



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101025439 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 200710089630. 0

G01S 5/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2000. 01. 24

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 5815539 A, 1998. 09. 29, 说明书第 3-6  
栏, 第 8 栏.

09/241, 334 1999. 02. 01 US

CN 1113619 A, 1995. 12. 20, A.  
US 5402450 A, 1995. 03. 28,

(62) 分案原申请数据

审查员 张亚玲

00805127. 5 2000. 01. 24

(73) 专利权人 施耐普特拉克股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 L·希恩布拉特 N·F·克拉斯纳

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 刘佳

(51) Int. Cl.

G01S 1/00 (2006. 01)

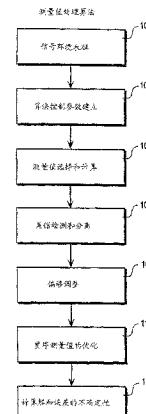
权利要求书1页 说明书17页 附图13页

(54) 发明名称

用于卫星定位系统 (SPS) 信号测量值处理的方法和装置

(57) 摘要

本发明揭示了用于卫星定位系统 (SPS) 信号测量值处理的方法和装置。SPS 接收机接收从相应的多个 SPS 卫星发出的多个 SPS 信号。表征 SPS 接收机所在位置对应的信号环境以产生信号环境数据。在一个典型的实施例中, 搜索信息源, 如基于蜂窝网的数据库, 以检索能给出 GPS 接收机大概位置的信号环境数据。可以通过蜂窝式无线通信中的小区站点位置确定该大概位置, 该蜂窝式无线通信带有与 GPS 接收机在同一地点的蜂窝通信装置。定义一个或多个关于卫星信号信号特征的参数。用信号环境数据确定参数的门限值。测量多个卫星发出的各个卫星信号到达时间的代码相位。用参数的门限值检验表示测量到的到达时间的数据, 以产生一组到达时间, 从中计算出 GPS 接收机的位置坐标。此外还描述了本发明其它实施例的其它方法和装置。



B

CN 101025439 B

CN

1. 一种处理卫星定位系统 (SPS) 信号的方法, 其特征在于, 所述方法包括以下步骤 :  
为来自第一 SPS 卫星的第一组 SPS 信号确定第一可能相关峰值 ;  
为来自所述第一组 SPS 信号确定第二可能相关峰值 ;  
从所述第一可能相关峰值和所述第二可能相关峰值中的一个, 得到表示所述第一组 SPS 信号到达时间的测量值。
2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述第二可能相关峰值在时间上跟随在所述第一可能相关峰值之后。
3. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述第二可能相关峰值由一个反射 SPS 信号产生。
4. 如权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 表示所述到达时间的所述测量值来自所述第一可能相关峰值。

## 用于卫星定位系统 (SPS) 信号测量值处理的方法和装置

[0001] 本申请是 2000 年 1 月 24 日提交的申请号为 00805127.5，申请名称为《用于卫星定位系统 (SPS) 信号测量值处理的方法和装置》的申请的分案申请。

[0002] 参照相关发明

[0003] 该申请是 1998 年 7 月 2 号提交的、序号为 09/109,112 待批申请的部分连续。

### 技术领域

[0004] 本发明一般涉及卫星定位系统的领域，例如全球定位系统 (GPS) 接收机，以及更特别地涉及处理 SPS 信号。

### 背景技术

[0005] 全球定位系统 (GPS) 接收机通常通过计算信号到达的时间确定它们的位置，这些信号是从多个 GPS ( 或 NAVSTAR ) 卫星中同时发送的。这些卫星发送作为它们部分信息的卫星定位数据和时钟定时数据，所有叫作“天文历”数据。搜索和捕获 GPS 信号、读多个卫星的天文历数据以及从这些数据中计算出接收机位置的过程是消耗时间的，通常需要几分钟。在很多情况下，这么长的处理时间是不能接受的，此外，在小型化的便携式应用中它还大大地限制了电池的寿命。

[0006] GPS 接收系统有两个主要功能。第一个是计算各种各样卫星的伪距，第二个是用这些伪距和卫星的定时和天文历数据计算接收机的位置。伪距只是本地时钟测量的卫星信号到达的时间。伪距的定义有时也叫作代码相位。一旦捕获或追踪到 GPS 信号就从中提取出卫星天文历和定时数据。如上所述，收集该信息通常需要相当长的时间 (30 秒到几分钟)，而且为了得到低差错率必须由较好的接收信号电平完成。

[0007] 大部分 GPS 接收机利用相关法计算伪距。通常用硬件相关器实时执行这些相关法。GPS 信号包括高重复率的信号叫作伪随机序列。民用的代码叫作 C/A ( 粗略 / 捕获 ) 代码，且具有 1.023MHz 的二进制反相率或“码片”率，以及对于每一毫秒的代码周期有 1023 片码片的重复期。该代码序列属于金代码 (Gold code) 族，每个 GPS 卫星发送一个信号连同一个唯一的金代码。

[0008] 对于从给出的 GPS 卫星接收到的信号，在变成基带的下变频过程之后，相关接收机用适当金代码的已存复制品乘接收信号，该金代码包含在其本地存储器中，然后积分或低通滤波该结果，以得到有信号存在的指示。该过程叫作“相关”操作。通过按时调整与接收信号相关的已存复制品的相对定时，和观察相关输出，接收机能确定接收信号和本地时钟的延迟时间。对于该输出存在的初始确定叫作“捕获”。一旦发生捕获，该过程进入“追踪”阶段，其中为了保持高相关输出本地参考的定时要作很小的调整。追踪阶段的相关输出可以认为是移去伪随机代码的 GPS 信号，或者用一般的术语“去扩展”。该信号是窄带的，带宽相当于 50bit 每秒二进制移相键控 (BPSK) 数据信号，它叠加在 GPS 的波形上。

[0009] 相关捕获过程很耗时，尤其在接收信号很弱时。为了改进捕获时间，大部分 GPS 接收机利用多个相关器 ( 典型的接近 36 个 )，它允许并行搜索相关峰值。

[0010] 典型地将相关 GPS 接收装置设计成在开放空间接收 GPS 信号,因为卫星信号是直视形的,因此会被金属和其它材料挡住。改良的 GPS 接收机提供的信号灵敏度,允许室内跟踪 GPS 卫星信号,或者在存在很弱的多路径信号和全反射信号下跟踪。但是捕获这些弱信号的能力引起了其它问题。例如,同时追踪强弱信号可能使接收机锁定到一个不是真正信号的互相关信号。可能捕获一个较强的互相关峰值,而不是找出较弱的真正峰值。追踪一个较弱的卫星信号不能保证它是直接信号。该弱信号可能是反射信号或是直接信号和间接信号的组合。该组合信号被看做是多路径信号。反射信号的路径通常比直接信号的路径长。该路径长度的不同使反射信号到达时间的测量值被延迟了,或者使相应代码相位的测量值包含一个正向的偏移。一般偏移量的大小与反射和直接路径间的相关延迟成比例。直接信号分量的可能缺少使现有的多路径缓和技术(例如窄相关器或选通相关器)作废。

[0011] 因此令人满意的是提供一种最佳地利用各种已有数据得到最佳位置结果的测量值处理算法。

## 发明内容

[0012] 本发明揭示了用于 SPS 信号测量值处理的方法和装置。在本发明的一个实施例中, GPS 接收机接收从相应的多个 GPS 卫星发出的多个 GPS 信号。表征该 GPS 接收机所在位置的信号环境,以产生信号环境数据。在一个典型的实施例中,搜索信息源,如基于蜂窝网的数据库,以检索能给出 GPS 接收机大概位置的信号环境数据。可以通过蜂窝式无线通信中的小区站点位置确定该大概位置,该蜂窝式无线通信带有与 GPS 接收机在同一地点的蜂窝通信装置。定义一个或多个关于卫星信号信号特征的参数。用信号环境数据确定参数的门限值。测量多个卫星发送的各个卫星信号到达时间的代码相位。用参数的门限值检验表示测量出到达时间的数据,以产生一组到达时间,从中计算出 GPS 接收机的位置结果。

[0013] 在本发明的另一实施例中,表征 GPS 接收机所在位置信号环境,以产生信号环境数据。该信号环境数据反映了 SPS 信号在该位置传播的方式。该信号环境数据用于确定至少一个处理值,它用于依次处理表示 GPS 接收机接收到 SPS 信号的数据。

[0014] 在本发明的一个特殊实施例中,用基于信息源的小区(例基于蜂窝电话网的数据库)确定信号环境数据,该数据表示 SPS 信号在 SPS 接收机所在位置传播的方式,位于该位置的 SPS 接收机用信号环境数据确定的方式处理 SPS 信号。

[0015] 在本发明的另一实施例中,处理 SPS 信号的方法能确定同组 SPS 信号的两个(或更多)相关峰值的存在,该同组 SPS 信号来自一个第一 SPS 卫星。一组表示 SPS 信号到达时间的测量值来自两个(或更多)的相关峰值;典型地,较早的相关峰值表示一组 SPS 信号的直接路径,而不是反射路径,用较早的相关峰值得出表示一组 SPS 信号到达时间的测量值。

[0016] 通过以下附图和详细描述,本发明其它特点和实施例将更加明显。

## 附图说明

[0017] 本发明用实例举例说明而不局限于附图,附图中用标号指出相应的部件,其中:

[0018] 图 1 是利用本发明实施例的 GPS 接收系统一个实例的框图,表示了可能存在于基站和远程 GPS 接收机间的数据链路。

[0019] 图 2 是用七个不同视点卫星的实例值例示数据元实例的表格,它可用于本发明的

实施例。

[0020] 图 3 是十五个相关器输出带有 1/2 码片延迟振幅的图示, 它在如图 2 所示卫星的点状信道附近。

[0021] 图 4 是流程图, 它根据本发明实施例的测量值处理方法, 概述了在处理接收卫星信号以产生位置坐标的过程中, GPS 接收机 20, 或其它类型 GPS 接收机, 或移动 GPS 接收机和如服务器计算机系统的数据处理系统组合的主要操作。

[0022] 图 5 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 所示信号环境表征过程中的操作流程图。

[0023] 图 6 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 所示算法控制参数建立过程中的操作流程图。

[0024] 图 7 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 所示测量值选择和计算过程中的操作流程图。

[0025] 图 8 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 所示差错检测和分离过程中的操作流程图。

[0026] 图 9 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 所示偏移调整过程中的操作流程图。

[0027] 图 10 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 所示贯序测量值优化过程中的操作流程图。

[0028] 图 11 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 所示计算和误差估计过程中操作的流程图。

[0029] 图 12A 是包括基于小区信息源的蜂窝网系统的实例。

[0030] 图 12B 是根据本发明实施例的 SPS 服务器的实例。

## 具体实施方式

[0031] 本发明描述了用于卫星定位系统 (SPS) 信号测量值处理的方法和装置。

[0032] 在以下的讨论中, 将参照作为 SPS 系统实例的美国全球定位系统 (GPS) 系统的应用描述本发明的实施例。然而, 很明显的是这些方法也可以等效的应用于其它卫星定位系统, 如俄国 Glonass 系统。因此, 这里用的术语“GPS”包括这些可选的卫星定位系统, 包括俄国 Glonass 系统。同样地, 术语“GPS 信号”包括另外的可选卫星定位系统发出的信号。

[0033] 此外, 虽然参照 GPS 卫星描述本发明的实施例, 但是值得重视的是该学说可等效的应用于使用伪卫星 (pseudolites) 或卫星和伪卫星组合的定位系统。伪卫星基于地面的发射机, 该发射机发送调制在 L- 波段 (或其它频率) 载波上的 PN 代码 (类似于 GPS 信号), 一般与 GPS 时间同步。指派给每个发射机一个唯一的 PN 代码, 使得远程接收机能够辨认。伪卫星在轨道卫星发出的 GPS 信号难以到达的地方很有用, 例如隧道、矿井、建筑物、城市峡谷或其它封闭的区域。这里使用的术语“卫星”将包括伪卫星或伪卫星的等价物, 这里使用的术语 GPS 信号将包括伪卫星或伪卫星等价物发出的类似伪卫星或伪卫星的等价物 GPS 信号。

[0034] GPS 接收系统

[0035] 图 1 是 GPS 接收系统的框图, 它可实现本发明的方法。图 1 的 GPS 接收系统包括

一个移动或远程 GPS 接收机单元 20, 它包括 GPS 处理级和通信级。因此, GPS 接收机单元 20 包括实现处理 GPS 信号所需功能和处理通信信号所需功能的电路, 该通信信号通过通信链路发送和接收。典型的如数据链路 16 的通信链路是到另一个通信部件的射频通信链路 (例如蜂窝电话通信链路), 例如具有通信天线 14 的基站 10。

[0036] 与传统的 GPS 方法一致, GPS 接收机 20 接收轨道 GPS 卫星发送的 GPS 信号, 并通过比较接收到的 PN 代码信号序列和内部产生的 PN 信号序列之间的时间变化, 确定唯一的伪随机噪声 (PN) 代码到达的时间。通过 GPS 天线 40 接收 GPS 信号, 并输入到捕获各种接收到卫星 PN 代码的捕获电路。捕获电路产生的导航数据 (如伪距数据) 通过处理器处理发送到数据通信链路 16。

[0037] GPS 接收机 20 还包括通信收发部分, 如图所示调制解调器 22, 用于与数据链路 16 通信。调制解调器 22 与通信天线 24 耦合。调制解调器 22 通过通信信号 (典型的为射频信号) 发送 GPS 接收机 20 处理的导航数据到远程基站, 例如基站 10。导航数据可以是 GPS 接收机的实际纬度、经度和高度, 或可以是未加工或部分处理的数据。将接收到的通信信号输入到调制解调器 22 并传给处理器处理, 也可能通过声频扬声器输出。

[0038] 根据本发明的一个实施例, GPS 接收机 20 产生的伪距数据将通过数据链路 16 传递到基站 10。然后基站 10 根据组合接收机发出的伪距数据、测量伪距的时间和 GPS 接收机本身 (例如通过 GPS 天线 12) 接收到的天文历数据, 或其它类似数据源, 如 GPS 基准接收机网络, 确定 GPS 接收机 20 的位置。然后可以将该位置数据发回到 GPS 接收机 20 或其它远程位置。GPS 接收机 20 和基站 10 之间的数据链路 16 可用各种不同的实施例实现, 包括直接链路, 或蜂窝电话链路, 或任何其它类型的无线链路。

[0039] 在本发明的一个实施例中, 基站 10 命令 GPS 接收机 20 通过数据链路 16 发送的消息作一个位置测量。在该消息中, 基站 10 还向可视范围内的卫星发送了多普勒相关信息 (或其它信息, 如卫星历书, 可从它导出多普勒频率)。多普勒相关信息可能还包括多普勒变化率, 多普勒加速度或其它多普勒相关信息的数学表示。多普勒信息的形式是与卫星位置和速度相关的卫星数据信息, 典型的形式是频率信息。典型地, 该消息还指定了可视范围内某一特定卫星的标识, 或其它初始化数据。调制解调器 22 接收该消息, 并存储在与微处理器 26 耦合的存储器 30 中。微处理器 26 处理数据信息在远程处理部件 32-48 和调制解调器 22 间的直接转移。

[0040] 典型地, 消息中包括的多普勒信息持续时间非常短, 因为对多普勒信息要求的精度不高。例如, 如果要求的精度是 10Hz, 最大的多普勒频率大约  $\pm 7\text{kHz}$ , 那么一个 11 比特的字将满足每个可视范围内的卫星。其余的比特将用于传送多普勒变化率信息。如果可视范围内有八个卫星, 那么需要 88 比特指定了所有的多普勒频率。该信息的使用消除了远程装置 20 搜索这些多普勒频率的需要, 因此将处理时间降低了超过十倍。使用多普勒信息还允许 GPS 接收机 20 更快地处理 GPS 信号的样本, 如收集存储在数字存储器中的数字化 GPS 信号。

[0041] 当 GPS 接收机 20 接收到命令 (如从基站 10) 通过含有多普勒信息的消息处理 GPS 信号时, 微处理器 26 通过电池和功率调节器和功率切换电路 36 (以及受控功率线路 21a、21b、21c 和 21d), 激活 RF-IF 转换器 42、模数 (A/D) 转换器 44 和数字快慢存储器 46, 以此提供这些部件的全功率。这使天线 40 接收到的 GPS 卫星发出的信号从射频 (RF) 下变频到

中频 (IF), 以后在 A/D 转换器 44 中数字化。然后将一组连续的数据存储在快照存储器 46 中, 一般数据持续时间是一百毫秒到一秒 (或更长)。该存储器 46 存储该数据的寻址由现场可编程门阵列 (FPGA) 集成电路 48 控制。通过使用频率合成器 38 完成 GPS 信号的下变频, 频率合成器 38 向以下将详细讨论的转换器 42 提供本机振荡器信号 39。

[0042] 在将可视范围内卫星发出的数字化 GPS 信号填充快照存储器 46 期间, DPS 微处理器 32 可以保持低功率状态。RF-IF 转换器 42 和 A/D 转换器 44 通常只开通一小段时间, 足够于收集和储存伪距计算所需的数据。收集数据完成之后, 这些转换电路就关掉, 或者另外通过控制功率线路 21b 和 21c (这时存储器 46 继续接收全功率) 减小功率, 因此在实际伪距计算期间不会浪费额外的功率。然后进行伪距计算, 在本发明的一个实施例中, 使用通用可编程数字信号处理器 (DSP) 集成电路 IC32。在进行该计算之前, 微处理器 26 和电路 36 通过控制功率线路 21e 将 DSP32 置于有功功率的状态。

[0043] 在一实施例中, DSP32 是一个通用可编程处理器, 与用户定制的数字信号处理器不同, 它用于其它 GPS 单元。一旦 DSP32 完成每个可视范围内卫星伪距的计算, 它会使用通过数据链路提供的或通过标准解调技术收集得到的卫星天文历数据计算卫星的最终位置。也可是, 它将伪距发送到基站 (如基站 10), 由基站提供最终位置的计算。图 12A 显示了一个基站的实例, 在这种情况下, 可称之为 SPS 服务器。该 SPS 服务器通过蜂窝电话网和公众交换电话网 (PSTN) 通信连接到 SPS 接收机 / 蜂窝电话。

[0044] 在本发明的一个实施例中, DSP32 通过互联总线 33 将该位置信息发送到微处理器 26。这时微处理器 26 可以通过向电池和功率调节电路 36 发送一个适当的控制信号, 使 DSP32 和存储器 46 再次进入低功率状态。然后, 微处理器 26 通过数据链路 16 用调制解调器 22 向基站 10 发送伪距数据或位置数据, 进行最终位置计算或在显示设备 (未图示) 上输出。

[0045] 根据存储在数字快照存储器 46 中的数据量和 DSP 的速度, 可以预计到 DSP 中位置的计算一般只需要不到几秒的时间。

[0046] 如上所述, 数字快照存储器 46 捕获一个有相当长时间的记录。用快速卷积法有效地处理该大块数据增强了本发明处理低接收电平信号的效率。在美国专利号 5,663,743 中描述了该方法的实例。可用这同样的缓冲数据计算所有可视 GPS 卫星的伪距。在信号振幅快速变化的情况下 (例城市的阻挡情况下), 这样可以改良连续追踪 GPS 接收机的性能。

[0047] 不同的 GPS 接收机结构都可以和本发明一同使用。虽然上述讨论集中于带有数字存储器和数字信号处理器的 GPS 接收机, 但是其它 GPS 接收机结构也可以实现所有或部分本发明的方法, 也可以做成所有或部分本发明的装置。例如, 传统硬件相关器式 GPS 接收机可和本发明一同使用。PCT 申请 PCT/US98/07471 或 PCT/US98/11375 或 PCT/US97/06946 (公布号为 97/40398) 中所描述类型的 GPS 接收机也可和本发明一同使用。在各种情况下, 每个 SPS 卫星的相关器输出 (如图 3) 都保存下来, 用于本发明的测量值处理技术。

[0048] 在各种情况下, 接收机本身可以执行测量值处理技术之一的完整处理; 或执行该技术的部分处理, 并将中间处理结果向前传给“服务器”系统, 例如如图 12A 所示的 SPS 服务器, 由服务器系统完成该处理。在 GPS 接收机 (如移动单元 20) 执行这些技术之一的所有处理的情况下, GPS 接收机会通过它的通信链路如蜂窝电话系统, 从外部源接收辅助数据; 该辅助数据, 如信号环境的特征 (和关联的参数值), 可发送到移动单元 20。在 GPS 接收机执

行某些处理的情况下,典型地, GPS 接收机储存每个 SPS 卫星相关器输出的样本(如图 3 所示数据),然后将这些相关器输出发送到服务器,由服务器执行本发明的测量值处理技术。

[0049] 测量值处理

[0050] 在本发明的一个实施例中,改良的 GPS 接收机为每个可视卫星处理几种不同类型的数据。这些数据类型可以包括:对应于最大相关峰值(也称为主峰值)(测量到达时间)的一个代码相位;最大相关峰值周围(例如在 1/8、1/4、1/2C/A 代码码片或其它任意间距处计算)的一组代码相位;一组相关峰宽(在一些选中的信号电平处计算,例如低于峰值 3dB 处);多普勒频率(测量代码相位变化率);信噪比(SNR);信号干扰比(SIR);积分周期;表示多个峰值存在和它们与主峰值相对位置的标记。

[0051] 在本发明的一个典型实施例中,信号环境是用这些为 SPS 信号(例如 SPS 信号的 SNR) 测量的数据类型表征的,这表示 SPS 信号在 SPS 接收机所在位置本地(例如不在电离层)传播的方式。在一典型实例中,本地传播 SPS 信号是在 SPS 接收机位置附近大约 1000 米范围内传播的 SPS 信号。也就是说,在 SPS 接收机位置附近大约 1000 米范围内传播的 SPS 信号可以认为是本地传播 SPS 信号;该距离可以认为是从距 SPS 接收机大约 0.1 米到距 SPS 接收机大约 1000 米(可能是 2000 米)的范围。在另一实施例中,用这些为蜂窝通信信号(例如接收到的蜂窝电话通信信号的 SNR) 测量的数据类型表征信号环境。例如,为接收到的蜂窝通信信号确定一个或多个这些数据类型,或者从蜂窝电话中发射机的功率电平(例如功率电平越高表示 SNR 越低)中导出一个或多个这些数据类型。用蜂窝通信信号的测量值表征的信号环境通常表示 SPS 信号在 SPS 接收机所在位置本地传播的方式。还要注意到,蜂窝通信信号的处理可以利用信号环境表征。

[0052] 图 2 是用七个不同视点卫星的实例值例示一些数据元实例的表格,它可用于本发明的一个实施例。根据其相应的 PRN 代码,将卫星编号为 2,4,7,9,15,26 和 27。每个卫星的数据包括信噪比、信号干扰比、峰宽、方位角、仰角、代码相位和多普勒信息。

[0053] 图 3 表示在点状信道附近,带有 1/2 码片延迟的十五个相关器输出折合振幅的实例。图 3 的波形与图 2 表格中所示 27 号卫星的数据值一致。图 3 图示了一个“双峰值”特性的实例,证明存在两个强信号。图 3 还证明了存在两个弱信号,一个在 3 个半码片(half-chip) 相关延迟时间处,另一个在 11 个半码片相关延迟时间处。这些信号都可以通过直接信号的到达时间测量。当一个 SPS 接收机接收到来自同一个 SPS 卫星信号的反射信号和直接信号,而且这两个信号都相当强且都超过了信号检测电平,就发生同一 SPS 卫星信号双峰值特性的典型事例。通常,直接信号产生较早的相关峰值(例如,如图 3 所示时间≈大约 6, y ≈ 大约 4500),反射信号产生较晚的相关峰值(例如,如图 3 所示时间≈大约 8.5, y ≈ 大约 6500)。在特定情况下(例如 SPS 卫星低于地平线),反射信号可能比直接信号强;图 3 显示了该实例。

[0054] 在一个较强的 SPS 卫星信号干扰一个较弱信号的处理时,称为互相关干扰的另一类型干扰也会存在和产生;缓和该干扰方法的实例在 1998 年 7 月 2 日提出申请的,共同待批的美国专利申请序号 09/109,112 中有描述。

[0055] 图 4 是根据本发明实施例的测量值处理方法,概述在处理接收到的卫星信号以产生位置信息的过程中, GPS 接收机 20 主要操作的流程图。图 4 所示测量值处理方法包括七个主要过程。在操作 101 中,表征了 GPS 接收机位置的信号环境。实验数据表示信号特征,

例如信号强度、伪距和多路径误差的各种测量,从一种环境(如城市峡谷)到另一种环境(如室内)的重要变化。这主要是因为在不同城市环境中的建筑物材料、重量和空间的分布影响了卫星信号到GPS接收机天线的通路。信号环境数据表示在一特定位置SPS信号向SPS天线传播的方式。

[0056] 表征GPS接收机20根据其信号环境通信的蜂窝站点有助于测量值处理的算法选择。该信息可作为小区目标信息的一部分而被得到。除了小区信号分类以外,小区目标信息还可包含小区服务区域、小区站点标识、小区站点位置和估计高度等信息。各种信号环境可被定义为“开放天空”、“乡村”、“城市”、“城市峡谷”等等。“城市峡谷”可由真正的城市或大城市再细分以更精确地定义环境,如“东京城市峡谷”或“旧金山城市峡谷”。例如“明尼阿波利斯城市峡谷”表示平坦的地形,然而“旧金山城市峡谷”表示在高度上可能有重要变化的丘陵地形。

[0057] 在本发明的一个典型实施例中,每次SPS接收机在某一位置工作,不参考先前对该位置信号环境的分析,进行信号环境的表征。但是,可能使用该位置信号环境的先前分析,并把该先前分析看作是建立步骤。位置的信号环境,例如小区站点的位置或在该小区站点服务小区区域内的蜂窝电话的典型位置,可在建立步骤(如先前分析)中用在该位置(或该小区站点覆盖区域内的几个“代表性的”位置)记录的几个测量值表征。因为卫星到处移动,所以实验数据只在特定的时期内有效。上述测量值可在每天不同的时间或峰值使用时间周围重复。实际分析这些测量值确定典型的信号强度和典型的峰宽(例如,如图2所示SNR输出和/或SIR输出和/或峰宽),干扰模式和多路径误差的存在。因为当进行建立表征时位置(或代表性的位置)已知,所以卫星信号相关输出可与期望的相关输出比较,该比较将显示出反射(如反射信号)的数量和信号环境中双峰值的存在。在另一实例中,相关输出和标称值的RMS(均方根值)不同可用于分析多路径误差。而且,大部分或所有蜂窝站点覆盖城市或乡村的实际知识可能包含在信号环境数据中。一旦完成表征,表征信号环境的数据就存储在数据库(例如基于小区的数据库)中,其中该数据库中的位置(例如小区站点标识符或其它小区位置标识符)与表征信号环境的数据相关联。图12A显示了维持于SPS服务器中的该数据库的实例。在本发明一个实施例的工作中,移动蜂窝电话/GPS接收机(例如接收机901b)提供伪距和发送到小区站点(例如小区站点901a)的相关输出(用于测量值处理)。然后小区站点将该数据转送到依次确定信号环境(例如接收蜂窝无线电通信小区站点的标识符和在数据库(如数据库912a)中寻找与小区站点位置相关联的信号环境数据)的SPS服务器(如服务器912)。然后根据本发明的各种实施例,用表示信号环境的数据处理从移动蜂窝电话/GPS接收机(例如接收机901b)接收到的伪距和相关输出。该信号环境数据可由动态得到的信号环境测量值补充,这些测量值在建立表征后系统的实际应用中得到。然而,建立表征可提供帮助信息;例如,在蜂窝电话网的特定小区中,大部分的小区在城市或乡村,该信息将传到移动SPS接收机并用于移动SPS接收机作为信号环境分类的一部分。

[0058] 在本发明的一个实施例中,在操作101中得到的环境分类可用于帮助操作103中的算法控制参数选择。操作103中的控制参数建立通常包括信噪比、信号干扰比、峰宽、HDOP、卫星仰角的表征码和其它参数。这些控制参数用于操作105的测量值选择和计算过程。根据参数表征码值进行测量值选择。作为操作105的一部分,还进行一些测量值的计

算。例如,从测量出的(输出)信噪比、测量值积分周期(根据检测前的积分数和检测后的积分数定义)和多普勒误差估计出输入信噪比。

[0059] 根据操作 103 的参数选择,可识别出一些测量值是潜在的互相关。在操作 105 中,进行一个测试以确定产生代码相位测量值的接收机是否是互相关峰值,而不是一个真信号。

[0060] 然后,操作 107 的差错检测和分离(FDI)步骤使用这些成功通过操作 105 的测量值。差错检测和分离步骤用于分离(也就是识别)任何错误的卫星,使之能被纠正或从结果中移去。差错检测和分离的先决条件是有一个过定的解答,即测量值的数目超过未知的数目。

[0061] 如果伪距测量值中有误差(偏移),进行操作 109 的偏移调整步骤。在一个实施例中,偏移调整步骤首先进行偏移估计,然后进行偏移调整。该步骤还可以包括用偏移估计纠正伪距测量值。

[0062] 在操作 111 中,贯序测量值优化(SMO)步骤用于改进选中的误差统计量。使用的误差统计量会受操作 101 中信号环境表征的影响。贯序测量值优化步骤每次分析一个测量值一个子集的解,并选出具有最佳误差统计量的解。例如,如果有 n 个测量值,只有一个误差,贯序测量值优化步骤将认为 n 个子集的解是通过每次在最初的集合中忽略一个卫星得到的。在本发明的另一可选实施例中,不用移去卫星的方法,通过操作 109 中计算的误差估计调整卫星测量值。用这种方法,贯序测量值优化步骤分析所有可能的子集以得到最佳的解。在另一个实施例中,偏移调整可作为贯序测量值优化步骤的一部分。

[0063] 在操作 113 中计算位置和速度。此外,还要计算误差统计量例如单位方差、估计水平误差、加权 HDOP、误差椭圆及其方位。

[0064] 图 4 的每个主要过程中个别操作的详细描述将在以下部分提供。

#### 信号环境表征

[0066] 图 5 是根据本发明的实施例,概述包括在如图 4 中操作 101 所示信号环境表征过程中的操作流程图。识别或确定 GPS 接收机的信号环境对于达到最大适应性和支持各种工作电平很重要。

[0067] 在操作 201 中,信号环境被分成“室内”和“室外”。在本发明的一个实施例中,通过用户输入将该信息提供给 GPS 接收机。在另一实施例中,该信息可从获得的基于 GPS 的测量值中分离出来。例如,信噪比和 / 或信号衰减和卫星视线信息(方位角和仰角)的分布可以指示出室内环境或室外环境。信号衰减计算为测量到的输入信号电平与期望输入信号电平之差。期望信号电平是对于一个给定的仰角和方位角组合的无障碍直接卫星信号的信号电平。确定期望输入信号电平作为多普勒误差和总的积分周期的函数。GPS 接收机的天线增益模式可用于调整期望信号电平。

[0068] 例如,如果所有可视范围内卫星信号都通过一个门限电平衰减,可识别出信号环境为“室内”。在所有或多数卫星上存在短多路径误差(<30m)也可以识别出室内环境。在另一实例中,在存在至少一个较高仰角的卫星信号显示出衰减电平高于低空卫星发出的信号电平的情况下,也可识别出信号环境为“室内”。在所有或多数卫星上存在峰宽偏移,一般在波峰较宽的波形中,也可以识别出室内环境。在一定的信号条件下,例如不同相位的信号组合,作为多路径信号存在的结果峰宽会变窄。

[0069] 在本发明的另一实施例中，从蜂窝输出发送（例如从基站到手机）的信号电平，用于帮助信号环境的确定。在类似于以上就 GPS 卫星信号描述的方式中，蜂窝或无线电信号的信号衰减测量可用于帮助确定如 GPS 接收机 20 的组合 GPS 接收机用于室内还是室外。

[0070] 在操作 202 中，确定信号环境是否在“室外”。如果信号环境是在室内，进行操作 207 的处理，从而跳过操作 203-205。另外，该处理也可跳过操作 203-209，因为室内环境不太可能具有动态特征（即使如果它有，这表示室内的表征可能是不正确的，信号环境应重新表征为“室外”）。如果环境是室外，在操作 203 中再把环境细分为“开放天空”、“乡村”、“城市”或“城市峡谷”。在本发明的一个实施例中，通过进一步分析信号衰减和 GPS 信号的伪距误差特征确定这些细分类。例如，如果 GPS 传感器能捕获和追踪所有可视范围内的卫星信号，这些信号显示出很少或无多路径的直接信号特性，那么可以断言该环境是“开放天空”信号环境。

[0071] 对于操作 203，信号衰减 / 信号阻塞信息用于确定“城市”环境的类型。例如，在城市环境中假定建筑物间隔 20 米， $30^{\circ}$  卫星能见度表征码等于被 6 米高的建筑物环绕。卫星能见度表征码信息来自总的信号阻塞或一特定电平的信号衰减。例如，带有接收到全部超过  $60^{\circ}$  仰角表征码的直接信号信号环境，可断言它是“城市峡谷”信号环境。典型的城市信号环境是在一个方向卫星被建筑物遮住，但是在垂直方向有较佳的能见度。具有较大多路径误差的伪距测量值也可表示城市峡谷环境。在很多情况下，峰形中多个峰值或偏移的存在也可表示城市峡谷环境。

[0072] 在操作 204 中，确定室外信号环境是城市或城市峡谷，还是开放天空或乡村。如果室外信号被分为“城市”或“城市峡谷”环境，在操作 205 中，通过识别它的城市区域或城市名称进一步细分该环境。例如，城市峡谷环境可被指定为“芝加哥城市峡谷”或“旧金山城市峡谷”。如先前所述，通过城市或自然的地形和 GPS 接收机周围建筑物的类型，实际的城市环境会大大的影响 GPS 信号的接收。

[0073] 在本发明的一个实施例中，该信息从小区目标信息导出。在另一实施例中，该信息由用户输入提供。另外，它也可从最初的 GPS 位置结果导出。独立于特定城市峡谷信息的最初坐标一般作为用于识别城市峡谷搜索的数据库是足够正确的。在另一实施例中，最初的位置信息可能与其它定位方法结合而导出，例如使用无线信号作为距离测量值的陆地无线电定位。对于特定的城市峡谷环境，可获得和 / 或发展用于卫星视线和信号强度期望的计算机模型。模型参数可包括建筑物高度、路宽、十字路口、卫星能见度和周围建筑物遮挡情况的分布，可能的反射和相应的多路径误差。该模型可以自学，例如通过使用人工智能，以合并每个可获得位置坐标的数据。可先使用标准模型帮助分析。这种模型的一个实例可以是一个城市模型，在一个 5 英里半径的范围内，所有建筑物的 60% 是 20 层的建筑物，平均路宽是 60 英尺。在离中心 5 到 20 英里的范围内，所有建筑物的 20% 是 8 层的建筑物，平均路宽是 80 英尺。在离中心 20 到 40 英里的范围内，所有建筑物的 35% 是单层建筑物，平均路宽是 100 英尺。通过相应的基于 GPS 的信息的更新和改进，可改进该城市模型的每个位置坐标。

[0074] 在操作 207 中，识别 GPS 接收机的用户动态。典型的轻便 GPS 接收机，例如图 1 所示的组合 GPS 接收机，可用于移动（动态）应用或固定（静态）应用。在本发明的一个实施例中，用户动态的识别通过用户提供的输入完成。在另一个实施例中，该信息来自最初基

于 GPS 的速度结果。在再一个实施例中, 用户动态来自可选的无线电定位方法。此外, 可通过依赖先前的结果信息或通过使用城市峡谷模型和设置期望电平的具体应用来确定用户动态信息。例如, 在自动车辆定位应用中, 标准城市模型可包括期望平均车辆速度, 例如在 5 英里半径的范围内是 20 英里 / 小时, 在 20 英里半径的范围内是 35 英里 / 小时, 在 40 英里半径的范围内是 50 英里 / 小时。该模型的每个速度结果都可以更新。特定城市特定街道最大允许速度的数据库也能提供帮助。

[0075] 在操作 209 中, 将“动态”环境进一步细分为“低”、“中”或“高”动态环境。动态环境的细分提供了 GPS 接收机传播信息的速度。在本发明的一个实施例中, 操作 207 的动态细分信息由用户向 GPS 接收机的输入提供。在另一实施例中, 根据先前的结果信息 (例如速度和加速度) 或通过使用城市峡谷模型和设置期望电平的具体应用确定该信息。例如在车辆跟踪应用中, 附加的传感器 (例如速度计和陀螺仪) 输入可用于提供最初的速度估计或速度和 / 或方向信息, 用于进一步与 GPS 数据集成。

[0076] 算法控制参数建立

[0077] 图 6 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 操作 103 所示算法控制参数建立过程中的操作流程图。在操作 301 中执行信号门限的最初选择。在一个实施例中, 根据操作 101 (如图 5 流程图所示) 确定的信号环境执行该最初的选择。在操作 301 中选择的信号门限包括最小信噪比 (SNR) 和信号干扰比 (SIR)。例如, 如果使用旧金山城市峡谷作为范例信号环境, 最小的信噪比和信号干扰比分别设置为 15.5 和 14.5dB。这些门限用于操作 105 的卫星测量值选择。

[0078] 在操作 303 中, 设置峰宽参数。这些参数用于在操作 105 测量值选择和计算过程中执行的卫星选择和互相关校验。在本发明的一个实施例中, 在选中信噪比和信号干扰比的电平处计算所有卫星的峰宽。例如, 在低于点状相关器信号电平 3dB 的信号电平处计算峰宽。图 3 所示相关器的函数表示了点状相关器的输出, 该输出位于带有 8 个半码片相对时间延迟的实例处。计算出该特殊相关器波峰的峰宽是 1.02 半码片。一般, 相关器函数的峰宽、峰宽偏移和波形可表示信号中多路径的存在。例如波峰越宽, 多路径误差越大。因此, 峰宽表征码可用于操作 105 的卫星测量值选择。此外, 相关器函数的波形可表示多个信号的存在。例如, 图 3 所示的相关器函数表示了两个较早信号的存在。而且, 样本中具有 5 个半码片时间延迟的坡点可以表示不只一个信号的存在。在大部分情况下, 互相关信号显示较宽的波峰。这使峰宽测量值可用于在测量值选择和计算过程 (图 4 中操作 105) 中识别潜在互相关信号。

[0079] 在操作 305 中, 定义一个“强”卫星。“强”卫星的特征是具有受多路径误差影响最小的卫星测量值。在本发明的一个实施例中, 用于“强”卫星识别的参数是卫星仰角、峰宽偏移、信噪比、信号干扰比、信号衰减和输入信号强度。以旧金山城市峡谷为例, 仰角表征码可设置为 20°, 信号输入强度可设置为 -135dB。另外, 对于不同的城市环境, 例如圣荷西城市峡谷, 信号输入强度可设置为 -130dB。

[0080] 独立于“强”信号定义的卫星仰角表征码也在操作 105 中设置。该表征码可用于测量值选择和计算过程中的卫星选择步骤。在“开放天空”信号环境中, 该仰角表征码可设置为比较低的值, 如 5°, 因为预计只有很小的多路径误差。然而, 在“城市峡谷”环境中, 仰角表征码就要升到 15°, 以避免处理可能受多路径误差影响的卫星。

[0081] 执行差错检测和分离 (FDI)、偏移调整 (BA) 和贯序测量值优化 (SMO) 算法的状态机的流程由操作 307 设置的参数控制。例如，根据信号环境表征和互相关漏检的可能性，可以改变差错检测和分离、偏移调整和连续测量值优化计算进行的次序。例如，在“开放天空”环境中，遗漏互相关的可能性很小，那么偏移调整可能根本不必要做，或者可以在差错检测和分离之前做。在另一个实例中，高度辅助测量值可以包括也可以不包括在差错检测和分离、偏移调整和连续测量值优化算法中。根据操作 101 的信号环境表征设置与高度辅助测量值有关的误差估计。例如，对于“室内”环境，高度辅助可能失效，或者高度误差可以设置成很大的值（如 50m）以表示对高度信息源的可信度的缺乏，该高度信息在某一实施例中可以是地形仰角数据库。在另一实例中，控制参数定义的“强”卫星在 FDI、BA 和 SMO 算法中可以不同。

#### [0082] 测量值选择和计算

[0083] 图 7 是根据本发明的实施例，概述包括在如图 4 操作 105 所示测量值选择和计算过程中的操作流程图。测量值选择和计算过程用于预先过滤位置坐标测量值和计算用本发明的测量值处理方法进一步处理 GPS 信号所需的参数。

[0084] 在操作 401 中，在进一步测量值处理中移去低仰角卫星。可根据图 5 所示的信号环境表征过程和图 6 所示的控制参数建立设置仰角表征码。在操作 403 中，根据测量到的输出信噪比、测量值积分周期和多普勒误差计算估计的输入信号强度。然后，输入信号强度用于计算峰宽偏移和信号衰减。峰宽偏移计算为对具有给定输入信号强度的卫星信号的测得的峰宽和期望峰宽之差。根据信号环境表征，在操作 405 中，使用信噪比表征码或信号干扰比表征码或估计信号输入强度或这三个表征码的组合，从进一步测量值处理中移去弱信号。在一个实施例中，在图 6 的算法控制参数建立过程中，如操作 301 所述设置信号门限。

[0085] 在操作 407 中检测和移去互相关信号。互相关信号一般显示出较宽的波峰和高噪声干扰比 (NIR)。当一个强卫星信号和一个弱卫星信号互相关时，在高动态信号环境中发生互相关。一般，“室内”和“城市峡谷”环境会产生许多互相关信号。可以检测（通常是检测）强弱卫星耦合的 SNR、SIR 和估计输入信号强度，以得到有效信号的分离。在一典型实施例中包括旧金山城市峡谷地形，搜索 18dB 的差值。然后通过检测相关代码相位和强弱卫星耦合的多普勒频率，校验互相关。

[0086] 在特定的接收条件下，相关波峰的波形会显示出一个有两个主要峰值的双峰值信号。图 3 的波形示例了这种双峰值信号。双峰值信号是多峰值信号的特殊情况，该多峰值信号是多个信号的组合同时入射到 GPS 天线的结果。在操作 409 中，分析如图 3 波形所示的相关峰值函数，以确定双峰值的存在。例如，接收到图 3 中最大相关峰值的信号比接收到较早的信号晚 1 微秒。因为反射信号总是比直接信号传播较长的路径，所以主峰值对应于反射信号，较早的峰值对应于直接信号。在该实例中，可将相关加到伪距（代码相位）测量值上，以计算多路径信号的存在。典型地，该相关选择较早的峰值作来自一个 SPS 卫星信号正确的相关输出。在移动 SPS 接收机执行一些本发明的测量值处理技术（如识别双峰值的存在），SPS 服务器执行其它测量值处理技术（例如 FDI）的情况下，移动接收机会发出一个某一卫星存在双峰值的指示。在另一实例中，它也会通过参考即时相关器（如图 3 中的抽样 8）发送在相关峰值函数中所有识别出峰值的相对位置。在再一实例中，移动接收机会发送一组相关峰值函数的抽样。偏移调整算法和 / 或 SMO 算法可使用该数据处理可的到达时

间候选项,以纠正操作 601 和 703 所述的伪距测量值。在操作 411 中,如果检测到宽波峰且它不属于双峰值,那么或者纠正该信号或者从进一步测量值处理中移去该信号。

[0087] 根据信号环境,在操作 413 中选择加权方案。权表示伪距测量值中的先验误差不确定性。例如,0.1 的权的误差估计是 10 米。权可以来自各种参数,包括信噪比、信号干扰比、噪声干扰比、输入信号强度、信号衰减、仰角、测量值积分周期、峰宽、峰宽偏移等等。如果检测到卫星信号的双峰值,可以调整特定卫星测量值的权。如果测量值一点未被纠正过或纠正太老了(例如纠正周期大于 30 秒)以致于不能用于说明选择性有效误差的存在,也可以调整权。误差估计可以改进,通过在系统建立表征中合并可供使用的信号环境测量值,它可作为操作 101 中信号环境表征的一部分。如果可利用附加信息,也可以改进加权。例如,在“城市峡谷”环境中,可以通过来自不断更新的城市计算机模型的反射信息外部源,例如周围建筑物的相对位置,进一步改进误差估计。

[0088] 在室外信号环境中高度辅助可用于改进操作 415 中测量值处理算法的精确度。高度辅助改进了解的几何结构,还提供了对于未定情况所必需的额外数据。如果可获得估计高度(例如小区站点的平均高度),那它可用作高度辅助参数。当垂直地形模型改进时,高度辅助也将改进。差错检测和分离、偏移调整和连续测量值优化的算法也将从精确的高度辅助中得益。

[0089] 在室内信号环境中,如果需要产生坐标而没有坐标位置,可利用高度辅助。在这种情况下,加权反映高度测量值的不确定性。将权定义为测量值误差估计的倒数。高度不确定性可能来自城市计算机模型。例如,如果室内环境是 20 米高的建筑物,可以使用 0.1 的权。在具有很大高度不确定性或根本没有高度辅助的最初坐标可用作城市计算机模型的查找,以获得建筑物高度信息和相应高度不确定性的地方,可以迭代使用高度辅助。另外,外部源可以提供信息(也就是 10 层楼)用于纠正来自地形仰角数据库的高度。在操作 417 中,应用时钟辅助。时钟不确定性可以来自时钟模型,该时钟模型基于用于 GPS 接收机的内部振荡器的质量或外部定时信号的质量,例如在 CDMA 网络中用于设置 GPS 接收机时间的信号。通过来自 GPS 伪距和多普勒测量值的时钟偏移和时钟位移估计,可以在实时中更新时钟模型。如果网络提供的定时信息很精确(例如精确到在 1 微秒的范围内),那这种信息也可以通过提供一个额外的自由度,以辅助本发明的测量值处理方法。

#### [0090] 差错检测和分离算法

[0091] 图 8 是根据本发明的实施例,概述包括在如图 4 操作 107 所示差错检测和分离过程中的操作流程图。

[0092] 在本发明的一个实施例中,差错检测和分离过程作为 GPS 接收机内接收机自动完整性监控(RAIM)功能的一部分。在本发明的另一实施例中,利用 GPS 接收机接收到的位置信息,在 SPS 服务器上执行差错检测和分离过程。基于几种可获得测量值中的自身一致性校验,提出了各种 RAIM 方案。一些众所周知的误差检测方法是范围比较法、最小二乘残差法和一致校验法及其它(见 R. Grover Brown 的《全球定位系统:理论和应用》第五章,第二卷)。在本发明的一个实施例中,差错检测和分离过程是的差错检测问题的延伸,其中完整性系统也可以尝试分离错误的卫星测量值,这样就能将它从导航解中移去。

[0093] 在操作 501 中,发生差错检测和分离。在本发明的一个实施例中,使用一致校验法。(见 Mark Sturza 的《利用冗余测量值进行导航系统完整性监控》中的导航)。作为

差错检测和分离的一部分,进行 F 测试以确定分离的可靠性。根据信号环境和分离的可靠性,如果将“强”卫星作为一个错误的卫星分离,那么可以执行偏移调整和贯序测量值处理算法,而无需任何进一步的差错检测和分离处理。同样,如果差错检测和分离过程有高度辅助,再次基于高度辅助参数,而且如果高度测量值是分离的,那么可以执行偏移调整和连续测量值处理算法,而无需任何进一步的差错检测和分离过程的处理。例如如果解的计算发生在具有较好高度估计(也就是不确定性很小)的“开放天空”环境下,而且高度测量值作为错误的测量值独立,那么就可以停止进一步的差错检测和分离处理,而执行偏移调整和连续测量值处理的算法。

[0094] 另外在操作 503 中,执行独立测量值中的偏移估计。在本发明的一个实施例中,利用著名的先验和后验最小二乘解残差的数学关系,假设只有独立测量值受大小未知偏移的影响,其余的测量值是完美的。然后用最小二乘的形式解决偏移。在本发明的一个实施例中,如果偏移的大小超过预选的门限,那么断言独立的测量值为遗漏的互相关,并适当地除去权。

[0095] 根据信号环境和自由度数,可以对独立测量值调整偏移或除权。将自由度数定义为测量值总数和待解决的未知参数数的差。根据加权系数,除权相当于从解中移去测量值。在操作 505 中,对测量值进行偏移调整。该方法中,用操作 503 中估计的偏移纠正测量值。在本发明的一个实施例中,只有在偏移为正时,对测量值进行偏移调整。

[0096] 在操作 507 中,计算用于已调整测量值的新权。新的权可能基于信号环境、分离可靠性、偏移大小、卫星测量值中多峰值的存在和其它因素。

[0097] 在操作 509 中,计算新的解和相应的误差估计。在操作 511 中,确定是否引起了任何预定义的突发情况。在本发明的一个实施例中,突发情况包括 HDOP 超过 HDOP 表征码、估计水平误差超过预选门限、单位方差低于预选门限或超过第二预选门限、分离之前和之后解的变化低于预选门限或超过第二预选门限、差错分离未通过可靠性测试、自由度数低于预选门限,以及其它因素。如果在操作 511 中确定未引起任何突发情况,从操作 501 开始重复整个差错检测和分离过程。否则,差错检测和分离过程结束。

#### 偏移调整算法

[0099] 图 9 是根据本发明的实施例,概述包括在如图 4 操作 109 所示偏移调整过程中的操作流程图。

[0100] 在本发明的一个实施例中,如图 9 所示的偏移调整算法类似于参照图 8 操作 503 的偏移估计过程。然而在图 9 的偏移调整过程中,对任何或任何子集的普通接收信号进行偏移估计,而不只限于检测到的独立的错误测量值。在某些实例中,选中的子集可以是整组测量值。在本发明的一个实施例中,该组内可以不包括互相关信号,可以不包括“强”卫星,也可以不包括“双峰值”测量值。应该注意到偏移调整过程上下文中“强”卫星的定义可能不同于差错检测和分离算法上下文中用的“强”卫星的定义。在另一实施例中,该组内可以不包括任何或所有作为图 4 中操作 105 测量值选择和计算一部分的预先过滤掉的测量值。

[0101] 在操作 601,估计一组选中卫星的偏移误差。根据信号环境和高度辅助参数,偏移估计可以包括或不包括高度测量值。在操作 603 中,选择最大正偏移估计。在本发明的一个实施例中,如果使用高度辅助,高度测量值的偏移可以不包括在该选择中。在本发明的另一实施例中,可选择相关函数中任何多峰值的位置作为偏移估计。在一个实例中,选择最早

的可识别峰值。在另一实例中,可选择相关函数中的任何坡点作为偏移估计。然后在操作 605 中,用偏移估计纠正选中的测量值。

[0102] 在操作 607 中,调整已纠正测量值的权以解决偏移调整。新的权可能基于信号环境、偏移大小、已纠正伪距残余项的大小、算法控制参数、SNR、SIR、偏移估计相关函数样本中的信号输入强度等等。在操作 609 中计算新的解和相应的误差估计。

[0103] 在操作 611 中,确定是否引起了任何预定义的突发情况。在本发明的一个实施例中,突发情况包括与单位方差成比例的估计水平误差超过预选门限、单位方差低于预选门限或超过第二预选门限、偏移调整之前和之后解的变化低于预选门限或超过第二预选门限、自由度数低于预选门限,以及其它因素。如果在操作 611 中确定未引起任何突发情况,从操作 601 开始重复偏移调整过程,否则,偏移调整过程结束。

#### [0104] 贯序测量值优化算法

[0105] 图 10 是根据本发明的实施例,概述包括在如图 4 操作 111 所示贯序测量值优化(SMO) 过程中的操作流程图。

[0106] 在本发明的一个实施例中,只有遇到称为“初始条件”的特定条件,才进行贯序测量值优化过程。在操作 701 中,检验贯序测量值优化过程的初始条件。初始条件包括差错检测和分离可靠性测试的失败,或用错误的检测和分离算法分离“强”卫星或高度测量值。如果误差统计量(例如估计水平误差)超过基于信号环境表征的选中门限,也可以启动贯序测量值优化过程。初始条件还可以包括差错检测和分离和 / 或偏移调整中的任何突发情况。

[0107] 在本发明的另一实施例中,可设置算法控制参数建立过程中操作 307 的一组控制参数,以迫使贯序测量值优化算法总是执行,而不是在只有出现初始条件时进行。

[0108] 在操作 703 中,为每个选中的卫星估计偏移。在一个实施例中,一组选中的卫星测量值可以不包括由先前测量值处理步骤已经从解中移去的卫星,例如通过测量值选择和计算过程、差错检测和分离过程或者偏移调整过程。该组内也可以不包括“强”卫星。此外,在连续测量值优化上下文中的“强”卫星定义可能与差错检测和分离或偏移调整上下文中用的“强”卫星定义不同。在另一实施例中,该组内可以包括所有卫星。

[0109] 在操作 705,根据选中的方法处理选中的卫星测量值。选中的方法可以是偏移调整技术、权调整技术、时间调整技术、多路径缓和技术或一些其它的测量值优化技术。偏移调整技术可使用操作 703 计算的偏移估计,以纠正选中的测量值和调整权以解决纠正。权调整技术可以除权卫星测量值,降低测量值对总体解的影响。时间调整技术可以在任一方向(延迟或提前到达时间)上调整卫星测量值,以改进解。在另一实施例中,只能执行提前到达时间(例如减少到达时间)作为时间调整技术的一部分。多路径缓和技术可以使用信号计算机模型来估计特定位置的多路径误差,并在卫星测量值加权中使用该信息。在另一实施例中,分析相关波形(相关函数)的拐点,拐点表示偏移理想峰形,也可以表示多个信号组合的点。在再一个实施例中,分析相关波形的在可能到达时间的多个峰值。

[0110] 在操作 707 中,计算新的解和相应的误差统计量。在操作 709 中,识别优化误差统计量的测量值。在特定的情况下,优化可以对应于误差统计量的最小化。例如,选中的误差统计量可以是加权的根和平方后验残差。误差统计量选择可以根据信号环境表征或“城市峡谷”计算机模型,或者先前关于具体信号环境中具体方法成功的信息。其它可用的误差统

计量是未加权的根和平方后验残差, 加权的根和平方先验残差、估计水平误差、单位方差、与 HDOP 成比例的单位方差及其它。

[0111] 在操作 711 中, 确定对于进一步贯序测量值优化, 是否有可用的自由度。如果有自由度仍然有效, 从操作 601 开始重复贯序测量值优化, 否则贯序测量值优化过程结束。在本发明的一个实施例中, 如果结果 HDOP 超过预选的 HDOP 表征码, 或者结果加权 HDOP 超过预选的加权 HDOP 表征码, 如果选中的误差统计量低于预选的门限水平, 或者如果当前的贯序测量值优化迭代不导致选中误差统计量的改进, 那么可以停止贯序测量值优化过程。FDI 和 / 或偏移停止过程的任何突发情况可用于停止 SMO 过程。

[0112] 最后解和误差估计的计算

[0113] 图 11 是根据本发明的实施例, 概述包括在如图 4 操作 103 所示最后计算和误差估计过程中操作的流程图。

[0114] 在操作 801 中, 计算最后解和误差估计。在本发明的一个实施例中, 解可以包括至少一个位置、速度和定时信息。也可以进行测试以验证解。在一个实施例中, 测试基于环境类型, 例如“城市峡谷”城市模型。在另一实施例中, 在车辆跟踪应用中, 通过比较解的位置和它在数字地图或其它 GIS(地理信息系统)资源上的位置, 检验解是否在街道位置上。该测试检验选中的误差统计量是否超过预选的门限。该测试也可以将该解和先前的解或一系列先前的解比较。

[0115] 在操作 803 中, 计算误差椭圆。可以根据环境类型分析误差椭圆半长轴和半短轴的大小以及方位角。例如, 在“城市峡谷”环境中严重的多路径条件下, 误差椭圆的方位角一般垂直于街道的方向。换句话说, 半短轴要重合于街道方向。

[0116] 在操作 805 中, 用位置解信息更新信号环境计算机模型。还可用室外信号环境的高度解更新地形仰角数据库。

[0117] 本发明的各种方法可以通过移动 SPS 接收机执行一部分, 剩余的部分由远程本地 SPS 服务器执行。图 12A 中显示了用该方法工作的系统的一个实例, 图 12B 显示了 SPS 服务器的一个实例。

[0118] 只为了解释的目的, 图 12A 的系统 900 包括四个分别由小区基站服务的小区 901、902、903 和 904, 以后参考小区站点 901a、902a、903a 和 904a。每个小区站点用熟知的蜂窝电话通信方式, 用小区站点附近的小区电话提供两路蜂窝无线通信。典型的小区电话也可包括移动 SPS 接收机, 例如接收机 901b。图 1 显示了移动单元 20 的特例, 可以构造它实现集成移动 SPS 接收机和小区电话 901b。移动单元 901b 中的蜂窝电话提供到小区站点和来自小区站点的无线通信。无线通信可包括语音数据和 SPS 辅助数据或上述输出的 SPS 位置信息。例如, 可将信号环境数据提供给小区电话, 然后 SPS 接收机可利用该小区电话, 以执行本发明的测量值处理技术。可从基于小区的数据库得到该数据, 例如由 SPS 服务器 912 维持的数据库 912a, 然后单元 901b 中的 SPS 接收机可使用该信号环境数据在 SPS 接收机内执行本发明的测量值处理技术。典型地, SPS 接收机将接收 SPS 信号, 并为每个卫星确定这些信号的相关输出。然后, 在 SPS 接收机内执行本发明的一些测量值处理技术, 其它的由 SPS 服务器执行, 例如服务器 914 和 912。每个移动单元都通过小区站点和移动交换中心和服务器相连, 例如移动交换中心 906 和 907, 它们通过图 12A 所示的公众交换电话网 908 依次和服务器相连。因此, 伪距和相关输出和移动 SPS 系统 901b 产生的其它测量值处

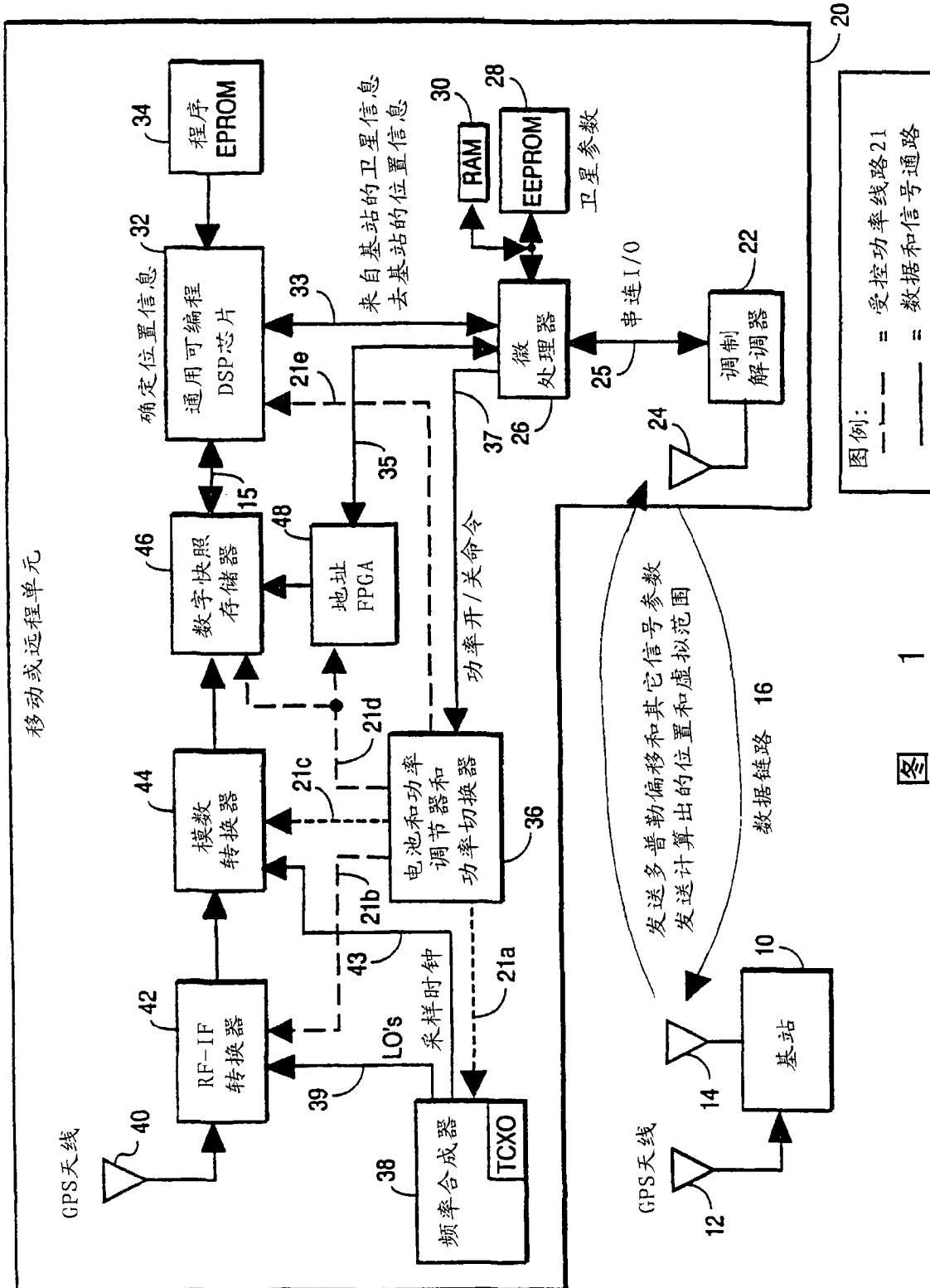
理输出可以通过小区站点 901a 和移动交换中心 907 和特定服务器（如 SPS 服务器 912）的 PSTN（公众交换电话网）向前传给 SPS 服务器。然后 SPS 服务器执行本发明测量值处理技术的剩余部分，以确定各种可视卫星最后的伪距。还使用从广域基准网（WARN）915 接收到的卫星天文历数据进行位置计算。之后，SPS 服务器做出的最后位置的确定允许服务器将该最后位置信息提供给另一系统，例如应用系统 910，在一个实施例中，它可以是公共安全应答点（PSAP）。在共同待批的、1998 年 4 月 28 日提出申请的，发明者为 Norman F. Krasner, Mark Moeglein 和 David Coleman, 题为《分布卫星位置系统处理和应用网络》的美国专利申请序号 09/067,406 中，描述了本发明可利用系统的再一实例。在共同待批的、1998 年 4 月 28 日提出申请的，发明者为 Mark Moeglein, Leonid Sheynblat, 和 Norman F. Krasner, 题为《卫星定位基准系统和方法》的美国专利申请序号 09/067,407 中，描述了广域基准网的实例。除了可以存储在小区基础数据库 912a 和 914a 中的信号环境数据，这些数据库可以储存平均高度，也可以储存卫星相关信息，例如考虑到各种小区站点的卫星估计多普勒频率。在共同待批的、1997 年 4 月 15 日提出申请的，发明者为 Norman F. Krasner, 题为《利用通信链路的改进 GPS 接收机》的美国专利申请序号 08/842,559 中，描述了这种类型的基于小区的数据库实例。

[0119] 应该注意到基于蜂窝的通信系统是具有不只一个发射机，每个发射机服务于随时及时预定义的不同地域的通信系统。典型地，每个发射机是一个无线发射机（例如小区站点），它服务一个地理半径小于 20 英里的小区，虽然覆盖区域依赖于具体的蜂窝系统。具有多个类型的蜂窝通信系统，例如蜂窝电话、PCS（个人通信系统）、SMR（专用移动无线电）、单向和双向寻呼机系统、RAM、ARDIS 和无线分组数据系统。一般预定义的不同地域被称为小区，许多小区组合在一起形成蜂窝服务区域，这些小区耦合到一个或多个提供与陆基电话系统和 / 网络连接的蜂窝交换中心。服务区通常用于账单目的。因此，可能有这种情况在不只一个服务区内的小区被连到一个交换中心。另外，有时在一个服务区内的多个小区被连到不同的交换中心，尤其是在人口密集的区域。一般，将服务区定义为地理上接近的小区的集合。另一类符合以上描述的蜂窝系统是基于基于卫星的系统，其中蜂窝基站典型地是地球轨道卫星。在这些系统中，小区扇区和服务区按时间函数移动。这些系统的实例包括铱、地球星、Orbcomm、Odyssey 系统。

[0120] 图 12B 是根据本发明实施例的 SPS 服务器的实例。该服务器包括与调制解调器或其它接口 953 耦合，并与调制解调器或其它接口 952 耦合，还和另一调制解调器或接口 954 耦合的数据处理单元 951。此外，大容量存储单元 955 也和数据处理单元 951 耦合。任选项 GPS 接收机也可以和数据处理单元 951 耦合。大容量存储器 955 包括用于执行本发明处理操作的可执行计算机程序，还包括存储基于小区信息源的存储器，例如基于小区的数据库 912a，它将小区站点内的位置与这里所述的具体的信号环境数据关联。每个调制解调器或其它接口提供一个数据处理单元 951 和图 12A 所示系统 900 的各种部件之间的接口。例如，调制解调器或其它接口 953 提供来自蜂窝交换中心间的连接，在 SPS 接收机直接和移动交换中心耦合的情况下例如与移动交换中心 907 和单元 951 连接。如图 12A 所示，移动交换中心间的链路是通过公共交换电话网的，因此接口 953 将服务器 912 和 914 耦合到公共交换电话网。在另一实施例中，每个小区站点可以包括一个服务器系统，因此接口 953 将数据处理单元 951 直接耦合到小区站点，例如小区站点 901a。接口 952 将单元 951 耦合到其它

系统,例如图 12A 所示应用系统 910。接口 954 将单元 951 耦合到 GPS 信号源,例如图 12A 所示 WARN915。

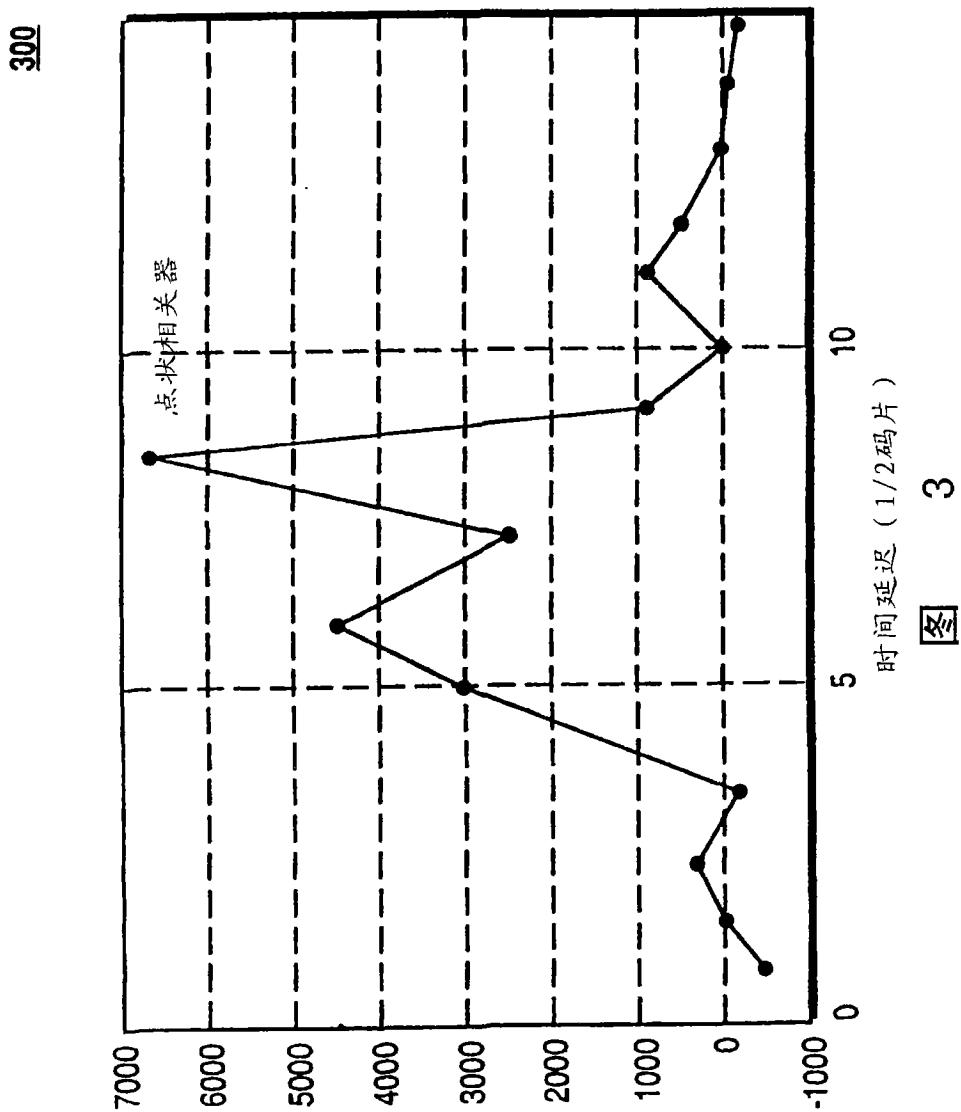
[0121] 以上叙述中,通过例如 GPS 接收机的 SPS 系统中导航数据的测量值处理描述了系统。虽然通过参考特殊的实施例描述了本发明,但是很明显的是对这些实施例做各种改变和变化不脱离以下权利要求所述的本发明最宽的精神和范围。因此,应该认为说明书和附图只有说明的意义,而没有限制的意义。



卫星序号	SNR输出(dB)	SIR输出(dB)	峰值宽度(1/2码片)	方位角(度)	仰角(度)	代码相位(1/2码片)	多普勒频率(Hz)
2	42.80	34.00	1.62	69.65	47.66	195.11	-1205
4	43.10	35.00	1.68	154.58	27.21	144.32	3219
7	45.80	30.50	1.74	40.03	73.74	1400.94	-923
9	44.30	33.00	1.68	312.93	31.33	289.90	2845
15	33.60	32.30	2.00	35.92	8.32	1075.13	-2309
26	44.50	31.30	1.66	253.71	32.67	1796.16	-1619
27	24.20	23.50	1.02	142.03	23.75	648.90	-3467

2

图



## 测量值处理算法

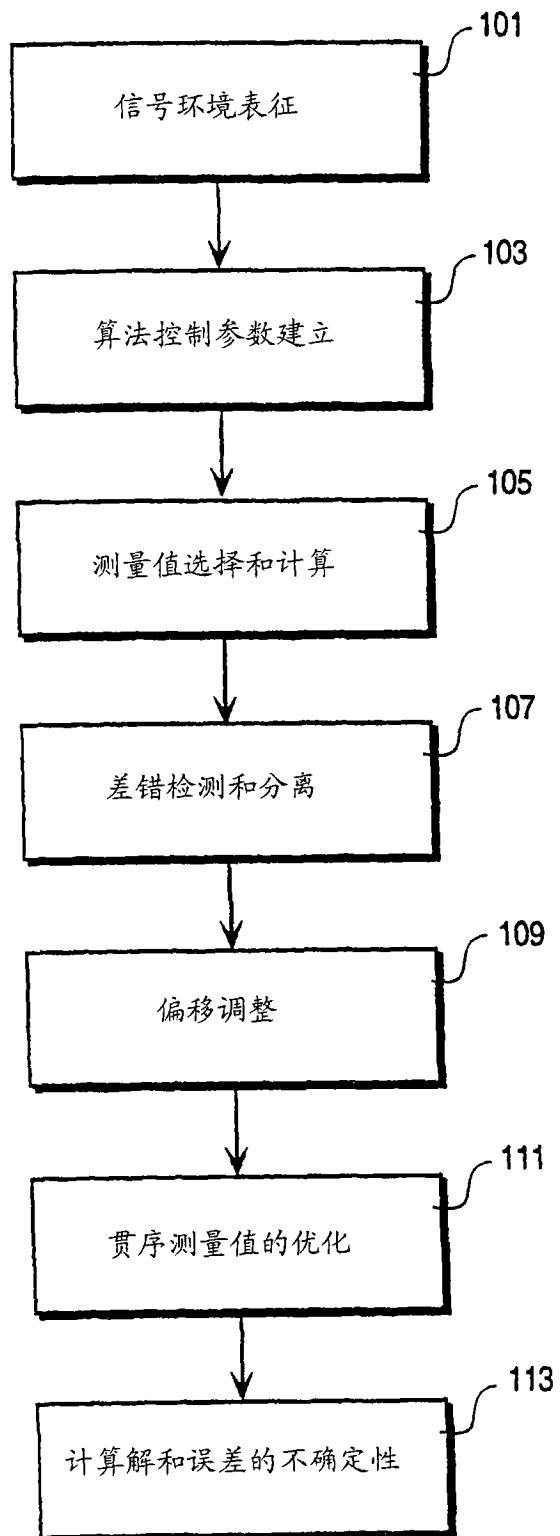


图 4

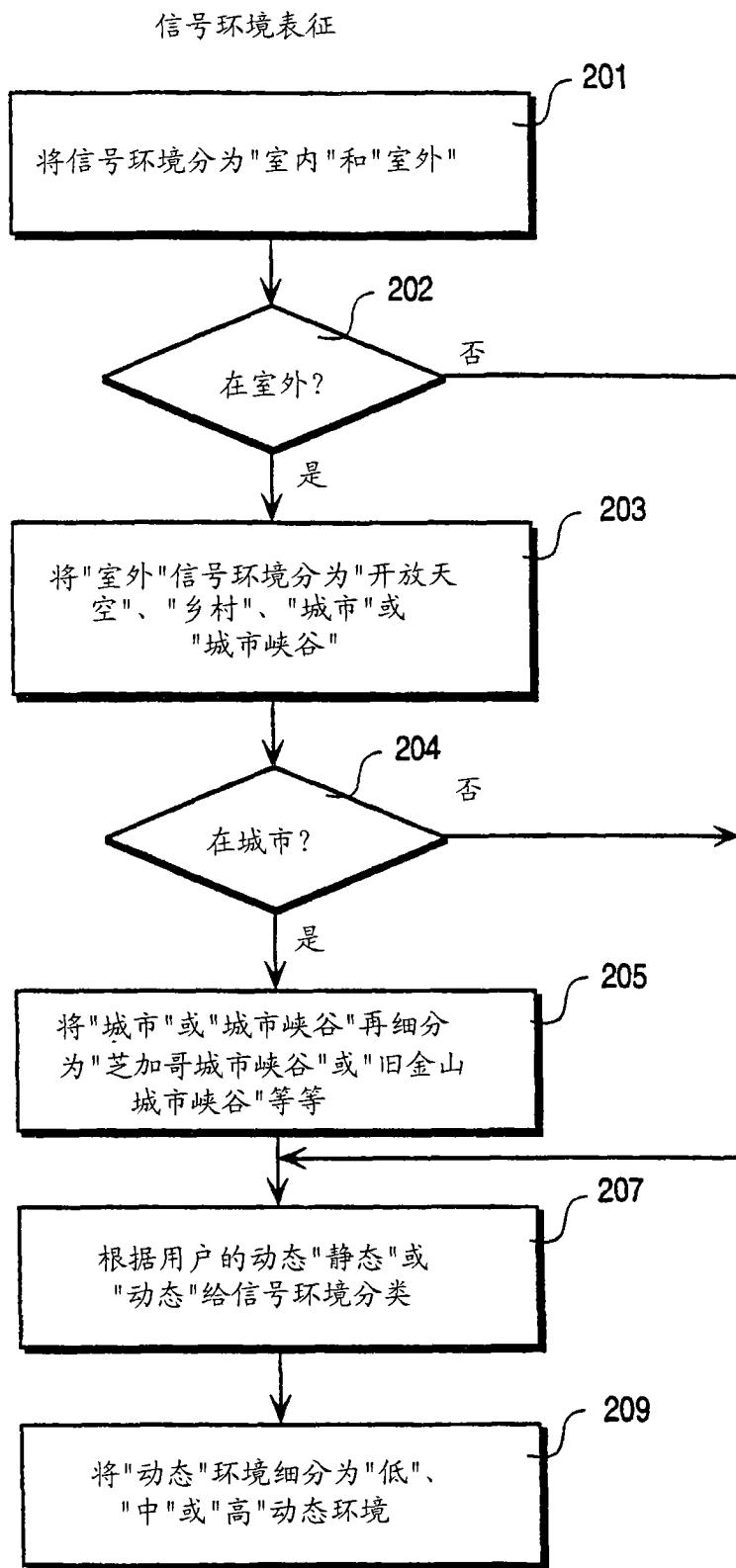


图 5

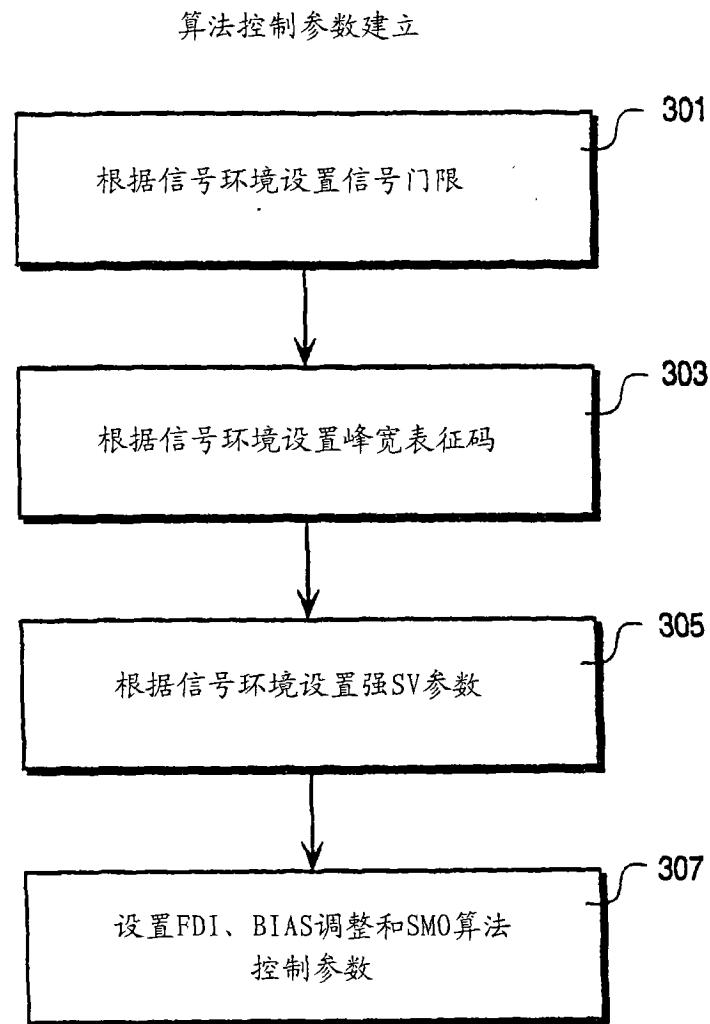


图 6

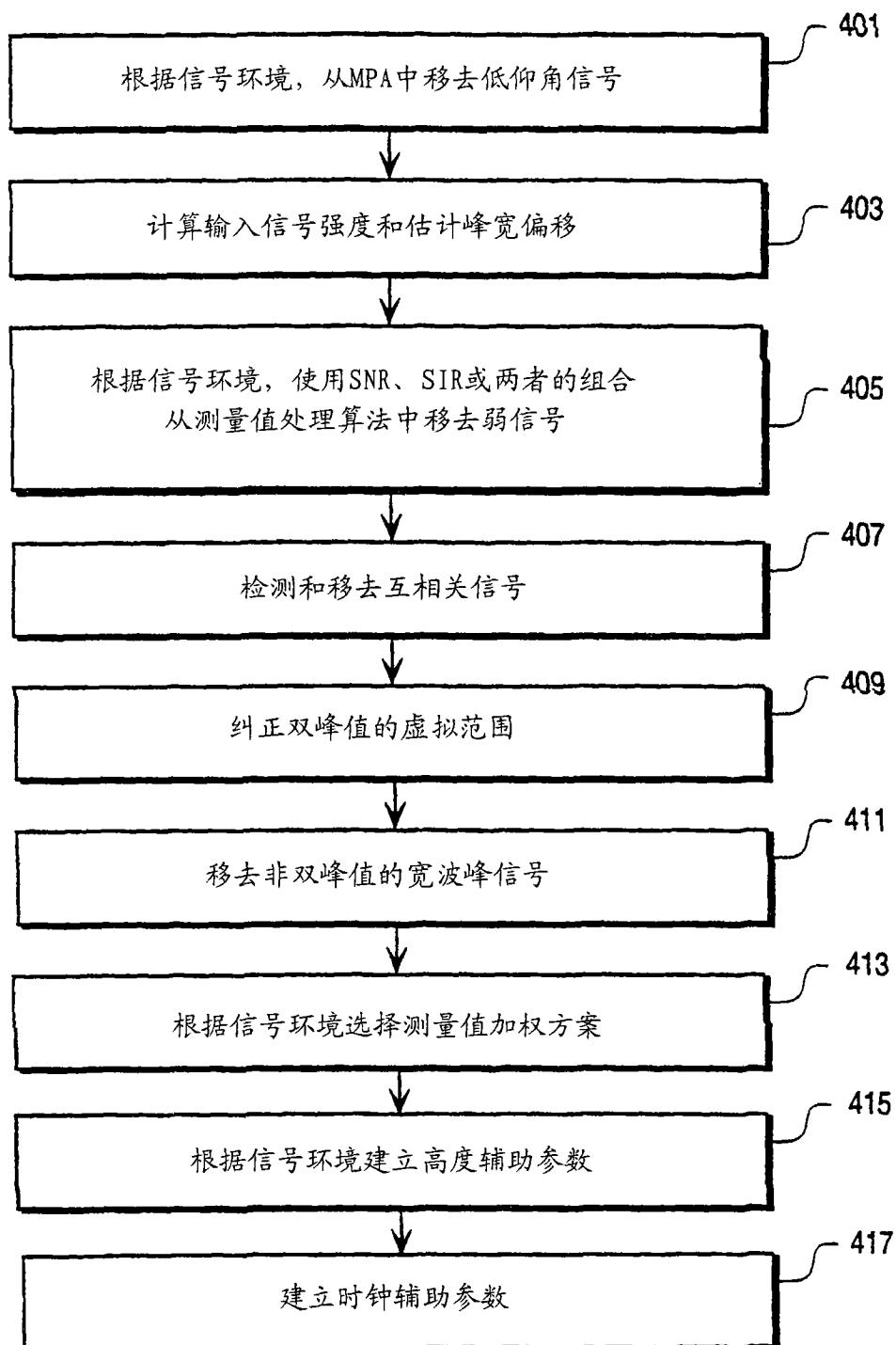


图 7

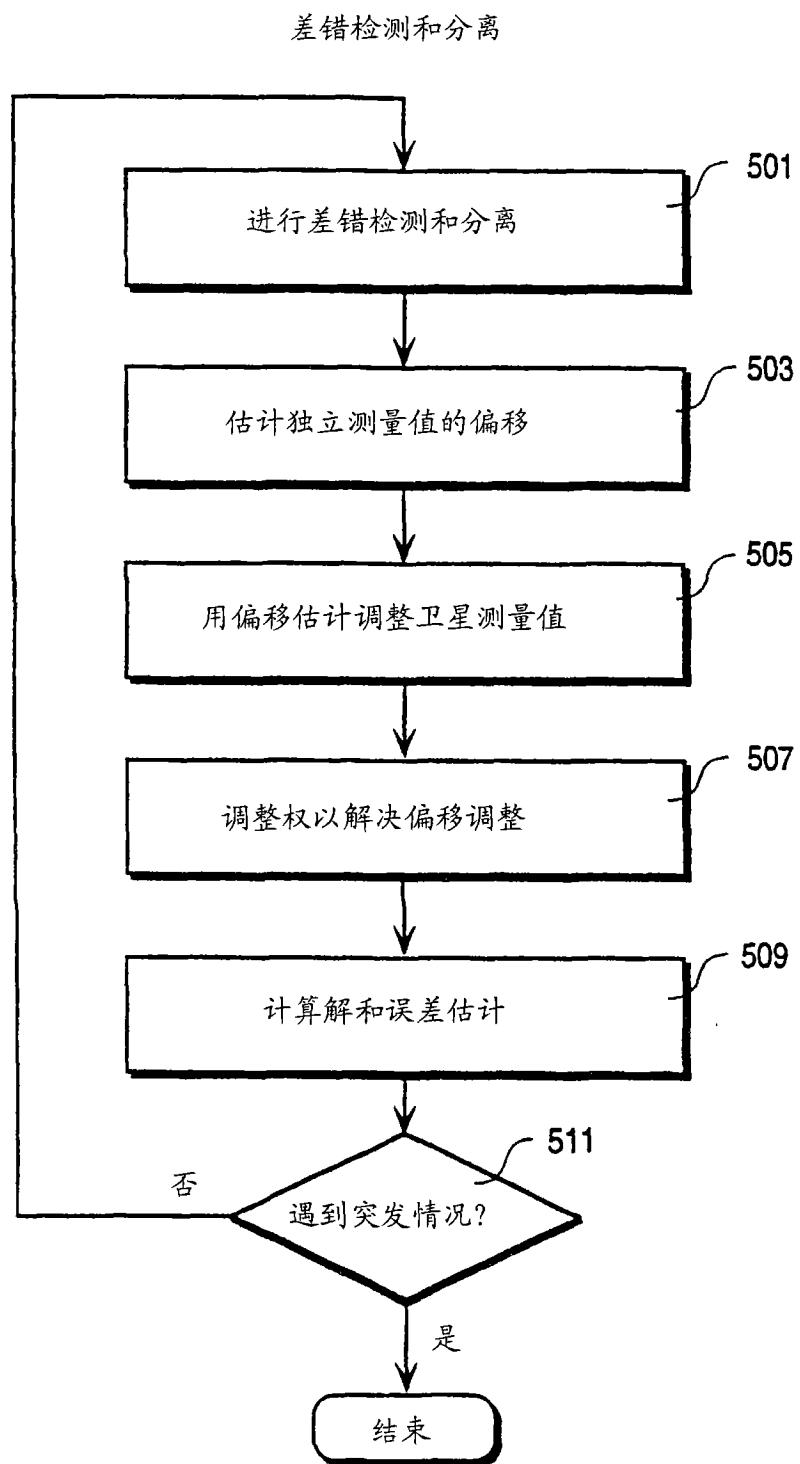


图 8

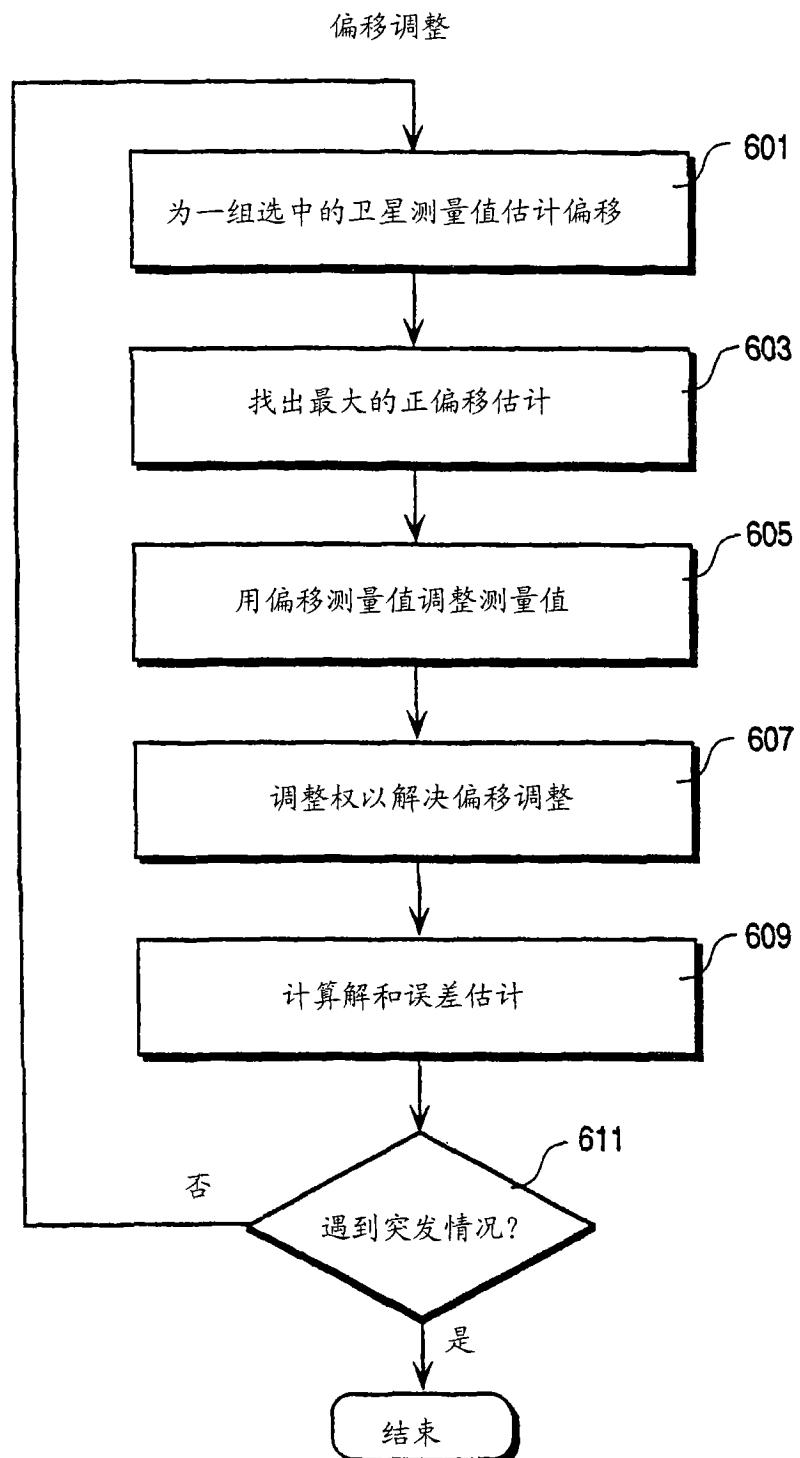


图 9

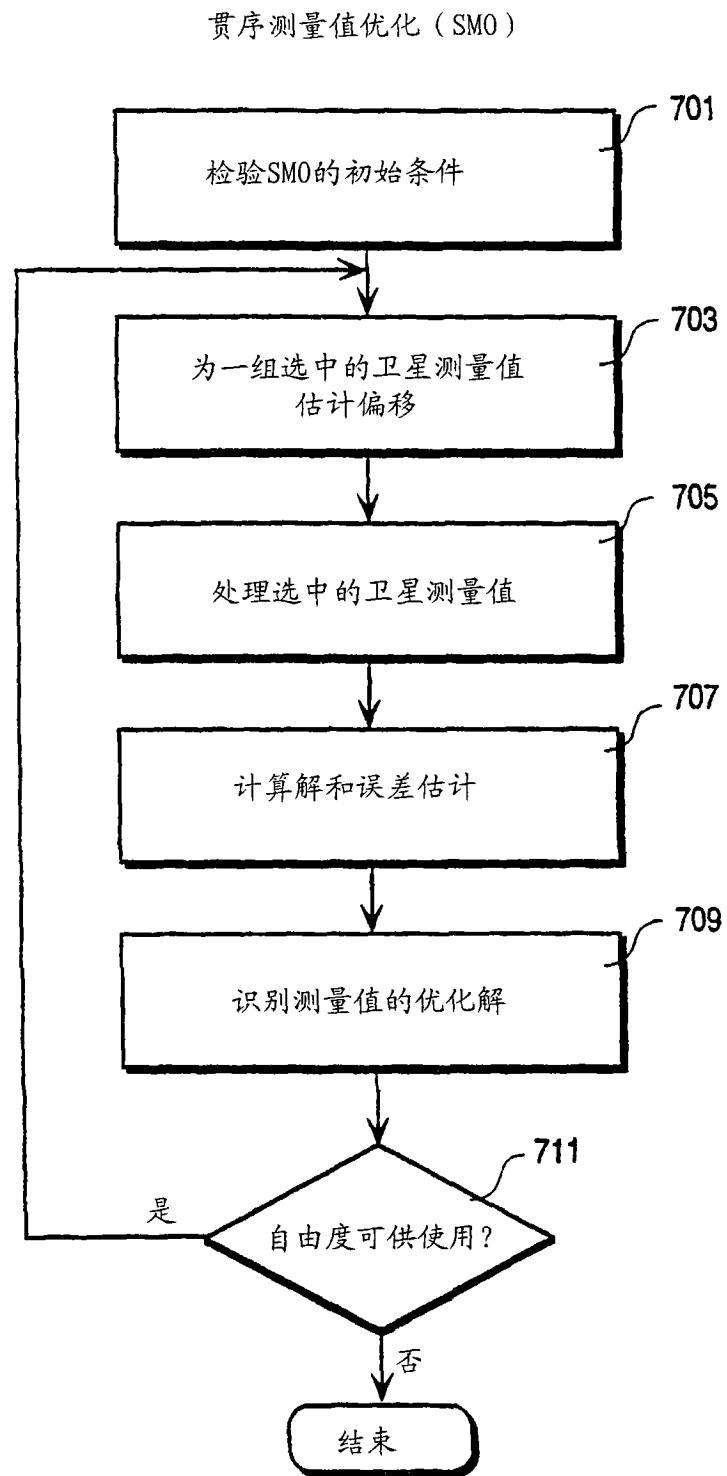


图 10

最后解和误差估计的计算

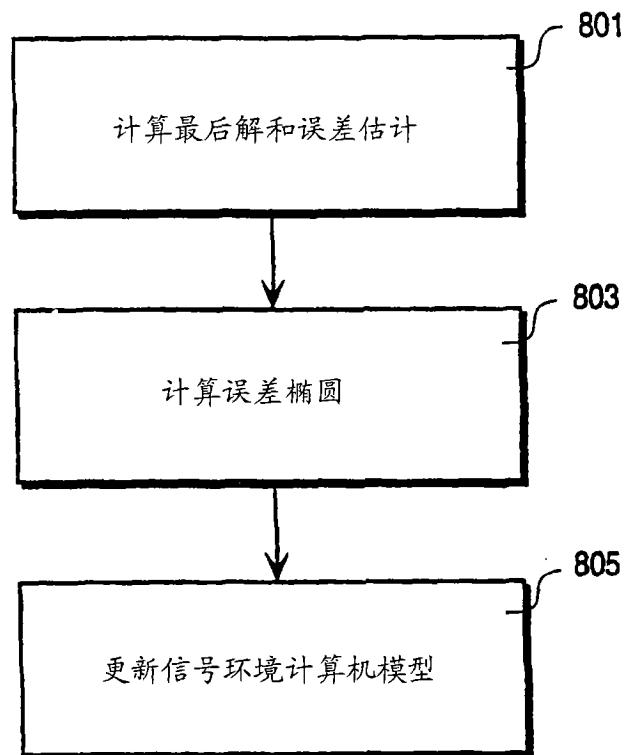


图 11

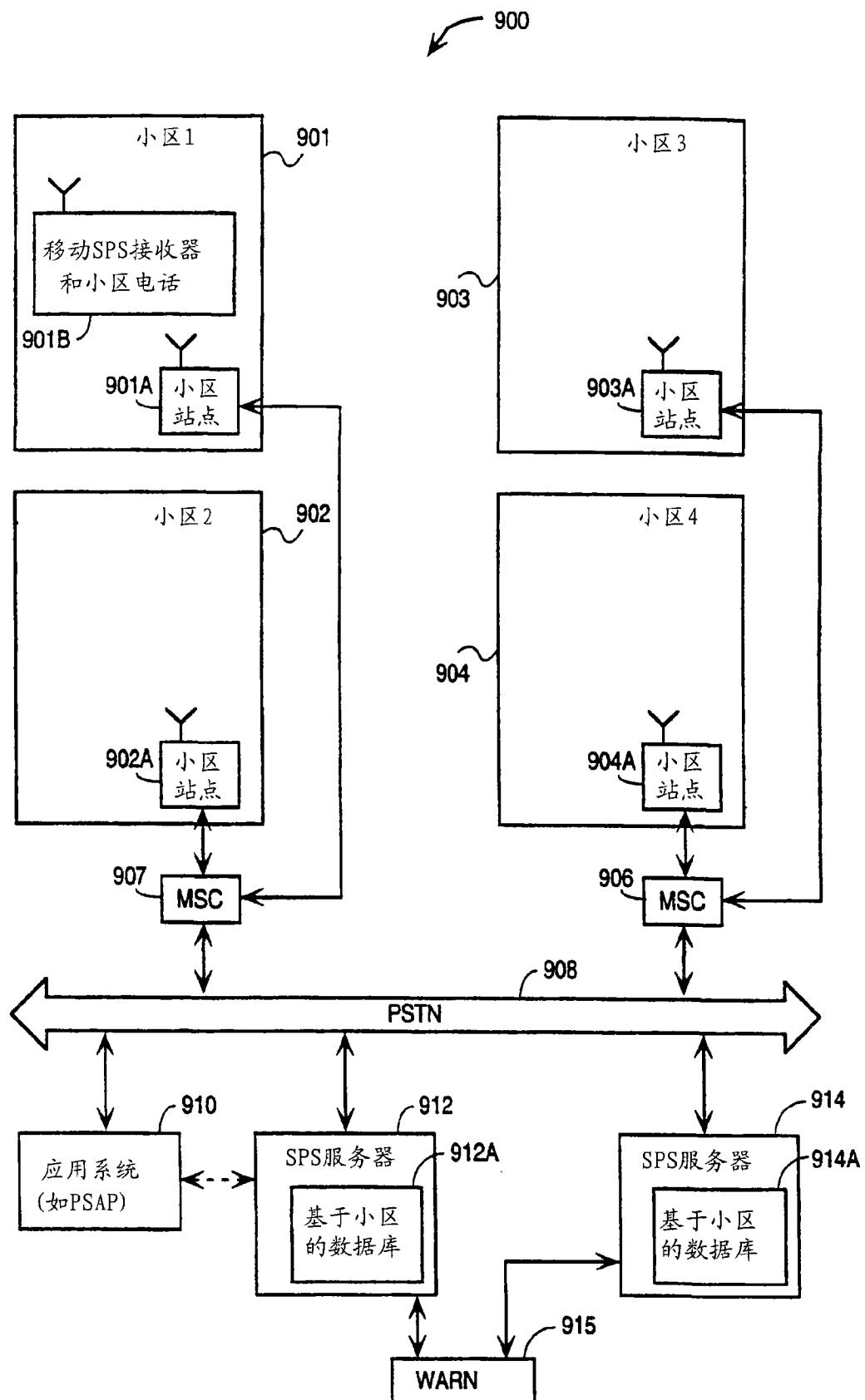


图 12A

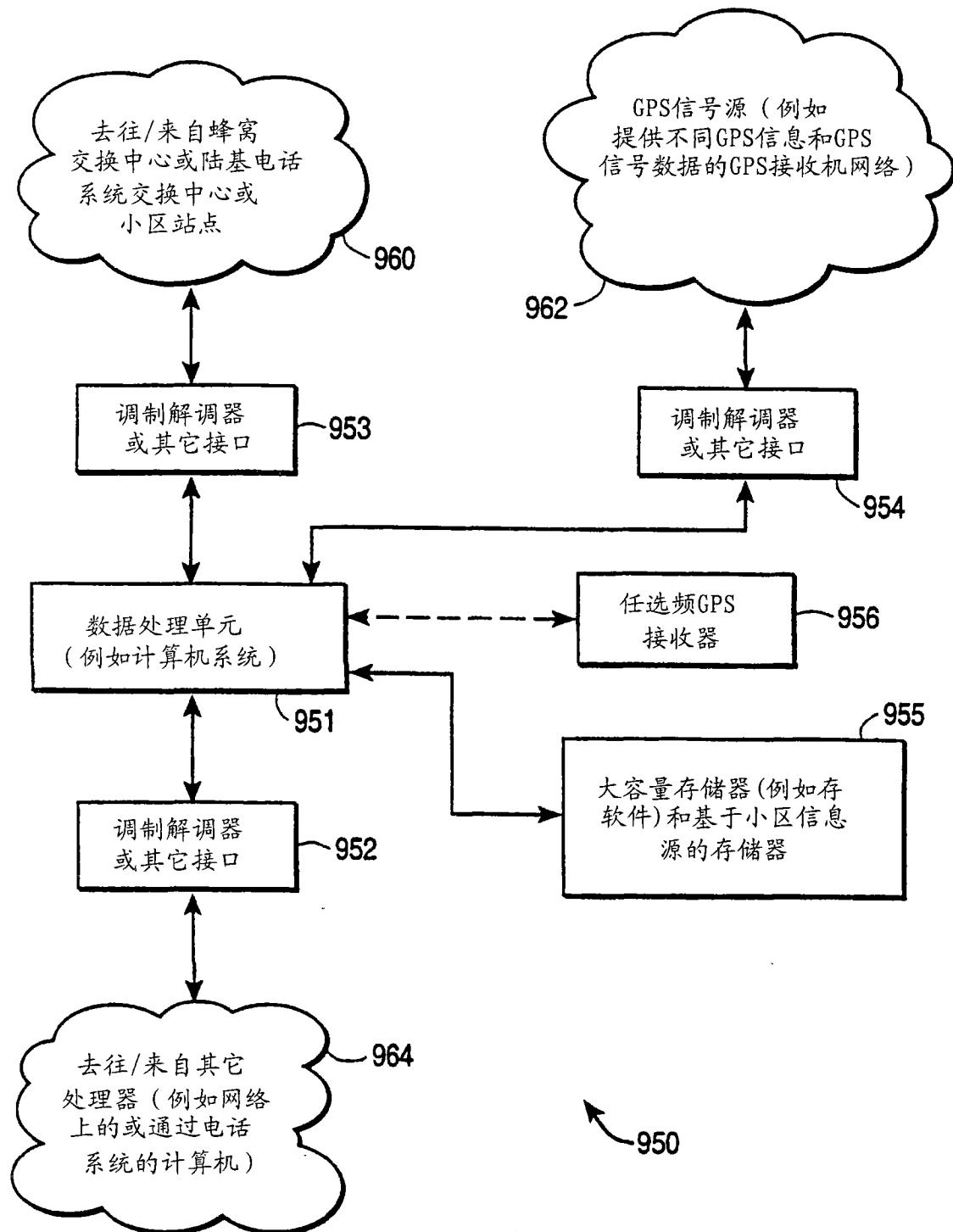


图 12B