



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102016621 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 18

(21) 申请号 200980116596. 9

(22) 申请日 2009. 05. 22

(30) 优先权数据

12/129, 397 2008. 05. 29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 11. 03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/045020 2009. 05. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/019302 EN 2010. 02. 18

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R·阿迈德 J·吴 E·M·西米克

D·G·法默

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 陈炜 袁逸

(51) Int. Cl.

G01S 1/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 7209076 B2, 2007. 04. 24,

US 5488662 A, 1996. 01. 30, 全文.

CN 101025439 A, 2007. 08. 29, 全文.

Bo Zheng 等. GPS Software Receiver Enhancements for Indoor Use. 《Proceedings of ION GNSS 2005》. 2005, 1-5.

审查员 郝霏霏

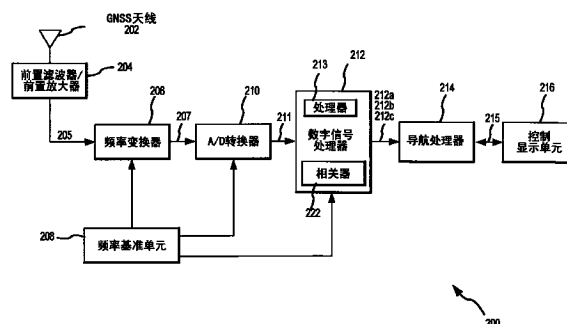
权利要求书5页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

用于互相关毛刺减轻的装置和方法

(57) 摘要

一种用于互相关毛刺减轻的装置和方法, 包括: 从多个峰值测量中选取具有第一载波噪声密度估计和第一多普勒偏移测量的第一峰值测量以及具有第二载波噪声密度估计和第二多普勒偏移测量的第二峰值测量以形成对; 基于第一载波噪声密度估计和第二载波噪声密度估计来计算载波噪声密度差; 基于第一多普勒偏移测量和第二多普勒偏移测量来计算多普勒差; 将载波噪声密度差与载波噪声密度阈值作对比; 以及将多普勒差与至少一个多普勒阈值作对比。



1. 一种用于互相关毛刺减轻的方法,包括:

从多个峰值测量中选取具有第一载波噪声密度估计和第一多普勒偏移测量的第一峰值测量以及具有第二载波噪声密度估计和第二多普勒偏移测量的第二峰值测量以形成对;

基于所述第一载波噪声密度估计和所述第二载波噪声密度估计来计算载波噪声密度差;

基于所述第一多普勒偏移测量和所述第二多普勒偏移测量来计算多普勒差;

将所述载波噪声密度差与载波噪声密度阈值作对比;以及

将所述多普勒差与至少一个多普勒阈值作对比;

其中,所述第一峰值测量与所述第二峰值测量的观测时间差的绝对值小于定时器核查阈值。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述多个峰值测量通过以下获得:

在宽的频率和时间窗中执行捕获搜索以找到峰值测量;

对照所有已知峰值测量对所述找到的峰值测量执行第一互相关测试;

在小的频率和时间搜索窗中执行验证搜索以验证所述找到的峰值测量;以及

在所述验证搜索成功之后,对所述找到的峰值测量执行第二互相关测试,并且如果所述找到的峰值测量通过所述第二互相关测试,则将所述找到的峰值测量存储在测量数据库中用于位置锁定计算。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,如果一峰值测量具有高于第一载波噪声密度阈值的载波噪声密度估计,或者如果在已搜索大于预定数量的频率带之后仅找到一个峰值测量且其载波噪声密度估计高于第二载波噪声密度阈值,则所述多个峰值测量通过以下获得:

在宽的频率和时间窗中执行捕获搜索以找到峰值测量;

在小的频率和时间搜索窗中执行验证搜索以验证所述找到的峰值测量;以及

在所述验证搜索成功之后,对所述找到的峰值测量执行互相关测试,并且如果所述找到的峰值测量通过所述互相关测试,则将所述找到的峰值测量存储在测量数据库中用于位置锁定计算。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述第一载波噪声密度阈值为37dB-Hz。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述频率带的预定数量为5,且所述第二载波噪声密度阈值被设为 $(30+x)$ dB-Hz,其中 x 为2。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

将所述第一载波噪声密度估计与所述第二载波噪声密度估计作对比以将所述第一峰值测量和所述第二峰值测量标识为或者较强峰值测量或者较弱峰值测量;以及

通过从所述第二载波噪声密度估计减去所述第一载波噪声密度估计来计算所述载波噪声密度差,其中所述第一载波噪声密度估计与所述较强峰值测量相关联。

7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括将所述第一峰值测量和所述第二峰值测量标识为或者较强峰值测量或者较弱峰值测量,并且其中所述多普勒差是通过从所述第二多普勒偏移测量减去所述第一多普勒偏移测量来计算的,其中所述第一多普勒偏移测量与所述较强峰值测量相关联。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述载波噪声密度阈值是从列表中选择。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述至少一个多普勒阈值是从列表选择的。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述多普勒差是按模 1kHz 来计算的。
11. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述至少一个多普勒阈值包括最大多普勒阈值和最小多普勒阈值。
12. 如权利要求 11 所述的方法,其特征在于,还包括在所述多普勒差小于所述最小多普勒阈值时确定是否已测试了有关载波噪声密度阈值和多普勒阈值的全部。
13. 如权利要求 11 所述的方法,其特征在于,还包括在所述多普勒差大于所述最大多普勒阈值时确定是否已测试了有关载波噪声密度阈值和多普勒阈值的全部。
14. 如权利要求 11 所述的方法,其特征在于,所述载波噪声密度阈值、所述最大多普勒阈值和所述最小多普勒阈值是从列表中选择。
15. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括将或者所述第一峰值测量或者所述第二峰值测量标识为较弱峰值测量。
16. 如权利要求 15 所述的方法,其特征在于,还包括将所述较弱峰值测量标识为互相关毛刺。
17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,还包括丢弃所述互相关毛刺。
18. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,还包括确定所述多个峰值测量中是否有任两个还未进行互相关测试;以及如果所述多个峰值测量的全部都已进行过互相关测试,则结束所述互相关测试。
19. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括在所述载波噪声密度差小于所述载波噪声密度阈值时确定是否已测试了有关载波噪声密度阈值和多普勒阈值的全部。
20. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括在选取所述第一峰值测量和所述第二峰值测量之前执行定时器核查。
21. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括基于至少两个载波噪声密度阈值将所述多个峰值测量分组成至少三个组。
22. 如权利要求 21 所述的方法,其特征在于,所述至少两个载波噪声密度阈值中的一者的值为 37dB-Hz。
23. 如权利要求 21 所述的方法,其特征在于,所述至少两个载波噪声密度阈值中的一者的值为 41dB-Hz。
24. 如权利要求 21 所述的方法,其特征在于,所述至少两个载波噪声密度阈值中的一者的值为 37dB-Hz,且所述至少两个载波噪声密度阈值中的另一者的值为 41dB-Hz。
25. 如权利要求 21 所述的方法,其特征在于,所述至少三个组的第一组中所述峰值测量的每一个仅与所述至少三个组的第二组中的峰值测量进行互相关测试。
26. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:
将或者所述第一峰值测量或者所述第二峰值测量标识为较弱峰值测量,其中所述第一载波噪声密度估计或所述第二载波噪声密度估计中的一者是与所述较弱峰值测量相关联的较弱载波噪声密度估计;以及
确定所述较弱载波噪声密度估计是否大于非互相关阈值。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其特征在于,所述非互相关阈值为 37dB-Hz。

28. 如权利要求 26 所述的方法,其特征在于,还包括如果所述较弱载波噪声密度估计大于所述非互相关阈值,则将所述较弱峰值测量存储在数据库中用于位置锁定计算。

29. 一种 GNSS 接收机,包括:

用于对多个峰值测量执行互相关测试的数字信号处理器,其中所述数字信号处理器包括用于执行以下操作的处理单元:

从所述多个峰值测量中选取具有第一载波噪声密度估计和第一多普勒偏移测量的第一峰值测量以及具有第二载波噪声密度估计和第二多普勒偏移测量的第二峰值测量以形成对;

基于所述第一载波噪声密度估计和所述第二载波噪声密度估计来计算载波噪声密度差;

基于所述第一多普勒偏移测量和所述第二多普勒偏移测量来计算多普勒差;

将所述载波噪声密度差与载波噪声密度阈值作对比;以及

将所述多普勒差与至少一个多普勒阈值作对比;

其中,所述第一峰值测量与所述第二峰值测量的观测时间差的绝对值小于定时器核查阈值。

30. 如权利要求 29 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,所述 GNSS 接收机是 GPS 接收机。

31. 如权利要求 29 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,所述多个峰值测量是通过以下获得的:

在宽的频率和时间窗中执行捕获搜索以找到峰值测量;

对照所有已知峰值测量对所述找到的峰值测量执行第一互相关测试;

在小的频率和时间搜索窗中执行验证搜索以验证所述找到的峰值测量;以及

在所述验证搜索成功之后,对所述找到的峰值测量执行第二互相关测试,并且如果所述找到的峰值测量通过所述第二互相关测试,则将所述找到的峰值测量存储在测量数据库中用于位置锁定计算。

32. 如权利要求 29 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,如果一峰值测量具有高于第一载波噪声密度阈值的载波噪声密度估计,或者如果在已搜索大于预定数量的频率带之后仅找到一个峰值测量且其载波噪声密度估计高于第二载波噪声密度阈值,则所述多个峰值测量通过以下获得:

在宽的频率和时间窗中执行捕获搜索以找到峰值测量;

在小的频率和时间搜索窗中执行验证搜索以验证所述找到的峰值测量;以及

在所述验证搜索成功之后,对所述找到的峰值测量执行互相关测试,并且如果所述找到的峰值测量通过所述互相关测试,则将所述找到的峰值测量存储在测量数据库中用于位置锁定计算。

33. 如权利要求 32 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,所述第一载波噪声密度阈值为 37dB-Hz。

34. 如权利要求 33 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,所述频率带的预定数量为 5,且所述第二载波噪声密度阈值被设为 $(30+x)$ dB-Hz,其中 x 为 2。

35. 如权利要求 29 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,还包括用于接收多个 RF 信号的天

线。

36. 如权利要求 35 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,还包括用于将所述多个 RF 信号下变频至多个下变频信号的频率变换器。

37. 如权利要求 36 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,还包括用于将所述多个下变频信号转换成多个数字化信号的 A/D 转换器。

38. 如权利要求 37 所述的 GNSS 接收机,其特征在于,将所述多个数字化信号与多个基准函数相关以生成所述多个峰值测量。

39. 一种用于互相关毛刺减轻的设备,包括:

用于从多个峰值测量中选取具有第一载波噪声密度估计和第一多普勒偏移测量的第一峰值测量以及具有第二载波噪声密度估计和第二多普勒偏移测量的第二峰值测量以形成对的装置;

用于基于所述第一载波噪声密度估计和所述第二载波噪声密度估计来计算载波噪声密度差的装置;

用于基于所述第一多普勒偏移测量和所述第二多普勒偏移测量来计算多普勒差的装置;

用于将所述载波噪声密度差与载波噪声密度阈值作对比的装置;以及

用于将所述多普勒差与至少一个多普勒阈值作对比的装置;

其中,所述第一峰值测量与所述第二峰值测量的观测时间差的绝对值小于定时器核查阈值。

40. 如权利要求 39 所述的设备,其特征在于,所述多个峰值测量是通过以下获得的:

在宽的频率和时间窗中执行捕获搜索以找到峰值测量;

对照所有已知峰值测量对所述找到的峰值测量执行第一互相关测试;

在小的频率和时间搜索窗中执行验证搜索以验证所述找到的峰值测量;以及

在所述验证搜索成功之后对所述找到的峰值测量执行第二互相关测试,并且如果所述找到的峰值测量通过所述第二互相关测试,则将所述找到的峰值测量存储在测量数据库中用于位置锁定计算。

41. 如权利要求 39 所述的设备,其特征在于,如果一峰值测量具有高于第一载波噪声密度阈值的载波噪声密度估计,或者如果在已搜索大于预定数量的频率带之后仅找到一个峰值测量且其载波噪声密度估计高于第二载波噪声密度阈值,则所述多个峰值测量通过以下获得:

在宽的频率和时间窗中执行捕获搜索以找到峰值测量;

在小的频率和时间搜索窗中执行验证搜索以验证所述找到的峰值测量;以及

在所述验证搜索成功之后对所述找到的峰值测量执行互相关测试,并且如果所述找到的峰值测量通过所述互相关测试,则将所述找到的峰值测量存储在测量数据库中用于位置锁定计算。

42. 如权利要求 39 所述的设备,其特征在于,还包括:

用于将所述第一载波噪声密度估计与所述第二载波噪声密度估计作对比以将所述第一峰值测量和所述第二峰值测量标识为或者较强峰值测量或者较弱峰值测量的装置;以及

用于通过从所述第二载波噪声密度估计减去所述第一载波噪声密度估计来计算所述

载波噪声密度差的装置,其中所述第一载波噪声密度估计与所述较强峰值测量相关联。

43. 如权利要求 39 所述的设备,其特征在于,还包括用于将所述第一峰值测量和所述第二峰值测量标识为或者较强峰值测量或者较弱峰值测量的装置,并且其中所述多普勒差是通过从所述第二多普勒偏移测量减去所述第一多普勒偏移测量来计算的,其中所述第一多普勒偏移测量与所述较强峰值测量相关联。

用于互相关毛刺减轻的装置和方法

[0001] I. 领域

[0002] 本公开一般涉及用于互相关毛刺减轻的装置和方法。更具体地,本公开涉及减轻 GNSS 接收机中的卫星信号干扰。

[0003] II. 援引

[0004] 授予 Roh 的题为“Cross-Correlation Mitigation Method and Apparatus ForUse In A Global Positioning System Receiver(用于全球定位系统接收机中的互相关减轻方法和装置)”的美国专利 No. 7, 209, 076 由此通过援引纳入本专利说明书中。

[0005] 背景

[0006] 全球卫星导航系统 (GNSS) 接收机通过计算从多个 GNSS 环地轨道卫星和 / 或伪卫星 (在本文中统称为“GNSS 源”) 同时发射的测距信号的相对抵达时间 (TOA) 来确定位置。GNSS 源除发射测距信号之外还发射时基和卫星轨道 (例如, 星历) 数据。如本文所描述的, GNSS 源可包括美国全球定位系统 (GPS)、俄罗斯 Glonass 系统、欧洲 Galileo (伽利略) 系统、任何使用来自卫星系统的组合的卫星的系统、或任何在将来开发的卫星系统 (统称为“SPS”或即“卫星定位系统”)。此外, 一些定位系统利用伪卫星或卫星与伪卫星的组合。伪卫星是基于地面的发射机, 其广播在可与 SPS 所提供的时间同步的载波信号上调制的诸如 PN 码 (类似于 GPS 或 CDMA 蜂窝信号) 的测距码。伪卫星在其中不能从轨道卫星得到 SPS 信号的情形中是有用的。在本文中述及的 GNSS 源包括 SPS、伪卫星或其组合。

[0007] GNSS 接收机确定距各个 GNSS 源的伪距并使用计算出的伪距、时基和星历数据来计算接收机的位置。伪距是测得的接收自每个 GNSS 源的信号与本地基准函数之间的时延 (亦称为码相) 值。对 GNSS 源信号的捕获会花费达若干分钟, 且必须使用足够强的收到信号来实现以达成低差错率。

[0008] 每个 GNSS 源发射由其相位被用来提供定位应用所需的时间 (以及由此的距离) 准确度的码所调制的 RF 信号。在一些系统中, 伪随机噪声 (PN) 测距码对于每个 GNSS 源 (例如, 美国 GPS 系统) 而言是唯一的, 而在其他系统中使用公共码但是载波频率对于 GNSS 源而言是唯一的 (例如, 俄罗斯 Glonass 系统)。另外, RF 信号也被导航数据消息调制。在一个示例中, GPS 源在相同时间下使用相同载波频率发射。因此, GNSS 接收机通过众所周知的码分多址 (CDMA) 技术来将每个 GNSS 源信号区分开。PN 码被选择成彼此几乎正交 (不相关)。处于描述而非限制的目的, 以下描述主要集中在 CDMA 卫星系统。

[0009] 为了确定 GNSS 接收机的位置信息, 需要信号的发射与信号在接收机处的接收之间的时间。时间差可通过 (例如) 解调导航消息的数据流以及使用帧和比特同步来部分地确定, 同时收到信号的 PN 码相偏移量被用来更精确地确定时间。对特定卫星的码相偏移量的初始确定被称为对该卫星的捕获。

[0010] 通常, 为了捕获并跟踪与若干其他 GNSS 源共同可见的合意 GNSS 源, GNSS 接收机可复制唯一性 PN 码和包括多普勒偏移的载波信号以生成两维基准函数。GNSS 接收机随后可将收到信号 (其为 GNSS 接收机收到的众多 GNSS 源信号的合成) 与两维基准函数相关以得到以时延和多普勒偏移为索引的两维相关函数。当基准函数的时延和多普勒偏移与传入

PN 码的时延和合意信号（从收到信号中提取的）的多普勒偏移相匹配时，出现最大相关。继捕获之后，GNSS 接收机通过连续调节时延和多普勒偏移（其随接收机与卫星之间的相对速度的不同而变化）来保持对合意信号的跟踪。

[0011] 通常，从不同 GNSS 源传送的信号彼此并不显著地干扰，因为它们使用唯一性 PN 码（彼此几乎正交）和 / 或唯一性载波频率。干扰水平取决于收到信号的相对振幅。在一些状况下，GNSS 源发射的一个或多个信号可相对于其他 GNSS 源发射的信号衰减。强 GNSS 信号的存在产生干扰，这种干扰会降低跟踪较弱 GNSS 信号的能力。

[0012] 在一个示例中，当在相对于合意 GNSS 源的搜索频率的特定频率上接收到干扰 GNSS 源时，生成互相关毛刺（将一个 PN 码与另一 PN 码进行相关时的寄生极大值，其可能被错误地声明为真自相关峰值并可能由此导致假捕获）。在一个示例中，由于 GPS 卫星的 C/A（粗略 / 捕获）PN 码具有 1ms 的周期，因此当干扰 GPS 卫星与合意源之间的多普勒差是 1kHz（PN 码周期的倒数）的倍数时，发生最显著的互相关极大值。另外，在其他频率处有较弱的互相关毛刺。例如在特定多普勒差和 / 或天线增益状况下，这些互相关可导致假捕获。在一个示例中，与处于高仰角下的干扰源相比，合意源可能处于低仰角，可能遭遇多径损耗，具有更大的大气损耗和 / 或在更低的天线增益下接收到。在此示例中，合意基准信号与不合意信号（来自干扰源）之间的相对互相关极大值可能相对较高，这导致假捕获（即，接收机可能确定其已捕获到卫星 A，而此时在相关函数中产生寄生峰值的收到信号却是来自卫星 B）。作为这些寄生互相关极大值的后果，GNSS 接收机可错误地捕获随后不能被跟踪的不合意信号，这通常导致不正确的位置锁定。

[0013] 概述

[0014] 公开了一种用于互相关毛刺减轻的装置和方法。根据一个方面，一种用于互相关毛刺减轻的方法，包括：从多个峰值测量中选取具有第一载波噪声密度估计和第一多普勒偏移测量的第一峰值测量以及具有第二载波噪声密度估计和第二多普勒偏移测量的第二峰值测量以形成对；基于第一载波噪声密度估计和第二载波噪声密度估计来计算载波噪声密度差；基于第一多普勒偏移测量和第二多普勒偏移测量来计算多普勒差；将载波噪声密度差与载波噪声密度阈值作对比；以及将多普勒差与至少一个多普勒阈值作对比。

[0015] 根据另一方面，一种 GNSS 接收机包括用于对多个峰值测量执行互相关测试的数字信号处理器，其中该数字信号处理器包括用于执行以下操作的处理单元：从多个峰值测量中选取具有第一载波噪声密度估计和第一多普勒偏移测量的第一峰值测量以及具有第二载波噪声密度估计和第二多普勒偏移测量的第二峰值测量以形成对；基于第一载波噪声密度估计和第二载波噪声密度估计来计算载波噪声密度差；基于第一多普勒偏移测量和第二多普勒偏移测量来计算多普勒差；将载波噪声密度差与载波噪声密度阈值作对比；以及将多普勒差与至少一个多普勒阈值作对比。在一个方面，GNSS 接收机是 GPS 接收机。

[0016] 根据另一方面，一种包括存储在其上的程序代码的计算机可读介质，包括：用于从多个峰值测量中选取具有第一载波噪声密度估计和第一多普勒偏移测量的第一峰值测量以及具有第二载波噪声密度估计和第二多普勒偏移测量的第二峰值测量以形成对的程序代码；用于基于第一载波噪声密度估计和第二载波噪声密度估计来计算载波噪声密度差的程序代码；用于基于第一多普勒偏移测量和第二多普勒偏移测量来计算多普勒差的程序代码；用于将载波噪声密度差与载波噪声密度阈值作对比的程序代码；以及用于将多普勒差

与至少一个多普勒阈值作对比的程序代码。

[0017] 应当理解,对于本领域技术人员而言,根据以下详细描述,其它方面将变得显而易见,其中示出了描述各个方面作为例示。附图和详细描述应当被认为是示例性的而非限制性的。

[0018] 附图简述

[0019] 图 1 图解了示例性 GNSS 系统。

[0020] 图 2 图解了 GNSS 接收机的示例性框图。

[0021] 图 3 图解了用于减轻 GNSS 接收机中的互相关毛刺的互相关测试的示例性流程图。

[0022] 详细描述

[0023] 以下结合附图阐述的详细描述旨在作为本公开的各个方面的描述,而无意表示仅可实践本公开的方面。本公开中描述的每个方面仅作为本公开的示例或例示来提供,并且不应当一定要解释成优于或胜于其它方面。详细描述包括为了提供对本公开的透彻了解的具体细节。然而,对于本领域技术人员而言,本公开无需这些特定细节也可实现是显而易见的。在一些实例中,众所周知的结构和设备以框图形式示出以避免模糊本公开的概念。首字母缩略词和其它描述性术语仅出于方便和清晰的目的而被使用,且无意限制本公开的范围。

[0024] 本文所描述的各个示例性逻辑块、模块和电路可用一个或多个处理器实现或执行。处理器可以是诸如微处理器的通用处理器、诸如数字信号处理器 (DSP) 的专用处理器、或能够支持软件的任何其它硬件平台。软件应当被宽泛地解释成表示指令、数据结构或程序代码的任何组合,无论引用软件、硬件、中间件、微代码或任何其它术语来述及皆是如此。替换地,处理器可以是专用集成电路 (ASIC)、可编程逻辑器件 (PLD)、现场可编程门阵列 (FPGA)、控制器、微控制器、状态机、分立硬件组件的组合、或其任意组合。本文所描述的各个示例性逻辑块、模块和电路还可包括用于存储软件的计算机可读介质。计算机可读介质还可包括一个或多个存储设备、传输线、或其他物理介质。

[0025] GNSS 接收机系统

[0026] 图 1 图解了示例性 GNSS 系统 100,该系统包括用于通过 GNSS 天线 103 从多个 GNSS 源 104、105、106、107 接收多个收到信号的 GNSS 接收机 102。通常,为了确定 GNSS 接收机 102 的三维位置以及求解 GNSS 接收机时钟偏差,至少需要四个 GNSS 源。然而,本领域技术人员将理解,可见 GNSS 源的数目可能比图 1 中例示的四个多或少。在接收收到信号之后,GNSS 接收机 102 处理收到信号以得到位置估计。

[0027] 图 2 图解了 GNSS 接收机 200 的示例性框图。图 2 示出了接收机的具体实现并描述处理 CDMA 卫星信号的示例。其他实现是可能的;例如,接收机还可处理频分复用信号(诸如 GLONASS),并且可不同地执行处理(例如,下变频和处理可被不同地执行)。所例示的 GNSS 接收机 200 包括以下组件:GNSS 天线 202、前置滤波器/前置放大器 204、频率变换器 206、频率基准单元 208、模数 (A/D) 转换器 210、数字信号处理器 (DSP) 212、导航处理器 214 和控制/显示单元 216。GNSS 源 104、105、106、107 所传送的 RF (CDMA) 信号被 GNSS 天线 202 接收并输入到前置滤波器/前置放大器 204 以供宽带频率选择和低噪声放大,从而产生经滤波 CDMA 信号 205。经滤波 CDMA 信号 205 随后被输入频率变换器 206 以降低中心频率并产生下变频 CDMA 信号 207。下变频 CDMA 信号 207 被输入 A/D 转换器 210 以产生数字化 CDMA

信号 211。数字化 CDMA 信号 211 随后被输入 DSP 212。DSP 212 包含 N 个并行信号处理通道,以同时跟踪至多来自 N 个 GNSS 源的载波频率和 PN 码。DSP 212 将数字化 CDMA 信号 211 与基准函数相关以生成峰值测量。本领域技术人员应理解,数量 N 可以是任何对于特定应用或系统而言可行的数目。每个信号处理通道包含 PN 码环路和载波相位跟踪环路,这些环路执行 PN 码和载波相位测量以及导航消息数据解调。在一个方面,每个信号处理通道产生与 GNSS 源和 GNSS 接收机相对距离有关的伪距测量 212a。在另一方面,每个信号处理通道产生与 GNSS 源和 GNSS 接收机相对速度有关的多普勒偏移测量 212b。伪距测量 212a、多普勒偏移测量 212b 和经解调导航消息数据 212c 随后被输入导航处理器 214。导航处理器 214 接受伪距测量 212a、多普勒偏移测量 212b 和经解调导航消息数据 212c,并产生位置估计 215。位置估计 215 随后被输入到控制 / 显示单元 216 以向用户显示。另外,GNSS 接收机 200 包括频率基准单元 208,后者为频率变换器 206 生成频率基准、为 A/D 转换器 210 生成采样时钟、以及为 DSP 212 生成数字时基信号。

[0028] 在一个方面,GNSS 接收机 200 在 DSP 212 中包括多个相关器 222,诸如数字相关器或匹配滤波器。数字相关器被匹配于每个 GNSS 源所发射的每个 RF 信号的唯一性 PN 码,并被用于在各个 GNSS 源所发射的多个同时存在的 RF 信号当中作出区分。

[0029] 在一个方面,控制 / 显示单元 216 提供 GNSS 接收机 200 与用户之间的人类用户接口。控制 / 显示单元 216 准许操作者的数据输入、显示状态和导航方案参数并准许访问数个导航函数。在一个方面,控制 / 显示单元 216 提供由导航处理器 214 计算的位置估计 215。在一个方面,控制 / 显示单元 216 被耦合至外部输入 / 输出设备 (未示出)——诸如但不限于通信收发机,以将经处理的数据传送给远程处理器或用户。

[0030] 在一个方面,频率基准单元 208 接受来自导航处理器 214 或其他处理器的时基校正以校正频率误差。在一个方面,在 DSP 212 内执行时基校正。

[0031] 如以上所述的,本领域技术人员将理解,图 2 中所示的组件仅作为示例示出,且 GNSS 接收机可包括比图 2 中所示的更少的组件,但仍落在本公开的精神和范围内。类似地,GNSS 接收机可包括未在图 2 中示出的附加组件,或者 GNSS 接收机可包括图 2 中所示的组件中的一些以及未在图 2 中示出的一些其他组件,但仍落在本公开的精神和范围内。在一个示例中,GNSS 接收机 200 可包括处理器单元 213。在图 2 中例示的示例中,处理器单元 213 是数字信号处理器 212 的部分。在一些实现中,处理器单元 213 是与数字信号处理器 212 分开的组件。处理器单元 213 可提供对 GNSS 接收机的整体控制和管理功能。在一个方面,处理器单元 213 包括中央处理单元 (CPU)、存储器和相关联的软件。在一个方面,GNSS 接收机是 GPS 接收机。

[0032] GNSS 信号格式

[0033] 每个收到信号 (由 GNSS 接收机接收的) 可被表示为以下形式:

[0034]

$$G_k(t) = A_k M_k(t-d) P_k(t-d, R_k) \exp[j(2\pi f_k t + \phi_k)] \quad (1)$$

[0035] 其中 A_k 为来自 GNSS 源 k 的信号振幅; P_k 为 GNSS 源 k 的 PN 码; M_k 为 GNSS 源 k 的导航消息数据; f_k 为载波频率; ϕ_k 为载波相位,d 为可被解释为抵达时间的时延, R_k 为归因于 GNSS 源 k 的多普勒效应的码片率的频率偏移 (称为多普勒偏移)。通过特定数学最优化技术来选择获得低互相关特性的 PN 码 P_k 。在一个方面,PN 码 P_k 被选择成具有低互相关特

性的 Gold 码。

[0036] 在一个方面,尽管所有 GNSS 源在相同频率下发射其 RF 信号(由于使用原子基准频率),但是 GNSS 接收机 200 所见的载波频率 f_k 可能因不同的多普勒偏移而不同。多普勒偏移还使得 PN 码具有略有不同的码片率,如式 (1) 中的参数 R_k 所指示的。在一个方面,GNSS 源是 GPS 源,而 GNSS 接收机是 GPS 接收机。诸 GNSS 源的多普勒偏移通常在特定时间上全都不同,且一特定 GNSS 源的多普勒偏移随时间而变化。

[0037] 相关处理

[0038] GNSS 接收机 200 通过将收到信号与本地基准函数 $f(t) = P_k(t)$ 相关来确定合意信号的抵达时间。例如,假定上式 (1) 的载波频率 f_k 已知(或被正确估计),则式 (1) 的 f_k 可被设为零。在不存在噪声时,如果将 G_k 乘以本地基准 $P_k(t-s, 0)$ (假定 R_k 很小),且随后在使得 m_k 不变的若干 PN 帧的时段上积分,则结果为下式 (2):

[0039]

$$r_{kk}(d, s, R_k) = A_k M_k(t-d) \exp^{j\varphi_k} \int_0^T P_k(t-d, R_k) P_k(t-s, 0) dt \quad (2)$$

[0040] 其中本地基准函数具有关于公共时间原点的相对时延 s 。实际上,相关处理通过将 s 设成不同假言时延来执行式 (2) 中的积分。如果本地基准函数在时延上与合意信号对准,则 $s = d$, 且式 (2) 中的被积函数被最大化以得到 $r_{kk}(d, s, R_k)$ 的最大合意相关值。如果 s 不等于 d , 则被积函数未被最大化,且以伪随机的方式在零附近变动。在其中 $T = N T_c$ (其中 T_c 为 PN 码的码片持续时间且 N 为整数)的情形中,当 $s = d$ 时,式 (2) 简化成

[0041]

$$r_{kk}(d, s, R_k) = A_k M_k(t-d) \exp^{j\varphi_k} N T_c. \quad (3)$$

[0042] 捕获处理可通过就不同时延假言 s 执行式 (2) 的相关操作来确定合意信号的抵达时间。产生最大合意相关输出的时延值 $s = d$ 是对合意信号抵达时间的估计。在一个方面,相关处理在 DSP 212 中被执行为串行相关、并行相关或通过匹配滤波来执行。

[0043] 干扰考虑因素

[0044] 以上讨论假定基准函数和合意信号采用相同的 PN 测距码。通常,合成收到信号还包含具有不同 PN 测距码和多普勒频率偏移的其他 GNSS 信号。作为示例,具有 PN 码 P_q 的 GNSS 源 q 与同源 k 相关联的不同码 P_k 相关产生由以下给出的互相关输出

[0045]

$$r_{kq}(d, s, R_q) = A_q M_q(t-d) \exp^{j\varphi_q} \int_0^T P_q(t-d, R_q) P_k(t-s, 0) \exp^{j2\pi\delta t} dt \quad (4)$$

[0046] 其中 δ 为归因于基准函数 $f(t) = P_k(t)$ 与不合意 GNSS 源 q 之间的失配的残余频率误差。

[0047] 尽管通常式 (4) 中的被积函数因 PN 测距码 P_q 和 P_k 的低互相关特性而相比于 1 是较小的,但是如果干扰振幅 A_q 在一些时延 s 上相比于合意振幅 A_k 较大,则互相关输出 r_{kq} 仍可能较大于自相关输出 r_{kk} 。当合意信号被阻挡或因传播环境而被严重衰减时,式 (4) 的互相关毛刺对于 GNSS 接收机而言会表现为假信号。因此,期望检测互相关毛刺的存在性并降低它们对合意信号的捕获和处理的影响。

[0048] 当在相对于另一 GNSS 源的搜索频率的特定频率上接收到强干扰 GNSS 源时,产生互相关毛刺。互相关毛刺需要被标识并从测量中移除以确保良好的性能。在一个方面,互

相关测试是基于这样的事实：互相关毛刺和真峰值测量在强度和频率上具有某些差异。在一个方面，获得来自各对 GNSS 源（例如，跨越每两个 GNSS 源的各个对）的峰值测量，且如果 C/No（载波噪声密度）差和多普勒差落在任一掩码（mask）内（即，落在为互相关测试的定义的阈值内），则互相关测试将弱峰值测量标识为互相关毛刺。

[0049] 图 3 图解了用于减轻 GNSS 接收机中的互相关毛刺的互相关测试的示例性流程图。互相关算法将所报告的峰值测量与数据库中的所有其他 GNSS 源的峰值测量作对比。在一个示例中，数据库可包括测量数据库和分开的候选数据库，其中候选数据库存储被确定可能为真峰值的峰值测量。在测试中不合格的峰值测量被标记为互相关毛刺，且被移除而不作进一步处理。

[0050] 在一个方面，互相关测试对于任何采样速率而言是相同的。其输入为两个峰值测量（例如，与两个峰值测量相关联的 C/No 估计、多普勒估计、相干和非相干积分时间），且其输出是这两个输入峰值测量中的任一个是否为互相关毛刺。

[0051] 在框 305，发起互相关测试以行进至框 310。在框 310，选择一个 GNSS 源峰值测量和第二 GNSS 源峰值测量以形成 GNSS 对，并在随后行进至框 315。在框 315，通过对比与 GNSS 源峰值测量相关联的 C/No 估计来确定该 GNSS 对中较强 GNSS 源峰值测量和较弱 GNSS 源峰值测量。在框 317 中，将与较弱 GNSS 源峰值测量相关联的 C/No 估计同非互相关阈值（ $Th_{\text{非互相关}}$ ）作对比。在一个示例中， $Th_{\text{非互相关}}$ 为 37dB-Hz。如果与较弱 GNSS 源峰值测量相关联的 C/No 估计大于 $Th_{\text{非互相关}}$ ，则行进至框 355。在此情形中，较弱 GNSS 源峰值测量不是互相关毛刺。另一方面，如果与较弱 GNSS 源峰值测量相关联的 C/No 估计不大于 $Th_{\text{非互相关}}$ ，则行进至框 320。在框 320 中，通过从较弱 GNSS 源峰值测量的 C/No 减去较强 GNSS 源峰值测量的 C/No 来计算 C/No 差。

[0052] $(C/No)_{\text{差}} = (C/No)_{\text{弱}} - (C/No)_{\text{强}}$

[0053] 在框 325，基于与 GNSS 源峰值测量相关联的多普勒偏移测量来计算多普勒差，并在随后行进至框 330。在一个示例中，使用模 1kHz 算术。

[0054] $Dopp_{\text{差}} = Dopp_{\text{弱}} - Dopp_{\text{强}}$

[0055] $Dopp_{\text{弱}}$ 为与较弱 GNSS 源峰值测量相关联的多普勒偏移测量。 $Dopp_{\text{强}}$ 为与较强 GNSS 源峰值测量相关联的多普勒偏移测量。

[0056] 在框 330，基于较弱 GNSS 源的搜索模式从互相关掩码表选择掩码（亦称为阈值）值集合（ $\Delta(C/No)$ ——载波噪声密度阈值、 $\Delta DoppA$ ——最小多普勒阈值和 $\Delta DoppB$ ——最大多普勒阈值）。在一个示例中，不同的掩码值集合被包括在互相关掩码表中。不同的掩码值集合被用于较弱 GNSS 源的不同搜索模式。本领域技术人员应当理解，可基于系统应用或设计选择来选取特定掩码值而不影响本公开的精神和范围。

[0057] 在框 335 和 340 中，将计算出的 C/No 差和多普勒差（即， $(C/No)_{\text{差}}$ 和 $Dopp_{\text{差}}$ ）与在框 330 选择的掩码（亦称为阈值）值（ $(\Delta(C/No))$ 、 $\Delta DoppA$ 和 $\Delta DoppB$ ）作对比。具体而言，在框 335，确定 C/No 差的绝对值——即 $(C/No)_{\text{差}}$ ——是否超过或等于 $\Delta(C/No)$ 。若否，则行进至框 345。若是，则行进至框 340。在框 340，确定多普勒差 $Dopp_{\text{差}}$ 的绝对值模 1kHz 是否超过或等于 $\Delta DoppA$ 。本领域技术人员将理解，模 1kHz 被选择作为示例，且其他模值可被使用而不影响本公开的精神和范围，这取决于 GNSS 系统的参数。如以上所述的，对于 GPS，1kHz 及其倍数的多普勒差与较大的互相关相关联。如果多普勒差 $Dopp_{\text{差}}$ 的绝对值不

超过或等于 ΔDoppA , 则行进至框 345。如果多普勒差 $\text{Dopp}_{\text{差}}$ 的绝对值模 1kHz 超过或等于 ΔDoppA , 则确定多普勒差 $\text{Dopp}_{\text{差}}$ 的绝对值模 1kHz 是否小于或等于 ΔDoppB 。再次地, 本领域技术人员将理解, 模 1kHz 被选择作为示例, 且其他模值可被使用而不影响本公开的精神和范围。如果多普勒差 $\text{Dopp}_{\text{差}}$ 的绝对值不小于或等于 ΔDoppB , 则行进至框 345。如果多普勒差 $\text{Dopp}_{\text{差}}$ 的绝对值小于或等于 ΔDoppB , 则行进至框 350。在一个方面, 多普勒差 $\text{Dopp}_{\text{差}}$ 的比较是首先关于 ΔDoppA 并随后关于 ΔDoppB 值作出的。在另一个方面, 多普勒差 $\text{Dopp}_{\text{差}}$ 的比较是首先关于 ΔDoppB 并随后关于 ΔDoppA 值作出的。在所示的示例值中, 多普勒差 $\text{Dopp}_{\text{差}}$ 在 0 到 500Hz 之间。用于框 335 和 340 中的计算的伪代码的一个示例如下:

```
[0058]  cn0_diff = sv1- > c_n0-sv2- > c_n0 ;
[0059]  cn0_diff = ABS_VAL(cn0_diff) ;
[0060]  freq_diff_modlk = ABS_VAL(sv1- > doppler-sv2- > doppler) %
[0061]  1000 ;
[0062]  if(freq_diff_modlk >= 500)
[0063]  {
[0064]  freq_diff_modlk = 1000-freq_diff_modlk ;
[0065]  }
```

[0066] 其中 sv1 是 GNSS 源, 而 sv2 是另一 GNSS 源。

[0067] 在框 350, 将较弱峰值测量标识为互相关毛刺并行行进至框 355。在框 345, 确定是否已被测试了互相关掩码表中的所有有关掩码值。在一个示例中, 不同的掩码值集合被包括在互相关掩码表中。不同的掩码值集合被用于较弱 GNSS 源的不同搜索模式。本领域技术人员应当理解, 可基于系统应用或设计选择来选取特定掩码值而不影响本公开的精神和范围。若否, 则行进至框 330。若是, 则行进至框 355。在框 355, 确定是否已核查了所有 GNSS 对, 即是否根据图 3 中所例示的示例性框对所有 GNSS 对测试了互相关。如果尚未核查所有 GNSS 对, 则返回至框 310 以针对所有未核查 GNSS 对继续算法。如果已核查了所有 GNSS 对, 则行进至框 360 以结束互相关测试。

[0068] 对于互相关掩码表中列出的不同模式, 在框 310 中选取的两个 GNSS 源峰值测量可能不同。每当其接收峰值测量时, 执行互相关测试。由于所有已知可见 GNSS 源被连续跟踪, 因此观测任何互相关 GNSS 源是在观测到其互相关极大值不久之前。在一个方面, 为了避免在互相关测试中使用旧的 GNSS 源峰值测量, 在选择 GNSS 源峰值测量时还使用定时器核查算法。

[0069] 在一个方面, 定时器核查算法包括以下:

[0070] 1) 将刚从第一 GNSS 源接收到的第一 GNSS 源峰值测量输入到图 3 的框 310 中。
[0071] 2) 如果满足以下条件, 则将第二 GNSS 源峰值测量从数据库输入到图 3 的框 310 中:

[0072] 定时器核查: 假定第一 GNSS 源峰值测量或第二 GNSS 源峰值测量中较弱的一者是在 L 秒总积分之后观测的, 且假定其是在观测时间 $t_{\text{弱}}$ 观测的。假定第一 GNSS 源峰值测量或第二 GNSS 源峰值测量中较强的一者是在观测时间 $t_{\text{强}}$ 观测的。

[0073] 如果 $t_{\text{弱}} - t_{\text{强}} < (L+h)$, 则认为“通过”定时器核查, 其中 $(L+h)$ 是定时器核查阈值。在一个示例中, h 被设为 2 秒。

[0074] 一旦两个 GNSS 源峰值测量被输入到框 310 以运行互相关测试（图 3），如果第一 GNSS 源峰值测量没有通过互相关测试，则丢弃第一 GNSS 源峰值测量。如果第二 GNSS 源峰值测量没有通过互相关测试，则从数据库中丢弃第二 GNSS 源峰值测量。因此，在一个方面，互相关测试用于丢弃刚收到的峰值测量和已存储在数据库中的峰值测量。

[0075] 在一个方面，为了改进首次锁定时间（TTFF），无需等待所有 GNSS 源的互相关测试都完成。

[0076] 在一个示例，执行以下四步搜索以提供 GNSS 源测量：

[0077] 1. 在宽的频率和时间窗中执行捕获搜索以找到峰值。

[0078] 2. 对照所有已知 GNSS 源测量对找到的峰值执行互相关测试。此步骤可防止对互相关毛刺调度过多不必要的验证搜索。仅不是互相关的峰值将行进至下一步。

[0079] 3. 在小的频率和时间搜索窗中执行验证搜索以验证峰值。

[0080] 4. 继成功验证搜索之后，对峰值执行互相关测试。如果峰值通过互相关测试，则将其存储在测量数据库中并在位置锁定计算中使用它。

[0081] 如果怀疑在测量数据库中不存在强 GNSS 源峰值测量，则在步骤 2（上面）必须等待完成对所有 GNSS 源的所有搜索。这会延迟将有效峰值输入测量数据库，由此使首次锁定时间（TTFF）降级。在一个方面，为了改进 TTFF，如果 GNSS 源峰值测量满足以下标准中的任一个，则对 GNSS 源峰值测量执行验证搜索（上面的步骤 3）而不执行上面步骤 2 中的互相关测试：

[0082] a. 如果 GNSS 源峰值测量具有比第一预定 C/No 阈值高的估计 C/No。在一个示例中，第一预定 C/No 阈值被设为 37dB-Hz。在一个方面，第一预定 C/No 阈值是非互相关阈值（ $Th_{\text{非互相关}}$ ）。

[0083] b. 如果在已搜索了大于预定数量的频率带之后关于 GNSS 源仅找到一个 GNSS 源峰值测量，且估计 C/No 高于第二预定 C/No 阈值。在一个示例中，频率带的预定数量被设为 5。在一个示例中，第二预定 C/No 阈值被设为 $(30+x)$ dB-Hz，其中 x 是基于具体应用和系统参数来确定的。

[0084] 在上述中，总时间和频率不定性可被分成多个段，且每个段跨越特定时间和频率不定性（空间）。频率带指的是特定段，因此搜索频率带指的是将收到信号与覆盖时间和频率不定性的特定段的一组本地基准信号相关。估计强干扰源很可能导致不止单个的互相关毛刺。本领域技术人员应当理解，C/No 阈值和频率带搜索的数量可基于具体应用、系统参数和误差容限来设置。一种用于确定是否执行验证搜索的示例性算法如下：

[0085] bool 调度_验证_搜索() {

[0086] /* 最大峰值大于绝对非互相关阈值 */

[0087] if(max_peak > 37dBHz) {

[0088] 调度对 max_peak 的验证，且不从候选数据库移除此峰值；

[0089] 在候选数据库中标记此峰值以避免重新验证它；

[0090] 返回真；

[0091] }

[0092] /* 候选列表中仅一个峰值大于 $30+x$ dB-Hz，基本无疑一有效峰值。 x 的保

[0093] 守值为 2，且 A ** 软件设置 $x = 0$ */

```
[0094]    if( 候选列表中峰值数目 = 1)AND(peak > 30+x dB-Hz)AND( 频率
[0095]    带数目 >= 5)) {
[0096]        调度对峰值的验证,且不从候选数据库移除此峰值 ;
[0097]        在候选数据库中标记此峰值以避免重新验证它 ;
[0098]        返回真 ;
[0099]    }
[0100]    / * 或者候选列表中有多个峰值低于绝对非互相干阈值、或者找到一个弱峰值
[0101]    或没有找到峰值。可能具有互相关、扰乱或噪声假警报 + 有效峰值。等待直
[0102]    至所有 SV 完成之后才对通过互相关掩码的峰值调度可能的验证 * /
[0103]    返回假 ;
[0104]    }
[0105]    其中 SV 代表 GNSS 源而 A * * 代表特定示例。
[0106]    在一个方面,对于每个 GNSS 源可找到多个候选峰值测量。当 GNSS 源峰值测量的
    数目很大时,运行互相关测试可能要相当的计算量。在一个方面,使用最优化办法来分组
    GNSS 源峰值测量以减少计算量。GNSS 源峰值测量根据其 C/No 值来分成 3 组 ( 组 A、组 B 和
    组 C)。两个 C/No 阈值是基于具体应用、系统参数和误差容限来选择的。
[0107]    组 A 包括 C/No 估计大于 C/No 阈值 #1 的峰值测量。C/No 阈值 #1 被选择成使得可
    能组 A 中的峰值测量不会是互相关毛刺,但可以是互相关源峰值。
[0108]    组 B 包括 C/No 估计介于 C/No 阈值 #1 与 C/No 阈值 #2 之间的峰值测量。C/No 阈
    值 #1 和 C/No 阈值 #2 被选择成使得可能组 B 中的峰值测量既不会是互相关毛刺也不会是
    互相关源峰值。
[0109]    组 C 包括 C/No 估计小于 C/No 阈值 #2 的峰值测量。C/No 阈值 #2 被选择成使得组
    C 中的峰值测量可以是互相关毛刺,但不会是互相关源峰值。
[0110]    在一个示例中,C/No 阈值 #1 被设为 41dB-Hz,且 C/No 阈值 #2 被设为 37dB-Hz。
[0111]    给定分组,在不同组的峰值测量之间运行互相关测试。互相关测试无需在同一组
    内的峰值测量之间运行。在一个示例中,互相关测试在组 A 中的峰值测量与组 C 中的峰值测
    量 ( 来自不同 GNSS 源 ) 之间运行,因为假定仅组 C 中的峰值测量是潜在可能的互相关毛刺
    并且可被消去。通过仅在不同组的峰值测量之间执行互相关测试,可显著减少计算量。在
    一个方面,根据 C/No 值来对组 A 中的峰值测量进行排序,且互相关测试始于组 A 中具有最
    高 C/No 值的峰值测量。这在众多峰值测量是源自几个强 GNSS 源的情形中特别有效。用于
    确定分组的示例性伪代码如下 :
[0112]    假定 x[32][5] 包含找到的峰值。候选列表中每 SV 的 5 个峰值无需按 C/No
[0113]    排序
[0114]    创建 3 个用来存储组 A、B 和 C 的索引的列表 ;称其为列表 A、B、C。
[0115]    x[32][5] 中的每个峰值应当被赋予全局索引,例如,可使用 svID * 5+pkID,
[0116]    其将索引从 0 到 159 的峰值。
[0117]    / * 构建列表 A、B、C * /
[0118]    for(svID = 0 ;svID < 32 ;svID++)
[0119]    {
```

```
[0120]     for(pkID = 0 ;pkID < 5 ;pkID++)
[0121]     {
[0122]         if(x[svID][pkID] 包含一峰值)
[0123]         {
[0124]             if(x[svID][pkID]- > CNo > 41dB-Hz)
[0125]             {
[0126]                 将峰值索引 (例如, svID * 5+pkID) 添加到列表 A 中
[0127]             }
[0128]             else if(x[svID][pkID]- > CNo > 37dB-Hz)
[0129]             {
[0130]                 将峰值索引添加到列表 B 中
[0131]             }
[0132]             else
[0133]             {
[0134]                 将峰值索引添加到列表 C 中
[0135]             }
[0136]         }
[0137]     }
[0138] }

[0139] 任选地,基于 C/No 对列表 A 中的峰值索引进行排序,结果具有最大 C/No 的
[0140] 峰值是列表 A 中的第一项。
[0141] /* 在组 A 与组 C 之间运行互相关测试,以消除组 C 中潜在可能的互相关 */
[0142] 设置指向列表 A 中的第一峰值的 ptr_A ;
[0143] While( 列表 A 中有峰值 )
[0144] {
[0145]     从列表 A 中 ptr_A 指向的索引开始,获得 src_svID 和 src_pkID ;
[0146]     设置指向列表 C 中的第一峰值的 ptr_C ;
[0147]     While( 列表 C 中有峰值 )
[0148]     {
[0149]         从列表 C 中 ptr_C 指向的索引开始,获得 meas_svID 和 meas_pkID ;
[0150]         /* 仅运行与来自其他 SV 的峰值的互相关测试 */
[0151]         if(src_svID != meas_svID)
[0152]         {
[0153]             /* 函数 pk_is_xcorr() 实现章节 2 中的互相关测试算法
[0154]         * /
[0155]             调用函数 pk_is_xcorr() ;
[0156]             if(meas_svID 为互相关)
[0157]             {
[0158]                 /* 持续从列表 C 中删除互相关峰值,由此减少稍后的计算 */
```

[0159] 从列表 C 中移除其索引；
[0160] }
[0161] }
[0162] 将 ptr_C 移至指向列表 C 中的下一峰值；
[0163] }
[0164] 将 ptr_A 移至指向列表 A 中的下一峰值；
[0165] }
[0166] 通过互相关测试和验证搜索合格的峰值是
[0167] 列表 A 中的峰值
[0168] 列表 B 中的峰值
[0169] 列表 C 中的峰值（已从组 C 中移除互相关峰值）
[0170] 其中 SV 是 GNSS 源。

[0171] 本领域技术人员应当理解，本公开可应用于 GPS 源和相应 GPS 接收机而不影响本公开的范围或精神。提供了以上对所公开的方面的描述是为了使得本领域任何技术人员皆能够制作或使用本公开。对这些方面的各种修改容易为本领域技术人员所显见，并且在此所定义的普适原理可被应用于其它方面而不会脱离本公开的精神或范围。

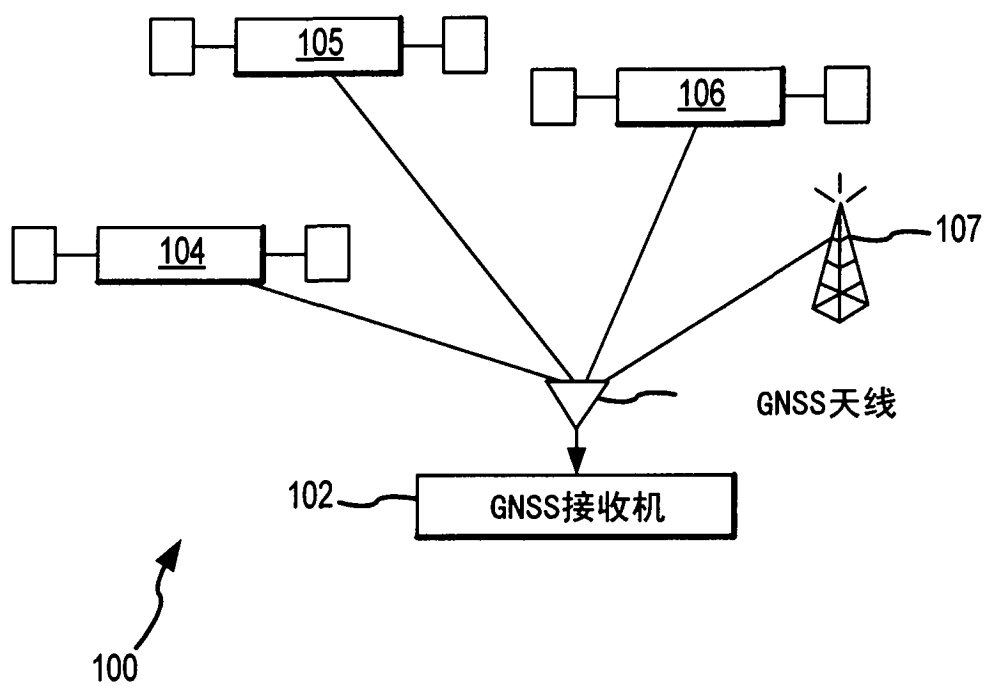


图 1

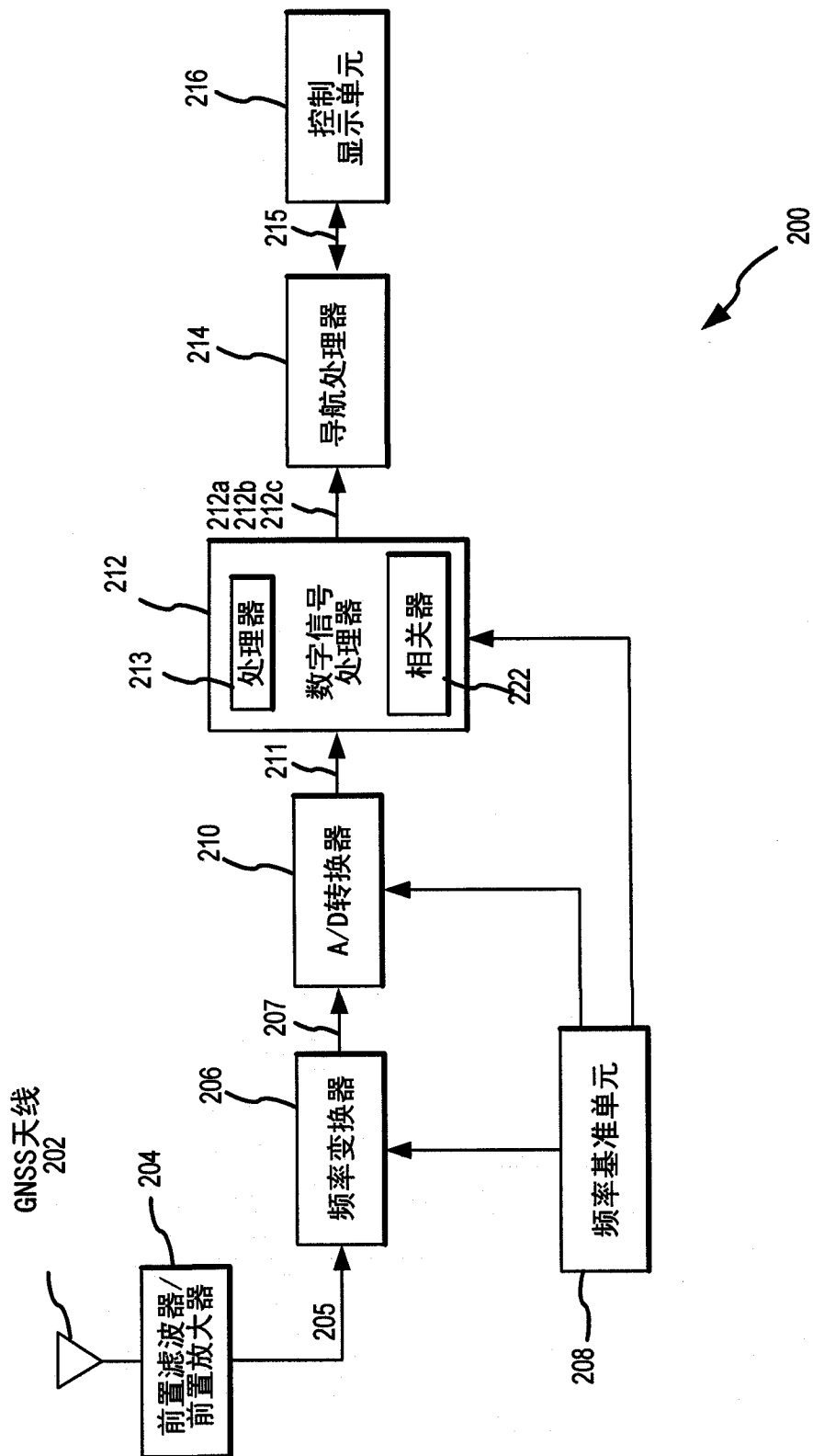


图 2

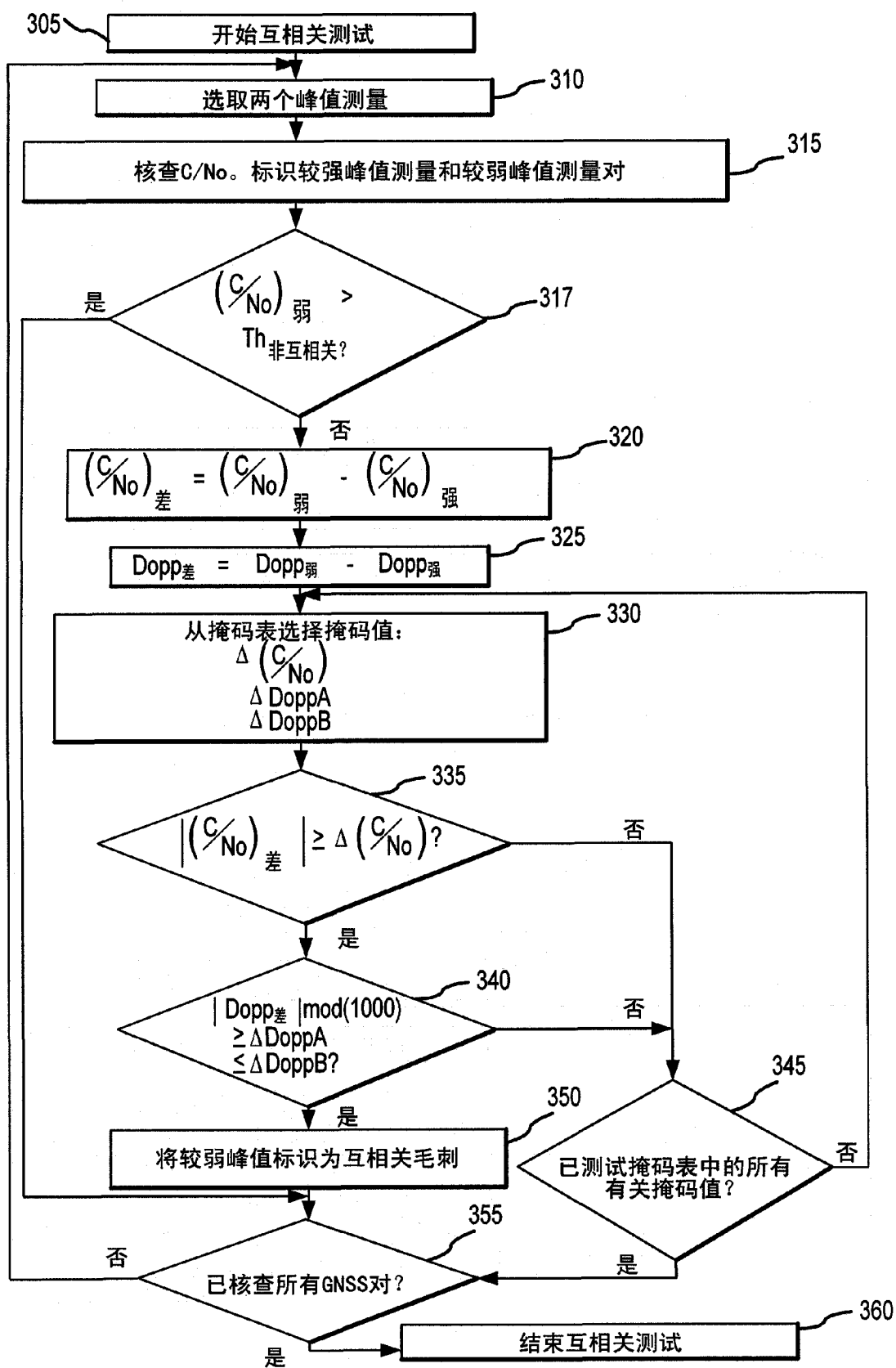


图 3