



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101627315 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 200780044605. 9

(22) 申请日 2007. 10. 31

(30) 优先权数据

11/555, 074 2006. 10. 31 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/083207 2007. 10. 31

(87) PCT申请的公布数据

W02008/055223 EN 2008. 05. 08

(73) 专利权人 SiRF 技术公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 莱昂内尔·J·加林 拉斯·博里德

马卡兰德·S·法塔克

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 黄小临

(51) Int. Cl.

G01S 1/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1406338 A, 2003. 03. 26, 全文.

US 6138061 A, 2000. 10. 24, 全文.

US 2006/0055598 A1, 2006. 03. 16, 说明书第 0045 段、第 0047 段、第 0049 段和第 0050 段.

US 2002/188403 A1, 2002. 12. 12, 第 0020 段至第 0056 段和说明书附图 1.

WO 2004/031800 A1, 2004. 04. 15, 说明书第 0024 段至第 0025 段和说明书附图 1.

崔先强等. 《GPS 广播星历参数拟合算法》. 《测绘学院学报》. 2004, 第 21 卷 (第 4 期), 全文.

审查员 李坤

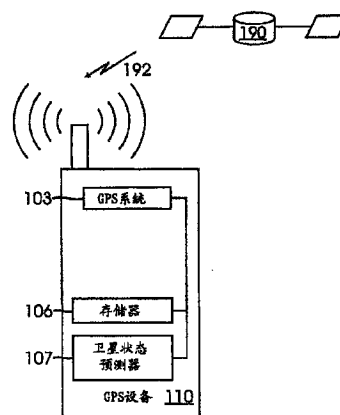
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

在不使用当前广播星历的情况下确定位置的
设备和方法

(57) 摘要

描述了用于对延长的时间段确定位置信息而无需广播星历数据的设备和方法。公开了一种客户端设备,其存储从广播星历确定的卫星状态,并且根据所存储的卫星状态对运动等式进行数值积分以确定当前卫星状态。结合所接收的卫星信号,客户端设备使用当前卫星状态确定接收卫星信号的位置。



1. 一种设备,包括:

卫星状态预测器,可操作来使用之前从多个卫星接收的广播星历和至少一个参数,来计算当前卫星状态,以及

位置确定系统,适用于在不能获得当前广播星历的情况下,使用所述当前卫星状态来确定所述设备的位置,

其中该卫星状态预测器适用于使用级数表达式计算所述至少一个参数。

2. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述多个卫星是 GPS 卫星,所述位置确定系统是 GPS 位置确定系统。

3. 如权利要求 2 所述的设备,其中所述 GPS 卫星状态预测器适用于通过对 GPS 卫星的运动等式进行数值积分,来计算所述当前卫星状态。

4. 如权利要求 3 所述的设备,其中所述 GPS 卫星状态预测器适用于计算从由以下构成的群组中选择的所述至少一个参数:当前月球参数、当前太阳参数、当前地球方位参数、太阳辐射压力参数和 y 偏量参数,所述 GPS 卫星状态预测器还适用于在数值积分前根据所述至少一个参数调整所述运动等式。

5. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述级数表达式是幂和正弦的级数表达式。

6. 如权利要求 5 所述的设备,其中所述级数表达式是 $A+Bt+Ct^2+D\cos(wt)+E\sin(wt)$ 的形式,其中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和 w 是常数, t 表示当前时间。

7. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述位置确定系统还适用于在能获得当前广播星历的情况下,使用当前广播星历确定所述当前卫星状态。

8. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述卫星状态预测器包括处理器。

9. 一种方法,包括:

从多个卫星接收广播星历以确定所述多个卫星的卫星状态;

存储所述卫星状态;

使用级数表达式来计算至少一个参数;

根据所述至少一个参数来调整所述多个卫星的运动等式;

使用所存储的卫星状态对所述多个卫星的运动等式进行数值积分,以确定当前卫星状态;

在接收机中,接收来自所述多个卫星的卫星信号以提供多个伪距测值;以及

使用所述伪距测值和所述当前卫星状态,计算所述接收机的第一位置。

10. 如权利要求 9 所述的方法,还包括:使用当前广播星历和所接收的卫星信号计算所述接收机的第二位置。

11. 如权利要求 9 所述的方法,还包括:从由以下构成的群组中选择的至少一个参数:当前月球参数、当前太阳参数、当前地球方位参数、太阳辐射压力参数和 y 偏量参数。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其中计算至少一个参数包括:计算当前月球参数、当前太阳参数、当前地球方位参数、太阳辐射压力参数和 y 偏量参数。

13. 如权利要求 9 所述的方法,其中所述每个级数表达式是幂和正弦的级数表达式。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中所述每个级数表达式是 $A+Bt+Ct^2+D\cos(wt)+E\sin(wt)$ 的形式,其中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和 w 是常数, t 表示当前时间。

15. 如权利要求 14 所述的方法,还包括:处理历史卫星状态以确定常数 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和

W。

16. 如权利要求 15 所述的方法,还包括:将常数 A、B、C、D、E 和 w 存储在非易失性存储器中。

17. 如权利要求 15 所述的方法,还包括:确定常数的有效期是否已经过期。

18. 如权利要求 17 所述的方法,还包括:如果所述有效期已经过期,则重新计算所述常数。

在不使用当前广播星历的情况下确定位置的设备和方法

技术领域

[0001] 所公开的实施例涉及基于卫星的定位系统和方法。更具体地,所公开的实施例涉及不使用广播形式的当前星历 (ephemeris) 信息来确定位置。

[0002] 背景技术

[0003] 基于卫星的定位系统包括地球轨道卫星群,其不断地向接收机传送轨道信息和测距 (ranging) 信号。基于卫星的定位系统的一个例子是包括地球轨道卫星群 (也被称为 GPS 卫星、卫星器或航天器) 的全球定位系统 (GPS)。GPS 卫星在非常精确的轨道上一天环绕地球两次并且向地球传送信号信息。由可位于便携或移动单元或者位于基站和 / 或服务上的固定位置的 GPS 接收机来接收卫星信号信息。

[0004] GPS 接收机使用卫星信号信息计算接收机的精确位置。通常 GPS 接收机比较卫星传送 GPS 信号或卫星信号的时间和在接收器处接收该信号的时间。卫星信号接收和传送之间的这个时间差向接收机提供了有关接收机到传送卫星的距离 (range) 的信息。使用来自多个额外卫星的伪距测值 (伪是因为距离信息偏移了与 GPS 卫星时钟和接收机时钟之间的偏差成正比的量),接收机可确定其位置。GPS 接收机使用从至少四个卫星接收的信号计算三维位置 (纬度、经度和高度),或者至少三个卫星来计算二维位置 (如果高度已知)。

[0005] GPS 卫星信号按视线 (line of sight) 传播,从而信号将穿过烟云、玻璃和塑料,但不会穿过大部分固体对象,如建筑物和山脉。通常,然后,GPS 接收机可在任何地方使用,除了不能接收到足够卫星信号的地方,如在一些建筑物内、在洞穴中和其他地下地点、以及在水下。典型地,在确定位置信息时,GPS 接收机依赖于来自卫星信号的信息,卫星信号的缺失使得不可能进行位置确定。该卫星信号信息包括连同星历和年历 (almanac) 数据一起的发送给接收机的伪随机代码。伪随机代码是标识传送相应信号的卫星的代码,并且有助于接收机进行测距。年历数据告诉 GPS 接收机在跨越几天或几周的宽时间区间上的任何时刻,群中的每个 GPS 卫星应该在哪儿。星历数据做相同的事情,但是在几小时的短得多的时间区间上会精确得多。

[0006] 由每个卫星连续传送的广播星历数据包含关于卫星轨道的重要信息,以及该轨道信息的有效时间。具体地,GPS 卫星的广播星历数据预测在未来大约四个小时区间上卫星的状态。更具体地,广播星历数据描述具有额外校正的开普勒根数椭圆 (Keplerian element ellipse),从而允许在广播星历数据有效期间的任何时刻,在地固地心 (ECEF) 直角坐标系中计算卫星的位置。典型地,结合伪距测值的广播星历数据对于确定位置是重要的。

[0007] 考虑到广播星历数据仅仅在四个小时区间内有效并且对于位置确定是重要的,当以前收集的广播星历数据的有效时间已经过期时,要求 GPS 接收机在接收机需要计算卫星状态时收集新的广播星历数据。新的广播星历数据可作为来自 GPS 卫星的直接广播来收集。可替换地,如通过引用合并其内容的于 2004 年 9 月 14 日提交的美国申请 No. 10/941,251 所讨论的,可从服务器接收卫星星历。然而,在一些情况下不能从 GPS 卫星或者从服务器收集新的广播星历数据。作为不能收集新的广播星历数据的情况的例子,举例来说,低信号强度的卫星信号可能阻止从接收到的卫星信号解调 / 解码星历数据,客户

端可能在服务器覆盖范围之外,以及 / 或者因为多种原因服务器不可用。当不能获得新的广播星历数据时, GPS 接收机一般不能提供位置信息。

[0008] 而且,即便当 GPS 接收机处于能够从 GPS 卫星和 / 或服务器接收广播星历信息并且正确地解码信号的位置时,接收和解码过程大大增加了处理时间。这个额外的处理时间直接增加了首次定位时间 (time-to-first-fix ;TTFF),同时增加了接收机的功率使用。依赖于对接收机的使用和接收机的功率能力,TTFF 和功率使用两者的增加对用户而言可能是不可接受的 (例如,位于例如蜂窝电话的客户端设备中的 GPS 接收机将具有更严格的功率使用限制)。因为在消费者设备中 GPS 的越来越多的使用,以及对这些设备提供的信息的越来越多的依赖,所以期望减少 GPS 接收机不能提供位置信息和 / 或不能以时间和功率的有效率的方式提供位置的情况的数量。

[0009] 为了解决本领域中对于可操作来确定卫星星历而无需接收当前广播星历的 GPS 接收机的需求,美国专利申请 No. 10/941, 251 (‘251 申请)公开了一种服务器,其接收或收集基于卫星的定位系统的卫星的历史状态数据,并且数值积分该历史状态数据以基于历史状态数据提供对卫星轨迹的预测。这些预测的卫星状态也可被表示为卫星星历。

[0010] 本领域技术人员将意识到,术语“星历”接下来以它的严格含义而使用。尽管在 GPS 领域中习惯将 GPS 卫星的开普勒参数的传输称为“广播星历”,但是开普勒参数不是“真的”卫星星历而是从卫星星历中推导出来的参数。因为习惯于将来自 GPS 卫星的开普勒参数的传输称为“广播星历”是 GPS 领域中牢固建立的实践,所以从历史状态数据的数值积分得到的结果可被称为“预测卫星状态”,以避免和诸如仅仅从卫星星历推导出来的开普勒参数等参数相混淆。

[0011] 计算出预测卫星状态之后,服务器可将这些状态传送给客户端 GPS 有效设备。这些客户端设备然后可基于预测卫星状态计算当前卫星星历。预测卫星状态跨越的时间段依赖于期望的准确度。例如,如果 ± 40 米的准确度是可接受的,则对于 GPS 卫星群中的所有卫星,预测卫星状态可对应于七天时段上的每 15 分钟。为了确定在这七天时段内当前时刻的卫星状态,客户端设备接着仅仅需要关于当前时刻对相关的预测卫星状态进行插值。以此方式,客户端设备需要相对小的处理功率来确定当前卫星状态。然而,必须将可观的带宽和存储设施专用于传输和存储如此多的预测卫星状态。

[0012] 因此,‘251 申请公开了替代实施例,其中服务器不产生预测卫星状态,而是产生从这些预测卫星状态推导出来的参数,如开普勒参数。客户端设备从服务器接收开普勒参数,由此可使用开普勒参数预测卫星轨迹。以此方式,减少了服务器和客户端设备间传输的带宽需求。

[0013] 不管客户端设备接收预测卫星状态还是从这些状态推导出来的参数,客户端设备将仍然要求服务器产生并传输状态 / 参数。这样的体系结构的实现和维护可能是昂贵的。

[0014] 因此,本领域中存在对改进的 GPS 设备的需求,这种设备可确定位置而不使用广播星历或从其他信息源接收的星历。

发明内容

[0015] 根据本发明的一个方面,提供了一种设备,包括:卫星状态预测器,可操作来使用之前从多个卫星接收的广播星历计算当前卫星状态;以及位置确定系统,适用于在不能获

得当前广播星历的情况下,使用当前卫星状态来确定设备的位置。

[0016] 根据本发明的另一个方面,提供了一种方法,包括:从多个卫星接收广播星历以确定多个卫星的卫星状态;存储卫星状态;使用所存储的卫星状态对多个卫星的运动等式进行数值积分以确定当前卫星状态;在接收机中,接收来自多个卫星的卫星信号;以及使用接收的卫星信号和当前卫星状态确定接收机的位置。

附图说明

[0017] 图 1 是根据发明实施例的 GPS 系统的框图;

[0018] 图 2 是根据发明实施例的计算当前卫星状态的方法的流程图。

[0019] 提供这些图是为了帮助描述本发明实施例,而不是排他的或限制性的。在图中,相似的附图标记表示相似的元素。

具体实施方式

[0020] 描述了用于在延长的时间段内确定卫星星历而不使用当前广播星历数据的设备和方法。现在转到图 1, GPS 有效设备 110 包括 GPS 系统 103。GPS 系统 103 从卫星 190 (为了清楚说明,仅示出单个卫星) 接收 GPS 编码信号 192。在通常的操作期间, GPS 系统解码来自卫星的 GPS 编码信号以恢复 (retrieve) 针对卫星的广播星历。接着 GPS 系统使用该广播星历以确定当前卫星状态信息,其随后与伪距数据结合使用以提供 GPS 设备的位置。

[0021] 但是,如果 GPS 系统刚被启动,则需要一定时间区间以从卫星接收广播星历。而且,城市环境比如停车库和高楼可能使得对当前广播星历的接收成为问题。为了提供计算当前卫星状态信息的能力,本发明提供了使用以前的广播星历的 GPS 有效设备。例如,假设已经按照传统的方式使用了 GPS 有效设备 100,使得该设备利用来自 GPS 卫星的当前广播星历推导出来的卫星状态信息确定它的位置。GPS 系统将卫星状态信息 (包括卫星位置和速度) 存储在存储器 106 中。即使 GPS 系统随后尝试确定它的位置但却不能获得对当前广播星历的对天 (open sky) 接收,卫星状态预测器 107 适用于使用以前存储在存储器 106 中的卫星状态信息来确定当前卫星状态。

[0022] 通过使用恰当的受力模型对 GPS 卫星运动等式数值积分,卫星状态预测器可确定当前卫星状态。除地球重力外,这些受力模型包括月球和太阳的重力效应模型,通常表示为日月模型 (luni-solar model)。例如,日月模型可包括倾度、距离、交点 (node)、交点角 (angle to node) 和交点角速率的太阳值。另外,在这种日月模型中还将使用倾度、距离、交点、交点角和交点角速率的月球值。类似地,可使用极点位置 x 、极点位置 y 和日长度表示地球方位。而且,太阳辐射压力和偏航偏量 (y 偏量) 的参数也是有用的。

[0023] 级数表达式 $A+Bt+Ct^2+D\cos(wt)+E\sin(wt)$, 其中 t 表示当前时间而 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和 w 是常数,提供了确定这些参数的简洁且有效的方式。但是,将意识到,可使用替代表达式来表示这些参数。而且,还可确定卫星运动等式的附加或替代参数。

[0024] 通过针对地球方位、太阳辐射压力和 y 偏量参数的过去数据数值拟合该级数,可脱机获得这些级数表达式的常数 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和 w 的值。因为日月参数没有在地球方位、太阳辐射压力和 y 偏量参数中出现的随机变化,所以可使用脱机模型准确预测日月参数的未来值。因此,通过对过去数据和未来数据的曲线拟合,可获得日月参数的 A 、 B 、 C 、 D 、 E 和 w

的值。一旦获得,这些常数在大约 6 个月内对于随机变化的参数是有效的。日月参数的常数将在相当长的时间段内是有效的。确定了常数之后,接着设计者或用户可将它们“烧”入存储器 106 中。以此方式,通过将时间 t 的当前值代入上述级数表达式中,对于在这些存储的常数的有效期(如 6 个月)内的任意时刻,GPS 状态预测器可计算诸如地球方位、月球倾度和太阳倾度等参数。使用级数表达式计算了这些参数之后,通过使用计算出的参数来数值积分 GPS 卫星运动等式,GPS 状态预测器于是可预测当前卫星状态。

[0025] 常数的有效期过期后,可将客户端设备耦合到外部源,如因特网或无线连接,以接收新的常数值。刷新了常数值之后,客户端设备可继续通过数值积分卫星运动等式,计算当前卫星状态。可通过任何标准的数值积分方法,如 Runge-Kutta 方法或多步类型(multi-step-type)方法,进行数值积分。

[0026] 参考图 2 的流程图可更好地理解对当前卫星状态的预测。在步骤 200 中,按照传统方式使用广播星历来计算卫星状态。在步骤 205,将从广播星历中计算的卫星状态存储在存储器中。此时,可将执行预测的 GPS 有效设备关闭或置于不活动模式。之后,可将 GPS 有效设备启动或置于活动模式,因此它尝试再次获得广播星历。但是,由于环境条件,如正处于城市峡谷中、停车库、诸如山脉或树木的自然障碍物、射频噪声或者其它条件,GPS 有效设备没有清晰地从天空接收到广播星历。因为没有对广播星历的当前接收,在步骤 210 中,GPS 有效设备从存储器中检索(retrieve)所存储的卫星状态。在步骤 215 中,GPS 有效设备使用在此描述的紧凑级数表达式确定日月值以及地球方位值、太阳压力值和 y 偏量值。在步骤 220 中,GPS 有效设备使用关于所存储的卫星状态的日月值、地球方位值、太阳压力值和 y 偏量值,对卫星运动等式进行数值积分以计算当前卫星状态。如果卫星状态已经改变,例如由于在步骤 200 接收广播星历之后发生了卫星机动(maneuver)或者时钟改变或重置,则数值积分可能提供不正确的结果。可使用 RAIM(接收机自主完整性监测)算法,在客户端设备中检测出这些改变,以防止错误的用户位置计算。

[0027] 因为参数仅仅对于大约六个月的时段有效,所以在步骤 225,可进行对于有效期是否过期的检测。如果有效期已经过期,则在步骤 230,脱机确定新的常数并将其传送给客户端设备。然后,在步骤 235,可将接收的常数加载到客户端设备的存储器中。

[0028] 如上描述的实施例说明了但不限制本发明。还应该明白,根据本发明的原理,许多修改和改变是可能的。因此,本发明的范围仅仅由如下权利要求所限定。

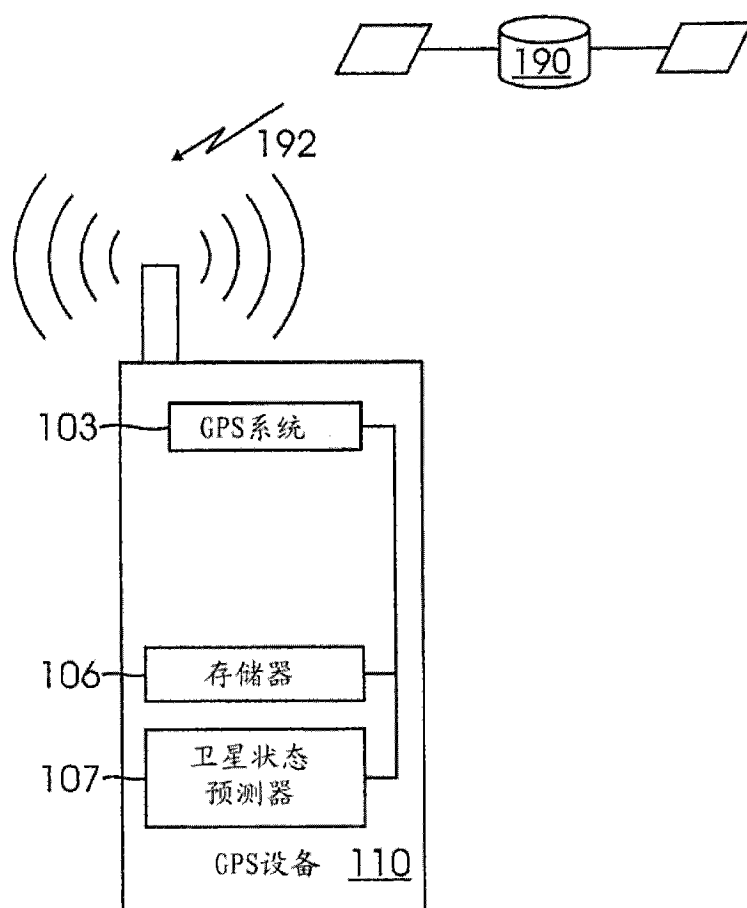


图 1

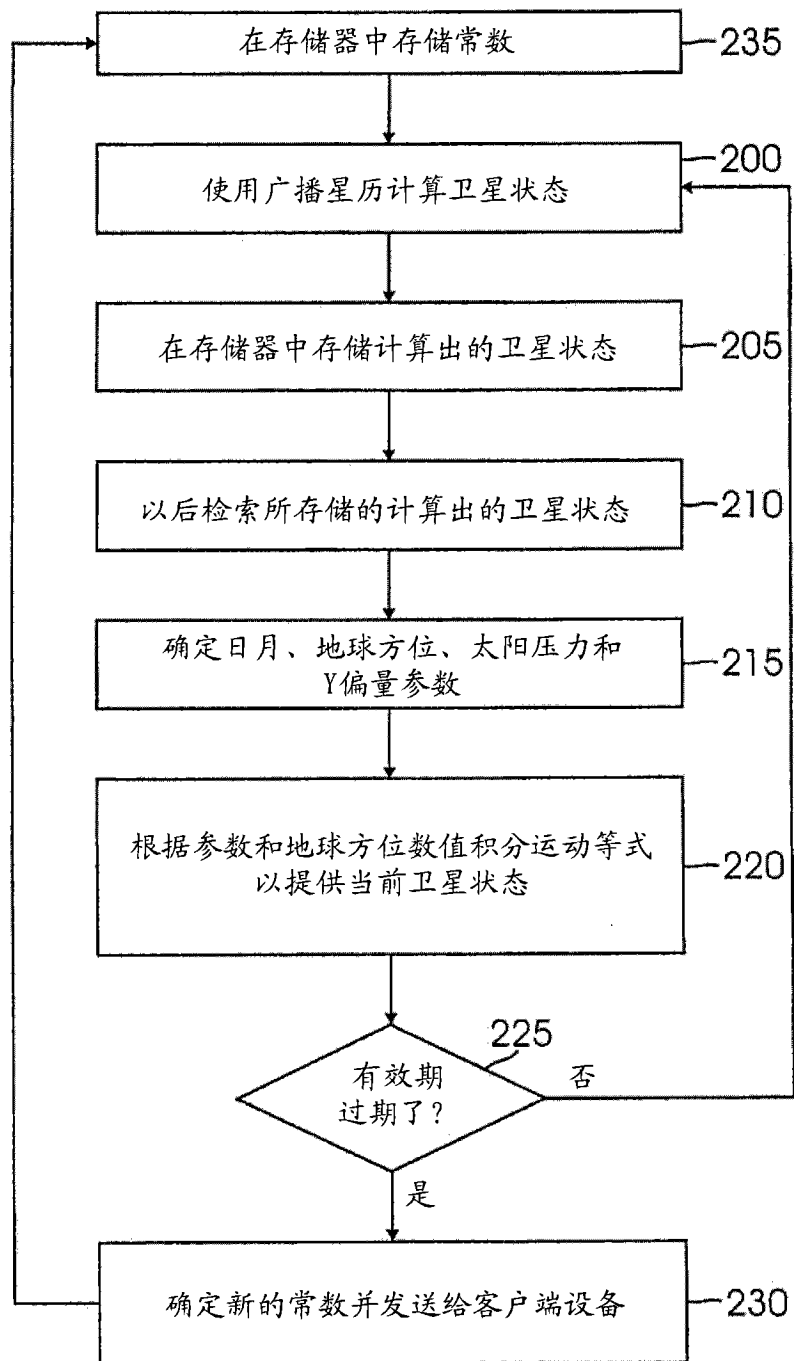


图 2