

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101600970 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 11

(21) 申请号 200680008670. 1

(22) 申请日 2006. 03. 17

(30) 优先权数据

11/083, 541 2005. 03. 18 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 09. 18

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/010028 2006. 03. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02007/086894 EN 2007. 08. 02

(73) 专利权人 全球定位有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 弗兰克·范迪格伦

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 蔡晓红

(51) Int. Cl.

G01S 1/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6215442 B1, 2001. 04. 10, 全文.

US 6430416 B1, 2002. 08. 06, 全文.

A. Moudrak, et al.. Timing Aspects of GPS-Galileo Interoperability: Challenges and Solutions. 《36th Annual Precise Time and Time Interval (PTTI) Meeting》. 2004, 第 281 页第 5 行~第 285 页第 1 行.

审查员 卜广东

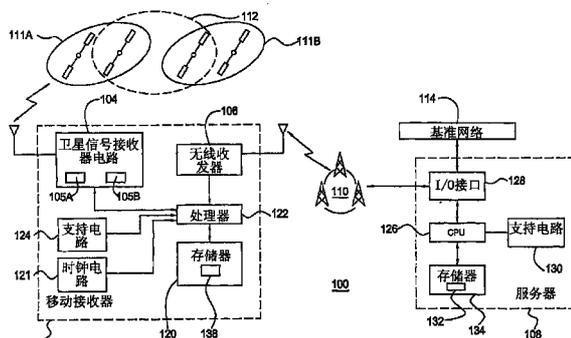
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

组合测量值并判定时钟偏移

(57) 摘要

本发明描述了一种处理来自第一卫星导航系统和第二卫星导航系统的卫星信号的方法和设备。在一个实施例中，测量卫星信号接收器与所述第一卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第一伪距。测量所述卫星信号接收器与所述第二卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第二伪距。得到第一卫星导航系统的第一时间基准帧与第二卫星导航系统的第二时间基准帧之间的差值。使用时间基准的差值将所述至少一个第一伪距与所述至少一个第二伪距组合。



CN 101600970 B

1. 一种处理来自第一卫星导航系统和第二卫星导航系统的卫星信号的方法,包括:
测量卫星信号接收器与所述第一卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第一伪距;

测量所述卫星信号接收器与所述第二卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第二伪距;

得到所述第一卫星导航系统的第一时间基准帧与所述第二卫星导航系统的第二时间基准帧之间的差值;以及

使用所述差值将所述至少一个第一伪距与所述至少一个第二伪距组合;所述方法进一步包括:在所述卫星信号接收器处从服务器接收辅助数据;以及

从所述辅助数据中获取所述差值的指示。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

使用所述组合的至少一个第一伪距和所述至少一个第二伪距,计算所述卫星信号接收器的位置和当天时间中的至少一个。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述得到和组合的步骤包括:

接收所述卫星信号接收器的估计位置;

接收估计的当天时间;以及

将所述至少一个第一伪距、所述至少一个第二伪距、所述估计位置、和所述估计的当天时间与多个位置和时间变量相关联,所述多个位置和时间变量包括与所述第一时间基准帧和所述第二时间基准帧之间的所述差值相关的至少一个时间变量。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述至少一个时间变量包括共模偏置变量差值。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述至少一个时间变量包括与所述第一卫星导航系统相关的第一共模偏置变量和与所述第二卫星导航系统相关的第二共模偏置变量。

6. 一种定位系统,其特征在于,包括:

卫星信号接收器电路,用于测量到第一卫星导航系统的至少一个卫星的至少一个第一伪距,以及到第二卫星导航系统的至少一个卫星的至少一个第二伪距;以及

处理器,用于得到所述第一卫星导航系统的第一时间基准帧与所述第二卫星导航系统的第二时间基准帧之间的差值,并使用所述差值将所述至少一个第一伪距与所述至少一个第二伪距组合;所述系统还包括服务器;其中,所述卫星信号接收器电路从所述服务器接收辅助数据;以及从所述辅助数据中获取所述差值的指示。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述处理器还被配置用于使用所述组合的至少一个第一伪距和所述至少一个第二伪距,计算所述卫星信号接收器的位置和当天时间中的至少一个。

8. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述处理器被配置用于:

接收估计位置;

接收估计的当天时间;以及

将所述至少一个第一伪距、所述至少一个第二伪距、所述估计位置、和所述估计的当天时间与多个位置和时间变量相关联,所述多个位置和时间变量包括与所述第一时间基准帧

和所述第二时间基准帧之间的所述差值相关的至少一个时间变量。

9. 一种处理来自第一卫星导航系统和第二卫星导航系统的卫星信号的设备,其特征在于,包括:

测量卫星信号接收器与所述第一卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第一伪距的装置;

测量所述卫星信号接收器与所述第二卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第二伪距的装置;

得到所述第一卫星导航系统的第一时间基准帧与所述第二卫星导航系统的第二时间基准帧之间的差值的装置;以及

使用所述差值将所述至少一个第一伪距与所述至少一个第二伪距组合的装置;其中,所述卫星信号接收器从服务器接收辅助数据;以及从所述辅助数据中获取所述差值的指示。

10. 根据权利要求9所述的设备,其特征还在于,还包括:使用所述组合的至少一个第一伪距和所述至少一个第二伪距,计算所述卫星信号接收器的位置和当天时间中的至少一个的装置。

组合测量值并判定时钟偏移

技术领域

[0001] 本发明涉及卫星定位系统,更具体地说,涉及一种组合测量值并判定不同卫星定位系统之间的时钟偏移的方法和设备。

[0002] 背景技术

[0003] 卫星定位系统 (SPS) 接收器使用来自几颗卫星的测量值来计算位置。SPS 接收器通常通过计算卫星发射信号时刻与接收器 (位于地球表面或者接近地球表面) 接收信号时刻之间的时间延迟来确定其自身位置。将时间延迟与光速相乘,就可得到接收器与接收器可见的每颗卫星之间的距离。典型的卫星定位系统包括全球定位系统 (GPS)、欧洲伽利略 (GALILEO) 系统、以及俄罗斯全球导航卫星 (GLONASS) 系统。

[0004] 在 GPS 中,每个商业用信号都利用直接序列扩展信号,所述直接序列扩展信号由具有 1.023MHz 扩展率的唯一伪随机噪音 (PN) 码 (被称为粗略撷取 (C/A) 码) 定义。每个 PN 码双向调制 1575.42MHz 的载波信号 (被称为 L1 载波),并唯一标识特定的卫星。PN 码序列长度是 1023 个码片 (chip),对应于一毫秒的时间段。1023 个码片的一次循环被称为 PN 帧或者历元 (epoch)。

[0005] GPS 接收器通过比较所接收的 PN 码信号序列与内部生成的 PN 信号序列之间的时间位移,来判定信号的发射与接收之间的时间延迟。这些测量的时间延迟被称为“子毫秒伪距”,因为已知它们以 1 毫秒 PN 帧边界为模。通过分解与每个卫星的每次延迟相关的毫秒的整数,就可得到真实明确的伪距。一组四个伪距、发射 GPS 信号的绝对时间信息、以及与这些绝对时间相关的卫星位置足以确定 GPS 接收器的位置。发射 (或接收) 的绝对时间是必需的,以确定 GPS 卫星在发射时间的位置,从而计算 GPS 接收器的位置。

[0006] 因此,每个 GPS 卫星都广播一种卫星轨道和时钟数据 (也称为卫星导航消息)。卫星导航消息是 50 比特 / 秒 (bps) 的数据流,与 PN 码模 2 相加,比特边界与 PN 帧的起始部分结合。每数据比特周期 (20 毫秒) 有 20 个 PN 帧。卫星导航消息包括卫星定位数据,也称为“星历”数据,它标识卫星和它们的轨道,以及与卫星信号相关的绝对时间信息 (在此也被称为“GPS 系统时间”)。GPS 系统时间信息是星期信号中的某一秒,被称为星期时间 (TOW)。这种绝对时间信号允许接收器明确确定每个卫星何时发射每个所接收信号的时间标记。

[0007] GPS 卫星以大约 3.9km/s 移动,因此从地球上观察,卫星的范围以最大 $\pm 800\text{m/s}$ 的速率变化。绝对时间误差导致每毫秒的时间误差有高达 0.8m 的范围误差。这些范围误差在 GPS 接收器位置产生类似的尺寸误差。因此,10ms 的绝对时间精度对近 10m 的位置精度来说足够了。10ms 以上的绝对时间误差将会导致较大的位置误差,因此要求通常的 GPS 接收器的绝对时间具有近 10 毫秒的精度或者更高。

[0008] 与 GPS 定位密切相关的另一个时间参数是用于测量子毫秒伪距的时间基准中的子毫秒偏移。这种偏移同样地影响所有的测量值,由于这个原因它被称为“共模误差”。共模误差不应与绝对时间误差混淆。如上所述,1 毫秒的绝对时间误差导致高达 0.8 米的范围误差,而 1 微秒的绝对时间误差会引起小于 1 毫米、几乎看不见的范围误差。但是,1 微秒的共

模误差会导致 1 微秒乘以光速（也就是，300 米）的伪距误差。共模误差对伪距的计算有较大的影响，在实际中，很难校正共模误差。因此，传统的 GPS 接收器将共模误差当作未知数，一旦在特定的接收器处已经测量了足够数量的伪距，就必须解决随位置一起的共模误差。

[0009] 其他类型的卫星定位系统，例如伽利略系统和全球导航卫星系统使用类似于 GPS 的信号结构，可以用类似的方式定位接收器。在某些应用中，希望同时处理来自 GPS 卫星和其他卫星定位系统的卫星的信号。例如，由于信号强度很低，接收器可能不能接收和处理足够数量的 GPS 信号以进行定位。但是，这种其他的卫星定位系统通常使用与 GPS 不同的时间基准来操作。例如，GPS 系统时间比国际原子时间 (TAI) 慢 19 秒，精度为大约 20 毫微秒，但是伽利略系统时间与 TAI 的偏移量小于 33 毫微秒。同时使用 GPS 和伽利信号、而不补偿这两种系统使用的系统时间误差将会导致所计算的位置误差与光速成正比。例如，未补偿 10 毫微秒的偏移将会导致所计算的位置有 10 英尺的误差。

[0010] 因此，在该领域中需要一种组合多个卫星导航系统的测量值并补偿这些系统所使用的系统时间差值的方法和设备。

发明内容

[0011] 本文描述了一种处理来自第一卫星导航系统和第二卫星导航系统的卫星信号的方法和设备。在一个实施例中，测量卫星信号接收器与所述第一卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第一伪距。测量所述卫星信号接收器与所述第二卫星导航系统的至少一个卫星之间的至少一个第二伪距。得到第一卫星导航系统的第一时间基准帧与第二卫星导航系统的第二时间基准帧之间的差值。使用时间基准的差值将所述至少一个第一伪距与所述至少一个第二伪距组合。

附图说明

[0012] 参照实施例和附图，可更详细地了解本发明的上述特征以及上文简述的本发明的更多特定描述。但是，需要注意的是，附图仅示出了本发明的典型实施例，并不用于限制本发明的范围，本发明可以有其它等同的有效实施例。

[0013] 图 1 是定位系统的示范性实施例的框图；

[0014] 图 2 是根据本发明的定位方法的示范性实施例的流程图；

[0015] 图 3 是根据本发明的计算时间基准差值和位置 / 时刻的方法的示范性实施例的流程图。

[0016] 为了便于理解，附图中同样的参考标号表示同样的元件。

具体实施方式

[0017] 下文描述了一种组合多个卫星导航系统的测量值的方法和设备。本技术领域的人员将会理解，本发明可与具有定位功能的多种移动或无线设备一起使用，例如蜂窝电话、寻呼机、膝上电脑、个人数字助理 (PDA) 和现有技术中类似类型的无线设备。通常，具有定位功能的移动设备具有处理卫星定位系统 (SPS) 的卫星信号的能力。

[0018] 图 1 是定位系统 100 的示范性实施例的框图。系统 100 包括通过无线通信网络 110 与服务器 108 通信的移动接收器 102。例如，服务器 108 可设置在无线通信网络 110 的服务

移动定位中心 (SMLC)。无线通信网络 110 包括带有多个基站或蜂窝站的蜂窝通信网络。移动接收器 102 获取与多个卫星 112 相关的卫星测量数据 (例如, 伪距、多普勒测量值)。上述多个卫星 112 从第一卫星导航系统 111A (例如, GPS) 和第二卫星导航系统 111B (例如, 伽利略系统) 的卫星中选取。服务器 108 获取卫星 112 的卫星轨道数据 (例如, 轨道模式信息, 如卫星星历信息)。使用卫星测量数据和卫星轨道数据来计算移动接收器 102 的位置信息。

[0019] 特别地, 移动接收器 102 示例性地包括卫星信号接收器电路 104、无线收发器 106、处理器 122、支持电路 124、存储器 120、以及时钟电路 121。卫星信号接收器电路 104 包括用于处理来自卫星导航系统 111A 的卫星信号的电路 105A、以及用于处理来自卫星导航系统 111B 的卫星信号的电路 105B。在一个实施例中, 电路 105A 和电路 105B 包括两个单独的卫星信号接收器, 一个用于接收来自卫星导航系统 111A (例如, GPS) 的信号, 另一个用于接收来自卫星导航系统 111B (例如, 伽利略系统) 的信号。在另一个实施例中, 一部分卫星信号接收器电路 104 可以在电路 105A 与电路 105B 之间共用 (例如, 共用前端电路)。卫星信号接收器电路 104 被配置得利用至少一个天线 116 接收来自卫星 112 的卫星信号。

[0020] 电路 105A 和电路 105B 可包括传统电路 (例如, GPS 电路、伽利略电路、全球导航卫星电路), 用于接收和处理分别来自第一和第二卫星导航系统 111A 和 111B 的信号。用于接收和处理卫星定位系统信号的电路在 2002 年 9 月 17 日公布的相同申请人的美国专利申请 6, 453, 237 中进行了描述, 在此全文引用。无线收发器 106 通过天线 118 接收来自无线通信网络 110 的无线信号。卫星信号接收器电路 104 和无线收发器 106 可由处理器 122 控制。时钟电路 121 用来跟踪时刻, 并包括实时时钟。

[0021] 处理器 122 可包括微处理器、指令集处理器 (例如, 微控制器)、或者本领域已知的类似类型的处理元件。处理器 122 连接到存储器 120 和支持电路 124。存储器 120 可以是随机存取存储器、只读存储器、可移动存储器、硬盘存储器、或者这些存储设备的任意组合。支持电路 124 包括常规的高速缓存、电源、时钟电路、数据寄存器、I/O 接口和类似设备, 以便于移动接收器 102 的操作。在此描述的处理和方法可使用存储在存储器 120 内的软件 138 来实施, 由处理器 122 执行。选择性地, 移动接收器 102 可以以硬件或者硬件与软件的组合来实施这些处理和方法, 包括任何数量的独立执行各种程序的处理器和专用硬件, 例如专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 等类似元件。

[0022] 服务器 108 示例性地包括输入 / 输出 (I/O) 接口 128、中央处理单元 (CPU) 126、支持电路 130、以及存储器 134。CPU 126 连接到存储器 134 和支持电路 130。存储器 134 可以是随机存储器、只读存储器、可移动存储器、硬盘存储器、或者这些存储器设备的任意组合。支持电路 130 包括常规的高速缓存、电源、时钟电路、数据寄存器、I/O 接口和类似设备, 以便于服务器 108 的操作。在此描述的处理和方法可使用存储在存储器 134 内的软件 132 来实施, 由 CPU126 执行。选择性地, 服务器 108 可以以硬件或者硬件与软件的组合来实施这些处理和方法, 包括任何数量的独立执行各种程序的处理器和专用硬件, 例如 ASIC、FPGA 等类似元件。

[0023] I/O 接口 128 被配置用于接收来自无线网络 110 的数据, 例如移动接收器 102 收集的卫星测量数据。此外, I/O 接口 128 被配置用于接收来自跟踪站网络 (例如, 基准网络 114) 之类的外部源的卫星轨道数据, 例如卫星 112 的星历。基准网络 114 包括几个跟踪站

点,用于收集来自一个或多个卫星导航系统的所有卫星的卫星导航数据;或者包括少数几个跟踪站点;或者包括一个跟踪站点,仅收集世界特定区域内的卫星导航数据。用于收集和分配星历的示范性系统在 2002 年 6 月 25 日公布的相同申请人的美国专利申请 6,411,892 中进行了描述,在此全文引用。

[0024] 在一个实施例中,移动接收器 102 接收来自服务器 108 的辅助数据。该辅助数据包括获取辅助数据(例如,从移动接收器 102 的假定位置到卫星 112 的一组期望伪距)和/或卫星轨道数据(例如,星历数据或其它类型的卫星轨道模型)。例如,移动接收器 102 可从服务器 108 请求和接收获取辅助数据,并将卫星测量数据随时间标记一起发送到服务器 108。然后服务器 108 确定移动接收器 102 的位置(被称为移动站点辅助配置或“MS 辅助”配置)。在另一个例子中,服务器 108 将卫星轨道数据发送到移动接收器 102,移动接收器 102 可定位自身的位置(被称为基于移动站点的配置或者“基于 MS”的配置)。在另一个实施例中,移动接收器 102 可通过解码来自卫星信号的卫星导航消息来定位自身的位置,而不接收来自服务器 108 的辅助数据(被称为自治配置)。

[0025] 图 2 是根据本发明的定位方法 200 的示范性实施例的流程图。可参照图 1 的定位系统 100 理解方法 200。方法 200 从步骤 202 开始。在步骤 204,测量到第一卫星导航系统 111A 的卫星的一个或多个第一伪距。在步骤 206,测量到第二卫星导航系统 111B 的卫星的一个或多个第二伪距。例如,可测量到 GPS 卫星和伽利略卫星的伪距。如下所述,所测量的总伪距的数量取决于使用伪距数据计算的独立变量的数量(例如,利用四个伪距计算四个变量)。在一个实施例中,由服务器 108 计算移动接收器 102 的位置。因此,在可选的步骤 207,第一和第二伪距可从移动接收器 102 发送到服务器 108。在步骤 208,获得第一和第二卫星导航系统之间的时间基准的差值。

[0026] 在步骤 209,使用在步骤 208 获得的时间基准差值来组合第一和第二伪距。也就是,执行处理,允许同时使用所测量的与不同卫星导航系统相关的第一和第二伪距来计算位置和/或时间。在步骤 210,使用组合的第一和第二伪距来计算移动接收器 102 的位置和/或时刻。组合第一和第二伪距、获取两个卫星系统之间的时间基准差值、以及计算位置的各种实施例将参照图 3 进行描述。步骤 208、209 和 210 可由服务器 108(例如,MS 辅助配置中的服务器)或者移动接收器 102(例如,基于 MS 或自主配置的移动接收器)执行。方法 200 在步骤 212 结束。

[0027] 在一个实施例中,可使用数学模型来计算时间基准差值和位置/时刻。特别地,图 3 是根据本发明的计算时间基准差值和位置/时刻的方法 300 的示范性实施例的流程图。在步骤 302,提供从卫星 112 接收信号的估计时间(时刻估计值)。例如,时刻估计值可以由时钟电路 121 或者服务器 108 提供。在步骤 304 和 308,提供卫星 112 的伪距和星历。在步骤 306,提供移动接收器 102 的估计位置。可使用本领域已知的各种位置估计技术来获得移动接收器 102 的估计位置,包括使用无线网络 110 的基站之间的转变、使用移动接收器 102 的上一次已知位置、使用与移动接收器 102 通信的无线网络 110 的基站位置、使用网络 ID 识别的无线网络 110 的位置、或者使用无线网络 110 的蜂窝站点的位置,在无线网络 110 中,移动接收器 102 由蜂窝 ID 识别。

[0028] 在步骤 310,形成期望的伪距。如果所有之前的参数(位置估计值和时间估计值)实际上是这些参数的真实值,期望的伪距是将被测量的伪距。在步骤 312,通过比较步骤

304 提供的伪距和步骤 310 形成的期望伪距之间的差异,形成伪距余量。在步骤 314,形成数学模型,该数学模型使伪距余量与位置和时间变量的更新相关联。

[0029] 特别地,可使用数学模型,使所测量伪距与期望伪距之间的余量差与位置(例如, x 、 y 和 z 位置)和时间的更新相关联。在一个实施例中,时间更新包括第一卫星导航系统 111A 的共模偏置 (t_{CA})、第二卫星导航系统 111B 的共模偏置 (t_{CB})、以及时刻误差 (t_s)。数学模型可定义如下:

$$[0030] \quad \begin{bmatrix} \underline{u}_A \\ \underline{u}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \partial \rho_A / \partial x & \partial \rho_A / \partial y & \partial \rho_A / \partial z & \partial \rho_A / \partial t_{CA} & \partial \rho_A / \partial t_{CB} & \partial \rho_A / \partial t_s \\ \partial \rho_B / \partial x & \partial \rho_B / \partial y & \partial \rho_B / \partial z & \partial \rho_B / \partial t_{CA} & \partial \rho_B / \partial t_{CB} & \partial \rho_B / \partial t_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ t_{CA} \\ t_{CB} \\ t_s \end{bmatrix}$$

$$[0031] \quad = \mathbf{H} \mathbf{x}$$

[0032] 其中 \underline{u} 是伪距余量(期望伪距与实际伪距之间的差值)的矢量; \underline{u}_A 是卫星系统 A(例如, GPS)的伪距余量, \underline{u}_B 是卫星系统 B(例如,伽利略)的伪距余量。右侧的 6 元素矢量包括状态变量 x , y , z (初始位置的位置更新), t_{CA} 和 t_{CB} (分别是卫星系统 A 和 B 的校准时钟偏置估计值的更新),以及 t_s (时刻误差的更新)。注意:严格地说, t_s 有两个值,但是由于 t_s 的效果由相对卫星运动(高达 800m/s)来衡量,没有可测量的差值,结果只能对两种卫星系统都将 t_s 视为相同。但是 t_{CA} 和 t_{CB} 可由光速 (3×10^8 m/s)来衡量,这两种状态必须分别对待。

[0033] 上述 H 矩阵中下方标有 A 和 B 的两行是它们自己的子矩阵,每个都分别包含同 \underline{u}_A 或 \underline{u}_B 一样多的行。“A”子矩阵中的第 i 行是:

$$[0034] \quad [\partial \rho_{Ai} / \partial x \quad \partial \rho_{Ai} / \partial y \quad \partial \rho_{Ai} / \partial z \quad c \quad 0 \quad -\dot{\rho}_{Ai}]$$

[0035] 其中前三项构成系统 A 的卫星 I 的已知视距矢量。第 4 项是常量(光速),第 5 项是零,第 6 项是相对卫星速度。“B”子矩阵的第 i 行是:

$$[0036] \quad [\partial \rho_{Bi} / \partial x \quad \partial \rho_{Bi} / \partial y \quad \partial \rho_{Bi} / \partial z \quad 0 \quad c \quad -\dot{\rho}_{Bi}]$$

[0037] 与“A”子矩阵的行类似,但是第 4 项和第 5 项不同,这两项表达了测量值与变量 t_{CA} 和 t_{CB} 之间的适当关系。

[0038] 可使用星历数据计算 H 矩阵项(entry)。可从位置估计值和时刻估计值得到 x , y , z , t_{CA} , t_{CB} 和 t_s 更新的初始值。共模偏置更新最初可假定为零。通过合并卫星系统 111A 和 111B 的共模偏置更新,数学模型得到两个系统之间的时间基准的差值。

[0039] 在另一个实施例中,时间更新包括卫星导航系统 111A 和 111B 其中一个的共模偏置,例如 A(t_{CA})、共模偏置增量 ($t_{CA\Delta}$)(等于 $t_{CB} - t_{CA}$)、以及时刻误差 (t_s)。共模偏置增量与两个卫星系统 111A 和 111B 的共模偏置之间的差值相关。在本实施例中,数学模型定义如下:

$$[0040] \quad \begin{bmatrix} \underline{u}_A \\ \underline{u}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \partial \rho_A / \partial x & \partial \rho_A / \partial y & \partial \rho_A / \partial z & \partial \rho_A / \partial t_{CA} & \partial \rho_A / \partial t_{CA\Delta} & \partial \rho_A / \partial t_s \\ \partial \rho_B / \partial x & \partial \rho_B / \partial y & \partial \rho_B / \partial z & \partial \rho_B / \partial t_{CA} & \partial \rho_B / \partial t_{CA\Delta} & \partial \rho_B / \partial t_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ t_{CA} \\ t_{CA\Delta} \\ t_s \end{bmatrix}$$

[0041] $= \mathbf{H}\mathbf{x}$

[0042] 其中, \mathbf{u} 是伪距余量的矢量 (期望伪距与实际伪距之间的差值); \mathbf{H} 矩阵与以上描述的类似, 但是将变量 t_{CB} 改变为 t_{CA} 。可使用星历数据计算 \mathbf{H} 矩阵项。可从位置估计值和时刻估计值得到 x, y, z 和 t_s 更新的初始值。共模偏置更新和共模偏置增量更新最初可假定为零。通过将卫星系统 111A 和 111B 其中一个的共模偏置与共模偏置增量合并, 数学模型可得到两个系统的时间基准 之间的差值。

[0043] 虽然已经参照 x, y, z 的更新描述了数学模型的实施例 (被称为与时间无关的数学模型), 本技术领域的人员将会理解, 数学模型可以有更少的位置变量 (例如, 只有 x 和 y 位置)。此外, 数学模型可被实施, 以更新这些更新的任何子集, 如在 2004 年 5 月 11 日公布的相同申请人的美国专利申请 6, 734, 821 中所描述, 该专利在此全文引用。

[0044] 在步骤 316, 解决时间和位置更新。要注意的是, 步骤 314 形成的数学模型可迭代, 以精确确定位置和时间更新。位置和时间更新可附加到位置估计值和时刻估计值, 以确定移动接收器 102 的位置和 / 或时刻。通过计算数学模型内的时间基准的差值, 本发明虑及了两个不同卫星导航系统的伪距的使用。

[0045] 再参照图 2, 在另一个实施例中, 在步骤 208 从基准站点 (例如, 基准网络) 获取时间基准差值。在一个实施例中, 基准站点处理来自每个卫星导航系统 111A 和 111B 中卫星的卫星信号, 并得到时间基准差值。所计算的时间基准差值被传送到服务器 108, 并在辅助数据中被提供给移动接收器 102。在另一个实施例中, 卫星导航系统 111A 和 111B 中的一个或两个被配置用于传送时间基准差值。然后基准站点解码来自卫星信号的时间基准差。所解码的时间基准差被传送到服务器 108, 并在辅助数据内被提供给移动接收器 102。

[0046] 一旦得到时间基准差值, 来自卫星系统 111A 和 111B 的其中一个的伪距将会被转换为卫星系统 111A 和 111B 中的另一个的时间基准。一旦所有的伪距都有相同的时间基准, 就可使用已知方式中的导航模型来计算移动接收器 102 的位置。要注意的是, 在通常的卫星导航问题中, 有九个未知数:

[0047] 三个位置未知数: x, y, z ;

[0048] 三个速度未知数: $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$;

[0049] 三个时钟未知数: t_c, t_s, f_c ;

[0050] 其中 x, y, z 表示移动接收器的笛卡尔坐标, $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ 表示与各 x, y, z 坐标相关的速度, t_c 是共模定时误差 (通常是子毫秒值), t_s 是绝对时间标记误差, f_c 是移动设备 102 的卫星信号接收器电路 104 内的本地振荡器的频率误差。可基于先验信息得知或估计一个或多个变量 (例如, 如果移动设备 110 被校准为精确的 GPS 时间, 可得知 t_s)。可使用已知方式中的伪距, 得到一个或多个未知的变量。

[0051] 在另一个实施例中, 从基准站点得到的时间基准差值可用作上述的一个与时间无关的数学模型中的共模偏置或共模偏置增量的初始值。参照图 3, 在步骤 307, 可提供时间基准差值的估计值。时间基准差值的估计值可用来初始化在步骤 314 中形成的数学模型中的共模偏置更新或共模偏置增量更新中的一个。

[0052] 以上描述了用于组合多个卫星导航系统的测量值的方法和设备。在一个实施例中, 测量两个不同卫星导航系统 (例如, GPS 和伽利略系统) 中卫星的伪距。通过计算两个卫星导航系统之间的时间基准的差值, 组合伪距测量值。换句话说, 执行处理, 允许伪距测

量值一起使用,而不管测量值是关于两个不同的卫星导航系统。可使用与时间无关的数学模型得到时间基准差值,可通过处理基准站点处的卫星信号来测量时间基准差值,如果一个或两个系统被配置用于传播这样的差值,也可从基准站点处的卫星信号解码得到时间基准差值。

[0053] 为清楚起见,已经举例就组合来自两个卫星导航系统的测量值对本发明进行了描述。本技术领域的人员将会理解,本发明用于组合通常来自于多个卫星导航系统的测量值。要注意的是,上述与时间无关的数学模型可被修改,以包括附加的共模偏置更新或附加的共模偏置增量更新,从而说明所测量的附加卫星导航系统。此外,基准站点可测量或解码多个时间基准差值。

[0054] 虽然上文涉及本发明的示例性实施例,但是可为本发明设计其它和更多的实施例,而不脱离本发明的基本范围,其范围由权利要求限定。

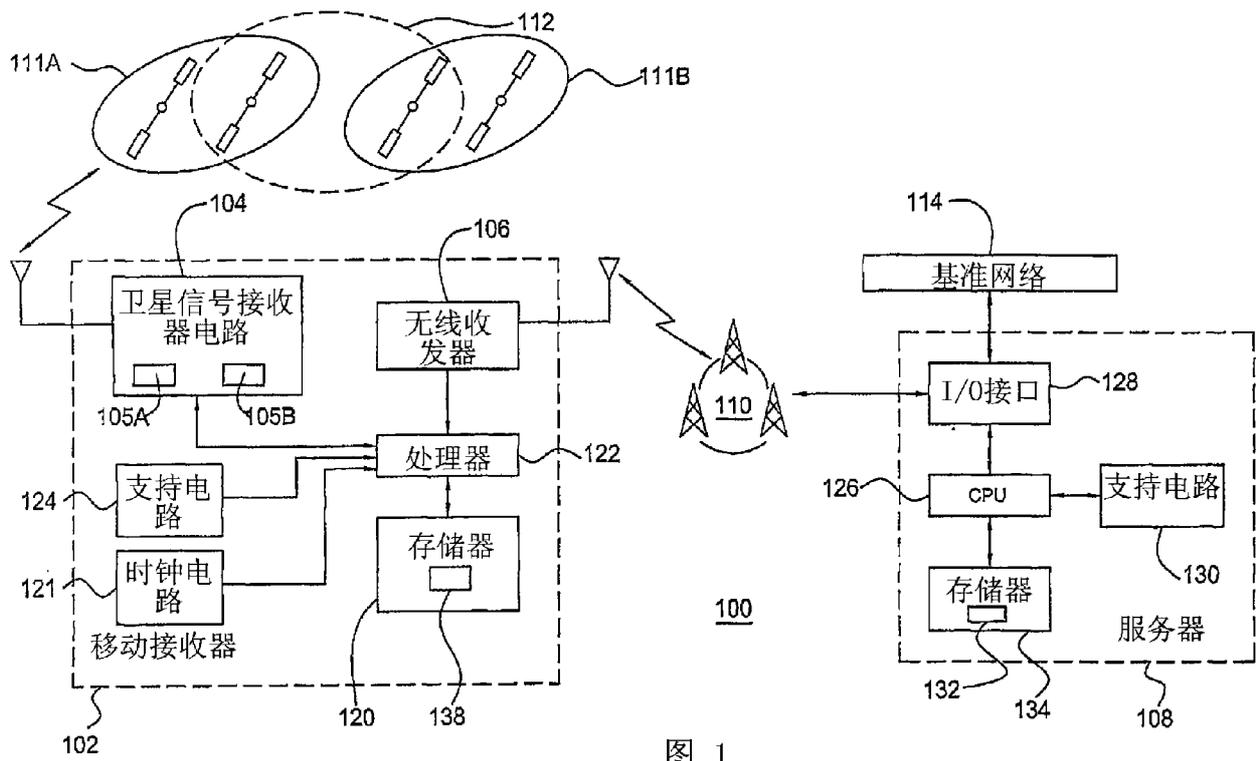


图 1

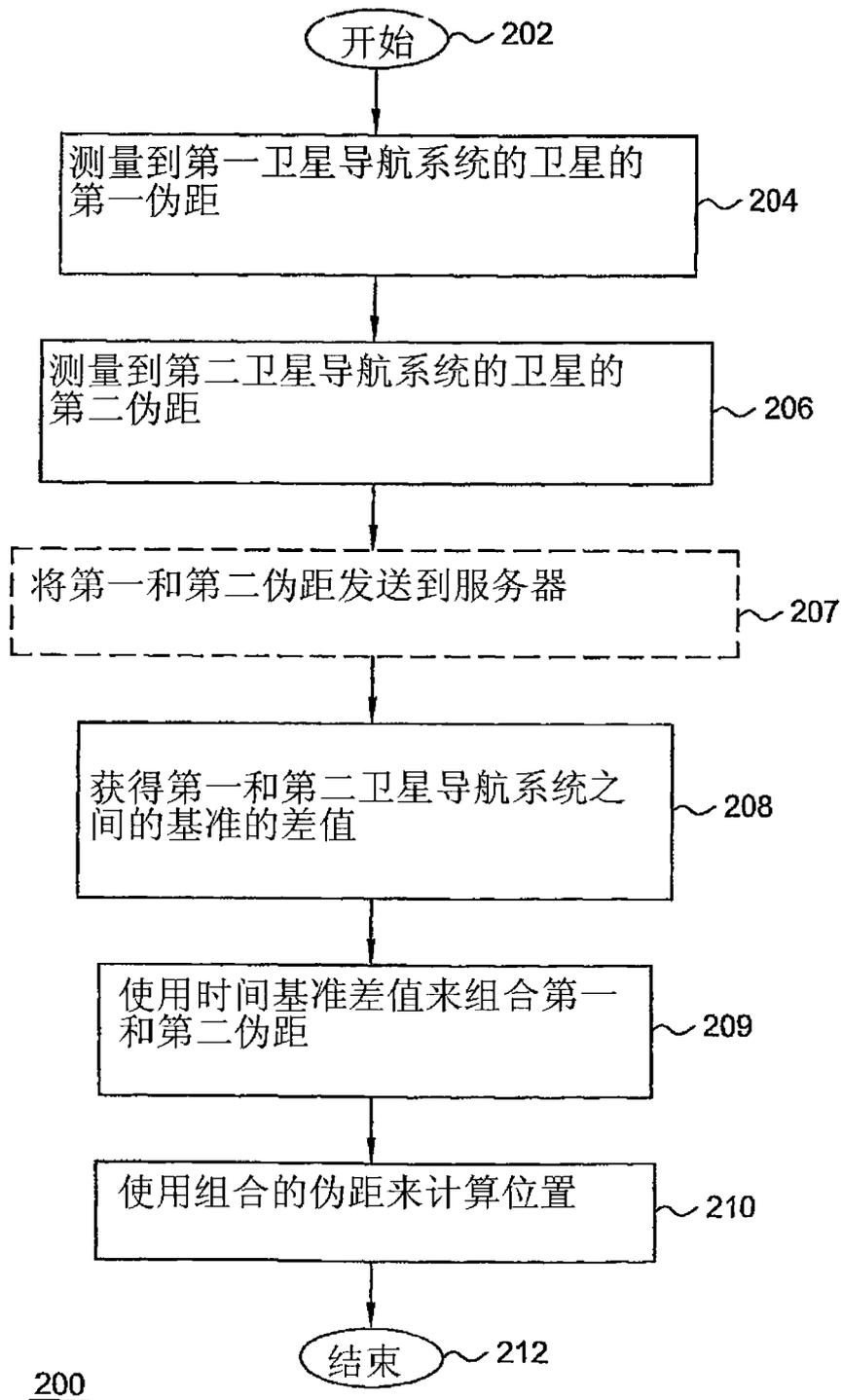


图 2

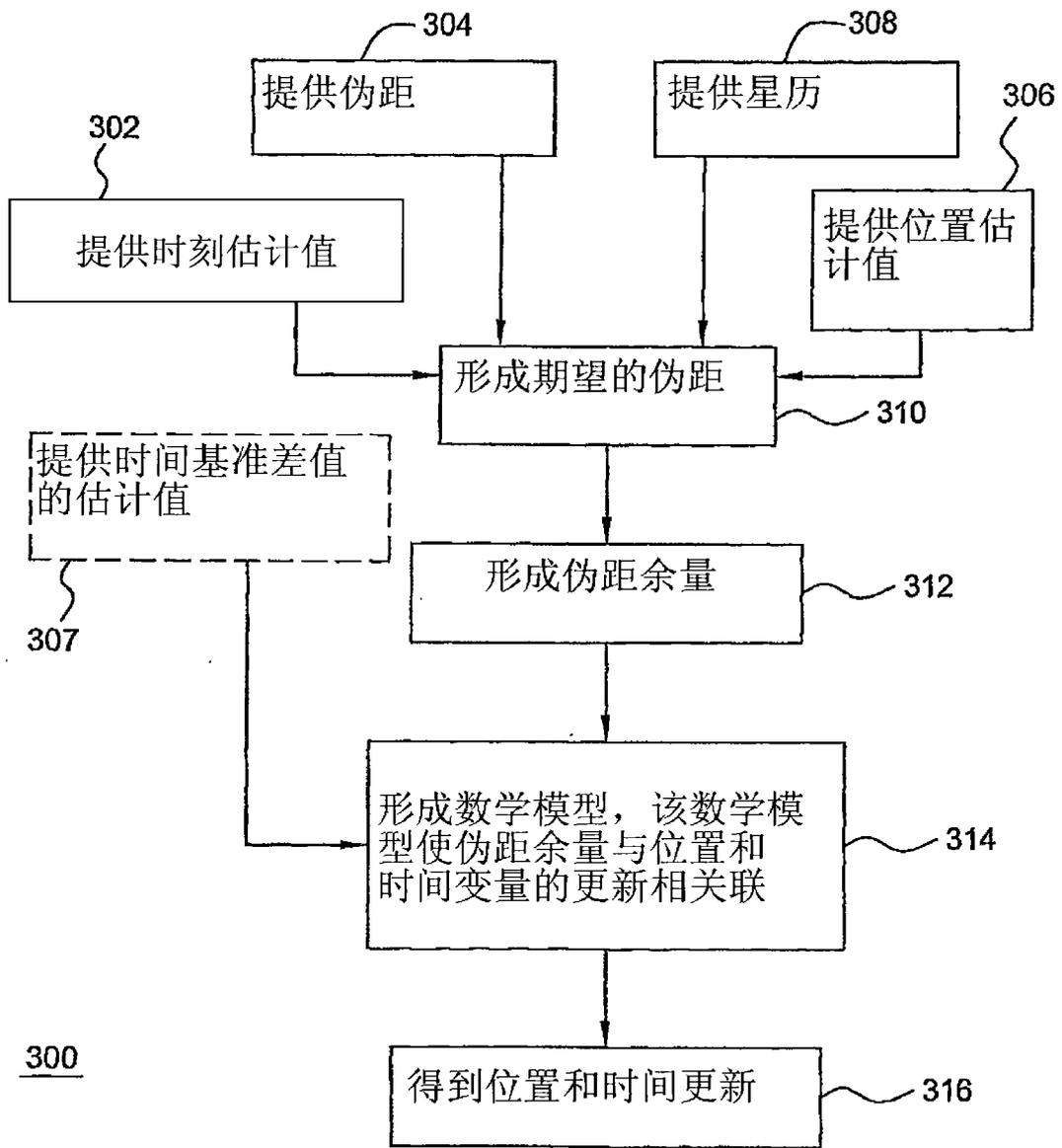


图 3