

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 5/14 (2006.01)

G01S 1/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810125158.6

[43] 公开日 2008年11月26日

[11] 公开号 CN 101311745A

[22] 申请日 2002.3.1

[21] 申请号 200810125158.6

分案原申请号 02805981.6

[30] 优先权

[32] 2001.3.5 [33] US [31] 60/273,570

[32] 2001.6.11 [33] US [31] 09/878,934

[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 P·戈尔 A·瓦亚诺斯

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 陈炜

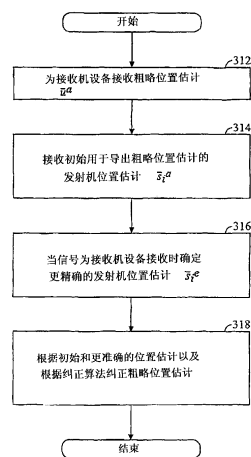
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

[54] 发明名称

根据初始粗位置估计提供经改善的位置估计的方法和装置

[57] 摘要

根据设备的初始粗位置估计而确定设备位置的技术，该估计根据多个发射机的位置的初始(较不准确)估计而导出。在一种方法中，接收设备的粗位置估计以及经修改(更准确)发射机位置估计。初始化设备的经修改位置估计(例如为粗位置估计)。下一步根据设备和发射机的初始和经修改的位置估计计算更新向量。经修改的设备的位置估计根据更新向量而被更新。对更新向量的计算和经修改设备的位置估计的更新可以重复许多次以获得更准确的估计。



1. 一种确定设备位置的方法其特征在于包括：
 - (a) 接收设备位置的估计，该估计通过使用多个发射机的初始位置估计而已被计算；
 - (b) 使用设备和发射机的经修改的估计计算一组距离估计；
 - (c) 根据发射机的一组测量值和初始位置估计导出设备的中间位置估计；
 - (d) 部分根据设备的中间位置估计和经修改的位置估计计算更新向量；以及
 - (e) 根据更新向量更新设备的经修改的位置估计。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括：
多次重复计算、推导、计算以及更新。
3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于重复计算、推导、计算以及更新直到更新向量的大小处在一特定阈值内。
4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括：
 - (a) 把设备的经修改位置估计为粗位置估计。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于发射机是全球定位卫星 (GPS) 系统的卫星。
6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于卫星的初始位置估计是根据日历的。
7. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于卫星的经修改的位置估计是根据天文历的。
8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，发射机的经修改的位置估计是根据从发射机来的信号在设备端被测量的时间而确定的，这些信号被用来导出设备的粗位置估计。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，设备的中间位置估计是根据最小平方根(LMS)计算而导出的。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括：

(a) 根据发射机的初始位置估计以及设备的中间位置估计确定第一几何矩阵；以及

(b) 根据发射机的经修改的位置估计以及设备的经修改位置估计确定第二几何矩阵；以及

(c) 其中更新矩阵是基于第一和第二几何矩阵的。

根据初始粗位置估计提供经改善 的位置估计的方法和装置

本申请是申请日为2002年3月1日申请号为第02805981.6号发明名称为“根据初始粗位置估计提供经改善的位置估计的方法和装置”的中国专利申请的分案申请。

背景

领域

本发明一般涉及设备位置，更特定地涉及根据初始粗位置估计提供经改善的(即更准确的)位置估计的方法和装置。

相关申请

本申请对美国临时专利号60/273570，提交于2001年3月5日有优先权，并被转让给本发明的受让人。

背景

一般定位某设备的方法是确定在已知位置的多个源发送来的信号到达要定位的设备内的接收机所需要的时间量。一种提供从多个已知位置的发射机来的信号的系统是著名的全球定位卫星(GPS)系统。GPS系统内的卫星位于根据GPS主设计的准确轨道上。GPS卫星的位置可由多个不同信息组识别，一些要比其它更准确些。

GPS发射一组信息，称为“日历”，它包括关于在“星座图”内的卫星的定位较不准确的信息。地面站连续监控GPS卫星以观察它们在轨道内的变化。一旦卫星位置被测量，信息被中转回卫星。然后卫星发射另一组信息，称为“天文历”，它包括卫星轨道更准确的版本。每个卫星为所有卫星发射日历信息，但只为自己发送天文历。

GPS接收机可以接收和/或存储日历，它指明在给定时间许多卫星的每个位于天空的位置。根据天文历以及该信息可用的时间可以确定GPS卫星更准确的

位置。

日历和天文历都在有限时间内有效。日历信息被认为是对于发射日历后一个星期内大约 3 千米精度内是准确的。天文历提供关于卫星轨道信息大约 2 小时大约 1 米的精度。在日历和天文历内的误差随着信息变陈旧而增大。相应地, 根据该信息的卫星的位置当日历和天文历变得陈旧时变得越来越不准确, 除非以合适的时间间隔接收到更新消息。

在没有关于卫星位置的准确信息时, 设备的估计位置可能是不精确的, 它可能根据从卫星发射来的信号接收基础上而确定的。准确信息可能通过接收从卫星来的(连续地或需要时)或从另外源来的更新而获得。另外的源可能是基站或无线通信系统的位置确定设备, 其中任何一个可能有能从 GPS 卫星接收需要信息的 GPS 接收机。然而宝贵的资源将消耗于使要被定位的设备在有规律的间隔内获得信息。特别是, 需要消耗功率以发射和接收信息, 且需要带宽以将信息从一个远程源发到设备。

因此在领域内需要一种技术以准确地确定设备的位置而消耗最少的资源。当位置确定是基于随时间而移动的发射机(如 GPS 卫星)时且当该种发射机的准确位置只在从发射机或远离卫星的源以及要确定位置的设备接收了更新才知道时, 该这种需要显得特别急迫。

概述

在此揭示了根据初始粗位置估计而准确确定接收机设备的位置的技术, 该位置可能使用较不准确的关于发射机位置的信息(例如 GPS 卫星的旧日历或旧天文历)而被导出。在揭示的方法和装置的一实施例中, 根据下列知识而对接收机的粗位置估计进行纠正, 这些知识有(1)提供相对更精确的发射机位置的信息; 以及(2)提供相对较不精确的发射机位置的信息(例如旧日历和/或天文历)用于推导粗位置估计。该纠正可根据不同纠正算法而实现, 其中一种是这里要详述的迭代算法。

根据揭示的方法和装置的一实施例, 接收设备的粗位置估计。粗位置估计可能根据初始(较不准确)多个发射机的位置估计而导出, 诸如 GPS 卫星。还接收发射机的经修改的(更准确)位置估计。经修改的设备的位置估计然后经初始化(例如对粗位置估计)。然后根据设备和发射机的初始和经修改位置估计计算更新向量。设备的经修改位置估计然后根据更新向量被更新。更新向量的计算

和设备的经修改位置估计的更新可以被重复多次(例如,直到更新向量的幅度在某特定阈值阈值内)以达到对设备当前的实际位置越来越准确的估计。

根据揭示的方法和装置的一实施例,更新向量由以下步骤计算:(1)根据设备和发射机的经修改位置估计计算一组测量;(2)根据该组测量值和发射机的初始位置估计导出设备的中间位置估计;(3)根据发射机的初始位置估计和设备的中间位置估计确定第一几何矩阵;(4)根据发射机和设备的经修改的位置估计确定第二几何矩阵;以及(5)根据设备的中间和修改位置估计以及第一和第二几何矩阵计算更新向量。这些步骤以下详述。

揭示的方法和装置还提供其他方面、实施例、特征,将在以下详述。

附图的简要说明

通过下面提出的结合附图的详细描述,本发明的特征、性质和优点将变得更加明显,附图中相同的符号具有相同的标识,其中:

图 1A 是能实现本发明不同方面的系统的简化说明;

图 1B 是说明根据接收机设备可用的信息的发射机位置的误差的图表;

图 2 是根据本发明实施例接收机设备和位置识别设备的简化模块框图;

图 3 是说明由位置识别设备实现的根据先前由接收机设备导出的粗位置估计而导出接收机设备更精确的位置估计的处理的流程图;

图 4 是根据本发明的一实施例实现迭代算法的处理的流程图。

详细描述

图 1A 是能实现本发明的不同方面的系统的简化说明。接收机设备 110,要确定其位置,通过天线接收从多个发射机 130a-130d(在此集体用参考号“130”)发射来的信号。接收机设备 110 进一步与位置识别设备 120 通信,它帮助以确定接收设备的位置,将在下面详述。

在一实施例中,接收机设备 110 是能从多个发射机 130 接收信号的蜂窝电话。然而,接收机设备 110 可能是任何能确定接收信号相对参考时间的到达时间的设备。例如,接收设备 110 可能是有无线调制解调器的计算机终端,独立的 GPS 接收机、能从地面发射机接收信号的接收机、或其他任何接收机。该发射机 130 可能是任何一种带有已知位置或不能确定位置的发射机。在一实施例中,发射机 130 是全球定位卫星(GPS)系统的卫星。在揭示方法和装置的其他

实施例中，发射机可能是基于地面的发射机(例如无线通信系统的基站)或 GPS 和基于地面的发射机的组合。

接收机设备 110 根据指示发射接收到信号的发射机 130 的位置的信号和消息估计其位置。由于各种因素，接收机设备 110 可能没有关于发射机 130 实际位置的当前或准确信息。在该情况下，由接收机设备 110 作出的其位置估计是粗略的，且没有期望的精度。该使用较不精确的发射机位置作出的初始粗位置估计可能使用在此描述的技术此后被“纠正”以从而提供更准确的接收机设备的位置估计。

接收机 130 能作为参考点用于确定接收机 110 的位置。通过准确地测量与三个发射机间的距离，接收机设备 110 能“三角法测量”其位置。接收机设备 110 通过测量信号从发射机 130 到接收机设备 110 需要的时间确定距离。在知道了信号从发射机 130 的发射时间以及观察由接收机设备 110 接收到信号的时间(基于其内部时钟)，信号的传递时间能被确定。然而，在发送和接收间的准确时间量由于例如在发射机 130 和接收机设备 110 间的两个时钟的偏差而不能被确定。因此，“伪距离”一般根据“参考”时间和接收到信号时间的差而计算得。参考时间可能是任何时间，只要参考时间对所有作出的伪距离测量一致(或伪距离测量能调整以补偿使用的参考时间上的差别)。

图 1A 内，发射机 130a 到 130d 示出在由接收机设备 110 根据较不精确(例如不是最近更新的)的信息估计出的位置上。这些位置可能不同于发射机 130 的实际位置。在发射机 130 是卫星的例子中，诸如 GPS 卫星，卫星的位置可由日历和天文历标识。

如果有当前天文历信息和昼夜时间，则可作出 GPS 卫星位置的准确确定。然而，天文历信息只在有限时间内有效(例如两个小时)。如果有当前日历信息和昼夜时间，则可作出 GPS 卫星位置较不准确的确定。然而，日历也是在有限时间段内有效(例如，一个星期)。

本发明的方面提供技术以根据初始粗略位置估计以准确确定接收机位置，这可能使用关于发射机位置的较不准确信息(例如，GPS 卫星的旧日历或旧天文历)而导出。要理解的是初始估计可能完全根据过时的日历或天文历而作出。

由于发射机的伪距离和定位是用于确定接收机设备的位置、发射机的位置方面的误差和不准确性变成了接收机设备的位置估计的误差和不准确性。因此，“粗”位置估计是根据到发射机 130 的伪距离而为接收机设备作出的，它

的已知位置可能有较差精确度。

根据揭示的方法和装置的一实施例，对接收机设备的粗位置估计的纠正是根据：(1)关于发射机 130 位置的更准确信息；以及(2)关于在发射机 130 的位置估计内的误差量的信息用于导出粗位置估计。下面将详述实现纠正的技术。在一实施例中，在位置识别设备 120 处作出纠正，它可能位于离接收机设备 110 相对较远的地方。然而，在揭示的方法和装置的其他实施例中，位置识别设备 120 可能与接收机设备 110 位于一处。

图 2 是根据揭示的方法和装置的一实施例的接收机设备 110 和位置识别设备 120 的简化模块图。接收机设备 110 可能是无线通信系统内的远程终端的组件，诸如蜂窝电话或带无线调制解调器的计算机。或者，接收机设备 110 可能是独立的位置确定单元，诸如独立 GPS 接收机。

位置识别设备 120 可能是在无线通信系统内的基站收发机子系统(BTS)、基站控制器(BSC)或移动交换控制器(MSC)中一个组件，或耦合到无线通信系统的这些元件中的一个的设备。例如，位置识别设备 120 可能是无线通信系统内的位置确定设备(PDE)。或者，位置识别设备 120 可能是远程终端或一些其他包括接收机设备 110 的设备的组件或与它们共处的组件。或者，位置识别设备 120 可能是独立的组件。

为简化，接收机设备 110 和位置识别设备 120 在图 2 中示出为直接耦合。然而，一个或多个附加元件(例如 BTS、BSC 等)可在耦合在接收机设备 110 和位置识别设备 120 间。位置识别设备 120 和接收机设备 110 可能位于一处。这可能出现在该种系统中，当进行测量时，没有关于发射机 130 的位置的准确信息，但将来某时会有的情况。接收机设备 110 的粗位置估计可能在作出伪距离(或准确距离)测量后立即导出。粗位置估计可能被存储直到有关于发射机 130 的更准确位置估计时，之后可以导出接收机设备的更准确的位置估计。

在图 2 示出的实施例中，接收机设备 110 包括接收机 210、处理电路 212、存储器 214 以及通信端口 216 以及还耦合到天线 208。天线 208 接收从发射机 130(在图 1A 中示出)来的信号并将信号耦合到接收机 210。接收机 210 包括必须的处理接收信号以导出用于位置估计的信息的电路(例如射频(RF)处理电路和/或其他接收电路)。该种信息可能包括时间信息等。该信息提供给处理电路 212，它进行位置确定计算。该计算可能还包括导出到发射机 130 的伪距离的计算。或者或附加地，该计算可能包括导出接收机设备 110 初始位置估计需要

的那些计算。粗位置估计可能由于发射机 130 的位置估计中较大的误差而有相对较大的误差。

接收机设备 110 通过通信端口 216 向位置识别设备 120 提供计算结果以及其他相关信息。相关信息可能包括接收信号被测量的时间、用于实现计算的信息(例如特定的日历用于估计发射机 130 的位置)以及可能还有其他信息。通信端口 216 提供到位置识别设备 120 的接口。对在无线通信系统内的远程终端内的接收机设备,通信端口 216 可能支持通过无线链路的通信。

在图 2 示出的实施例中,位置识别设备 120 包括通信端口 220、处理电路 222 以及存储器 224。该通信端口 220 从接收机设备 110 接收计算结果和相关信息并转发信息到处理电路 222。处理电路 222 接收计算结果和相关信息,并进一步接收由接收机设备 110 用于实现计算的较不准确信息的拷贝。较不准确的信息可能是日历(日历有效的的时间)、天文历(天文历有效的的时间)和/或任何其他接收机设备 110 可能用过以估计发射机 130 的位置的信息。

接收机设备 110 可能提供较不准确的信息连同计算结果例如作为相关信息的一部分。在一些实施例中,可能不明显提供较不准确信息,且其他指示量可能用于推导用过的信息。例如,日历或天文历有效的的时间,接收信号在接收机设备 110 测量的时间,粗位置估计发送到位置识别设备 120 的时间,或一些其他信息(可作为相关信息的一部分被发送),可能足以使得位置识别设备 120 准确地推导出用于推导粗位置估计的发射机位置估计。在一些其他实施例中,位置识别设备 120 可能负责将用于推导粗位置估计的信息发送到接收机设备 110。对这些实施例,不需要接收机设备 110 通知位置识别设备 120 使用了何种信息。

在一些实施例中,处理单元 212 可能直接与位置识别设备 120 通信而不需要分开的通信端口。这可能是在这些例子中的情况,即位置识别设备 120 与接收机设备 110 是同处的,或在一些其他例子中位置识别设备 120 与接收机设备 110 不位于同处。

在一实施例中,位置识别设备 120 在接收从接收机设备 110 来的计算结果前接收较不精确的信息。在一些实施例中,由接收机设备 110 使用的较不精确信息可能由除接收机设备 110 外其他源(例如在图 2 为简化未示出的通信链路上)提供给位置识别设备 120。例如,较不准确信息可能由位置识别设备 120 从发射机 130 直接被接收。或者,可能由位置识别设备 120 从不同于图 1A 中示出的任何元件的源接收较不准确信息,诸如无线通信系统内的基站的一个组

件。

在一实施例中,位置识别设备 120 可能有多组信息(例如日历的几个版本),其中的任何一个可能由接收机设备 110 使用以实现位置确定计算。在该情况下,接收机设备 110 可能需要提供附加信息到位置识别设备 120 以指明从对位置识别设备 120 可用的这些信息中何种信息,是被接收机设备 110 特定用于实现位置确定计算的。

图 3 是说明由位置识别设备 120 实现的处理以根据前次由接收机设备导出的粗位置估计来导出接收机设备 110 的更准确的位置估计。位置识别设备 120 起初在步骤 312 从接收机设备 110 接收位置确定计算的结果(例如,粗位置估计 \bar{w}^a)。位置识别设备 120 还接收指明发射机 130 的初始位置估计 \bar{s}_i^a 的信息(即较不准确的位置估计),它用于在步骤 314 导出粗位置估计。该信息可能指明用于导出粗位置估计的日历或天文历的版本。由接收机设备 110 确定的发射机 130 的初始位置估计,较不准确且对应于当作出位置确定计算时接收机设备 110 假设发射机位于的位置。在一实施例中,位置识别设备 120 还在步骤 314 接收进行伪距离测量的时间。

位置识别设备 120 然后确定发射机 130 位置的更准确估计 \bar{s}_i^e 。这些更精确的发射机位置估计可能根据比由接收机设备 110 作出伪距离测量的更精确时间的日历和/天文历而作出。在一实施例中,位置识别设备 120 维持了由 GPS 星座图的卫星发送的日历和天文历的日志。该日志使得位置识别设备 120 能使用最准确的日历和天文历以纠正从接收机设备 110 来的粗位置估计,如下将要详述。

一旦位置识别设备 120 具有关于初始较不准确的位置估计的信息和发射机 130 的较准确位置估计时,位置识别设备 120 然后在步骤 318 处根据下述的算法纠正接收机设备 110 的粗位置估计。

图 1B 是根据接收机设备 110 可用的信息说明发射机 130 位置的误差的图表。图 1B 示出在代表发射机实际位置更准确估计的位置处的发射机 132a 到 132d。图 1B 还示出发射机代表发射机位置的较不准确估计的发射机 130a 到 130d。发射机 132(以点划线示出)以及发射机 130(以实线示出)对应于发射机的两个位置估计。然而,使用更准确或较不准确的信息(即使用对于进行伪距离测量时刻准确或不准确的日历或天文历)根据发射机的位置是否已被确定,每个发射机的位置被认为是不同的。发射机 130 的位置由接收机设备 110 用于

实现位置确定计算以导出接收机设备 110 的粗位置估计。

位置识别设备 120 对从接收机设备 110 来的粗位置估计实现纠正以提供接收机设备的更准确位置估计。对粗位置估计的纠正可能根据包括“线性化”算法、“迭代算法”以及可能有其他的不同算法而实现。线性化算法详细地在美国专利序列号 09/773207, 题为“METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING LOCATION USING A COARSE POSITION ESTIMATE”提交于 2001 年 1 月 30 日, 被转让给本发明的受让人。该迭代算法在下面描述。

迭代算法可以用于实现接收机设备 110 的粗位置估计的纠正, 这是根据: (1) 知道发射机 130 (例如 GPS 卫星) 的位置的较不准确估计用于导出接收机设备 110 的粗位置估计, 以及 (2) 知道在测量伪距离时刻发射机 130 实际位置更准确估计。发射机更准确的位置估计可能根据知道作出伪距离测量的特定时间而被确定。

要理解的是, 粗位置估计是在当没有发射机 130 位置的更准确估计时在某个时间上或位置处进行的。纠正一般会在以后的时刻或另一地点或两者而实现, 这根据何时于何地发射机 130 位置的更准确估计变得可用。

在揭示的方法和装置的一实施例中, 假设在位置定位方案 (即接收机设备 110 经计算的位置) 以及一组发射机位置估计间有一对一的映射。当只有四个伪距离测量时, 该假设很容易满足。

为简洁之故, 迭代算法特别为发射机 130 是 GPS 卫星的情况描述。然而, 迭代算法还可以用于任何类型的发射机, 其中在特定时间或地点有不准确的发射机位置信息, 在以后和/或其他位置有更准确的发射机位置信息。

根据日历信息和时钟偏差导出的第 i 个卫星的位置 \bar{s}_i^a 可能表达为:

$$\bar{s}_i^a = [x_{s_i}^a, y_{s_i}^a, z_{s_i}^a] \text{ 以及 } b_{s_i}^a$$

时间偏差定义为接收机设备 110 内的本地时钟指明的时间和发射机 130 内的时钟指明的时间间的差。位置, \bar{s}_i^a 一般由于接收机设备 110 使用的日历的不准确性而在导出位置 \bar{s}_i^a 有相对较大的误差。

位置, \bar{s}_i^e 根据日历信息和时钟偏差导出的第 i 个卫星的位置 \bar{s}_i^e 可能表达为:

$$\bar{s}_i^e = [x_{s_i}^e, y_{s_i}^e, z_{s_i}^e] \text{ 以及 } b_{s_i}^e$$

位置, \bar{s}_i^e 一般由于使用的较准确的天文历而有相对较小的误差。粗位置估计由接收机设备 110 用相对较不准确的日历信息导出的 \bar{u}_a 可能表达为:

$$\bar{u}^a = [x_u^a, y_u^a, z_u^a, b_u^a]$$

由接收机设备 110 使用相对更准确的发射机位置估计而导出的接收机设备 110 的更准确位置估计 \bar{u}^e 可能表达为:

$$\bar{u}^e = [x_u^e, y_u^e, z_u^e, b_u^e]$$

初始时, 可能没有更准确的信息。因此, 更准确的位置估计 \bar{u}^e 可能设定为 \bar{u}^a 。位置估计 \bar{u}^e 在获得更多信息时被更新。

与每个卫星相关的距离估计可能根据以下表达式而获得:

$$m_i = \sqrt{(x_u^e - x_{s_i}^e)^2 + (y_u^e - y_{s_i}^e)^2 + (z_u^e - z_{s_i}^e)^2} - (b_u^e - b_{s_i}^e) \quad \text{式(1)}$$

这些距离估计本质上是该由位于 \bar{u}^e 处的接收设备接收从位于由更准确信息指明的位置处的发射机来的信号确定的伪距离测量。还可以看到该测量值, 等式(1)的 m_i 是接收机设备 110 更准确位置估计 \bar{u}^e 和发射机 130 中一个的更准确位置估计 \bar{s}_i^e 间的距离, 考虑了时钟偏差。根据为每个卫星计算的 m_i 的范围值, 最小均方值 (LMS) 计算可以用于确定接收机设备 110 应该已经计算的位置 $\bar{u}' = [x_u', y_u', z_u', b_u']$, 如果它曾在位置 \bar{u}^e 且假设发射机 130 位于由较不准确位置估计指明的位置处, 即发射机 130 的 \bar{s}_i^a (即由日历信息指明的位置)。根据该位置估计 \bar{u}' 和 \bar{u}^e 和 \bar{u}^a 间的偏微分方程的知识, 可以确定更新向量 $d\bar{u}$ 。

较不准确发射机位置估计 \bar{s}_i^a (例如日历导出的卫星位置) 的几何矩阵 H_a 以及对应的从前次 LMS 计算导出的位置 \bar{u}' 可以定义为:

$$H_a = \begin{bmatrix} \frac{x_u' - x_{s_1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y_u' - y_{s_1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z_u' - z_{s_1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 \\ \frac{x_u' - x_{s_2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y_u' - y_{s_2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z_u' - z_{s_2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 \\ \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} \\ \frac{x_u' - x_{s_n}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y_u' - y_{s_n}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z_u' - z_{s_n}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 \end{bmatrix} \quad \text{式(2)}$$

类似地, 更准确发射机位置估计 \bar{s}_i^e (例如天文历导出的卫星位置) 的几何矩阵 H_e 以及更准确接收机设备位置估计 \bar{u}^e 可以定义为:

$$H_i = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & -1 \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & -1 \end{bmatrix} \quad \text{式(3)}$$

最终几何矩阵 H_i 可能表示为:

$$H_i = (H_o^T \cdot R^{-1} \cdot H_o)^{-1} \cdot H_o^T \cdot H_e \quad \text{式(4)}$$

其中 R 是测量矩阵的协方差, 即 $R = E[\bar{m} \cdot \bar{m}^T]$, 其中 $E[\]$ 代表计算在方括号内的量的统计期望且 \bar{m} 是在等式(1)中确定的测量的向量。更新向量 $d\bar{u}$ 然后可以表达为:

$$d\bar{u} = (H_i^T \cdot R^{-1} \cdot H_i)^{-1} \cdot H_i^T \cdot (\bar{u}_e - \bar{u}^e) \quad \text{式(5)}$$

通过使用更准确发射机位置估计 \bar{s}_i^e (例如天文历导出的卫星位置) 而获得的接收机设备位置的更准确估计 \bar{u}^e 可以表达为:

$$\bar{u}^e = \bar{u}^a + d\bar{u} \quad \text{式(6)}$$

等式(1)到(6)可以迭代地被应用许多次以导出接收机设备 110 越来越精确的位置估计。

图 4 是根据本发明的实施例的迭代算法实现的处理的流程图。由接收机设备 110 根据较不准确的发射机的位置估计 \bar{s}_i^a 导出的粗位置估计 \bar{u}^a 首先被接收(如图 3 描述)。接收机设备 110 更准确的位置估计 \bar{u}^e 在步骤 412 处初始为粗位置估计 \bar{u}^a 。然后在步骤 414 确定伪距离测量 m_i 。如果位置估计 \bar{u}^e 是答案的话这些测量就是要得到的那些。测量 m_i 可根据等式(1)导出且可以为先前用于导出粗位置估计 \bar{u}^a 的所有发射机而确定。

在步骤 416 处, 根据在步骤 414 确定的测量 m_i 以及较不准确发射机位置估计 \bar{s}_i^a 实行 LMS 计算。该 LMS 计算可以通过本领域内已知的方法获得。LMS 计算产生的结果标为 \bar{u}^e , 它是如果接收机设备曾在位置 \bar{u}^e 则接收机设备 110 应该会得到的解。

几何矩阵 H_i 然后在步骤 418 处根据等式(2)、(3)和(4)而计算, 更新向量 $d\bar{u}$ 然后在步骤 420 能根据几何矩阵 H_i 以及位置估计的差别(即 $\bar{u}^a - \bar{u}^e$) 以及根据等式(5)而被确定。更准确的位置估计 \bar{u}^e 在步骤 422 处用更新向量 $d\bar{u}$ 更新。

在步骤 424 处, 作出是否向量 $d\bar{u}$ 的大小小于某特定阈值(例如 $|d\bar{u}| < 1$)。如果更新向量 $d\bar{u}$ 比特定阈值小, 则处理回到步骤 414 且发射机 130 的测量 m_i 再次根据接收机设备 110 的最近更新的更准确位置估计 \bar{u}^e 而被确定。步骤 414 到步骤 424 重复必要的次数直到更新向量 $d\bar{u}$ 的大小小于该阈值。一旦满足该阈值, 位置估计 \bar{u}^e 作为接收机设备 110 的更准确位置估计返回。处理然后中止。

在此描述的技术使得接收机设备的位置能根据接收机设备的粗位置估计而被准确确定, 粗位置估计可能根据发射机的较不准确位置估计而被推导出。这样, 描述发射机位置的信息(例如, 日历)可能经常载入接收机设备, 这可以保存资源。

在此描述的技术可能还用于确定以模拟模式操作的接收机设备的位置, 它是由测量的时间标记不能以足够的准确性知道为特征的(例如大于 5 毫秒的时间标记误差)。

根据发明的一方面, 五个或多个发射机(例如 GPS 卫星)的测量可能被用于求解 x 、 y 、 z 以及时钟偏差以及时钟标记误差。以上描述的纠正算法可用于接收机设备报告的时间标记不准确的情况。

上述的迭代算法可以根据五个或多个测量用于位置确定计算而实现。上述等式(1)到(6)的计算以及图 4 示出的流程图可以用以上描述的方式应用。然而, 取代一般用于四个测量的 LMS 算法, 经修改的 LMS 算法被实现以对五个未知数进行计算而得到解(即接收机设备的位置估计)。取代在等式(2)和(3)中相应示出的几何矩阵 H_a 和 H_e 的四维, 这些矩阵会有对应于使用的测量数的维数。

当用五个测量用于位置确定计算时, 几何矩阵 $H_{a,5}$ 可表示为:

$$H_{a,5} = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 & \frac{\partial \rho_{s1}^a}{\partial t} \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 & \frac{\partial \rho_{s2}^a}{\partial t} \\ M & M & M & M & \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 & \frac{\partial \rho_{sn}^a}{\partial t} \end{bmatrix}$$

以上矩阵 $H_{a,5}$ 的首四列是与等式(2)中的示出相同, 第五列包括每个偏微分发射机的关于时间标记的伪距离测量 $\frac{\partial \rho_{si}^a}{\partial t}$ 。该第 i 个发射机的偏微分可表达为:

$$\frac{\partial \rho_{S_i}^a}{\partial t} = \frac{\left. \frac{\partial x_{S_i}^a}{\partial t} \right|_{t=t_k} (x_{S_i}^a(t_k) - x_u^a) + \left. \frac{\partial y_{S_i}^a}{\partial t} \right|_{t=t_k} (y_{S_i}^a(t_k) - y_u^a) + \left. \frac{\partial z_{S_i}^a}{\partial t} \right|_{t=t_k} (z_{S_i}^a(t_k) - z_u^a)}{\sqrt{(x_{S_i}^a(t_k) - x_u^a)^2 + (y_{S_i}^a(t_k) - y_u^a)^2 + (z_{S_i}^a(t_k) - z_u^a)^2}}$$

类似地，五个测量的几何矩阵 $H_{e,5}$ 可表示为：

$$H_{e,5} = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{S_1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{S_1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{S_1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & -1 & \frac{\partial \rho_{S_1}^e}{\partial t} \\ \frac{x_u^e - x_{S_2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{S_2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{S_2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & -1 & \frac{\partial \rho_{S_2}^e}{\partial t} \\ M & M & M & M & \\ \frac{x_u^e - x_{S_n}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{S_n}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{S_n}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & -1 & \frac{\partial \rho_{S_n}^e}{\partial t} \end{bmatrix}$$

同样，以上矩阵 $H_{e,5}$ 的首四列是与等式(3)中的示出相同，第五列包括每个发射机的伪距离测量关于时间标记的偏微分 $\frac{\partial \rho_{S_i}^e}{\partial t}$ 。该第 i 个发射机的偏微分可表达为：

$$\frac{\partial \rho_{S_i}^e}{\partial t} = \frac{\left. \frac{\partial x_{S_i}^e}{\partial t} \right|_{t=t_k} (x_{S_i}^e(t_k) - x_u^e) + \left. \frac{\partial y_{S_i}^e}{\partial t} \right|_{t=t_k} (y_{S_i}^e(t_k) - y_u^e) + \left. \frac{\partial z_{S_i}^e}{\partial t} \right|_{t=t_k} (z_{S_i}^e(t_k) - z_u^e)}{\sqrt{(x_{S_i}^e(t_k) - x_u^e)^2 + (y_{S_i}^e(t_k) - y_u^e)^2 + (z_{S_i}^e(t_k) - z_u^e)^2}}$$

由于它们将卫星的轨迹描述为时间的函数，每个卫星的座标相对于测量时间的偏微分(例如， $\frac{\partial x_{S_i}^e}{\partial t}$ 、 $\frac{\partial y_{S_i}^e}{\partial t}$ 以及 $\frac{\partial z_{S_i}^e}{\partial t}$)可以从相应的日历或天文历导出。对以上的等式， t_k 是在第 k 次迭代时的测量时间估计。从以上方程，在每次迭代时，卫星位置根据测量时间 t 的值重新计算，该 t 可能从每次迭代时是重新估计的未知数值中的一个的测量时间误差得到。

模拟模式的位置确定计算在美国专利申请序列号 09/280337 内得到进一步描述，题为“METHOD AND APPARATUS FOR LOCATING GPS EQUIPPED WIRELESS DEVICES OPERATING IN ANALOG MODE”，提交于1999年3月29日，被转让给本发明的受让人。

在图2，处理电路212和222可能相应地通过执行存储在存储器214和224内的程序指令而导出初始粗位置估计以及接收机设备110的更准确位置估计。处理电路212和214可能每个实现为数据信号处理器、应用专用集成电路(ASIC)、处理器、微处理器、控制器、微控制器、现场可编程门阵列(FPGA)、其他电子单

元或以上的组合用于实现上述的功能。处理电路 212 和 22 还每个可能进一步包括存储器 212 或 224 用于存储程序指令和数据。

上述优选实施例的描述使本领域的技术人员能制造或使用本发明。这些实施例的各种修改对于本领域的技术人员来说是显而易见的，这里定义的一般原理可以被应用于其它实施例中而不使用创造能力。因此，本发明并不限于这里示出的实施例，而要符合与这里揭示的原理和新颖特征一致的最宽泛的范围。

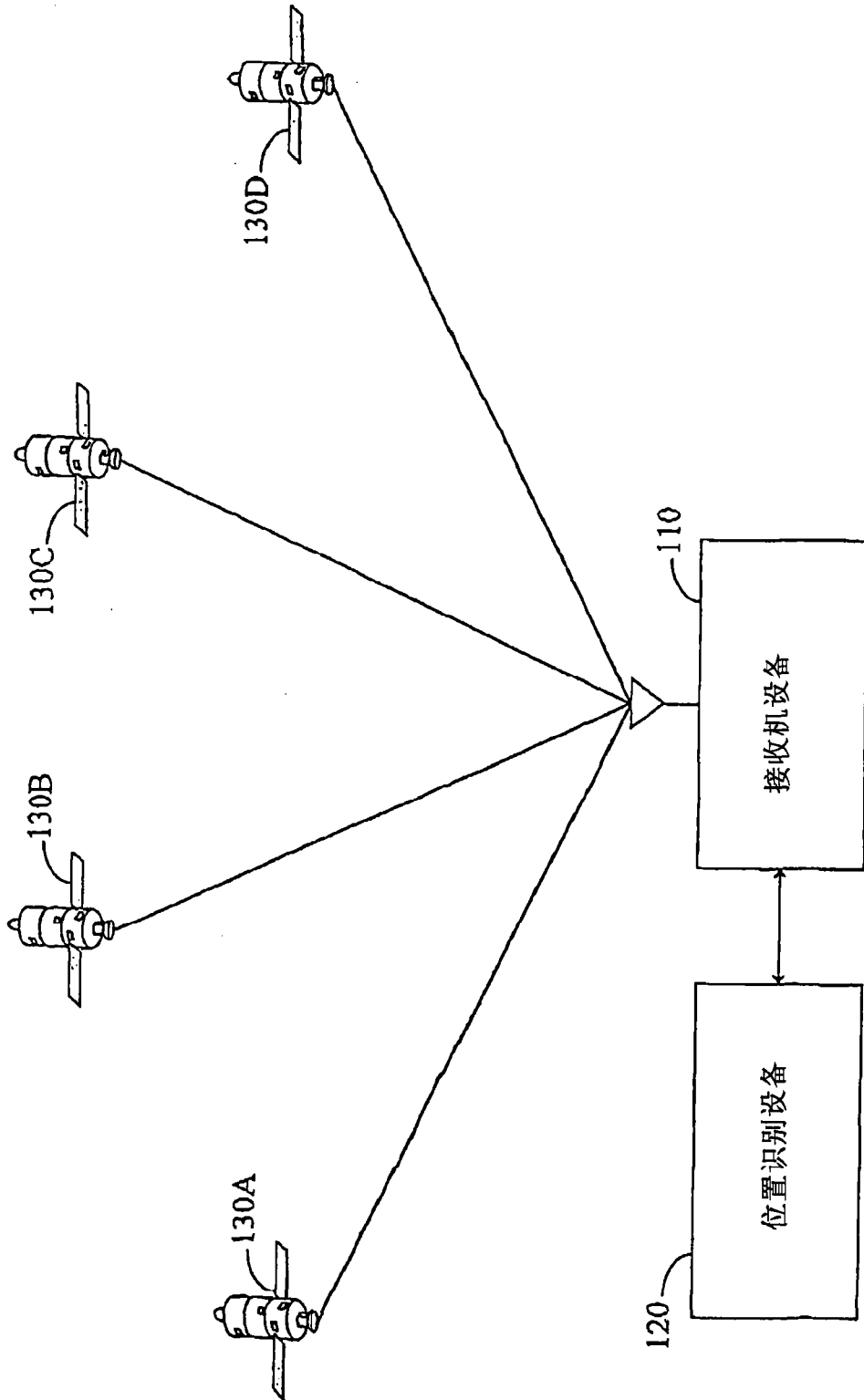


图 1A

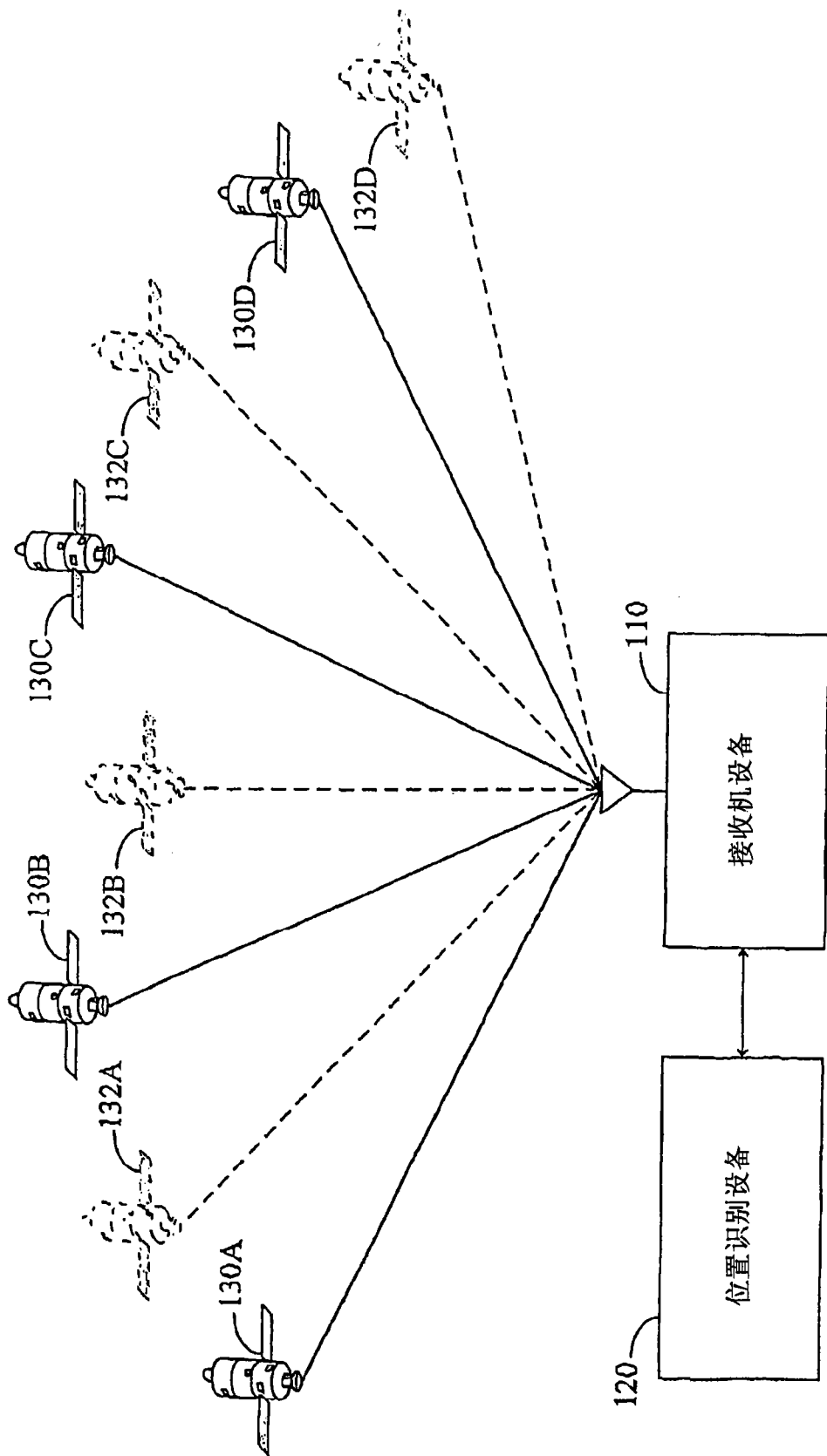


图 1B

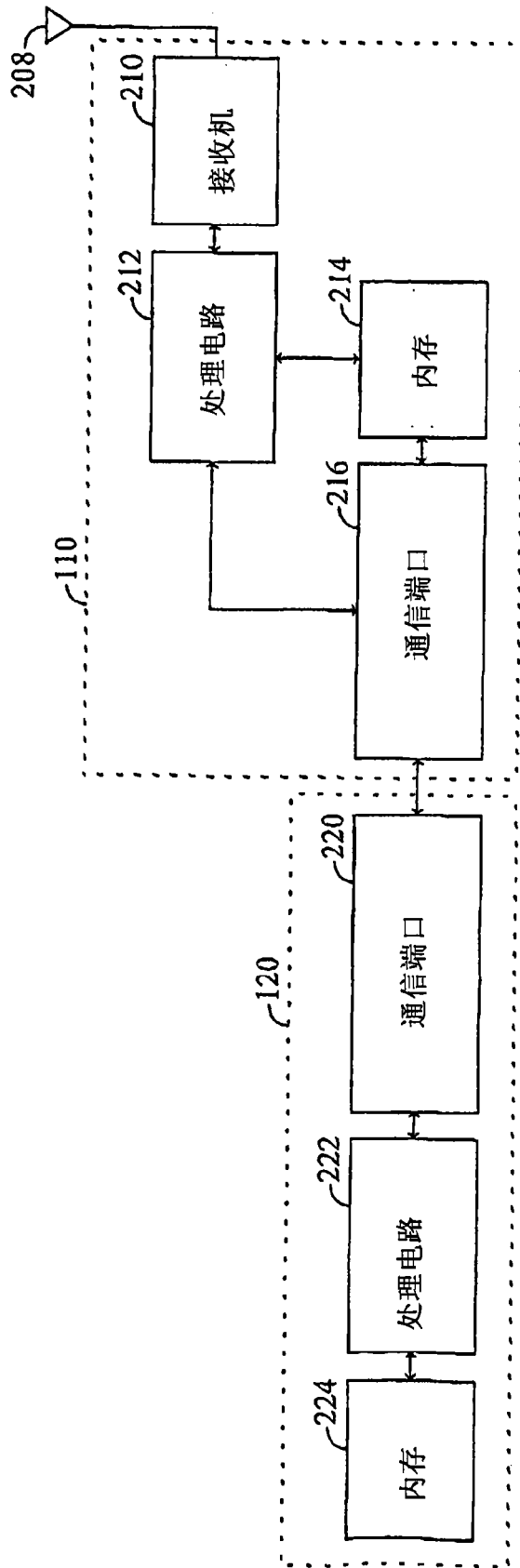


图 2

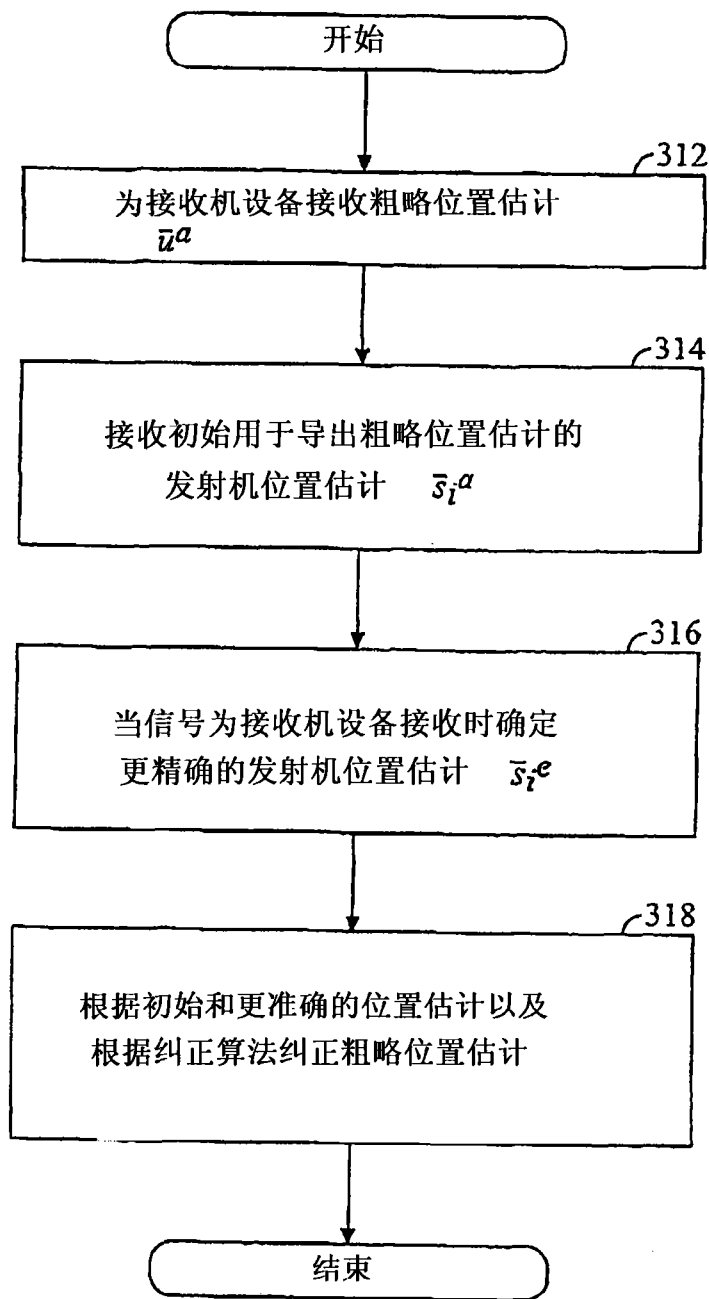


图 3

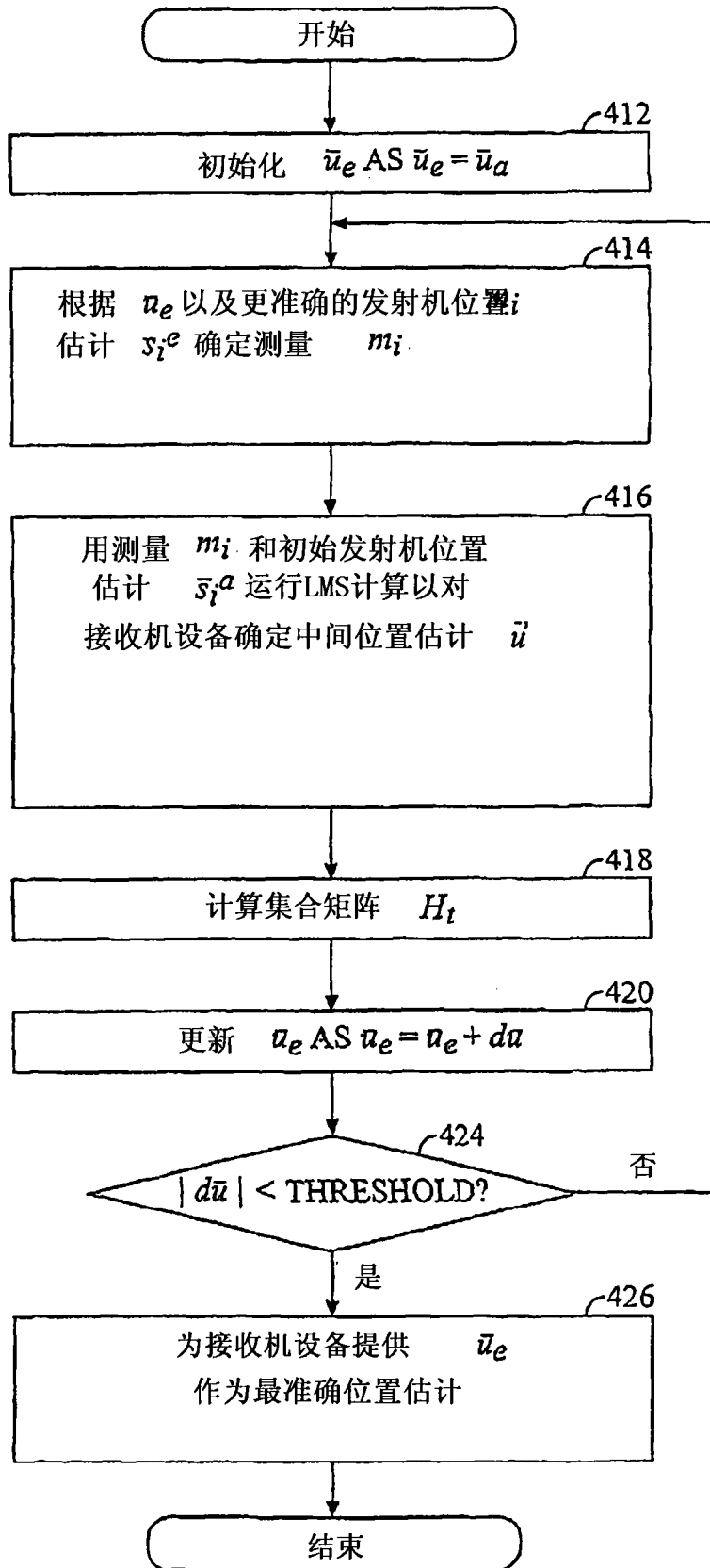


图 4