图4中所示出,该进程可以涉及将校正项应用于第二GNSS测量的无电离层载波相位组合(例如,如以上等式(2)至(4)和框430的功能性所示出),并且使用地点/位置估计器(例如EKF、WLS、hatch滤波器或粒子滤波器)来估计移动设备的地点。

[0074] 用于进行框740处的功能性的部件可以包括流动站310的一个或多个软件和/或硬件组件,诸如图8中所图示并且下文更详细地描述的总线805、处理单元810、存储器860和/或其他软件和/或硬件组件。

[0075] 如所提及,实施例可以采用用于从除RTK服务以外的源获得和应用校正的附加技术。例如,在一些实施例中,方法700可以进一步包括:进行卫星间单差以获得对与接收器时钟、GNSS间/内频率和星座偏置或接收器相位中心变化效应或它们的任何组合相关的一个或多个误差的一个或多个校正。在此类情况下,生成校正项可以进一步至少部分地基于一个或多个校正。另外或替代地,方法700可以进一步包括:从并非RTK服务的源获得校正数据,其中校正数据包括启用轨道校正、时钟校正或两者(例如卫星轨道和时钟组合误差)的数据,并且生成校正项可以进一步至少部分地基于校正数据。具体地,校正数据可以包括指示从第一时间(例如 $t_0$ )到第二时间(例如 $t_i$ )的卫星和/或时钟变化的数据。如先前所提及,并非RTK服务的源可以包括另一移动设备、IoT设备或能够将校正数据中继转发到移动设备

的其他设备。在一些实施例中,校正数据可以源自于SBAS服务。

[0076] 如在图4的框450中示出的功能性所图示,实施例可以进一步确定在将校正项应用于后续测量之前是否需要新RTK校正。因此,根据一些实施例,方法700可以进一步包括:确定水平估计位置误差(HEPE)值在第三时间是否超过阈值;以及响应于确定了HEPE值超过阈值:(1)请求来自基站的RTK测量信息;以及(2)使用RTK测量信息来确定移动设备的地点。如先前所指示,另外或替代地,实施例可以采用使用时间阈值和/或距离阈值的类似功能性。即,根据一些实施例,方法700可以进一步包括:确定自第一时间以来是否已经过去了阈值量的时间;以及响应于确定了自第一时间以来已经过去了阈值量的时间:(1)请求来自基站的RTK测量信息;以及(2)使用RTK测量信息来确定移动设备的地点。另外或替代地,方法700可以进一步包括:确定移动设备自第一时间以来是否已经移动了阈值距离;以及响应于确定了移动设备自第一时间以来已经移动了阈值距离:(1)请求来自基站的RTK测量信息;以及(2)使用RTK测量信息确定移动设备的地点。

[0077] 另外,如图4的框430至460所示出的功能性循环中所指示,可以将RTK校正重复地应用于后续测量。因此,方法700的一些实施例可以进一步包括:在第二时间之后的一个或多个附加时间中的每个附加时间内,在相应附加时间进行新的相应GNSS测量,其中新的相应GNSS测量包括无电离层载波相位组合,并且用于第一GNSS测量和新的相应GNSS测量的无电离层载波相位组合具有相同模糊性项。然后可以至少部分地基于新的相应GNSS测量和RTK校正项来确定移动设备在相应附加时间的地点。

[0078] 如先前所提及,在RTK测量数据中断的情况下,使用如本文中所描述的校正项可以是有益的。根据一些实施例,功能性可以是响应于RTK测量信息不可用的确定。该确定可以例如由移动设备做出,并且可以基于发送给移动设备(例如RTK服务提供商)的指示RTK测量信息的不可用性的显式指示。另外或替代地,该确定可以基于移动设备未能从RTK服务提供商接收预期或所请求的RTK测量信息。(一些实施例可以在确定RTK测量信息的不可用性之前实现阈值量的失败尝试/请求)。

[0079] 根据期望的功能性,移动设备可以以不同方式对RTK测量数据的中断作出响应。例如,根据一些实施例,移动设备可以响应于确定了RTK测量信息的不可用性而确定校正项(例如进行框720处的功能性)。在替代实施例中,移动设备可以维持正在进行的校正项(例如,每当为移动设备确定了基于RTK的地点时确定校正项),并且在RTK测量信息不可用时利用校正项。因此,根据这些实施例,方法700可以包括:确定RTK测量信息的不可用性;以及响应于确定了RTK测量信息的不可用性,确定要使对移动设备的第二地点的确定至少部分地基于校正项。同样,替代实施例可以不必限于RTK测量信息或中断,并且可以在类似数据中断的情况下进行类似功能性。

[0080] 图8是根据实施例的流动站310的各种硬件和软件组件的框图。这些组件可以如在上文中所描述一般(例如与图1至图7相关联地)利用。例如,流动站310可以进行图4和图7中所图示的流动站310的动作和/或图7中所图示的方法700的功能中的一者或多者。应当注意,图8仅意在提供对各种组件的概括性图示,可以视情况利用这些组件中的任何一者或全部。如先前所提及,流动站310可以在形式和功能方面变化,并且可以最终包括任何支持GNSS的设备,包括车辆、商业和消费性电子设备、测量装备等。因此,在一些情况下,图8所图示的组件可以定位于单个物理设备和/或分布在各种联网设备中,这些联网设备可以设置

在不同物理地点(例如车辆的不同地点)处。

[0081] 流动站310被示出为包括可以经由总线805电耦合(或可以视情况以其他方式通信)的硬件元件。硬件元件可以包括处理单元810,该处理单元可以包括但不限于一个或多个通用处理器、一个或多个专用处理器(诸如数字信号处理(DSP)芯片、图形处理单元(GPU)、专用集成电路(ASIC)等)和/或其他处理结构或部件。如图8中所示出,根据期望功能性,一些实施例可以具有单独的**数字信号处理器(DSP) 820**。可以在处理单元810和/或无线通信接口830(下文讨论)中提供基于无线通信的地点确定和/或其他确定。流动站310还可以包括一个或多个输入设备870,该输入设备可以包括但不限于键盘、触摸屏、触摸板、麦克风、按钮、拨号盘、开关等;并且包括一个或多个输出设备815,该输出设备可以包括但不限于显示器、发光二极管(LED)、扬声器等。如应当理解,输入设备870和输出设备815的类型可以取决于输入设备870和输出设备815与之集成在一起的流动站310的类型。

[0082] 流动站310还可以包括无线通信接口830,该无线通信接口可以包括但不限于调制解调器、网卡、红外通信设备、无线通信设备和/或芯片集(诸如**蓝牙®**设备、IEEE 802.11设备、IEEE 802.15.4设备、Wi-Fi设备、WiMAX™设备、广域网(WAN)设备和/或各种蜂窝设备等)等,其可以使得流动站310能够经由上文关于图1描述的网络进行通信。无线通信接口830可以准许例如经由WAN接入点、蜂窝基站和/或其他接入节点类型和/或其他网络组件、计算机系统 and/或本文中描述的任何其他电子设备与网络传送(例如发送和接收)数据和信令。可以经由发送和/或接收无线信号834的一个或多个无线通信天线832来进行通信。天线832可以包括一个或多个分立天线、一个或多个天线阵列或任何组合。

[0083] 取决于期望的功能性,无线通信接口830可以包括单独的收发器、单独的接收器和发送器,或收发器、发送器和/或接收器的任何组合,以与基站和其他地面收发器(诸如无线设备和接入点)进行通信。流动站310可以与可以包括各种网络类型的不同数据网络进行通信。例如,无线广域网(WWAN)可以是码分多址(CDMA)网络、时分多址(TDMA)网络、频分多址(FDMA)网络、正交频分多址(OFDMA)网络、单载波频分多址(SC-FDMA)网络、WiMAX™(IEEE 802.16)网络等。CDMA网络可以实现一种或多种无线电接入技术(RAT),诸如**CDMA2000®**、宽带CDMA(WCDMA)等。Cdma2000包括IS-95、IS-2000和/或IS-856标准。TDMA网络可以实现GSM、数字高级移动电话系统(D-AMPS)或某一其他RAT。OFDMA网络可以采用LTE™、LTE™高级、5G NR等。在来自第三代合作伙伴项目(3GPP™)的文献中描述了5G NR、长期演进(LTE™)、LTE高级、GSM和WCDMA。在来自名为“第3代合作伙伴项目2”(3GPP2)的联盟的文献中描述了**Cdma2000®**。3GPP™和3GPP2文献是公开可用的。无线局域网(WLAN)也可以是IEEE 802.11x网络,并且无线个域网(WPAN)也可以是**蓝牙®**网络、IEEE 802.15x或某种其他类型的网络。本文中所描述的技术还可以用于WWAN、WLAN和/或WPAN的任何组合。

[0084] 流动站310可以进一步包括传感器840。传感器840可以包括但不限于一个或多个惯性传感器和/或其他传感器(例如加速度计、陀螺仪、相机、磁力计、高度计、麦克风、接近度传感器、光传感器、气压计等),在一些情况下,这些传感器中的一些可以用于补充和/或促进本文中所描述的地点确定。

[0085] 流动站310的实施例还可以包括GNSS接收器880,该GNSS接收器能够使用天线882(其可以与天线832相同)从如本文中所描述的一个或多个GNSS卫星(例如SV 340)接收信号

884. GNSS接收器880可以使用常规技术从GNSS系统(诸如GPS、GAL、全球导航卫星系统(GLONASS)、日本的准天顶卫星系统(QZSS)、印度的印度区域导航卫星系统(IRNSS)、中国的北斗导航卫星系统(BDS)等)的GNSS SV(例如图3的SV 340)提取流动站310的位置。此外, GNSS接收器880可以与各种增强系统(例如SBAS)一起使用,这些增强系统可以与一个或多个全球和/或区域导航卫星系统(诸如(例如)广域增强系统(WAAS)、欧洲静地导航覆盖服务(EGNOS)、多功能卫星增强系统(MSAS)和地理增强导航系统(GAGAN)等)相关联或以其他方式被启用以与该一个或多个全球和/或区域导航卫星系统一起使用。

[0086] 可以注意,尽管GNSS接收器880在图8中被图示为具有不同天线882的不同组件,但实施例不限于此。如本文中所使用,术语“GNSS接收器”可以包括配置为获得GNSS测量(来自GNSS卫星的测量)的硬件和/或软件组件。因此,在一些实施例中,GNSS接收器可以包括由一个或多个处理单元(诸如处理单元810、DSP 820和/或无线通信接口830内(例如调制解调器中)的处理单元)执行的测量引擎(作为软件)。GNSS接收器还可以可选地包括定位引擎(例如先前提到的SPE或PPE),该定位引擎可以使用来自测量引擎的GNSS测量来确定GNSS接收器的位置。定位引擎也由一个或多个处理单元(诸如处理单元810或DSP 820)执行。执行定位引擎的处理单元可以与执行测量引擎的处理单元相同或不同。

[0087] 流动站310可以进一步包括存储器860和/或与该存储器通信。存储器860可以包括机器或计算机可读介质,该机器或计算机可读介质可以包括但不限于本地和/或网络可访问存储装置、磁盘驱动器、驱动器阵列、光学存储设备、固态存储设备,诸如随机存取存储器(RAM)和/或只读存储器(ROM),其可以是可编程的、可闪速更新等。此类存储设备可以被配置为实现任何适当的数据存储库,包括但不限于各种文件系统、数据库结构等。

[0088] 如本文中所描述,流动站310的存储器860还可以包括软件元件(图8中未示出),其包括操作系统、设备驱动器、可执行库和/或其他代码,诸如一个或多个应用程序,该软件元件可以包括由各种实施例提供的计算机程序和/或可以被设计成实现由其他实施例提供的方法和/或配置由其他实施例提供的系统。仅仅作为示例,相对于上文讨论的方法描述的一个或多个过程可以实现为存储器860中的可由流动站310(和/或流动站310内的处理单元810或DSP 820)执行的代码和/或指令。然后,在一个方面,此类代码和/或指令可以用于配置和/或适配通用计算机(或其他设备)以根据所描述的方法来进行一个或多个操作。

[0089] 对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,可以根据具体要求来进行实质变化。例如,也可以使用定制硬件和/或可以在硬件、软件(包括便携式软件,诸如小应用程序等)或两者中实现特定元件。另外,可以采用与其他计算设备(诸如网络输入/输出设备)的连接。

[0090] 参考附图,可以包括存储器的组件可以包括非暂时性机器可读介质。如本文中所使用的术语“机器可读介质”和“计算机可读介质”是指参与提供使机器以特定方式操作的数据的任何存储介质。在上文中所提供的实施例中,各种机器可读介质可以涉及向处理单元和/或其他设备提供指令/代码以供执行。另外或替代地,机器可读介质可以用于存储和/或携带此类指令/代码。在许多实现中,计算机可读介质是物理和/或有形存储介质。这种介质可以采取多种形式,包括但不限于非易失性介质、易失性介质和传输介质。计算机可读介质的常见形式包括例如磁性和/或光学介质、具有孔图案的任何其他物理介质、RAM、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、FLASH-EPROM、任何其他存储器芯片或盒、如在下文中所描

述的载波或计算机可以从中读取指令和/或代码的任何其他介质。

[0091] 本文中讨论的方法、系统和设备是示例。各种实施例可以视情况省略、替换或添加各种过程或组件。例如，相对于某些实施例描述的特征可以组合在各种其他实施例中。可以以类似方式组合实施例的不同方面和元件。本文中所提供的各图的各种组件可以具体化在硬件和/或软件中。此外，技术不断发展，并且因此，许多元件是不将本公开的范围限于这些特定示例的示例。

[0092] 主要出于通用的原因，有时将此类信号称为比特、信息、值、要素、符号、字符、变量、项、数字、数值等已经被证明是方便的。然而，应当理解，所有这些或类似术语与适当物理量相关联，并且仅仅是方便的标签。除非另外具体说明，否则如从以上讨论中显而易见，应当理解，贯穿本说明书，利用诸如“处理”、“计算 (computing)”、“计算 (calculating)”、“确定”、“生成”、“查明”、“标识”、“关联”、“测量”、“进行”等术语的讨论是指特定装置 (诸如专用计算机或类似的专用电子计算设备) 的动作或进程。因此，在本说明书的上下文中，专用计算机或类似的专用电子计算设备或系统能够在专用计算机或类似的专用电子计算设备或系统的存储器、寄存器或其他信息存储设备、传输设备或显示设备内操纵或变换通常表示为物理、电子、电气或磁量的信号。

[0093] 如本文中所使用的术语“和”和“或”可以包括同样预期至少部分地取决于使用此类术语的上下文的各种含义。通常，“或”在用于关联诸如A、B或C的列表的情况下旨在意指在此以包含性意义使用的A、B和C以及在此以排他性意义使用的A、B或C。此外，如本文中所使用的术语“一个或多个”可以用于描述单数形式的任何特征、结构或特性，或可以用于描述特征、结构或特性的某种组合。然而，应当注意，这仅仅是说明性示例，并且所要求保护的主题不限于该示例。此外，术语“中的至少一者”在用于关联诸如A、B或C的列表的情况下可以被解释为意指A、B和/或C的任何组合，诸如A、AB、AA、AAB、AABBCCCC等。

[0094] 已经描述了若干实施例，在不脱离本公开的精神的情况下可以使用各种修改、替代构造和等同物。例如，以上要素可以仅仅是较大系统的组件，其中其他规则可以优先于或以其他方式修改各种实施例的应用。此外，可以在考虑了以上要素之前、期间或之后进行多个步骤。因此，以上描述不限制本公开的范围。

[0095] 鉴于此描述，实施例可以包括特征的不同组合。在以下编号条款中描述了实现示例：

[0096] 条款1. 一种移动设备的实时动态 (RTK) 定位的方法，该方法包括：在第一时间获得第一全球导航卫星系统 (GNSS) 测量，其中第一GNSS测量包括移动设备的第一地点处的无电离层载波相位组合；至少部分地基于第一GNSS测量和第一地点来确定校正项；在第二时间获得第二GNSS测量，其中，第二GNSS测量包括移动设备的第二地点处的无电离层载波相位组合；以及至少部分地基于第二GNSS测量和校正项来确定移动设备在第二时间的第二地点。

[0097] 条款2. 根据条款1的方法，其中用于第一GNSS测量的无电离层载波相位组合和用于第二GNSS测量的无电离层载波相位组合具有相同模糊性项。

[0098] 条款3. 根据条款1至2中任一项的方法，其中确定移动设备在第二时间的第二地点是在不在第一时间之后的时间接收RTK测量信息的情况下进行的。

[0099] 条款4. 根据条款1至3中任一项的方法，该方法进一步包括：进行卫星间单差以获

得对与接收器时钟、GNSS间/内频率和星座偏置或接收器相位中心变化效应或它们的任何组合相关的一个或多个误差的一个或多个校正,其中生成校正项进一步至少部分地基于一个或多个校正。

[0100] 条款5.根据条款1至4中任一项的方法,该方法进一步包括:从并非RTK服务的源获得校正数据,其中:校正数据包括启用轨道校正、时钟校正或两者的数据;以及生成校正项进一步至少部分地基于校正数据。

[0101] 条款6.根据条款5的方法,其中并非RTK服务的源包括另一移动设备。

[0102] 条款7.根据条款1至6中任一项的方法,该方法进一步包括:确定水平估计位置误差(HEPE)值在第三时间是否超过阈值;以及响应于确定了HEPE值超过阈值:请求来自基站的RTK测量信息;以及使用RTK测量信息来确定移动设备的地点。

[0103] 条款8.根据条款1至7中任一项的方法,该方法进一步包括:确定自第一时间以来是否已经过去了阈值量的时间;以及响应于确定了自第一时间以来已经过去了阈值量的时间:请求来自基站的RTK测量信息;以及使用RTK测量信息来确定移动设备的地点。

[0104] 条款9.根据条款1至8中任一项的方法,该方法进一步包括:确定移动设备自第一时间以来是否已经移动了阈值距离;以及响应于确定了移动设备自第一时间以来已经移动了阈值距离:请求来自基站的RTK测量信息;以及使用RTK测量信息来确定移动设备的地点。

[0105] 条款10.根据条款1至9中任一项的方法,该方法进一步包括:至少部分地基于从基站接收到的RTK测量信息来确定第一地点。

[0106] 条款11.根据条款1至10中任一项的方法,该方法进一步包括:在第二时间之后的一个或多个附加时间中的每个附加时间内:在相应附加时间进行新的相应GNSS测量,其中:新的相应GNSS测量包括无电离层载波相位组合,以及用于第一GNSS测量和新的相应GNSS测量的无电离层载波相位组合具有相同模糊性项;以及至少部分地基于新的相应GNSS测量和校正项来确定移动设备在相应附加时间的地点。

[0107] 条款12.根据条款1至11中任一项的方法,该方法进一步包括:确定RTK测量信息的不可用性,其中确定校正项是响应于确定了RTK测量信息的不可用性的。

[0108] 条款13.根据条款1至12中任一项的方法,该方法进一步包括:确定RTK测量信息的不可用性;以及响应于确定了RTK测量信息的不可用性,确定要使对移动设备的第二地点的确定是至少部分地基于校正项的。

[0109] 条款14.一种移动设备,该移动设备包括:存储器;以及一个或多个处理单元,该一个或多个处理单元与存储器通信地耦合并且进一步与全球导航卫星系统(GNSS)接收器通信地耦合或被配置为执行该全球导航卫星系统接收器,其中一个或多个处理单元被配置为进行根据条款1至13中任一项的方法。

[0110] 条款15.一种设备,该设备包括用于进行根据条款1至13中任一项的方法的部件。

[0111] 条款16.一种在其上具有用于移动设备的实时动态(RTK)定位的指令的非暂时性计算机可读介质,其中该指令在被一个或多个处理单元执行时使一个或多个处理单元进行根据条款1至13中任一项的方法。

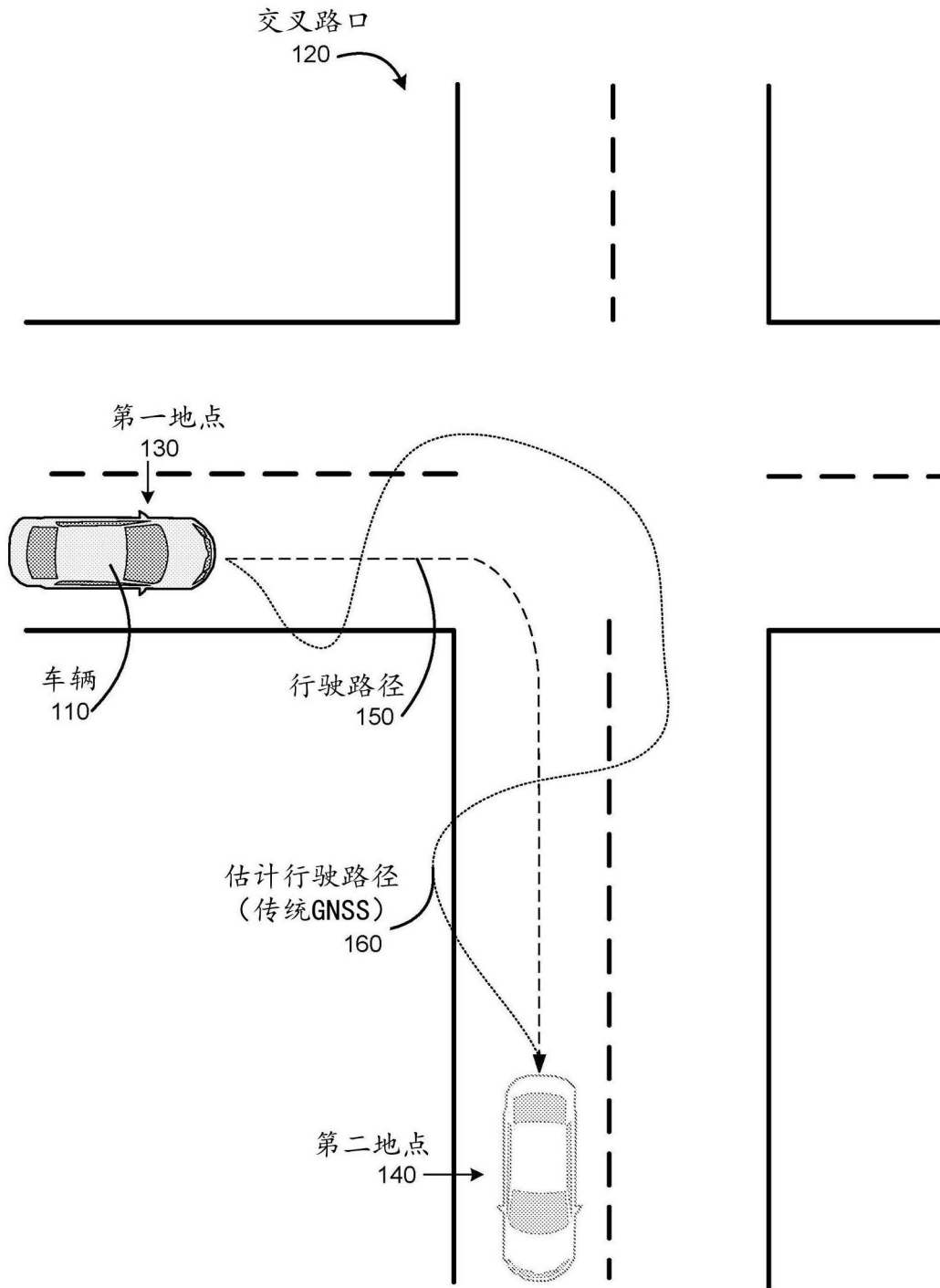


图1

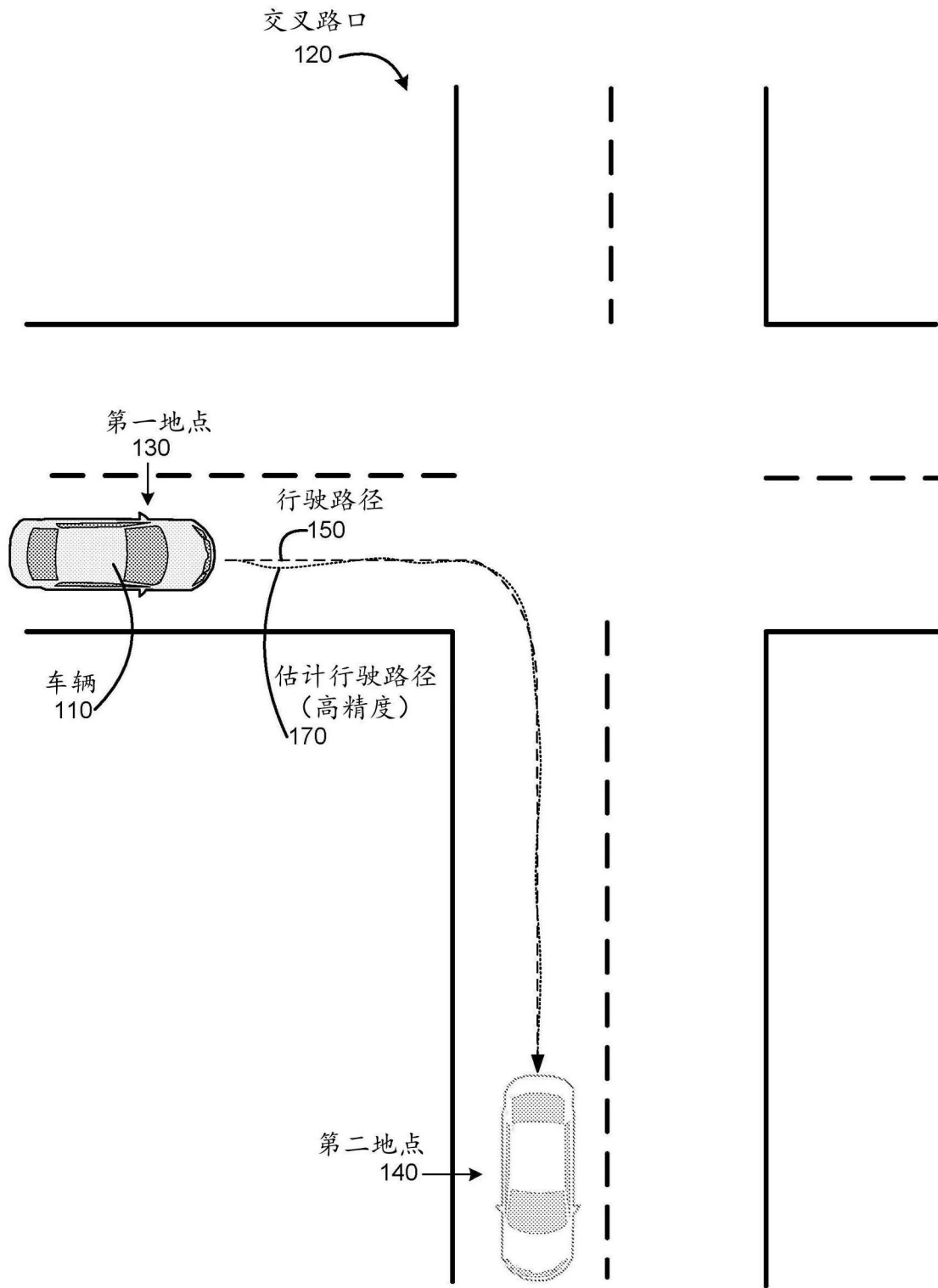


图2

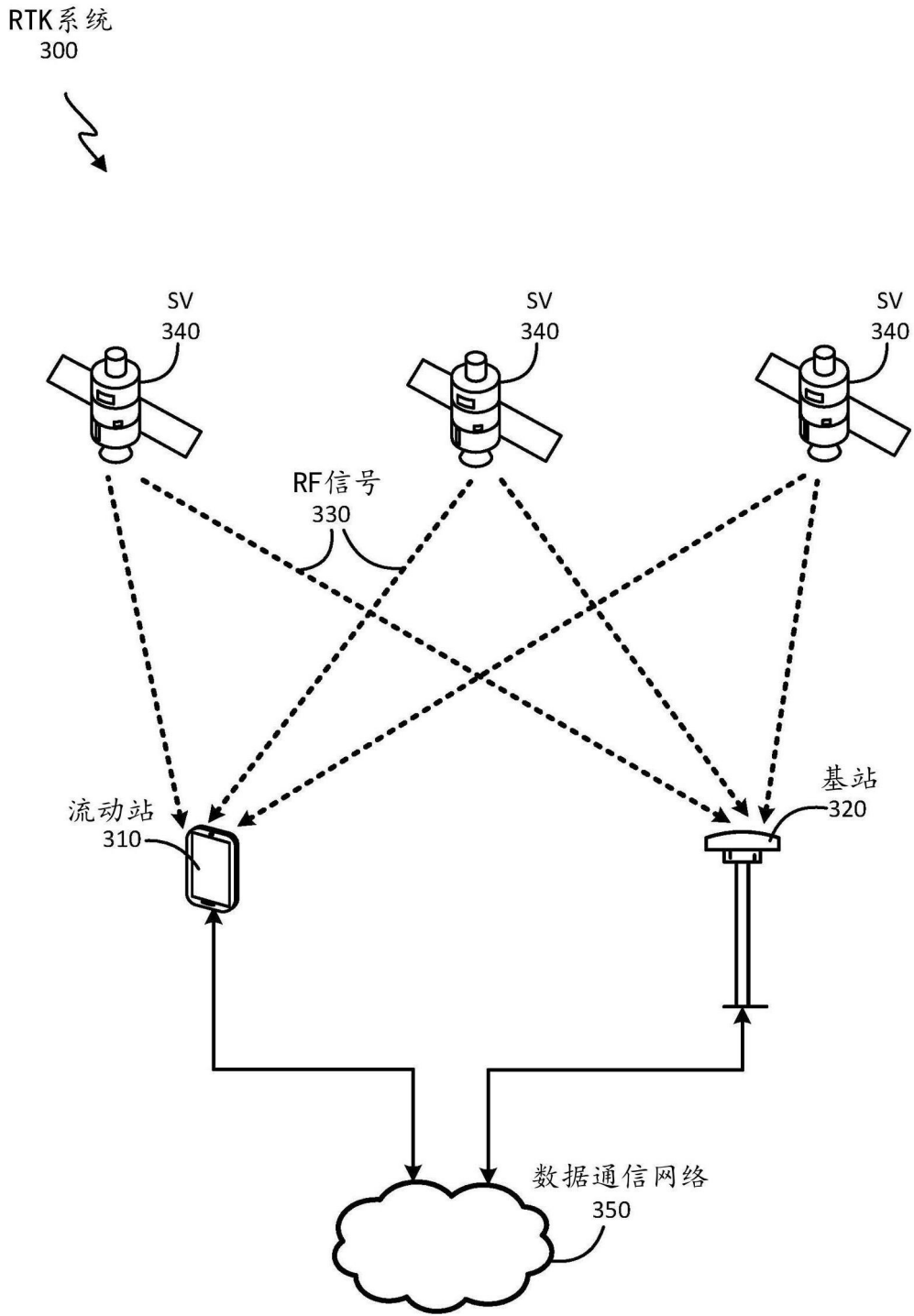


图3

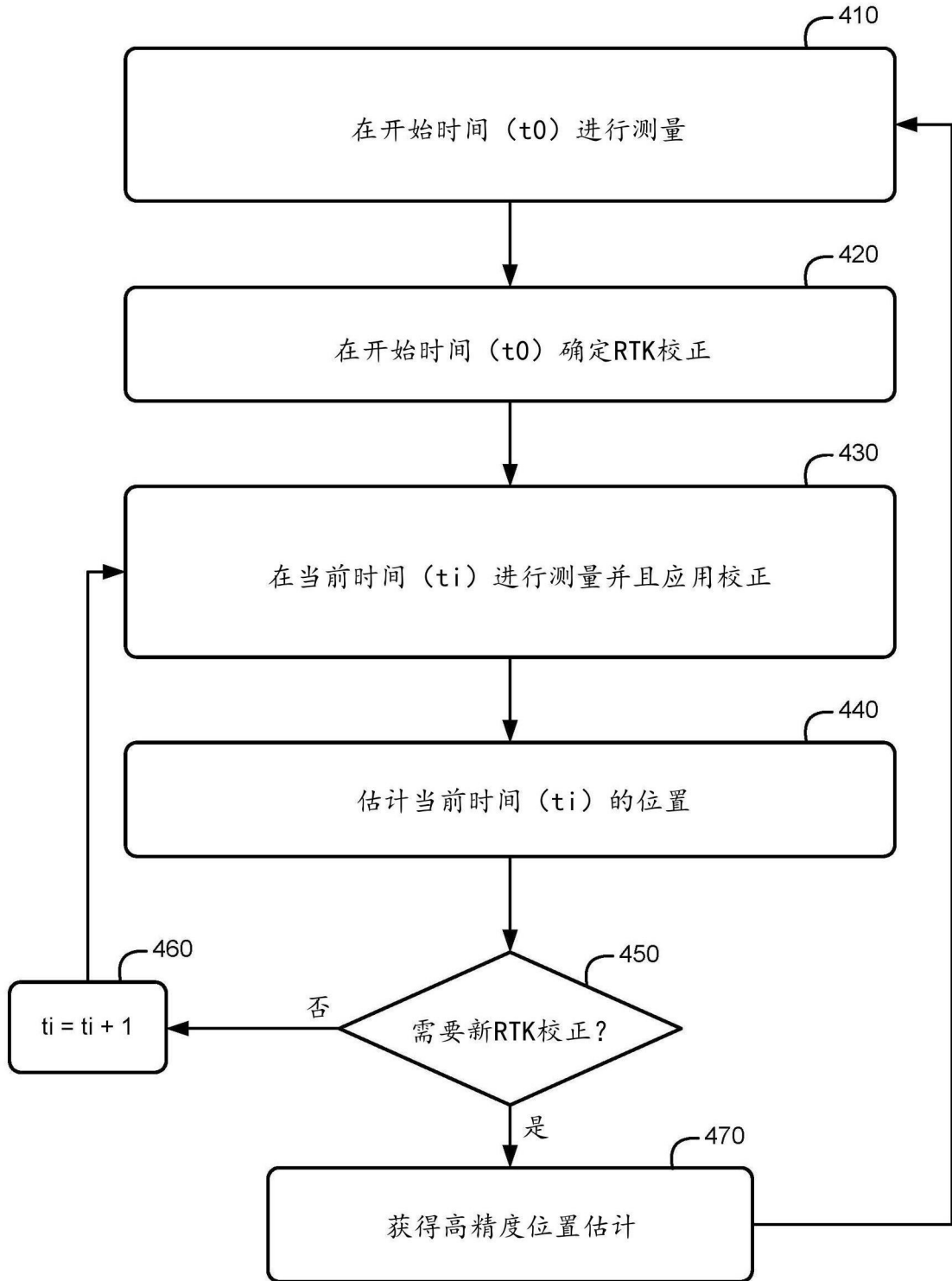


图4

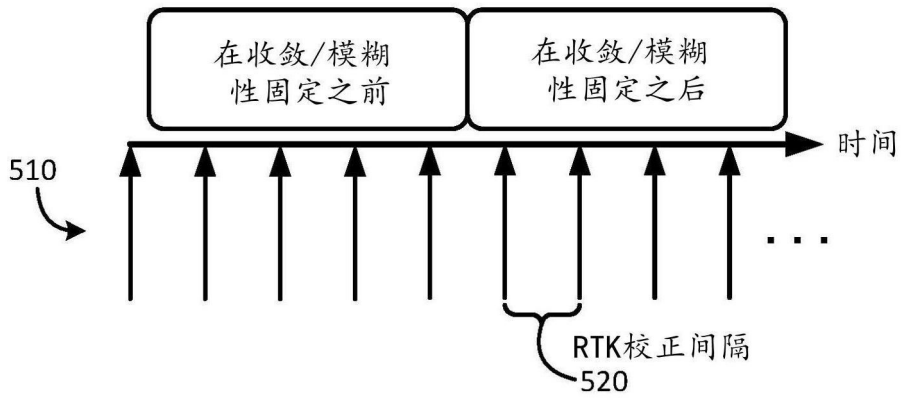


图5A

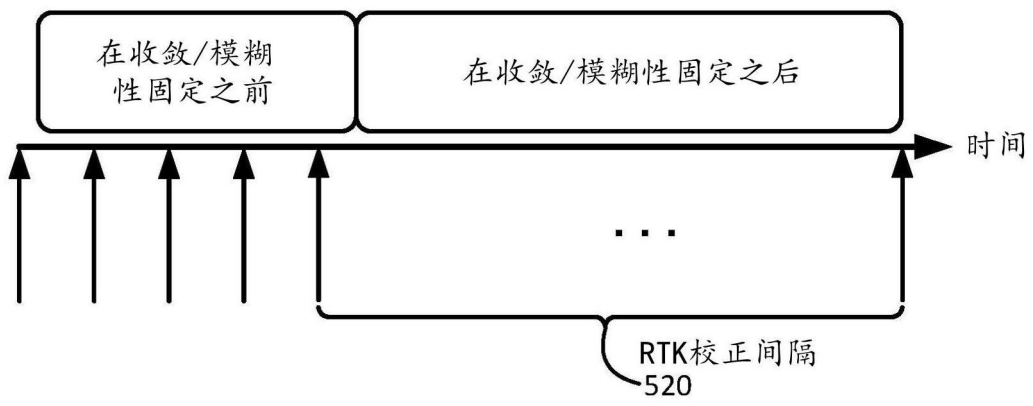


图5B

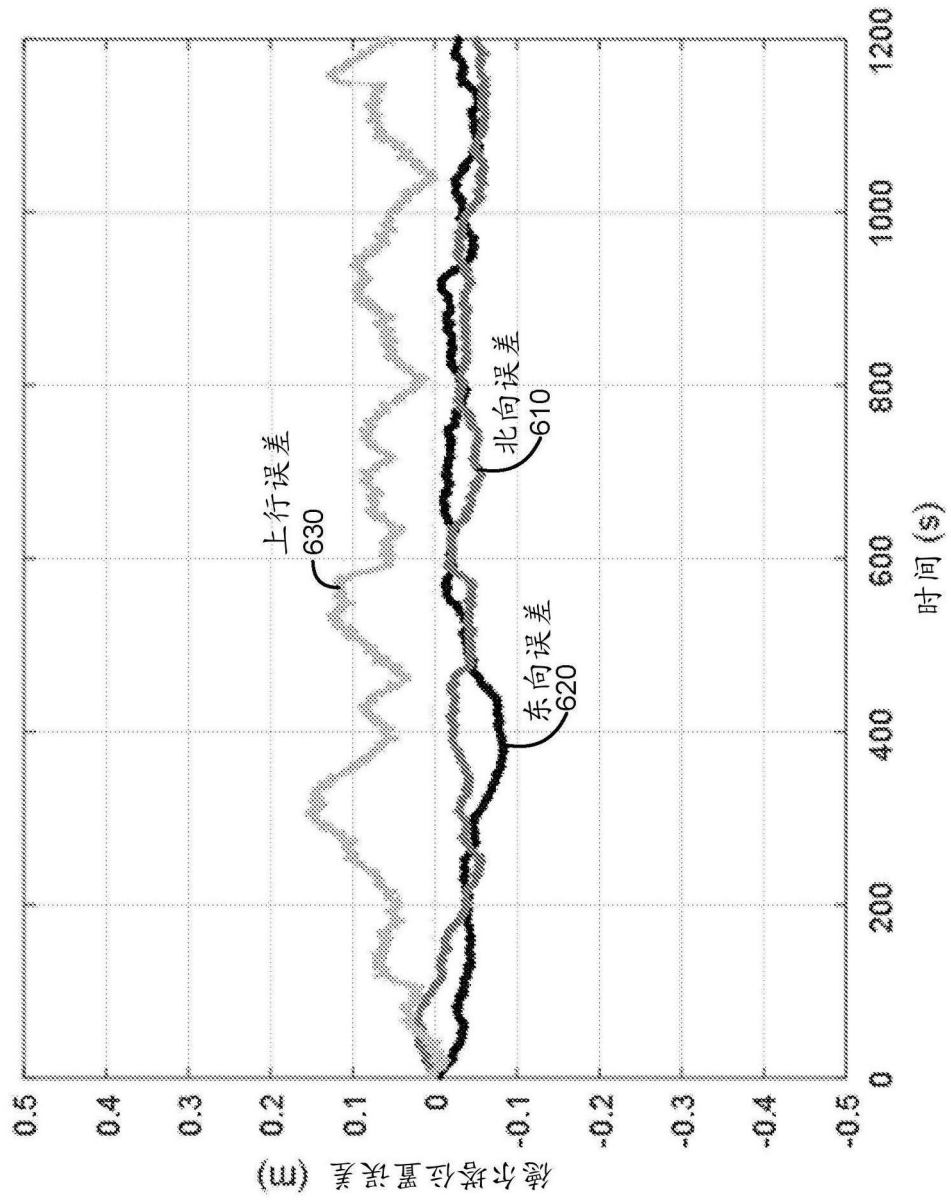


图6

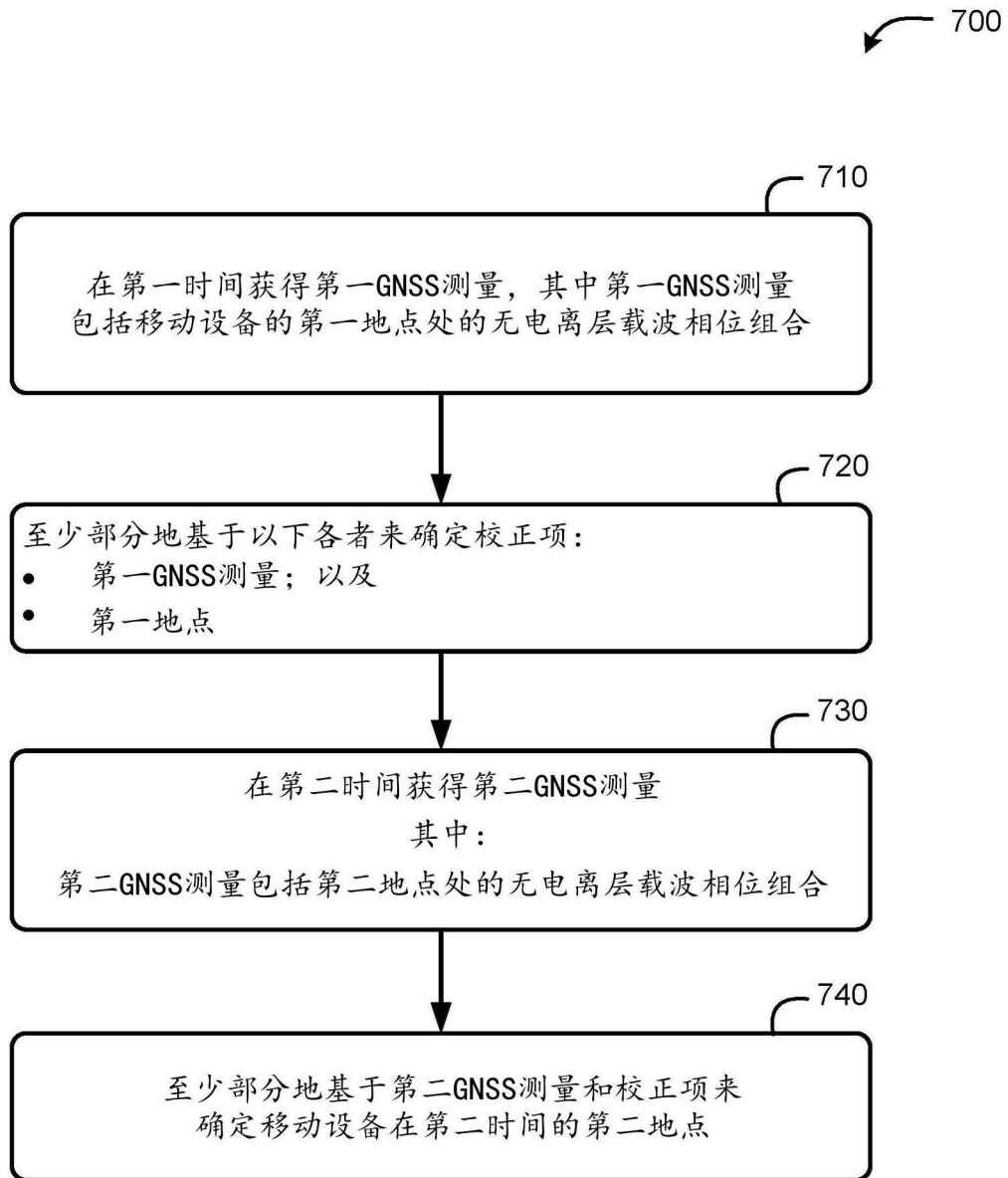


图7

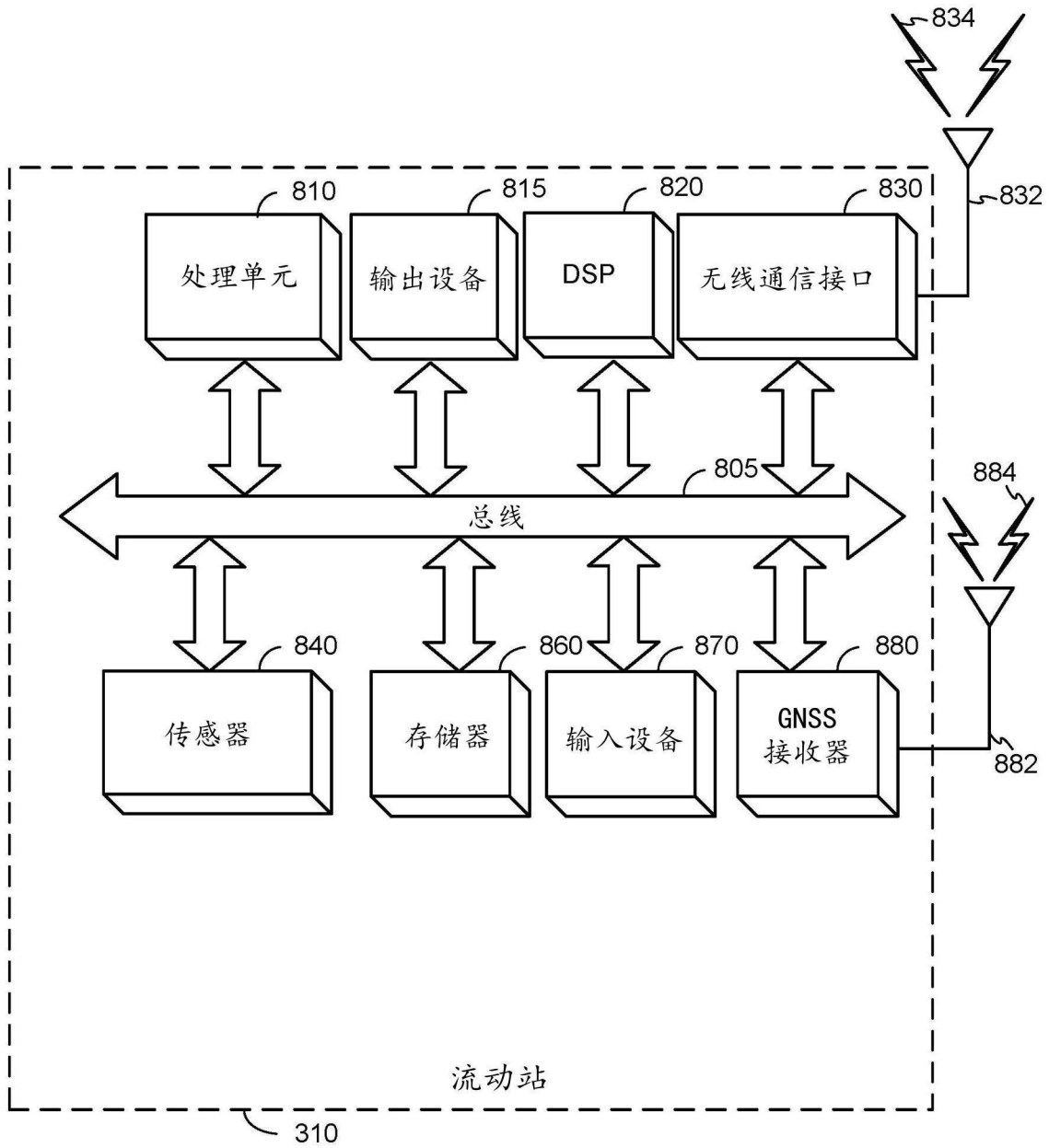


图8