

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01S 5/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310116380.7

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100430749C

[22] 申请日 2003. 11. 19

[21] 申请号 200310116380.7

[30] 优先权

[32] 2002. 11. 19 [33] US [31] 10/300501

[73] 专利权人 伊莱德公司

地址 美国加利福尼亚州

共同专利权人 精工爱普生株式会社

[72] 发明人 P·W·麦克博尼

[56] 参考文献

US5812087A 1998. 9. 22

US6239742A 2001. 5. 29

CN1322300A 2001. 11. 14

US6437734B1 2002. 8. 20

US6469663A 2002. 10. 22

US6167347A 2000. 12. 26

US6052081A 2000. 4. 18

CN1312914A 2001. 9. 12

审查员 侯新宇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨凯 王勇

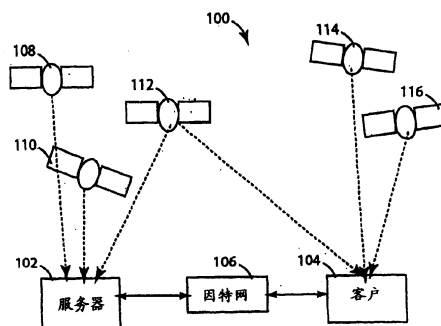
权利要求书 5 页 说明书 31 页 附图 4 页

[54] 发明名称

高灵敏度卫星定位系统接收机和接收方法

[57] 摘要

一种导航卫星接收机方法确定接收机接通电源时手头上有什么 navData、存在何种程度的时间不确定性和何种位置不确定性。利用室内和室外搜索引擎，它可以改变其搜索窗口和停留时间，以便提高接收机的灵敏度。所接收的信号存储在几个重放回路中，这些回路在面对时间和频率点巨大的不确定性的情况下，可以并行操作以便提高搜索的灵敏度，还能缩短首次定位时间。即使在 navData 数据太弱无法读出，也可以请求服务器帮助，实现卫星采集。



1. 一种方法, 包括:

提供一种电路, 用于将导航卫星接收机的位置不确定性分类为: A类, 其中没有整数二义性问题要解决; B类, 其中可以应用有用的多普勒估计值; 和 C类, 其中位置具有如此大的不确定性、以致于为零的初始多普勒估计值可以产生较快的位置解的结果;

提供一种电路, 用于根据所述位置不确定性符合所述 3 类中的哪一类, 按照不同于直接从轨道人造卫星获得的途径获得人造卫星的星历表、年鉴和系统时间; 以及

提供一种电路, 用于根据所述位置不确定性符合所述 3 类中的哪一类, 直接从所述轨道人造卫星采集微波信号传输。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 若所述分类步骤产生所述 A 类的位置不确定性, 则进一步包括:

提供一种电路, 用于在不首先获得有关每个人造卫星的位转换时间或 z 计数的情况下求出位置固定。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 若所述分类步骤产生所述 B 类的位置不确定性, 则进一步包括:

提供一种电路, 用于通过预测任何一个最高海拔人造卫星预期的多普勒数据, 求出位置固定。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 若所述分类步骤产生所述 C 类的位置不确定性, 则进一步包括:

提供一种电路, 用于假定根本就没有位置, 求出位置固定。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于: 所述采集步骤还包括:

提供一种电路, 用于通过读出本机实时时钟来减小任何初始时间不确定性。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述采集或获得步

骤还包括:

提供一种电路,用于采用通过对导航数据消息进行解码来获得任何一个人造卫星的 z 计数的方法,减小任何初始时间不确定性。

7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获得步骤还包括:

提供一种电路,用于采用通过对网络服务器提供的数据进行模式匹配来获得任何一个人造卫星的 z 计数的方法,减小任何初始时间不确定性。

8. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获得步骤还包括:

提供一种电路,用于通过获得由网络服务器提供的包括网络延迟时间计算的时间估计值来减小任何初始时间不确定性。

9. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采集步骤还包括:

提供一种电路,用于按照取决于室外或室内操作的假定的衰减电平,搜索来自人造卫星的信号。

10. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采集步骤还包括:

提供一种电路,用于若衰减电平是这样的、使得接收的信噪比强于-142dbm,则利用室外搜索方法来搜索来自人造卫星的信号;以及

提供一种电路,用于在不利用室内搜索方法的情况下,收集可靠的导航数据。

11. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采集步骤还包括:

提供一种电路,用于若衰减电平是这样的、使得接收的信噪比弱于-142dbm,则利用室内搜索方法来搜索来自人造卫星的信号;以及

提供一种电路，用于借助于服务器帮助，间接地接收至少某些导航数据。

12. 一种导航卫星接收机网络，它包括：

全球定位系统测量平台，用以接收来自轨道全球定位系统卫星的信号并提供来自这样的信号的导航固定；

网络服务器，用以接收来自轨道全球定位系统卫星的信号并通过网络提供来自这样的信号的导航信息，以便帮助全球定位系统测量平台提供所述导航固定；

第一处理器，它包括在所述全球定位系统测量平台中，用以把位置不确定性分类为3类中的一类，包括小于150km的第一位置不确定性、在150km和3000km之间的第二位置不确定性和大于3000km的第三位置不确定性；以及

第二处理器，它包括在所述全球定位系统测量平台中，用以根据位置不确定性符合所述3类中的哪一类，从所述轨道全球定位系统卫星采集信号。

13. 一种卫星定位系统接收机和支持系统，它包括：

高灵敏度卫星定位系统接收机，用以从轨道全球定位系统卫星接收已被衰减的信号并由这样的信号提供导航固定；

基准站，用以从轨道全球定位系统卫星接收信号并从这样的信号提供导航信息，以便辅助所述高灵敏度卫星定位系统接收机提供所述导航固定；

导航数据合成器，它包括在所述高灵敏度卫星定位系统接收机中，用以利用来自所述轨道全球定位系统卫星的、已经过分强烈衰减而无法直接获得的所述提供的导航信息来重构导航数据消息。

第一处理器，它包括在所述全球定位系统测量平台中，用以把位置不确定性分类为3类中的一类，包括小于150km的第一位置不确定性、在150km和3000km之间的第二位置不确定性和大于3000km的第三位置不确定性；以及

第二处理器，它包括在所述全球定位系统测量平台中，用以根据符合所述 3 类位置不确定性中的哪一类，从所述轨道全球定位系统卫星采集信号。

14. 一种方法，包括：

把导航卫星接收机的位置不确定性分类为 3 类中的一类，所述 3 类包括：小于 150km 的第一位置不确定性、在 150km 和 3000km 之间的第二位置不确定性和大于 3000km 的第三位置不确定性；以及

根据符合所述 3 类位置不确定性中的哪一类，从所述人造卫星发射中采集信号。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于：若所述分类步骤产生所述第一位置不确定性，则还包括以下步骤：

在不首先获得每个人造卫星的位转换时间或 z 计数的情况下求出位置固定。

16. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于：若所述分类步骤产生所述第二位置不确定性，则还包括以下步骤：

通过预测每个最高海拔人造卫星预期的多普勒数据求出位置固定。

17. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于：若所述分类步骤产生所述第三位置不确定性，则还包括以下步骤：

假定根本没有位置，求出位置固定。

18. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于：所述采集步骤还包括以下步骤：

通过读取本机实时时钟来减小任何初始的时间不确定性。

19. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于：所述采集步骤还包括以下步骤：

采用通过对导航数据消息进行解码来获得对任何人造卫星的 z 计数的方法，减小任何初始的时间不确定性。

20. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于：所述采集步骤还

包括以下步骤:

采用通过对由服务器提供的数据进行模式匹配来获得对任何人造卫星的 z 计数的方法, 减小任何初始的时间不确定性。

21. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于: 所述采集步骤还包括以下步骤:

通过获得由网络服务器提供的包括网络延迟计算的时间估计值来减小任何初始的时间不确定性。

22. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于: 所述采集步骤还包括以下步骤:

根据取决于是室内还是室外操作的衰减电平, 搜索来自人造卫星的信号。

23. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于: 所述采集步骤还包括以下步骤:

若衰减电平是这样的、使得接收的信噪比强于 -142dbm , 则利用室外搜索法搜索来自人造卫星的信号; 以及不利用室内搜索法获得可靠的导航数据。

24. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于: 所述采集步骤还包括以下步骤:

若衰减电平是这样的、使得接收的信噪比弱于 142dbm , 则利用室内搜索法搜索来自人造卫星的信号; 以及借助于服务器, 间接地获得至少某些导航数据。

高灵敏度卫星定位系统接收机和接收方法

技术领域

本发明涉及导航卫星接收机，更具体地说，涉及在微弱信号电平环境中操作导航卫星接收机的方法和系统。

背景技术

全球定位系统(GPS)是美国国防部花了超过 130 亿美元建造和运行的基于卫星的无线电导航系统。卫星定位系统(SPS)包括 GPS 和俄罗斯 GLONASS 导航系统。日本和欧共体提出了其他导航系统。

在 GPS 系统中，24 个在 20,200km 高度上环绕地球的卫星相隔在这样的轨道上、使得客户任何一次都会至少看到六颗卫星。每一个这样的卫星都发送精确的时间和位置信号。GPS 接收机测量到达它的信号的时间延迟，并由此算出接收机-卫星的表观距离。像这样的由至少 4 个卫星的测量使 GPS 接收机可以算出它的三维位置、速度和系统时间。

刚接通的导航卫星接收机并不知道它所看到的卫星准确的轨道位置，接收机本身何在，其晶体振荡器误差有多大，因而不知道它的调谐频率的误差有多大，也不知道当前的时间。但是，在几秒或更小的误差范围内可以知道时间以及在一百公里的误差范围内知道其大概的位置。这样的先行知识，尽管如此粗糙，但也大有用处。

准确的系统时间和所述卫星发出的表观载波频率是接收机找出并锁定发射所必需的，因此最初一般都需要搜索所有可能性。缩小可能性的范围直接导致更快的初始化。完全在一般客户有限的耐心范围内进行第一次位置固定是这样的设备的制造商的商业需要。

与蜂窝电话相联系的或可以通过因特网进行通信的 GPS 接收机

可以用许多方法得到联接到已经完成卫星锁定和跟踪的其他 GPS 接收机的网络服务器的帮助。可以利用电话或网络通信信道来向导航卫星接收机提供信息的关键位，以便帮助它更迅速地初始化。本发明者之一，Paul McBurney 等人已经提交了几份与协助 GPS 接收机客户有关的美国专利。这在表 1 中进行了汇总，而且所有这样的专利申请都转让给同一受让人，并包括在此作参考。

表 1

律师行 档案号	发明名称	发明人	UPSTO 提 交日期	USPTO 序 号
734-01	卫星导航卫星接收机 和方法	P. McBurney, A. Woo	00-10- 11	09/687, 04 4
734-02	卫星导航卫星接收机 和方法的基础设施辅 助	P. McBurney, A. Woo	01-02- 28	09/797, 52 1
734-03	高灵敏度 GPS 接收机 和接收	P. McBurney, A. Woo	02-02- 19	10/079, 24 5
734-04	总校正策略	Stephen J., Edwards, P. McBurney	02-02- 19	10/079, 21 7
734-05	从算出的时间计算位 置的方法和系统	S. Edwards, P. McBurney	02-02- 19	10/079, 24 4
734-06	计算网络路径延迟这 样准确的绝对时间可 以从服务器提供给客 户	H. Matsushit a, P. McBurney	02-02- 19	10/079, 25 1
734-07	无前导帧同步	Akira Kimura, P. McBurney	02-02- 19	10/079, 25 0

734-08	瘦客户	P. McBurney, C. Rasmussen , F. Vaucher, K. Victa	02-02- 19	10/079, 24 9
734-09	软件晶体振荡器	H. Matsushita, P. McBurney	02-02- 19	10/079, 24 8
734-010	传感器的高灵敏度不寻常使用	P. McBurney, K. Victa	02-02- 19	10/079, 24 7
734-011	实时时钟 (RTC)	P. McBurney	02-02- 19	10/079, 25 3
734-012	共享基准站	C. Rypinski, M. Junkar	02-02- 19	10/079, 25 2
734-013	客户协助的多普勒估算	P. McBurney W. J. Morrison	02-08- 07	10/215, 13 8
734-015	高灵敏度卫星定位系统接收机用的合成导航数据	P. McBurney, W. J. Morrison	尚未提交	

GPS 卫星发射 50bps (位/秒) 的导航 (NAV) 数据消息, 每 12.5 分钟重复一次。它包括对 GPS 接收机取得信号锁定和产生导航解很关键的系统时间、卫星的星历表和年鉴信息。共有 25 帧, 每帧占 30 秒, 每帧有 5 个子帧, 每个子帧 10 个字。每个子帧开始时的 z-计数给出它从卫星发射的时间。星历表是前三个子帧, 子帧 4-5 是散布在 50 页上的年鉴数据。一个完整的数据帧的 NAV 数据是 1500 位长, 因而要占用 30 秒来发送。

若其数据电平太弱，则 NAV 数据不能可靠地接收和解调。这可能出现在户内或在甲板下。于是高灵敏度接收机需要通过不同的信道从第三方获得信息上的协助，以便取得当前的 NAV 数据。若已知本地接收机的系统时间，则可以把 z 计数信息插入从这样的第三方获得的在其他方面一般的 NAV 数据消息中。

每个数据帧分成 5 个子帧 1-5，而且每个子帧长 300 位，例如，10 个 30 位字。于是它占用 6 秒来发射每个 300 位、10 个字的子帧。每个子帧以 30 位的遥测 (TLM) 字开始，后跟 30 位的转交字 (HOW)。两个 30 位字都包括 24 位的数据和 6 位奇偶性。每个子帧有 8 个字的数据有效负载。

每个 300 位的子帧前面的 TLM 字有 8 位前导。前导使子帧的起始可以被识别，其后提供接收机同步用的初始机制。

第一个 300 位子帧在 TLM 字和 HOW 之后发送人造卫星 (SV) 时钟校正数据。第二个子帧发送人造卫星星历表数据的第一部分。第三个子帧发送人造卫星星历表数据的第二部分。第 4 和 5 子帧用来发送系统数据的不同页。第四帧也以 TLM 字和 HOW 开始，而数据有效负载 12.5 分钟循环一次，以便关于发送电离层、UTC 和其他数据的漫长的信息。一个完整的 25 帧的组，例如 125 子帧，构成完整的导航消息，它在这样的 12.5 分钟周期中发送。第五子帧以 TLM 字和 HOW 开始，它的数据有效负载也是 12.5 分钟循环一次，以便发送相当大的年鉴。

时钟数据参数描述人造卫星时钟以及它与 GPS 时间的关系。星历表数据参数描述卫星轨道短段的人造卫星轨道。一般，接收机每小时收集新的星历表数据，但是它可以使用旧的数据直至 4 小时也没有很大的误差。星历表参数与一种算法一起使用，所述算法计算在由星历表参数组描述的轨道周期内人造卫星任何时间的位置。年鉴是所有人造卫星用的近似的轨道数据参数。十参数年鉴描述在长时间周期内人造卫星的轨道，有时可以用几个月。

GPS 接收机起动时信号采集时间可以由于具有可用的当前年鉴而显著加速。近似的轨道数据用来以星座中每一个人造卫星的近似位置和载波多普勒频率预置接收机。

在 2001 年 5 月 29 日颁发的美国专利 6,239,742 B1“用于基于时间测量的卫星定位系统的方法和设备”中, Norman F. Krasner 描述一种处理由于载波信号电平太弱而无法读出的 NAV 数据消息的方法。基站用来记录部分 NAV 数据消息, 并且把这些消息与来自远程 GPS 接收机的类似数据比较。所述远程 GPS 接收机直接从它可见的卫星接收部分 NAV 数据消息。由所述基站记录的 NAV 数据包括它的正确的时间标识, 所以匹配两个时间上重叠的部分即可协助远程 SPS 接收机找出它的正确系统时间。这样的比较并不在所述远程移动接收机进行, 而是回到基站进行。

发明内容

因此, 本发明的目的是提供一种用于协助导航卫星接收和接收机初始化的方法和系统。

本发明的另一目的是提供一种用于减少 GPS 和 SPS 接收机初始化所需时间的方法和系统。

本发明的再一个目的是提供一种效能价格合算的卫星导航系统。

简单地说, 本发明的导航卫星接收机方法实施例确定接收机接通时手头上有什么导航数据(navData)、存在何种程度的时间不确定性和有多大的位置不确定性。采用可以改变其搜索窗口及停留时间以便增大接收机灵敏度的室内和室外搜索引擎。所接收的信号存储在几个重放回路中, 所述重放回路可以并行操作以便在时间和频率上面对巨大的不确定性而能增大搜索灵敏度, 而且仍能缩短第一次固定的时间。甚至在 navData 太弱以致无法读出时仍能通过向服务器请求帮助实现卫星采集。

本发明的一个优点是，提供一种系统和方法，所述系统和方法在本来无法初始化的衰减后的信号的衰减电平下提供导航卫星接收机的初始化。

本发明的另一个优点是提供一种降低与蜂窝移动电话相联系的导航卫星接收机的成本的系统和方法。

对于本专业的普通技术人员来说，在阅读对图解说明于各附图中的推荐的 SPS 接收机的以下详细描述之后，无疑将明白本发明的这些和其他目的和优点。

附图说明

图 1 是本发明网络导航系统实施例的原理框图；

图 2 是对图 1 的系统有用的本发明的方法实施例的流程图；

图 3 是也对图 1 的系统有用的本发明的广义的方法实施例的流程图；

图 4 是本发明的导航卫星接收机网络实施例中的自动客户、半客户、瘦客户和多用途客户的原理框图；以及

图 5 表示本发明的卫星定位系统接收机和支持系统实施例，其中高灵敏度接收机遭受不影响服务器的信号衰减。

具体实施方式

图 1 举例说明本发明一个实施例中的网络导航系统 100，它包括基准站服务器系统 102、GPS 测量平台 104、和诸如因特网等居中的计算机网络 106。服务器系统 102 包括导航卫星接收机，它锁定在并跟踪导航人造卫星 (SV) 的星座 108、110 和 112。这些人造卫星中某些人造卫星也可能是 GPS 测量平台 104 可见的。另一个导航卫星星座包括客户系统 104 可见的 114 和 116。GPS 测量平台 104 包括它自己的导航卫星接收机，但它尚未能锁定和跟踪它的导航卫星星座 112、114 和 116。

本发明的导航卫星接收机方法实施例确定所述接收机接通时手头上有什么 navData、存在什么程度的时间不确定性和有多大的位置不确定性。采用能够改变其搜索窗口和停留时间以便提高接收机灵敏度的室内和室外搜索引擎。所接收的信号存储在几个可以并行操作的重放回路中，以便在面对时间和频率巨大的不确定性的情况下提高搜索灵敏度，还要缩短首次定位时间。即使在 navData 太弱难以读出时仍能通过请求服务器的帮助而实现卫星采集。

一般说来，按测量平台能在多大程度上独立于服务器而运行进行分类，本发明有 4 种类型的 GPS 测量平台实施例。自主客户只需从服务器 102 获得最少的帮助，例如，微分校正数据，即能工作并向用户提供导航解决方案。半客户需要较多的帮助，例如，可简化星历表和时间偏置计算的多项式模型。瘦客户几乎所有导航计算都依赖服务器 102，基本上只提供从它的 SV 星座观点看的观测结果。若有客户而且想看，则返回导航解供本机显示。第四种客户是作为客户 104 连接的高灵敏度 GPS 接收机，这里称作多用途客户 (omni)。

图 2 表示本发明的利用接收机采集和跟踪导航卫星的搜索方法实施例，这里用总标号 200 标记。许多本文在以下讨论中用到的并非本领域技术人员一般技巧部分的技术和术语，在包括于此作为参考的几个美国专利中有详细解释。

方法 200 以导航接收机接通电源开始。步骤 202 确定有什么数据可用，存在多大的总的时间不确定性 (σ_{Time})，有关本接收机当前位置的总的位置不确定性 (σ_{Pos}) 有多大。步骤 202 中所涉及的数据包括关于这些卫星 (SV) 的年鉴和星历表信息。数据的可用性取决于可否连接到服务器以及任何存储的数据新到什么程度。

数据源的质量分成几级：

a. 所有 SV 的当前星历表处于最佳情况，而且这发生在能与覆盖全世界的服务器通信时。这样的更新之后，接收机可以自主运行 4-6 小时。由于星历表起的作用与年鉴相似，所以这样的数据便允许计

算高度最高的卫星(高-N)。

b. 接收机最近跟踪过并存储了从以前的服务器对话或跟踪对话获得的其他星历表,接收机中有某些 SV 的当前星历表和其他 SV 的下求模(down-moded)星历表。这样可以使使用长达 4-6 小时或更长时间,用以形成高-N 和预测多普勒数据。

c. 没有当前星历表,但是仍有完整的年鉴,允许采集但不能固定,因为没有足够的 SV 位置和时钟准确度。若在室外,则不必利用服务器也可收集新的星历表;以及

d. 启动之后并且在与服务器通信之前以及一般的冷启动时,客户中没有数据。

存在几种不同程度的时间不确定性(σ_{Time}):

a. 在 1ms 以内,在未经校正地运行了不到一天的实时时钟(RTC)的情况下这是可能的;

b. 从 navData 译码的实测 z 计数或者模式匹配可以把任何时间不确定性减少到 10ms,这已经好到足以在没有 U-dot V-DT 项的情况下使位置解收敛;

c. 20ms 内,在未经校正地运行了几天至一周的实时时钟(RTC)的情况下这是可能的,而这一般已经好到足以避免无 z 固定;

d. 网络延迟估计值和利用服务器作为时基,可以把 σ_{Time} 减小到 20-50ms,而这允许无 z 固定和利用经典的固定类型;

e. σ_{Time} 在一秒水平时,为提高完整性,大于一秒的大的 DT 估计值可能失去无 z 固定的资格;

f. 人工输入的粗糙的时间或 RTC 准确度差到 5 分钟,这好到足以采集高-N 的 SV,并取得合理的多普勒数据,因而好到足以开始搜索,但需要 z 计数、模式匹配或延迟时间源来开始固定;以及

g. 根本没有时间信息可用,这是基准站启动和其他冷启动时的缺省情况。

位转换时间(BTT)是整数毫秒的不足 20 毫秒部分的估计值。它

可以用来对利用模式匹配算出的整数毫秒进行过滤或作为独立的校验器。通过收集 NAV 数据来测量 Z 计数和 BTT。BTT 用来清除代码相位 roll-over。一般说来，不足 20 毫秒部分应该一致。有一位对 BTT 的噪音比 z 计数大。但是，z 计数可能在短的时间周期内在接近代码相位 roll-over 处出现 1 毫秒的误差。

有三种等级的位置不确定性 (σ_{Pos}):

- a. 小于 150km, 在这种情况下即使没有每个 SV 的位转换时间 (BTT) 或 z 计数也可以固定;
- b. 大于 150km 但小于 3000km, 在这种情况下通过预测高-N SV 的预测多普勒数据可以实现某些改善;
- c. 大于 3000km, 在这种情况下高-N 和预测的多普勒信息是如此之差, 以致还不如假定没有位置。

150km 的阈值是在完成一个完整的 C/A 码序列所用时间内微波离开 GPS 卫星行进的物理距离的结果。若已知客户的位置优于 150km 不确定性, 则不会有代码相位整数二义性的问题。但是, 若未知客户的位置优于 150km 不确定性, 则必须解决代码相位整数二义性问题。结果, 这 150km 阈值高度依赖于伪随机数 (PRN) 码长的长度及其重复周期或时间片速率。GPS 系统 C/A 码每毫秒重复一次, 但是精确码 (P 码) 具有长得多的长度, 而且实际上没有整数二义性问题。其他导航卫星系统, 例如, 俄罗斯的 GLONASS 系统将会具有不同的阈值。

3000km 的阈值是移动中的卫星多普勒效应的结果。若位置不确定性已知优于 3000km, 则以此为基础的多普勒估计会是有用的。但是若未知位置不确定性优于 3000km, 则以此不确定性水平为基础的多普勒估计可能是有害的。因此, 3000km 阈值是 GPS 系统及其卫星的特性。其他系统和应用可能会有不同的适当的阈值。

若位置不确定性小于 150km, 则没有 z 计数也能获得固定。位置不确定性小于 150km, 而且在 SV 上没有整数毫秒 (intMs) 可用时, 可以采用 GridFix 方法。SigmaTime 大于 10ms 时最好采用无 z 固定类

型。

从 SV 接收的信号的信噪比 (SNR) 质量可以随着每一个 SV 而改变。定义了 5 个等级的 SNR: 一个室外 (OD) 和 4 个室内 (ID1-ID4)。

表: 信号衰减电平

	采集	跟踪	备注
OD SNR \geq -142dBm	室外搜索方法 (ODSM)	时间跟踪状态 机 (TSM)	可靠的 navData
ID1: -145dBm \leq SNR <-142dBm	室内搜索方法 (IDSM)	转交至 TSM 中 的跟踪	TSM 中的 navData 可能 某些星历表, z 计数和 BTT
ID2: -150dBm \leq SNR <-145dBm	室内搜索方法 (IDSM)	转交至 TSM 载 波环路 4 (来自 室内搜索法的 载波, DLL 运行)	可以取得 BTT 和某些模式匹 配, 但是太弱 难以可靠地收 集 NAV 数据
ID3: -155dBm \leq SNR <-150dBm	室内搜索方法 (IDSM)	太弱难以转交	无 NAV 数据、BTT 或 z 计数
ID4: SNR<-155dBm	无法采集	无法跟踪	完全受障碍

在接收机信噪比 (SNR) 至少为 -142dBm 的情况下存在室外 (OD) 信号衰减电平。这里采用室外搜索法进行人造卫星采集, 采用时间跟踪状态机 (TSM) 进行跟踪。不必使用室内搜索法, 从而可以避免要求接收机有额外的时间和工作。这样的 SNR 产生可靠的 navData, 例如, 星历表、z 计数和 BTT。

第一室内信号衰减电平 (ID1) 存在于 SNR 处于 -145dBm 和 -142dBm

之间。采用室内搜索法进行人造卫星采集，转交给 TSM 中的跟踪。转交过程之后使室内搜索法停止，以节省电力。用 TSM 可以获得 navData，例如，某些星历表、z 计数和 BTT。

SNR 处于 -150dBm 和 -145dBm 之间时，存在第二室内搜索法 (ID2)。采用室内搜索法进行人造卫星采集，从室内搜索法，DLL 运行的载波环路 4 载波转交给 TSM 中的跟踪。这样可以获得 BTT 和某些模式匹配，但一般说来，信号太弱，难以可靠收集 navData。

SNR 处于 -155dBm 和 -150dBm 之间时，存在第三室内搜索法 (ID3)。采用室内搜索法进行人造卫星采集。信号太弱，不能进行跟踪转交，因而不能可靠地收集 navData、BTT 和 z 计数。

SNR 弱于 -150dBm 时，定义第四室内搜索法 (ID4)，并等价于整个信号被障碍。信号这样弱，几乎无法进行人造卫星采集和跟踪，从室内搜索法，DLL 运行的载波环路 4 载波转交给 TSM 中的跟踪。

因此这里描述的本发明的 SPS 接收机把信号强度的有用范围向下扩展到 SPS 接收机的 -150dBm。

并非任何一刻都需要把所有可见的人造卫星套入 5 个信号衰减电平分类，例如，0D 和 ID1-ID4。但若室外无障碍，类似于基准站，则超过高度几度的所有人造卫星都可以归入室外信号衰减电平模型。相反，若接收机确实深藏于室内，则来自所有人造卫星的信号都可以归入受障碍的 ID4 组。更一般地说，SNR 环境可能是混合的。

例如，当接收机工作在深峡谷时，就可能出现直接人造卫星 (室外，0D)、衰减人造卫星 (ID1-ID3) 和障碍人造卫星 (ID4) 的结合。在这样的环境下，头顶上强的人造卫星可能由于窄带室内搜索而对弱的和受障碍的人造卫星引起有害的交叉相关。交叉相关峰可能比被搜索的人造卫星还强。最好首先采用室外搜索法 (ODSM)。ODSM 带宽较宽，而且灵敏度较低。随着频率窗口增大交叉相关的几率增大。使这样的几率减到最小的最佳途径是搜索可能的最小频率窗口。

在建筑物内，但高于信号衰减电平 ID4 时，可能某些人造卫星

可能呈现较强的接收信号电平。但交叉相关问题的几率降低，因为实际上没有直接人造卫星，即使是高度高的人造卫星，其直接波束也经受某种程度的衰减。在这样的环境下，室内搜索法工作得很好。

两个基本假设是可能的， $H_0: \sigma_{\text{Pos}} < 150\text{km}$ 和时间误差足够小，使得多普勒数据正确；和 $H_1: H_0$ 是错误的。

两个搜索方法和引擎都用在本发明的接收机实施例中，室内搜索法/引擎 (ODSM) 和室外搜索法/引擎 (IDSM)。

在 ODSM 中，采用 4 种搜索假定类型： H_0 ， $H_0 \& H_1$ ， H_{1a} 和 H_{1na} 。 H_0 高度可信信号假定采用 $\pm 2\text{kHz}$ 频率搜索，只用高-8，多普勒数据和软件补偿晶体振荡器 (SCXO) 对中。它针对最高灵敏度进行调谐，并只用高-N 卫星。

对于 ODSM $H_0 \& H_1$ ， H_0 仍有某种可信度，但是也尝试 H_1 。它采用以高-8 多普勒数据和晶体振荡器对中的 $\pm 2\text{kHz}$ 频率搜索，针对中灵敏度进行调谐。它搜索所有 24 个其他 SV，高-8，并在发射和不发射组字之间利用满 $\pm 4\text{kHz}$ 扩频。高-N 也可以用相同的宽频率窗口进行搜索，其他字中不包括这些 SV。至少首先尝试高-N，但再对它们进行尝试是浪费时间。

对于 ODSM H_{1a} ，不论时间还是位置都不知道。当前发射的 SV 从年鉴已知。关于 24 个 SV 的信息散布在 3 组字中。对于最优任何位置搜索时间，关于轨道平面的某些知识是有用的。

ODSM H_{1na} 与 ODSM H_{1a} 相同，只是没有年鉴可用。这发生在带电池后备的存储器的自主客户上。

可以为了较高灵敏度或快时间完成而调节每一个搜索参数。

ODSM 测量转交给 TSM 进行跟踪。OD 模式在 ODSM 和 TSM 中工作得相当好。可能有混合 SNR 的某些情况，较弱的 SV 在 IDSM 中采集，而在 TSM 中跟踪较强的 SV。一般客户也是如此。

在 IDSM 中，采用六种类型的搜索假定。IDSM 零假定 (H_0) 搜索是正常的 IDSM，带有最小的合理频率窗口和最长合理停留时间。这样

一般在手头上有良好的先有数据时采用。IDSM 零假定扩展频率搜索 (HOEf) 在晶体不确定性模式已经太乐观时扩展频率窗口。IDSM 零假定扩展停留时间搜索 (HOEd) 由于衰减电平比前面首先讲的严重因而需要较高的接收机灵敏度。IDSM 零假定扩展频率和停留时间搜索 (HOEfd) 扩展频率和停留时间。当数据可信度较低或没有连接到服务器时, IDSM 零假定扩展频率和缩短停留时间搜索 (HOEfRd) 增大频率范围, 但是缩短停留时间。没有星历表, 以非常长的停留时间进行搜索是没有价值的, 因为 SV 不能使用, 因此无法收集 NAV 数据。

IDSM 替代假定 (H1) 搜索是当 ODSM H1 不能采集时, 用于改善接收机灵敏度的后援。采用较大的频率窗口和较短的停留时间。对于两个缩短停留时间的因素中的每一个, 搜索可以把频率窗口加大一倍。例如, 从 1 秒变为 250 毫秒, 就从 -153dBm 变到 -150dBm, 增大 3dB。可以在以 1 秒停留时间进行搜索 1kHz 窗口的同时搜索 4kHz 窗口。这是自然电平, 因为这是可以求出 BTT 的极限。但是我们在这里也不能取得 NAV 数据。这样进一步把停留时间缩短至 80 毫秒, 达到 -148.5dBm, 两个中额外因素可以用来较快地搜索。IDSM H1 搜索要求客户监视 IDSM 状态, 并确定何时完成所有 8 个 SV 的窗口。必须针对不能采集的时间片, 提交另一组 SV, 并重复直至所有 24 或 32 个 SV 完成。

在图 2 中, 若 σ_{Pos} 可信度高, 例如, 优于 150km, 则步骤 204 进行 IDSM H0。当 ID1 至 ID4 为真时, 这是正确的路径。当我们至少有一个强 SV 时, 若 OD 为真, 则应该关心交叉相关。若 OD 为真, 而且更快到 TSM, 则 ODSM 会是比较好。若超时之后没有固定, 而且数据被信任, 则继续在当前多普勒中心尝试同一 SV。但若漂移估计是错误的, 则增大频率窗口。若所述模型错误, 则搜索永远找不到 SV, 于是尝试 ODSM H1。若 OD 为真, 则恢复所述搜索, 但若是室内, 则不恢复所述搜索。在没有采集到一个 SV 时某些超时之后, 所有模式至少应该尝试一次 ODSM H1。高度低的强 SV 可以表示包括

所述高-N SV 组是错误的。采集在当前位置和时间看不到的 SV 表示所述数据是错误的。这样应该根据强跟踪 SV 的星历表沉淀平均 SV 位置。

在步骤 204, 在选定的时间 (Tsec) 或周期数 (Ncycles) 尝试 IDSM H0。若不成功, 则步骤 206 尝试 IDSM H0e 并把飘移不确定性和/或停留时间增大 Tsec 或 Ncycles。若这也不成功, 则步骤 208 尝试 IDSM H1a, 并把飘移不确定性和/或停留时间增大 Tsec 或 Ncycles。若仍旧采集不到 SV, 则返回步骤 204。若任何一个步骤成功, 则转交给跟踪步骤 212, 例如, TSM。

或者, 若 sigmaPos 可信度高, 则首先尝试 ODSM H0 并转交给 TSM。若成功, 则只需要 TSM 212。若只采集到 3-4 个 SV, 则首先使用 IDSM。但若采集到 5-6 个 SV, 则可避免 IDSM。当 OD 为真时, 则实现最快的到采集时间 (TimeToACQ)。当 ID 为真时, 如图 2 所示, TimeToACQ 比利用步骤 204-210 慢。若超时之后没有固定, 则扩大频率不确定性定期尝试 ODSM H1。

总而言之, 另一种可供选择的策略在步骤 204 进行 ODSM H0。一次尝试利用与 IDSM H0 相同的频率不确定性模型。然后在步骤 206 在某一段时间 (Tsec) 和/或若干个周期 (Ncycles), 代之以 IDSM H0。步骤 208 增大飘移不确定性, 和/或把停留时间增大 Tsec 或 Ncycles, 代之以 IDSM H0efd。最后, 在步骤 210、在 Tsec 或 Ncycles, 利用 ODSM H1 作为另一种可供选择的假定。

参见图 2, 若来自步骤 202 的 sigmaPos 可信度中等, 例如, 在 150km 和 3000km 之间, 则步骤 214 进行 IDSM H0。要求全伪距固定, 意味着在固定中必须对每个 SV 测量整数毫秒。对每一个 SV 需要 BTT 和至少一个 z 计数。于是, 信号至少必须 -150dBm, 例如, ID2 或更强。对只有 BTT 可用的 SV 利用一种算法预测整数毫秒, 并且至少有一个 SV 有 z 计数和 BTT。整数毫秒已经限定 63-85 毫秒的范围。较小的范围只出现在高度低的 SV 上。于是, 对于强 SV, 所述范围小于

20 毫秒。利用 BTT 可信度高的 SV 帮助避免可能由 BTT 噪音引起的模 300km 线性化 PR 误差。

一般说来,对于 SNR 优于-150dBm 的 SV, OD, ID1 和 ID2 可获得 BTT。Z 计数是可能的,但在 ID2 的情况下不可靠。然而,利用译码 z 计数或在这里提到的附此作参考的公开中描述的模式匹配技术可以直接获得 z 计数。

对于所有的接收机,NAV 数据模式匹配均可用来尝试以高于-145dBm 的灵敏度进行操作。由于必须利用全伪距解决方案,所以中等位置可信度策略永远不尝试无 z 解决方案,零假定比其他任何一种都更似为真,故首先利用手头上最高灵敏度搜索给出的数据。

若有可用的星历表,或者可以从几个服务器连接中获得模型,则为了仍旧取得 BTT 和整数毫秒,在不能完善地收集数据的电平下进行搜索是有意义的。

以为 ID2 配置的 IDSM,例如高达-150dBm 开始。较短的停留时间允许同样长的一段时间里,例如 IDSM H0 ID2 利用较宽的频率范围。若这失败了,则或者假定的衰减是错误的或者数据是错误的。若频率窗口扩大给定的位置不确定性,则在衰减比原来假定的更严重时采集最可能失败。这时,可以把停留时间扩大至较高灵敏度,仍旧保持同样的频率范围。

因此,在 Tsec 和/或 Ncycles 中数据良好的情况下,步骤 214 利用 IDSM H0, ID3 电平。若采集失败,则步骤 216 尝试 IDSM H0Ef ID3。然后在步骤 218 尝试 IDSM H0Ed ID2 一段时间 Tsec 和/或 Ncycles。最后在步骤 220 进行的尝试利用 ODSM H1。若步骤 220 失败,则返回步骤 214,再次尝试这个序列。

当接收机位置无可信度可言时,步骤 202 转交步骤 222。位置无可信度可言的原因可能是数据,最后的位置就是取得的太老,太陈旧了。在步骤 222 检查服务器是否有数据可用,帮助提供必要的的数据。若服务器可用,则利用 IDSM H0Ef 室内衰减水平 2 (ID2) 进行

搜索一段时间 Tsec 和/或 Ncycles。还可以尝试 IDSM H0。若失败，则用 ODSM H1 进行搜索。

在步骤 224，完全没有数据、时间或位置信息。这样便无法产生 H0 假定。若有完整的年鉴，则搜索必须直接进到 ODSM H1a，否则利用 ODSM H1na。搜索的差异是明显的，搜索 32 个 SV，而不是 24 个，把努力和时间加大 25%。对于没有电池后援 RAM 存储器(BBRAM)的基准站，直接用 ODSM H1 开始是有意义的。对于灵敏度高的冷启动，IDSM H1 是有意义的。

步骤 226 认识到完全缺先验数据，例如，冷启动。于是有两种搜索方案可选。首先是假定 OD 为真，运行 ODSM。对于冷启动的基准站，这是最好的。第二个选项是利用宽的频率窗口、或许用较短的停留时间，运行 IDSM。然后利用一小组 prePos 循环 SV 的整个过程，以便搜索全部 SV。

图 3 表示本发明一般状态机方法实施例，本文中用总的标号 300 标识。方法 300 对所有客户类型都管用，包括基准站。在步骤 302，状态矩阵是针对基于位置 σ_{Pos} ，(x)，例如，(a) $x \leq 150\text{km}$ ，(b) $150\text{km} < x \leq 3000\text{km}$ 和 (c) $X > 3000\text{km}$ 等所有 3 种搜索类型定义的。在步骤 304，搜索的数目和类型可以在搜索类型矩阵范围内独立定义。可以定义每种状态的时间长度，以便运行最小时间周期和最小周期数。监视状态看哪一种搜索重新开始。搜索类型是 ODSM: H0, H0&H1, H1a, H1na; 和 IDSM: H0, HOEf, HOEd, HOEfd, H1。在步骤 306 定义一个元素作为已经到达所述状态之后开始的循环的点。所述元素成为循环点的终点。在步骤 308，另一个元素定义为跳转以便开始循环的点。所述元素定义循环起点。在步骤 310，若它在所述路径上已经执行，则在所述循环状态下跳过任何元素，以便寻找循环的第一元素。在步骤 312，每个状态只用 3 位来定义循环起点、循环终点和状态跳跃。在步骤 314，一旦遇到第一次固定，便放弃状态机直至位置不确定性增大到 150km 为止。重新进入所述状态，并重新初

始化。

图 4 表示本发明 OMNI 客户导航卫星接收机网络实施例，本文中用总的标号 400 标识。OMNI 客户导航卫星接收机网络包括至少一个由网络服务器 404 支持的导航平台 402。

每一个 GPS 测量平台 402 一般都包括 GPS 天线 406、低噪音放大器 (LNA) 408、GPS 表面声波 (SAW) 滤波器 410、带有中频 (IF) SAW 滤波器 414 的射频 (RF) 应用专用集成电路 (ASIC) 412、数字信号处理器 (DSP) 416、基准晶体 418 和基准晶体温度传感器 420。

自主客户 (auto) 422 在几乎没有来自服务器 404 的帮助的情况下可以工作并向客户提供导航解。半自主 (demi) 客户 4214 需要帮助，例如，简化星历表和时间偏置计算的多项式模型。瘦 (thin) 客户 426 不能让本身的主机承担导航解处理的重担。它把几乎所有的导航计算任务都推给服务器 404，基本上只提供从其 SV 星座的观点看的观测结果。若有客户，而且想看导航解，则将其返回本机显示。在瘦客户 426 中，DSP 是与某些其他的非 GPS 应用共享的。因此，在所述客户中不必使用多线程应用程序，只须执行简单的程序循环。

在 OMNI 客户 427 中，运行几乎是完全自动化的，但是定期通过计算机网络收集完整的一套星历表。在掉电期间，有电力后援时，它仍在运行，以便使其位置不确定性、sigmaPos 保持低于 150km。这个条件使其可以高灵敏度运行，其中采用细小得多的搜索步距，找到信号功率，而且每一步停留时间都长。若晶体振荡器 418 利用由温度传感器 420 测得的温度测量值进行软件补偿，则 OMNI 客户 427 还会得到很大的好处。实时时钟保持运行，它准确到优于每次导航平台 402 通电时的真实时间的 1 毫秒。

本机基准晶体振荡器 418 具有随着温度而变化的频率飘移误差。基准晶体温度传感器 420 用来测量本机基准晶体振荡器 418 的温度。第一个用途是收集数据以便在对导航平台 402 进行初始化并跟踪 SV 时在生产标定过程中建立曲线。随后的用途是提供索引值，使得可

以根据存储的系数计算 9 阶多项式方程, 而同时对导航平台 402 进行初始化并尝试锁定在它的第一个 SV 上。

服务器 404 一般包括若干基准站天线 428 和 430, 天线 428 和 430 提供输入基准站管理器 432 的 GPS 信号。位置服务器 434 可以向半自主 (demi) 客户 424、瘦 (thin) 客户 426 和 OMNI 客户 427 提供支持信息, 以改善首次定位时间和位置质量。在运行于高灵敏度方式的 OMNI 客户 427 的情况下, 所收集的星历表信息和由服务器 404 提供的信息使得无论任何地方都可以用来自 SV 的低于 -150dBm 的信号电平进行固定。

本发明方法实施例确定如何和何时服务器 404 与 OMNI 客户, 例如客户 104 及导航平台 402 接触。服务器接触必须不频繁, 并在许多情况下达到最少, 因为每字节的通信费用高, 或者所述网络只是定期可访问的。

信号强度高时, z 计数和 BTT 实际上是通过收集 NAV 数据进行测量的。BTT 用来清除任何代码相位 roll-overs。一般低于 20ms 部分应该一致。有一位对 BTT 的噪音比对 z 计数大。但是, 在接近代码相位 roll-overs 的地方 z 计数可以短时间关闭 1ms。

OMNI 客户需要良好的时间源, 来把 sigmaTime 减少到 1 毫秒以下。50Hz 的 NAV 数据可以用来进行模式匹配, 并间接求出时间。当 z 计数无法译码时, 这样便可以向 GPS 接收机提供适当的时间源。若在模式匹配中有足够的可信度, 还可以在一台 SV 上确定整数毫秒、intMs。

若起始时间不确定性 sigmaTime 大于 ± 10 ms, 则补助费解决固定中必须使用所谓大 ΔT 项 (DT)。这样把要求的 SV 数目加大 1。当 SV 上的位置不确定性 sigmaPos 低于 150km, 而且没有 intMs 可用时, 可以采用 gridFix 方法。当 sigmaTime 大于 10 毫秒时, 采用无 z 类型。

由服务器发送完整的 GPS 年鉴 highAccAlm, 带上星历表而不是

所有 GPS 的 SV 的年鉴。可以由服务器发送另一套完整的 GPS 年鉴 mixAccAlm, 包括当前不跟踪的较老的星历表。

最好实现具有全部 GPS 星座连续可观测性的全球服务器 (WWserver)。它具有足够的空间适当分布的基准站, 以便在同一时间在全世界看到所有 SV。

服务器 404 代表局部区域服务器 (Laserver), 它具有只能观测全部 GPS 的 SV 星座的一个子集的一个或多个基准站。因此, Laserver 无法提供 highAccAlm, 只能提供 mixAccAlm。

接通电源之后, 年鉴将包括星历表, 后者实际上是年鉴。一个 12 小时的周期之后, 年鉴将由基于星历表的年鉴代替。

来自 GPS 的 SV 的 NAV 数据可以直接收集电平低至 -145dBm 的信号。因此, 在这个电平上可以推算出星历表、z 计数和 BTT。在这个电平上的 SV 可以独立于服务器运行, 而且还可以用于对启动位置准确度无要求的固定, 例如在任何位置的固定。在 -145dBm 下开始时需要模式匹配, 并能在降到象 -150dBm 这样低的电平下进行。从而可以获得 z 计数或 intMs, 使得 SV 可以用在任何地方的固定中。但是, 在这样的信号电平下, 需要通过网络 106 从服务器 102 或它们的可供选择的源获得星历表。信号电平低于 -150dBm 时, NAV 数据不能可靠到足以进行模式匹配。必须从服务器 102 或 104 获得 NAV 数据, 而信号这样弱的 SV 只有在不确定性小于 150km 时才能参与固定。

在初始 SV 采集过程中, 不需要星历表级准确度。年鉴或降级的星历表宜用来预测预定位 (preposition) 所必须的数据。星历表级准确度也并非固定所必要的。为用于定位的星历表年龄定义超时。若适当地对准确度随着时间而降低的函数建模, 则这样的阈值可以放松并且仍旧维持相当好的预定位。年龄阈值可能是一个可控的参数, 使得客户可以选择所需的性能等级。

第一次固定或设置时间需要来自服务器 102 的 NAV 数据子帧数据。此后客户不再要求子帧。由客户译码的 NAV 数据可以发送给服

务器 102 供服务器进行模式匹配。

当有 3 个或 3 个以上的 SV 信号电平全都优于 -145dBm 时, OMNI 客户 104 不必连接服务器。若必须收集星历表, 则首次定位时间 (TTFF) 将较长。在某些情况下, 以前收集的星历表可以使用。

当手头上有以前收集的 SV 星历表而且 sigmaPos 小于 150km 时, OMNI 客户 104 不必连接服务器。需要的 SV 最小数目取决于 sigmaTime 。用对温度飘移进行软件补偿的实时时钟 (RTC) 可以减少这样的时间不确定性。于是采用这样的 RTC 需要 3 个 SV, 而没有 RTC 则需要 4 个 SV。

否则, 求出一个固定将需要 OMNI 客户 104 接触服务器 102 并要求某些信息。SV 信号为 -145dBm 至 -150dBm 而 $\text{sigmaPos} > 150\text{km}$ 时, 需要 NAV 数据子帧。它们需要这些 SV 的 intMs 来参与第一次固定。若只有 3 个 -145dBm 或更弱的 SV 可用, 而且没有其他更好的准确时间的手段, 可以使用模式匹配。有 4 个 SV 则采用所谓无 z 计数。

当 SV 的信号不强于 -145dBm 而且它们的星历表已经超时时, 就需要请求星历表。在这样的情况下, 最快的 TTFF 可能是需要的。

主程序应用可以定期地接通 GPS 接收机, 并取得固定。这样决定从最后一次固定之后接收机已经移动了多远, 或者就决定 GPS 是否仍停留在预定的区域内。选择两次固定之间的时间间隔, 以便使 sigmaPos 保持在 150km 以内, 使得在 -145dBm 下的弱 SV 上不需要 intMs 。这样扩展了在不必连接服务器以请求 NAV 数据子帧的情况下保持高灵敏度固定的能力。服务器请求的定时是自适应的。当没有它也有适当性能时, 这是提供寂静的客户/服务器连接所必需的。

OMNI 客户必须评价它具有的数据、数据的年龄和采集成功的几率, 例如, SV 的数目和信号电平。然后 OMNI 客户决定是否进行连接以及请求什么数据。可以使自适应性失效, 并用明确的命令连接服务器。主应用可以决定每一小时连接服务器。这样, 对于每 5 分钟进行一次固定, 第 12 次固定要连接服务器。

在主应用收集数据然后将其通过 API 推入客户时，可以使用广播型星历表服务。任何时候在对话过程中客户可以被授权连接服务器。

本发明某些实施例使客户至服务器的转交过程可控制和可选择。向主应用的状态发送消息，它包括(a)星历表的年龄和当前高-N的某些 SV 是否已经超时，(b)SV 的跟踪分类或子帧是否需要任何 SV 和(c) σ_{Time} 和 σ_{Pos} 。

只要有正在被跟踪的 SV 星历表可用，而且位置不确定性小于 150km，使得不用 z 计数即可获得固定，就可以维持室内、高灵敏度运行。最好采用诸如实时时钟 (RTC) 等准确的时间源，因为无 z 固定方法使 SV 的数目增大 1。例如，三维固定要用 5 个 SV，而二维固定要 4 个 SV。位置固定可以利用信号测量值计算，不然它就太弱难以对 50bps 的 GPS 导航数据流解调。

为了获得合理的首次定位时间 (TTFF)，应该包括软件补偿的晶体振荡器 (SCXO)。若 TTFF 不这样重要，则频率搜索窗口可以扩大，以便搜索出一个较大的频率误差。若信号强到足以可靠地解调接收机中的数据，则位置范围可以扩大到 150km 以外。

上述附此作参考的美国专利申请中描述的 RTC，即使客户应用没有运行，一般可以维持从以前固定获得的 1ms 等级的准确度。其代价只是休眠功率消耗略有增加。

在本发明的实施例中，若信号足够强，则导航数据可以独立解调。在目前的 STI 或全球定位设计中，这样是不可能的，除非它们也增加传统的跟踪能力。

不用服务器，高灵敏度位置固定只有在像进行了最近的，例如，在最近 4 小时内的观测的像室外那样的信号的情况下才能实现。这是因为可见卫星是不断改变的，由以前的 SV 轨道获得的星历表准确度会退化。每个轨道的退化程度是一个重要的问题。航天飞机的轨道和卫星时钟的轨迹都必须准确建模。某些历史模型可以把星历表

的可用性扩大到 12-16 小时的范围。这样便可以在某种程度上改善性能，但是固定的准确度仍难以预测。

图 5 表示本发明的卫星定位系统 (SPS) 接收机和支持系统的实施例，这里总体用标号 500 表示。例如，由美国政府运行的全球定位系统 (GPS) 和由俄罗斯政府运行的 GLONASS 系统都是这样的 SPS 系统。

所述系统 500 从 SPS 卫星 502 的头顶星座接收微波信号传输。信号 504 在其室外视线飞行过程中被衰减 (506)，例如，被建筑物衰减而强度减弱。但高灵敏度 SPS 接收机 508 能够用这样的信号工作，尽管它已被强烈地衰减。衰减的结果之一是，50Hz 数据消息可能无法辨别或不可靠。这样在本发明的某些 SPS 接收机中它可能必须由另一种装置获得。全强度信号 510 由基准站 512 接收，因此基准站 512 可以并可靠地对 50Hz NAV 数据消息进行解调。这样的基准站 512 还可以有一个实测位置，使之能将其 SPS 位置解与其真实位置进行比较。这样的比较将求出不同误差，例如，电离层和对流层造成的误差的大小和方向。

若已经有 NAV 数据消息信息，则 SPS 接收机 508 可以直接测量伪距。这是因为码分多址 (CDMA) 解调技术允许收集长的采样周期，并能利用相关处理增益的优点进行工作。无线电接收机 514 调谐到这样的发射，而相关处理器 516 测量到可见卫星的不同伪距。

在一个实施例中，导航处理器 518 从实时时钟 (RTC) 520 和来自 NAV 数据合成器 522 的 z 计数、星历表和年鉴数据信息获得时间信息。2002 年 2 月 19 日提交的序列号为 10/079253 的美国专利申请书较详细地提供了这样一种 RTC 的结构和使用。否则，时间、z 计数、星历表和年鉴数据信息采用传统方法获得。

NAV 数据合成器 522 重构适当的 55 帧 NAV 数据消息，若衰减不如此严重，这本来应该是由无线电接收机 514 接收的。远程基准站 512 不向客户 524 提供时间信息，而只提供当前的星历表和年鉴数据。

因为与远程基准站的通信信道一般带宽比 50Hz 高得多, 所以当前的星历表和年鉴数据可以用比卫星 502 传输它所需的正常的 12.5 分钟短得多的时间传输。

客户 524 接收星历表、年鉴、NAV 数据和其他信息。Z 计数和定时信息由 NAV 数据合成器 522 通过从 RTC 520 读取时间来计算。NAV 数据合成器 522 把结合后的信息格式化为导航处理器 518 可以接收并自然地用以工作的消息。

RTC 520 准确到 3 秒, 于是 z 计数可以正确地写入合成后的 NAV 数据, 因而避免整数的二义性。因此从导航处理器 526 可以获得位置解的输出 526。当结合已经附此作参考的本发明人的其他发明和开发的技术时, 尤为如此。

远程基准站 512 包括它自己的完整的导航卫星接收机 528, 它例行公事地并且连续地跟踪导航卫星星座 502。在 12.5 分钟消息传输时间过程中提取整个 NAV 数据消息 530, 然后将其存储在本机存储器中。时间分离器 532 去掉时间信息, 例如, z 计数。星历表和年鉴 NAV 数据 534 被提取并可供网络服务器 536 使用。网络的其他通信系统连接 538 允许客户 524 请求信息, 这将帮助它初始化和/继续计算位置解。

通信系统的连接 538 可能并不是总能得到的, 于是本发明的 SPS 接收机可以通过与远程基准站 512 的不频繁的连接进行工作。

在本发明的商业模型实施例中, SPS 接收机 508 的拥有者/使用者对这样的 NAV 导航辅助信息承担由所述远程基准站 512 的运营者收取的每次使用的费用或订金。

结果, 本发明的接收机对室内使用和信号电平降到-145dbm 以下的地方特别适用。

本发明 SPS 接收机的接收机初始化方法包括室内搜索法 (IDSM) 和室外搜索法 (ODSM)。室内搜索法处理来自轨道 SPS 卫星的强烈衰减信号, 所述信号弱到对传统的 SPS 接收机没有任何用处。室内搜

索法和室外搜索法中的每一个都作为嵌入专用集成电路(ASIC)中的搜索引擎或作为微型计算机软件实现。

转交(hand off)机制用来根据信号强度、时间信息、网络访问等在室内方法和室外方法之间进行选择。于是关键参数用来定义时间和频率初始搜索的大小。关键衰减电平用来定义在每个电平上信号如何获取和跟踪。

当它强到足以进行时间跟踪时,为了提高测量产出,每个SV都转交到TSM。但是它仍然保持在IDSM内部,以便在TSM找出BTT并完整地传送TSM的整体时提供测量值。对于非常弱的SV,有时频率环路可能需要较长时间推入,甚至完全不推入。于是,两个机器都并行操作,以避免在跟踪状态机之间转换过程中丢失任何SV。

时间跟踪状态机(TSM)跟踪相位准确到足以观察180度载波相位逆转。跟踪NAV数据,而Z计数可以从子帧提取。这使从卫星传递时间,黄金定时基准成为可能。

理想的是,约-145dbm或更强的卫星的所有长期跟踪都在时间跟踪引擎中进行。这样做的好处是,可以观测导航数据,而且任何地方客户都可以利用自主定位能力,因为整个伪距都可以确定。TSM采用高更新率载波频率跟踪回路,AFC或PLL,带有鉴相器,可以观测由NAV数据引起的180度相移。通过在代码相位上加上估计的毫秒移动时间,例如,给接收到的z计数加上时间标签,即可完成伪距。

另一个好处是,代码相位和频率是平均了的。定量误差减小了,因为接收机的处理是在低于其他空间中的误差(errors-in-space)的情况下进行的。这样的测量提供最佳准确度,因为相位和频率允许在真实相位附近抖动。这些相位是平均了的,以便产生其平均相位相当准确的测量值。每个SV的功率消耗降到最低,因为每个SV只需一次重放,而且使用的相关器数目最小。

当启动自动上升方式(auto-upmode)、自动分配(auto-allocation)逻辑时,TSM具有独立的输入,并直接从客户处或从其

他状态机接收预定位信息。自动上升方式是可以配置的。对于瘦客户这些模式有一些好处，机器之间传输延迟时间短。可供选择的方法是，客户必须监视每个消息是否成功，并根据哪一个信号对资源最有利来显式地控制 12 个 TSM 工作空间。

若对先验信息略有信心，则可以用室外状态机 (ODSM) 对许多卫星进行快速搜索。对晶体振荡频率偏置需要有良好的估计，因为这为所有搜索设置了中心频率。对于频率和代码中心非常准确的卫星，直接进入 IDSM 或 TSM 的前提是高的可信度、较小的搜索，取决于预期的信号电平。

ODSM 采用一组输入消息。通过设置 3 个 32 位组字中的一个的位，例如高-N、发射或不发射来定义 SV。

表

ODSM 特性

搜索从 1 至 32 个中心围绕漂移估计值的 SV
通过简单地添加清除或设置 3 个 SV 组字中的一个的位的信息包可以使各个前提 (PREPOS) 相加
通过定义，不提交任何多于 12 个 SV 位组的信息包。这样减少了完成搜索所需的 RAM 量。
为高-N 组提供附加的多普勒中心确定
我们为所有的各组确定公用的频率步距大小
与其他两组无关，我们为高-N 组确定频率步距数
在组字中间 SV 可以重复。若我们有高-N 组的某些初始信息，而且我们想首先尝试小的中心定位良好的搜索，则这样做是有意义的
每个搜索都是 2 记录搜索。我们不用 hypMem
至于分类，对于最大校验数，对于每个频率我们采用所有 8 个最大值 (4 个最大值来自每 10ms 记录)
所有频率都单独分选
在两个搜索记录结束时，去掉任何代码相位 (单元) 相同的分选最大

值。再没有相同代码峰值比较逻辑来去掉最大值。
我们还定义附加分选参数来减少校验次数。这样做对最快的全面搜索时间是有用的，但要牺牲灵敏度
我们还定义某些附加的自适应参数，根据当前最佳校验结果减少校验次数。
首先在屏幕上显示 C3 的校验结果。若通过，则屏幕显示最佳校验结果节约的最大功率。
在完整的校验完成之后，剩余的最佳校验为胜者。
若 C3 屏幕显示刚好去掉强功率，节约了总的最大校验功率。若总的最大校验功率与屏幕显示的校验胜者不一致，则我们重新校验总的最大值，然后取最佳值。
若所遇到的功率大于早期结束阈值(earlyTermination threshold)，则认为所述 SV 的搜索完成，我们保存所述结果作为所述 SV 的测量值。这样的功率不必校验。
早期结束阈值是这样定义的，即若搜索功率最大值的一个低于当前校验最大值的特定值，则这些搜索最大值不加入校验清单
这样定义另一个阈值，即若功率大于所述阈值，则只把这个最大值加入校验清单。
一般的频率搜索范围是 $\pm 5\text{kHz}$ ，对各个 SCX0 模型带有良好的漂移估计值。于是，每个 SV 的搜索时间是 $0.01\text{sec}(\text{每个 PDI}) * 2(10\text{ms PDI}) * 100(\text{频率}) / 20$ 每 10ms 频率 = 0.1sec 。两个记录解释所述 NAV 数据以及 $100/20$ 记录，因为 100 个频率搜索每个记录的 20 个频率。
每个高-N 组包括多普勒估计值。于是，若我们对初始数据具有高的可信度，则可减少搜索次数，从而提高速度。
可以从 1Hz 配置状态，或在每组字结束时并且还在校验结束时输出。
按照两个阈值可以把自动上升方式预先设置到 TSM 和 IDSM 中。若校验功率大于 TSM 输入阈值，则通过校验的 SV 可以自动上升方式至 TSM。类似地，不自动上升方式至 TSM，通过第二个并且最可能是较

弱的阈值的 SV 可以自动上升方式至 IDSM。

当所有 SV 或者搜索了全部频率范围或者自动上升方式，使得没有 SV 需要频率搜索时，自动重新启动逻辑将会自动重新启动引擎。

若有时隙可用，则 SV 可能只是自动上升方式至其他状态机。若有空间可用，则由固件逻辑产生工作空间。于是，导航平台需要监测工作空间分配。若 SV 不能自动上升方式，则导航平台监测信号相对强度并通过去掉较弱者在适当的引擎中形成空间，或搜索 SV 以便为较强的未分配的 SV 留出空间。

通过使自动上升方式失效，把所述引擎用作一类完整的机器，它继续在 SV 上搜索较大的功率。这样做在都市峡谷中是必要的，在这里跟踪状态机会继续跟踪远离真正代码峰值的反射（因为所述反射源离所述天线非常远），尽管直接波束再次变得可见。于是，状态消息提供区分搜索峰值和跟踪峰值的方法是很重要的。

室外采集引擎在客户代码中产生 ODSM prePos 参数值不同的 4 种方式。例如，SNR 的 OD SNR 假设至少为 -142dbm，位置不确定性假设可以是 H_0 ：位置误差 < 150km，时间误差小，使得多普勒数据正确

H_1 ： H_0 是错误的。

可以进行 4 种类型的搜索： H_0 ， $H_0 \& H_1$ ， H_{1a} 和 H_{1na} 。 H_0 高可信度单一假设采用 $\pm 2\text{kHz}$ 频率搜索，只带高-8、多普勒数据和对中的 SCX0。调节最高灵敏度并且只采用高-N 组字。

对于 $H_0 \& H_1$ ，对 H_0 尚有某种可信度，但也要尝试 H_1 。它采用 $\pm 2\text{kHz}$ ，带高-8 多普勒数据和对中的 SCX0，调节中等灵敏度。它搜索其他 SV 中的所有 24 个 SV，高-8，在发射和不发射组字中间采用全 $\pm 4\text{kHz}$ 扩展。也可以用相同的频率窗口，在其他字中不包括这些 SV 的情况下搜索高-N。至少首先尝试高-N，但再次对它们进行尝试是浪费时间。

对于 H_{1a} ，时间和位置未知。当前发射的 SV 由年鉴得知。24 散

布在 3 组字中。对最优任何位置搜索时间，关于轨道平面的某些知识可能有用。

H1na 和 H1a 相同，但没有年鉴可用。这发生在具有没有电池备份的存储器的自主客户中。

可以为高灵敏度或快时间完成 (fast-time-to-completion) 调节每个搜索参数。

ODSM 测量值转交给 TSM 进行跟踪。OD 方式在 ODSM 和 TSM 中工作得相当好。其中有某些混合 SNR 的情况，在 IDSM 中采集较弱的 SV，而在 TSM 中跟踪较强的 SV。

对于每个请求的代码相位和频率假设，IDSM 固件都引导数字处理器进行非常长的积分。

IDSM 有两个输入，组信息包和各个 prePos。组 prePos 的接收使状态机完全复位。各个 prePos 可以取空时隙或重写相同的 SV。若所述 SV 正在跟踪，则若不强制则可忽略所述 prePos。所述 prePos 或者以全代码窗口和特定频率数目进行搜索或者用 15 个频率一个 weakMeas 窗口进行搜索，就像采用室内测量机器那样，把大小相同的搜索窗口应用于所述组输入信息包。积分或停留时间对于所有 SV 来说都是相同的。当所观测的功率超过阈值时强 SV 早完成。搜索范围也一般化，每个 SV 搜索多达 256 个频率步距/SV。若允许，强的 SV 可以方式上升为 timeTrack。弱测量跟踪具有不等间隔，以便在最佳频率估计值上设置较多的滤波器，但也覆盖进行同步函数积分所必需的范围。

若某些可以依靠的关键 GSP 参数可用，则可采用室内搜索方法。例如，位置误差约小于 200km，而 GSP 时间误差小于 10 秒。但是，时间和位置不确定性这样高，就必须进行全代码搜索。而对于这样的代码量，则必须采用搜索数字信号处理器方式，它以 31/64 时间片间隔建立代码。

使用当前的 GSP 数据计算卫星位置和速度。卫星多普勒数据可

以以每米位置误差 $1.14e-4m/s$ 的位置误差进行预测。于是，对于 100km，最大测距速率误差为 11.4M/s，约 60Hz。

必须考虑基准晶体振荡器的不确定性，例如，27.456MHz 晶体。假定对于每个晶体存在精确的单独的模型 (SCXO 模型)，准确度约 0.5ppm。在 L1, 1575.42MHz 下，百万分之一 (ppm) 的一半是 788Hz。

某些客户的动态过程必须考虑，但是这些影响通常比晶体振荡器不确定性的影响要小得多。车辆以 100mph (160kph) 的速度运动，产生 $45m/s = 236Hz$ 。可以将其与最坏情况的频率误差 $788 + 60 + 236 = 1084Hz$ 相比。

利用粗略的估计，假定晶体振荡器不确定性为 0.5PPM，则接收机在室内模式下必须每个 SV 搜索 $\pm 1kHz$ ，尽管这比模型短 10%。从这个观点看，车辆运动和所有 SV 同符号的多普勒误差结合的几率是相当小的。

室内搜索和跟踪状态机并行地并且以较长的积分时间对 8 个 SV 搜索任意的频率窗口。搜索可以是 $\pm 1kHz$ ，或者若允许占用较长时间，则可以较大。IDSM 中较宽的搜索可以采用较短的停留时间。在位置不确定性大于 150km 和停留时间较短而灵敏度逐渐退化的地方，需要 BTT 和 z 计数进行全伪距。较短的停留时间一般可以采集 SV 高达 ID2 (-150dBm)。但若不如此，则可以延长停留时间以改善 SV 的采集。

有 6 种 IDSM 搜索是有用的。IDSM Ho 搜索是正常的 IDSM 搜索，合理频率窗口最小，合理停留时间最长。这一般用在手头上有良好的初始数据的时候。当晶体不确定性模型过于乐观时，IDSM HoEd 搜索扩大频率窗口。IDSM HoEd 搜索延长停留时间是因为衰减电平比最初预期的严重，或者要求接收机有更高的灵敏度。IDSM HoEfd 搜索既扩大频率又延长停留时间。当数据可信度较低或不连接到服务器时，IDSM HoEfRd 搜索扩大频率范围，但缩短停留时间。没有星历表，以很长的停留时间进行搜索是没有意义的，因为 SV 不能用，因此 NAV 数据无法收集。

当不采集 ODSM H1 搜索时, IDSM H1 搜索是改进接收机灵敏度的后备手段。采用较大的频率窗口和较短的停留时间。对于缩短停留时间的两个因素中的每一个因素, 搜索频率窗口可以扩大一倍。例如, 从 1 秒到 250 毫秒, 从高达 -153dbm 到取得 -150dbm, 给出 3db。可以在以 1 秒停留时间搜索 1kHz 窗口的同时搜索 4kHz 窗口。这是自然水平, 因为这是 BTT 可以找到的限度。但是, 我们在这里也无法取得 NAV 数据。这样进一步把停留时间缩短到 80ms, 把我们带到 -148.5dbm, 因而可以利用所述两个额外因素来加快搜索。IDSM H1 搜索要求客户监测 IDSM 状态并确定何时完成所有 8 个 SV 窗口。另一组 SV 必须提交不采集的时隙, 并重复直至所有 24 或 32 个 SV 都完成为止。

有 3 个基本的接收信号强度电平, 例如, (1) 优于 -145dbm, (2) 在 -145dbm 和 -150dbm 之间, 和 (3) 弱于 -150dbm。在接收信号强度优于 -145dbm 的情况下, 可以可靠地收集 NAV 数据, 提取星历表、z 计数和位转换时间 (BTT)。在接收信号强度在 -145dbm 和 -150dbm 之间的情况下, 若有良好的拷贝用来匹配, 则刚好强到足以对 NAV 数据进行模式匹配。这样的匹配允许确定 z 计数和整数毫秒, 因而允许把特定的人造卫星用于“任何位置”的固定。但是, 在这种情况下, 星历表信息必须从第三方来源获得, 因为信号这样弱, 在本机无法可靠地接收星历表。若接收信号强度弱于 -150dbm, 则位置不确定性必须小于 150km, 而 NAV 数据必须由第三方来源, 例如, 网络服务器贡献。

对于频率不确定性模型, 要用的搜索频率是预期的多普勒数据加上客户速度作用和漂移模型中的误差的结合。

$$\text{FreUnc} = \text{SigmaDriftError} + \text{sigmaSvDoppler} + \text{车辆速度}$$

$$= \text{源和模型的函数} + 1.1\text{e-}4\text{m/s} * \text{posError (m)} * 10\text{e-}3 + \text{maxVel}$$

$$= \text{源和模型的函数} + 1.1\text{e-}4\text{m/s} * \text{posError (m)} * 10\text{e-}3 + \text{maxVel}$$

$$= \text{SCX0 模型误差} + .6\text{Hz} * \text{posError (km)} + \text{maxVel}$$

SigmaSvDoppler 项考虑来自位置误差的方向余弦中的误差引起的多普勒误差所引起的误差。频率误差的典型值作为位置误差的函数, 10km=6Hz, 100km=60Hz, 150km=90Hz, 300km=180Hz, 600km=360Hz, 3,000km=1800Hz, 约在中途点上, 其中多普勒误差是总搜索的一半, 而 6,000km=3600Hz, 这是一个 SV 平均 SV 位置的最坏情况。对于 200km 的车辆, max 速度=380Hz。优于 0.5ppm 的晶体模型导致 750Hz。当位置误差小于 150km 时, $\pm 1\text{kHz}$ 频率窗口是合适的。不知道位置和时间, 需要 $\pm 4\text{kHz}$ 频率搜索以便与 SV 的多普勒 sigma 配合。

理想的是, 约-145dbm 和更强的所有长期的卫星跟踪都用时间跟踪引擎进行。这样的方法可以观测导航数据, 因而利用客户的任何位置自主定位能力, 因为所述方法可以确定总的伪距。TSM 采用高更新速率载波频率跟踪回路(AFC 或 PLL), 带鉴相器, 允许用来观测由 NAV 数据引起的 180 度相移。伪距通过用加有时间标签的接收 z 计数把估计的毫秒移动时间加在代码相位而完成。

求代码相位和频率的平均值, 因此所述方法可以把接收机处理引起的定量误差减小到其他空间中的误差(error-in-space)以下。这是因为所述方法允许相位和频率在真实的相位周围抖动, 而且所述方法求这些相位的平均值, 以便产生其平均相位相当准确的测量值。

把每个 SV 的功率消耗减到最小, 因为所述方法每个 SV 只需要一次重放, 而且所述方法使用的相关器数目最小。

尽管已经根据当前推荐的 SPS 接收机描述了本发明, 但显然, 本公开不应被解释为限制。本专业的普通技术人员阅读上面的公开之后, 各种变化和修改无疑都会变得显而易见, 因此, 后附权利要求书理应被解释为覆盖落在本发明的“真正”精神和范围内的所有变化和修改。

图 1

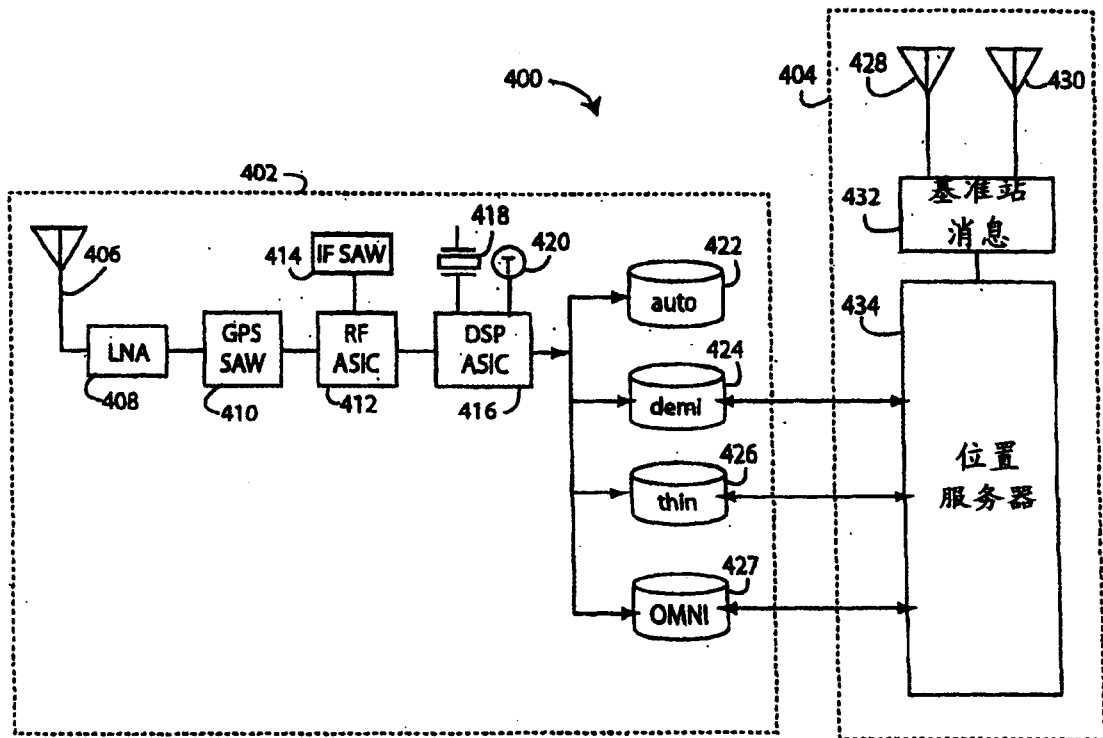
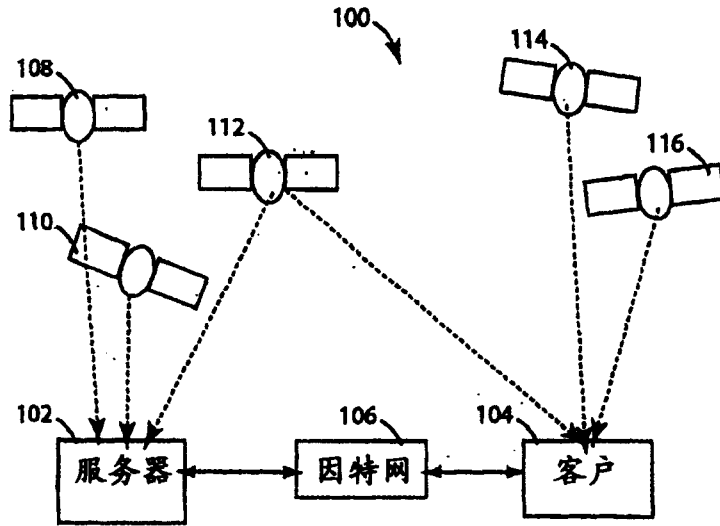


图 4

图 2

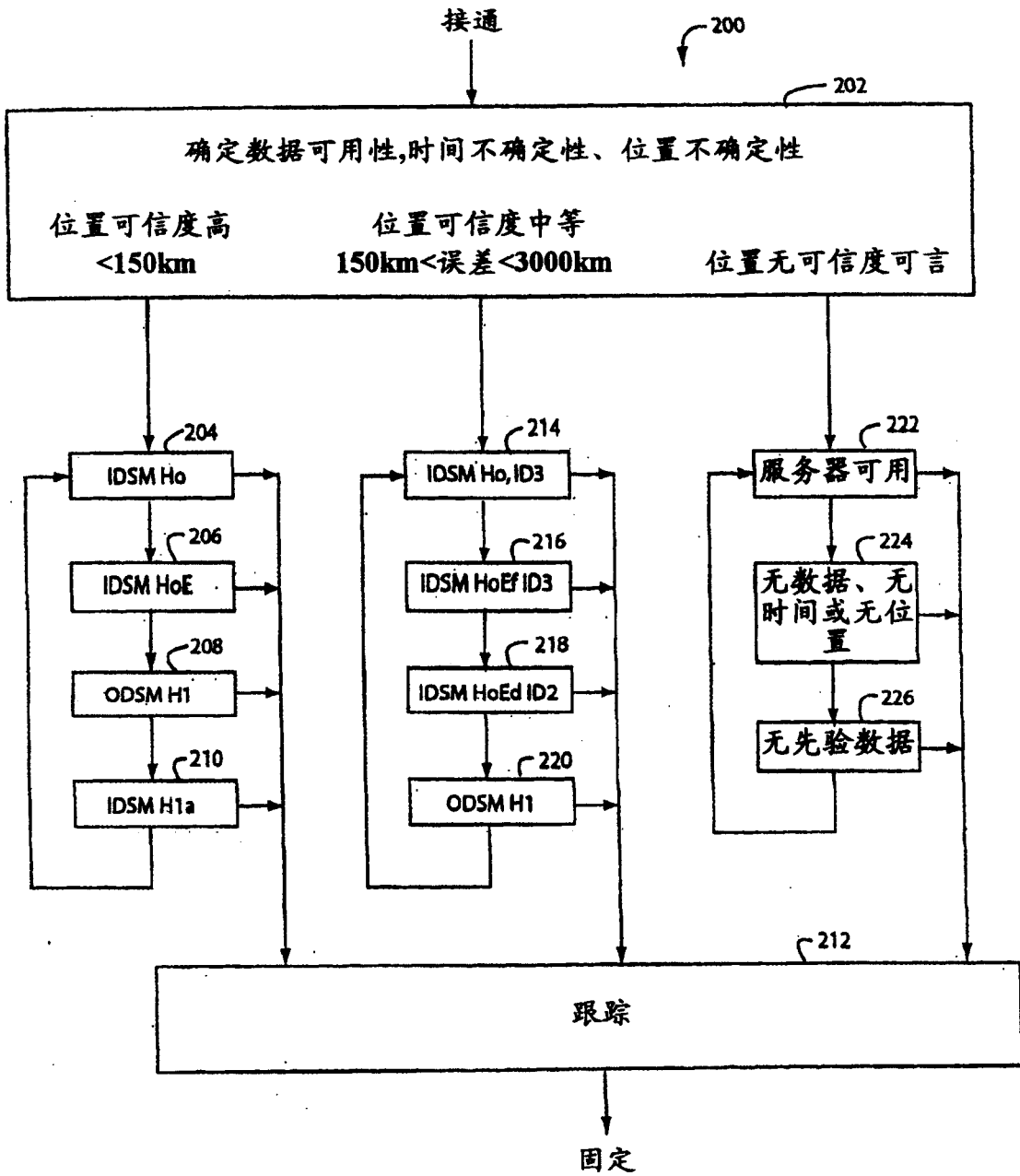


图 3

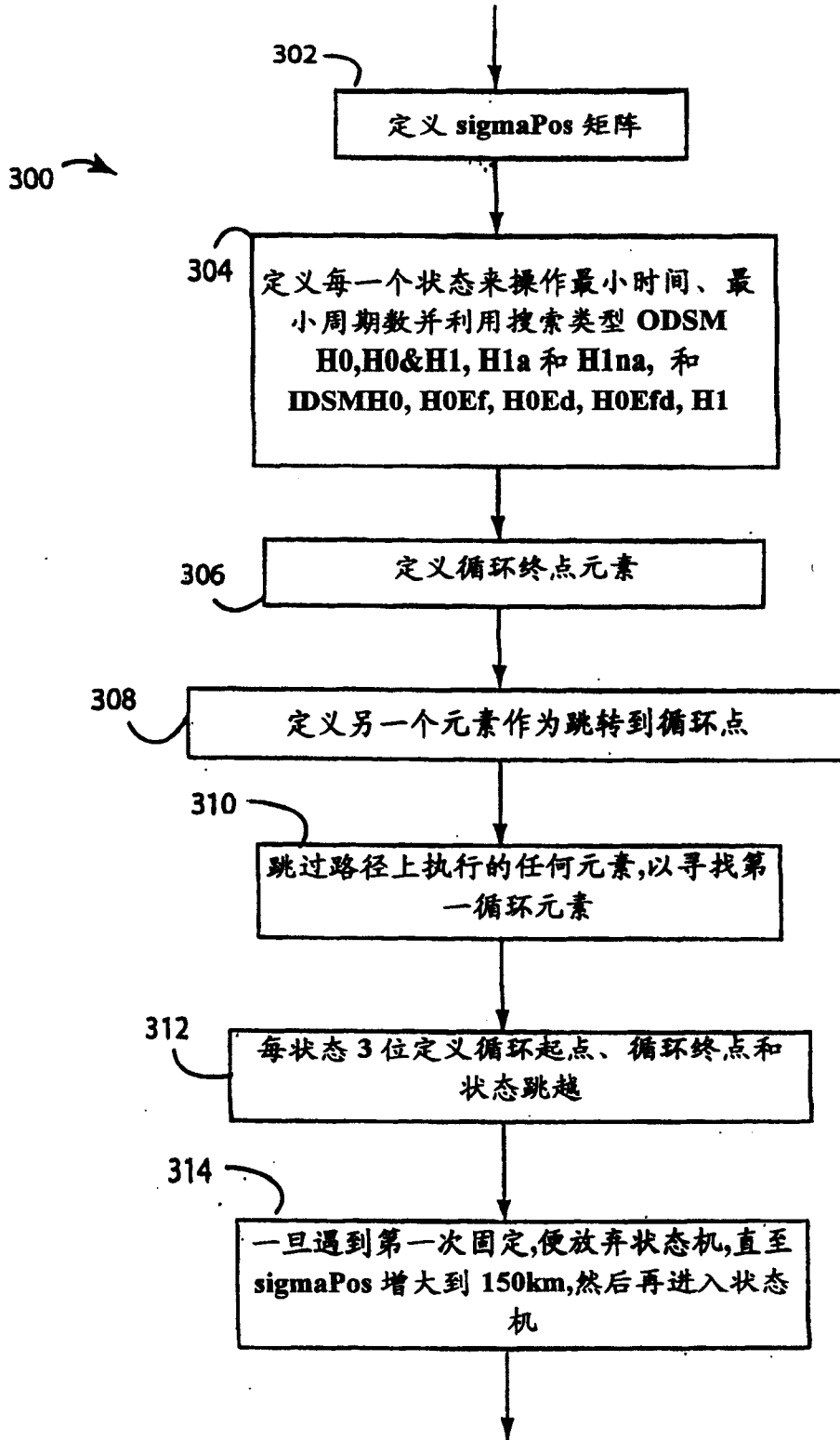


图 5

