



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102809753 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 05

(21) 申请号 201210180838. 4

(22) 申请日 2012. 05. 31

(30) 优先权数据

11168398. 3 2011. 06. 01 EP

(71) 申请人 瑞士优北罗股份有限公司

地址 瑞士塔尔维尔曲尔谢大街 68 号

(72) 发明人 安德鲁·于尔 伊恩·西蒙斯

理查德·霍兹沃思

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理

有限公司 11291

代理人 黄志华

(51) Int. Cl.

G01S 19/37(2010. 01)

G01S 19/23(2010. 01)

G01S 19/30(2010. 01)

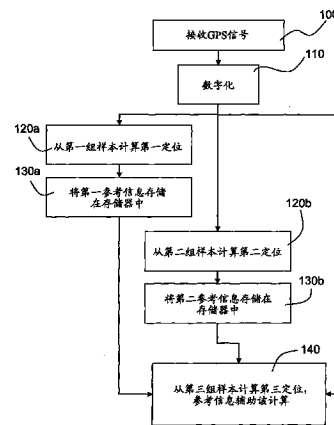
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 2 页

(54) 发明名称

利用辅助计算的卫星定位

(57) 摘要

本发明涉及利用辅助计算的卫星定位。一种从卫星信号样本计算定位的方法。该方法包括：获得在第一定位的计算(120a)期间所产生的第一参考信息，所述第一定位为卫星定位接收器(5)在第一时间所计算的位置；获得在第二定位的计算(120b)期间所产生的第二参考信息，所述第二定位为所述接收器(5)在第二时间所计算的位置；接收所述接收器在第三时间所产生的一组卫星信号样本或源自该组卫星信号样本的距离测量值；以及处理(140)该组样本或所述距离测量值以计算第三定位。在第一和第二定位的计算期间所产生的参考信息辅助所述处理(140)。



1. 一种从卫星信号样本计算定位的方法,所述方法包括:
 - 获得在第一定位的计算(120a)期间所产生的第一参考信息,所述第一定位为卫星定位接收器(5)在第一时间所计算的位置;
 - 获得在第二定位的计算(120b)期间所产生的第二参考信息,所述第二定位为所述接收器(5)在第二时间所计算的位置;
 - 接收所述接收器在第三时间所产生的一组卫星信号样本或源自该组卫星信号样本的距离测量值;以及
 - 处理(140)该组样本或所述距离测量值以计算第三定位,其中,在所述第一定位的计算和所述第二定位的计算期间所产生的所述参考信息辅助所述处理(140)。
2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述处理使用所述第一时间、所述第二时间和所述第三时间的信息或这些时间的一个或多个相对比较。
3. 如权利要求1或2所述的方法,其中,所述第一参考信息和所述第二参考信息中的每个参考信息包括下述至少一项:
 - 相应的定位;
 - 与所述定位相关的卫星时钟时间;
 - 所述卫星时钟时间和接收器时钟时间之间的钟差;
 - 所述接收器和卫星之间的距离测量值;以及
 - 从卫星接收的信号的观测到的多普勒频移。
4. 如权利要求1到3中任一项所述的方法,其中,所述辅助包括根据在所述第一时间和所述第二时间的参考信息,预测所述第三时间的相应信息。
5. 如权利要求4所述的方法,其中,所述预测包括基于与所述第一时间和所述第二时间分别对应的第一值和第二值,内插或外插与所述第三时间对应的第三值。
6. 如权利要求4或5所述的方法,其中,所述预测包括使用行进速度和/或方向的估计来预测所述第三位置。
7. 如权利要求1到6中任一项所述的方法,其中,所述处理还由在一个或多个另外的定位的计算期间所产生的参考信息辅助,所述一个或多个另外的定位与其它时间对应。
8. 如前述任一项权利要求所述的方法,其中,所述辅助包括选择将在所述处理中使用的参数。
9. 如权利要求8所述的方法,其中,所述参数为待用在解扩计算中的距离测量值或载波频率的初始估计。
10. 一种处理来自卫星定位系统的信号的方法,该方法包括:
 - 接收第一组数据、第二组数据和第三组数据,每组数据包括:
 - 卫星信号的样本,能够通过卫星定位接收器(5)中对卫星信号进行采样(110)而获得,或
 - 源自所述样本的距离测量值,
 - 其中,所述第一组数据、第二组数据和第三组数据对应于第一时间点、第二时间点和第三时间点;
 - 处理(120a,120b)所述第一组数据和第二组数据以获得相应的第一定位和第二定位,

在该处理过程中,产生(130a,130b)相应的第一参考信息和第二参考信息;随后根据权利要求1到9中任一项所述的方法处理(140)所述第三组数据。

11. 一种计算机程序,包括计算机程序编码手段,所述计算机程序编码手段用于在所述程序运行于计算机上时执行如权利要求1到10中任一项所述的全部步骤。

12. 一种卫星定位接收器(5),包括:

RF前端(12),用于接收(100)卫星定位信号;

模拟-数字转换器(18),用于对所接收的信号进行采样(110)以产生信号样本;

存储器(22);和

处理器(20),所述处理器用于:

处理(120a)第一组样本,以计算第一定位;

处理(120b)第二组样本,以计算第二定位;以及

将在相应的计算过程中所产生的第一参考信息和第二参考信息存储

(130a,130b)在所述存储器(22)中,

其中,所述处理器(20)还用于由所述第一参考信息和第二参考信息辅助,来处理(140)第三组样本或源自所述第三组样本的距离测量值,以计算第三定位。

13. 一种卫星定位接收器(5),包括:

RF前端(12),用于接收(100)卫星定位信号;

模拟-数字转换器(18),用于对所接收的信号进行采样(110)以产生信号样本;

存储器(22);和

处理器(20),所述处理器用于:

处理(120a)第一组样本,以计算第一定位;

处理(120b)第二组样本,以计算第二定位;以及

将在相应的计算过程中所产生的第一参考信息和第二参考信息存储

(130a,130b)在所述存储器(22)中,

其中,所述接收器(5)还用于将第三组样本或源自所述第三组样本的距离测量值存储在所述存储器(22)中,

由此能够随后由所述第一参考信息和第二参考信息辅助,来处理(140)所述第三组样本或所述距离测量值以计算第三定位。

14. 如权利要求13所述的卫星定位接收器,其中,所述接收器还用于:

从所述存储器(22)检索所存储的第三组样本或所述距离测量值;以及

处理所述第三组样本或所述距离测量值以计算(140)所述第三定位,

其中,所述第一参考信息和第二参考信息辅助所述处理(140)。

15. 如权利要求13所述的卫星定位接收器,其中,所述接收器(5)用于将存储在所述存储器(22)中的所述第一参考信息和第二参考信息、以及所述第三组样本或所述距离测量值上传到外部设备(30),以由所述外部设备处理而计算(140)所述第三定位。

利用辅助计算的卫星定位

技术领域

[0001] 本发明涉及全球导航卫星系统 (GNSS) 的接收器和处理该接收器所接收的卫星信号的方法。本发明尤其涉及全球定位系统 (GPS)。

背景技术

[0002] GPS 是由 6 个不同轨道平面中的高达 32 颗轨道卫星 (称为航天器,“SV”) 的网络所组成的基于卫星的导航系统。系统设计需要 24 颗卫星,但更多的卫星提供增加的覆盖范围。卫星不停地移动,仅在不到 24 小时内产生围绕地球的两个完整轨道。

[0003] 卫星所发射的 GPS 信号为俗称的直接序列扩频的形式,直接序列扩频使用以规则方式不断重复的伪随机码。卫星利用不同的扩频码广播若干信号,所述不同的扩频码包括免费向公众提供的粗 / 捕获码或 C/A 码和通常为军事应用保留加密的精码或 P 码。C/A 码为以 1.023MHz 的码片率广播的每一毫秒重复一次的 1023 位长的伪随机码。每个卫星发射可以唯一确定该卫星的独特的 C/A 码。

[0004] 每个卫星将数据消息调制在 C/A 码的顶部,该数据消息包括重要信息,例如发射卫星的详细的轨道参数 (称为星历)、卫星时钟内的误差信息、卫星的状态 (正常或不正常)、当前日期和时间。该信息对于 GPS 接收器确定精确位置来说是至关重要的。每个卫星仅发射其自身的星历和详细的时钟修正参数,因此独立的 GPS 接收器必须处理其打算在位置计算中使用的每个卫星的适当部分的数据消息。

[0005] 数据消息也包括所谓的历书,历书包括关于全部其它卫星的不太精确的信息且不频繁更新。历书数据使 GPS 接收器能够估计每个 GPS 卫星在一天的任何时间所应在的位置,使得接收器可以更有效地选择搜索哪些卫星。每个卫星发射示出系统中每个卫星的轨道信息的历书数据。

[0006] 常见的实时 GPS 接收器读取所发射的数据消息并保存星历、历书和其它数据,为不断使用做准备。

[0007] 为了确定位置, GPS 接收器将卫星发射信号的时间与该 GPS 接收器接收信号的时间进行比较。时间差告诉 GPS 接收器该特定卫星有多远。那个卫星的星历使 GPS 接收器能够精确地确定该卫星的位置。通过结合多个卫星的距离测量值和多个卫星的位置,使用三边测量法可以获得位置。最少利用三个卫星, GPS 接收器可以确定纬度 / 经度位置 (二维定位)。利用四个或更多卫星, GPS 接收器可以确定包括纬度、经度和高度的三维位置。从卫星接收的信息也可以用于设置 (或校准) GPS 接收器内的实时时钟 (RTC)。

[0008] 通过处理来自卫星的信号的明显的多普勒频移, GPS 接收器也可以精确地提供行进的速度和方向 (分别指“地面速度”和“地面轨迹”)。

[0009] 来自卫星的完整的数据信号包括 37500 位的导航电文,该导航电文以 50bps 发射要花费 12.5 分钟。将数据信号分成 25 个 30s 的帧,每帧具有 1500 位且将每帧分成 5 个 6s 的子帧。将每个 6s 的子帧分成 10 个 30 位的字。定位所需要的全部信息 (星历等) 包含在每帧内,因此 GPS 接收器从所谓的冷启动开始,通常将花费约 30s 来产生定位。这通常被

称为“首次定位时间”(TTFF)。

[0010] 第一子帧给出时钟校正数据,第二子帧和第三子帧给出星历数据,历书数据在第四子帧和第五子帧中。

[0011] SV 全部以相同的频率广播。为了区分来自特定卫星的信号,接收器需要产生已知为该卫星所使用的 C/A 码的副本并校准该副本,使得该副本与输入信号同步,主要由于所述信号在该卫星传输至接收器的传输时间(通常约 0.07s),该输入信号将被延迟未知量。通常,接收器不可能精确地预测使得该副本与输入信号同步所需要的校准,所以需要某种形式的搜索,依次尝试大量校准并选择最佳的匹配。评估大量的候选校准的这个过程通常被称为相关,因为接收器依次执行接收信号与每个卫星的已知 C/A 码之间的相关函数,以确定所述接收信号是否包括具有来自特定 SV 的 C/A 码的部分。必须对于多个相关计时计算该相关函数,且当找到相关峰时,该相关峰对应于特定计时和特定 SV。所找到的计时又对应于距所述 SV 的特定距离。

[0012] 由于接收器所观测的卫星信号的表现频率将变化,所以对于每个卫星的 C/A 码的搜索是复杂的。变化的主要起源是:卫星移动所导致的多普勒效应;接收器移动所导致的多普勒效应;以及接收器的频率合成器内的本地振荡器(L0)单元的漂移和偏移。这意味着,C/A 码的穷尽搜索要求对于频移范围中的每一频移,在相位(瞬时)位移的范围内计算该相关函数。

[0013] 因为该相关过程从信号中去除扩频码,所以相关过程有时被称为“解扩”。所确定的码相位,即相关函数的峰值处的计时,显示了距离计算中使用的精确的计时信息。然而,由于每毫秒都重复该码,所以也需要确定粗略计时。典型地,低频重复的数据成分用于较粗略的计时估计(即,以使得能获得 GPS 时间),例如 50bps 的数据消息的各比特及其特定部分例如子帧头或子帧转换字。

[0014] 总之,因为码相位和粗略计时信息确定来自卫星的消息的传输时间,所以码相位和粗略计时信息包括“伪距”。该传输时间与以光速 c 传输的距离有关。因为卫星的时钟和接收器的 RTC 之间的相对偏移是未知的,所以这为“伪”距或相对距离(而不是真实距离)。然而,相对于全部卫星,该偏移是相同的(因为全部卫星的时钟是同步的);所以,一组不同的卫星的伪距为三边测量法计算提供足够的信息,以确定唯一的定位。

[0015] 大多数 GPS 接收器通过“实时”处理来自卫星的信号(即在收到所述信号时处理该信号)、报告当时该设备的位置的方式工作。这样的“传统的”GPS 接收器总是包括:

[0016] - 天线,适用于接收 GPS 信号,

[0017] - 模拟射频(RF)电路(通常称为 GPS 前端),其被设计成将期望信号放大、滤波并缩混到中频(IF),使得它们可以以通常约为几 MHz 的采样率通过适当的模拟-数字(A/D)转换器,

[0018] - 数字信号处理(DSP)硬件,其对 A/D 转换器所产生的 IF 数据样本进行相关处理,DSP 硬件通常结合某种形式的微控制器,所述微控制器进行控制信号处理硬件和计算期望定位所必需的“更高级别”处理。

[0019] 也已经研究较少为大众所熟知的“存储和较迟的处理”(也称且以下称为“捕获和处理”)的概念。这涉及将传统天线和模拟 RF 电路所采集的 IF 数据样本存储在某种形式的存储器内,之后,在较迟的某时间(几秒、几分钟、几小时或甚至几天)之后、且通常在处

理资源更大和 / 或接收器不由电池供电的某其它位置处处理所存储的 IF 数据样本。

[0020] 这意味着,捕获和处理接收器比实时接收器简单很多。仅需要存储短的样本片段,例如,100ms ~ 200ms 的数据值。不再需要解码来自每个 SV 的(很慢的)数据消息;不需要进行相关和确定伪距;且不需要进行用于获得定位的三边测量法计算。因此,可以除去传统接收器的数字信号处理硬件的大部分,降低复杂度和成本。也显著降低电力消耗,产生更长的电池寿命。

[0021] 也提出了包括计算定位所需的 DSP 硬件的其它捕获和处理接收器。在一种模式中,这样的设备接收、采样 GPS 信号,并将 GPS 信号存储在存储器中,但不处理所述 GPS 信号。当切换到分隔模式时,该设备停止接收信号,而开始处理之前所存储的那些样本。这种设备适用于产生可追溯的(retrospective) 轨迹,或移动的历史记录,例如在用户旅行回来之后。

发明内容

[0022] 根据本发明的第一方面,提供一种从卫星信号样本计算定位的方法,该方法包括:

[0023] 获得在第一定位的计算期间所产生的第一参考信息,所述第一定位为卫星定位接收器在第一时间所计算的位置;

[0024] 获得在第二定位的计算期间所产生的第二参考信息,所述第二定位为所述接收器在第二时间所计算的位置;

[0025] 接收所述接收器在第三时间所产生的一组卫星信号样本,或源自该组卫星信号样本的距离测量值;以及

[0026] 处理该组样本或所述距离测量值以计算第三定位,

[0027] 其中,在第一和第二定位的计算期间所产生的参考信息辅助所述处理。

[0028] 使用这种方式,可以使所述第三定位的计算更简单、更快、更少耗能或在其它方面更高效。可以组合分别源自第一和第二定位的计算的第一和第二参考信息,以便智能地支持第三定位的计算。例如,可以通过最小化关于定位的重复工作来降低计算量。

[0029] 本发明人认识到,相比根据一条参考信息的预测,在许多情况下两条或更多条参考信息是极其有利的。例如,因为两个时间点的参考信息使信息趋势得到考虑,所以可以实现更精确的预测。了解到该趋势还可潜在地限制未知参数的搜索范围。因此,如果利用两条参考信息,则可以在第三定位的计算中实现更大的效率节约。

[0030] 第一和第二参考信息分别是第一和第二定位的计算的产物。例如,参考信息可以是定位本身;中间结果,例如距离测量值;或作为副作用的信息,例如钟差(即接收器的时钟和卫星时钟之间的差值)。优选地,参考信息包括在第三定位的计算中可用的以降低复杂度或计算量的信息。例如,参考信息可以用于引导第三定位的计算中的参数。优选地,参考信息包括可以在时间上向前或向后设计的值,以便预测适合于计算第三定位的相应值。

[0031] 第一时间、第二时间和第三时间可以按照任意次序发生。术语“第一”、“第二”或“第三”不暗含优先级。

[0032] 在一些实施方式中,不将样本和距离测量值(例如码相位或伪距)存储在存储器中。换言之,即时处理样本,以计算定位,而不将样本存储在存储器中。这提供实时的卫星

定位接收器。

[0033] 在其它实施方式中,将样本或距离测量值存储在存储器中以故意延迟,以备后续处理。可以通过产生样本的卫星定位接收器或所述数据所转发到的某其它外部设备执行该延迟的处理。这里该方法称为“捕获和处理”卫星定位。一些实施方式可以使用“捕获和处理”方法和实时定位的混合。

[0034] 距离测量值可以包括例如码相位、载波相位或伪距测量值。通常,距离测量值是(隐含地或明确地)提供关于从卫星定位接收器到定位卫星星群中的一个卫星的距离的某些信息的值。距离或信号的传输时间或抵达时间(time-of-arrival)可以表示距离测量值。许多类型的距离测量值不是绝对的或唯一的测量值,这些测量值通常具有某种程度的相对性和非单值性,例如,在扩频码的一个完整重复周期(在本领域中称为“码周期(code epoch)”)之内,码相位测量值本身指定(相对的)抵达时间。仍保持非单值性,观测到卫星数据消息的有非单值性的码周期。因此,术语“距离测量值”应当理解为包括具有某种程度的非单值性的测量值和绝对的和/或唯一的距离测量值。

[0035] 所述处理可以使用第一时间、第二时间和第三时间的信息,或这些时间的一个或多个相对比较。

[0036] 这可以包括使用时间的相对信息,例如,第一时间与第二时间、第二时间与第三时间和/或第一时间与第三时间之间的差值。相比于确定对应的绝对时间,可以更容易准确确定时间差。

[0037] 测量时间差可以包括测量接收用于计算定位的各组样本之间的经过时间。

[0038] 换言之,保存产生一组样本的卫星信号的到达时间和产生另一组样本的卫星信号的到达时间之间的差值的记录。相比于通过使相应的时间戳相减来计算差值,可更精确地测量这个差值。例如,可以通过对接收器所产生的振荡信号(例如高质量、高频率的振荡信号)的周期计数或通过对卫星信号中的载波的周期计数来测量差值。为了提高精度,可以通过观察和计算周期信号的上升和/或下降沿的数量来实现。优选地,这种计算技术适用于频率合成器所产生的振荡信号,所述频率合成器为模拟-数字转换和随后的数字处理产生高频时钟信号。这使得经过时间的测量值受益于高频振荡器的间隔。

[0039] 优选地,第一和第二参考信息中的每个参考信息包括下述至少一项:相应的定位;与所述定位相关的卫星时钟时间;所述卫星时钟时间和接收器时钟时间之间的钟差;所述接收器和卫星之间的距离测量值;以及从卫星所接收的信号的观测到的多普勒频移。

[0040] 优选地,所述辅助包括根据在第一和第二时间的参考信息预测在第三时间的相应信息。

[0041] 因此,所述辅助可以包括预测或估计下述一项或多项的期望值:第三定位;第三时间所对应的卫星时钟时间;在第三时间的钟差;在第三时间的距离测量值;以及接收器在第三时间可以观测的卫星信号的多普勒频移。

[0042] 相比较简单形式的预测,例如复制在之前不同定位的计算期间所产生的一条参考信息,基于两条参考信息的预测可以更复杂(且因此提供更有用的结果)。这里,使预测“基于”两条参考信息暗含改变两条参考信息中任一条参考信息的值可以改变预测结果。

[0043] 所述预测可以包括根据第一和第二时间所分别对应的第一值和第二值,内插或外插第三时间所对应的第三值。

[0044] 如果第三时间发生在第一和第二时间之间,则内插发生。在这种情况下,第一参考信息来自产生该组样本之前的时间;且第二参考信息来自产生该组样本之后的时间。

[0045] 相反,如果第三时间不在第一和第二时间之间,换言之,如果第三时间在第一和第二时间之前或之后,则外插发生。

[0046] 内插或外插可以使用各种各样合适的方法。例如,内插或外插可以为线性的或非线性的。

[0047] 优选地,所述预测步骤可以包括使用行进速度和/或方向的估计预测第三位置。

[0048] 速度、方向或速率的估计可以基于(例如,行进的瞬时或平均速度或方向的)测量。可替代地,可以根据GPS接收器的当前应用或目标应用的信息推断参数,例如速度。因此,如果将接收器设备设计为用在特定追踪中,例如走路、跑步或骑车,则可以估计最大速度。GPS接收器针对不同的活动具有不同的模式,且最大速度的估计可以基于当前所选择的模式。

[0049] 在其它时间所对应的一个或多个另外的定位的计算期间所产生的参考信息可以进一步辅助所述处理。

[0050] 另外的定位为接收器在这些其它时间所计算的位置。

[0051] 尤其是,对于非线性的内插或外插方法,利用来自两个以上时间点的参考信息是有用的或必须的。非线性的方法可以包括:(但不限于)二次的、三次的或更高次的多项式内插或外插;以及曲线拟合。

[0052] 所述辅助可以包括选择或获取将在处理中使用的参数。

[0053] 在一些情况下,所选择的参数可以与所预测的信息(从第一和第二参考信息所预测)相同。例如,参考信息可以包括多普勒频移;所预测的信息可以为多普勒频移;以及在计算中所用的参数可以为多普勒频移。

[0054] 在其它情况下,可以采用某种方式从所预测的信息获得参数。例如,参考信息可以为每个(第一和第二)定位的位置坐标;所预测的信息可以为第三定位的期望位置坐标;以及在处理中所用的参数可以为当解扩该组信号样本时用作起点的期望码相位。在本示例中,可以也根据第三时间和相应卫星的运动的一些信息,从所预测的位置获得期望码相位。

[0055] 优选地,所述参数为待在解扩计算中使用的距离测量值或载波频率的初始估计。

[0056] 例如,可以将关于期望多普勒频移的信息与已知的卫星发射频率相结合,以便预测在接收器所观测的载波频率。这可作为执行解扩的相关操作(搜索)中的起点。

[0057] 根据本发明的另一方面,提供一种处理来自卫星定位系统的信号的方法,该方法包括:

[0058] 接收第一组数据、第二组数据和第三组数据,每组包括:

[0059] 在卫星定位接收器中可通过对卫星信号采样获得的卫星信号的样本,

[0060] 或

[0061] 源自该样本的距离测量值,

[0062] 其中,所述第一组数据、第二组数据和第三组数据对应第一、第二和第三时间点;

[0063] 处理所述第一组数据和第二组数据以获得相应的第一和第二定位,在该处理过程中,产生相应的第一和第二参考信息;随后

[0064] 根据第一方面所述的方法处理所述第三组数据。

[0065] 还提供一种计算机程序,包括计算机程序编码手段,所述计算机程序编码手段适用于在所述程序运行于计算机上时则执行上述方法的全部步骤,且这样的计算机程序实施在计算机可读介质上。

[0066] 根据本发明的又一方面,提供一种卫星定位接收器,该接收器包括:

[0067] RF 前端,用于接收卫星定位信号;

[0068] 模拟-数字转换器,用于对所接收的信号进行采样以产生信号样本;

[0069] 存储器;和

[0070] 处理器,适用于:

[0071] 处理第一组样本,以计算第一定位;

[0072] 处理第二组样本,以计算第二定位;以及

[0073] 将在相应的计算过程中所产生的第一和第二参考信息存储在所述存储器中,

[0074] 其中,所述处理器还用于由所述第一参考信息和所述第二参考信息辅助,来处理第三组样本或源自所述第三组样本的距离测量值,以计算第三定位。

[0075] 根据本发明的再一方面,提供一种卫星定位接收器,该接收器包括:

[0076] RF 前端,用于接收卫星定位信号;

[0077] 模拟-数字转换器,用于对所接收的信号进行采样以产生信号样本;

[0078] 存储器;和

[0079] 处理器,适用于:

[0080] 处理第一组样本,以计算第一定位;

[0081] 处理第二组样本,以计算第二定位;以及

[0082] 将在相应的计算过程中所产生的第一和第二参考信息存储在所述存储器中,

[0083] 其中,所述接收器还适用于将第三组样本或源自所述第三组样本的距离测量值存储在所述存储器中,

[0084] 从而可以随后由所述第一参考信息和所述第二参考信息辅助,来处理所述第三组样本或所述距离测量值以计算第三定位。

[0085] 所述接收器还可以适用于:从所述存储器中检索所存储的第三组样本或距离测量值;以及处理所述第三组样本或距离测量值以计算所述第三定位,其中,所述第一和第二参考信息辅助所述处理。

[0086] 所述接收器可以适用于将存储在所述存储器中的所述第一和第二参考信息以及所述第三组样本或所述距离测量值上传到外部设备,以由所述外部设备处理以计算所述第三定位。

附图说明

[0087] 下面将参照附图以示例的方式描述本发明,附图中:

[0088] 图 1 为示出根据本发明的实施方式的 GPS 接收器的方框图;以及

[0089] 图 2 为示出根据实施方式的方法的流程图。

具体实施方式

[0090] 图 1 示出适于根据本发明的实施方式操作的 GPS 接收器。GPS 接收器 5 包括连接

至 RF 前端 12 的天线 10。RF 前端 12 包括用于放大通过天线 10 所接收的 GPS 信号的电路。RF 前端 12 还包括：用于减弱带外干扰的滤波电路；和混频器。该混频器将接收到的信号与频率合成器 14 所产生的本地振荡 (LO) 信号混合，以产生和频的信号与差频的信号。基准振荡器 16 所产生的高频输出 OSC1 驱动频率合成器 14。在本实施方式中，基准振荡器 16 的高频输出 OSC1 工作在 26MHz 的频率中。在进一步适当的滤波之后，RF 前端 12 中的混频操作产生输入至模拟-数字转换器 18 的中频 (IF) 信号。A/D 转换器 18 所产生的信号样本输出到处理器 20 进行处理。利用频率合成器 14 所产生高速时钟输出 CLK 为 A/D 转换器 18 和处理器 20 计时。需要注意，RF 前端 12 的模拟电路和 A/D 转换器 18 可以为传统类型，例如本领域技术人员所熟知的传统类型。

[0091] 根据本发明的第一实施方式，当接收到并采样信号时，处理器 20 适用于直接处理从 A/D 转换器 18 接收的信号样本以产生定位。该处理包括获得伪距 (pseudo-ranges) 和计算定位。由于提供实况定位，因此该模式适用于实时导航。

[0092] 在处理每组信号样本以计算定位期间，处理器 20 产生可用于辅助后续计算的参考信息。将该参考信息存储在存储器 22 中，以备将来用。下面将更详细地描述合适的参考信息的示例。

[0093] 当处理器 20 已计算了两个定位时，存储器 22 中将获得两条相应的参考信息。随后，当处理器要从第三组卫星信号样本计算第三定位时，使用这两条参考信息。

[0094] 根据本发明的第二实施方式，处理器可操作以将数据存储在存储器 22 中，而不完成处理。在示例性的第二实施方式中，存储在存储器 22 中的数据包括 A/D 转换器 18 所提供的 IF 信号的原始样本。然而，在其它实施方式中，存储在存储器 22 中的数据可以选择性地包括被部分处理过的数据，例如伪距或其它距离测量值。

[0095] 还提供实时时钟 (RTC) 24 以记录当前时间，且 RTC 24 可用于产生与存储在存储器 22 中的数据相关的时间戳。这使得之后能够确定与所述数据相关的大致时间。在当前所描述的实施方式中，基准振荡器 16 所产生的第二输出 OSC2 驱动 RTC 24。然而，由于 RTC 24 的运行速率低于频率合成器 14 所要求的速率，因此在基准振荡器 16 中使用分频器以提供低频输出 OSC2。使用这种方式，基准振荡器 16 充当从单一石英晶体产生主控时钟信号的主控振荡器，频率合成器 14 和 RTC 24 同步至基准振荡器 16。在本实施方式中，基准振荡器 16 的低频输出 OSC2 工作在约 26kHz 的频率下，这意味着约 1000 的分频比。

[0096] 此外，处理器 20 可操作以通过对频率合成器 14 所产生的高速时钟输出 CLK 的周期计数，来测量不同事件之间的时间差。因为相比于 RTC 中的内部计时信号，频率合成器信号 CLK 以高得多的频率运行，所以使用这种方式，可以更准确地测量事件之间的这些时间间隔。为了在测量时间间隔中达到更精细的间隔 (granularity)，处理器可以对高速时钟信号 CLK 的上升沿和下降沿计数。

[0097] 需要注意，处理器 20 可以被实现为定制的硬件设备，例如一个或多个专用集成电路 (ASIC)。可替代地，处理器 20 可以包括一个或多个被适当编程的通用处理单元或数字信号处理器 (DSP)。实现任一可选方案都将在本领域技术人员的能力之内。

[0098] GPS 接收器 5 可通过通信链路连接到个人计算机 30。该链路可以为有线的 (例如，USB) 或无线的 (例如，蓝牙或 WLAN)。在上述第二实施方式中，可以在个人计算机中进行卫星信号的部分处理或全部处理。将在下文的示例中更详细地说明这点。

[0099] 下面将参照图 2 描述根据本发明的第一实施方式的方法。

[0100] 在步骤 100 中, GPS 接收器 5 接收 GPS 信号。在步骤 110 中, A/D 转换器 18 实时地数字化这些信号以产生 GPS 信号样本。在步骤 120a 中, 处理器 20 实时地处理第一组样本, 以计算定位。在步骤 130a 中, 将该计算中所产生的参考信息存储在存储器 22 中。针对第二组信号样本重复该过程。在步骤 120b 中, 处理第二组信号样本, 以计算第二定位, 且在步骤 130b 中, 将所产生的第二参考信号存储在存储器中。两个处理步骤 120a、120b 以及两个存储步骤 130a、130b 基本上相同。

[0101] 在之后的某时间, 在步骤 140 中, 处理器处理第三组信号样本, 以试图计算第三定位。因为处理步骤 140 使用第一参考信息和第二参考信息作为输入 (除了数字化的第三组信号样本外), 所以处理步骤 140 不同于处理步骤 120a 和 120b。两条参考信息用于辅助第三定位的计算。

[0102] 可以采用各种方式进行该辅助, 下面将描述辅助的示例。这些示例涉及上述的本发明的第一实施方式, 在第一实施方式中, 完全在 GPS 接收器 5 上执行该处理。然而, 本领域的技术人员将明白, 当在 GPS 接收器 5 和外部设备 30 之间分配该处理, 或甚至完全在外部设备 30 中执行该处理时, 可以应用类似的原理。

[0103] 示例 1

[0104] 在本示例中, 在第一定位和第二定位的计算期间所产生的参考信息包括实时计算的第一位置和第二位置自身, 即第一位置的坐标。这些位置可用于估计第三位置。换言之, 两条参考信息用于在第三时间预测相应信息 (第三位置)。

[0105] 预测可以包括根据第一时间、第二时间和第三时间的次序来内插或外插位置坐标。如果第三时间在第一时间和第二时间之间, 则基于接收器在第一位置和第二位置间所采用的路线是相当直的 (即不旋绕的) 这一假设, 可使用线性内插法。就满足该假设来说, 所预测的位置将是有益的。同样地, 如果第三时间在第一时间和第二时间二者之前或之后, 则使用线性外插法。这假设在相关的时间间隔中, 接收器的行进方向和速度是相当一致的。

[0106] 当进行线性内插或线性外插时, 使用存储在存储器 22 中的用于第一时间和第二时间的的时间戳和第三组样本的捕获时间的信息。然而, 在另一更简单的实施方式中, 可以简单地取两个位置的平均值, 而不参照相关时间。

[0107] 对位置的初始估计使得能够预测很可能可见的 SV。因此, 在解扩过程中, 可以使搜索更有效。例如, 可以假设同一组 SV 将是可见的 (即在第二组信号样本中是可检测的); 因此, 相关操作可以按优先顺序处理这些 SV 的 PRN (扩频) 码。

[0108] 在第三组样本的捕获时间, 一旦获得第三位置的估计 (预测), 则可使用卫星轨迹数据 (例如星历) 来确定在该位置上将可见的卫星。星历数据必须是已获得的, 以在步骤 120a 和步骤 120b 中计算第一定位和第二定位, 且可以使用同一数据来预测卫星可见性。这里, 所预测的在第三位置上可见的卫星的标识代表用于在处理第三组信号样本时引导解扩操作的参数。

[0109] 也可以基于第一定位和第二定位, 选择所述处理的其它参数。例如, 就准确地知道时间和位置来说, 可以预测码相位, 将针对在所预测的位置和时间上的任一给定的可见卫星观测码相位。可以用该码相位参数作为解扩操作中的相关搜索的起点。

[0110] 示例 2

[0111] 另一类型的有用参考信息为钟差（接收器实时时钟 24 所测量的时间与同步卫星时钟所确定的 GPS 时间之间的明显差异）。因为卫星时钟的时间是三边测量计算的输出之一，所以为每个成功计算的定位唯一地确定钟差。

[0112] 如果只使用单个实时定位来预测，则该钟差可沿任一方向在已知的参考值和未知的当前值之间移动。（单独的）参考定位和第三组样本的产生之间的时间差越长，要产生的容差就越大（高达位置偏差的某上限，例如，地球的尺寸）。

[0113] 从单个参考点开始，第二组样本的钟差的限度（例如）可以表示为：

[0114] $ClkErrR \pm (\text{MaxClkErrRate} * (\text{TC} - \text{TR}))$

[0115] 其中，ClkErrR 为在时间 TR 针对单个参考所测量的钟差，在时间 TC 处记录捕获（第三组样本），且 MaxClkErrRate 为钟差改变的最大比率，通常由接收器的基准振荡器 16 中所使用的晶体振荡器部分的规格定义最大比率并以百万分率测量最大比率。

[0116] 当在第三组样本的两边都可获得一计算出的（参考）定位时，使用内插法可以实现几种求精法：

[0117] 1) 两个参考测量限制考虑的参数的极限。因此，例如，最大钟差为下述二者中的最小值：

[0118] $ClkErrR1 + (\text{MaxClkErrRate} * (\text{TC} - \text{TR1}))$ 和

[0119] $ClkErrR2 + (\text{MaxClkErrRate} * (\text{TR2} - \text{TC}))$

[0120] 最小钟差为下述二者中的最大值：

[0121] $ClkErrR1 - (\text{MaxClkErrRate} * (\text{TC} - \text{TR1}))$ 和

[0122] $ClkErrR2 - (\text{MaxClkErrRate} * (\text{TR2} - \text{TC}))$

[0123] （假设 TR1 在 TC 之前且 TR2 在 TC 之后）。

[0124] 2) 可以根据在 ClkErrR1 和 ClkErrR2 之间的线性内插（与 TR1、TC 和 TR2 成比例）选择相关搜索的起点。

[0125] 3) 在钟差的两个参考值在时间上很接近（如它们的通常情况）的情况下，因为钟差在返回其原值之前发生重大偏移的机会是相当不可能的，所以甚至可能降低 MaxClkErrRate 的值。

[0126] 这些求精法中每种方法的效果都是降低解扩期间对码相位的搜索范围（在许多情况中降幅很大），以及提供更好的开始值（即初始估计值）。这可以提高成功率且降低计算复杂度。

[0127] 内插也可以包括测量误差的项，例如上述所测量的钟差 ClkErrR1 和 ClkErrR2 可以是不确定的。也可以使用更复杂的（例如非线性）方式对不确定性的增长率进行建模。也可需要包括（来自参考定位）接收器速度和时钟漂移（即钟差的变化率）的信息。

[0128] 如果 $ClkErrR1 = ClkErrR2$ 且 MaxClkErrRate 为常量，则可将“最小”准则看成相当于选择两个参考点 TR1 和 TR2 中的较近点且从该单个参考预测误差。然而，实际上，因为这暗含接收器处的基准振荡器 16 中的晶体和卫星时钟的频率完全同步，仅存在恒定偏移，所以这组条件是极不可能的。

[0129] 如上所述，可以根据钟差的预测值选择相关搜索的参数。特别地，可以根据钟差预测选择搜索的起点，且根据所预测的最小钟差和最大钟差选择搜索范围。为了选择起始码相位，将第三时间点的钟差预测值与针对第一（或第二）定位获得的卫星时钟时间以及针

对该定位所测量的码相位相结合。同样的方法也可用于根据所预测的最小钟差和最大钟差选择搜索范围的终点。这个简单的方法假设接收器在第一（或相应地，第二）定位和第三时间点之间不明显地移动。还假设，由于卫星的轨道运动，从接收器到考虑中的卫星的距离不明显改变。如果样本组之间的时间间隔相当短且接收器非快速移动，则情况通常如此。下面将在第四示例中描述避免这些简化假设的备选方法。

[0130] 在本示例中，起始码相位可看成是通过使用基于两个定位的钟差的预测由单个参考（第一定位和第二定位之一或另一个）预测的。下面在第三示例中，将说明如何使用内插（或外插）从两个（或更多个）参考点预测码相位。

[0131] 示例 3

[0132] 在解扩期间预测距离测量值的另一方法是使用来自第一定位和第二定位的相应距离测量值作为参考信息。在这种情况下，第一参考信息和第二参考信息中的每条信息都包括针对给定的一个 GPS 卫星所计算的的距离测量值（例如，码相位）。这两个值用于预测在第三时间和位置上的相应码相位值。该预测可以包括对两个参考码相位进行内插或外插。在这种情况下，所预测的值和在定位计算中所使用的参数类型相同：所预测的码相位直接作为相关搜索中的初始码相位，从而不需要参数类型间的转换。

[0133] 使用类似的方式，可以通过对所测量的与第一参考定位和第二参考定位相关的多普勒频移进行内插或外插，预测例如（所观察的卫星载波频率的）多普勒频移的值。

[0134] 示例 4

[0135] 可以有利地组合使用这些不同示例中所使用的不同类型的信息。例如，可有利地将位置的使用（如第一示例）和时间的使用（如第二示例）相结合，以提供更好的辅助。根据第一位置和第二位置以及时间间隔，可以估计设备在第三时间的可能的位置点。可以使用行进速度和方向的信息来估计产生第三组样本时的位置。可替代地，如果无法测量行进速度，则可基于 GPS 接收器的预期应用的信息假设最大速度。例如，如果 GPS 接收器被设计为自行车配件，则可以做一组假设；如果 GPS 接收器被设计为车载导航设备（或为通过汽车车内点烟器插座供电的便携式导航设备），则可以假设较高的速度。时间和位置的近似估计越好，在处理第三组样本时可能的效率提高程度越大。则可应用如下算法：

[0136] 1) 如上述示例 2，计算所预测的钟差和所预测的钟差范围。

[0137] 2) 如上述示例 1，从已知的的第一位置和第二位置预测期望位置的初始估计（例如，通过内插法）。

[0138] 3) 可以从（在某种程度上已知的）行进速度和方向预测第三位置的可能范围的边界。这里，位置范围的预测类似于在上述第二示例中的钟差范围的预测：知道起点以及最大变化率和最小变化率（速度），可以使用和时间坐标的可能范围相同的方式建立空间坐标的可能范围。

[0139] 4) 接着，将所预测的位置和所预测的时间与 SV 的已知运动相结合以预测期望伪距且因此预测信号的码相位。这给出搜索的起点。同样地，可将所预测的位置范围和所预测的钟差范围与 SV 运动数据相结合以产生关于该起点的合适的（且希望狭窄的）搜索范围。需要注意，可以从星历数据获得 SV 的运动，但是也可通过其它手段，例如应用修正 / 求精的历书数据，或通过使用天体力学模型而已超出其正常有效范围的“过时的”星历。

[0140] 5) 然后使用这些所选择的参数进行第三定位的计算。

[0141] 尽管在附图和前面的说明书中详细示出和描述了本发明,但这些图解和说明为说明性的或示例性的,且非限制性的;本发明不限于所公开的实施方式。

[0142] 尽管上述示例已经讨论了从两个参考点进行内插和外插,但当然可将同样的技术扩展到使用更大数量的参考点。例如,本领域的技术人员将意识到,可以根据任意数量的参考点,使用各种曲线拟合算法来预测未知的变量值。

[0143] 如上所述,根据本发明的实施方式的方法可以应用于实时和离线(捕获和处理)卫星定位。如果离线处理第一组样本、第二组样本和第三组样本,则可以按照任一所需的次序处理这些样本。该次序不一定与产生这些样本的次序一致。

[0144] 在一个示例中,假设在待产生的第一组样本和最后一组样本之间进行内插相比于对其它对样本进行外插,是更可靠的预测指标,则可以首先处理待产生的第一组样本和最后一组样本。

[0145] 在其它示例中,可以具有灵活的或自适应的选择步骤来选择次序。WO 2009/000842 描述了以批处理来有效处理多组信号样本的过程。初始处理用于确定最有希望的样本组(该样本组最易于成功处理)。一旦已处理该确定的样本组以计算定位,则可以将结果作为单个参考使用以辅助其它定位的计算。可将本发明与 WO 2009/000842 的方法相结合。在示例性结合方法中,对三(或更多)组样本进行初步处理,以选择最有希望的两组。首先完全处理这两组以计算定位。然后,使用较早计算的两个定位辅助处理剩余的一组。

[0146] 需要注意,在一些(捕获和处理)实施方式中,代替测量和存储完整的伪距,接收器可以存储码相位。这推迟确立粗略计时(数据消息中的位置)所需的附加处理。然而,在这种情况下,在后来处理码相位时需要辅助信息,以解决粗略计时的非单值性。因此,通常将需要一些其他信息与码相位一起存储,或单独获得一些其它信息。

[0147] 可以使用很多不同的方式确定粗略计时,所以应当存储的、用以增补码相位的数据的类型也可各不相同。最后,需要的是码相位测量值所对应的时间点的近似估计以及将该估计与卫星时钟关联的某种方式。接着,这使数据消息中的位置被确定。假如可以足够准确地建立该实时时钟和卫星时钟的关系以解决非单值性,则可从接收器的内部实时时钟确定近似时间。因此,在一个示例中,可存储内部实时时钟所产生的时间戳以补充所测量的码相位。可以通过间歇地存储足够长以提取卫星时钟信息(也具有本地时间戳)的信号样本块,建立与卫星时钟的关系。确定粗略计时的其它方式对本领域的技术人员是显而易见的。例如,可以使用位置(在测量码相位时)的粗略估计来推断粗略计时(因为计时在每个时间点上唯一地与卫星相对于接收器的相对位置有关)。粗略的位置估计从某外部源获得,或例如可从观测的卫星星群的多普勒频移计算粗略的位置估计。使用这种方式,存储明显的(观测的)卫星广播频率也可以是所存储的码相位的适当补充。

[0148] WO 2006/018803 描述了一种存储时间戳和信号样本的高效且有效的方法。可将该方法用在本发明的将第三组样本(至少)存储在存储器 20 中以备后续处理的实施方式中。在存储器中,可以简单地由时间戳位覆盖(取代)GPS 信号样本的一小部分。这不仅避免对时间戳的单独记录的需要,而且确保时间戳和所接收的样本的精确同步。捕获的样本组的小的缺失部分通常不会使后续的处理步骤降低质量。

[0149] 接收器 5 可以为辅助 GPS(A-GPS) 接收器,其可从辅助服务器获得历书、星历或可

能的完整的卫星数据消息记录。服务器可以从固定的 GPS 接收器或分散在世界各地的多个接收器的网络收集该信息。这些参考接收器中的每个接收器向中央数据库报告解码的卫星数据消息。可替代地,可以动态地从移动 GPS 接收器的网络收集辅助数据。换言之,每个 GPS 接收器和中央服务器分享其自身的不完全的卫星数据消息的观察数据。服务器聚集这些观察数据以形成完整的记录,然后所有接收器可访问该完整的记录。可以通过任何便捷装置与数据辅助服务器通信,但通常是通过某种无线数据连接进行通信。

[0150] 可以使用更先进的推断卫星轨道的技术提高名义上过时的卫星轨迹数据的质量。例如,可以使用天体(例如地球、太阳和月亮)的移动、相互作用和引力影响的模型产生更好的卫星轨迹的估计。这可以允许远在标准有效期之外(之前或之后)使用星历和历书信息。

[0151] 需要注意,上文参照超外差式接收器结构描述实施方式,在超外差式接收器结构中,将 RF 信号缩混至中频。当然,本领域的技术人员将很容易意识到,同一原理也适用于直接转换接收器。事实上,可以简单地认为这样的接收器具有为 0 的中频。

[0152] 类似地,图 1 的实施方式示出接收器,在该接收器中,实时时钟(RTC)24 和频率合成器 14 从同一源(即从单晶运行的单独的单个主基准振荡器 16)导出自身的时钟信号。当然,本发明的适用性不限于这种结构。在另一实施方式中,可通过单独的、运行较慢的 RTC 振荡器使用其自身的晶体驱动 RTC 24,该晶体例如为 32.768kHz 的 RTC 晶体。因此,驱动 RTC 的时钟信号可以与驱动频率合成器 14 的时钟信号独立无关。

[0153] 显而易见,本发明不限于位置估计的计算。当然可以另外计算其它参数,例如速率。例如,熟知:一旦知道接收器的位置,则从卫星定位信号的多普勒频移计算速率。

[0154] 在一些实施方式中,除了在 RF 前端的传统滤波外,在接收的 GPS 信号采样后,可以进行接收的 GPS 信号的进一步滤波。例如,US 2008/0240315 描述了干扰抑制的方法及电路。滤波可以为 RF 前端的部分或基带处理的部分。这种数字滤波可以是自适应的。换言之,可以分析采样信号以确定干扰是否存在,如果存在,则测量干扰的属性(例如,频率或能量)。可以自动调整数字滤波以最佳地消除或减弱干扰。尤其有益的是以较高采样速率(如模拟-数字转换器的输出)进行滤波,然后在存储或处理滤波后的信号样本之前,抽取滤波后的信号样本到较低速率。可替换地或除了抽取之外,在该处理之后可以减小每个样本的位宽(即位分辨率)。如果要存储样本,则这降低存储量和存储器界面上的吞吐量要求。如果要直接处理样本,则抽取和/或位分辨率的降低可以降低功率损耗和/或处理硬件的复杂度。然而,通过之前的滤波,形成的低分辨率信号的质量会更好。

[0155] 因此,这里提及的“采样”接收信号和“存储”生成的信号样本应当包括在采样步骤(模拟-数字转换)和存储样本的步骤之间的额外滤波。

[0156] 在实践所要求保护的本发明时,本领域的技术人员可以从附图、说明书和附加的权利要求的研究中理解和实现所公开的实施方式的其它变型。在权利要求中,词语“包括”不排除其它元件或步骤,且不定冠词“一”不排除复数。单个处理器或其它单元可以实现权利要求中所列举的几个物品的功能。在互不相同的从属权利要求中列举某些措施的事实未指示,不能使用这些措施的组合以获得优势。可将计算机程序存储/分布在适合介质上,例如同其它硬件一起或作为其它硬件的部分所提供的光学存储介质或固态介质,但是也可以以其它形式分布,例如通过因特网或者其它有线或无线通信系统。在权利要求中的任何附

图标记不应视为限制本发明的范围。

[0157] 上述实施方式专注于使用 GPS 的卫星定位。然而，本领域的技术人员将意识到，本发明的范围不限于 GPS 的使用。同一原理同样地适用于其它卫星定位系统。这些通常被称为“全球导航卫星系统”(GNSS)。GNSS 的其它示例包括但不限于俄罗斯“全球导航卫星系统”(GLONASS) 和欧洲计划“伽利略”。

[0158] 尽管本发明关注卫星定位系统，但是本领域的技术人员将意识到，可以将相同或相似的技术应用于参考信标不为航天器的定位系统。例如，提出依靠“伪卫星”定位作为可供选择的卫星定位。伪卫星是典型的陆地发射器，广播与 GPS 卫星所发射的信号类似的（或相同的）信号。因此伪卫星可以使用 GPS 卫星所使用的同样的 L1 频率，和类似的扩展频谱的调制方案。从可用与卫星定位信号相同的方式处理伪卫星信号的方面来说，应当将本说明书看作是从伪卫星信号计算第三定位的公开等效技术，第一定位和第二定位的计算过程中产生的参考信息辅助第三定位的计算。

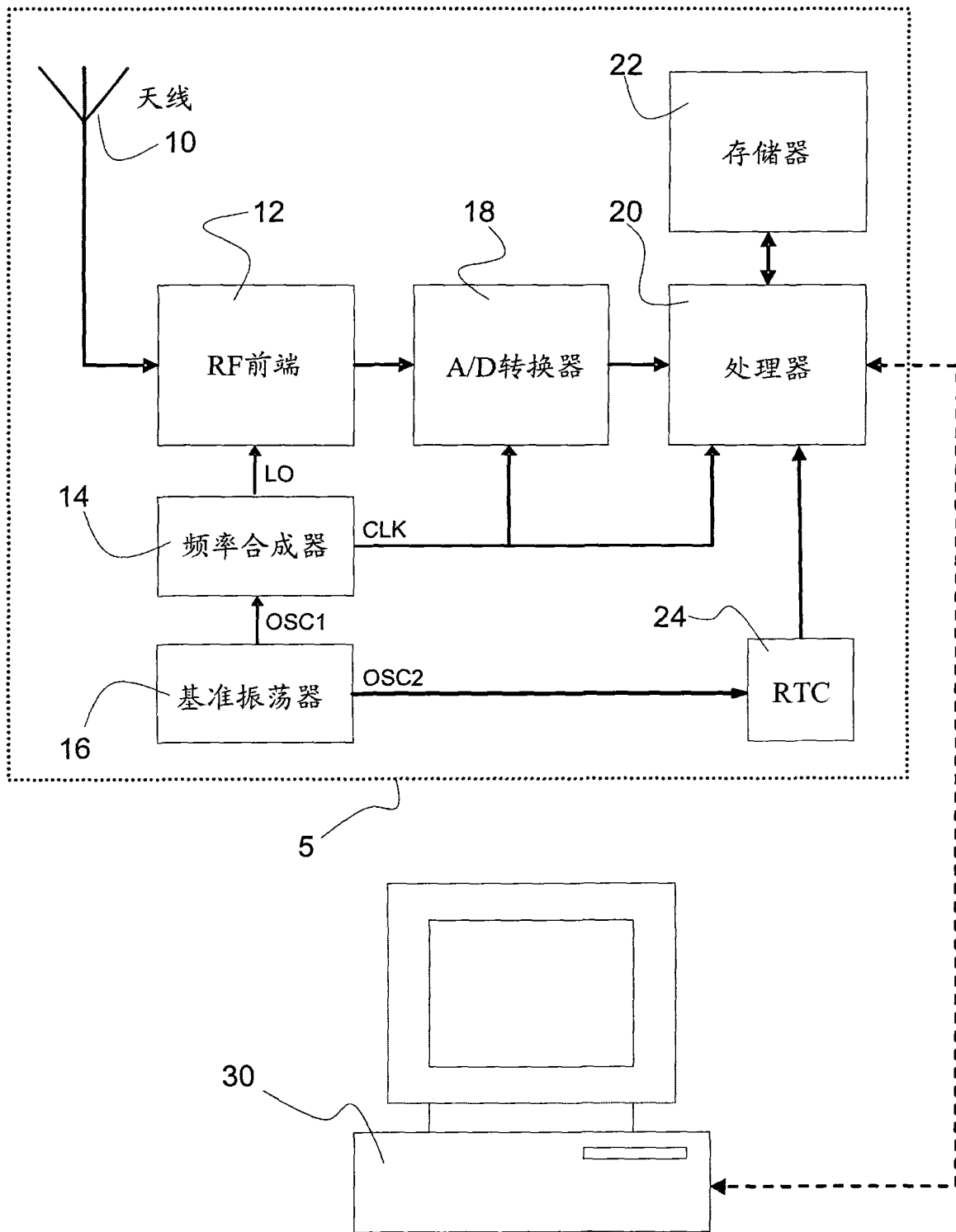


图 1

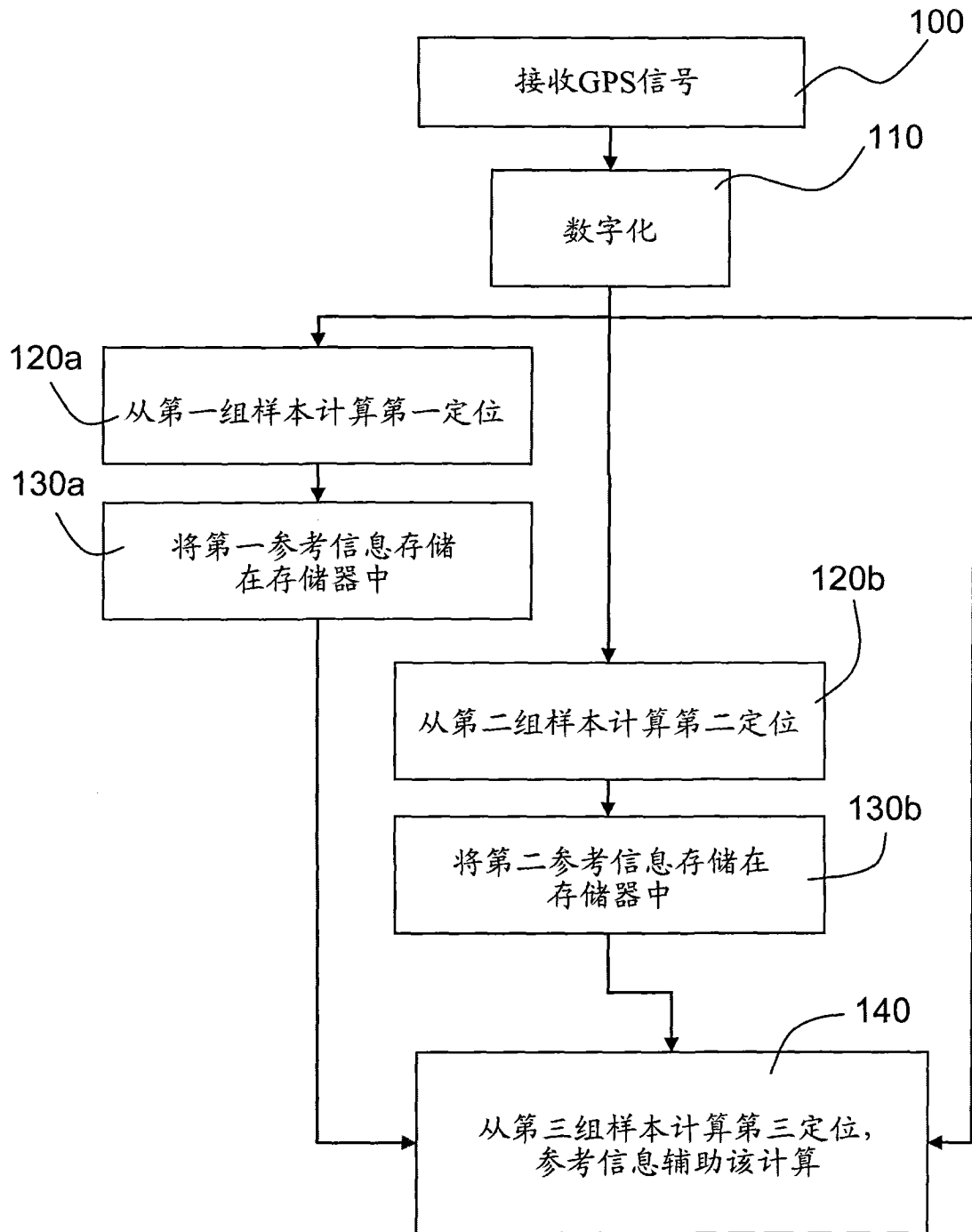


图 2