



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105659109 B

(45)授权公告日 2018.09.18

(21)申请号 201480054589.1

(22)申请日 2014.08.01

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105659109 A

(43)申请公布日 2016.06.08

(30)优先权数据
1313882.1 2013.08.01 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.04.01

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/066574 2014.08.01

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/014976 EN 2015.02.05

(73)专利权人 秦内蒂克有限公司
地址 英国汉普郡

(72)发明人 N.C.戴维斯 T.A.埃文斯
R.E.鲍登

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 徐红燕 陈岚

(51)Int.Cl.
G01S 19/42(2006.01)
G01S 19/20(2006.01)

(56)对比文件
US 2013176168 A1,2013.07.11,
US 2013176168 A1,2013.07.11,
WO 2012152566 A1,2012.11.15,
CN 102906589 A,2013.01.30,
Todd Walter et al..Weighted RAIM for
Precision Approach.《8th International
Technical Meeting of the Satellite
Division of the Institute-of-Navigation
(ION GPS-95)》.1995,第1995-2004页.

审查员 赵欢

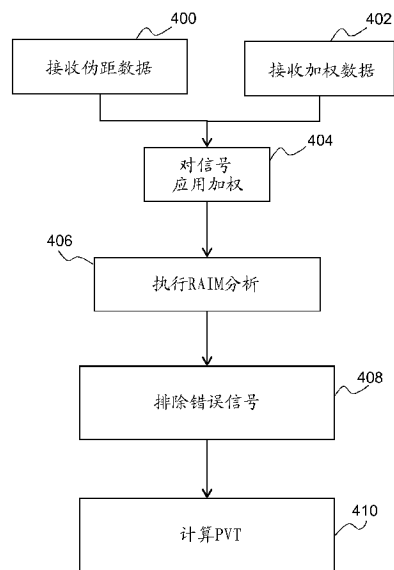
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

导航和完整性监控

(57)摘要

描述了用于针对卫星导航系统的信号加权的方法和装置。该方法包括(i)从至少一个卫星导航系统接收安全和公开服务信号,(ii)针对所接收的信号确定伪距,以及(iii)将统计学加权关联到每个伪距,所述加权包括所述信号是否是公开信号或安全信号的考虑。



1. 一种用于卫星导航系统的方法,包括:
从至少一个卫星导航系统接收(302)安全和公开服务信号中的至少一个,
针对每个所接收的信号确定(322)伪距;以及
基于确定伪距的信号源自哪个卫星星座,以及所述信号是公开信号还是安全信号的其中之一将统计学加权关联到(326)每个相应的伪距。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述统计学加权还基于信号质量。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述统计学加权还基于根据认证检查生成的置信度水平。
4. 根据前述权利要求任意一项所述的方法,其中获取步骤提供在所接收的信号和候选信号之间的相关性,然后将该相关性与预确定的阈值进行比较以影响所述加权。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括依赖于对每个伪距关联的统计学加权对该伪距应用完整性监控。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述完整性监控包括接收器自主完整性监控RAIM步骤。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中从所述RAIM步骤中排除低于预确定的阈值加权的伪距。
8. 根据权利要求6或权利要求7所述的方法,其中所述RAIM步骤被拆分成至少两个分层,其中第一分层RAIM步骤被应用于先前确定的安全伪距,其输出然后被输入到第二分层RAIM步骤,所述第二分层RAIM步骤也接收先前确定的公开伪距,所述第二分层RAIM步骤然后处理输入用于故障检测和/或包括。
9. 一种供卫星导航系统使用的设备,包括:
用于从至少一个卫星导航系统接收(302)安全和公开服务信号中的至少一个的装置,
用于针对每个所接收的信号确定(322)伪距的装置;
用于基于确定伪距的信号源自哪个卫星星座,以及所述信号是公开信号还是安全信号的其中之一将统计学加权关联到(326)每个相应的伪距。
10. 根据权利要求9所述的设备,其中处理单元被适配成执行权利要求1的方法。
11. 根据权利要求9或权利要求10所述的设备,还包括密码学模块,被布置以支持所述获取模块获取所接收的安全信号。
12. 根据权利要求11所述的设备,还包括筛选模块,被适配成确定所接收的安全和公开信号的信号强度和质量。
13. 根据权利要求12所述的设备,还包括认证模块,被布置以验证所接收的信号安全和公开信号的源。
14. 根据权利要求9所述的设备,还包括接收器自主完整性监控RAIM模块,被布置以执行RAIM功能。
15. 根据权利要求14所述的设备,还包括导航模块,被布置以从所接收的信号确定位置导航和时间数据。
16. 根据权利要求9所述的设备,还包括全球导航卫星系统GNSS接收器单元。

导航和完整性监控

技术领域

[0001] 本发明涉及针对完整性并且特别地而不是排他性地针对在卫星导航系统中的接收器自主完整性监控 (RAIM) 的装置、方法、信号和用于计算机的程序, 并且涉及并入相同内容的系统。

背景技术

[0002] 诸如全球定位系统 (GPS)、伽利略、格洛纳斯 (GLONASS)、指南针 (COMPASS) 等的全球导航卫星系统 (GNSS) 使用卫星星座来提供接收器的位置。优选地, GNSS 服务提供高可用性、准确的、稳健的定位、导航和定时 (PNT)。

[0003] GNSS 服务通常提供对商业导航设备容易地可用的商业的“公开”服务以及意图由专门用户、尤其是由政府用户和军事力量使用的安全系统。在 GPS 中, 该安全系统被称作 PPS (精确定位服务), 并且在伽利略中, 其被称为 PRS (公共规范服务)。由这些服务提供的信号被加密并且更难于中断、阻碍和仿制 (或“假冒”)。

[0004] 常规的高性能 GNSS 接收器通常包括被称作接收器自主完整性监控 (RAIM) 的功能, 以确定针对给定的时间周期 (例如, 针对飞行器的着陆阶段) 可以被放置在导航解算中的完整性。虽然 RAIM 可应用于许多不同的应用, 但是其在安全关键性和空运安全关键性应用中的使用是尤其恰当的。

[0005] 如对技术人员将熟悉的是, RAIM 指的是多种已知技术。一个这样的技术包括一致性检查, 其中将采用所检测的卫星信号的子集获得的所有位置解与彼此进行比较。在实际的实施例中, 如果该检查指示位置是不一致的, 那么接收器可以被布置以向用户提供警报。

[0006] 在进一步的示例中, RAIM 技术可以替换地或附加地提供故障检测和排除 (FDE)。为了找到接收器的位置, 接收器首先针对所接收的看起来源自卫星的每个信号计算“伪距”。基于信号的飞行时间 (即, 在发送信号的时间 (其从信号内容是显然的) 和根据接收器的时钟接收信号的时间之间的差) 计算伪距。比较来自每个信号的结果, 并且可以从伪距的集合中排除形成异常值的距离测量。这样的技术可以检测可能的有故障的 (或欺骗性的) 卫星或信号, 并且进一步起作用以将其从考虑中排除, 以允许导航服务继续。因此, RAIM 给出了最终导航结果是正确的增加的置信度。

[0007] 对 RAIM 来说可用性可能是限制性因素, 其相比针对基础导航服务要求更多的卫星对接收器可见。为了获得 3D 位置解, 需要至少 4 个测量, 但是故障检测要求至少 5 个测量, 并且故障隔离和排除要求至少 6 个测量 (并且在实践中, 期望更多的测量)。因此, 虽然 RAIM 最初被设想为在单个星座内使用, 但是 RAIM 已经被延伸成使用公开服务多星座信号。

[0008] 发明目标

[0009] 本发明寻求以提供用于完整性监控、尤其是针对在卫星导航系统中的接收器自主完整性监控 (RAIM) 的经改进的方法和装置。

发明内容

[0010] 根据本发明的一个方面,提供了用于针对卫星导航系统的信号加权的方法,该方法包括(i)从至少一个卫星导航系统接收安全和公开服务信号,(ii)针对所接收的信号确定伪距,以及(iii)将统计学加权关联到每个伪距,所述加权包括所述信号是否是公开信号或是安全信号的考虑。

[0011] 由于其允许使用安全和公开信号两者来执行完整性建模(尤其是接收器自主完整性监控(RAIM)功能),这是有优势的,然而在过去给定的系统使用这些服务中的仅一个。特别地,在接收器访问安全信号的情况下,这些是被赞许的,因为这些更不易于仿制和阻碍(并且在过去是更准确的)。

[0012] 由于该方面,安全和公开信号两者的使用有优势地提供了更多信息以通知完整性决策。另外,能够基于服务的种类对信号应用加权是有优势的,因为其允许在RAIM计算中反映安全信号(其具有反假冒和反假象雷达干扰设备设计特征)的固有的更高完整性。因此优选地,在缺乏其它因素的情况下,被应用到安全系统的加权比被应用到公开信号的加权大。

[0013] 根据本发明的第二方面,提供了用于针对卫星导航系统的信号加权的方法,该方法包括(i)从至少一个卫星导航系统接收信号,(ii)针对所接收的信号确定伪距,以及(iii)将统计学加权关联到每个伪距,所述加权包括所接收的信号的源的相对可信度的考虑。

[0014] 由于其使能够执行其中用户对要使用的特定的源具有的信任程度来执行完整性建模的方法,这是有优势的。

[0015] 信号可以是公开服务信号。该方法还可以包括将可信度因素分配到从不同的源发出的信号,该可信度因素是从一个源发出的信号的可信度相对于从一个或多个不同的源发出的信号的可信度的量度。被应用到来自特定源的信号的统计学加权可以与被分配到来自该源的信号的可信度因素成比例。

[0016] 以下特征可应用于本发明的第一和第二方面两者。其它因素也可以被用于加权。这样的因素可以包括该卫星属于的星座,根据预确定的规则确定加权。例如,一个实体可能偏好于如果可用的话首先使用其自己的卫星系统,但是几乎一样多地信任来自同盟卫星星座的信号,但是源自由不受信实体或国家提供的卫星星座的信号可以被给予低的或是零加权。

[0017] 进一步的因素可以是信号质量。为了达到该目的,本方法可以包括一个步骤:筛选所接收的信号以确定信号质量,并且所应用的加权可以考虑信号质量。在这样的示例中,更高质量的信号将趋向于增加被应用到源自该信号的信息的加权。

[0018] 进一步的因素可以是信号干扰。为了达到该目的,本方法可以包括一个步骤:表征所接收的信号以确定信号干扰的水平,并且所应用的加权可以考虑所测量的信噪比。在这样的示例中,更低的干扰水平将趋向于增加被应用到源自该信号的信息的加权。

[0019] 进一步的因素可以起因于用于确定信号是否符合所预期的规范的认证检查。为了达到该目的,本方法可以包括一个步骤:认证所接收的信号以确定置信度,采用所述置信度能够确定信号从所预期的源到达(诸如到达方向,如果这可以源自接收天线系统的话),并且所应用的加权可以考虑该置信度水平。在这样的示例中,更高的置信度水平将趋向于增加被应用到源自该信号的信息的加权。

[0020] 这些因素中的所有使本方法能够有助于在完整性决策中智能地减少对低受信测

量的加权贡献。

[0021] 本方法可以包括导航方法,并且加权可以被用于确定被给予所确定的伪距测量以确定位置解的权重。由于这意味着所确定的位置测量将一般地偏爱受信(并且根据所应用的因素,很可能地质量更好的)信号,这是有优势的。

[0022] 本方法可以包括完整性监控、并且尤其是接收器自主完整性监控(RAIM)的方法。加权可以被用于确定被给予在RAIM过程中使用的所确定的伪距测量的权重。如技术人员将认识到的那样,在RAIM中,与其它测量不一致的一个或多个贡献可能向用户激起指示关于该导航数据源的潜在错误、假冒、干扰或故障的警报,或替换地或附加地,可以排除提供这样的不一致的测量的信号,尤其是从导航功能中。

[0023] 在這樣的示例中,可以加权个体信号中的所有,并且对所有的信号一起执行RAIM,但是这不需要在所有的实施例中都这样情况。例如,可以对安全信号执行第一阶段RAIM过程以利用高的置信度程度确定哪些信号要被信任。然后可以采用第二RAIM过程补充该确定,所述第二RAIM过程使用公开服务信号但是对其应用更低的加权。这限制了在给定的RAIM计算中被考虑的信号数目,这在一些实施例中可以具有优势。

[0024] 在完整性建模或导航方法中,可以排除低于阈值加权的信号,否则可以提供预确定的期望数目的信号,并且仅使用最高加权的信号。然而,由于加权将固有地偏爱受信/好的信号,因此这不需要是这种情况并且可以使用所有信号。

[0025] 根据本发明的第三方面,提供了处理单元,其被布置以接收安全和公开RF信号,并包括能够将RF信号转换成数字信号的模数转换器,获取模块,被布置以执行信号获取和被布置以对所接收的信号应用统计学加权的加权模块,所述加权包括该信号是否是公开信号或安全信号的考虑。

[0026] 优选地,该处理单元被布置以执行本发明的第一方面的方法。

[0027] 该处理单元还可以包括至少一个以下中的每一个:

[0028] (i) 密码模块,被布置以支持所接收的安全信号的获取;

[0029] (ii) 表征或测量模块,被布置以确定信号强度和数量;

[0030] (iii) 认证模块,被布置以验证信号源;

[0031] (iv) RAIM模块,被布置以执行RAIM功能;

[0032] (v) 导航模块,被布置以从所接收的信号确定位置导航和时间数据。

[0033] 该处理单元可以包括GNSS接收器单元。

[0034] 根据本发明的第四方面,提供了处理单元,被布置以接收公开RF信号,并且包括能够将RF信号转换成数字信号的模数转换器,获取模块,被布置以执行信号获取以及被布置以对所接收的信号应用统计学加权的加权模块,所述加权包括所接收的信号的源相对于一个或多个不同的源的置信度的考虑。

[0035] 如对技术人员来说将是显然的那样,可以在适当的情况下结合优选特征,并且可以将优选特征与本发明的方面中的任何相结合。

附图说明

[0036] 现在将仅以示例的方式并参考附图描述本发明的实施例,其中:

[0037] 图1示出包括卫星星座的GNSS系统以及接收器单元;

- [0038] 图2示意性地示出接收器单元的组件；
- [0039] 图3描绘根据本发明的实施例的过程；
- [0040] 图4图解根据本发明的实施例的另一过程；
- [0041] 图5进一步图解根据本发明的方面的替换实施例的过程；
- [0042] 图6是示出根据本发明的实施例的详细处理步骤的流程图；以及
- [0043] 图7示出根据本发明的实施例的分层的过程。

具体实施方式

[0044] 图1示出正在发射在接收器单元104处拾取的射频(RF)信号的多个卫星100、102。接收器单元104可以是手持式设备、被安装在站点处或可以被安装在交通工具中。在特定的实际实施例中,由于本文中描述的方法提供高完整性定位、速度和时间(PVT)数据,因此接收器单元104可以是在空运交通工具中并且在安全关键性操作期间(诸如在起飞和着陆期间)被使用。

[0045] 在该示例中,卫星100、102形成第一106和第二108GNSS星座的部分,并且每个卫星正发射安全和公开服务信号两者(因此,在实际的示例中,星座106、108可以是GPS和伽利略,并且每个卫星正发射PPS/PRS信号以及公开信号)。

[0046] 在图2中更详细地示出接收器单元104的组件。接收器单元104包括处理电路202,处理电路202包括:模数转换器204,其将从卫星100、102接收的RF信号转换成数字信号;筛选模块206,其检查信号强度和质量,干扰监控器208,被布置以评定信号中的干扰水平,密码模块210,被布置以支持获取和解密所接收的安全信号,获取模块212,被布置以执行卫星信号的“获取”,认证模块214,被布置以验证信号源,加权模块216,被布置以对所接收的信号应用加权,RAIM模块218,被布置以执行RAIM功能,以及导航模块220,被布置以从所接收的信号确定接收器的位置、导航和时间信息。本文中下面将详细叙述这些模块的功能。

[0047] 当然技术人员将意识到的是,上面描述的组件不需要是分离的物理组件,并且可以通过软件、硬件、固件等来提供它们。实际上,接收器单元104可以包括替换的、附加的或更少的组件,并且可以在多于一个设备之间拆分上面叙述的功能。特别地,可以有专用于从特定的GNSS星座接收信号的设备,和/或可以有专用于接收安全信号的设备。

[0048] 在本发明的实施例中,接收器单元104执行如参考图3的流程图描述的方法。首先在步骤302中,接收器单元104接收多个卫星信号。在步骤304中,通过模数转换器204将这些信号转换成数字信号。接下来在步骤306中,通过筛选模块206表征信号,其检查信号强度和质量,经由分支312提供输出到加权模块216(步骤308),并且然后在步骤310中通过干扰监控器208检查信号,其也经由分支312提供指示干扰水平的输出到加权模块216(步骤308)。

[0049] 由获取模块212对加密信号或公开服务信号执行获取(步骤316),如对技术人员来说将熟悉的那样,在GNSS的上下文中,这意味着将所接收的信号与本地源或生成的卫星信号副本进行比较以找到匹配的过程,该过程对安全信号来说将由密码模块210在步骤314中支持。

[0050] 获取的目的是发现时间数据(步骤318),而且在步骤320处导致识别卫星。究其本质,获取要求所接收的信号和候选信号之间的相关。在相关超过阈值的情况下,宣告匹配。

[0051] 还通过获取模块确定“伪距”(即,从接收器单元104到所意指的源的距离)(步骤

322)。在该示例中,经由分支325将卫星ID传递到加权模块216,并且将伪距传递到RAIM模块218,在那里如关于图4描述的那样利用它。

[0052] 在步骤324中,然后使用认证模块212来评定信号验证,即该信号是否符合所预期的规范,例如相对于天线的到达方向。为了实现这点,认证模块可以从有源天线系统要求比针对简单的获取通常要求的更多的信息。这生成置信度水平,其被再一次传递到加权模块216。

[0053] 在步骤326中,在RAIM模块218利用数据之前,加权模块216使用输入来对伪距数据应用加权。加权可以考虑以下内容:

[0054] • 卫星所属于的星座,如从卫星ID所确定的那样,根据预确定的规则确定加权。

[0055] • 表征模块的输出,其中更高质量和强度的信号被给予更高的加权。

[0056] • 干扰水平(更高的干扰导致更低的加权)。

[0057] • 由认证模块生成的置信度水平,其中更低的置信度导致更低的加权。

[0058] • 信号是否是安全信号或是公开信号,其中向安全信号给予更高的加权。

[0059] 当然,这些标准中的不是所有标准都可以用于所有实施例中,并且在其它实施例中可以使用进一步的标准。

[0060] 参考图3,本领域技术人员将领会的是,可以可选地在信号获取(步骤316)之后而不是在如在图中示出的信号获取(步骤316)之前执行针对质量(步骤306)和/或干扰(步骤308)的筛选。在这样的情况中,然后可以例如在步骤308处经由分支325将来自筛选步骤的数据提供到加权模块216。本领域技术人员还将领会的是,依赖于所使用的应用和硬件资源,可以并行地或同时地执行一些步骤。

[0061] 然后将加权数据提供到RAIM模块218,其如在图4中陈述的那样操作。

[0062] 一旦针对所有信号都接收了伪距数据(步骤400)和加权数据(步骤402),RAIM模块218就在步骤404中使用被修改以反映所确定的加权的已知技术执行RAIM过程。例如,可以在解算导航方程之前应用加权,其中测量剩余然后被用在所建立的RAIM算法中(例如,由J.C.Juang在“Failure detection approach applying to GPS autonomous integrity monitoring(应用于GPS自主完整性监控的故障检测方法)”(关于雷达、声纳和导航的IEE学报,第145卷,第6期,第342-346页,1998年12月)中描述的那样)。

[0063] 在实施例中,根据例如加权最小平方(或总加权最小平方)方法来应用加权,这考虑了在伪距测量中的不同的置信度水平。

[0064] 例如,通过置信度因素对高置信度伪距测量加权以增加它们的贡献,而通过另一因素对低置信度伪距测量加权以降低它们的贡献。因此,在该示例中,经最小平方的测量剩余向量现在反映朝向高置信度GNSS伪距测量的加权并且可以被用在所建立的RAIM功能中(步骤406)。

[0065] 然后RAIM模块可以在使用导航模块220确定针对接收器单元104的PVT数据(步骤410)之前起作用以排除与其它信号不一致的信号(步骤408)。

[0066] 注意,技术人员可以容易地设想对本方法的替换。特别地,并如在图5中陈述的那样,基于安全信号520在其本质上更难于模拟或破坏并且更可能地被正确地接收,方法500可以操作以对从安全信号520确定的所有伪距应用正加权510(或者当然,可以相反地对所有公开信号应用负加权530)。

[0067] 在这样的示例中,可以采用安全和非安全伪距测量两者来使用用于使用伪距测量求解导航方程的最小平方(或总最小平方)方法。由此产生的测量剩余可以具有被应用以减少安全伪距测量的剩余的加权因素。然后经加权的测量剩余向量可以被用在所建立的RAIM算法540中。

[0068] 在第二示例实施例中,接收器单元104执行如现在关于图6描述的方法。

[0069] 首先在步骤602中,接收器单元104接收多个卫星信号。在步骤604中,由模数转换器204将这些信号转换成数字信号。

[0070] 在步骤606中,在密码模块210的支持(步骤608)下执行信号获取,使得经由分支610,针对由获取模块212获取的每个安全信号确定伪距数据(步骤612)。将安全信号伪距传递到RAIM模块218(步骤614),其在第一分层中执行RAIM技术以提供故障检测,并且如果足够的信号是可用的,执行故障排除。这产生具有高置信度水平的结果。

[0071] 方法前进至对公开信号的考虑(虽然技术人员将当然意识到的是,可以同时地执行这些步骤中的一些)。执行第一获取(步骤606),其允许由获取模块212针对每个信号确定伪距信息(步骤618),如经由分支616示出的那样。然后将该信息提供给RAIM模块218,其在步骤620中使用不同的置信度水平执行第二分层RAIM计算用于对被放置在安全伪距(分层1)和其它伪距(分层2)的集合上的那些进行完整性监控。这允许在RAIM功能中对安全伪距放置更多的强调并因此确定针对准确的高置信度导航数据622。

[0072] 在图7的图表中总结该分层方法,其中例如来自PPS或PRS的安全伪距710被馈送至第一“分层1”RAIM平台720用于故障检测和排除,而例如来自SPS或OS的其它(较不安全或公开的)伪距730被直接地馈送至第二“分层2”RAIM平台740用于如上面解释的故障检测和排除。第二RAIM故障检测平台740然后结合来自第一分层1RAIM平台720的结果和其自身并采用对安全伪距的更高的强调来在RAIM功能中执行故障检测和排除。

[0073] 当然,本领域技术人员将领会的是,可以有多于两个分层,依赖于所设想的应用和环境,采用连续反复的故障检测和排除以给出在信号中的高的置信度。

[0074] 用户可以对从公开服务信号的一些源比其它源发出的信号的准确度具有更大的置信度水平。在进一步的示例实施例中,这些不同的置信度水平被量化并被用于提供经改进的PVT计算结果。特别地,给个体信号源分配相对信任因素。这是对用户在该源的准确度或完整性中具有的信任水平的度量。在该实施例中,确定信号源并且将指示被分配的相对信任因素的信号发送到加权模块(图2中的216)。加权模块当对该伪距数据应用加权(图3的步骤326)时考虑该相对信任因素。

[0075] 如对技术人员来说针对本文中的教导的理解将显然的那样,可以扩展或更改本文中给出的任何范围或设备值而不丧失所寻找的效用。

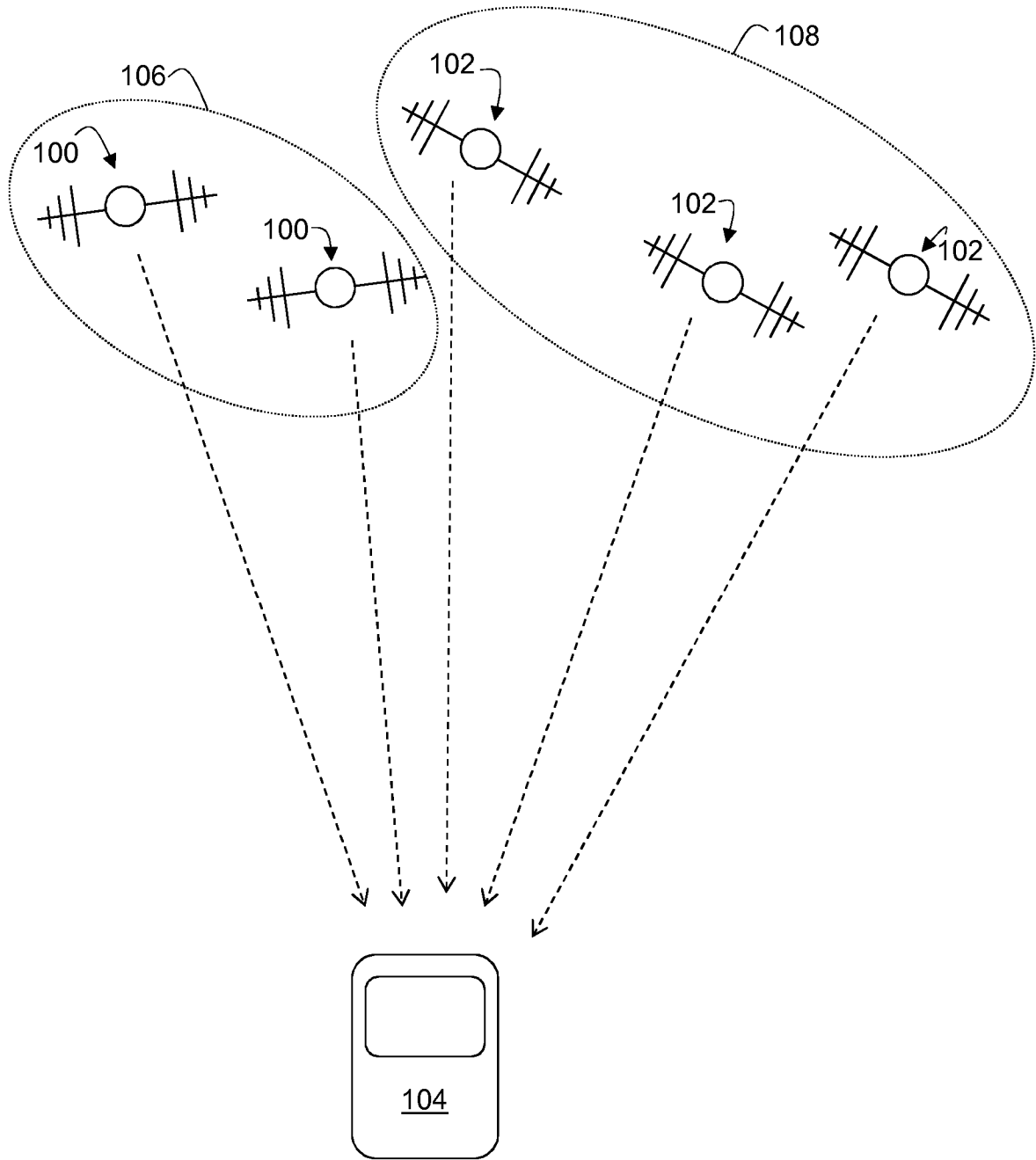


图 1

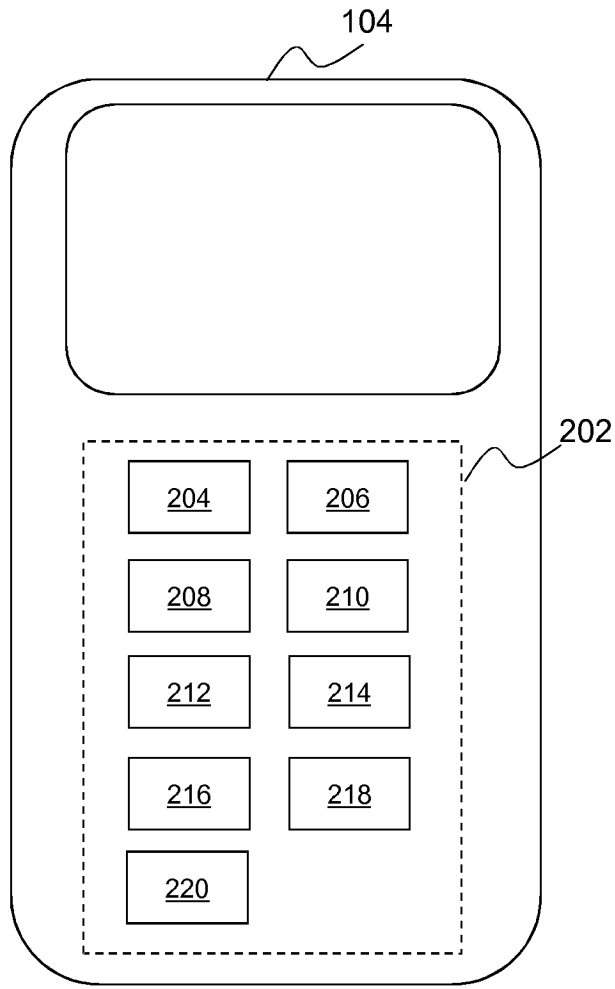


图 2

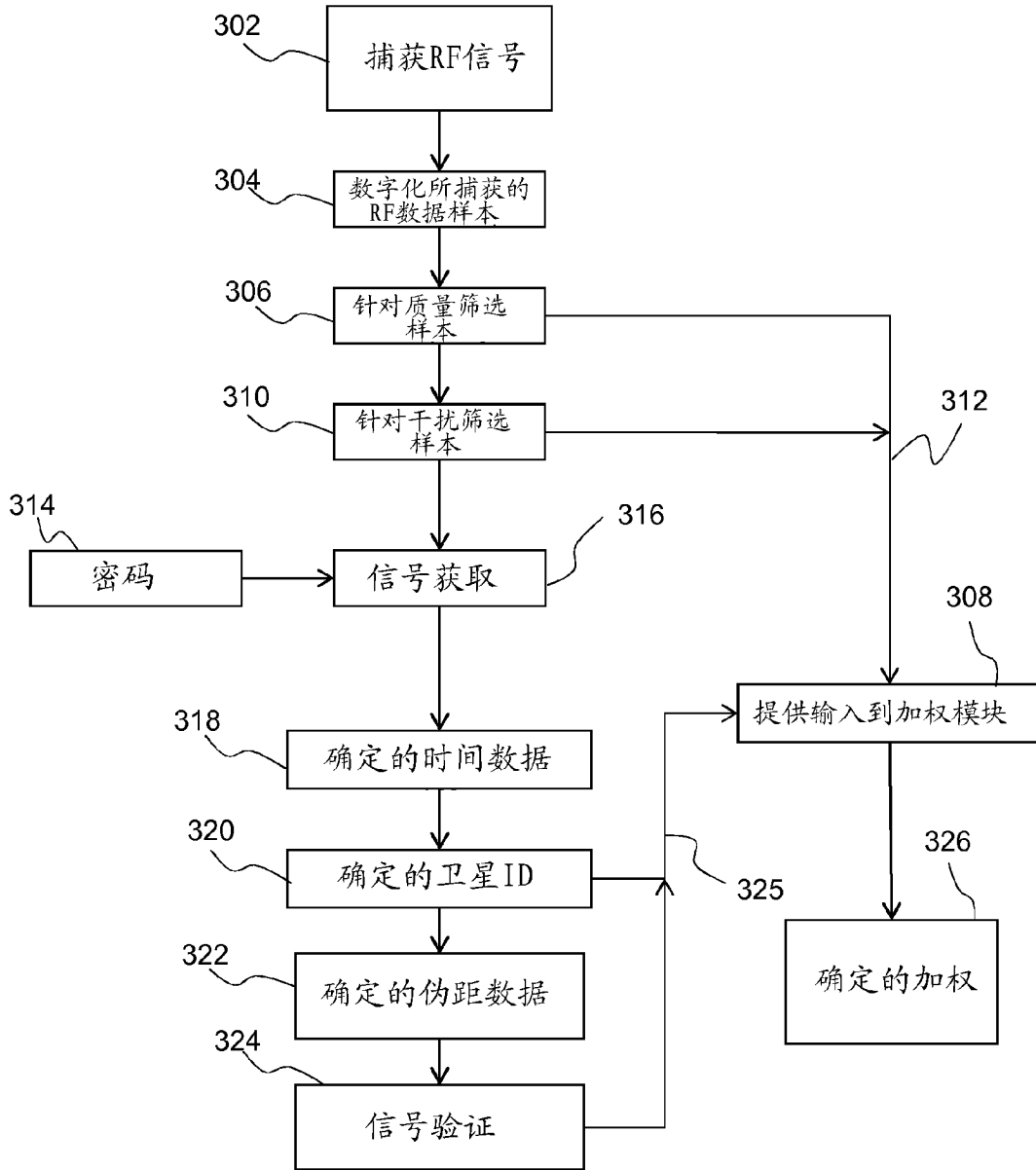


图 3

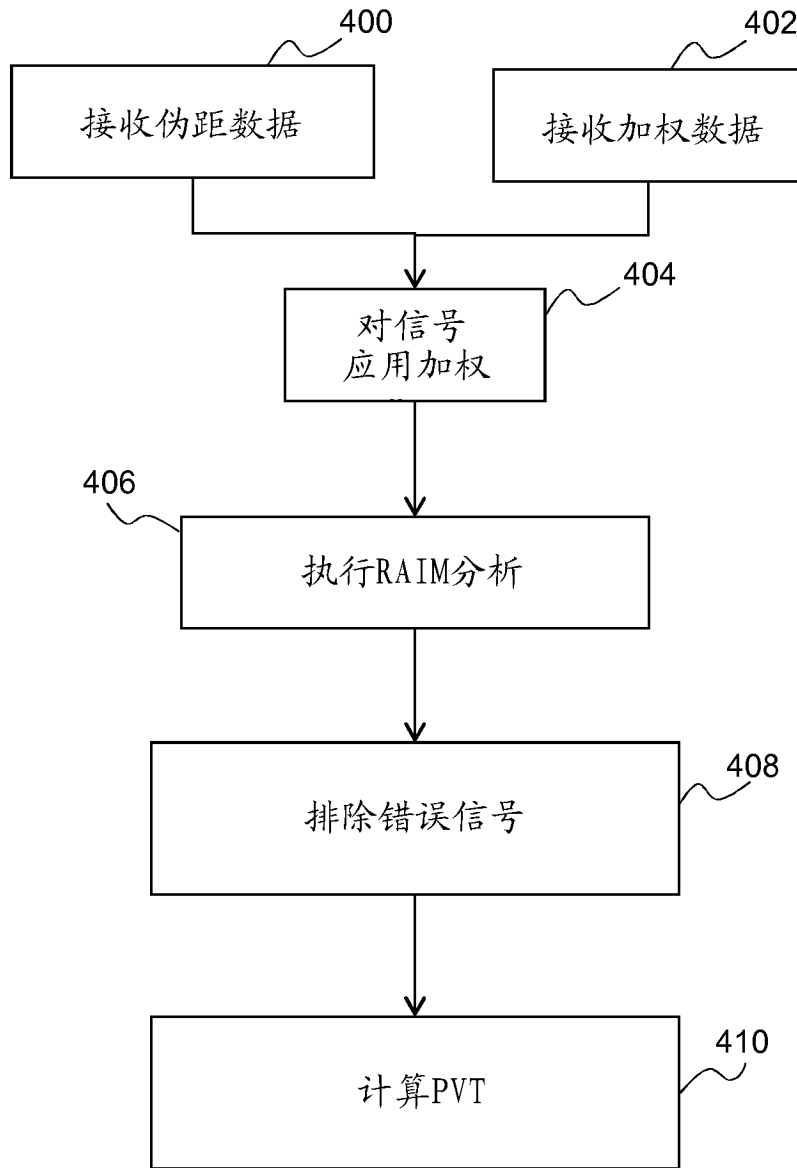


图 4

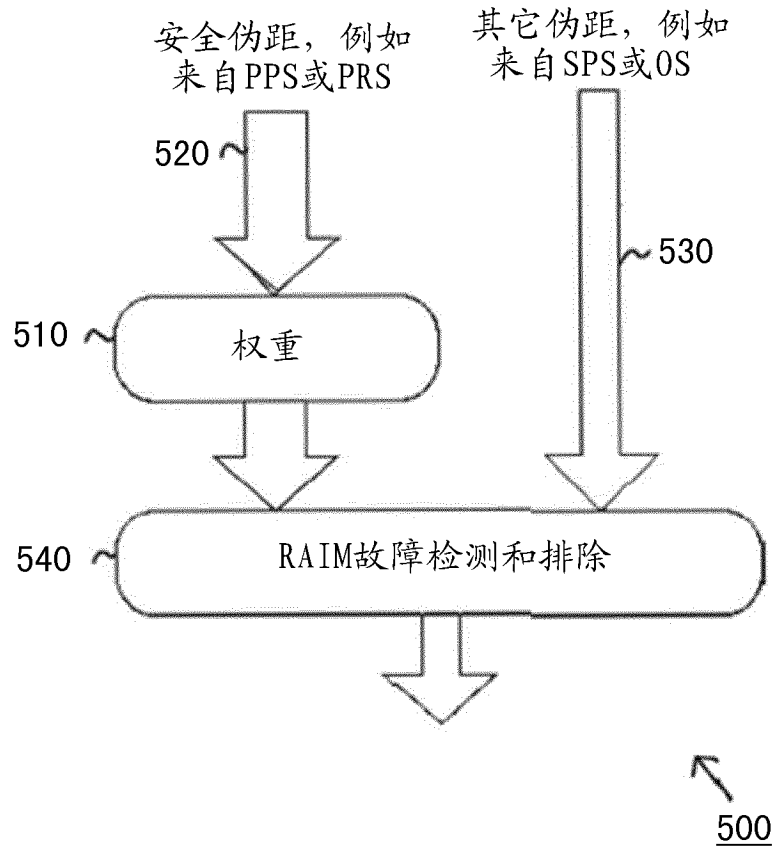


图 5

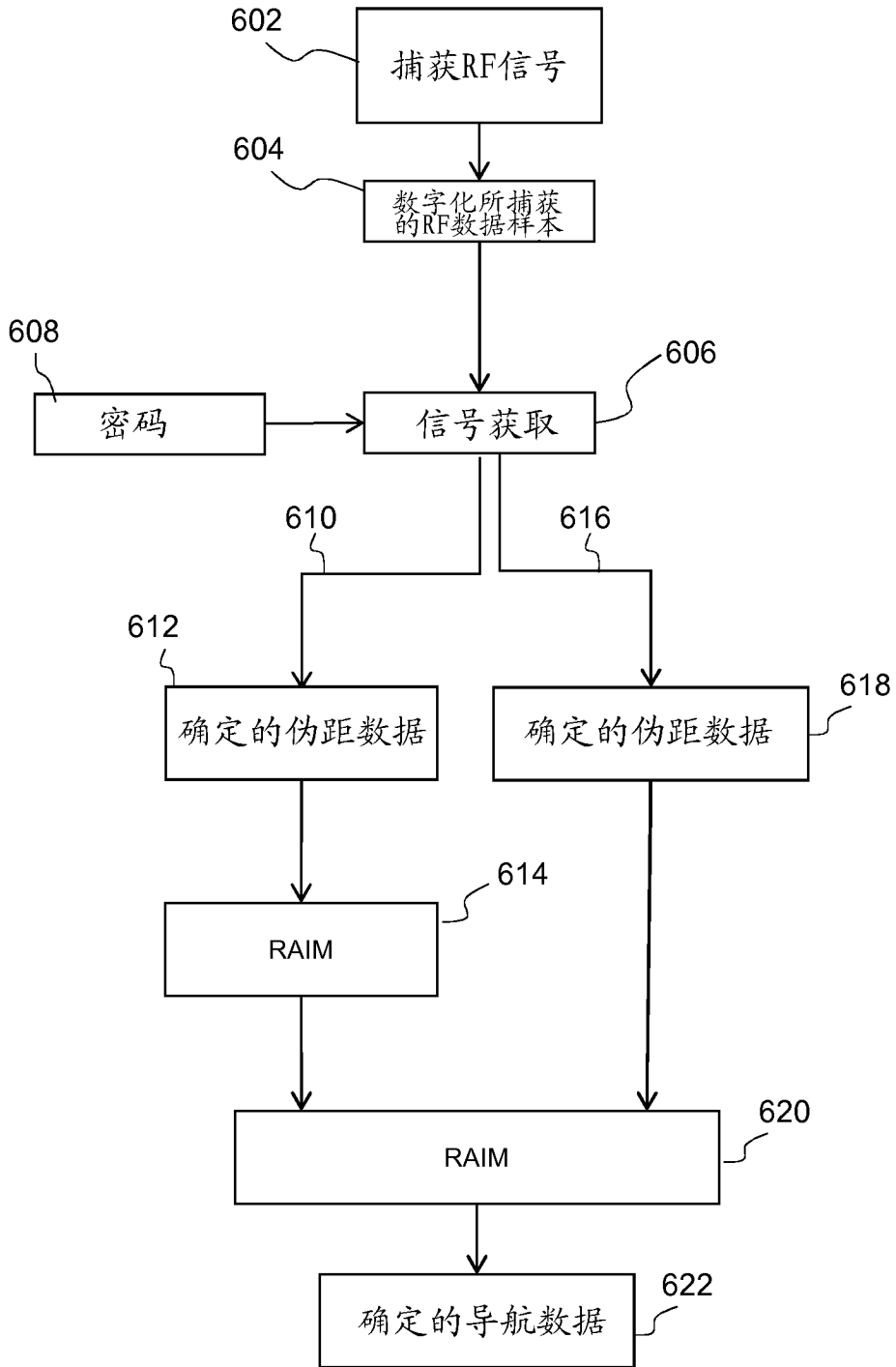


图 6

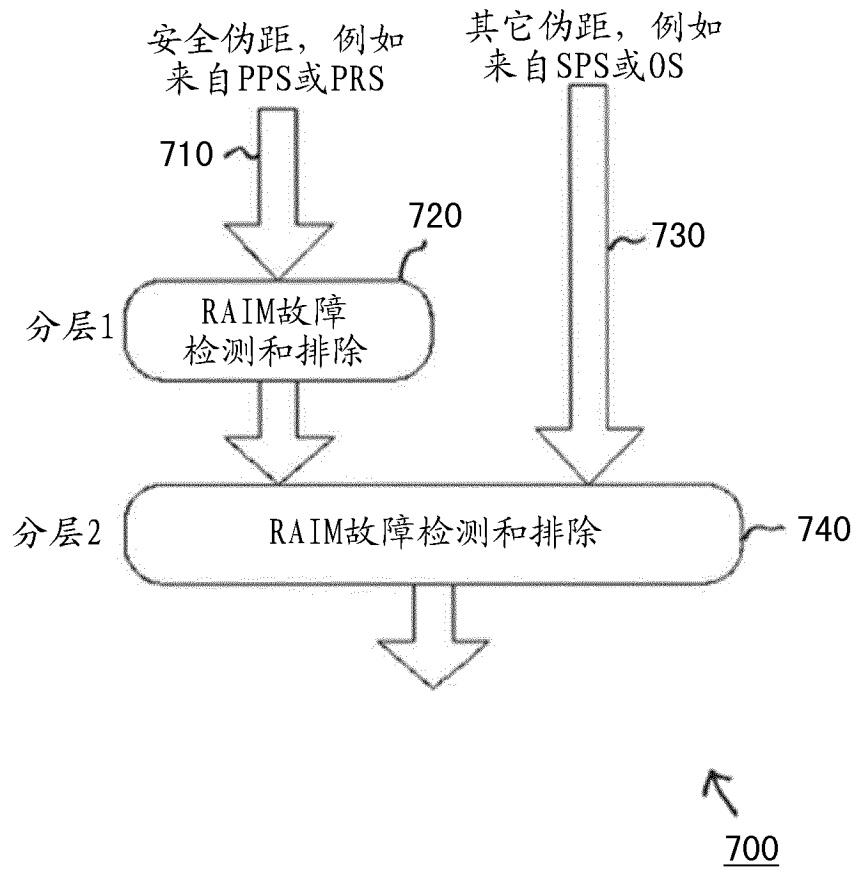


图 7