



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102540227 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201110372569. 7

(22) 申请日 2011. 10. 24

(30) 优先权数据

10/04157 2010. 10. 22 FR

(71) 申请人 泰勒斯公司

地址 法国塞纳河畔讷伊

(72) 发明人 T·卡尔梅特 M·莫内拉

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 王锦阳

(51) Int. Cl.

G01S 19/42 (2010. 01)

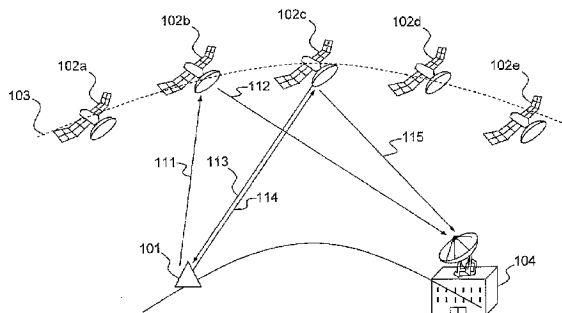
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

搜救系统中无线电信标的地理定位的方法和系统

(57) 摘要

本发明涉及搜救系统中无线电信标的地理定位的方法和系统。一种装置 (101) 的地理定位的方法, 装置 (101) 把包含至少一个消息的信号传输至从所述装置可见的中地球轨道上的多个中继卫星 (102a、102b、102c、102d、102e), 接收所述消息并把所述消息传输至处理设备 (203), 其特征在于该方法至少包括下述步骤: ○通过所述中继卫星确定所述消息的接收时间 TR_i , ○确定所述装置 (101) 和所述中继卫星间的伪距 D_i , ○搜索和获取卫星无线电导航信号的最小数目 N , ○确定在所述无线电导航信号的传输和这些信号由所述装置 (101) 接收之间的时间滞后, ○由所述装置 (101) 在所述消息中广播这些时间滞后, ○至少从所述伪距、所述时间滞后和所述中继卫星及所述无线电导航卫星的坐标确定所述装置 (101) 的位置。



1. 一种装置 (101) 的地理定位的方法, 所述装置 (101) 把包含至少一个消息的信号传输至从所述装置可见的位于中地球轨道上的多个中继卫星 (102a、102b、102c、102d、102e), 所述装置 (101) 接收所述消息并把所述消息传输至处理设备 (203), 其特征在于该方法至少包括下述步骤:

○通过所述中继卫星确定所述消息的接收时间 T_{Ri} ,

○通过解算方程组 $T_{Ri} = D_i/c + T_e$ 确定所述装置 (101) 和所述中继卫星间的伪距 D_i , 其中 c 是被传输信号的传播速度, T_e 是装置 (101) 传输该消息的时间, i 从 1 至可见卫星数 N_{vis} 变化,

○至少从所述伪距 D_i 和所述中继卫星的定位坐标确定所述装置 (101) 的位置。

2. 根据权利要求 1 所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 中继卫星 (102a、102b、102c、102d、102e) 是搜救系统的星座的一部分。

3. 根据权利要求 1 和 2 中的一项所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 所述信号是包含报警消息的遇险信号。

4. 根据以上前述权利要求中的一项所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 该方法还包括:

○搜索和获取步骤, 通过所述装置 (101) 中包含的接收设备搜索和获取 N 个卫星无线电导航信号, N 至少等于 $2+m-N_{vis}$, 其中 m 是所述装置 (101) 的空间坐标的数目, N_{vis} 是从所述装置 (101) 可见的中继卫星的数目,

○确定在无线电导航信号的传输和这些信号由所述装置 (101) 接收之间的时间滞后,

○由所述装置 (101) 在所述消息中传输这些时间滞后,

○通过另外解算以下方程式来确定所述装置 (101) 的位置: $T_{Rj}(\text{GNSS}) = D_j(\text{GNSS})/c + T_{ej}(\text{GNSS})$, 其中 $T_{Rj}(\text{GNSS})$ 是信标接收由 GNSS 卫星 j 传输的无线电导航信号的接收时间, $T_{ej}(\text{GNSS})$ 是其传输时间, $D_j(\text{GNSS})$ 是信标和 GNSS 卫星 j 之间的伪距。

5. 根据权利要求 4 所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 当可见中继卫星数目 N_{vis} 严格小于 $1+m$ 时, 开始搜索和获取卫星无线电导航信号的步骤。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 所述消息的传输时间 T_e 由所述装置 (101) 来测量, 并在消息中被传输至所述中继卫星, 所述中继卫星以它们的顺序将其传输至所述处理设备 (203), 当所述装置的可见中继卫星数目 N_{vis} 严格小于 $1+m$ 时, 搜索的无线电导航信号的最小数目 N 减一。

7. 根据以上任一权利要求所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 所述方法还包括测量由所述装置 (101) 传输至所述中继卫星的所述信号的接收频率, 进一步从这些测量和所述信号的传输频率来确定所述装置 (101) 的位置。

8. 根据以上任一权利要求所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 装置 (101) 的位置信息与该消息一起被传输至中继卫星, 然后被传输至所述处理设备 (203)。

9. 根据以上任一权利要求所述的装置 (101) 的地理定位的方法, 其特征在于, 中继卫星和 / 或无线电导航卫星的定位坐标根据这些卫星的星历表来确定。

10. 一种用于装置 (101) 的地理定位的系统, 其特征在于, 该系统包括, 一装置 (101), 能够传输消息; 多个中继卫星 (102a、102b、102c、102d、102e), 位于中地球轨道上, 能够接收并广播所述消息; 和, 处理设备 (203), 能够确定所述装置的位置; 所述系统适用于实现

根据权利要求 1 至 9 中的一项所述的方法。

11. 根据权利要求 10 所述的用于装置 (101) 的地理定位的系统,其特征在於,中继卫星 (102a、102b、102c、102d、102e) 是 SAR 报警和救援系统的星座的一部分。

12. 根据权利要求 10 和 11 中的一项所述的用于装置 (101) 的地理定位的系统,其特征在於,所述处理设备 (203) 与所述中继卫星相距很远或安装在所述中继卫星中。

13. 根据权利要求 10 至 12 中的一项所述的用于装置 (101) 的地理定位的系统,其特征在於,所述中继卫星还包括传输无线电导航信号的设备。

14. 根据权利要求 10 至 13 中的一项所述的用于装置 (101) 的地理定位的系统,其特征在於,所述装置是无线电信标,所述信号是包含报警消息的遇险信号,所述处理设备 (203) 把所述报警消息传输至控制中心。

搜救系统中无线电信标的地理定位的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用与无线电信标联系在一起的搜救系统内传输的信息来对该无线电信标进行地理定位的方法和系统。

背景技术

[0002] 搜救系统 (Search and Recue System :SAR) 由一个或多个卫星星座组成,这些卫星在上行链路接收来自无线电信标的报警信号。该信号以国际遇险频率传输。报警信号再次传输至负责从报警信号中提取遇险信息的地面站,然后遇险信息被发送至任务控制中心。

[0003] 已知的 SAR 系统是全球 Cospas-Sarsat 系统,它主要用于探测船、飞机或个人事故。Cospas-Sarsat 系统特别使用称为 LEOSAR(Low Earth Orbit Search and Rescue :低地球轨道搜救)的低轨道卫星星座来接收报警消息并将报警消息发送至地面站。

[0004] SAR 系统的另一目的是对传输遇险信号的无线电信标进行定位。为了这一目的,低轨道卫星的使用使得依据多普勒-斐索效应(Doppler-Fizeau effect)进行定位成为可能。单独一颗卫星使用其运动期间的的时间记录内的几个连续时刻的报警消息数据的到达频率。因为接收信号的到达频率在每一时刻是不同的,因此可由此得出无线电信标的位置。

[0005] 然而,根据多普勒-斐索效应进行定位的最大缺点是定位时间太长,因为单颗卫星必需在其运动期间执行几个连续测量,然后才能够由此得出无线电信标位置。而且,对于要求非常精确的定位应用来说,频率测量没有足够的精度。最后,为了具有足够的相对速度,多普勒-斐索测量主要用于低轨道卫星,这还有以下不足之处:卫星服务寿命较短,小型星座的覆盖率也很低(典型的状态是6颗卫星的覆盖率大约为35%)。

[0006] Cospas-Sarsat 系统的发展在于使用具有更高轨道的称为 MEOSAR(Medium Earth Orbit Search and Recue :中地球轨道搜救)的新的卫星星座。这些卫星位于主要由诸如 GPS 或 GALILEO 系统的卫星这样的 GNSS(Global Navigation Satellite System :全球导航卫星系统)卫星使用的轨道上。这个轨道称为中地球轨道(Medium Earth Orbit :MEO),对应于 2000 公里至 35000 公里之间的空间区域。因此,使用同样的卫星从 SAR 报警和 GNSS 地理定位功能中获益是有可能的。在第一代 GALILEO 卫星和未来几年的第三代 GPS 卫星中的这种可能性是可以预见的。

[0007] 图 1 是使用 GALILEO 卫星的这样的系统的概图。一无线电信标 101 与 SAR 卫星 102a、102b、102c、102d、102e 的星座进行通讯。这些卫星中的至少一个 102c 也是 GNSS 卫星。这些卫星中有些卫星还可以只有地理定位功能。无线电信标 101 通过上行链路 111、114 将报警消息中的其遇险信息传输至 SAR 卫星 102b、102c。报警消息再通过下行链路 112、115 传输至地面站 104。无线电信标 101 的定位主要通过使用信标中的 GNSS 接收机来执行,由此计算的位置通过信标和卫星间的上行链路进行传输。该接收机接收来自至少四颗可见 GNSS 卫星的定位信号,并且能够通过已知手段从其中得到其位置。然后,与遇险消息一起将该位置通过下行链路 111、115 传输,到达地面站 104,地面站 104 能够再将信标位置传送至

控制中心。使用中轨道卫星的优点在于,这些卫星中总有至少一颗卫星是地面可见的,这样可以确保提供地面站对报警消息的接收的确认。

[0008] 然而,使用安置在无线电信标中的定位接收机具有定位处理过程复杂和对信标进行损耗的缺点。特别的,为了对自身进行定位,GNSS接收机必须首先搜索至少四颗可见的地理定位卫星。举例来说,为了计算第一点,对GPS信号进行解码将花费30秒至1分钟的时间。这一不可忽略的处理时间直接影响信标的自主性。

发明内容

[0009] 本发明特别有以下目的:通过使用报警系统的功能以在不使用GNSS接收机或限制其使用的情况下直接确定定位,以此来减少复杂性和无线电信标的损耗。本发明的其中一个目的是还减少确定定位之前的锁定时间。SAR系统和GNSS系统的联合使用是为了以最佳方式利用所有可用资源的一种设想。

[0010] 本发明涉及一种对一装置进行地理定位的方法,该装置将包括至少一个消息的信号传输至从所述装置可见的中地球轨道上的多个中继卫星,接收所述消息并将其传输至处理设备,其特征在于包括至少下述步骤:

[0011] ○通过所述中继卫星确定所述消息的接收时间 T_{Ri} ,

[0012] ○通过解算方程组 $T_{Ri} = D_i/c + T_e$ 确定所述装置和所述中继卫星间的伪距 D_i ,其中 c 是传输信号的传播速度, T_e 是装置传输该消息的时间, i 从1至可见卫星数 N_{vis} 变化,

[0013] ○至少从所述伪距 D_i 和所述中继卫星的定位坐标确定所述装置的位置。

[0014] 在本发明的变体实施例中,中继卫星是SAR报警和救援系统的星座的一部分。

[0015] 在本发明的变体实施例中,所述信号是一包含报警消息的遇险信号。

[0016] 在本发明的变体实施例中,该方法还包括:

[0017] ○搜索和获取步骤,通过所述装置中包含的接收设备搜索和获取 N 个卫星无线电导航信号, N 至少等于 $2+m-N_{vis}$,其中 m 是所述装置的空间坐标的数目, N_{vis} 是从所述装置可见的中继卫星的数目,

[0018] ○确定在无线电导航信号的传输和这些信号由所述装置接收之间的时间滞后,

[0019] ○由所述装置在所述消息中广播这些时间滞后,

[0020] ○通过另外解算以下方程式来确定所述装置的位置: $T_{Rj}(\text{GNSS}) = D_j(\text{GNSS})/c + T_{ej}(\text{GNSS})$,其中 $T_{Rj}(\text{GNSS})$ 是信标接收由GNSS卫星 j 传输的无线电导航信号的接收时间, $T_{ej}(\text{GNSS})$ 是其传输时间, $D_j(\text{GNSS})$ 是信标和GNSS卫星 j 之间的伪距。

[0021] 在本发明的变体实施例中,当可见中继卫星数目 N_{vis} 严格小于 $1+m$ 时,开始搜索和获取卫星无线电导航信号的步骤。

[0022] 在本发明的变体实施例中,所述消息的传输时间 T_e 由所述装置来测量,并在消息中被传输至所述中继卫星,所述中继卫星以它们的顺序将其传输至所述处理设备,当所述装置的可见中继卫星数目 N_{vis} 严格小于 $1+m$ 时,搜索的无线电导航信号的最小数目 N 减一。

[0023] 在本发明的变体实施例中,该方法还包括测量由所述装置传输至所述中继卫星的所述信号的接收频率,以及通过这些测量和所述信号的传输频率进一步确定所述装置的位置。

[0024] 在本发明的变体实施例中,该装置的位置信息与消息一起被传输至中继卫星,然

后被传输至所述处理设备。

[0025] 在本发明的变体实施例中,中继卫星和 / 或无线电导航卫星的定位坐标根据这些卫星的星历表来确定。

[0026] 本发明还涉及一种用于装置的地理定位的系统,其特征在于它包括一装置,能够传输消息;多个中继卫星,位于中地球轨道上,能够接收并广播所述消息;以及,处理设备,能够确定所述装置的位置;所述系统适用于实现根据本发明的方法。

[0027] 在本发明的变体实施例中,中继卫星是 SAR 报警和救援系统的星座的一部分。

[0028] 在本发明的变体实施例中,所述处理设备位于与所述中继卫星相距很远的位置或安装在所述中继卫星中。

[0029] 在本发明的变体实施例中,所述中继卫星还包括传输无线电导航信号的设备。

[0030] 在本发明的变体实施例中,所述装置是无线电信标,所述信号是包含报警消息的遇险信号,所述处理设备把所述报警消息传输至控制中心。

附图说明

[0031] 下面,借助于参考附图的以下描述,本发明的其他特征和优点将非常明显,在附图中:

[0032] 图 1 是具有 MEO 轨道上的卫星星座的报警系统的图,

[0033] 图 2 是根据本发明的地理定位系统的方框图。

具体实施方式

[0034] 图 2 是根据本发明的无线电信标的地理定位系统的方框图。信标 101 包括产生和传输包含遇险信息的报警信号的设备。它还包括接收无线电导航信号(例如由 GNSS 卫星传输的信号)的设备。无线电信标 101 与至少一个中继卫星 102 通讯,该中继卫星 102 包括,第一设备 201,用于接收报警信号和将所述信号传输至地面站 203。中继卫星 102 还包括无线电导航第二设备 202,可向地面信标 101 传输 GNSS 信号。接收设备 201 和无线电导航设备 202 可位于两颗不同的卫星上。地面站 203 接收包含在报警信号中的消息并把它们传输至未示出的控制中心。可编程装置 204 使得对信标 101 产生一个确认成为可能。远程控制器 205 用于控制卫星。

[0035] 在接下来的描述中,中继卫星指包括接收报警信号设备 201 的卫星,例如与 SAR 系统兼容的卫星。

[0036] 使用在 MEO 轨道上的卫星的一个好处是,在任何时刻从地面上一个点都很可能同时看见几颗卫星。相反的,对于使用近轨道(LEO)星座的报警系统来说,经常只有一颗卫星可见,这导致使用仅仅基于此单颗卫星运动导致的多普勒信息的地理定位方法。

[0037] 如上所述,当事故发生时,无线电信标 101 以遇险频率将一报警信号传输至所有可见的卫星,这些卫星包含接收这一信号的设备 201。报警信号被广播,也就是说,报警信号被传输至所有收听遇险频率的卫星。广播的优势在于,它不要求一个初始的搜索程序来确定哪些卫星对于信标是可见的。当该报警消息被卫星 i 接收时,后者能够根据它的内部时钟记录接收时间 T_{Ri} 。基于此信息,可确定将时间 T_e 与时间 T_{Ri} 和信标和卫星之间的距离 D_i 相关联的表达式,其中, T_e 为由无线电信标传输该报警消息的传输时间, T_{Ri} 为卫星接收消息

的接收时间,该表达式如下:

$$[0038] \quad T_{Ri} = D_i/c + T_e \quad (1)$$

[0039] 其中, c 是传输信号的传播速度, i 从 1 至可见卫星数之间变化。因为时间 T_{Ri} 和 T_e 不是用同一个时钟进行测量的,并且在该无线电信标时钟和卫星时钟之间会存在时间的不同步,所以使用术语“伪距 D_i ”而不是“真距”,其是在对两个时钟间的时移进行估计之后获得的。

[0040] 该卫星位置由自身或由地面站 203 获知。表达式 (1) 包含四个未知量,信标 101 的三个空间坐标和报警消息的传输时间 T_e 。因此,如果从信标可以见到至少四颗卫星,就可以解算获得的方程组以从中获得信标的准确定位。

[0041] 在只对信标进行二维定位的情况下,那么表达式 (1) 仅包含三个未知量,且仅需三颗可见卫星。通常,需要的卫星数目与表达式 (1) 中包含的未知量的数目相等。如果 m 是无线电信标的坐标数,那么为了获得无线电信标的定位而需要的可见卫星数就等于 $1+m$ 。

[0042] 在本发明的变体实施例中,无线电信标还可包括在传输的报警消息中的传输时间 T_e 。在这种情况下,要去掉的第四个未知量对应于由于卫星时钟和信标时钟之间的不同步而导致的在 T_e 和接收时间 T_{Ri} 之间的时间不确定性。

[0043] 由此,通过使用具有仅包含接收报警消息设备的四颗可见卫星的本发明,完全免除在无线电信标中使用 GNSS 接收机是有可能的,这会带来在复杂性、自主性和处理时间上的明显优势。

[0044] 接收时间测量在卫星上进行并与报警消息和可能的卫星位置一起被传输至地面站,地面站负责进行必要的处理来解算有四个未知量的方程组,从而可获得信标 101 的位置。为此目的,地面站 203 包括处理接收的信息的设备。可选择的,方程组还可通过直接再次传输信标的定位信息至地面站的卫星上的有效载荷来解算。

[0045] 在本发明的变体实施例中,接收时间的测量可完全或部分的由多普勒频率测量来代替。因为在 MEO 轨道上的卫星的运动速度比在低 LEO 轨道上卫星的运动速度低,然而,与这些多普勒测量关联的精度也较低。

[0046] 实际上,特别是在障碍物众多的城市环境中,可见卫星的数目可能少于四颗。在最多有三颗中继卫星可见的情况下,本发明通过在由信标接收的无线电导航信号上进行补充测量使得为完成信标的地理定位所必需的测量成为可能。

[0047] 众所周知,为了确定与其定位相关的信息,无线电导航信号接收机使用来自至少四颗卫星的信号上的测量值。对于每颗卫星,信标对信号的接收时间与卫星传输该信号的传输时间和卫星与接收机的距离有关。卫星的空间坐标在信号中进行传输,因此接收机必须完全对信号进行解调。

[0048] 在本发明的情况下,卫星位置由地面站 203 已知,或者通过直接传输具有报警消息的该信息以供卫星执行此功能,或者借助于星历表。因此,由信标接收的无线电导航信号不要求完全解调,而仅要求对卫星传输时间和信标接收时间之差的估计值。该估计值通过探测和接收信号中相关峰值的时间记录来计算得到。例如,在 GALILEO 信号中,此相关峰值,也称为“导频音”,每 4ms 出现一次。相关峰值的时间记录使得获取在 GNSS 卫星传输时间和信标接收时间之间的时间滞后信息项成为可能。因为卫星时钟和信标时钟不同步导致仍然存在时间模糊度。去除该模糊度并不是必要的,因为接下来未知量 T_e 可在卫星时钟的

时间参照下直接确定。然后,这一信息随报警消息一起传输至中继卫星 102,随后又传输至地面站 203,使得与卫星报警消息的接收时间测量值相结合来确定信标定位成为可能。

[0049] 然后,方程组 (1) 由下述方程式完成:

$$[0050] \quad T_{Rj}(\text{GNSS}) = D_j(\text{GNSS})/c + T_{ej}(\text{GNSS}) \quad (2)$$

[0051] 其中, $T_{Rj}(\text{GNSS})$ 是信标接收由 GNSS 卫星 j 传输的无线电导航信号的接收时间, $T_{ej}(\text{GNSS})$ 是其传输时间, $D_j(\text{GNSS})$ 是信标和 GNSS 卫星 j 之间的伪距。

[0052] 在本发明的变体实施例中,用于测量相关峰值的足够时间的无线电导航信号的完整部分可由无线电信标在上行链路上与其最终目的地地面站一起传输,地面站负责进行测量。这些变量构成的解决方案对信标来说更易于实现,但是在上行链路上再次传输的数据量的花费更大,这可以从上行链路可用带宽的角度进行限制。

[0053] 实际上,系统包括五个未知量,它们是信标的三个空间坐标、报警消息的传输时间和无线电导航信号的相关峰值的时间记录上的时间模糊度。这种情况下,本发明可由以下配置来实现:三颗中继卫星和两颗无线电导航卫星,或者两颗中继卫星和三颗无线电导航卫星。如果仅有一颗中继卫星可见,那么无线电信标将不得不搜索四颗无线电导航卫星,如同在传统的 GNSS 系统中那样,但不需要像之前提到的那样为了获得卫星的准确位置而对信号进行完全解调。

[0054] 在本发明的变体实施例中,报警消息的传输时间可与所述消息一起由信标在对应于其内部时钟的单元中进行传输。然后系统仅有四个未知量。那么本发明可由以下配置来实现:三颗中继卫星和一颗无线电导航卫星,或者两颗中继卫星和两颗无线电导航卫星,亦或一颗中继卫星和三颗无线电导航卫星。

[0055] 更一般的,如果 N 是无线电信标的可见中继卫星的数目,在报警消息的传输时间没有被传输的情况下无线电信标必须对无线电导航信号执行最少 $5-N$ 个搜索,在报警消息的传输时间被传输的情况下无线电信标必须执行 $4-N$ 个搜索。

[0056] 以上描述的本发明的实施例是基于 SAR 系统为例的。不脱离本发明的范畴,本发明还应用于任何通过卫星采集数据的系统,在这些系统中,该数据从无线电信标被广播至卫星上的接收设备并被重新传输至地面站。此外,本发明还以相同的方式应用于任何等同于无线电信标的装置中,该装置一方面包括消息的产生、时间记录以及传输至卫星的设备,另一方面还包括接收和处理来自卫星的无线电导航信号的设备。

[0057] 简而言之,根据本发明的方法和系统具有减少为了对无线电信标进行定位而采取的处理操作的复杂性的优点,还具有减少在确定第一测量点之前的必需花费的处理时间的优点。

[0058] 本发明结合使用了报警系统和无线电导航系统的特性,两个系统的卫星都位于相同的中地球轨道上,这就使得从地面一点可见到足够数目的卫星以通过计算伪距来确定定位信息项。

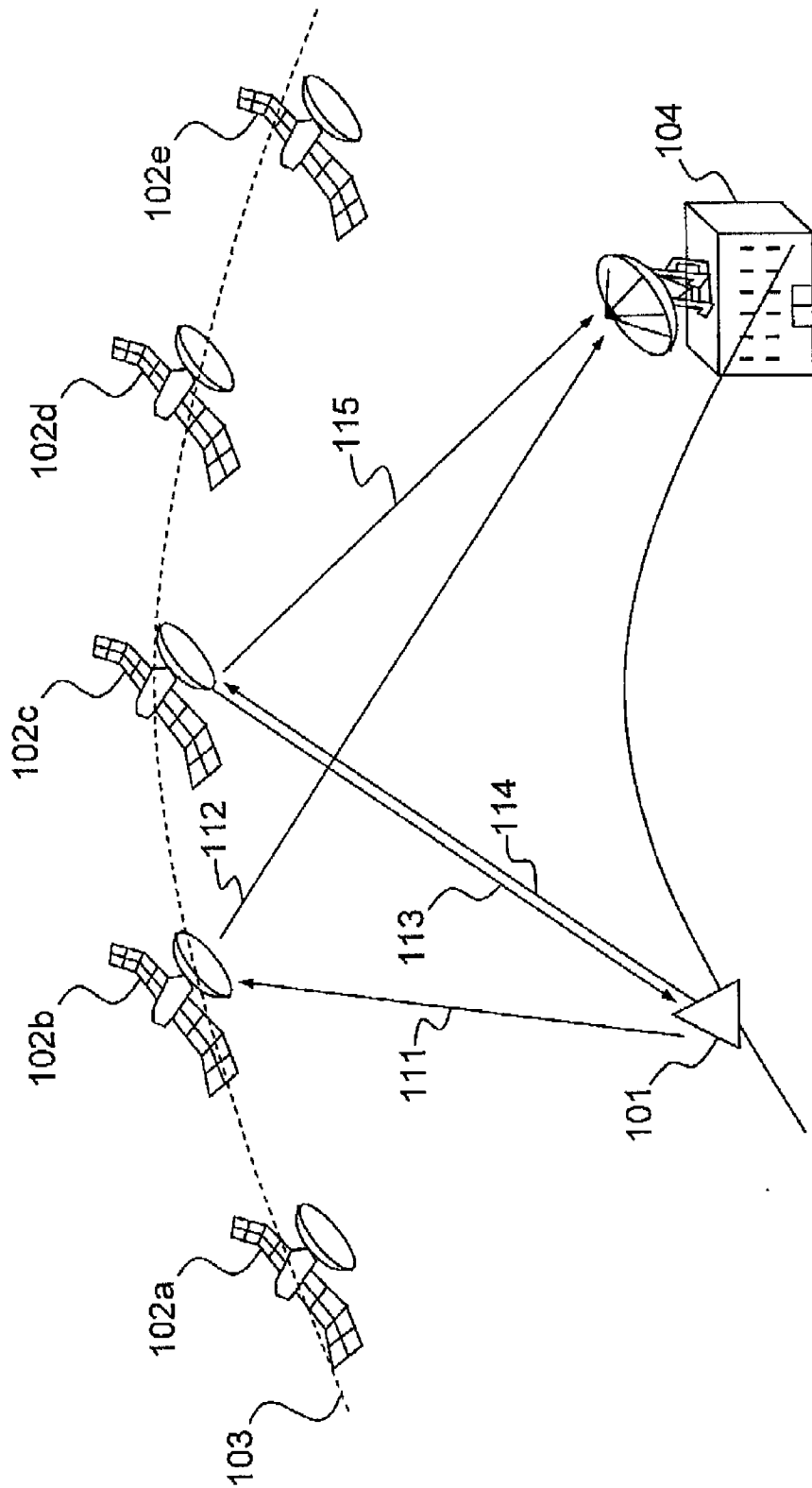


图 1

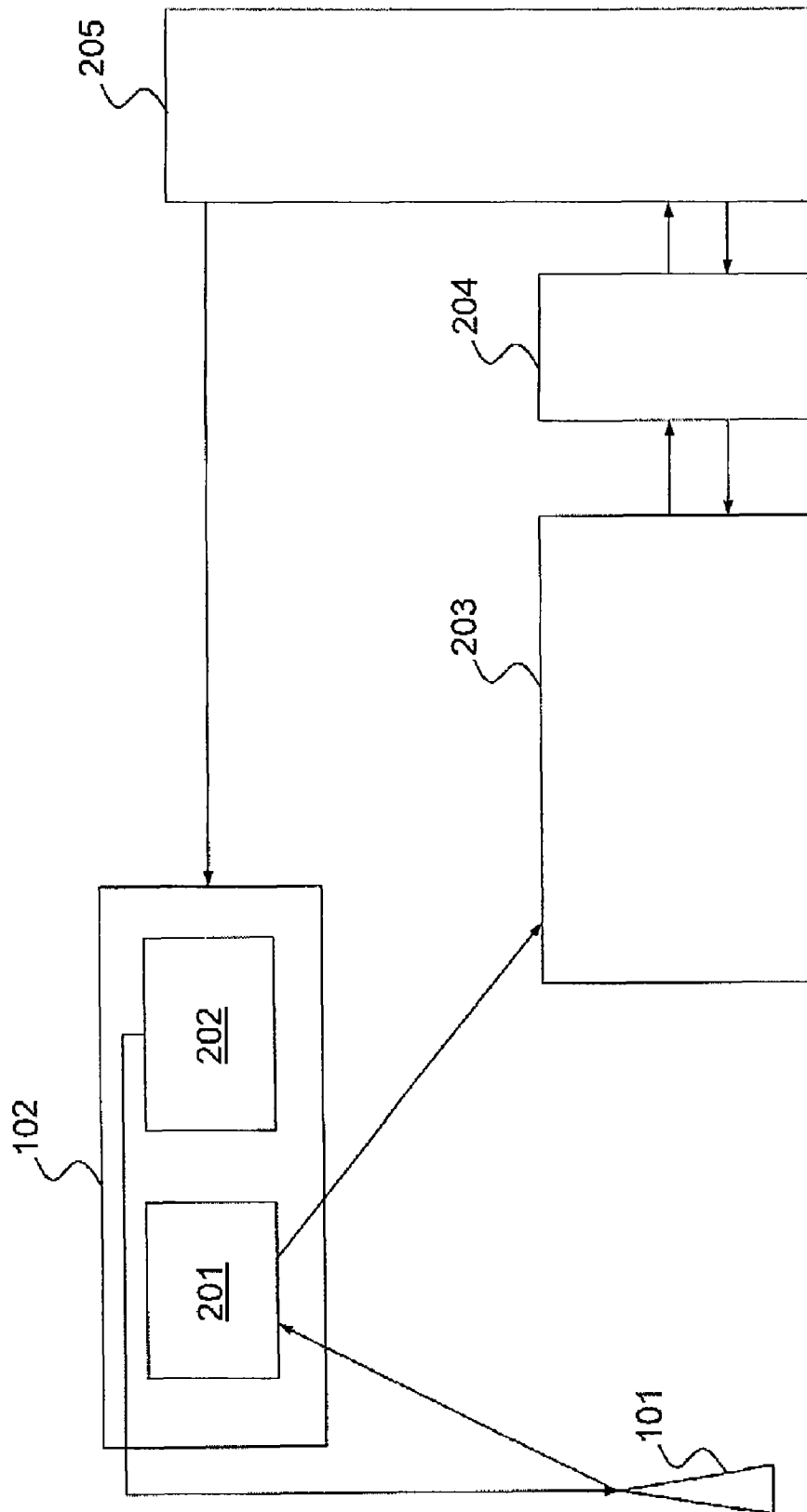


图 2