

1. 一种接入点位置学习方法,其包括:

获取与第一移动平台相关联的第一全球定位系统位置数据;

获取与所述第一移动平台和与所述第一移动平台通信的无线接入点相关联的第一无线测距;

基于所述第一全球定位系统位置数据和所述第一无线测距确定所述无线接入点的第一估计位置;

获取与第二移动平台相关联的第二全球定位系统位置数据;

获取与所述第二移动平台和所述无线接入点相关联的第二无线测距;和

基于所述第一估计位置、所述第二全球定位系统位置数据和所述第二无线测距确定所述无线接入点的第二估计位置。

2. 根据权利要求1所述的接入点位置学习方法,其还包括将位置数据存储在该所述第一移动平台的远程数据库中,所述位置数据包括所述无线接入点的媒体接入控制地址、所述无线接入点的所述第一估计位置和与所述第一估计位置相关联的统计数据。

3. 根据权利要求2所述的接入点位置学习方法,其中所述统计数据包括多个测距的计数和表征所述测距的统计分布。

4. 根据权利要求3所述的接入点位置学习方法,其中表征所述测距的所述统计分布是具有平均值 μ 和协方差矩阵 Σ 的高斯分布多元变量。

5. 根据权利要求1所述的接入点位置学习方法,其中获取所述第一无线测距包括使用由所述无线接入点提供的无线网络飞行时间测量信息来确定从所述第一移动平台到所述无线接入点的距离。

6. 一种接入点位置学习模块,其包括:

处理器;

存储器,其配置为存储当由所述处理器执行时使所述处理器进行以下项的软件指令:

获取与第一移动平台相关联的第一全球定位系统位置数据;

获取与所述第一移动平台和与所述第一移动平台通信的无线接入点相关联的第一无线测距;

基于所述第一全球定位系统位置数据和所述第一无线测距确定所述无线接入点的第一估计位置;

获取与第二移动平台相关联的第二全球定位系统位置数据;

获取与所述第二移动平台和所述无线接入点相关联的第二无线测距;以及

基于所述第一估计位置、所述第二全球定位系统位置数据以及所述第二无线测距确定所述无线接入点的第二估计位置。

7. 根据权利要求6所述的接入点位置学习模块,其中所述处理器进一步配置成从所述第一移动平台的远程数据库接收位置数据,所述位置数据包括所述无线接入点的媒体接入控制地址、所述无线接入点的所述第一估计位置以及与所述第一估计位置相关联的统计数据。

8. 根据权利要求7所述的接入点位置学习模块,其中所述统计数据包括多个测距的计数以及表征所述测距的统计分布。

9. 根据权利要求6所述的接入点位置学习模块,其中所述处理器配置成通过使用由所

述无线接入点提供的无线网络飞行时间测量信息确定所述第一移动平台到所述无线接入点的距离来获取所述第一无线测距。

10. 根据权利要求7所述的接入点位置学习模块,其中所述第一移动平台和所述第二移动平台中的至少一个为车辆。

用于确定网络接入点位置的系统和方法

技术领域

[0001] 本技术领域通常涉及网络接入点,并且更具体地涉及用于确定网络接入点在环境中的位置的系统和方法。

背景技术

[0002] 近年来已经见证了对并入无线网络能力(例如,WiFi)和全球定位系统(GPS)能力两者的移动平台的使用的急剧增加。这类移动平台包括,例如,移动计算装置(诸如膝上型计算机、平板计算机、智能手机等)和各种运输系统(机动车辆、公交车、摩托车等)。例如,在不可用全球定位系统信息的情况下,或者当不希望启用这类移动平台的全球定位系统能力时(例如,出于电池寿命考虑),可以通过使用在移动平台的范围内的涉及一个或者多个网络接入点(例如,符合IEEE 802.11标准系列中的一个或者多个的“无线网络”接入点)的信息来估计移动平台的位置。即,如果确定了移动平台在具有已知地理位置的多个接入点的范围内,并且这些范围是已知的(例如,通过飞行时间测量),那么可以基于范围信息来估计移动平台自身的位置。然而,这种位置估计的精确度受接入点位置自身的精确度的限制。虽然可以执行可用接入点的人工勘测以填充接入点位置的数据库,但是当例如接入点中的一个或者多个接入点重新定位时这种方法可能容易出错。

[0003] 因此,希望提供用于估计并且存储网络接入点在环境中的位置的系统和方法。本发明的附加期望特性和特征将通过随后的详细说明和随附权利要求,结合附图和前述技术领域和背景,而变得显而易见。

发明内容

[0004] 根据一个实施例的接入点位置学习方法包括:获取与第一移动平台相关联的第一全球定位系统位置数据;以及获取与第一移动平台和与第一移动平台通信的无线接入点相关联的第一无线测距。基于第一全球定位系统位置数据和第一无线测距来确定无线接入点的第一估计位置。获取与第二移动平台相关联的第二全球定位系统位置数据,并且获取与第二移动平台和无线接入点相关联的第二无线测距。然后,基于第一估计位置、第二全球定位系统位置数据和第二无线测距来确定无线接入点的第二估计位置。

[0005] 根据一个实施例的接入点位置学习模块通常包括处理器和存储器。存储器配置为存储当由处理器执行时使处理器执行以下项的软件指令:获取与第一移动平台相关联的第一全球定位系统位置数据;获取与第一移动平台和与第一移动平台通信的无线接入点相关联的第一无线测距;基于第一全球定位系统位置数据和第一无线测距来确定无线接入点的第一估计位置;获取与第二移动平台相关联的第二全球定位系统位置数据;获取与第二移动平台和无线接入点相关联的第二无线测距;以及基于第一估计位置、第二全球定位系统位置数据和第二无线测距来确定无线接入点的第二估计位置。

附图说明

[0006] 在下文中将结合以下附图对各个示例性实施例进行描述,其中相同附图标记指相同元件,以及其中:

[0007] 图1是根据各个实施例的接入点定位系统的概念框图;

[0008] 图2是根据各个实施例的位置学习模块的概念框图;

[0009] 图3是根据各个实施例的位置学习方法的概念流程图;以及

[0010] 图4是描绘根据各个实施例的位置学习方法的流程图。

具体实施方式

[0011] 本文描述的主题通常涉及用于通过使用应用于从多个移动平台接收的信息的自学习技术来估计网络接入点在环境中的位置的系统和方法。通过这种方式,通过“众包”来自多个移动平台的位置信息并且随着时间不断地细化位置信息的值,可以提供更稳健并且精确的网络接入点数据库。为此,以下详细说明本质上仅仅是示例性的,并且不旨在限制应用和使用。而且,不存在受到在前述技术领域、背景技术、发明内容或者以下具体实施方式中提出的任何表述的或暗示的理论约束的意图。如本文所使用的,术语“模块”指专用集成电路(ASIC)、电子电路、处理器(共享、专用或者组)和执行一个或者多个软件或者固件程序的存储器、组合逻辑电路、和/或提供所描述功能的其它合适的部件。

[0012] 参照图1,根据一个实施例的定位系统100通常包括与无线接入点(“AP”)141通信(例如,在范围内)的多个移动平台161、162和163,其中虚线151、152和153分别表示从移动平台161、162和163至AP141的距离或者“范围”。移动平台161至163可以包括,例如,移动计算装置(诸如膝上型计算机、平板计算机、智能手机等)和运输系统(诸如车辆,其可以包括公交车、摩托车、火车、船舶、飞行器、旋翼飞行器等)。移动平台161至163还能够通过使用一个或者多个定位卫星(例如,全球定位系统卫星)101至104来与移动平台161至163通信并且确定移动平台161至163相对于环境110的位置。

[0013] 移动平台161至163进一步配置成与后端服务器(或简单地“服务器”)192通过网络190通信。如在下面进一步详细地描述,服务器192包括配置成存储与经由移动平台161至163确定的AP141相关联的位置数据195的数据库194。就是说,服务器192知道——在一定精确度范围内(如下面进一步描述的)——由位置学习模块(或“学习模块”)193确定的AP141的地理位置,并且从而连续地自动细化和“学习”接入点141的位置,位置学习模块193配置成从移动模块161至163接收关于它们对应位置(例如,经由全球定位系统卫星101至104确定)的信息以及关于范围151至153的信息。在这一点上,应理解任何数量的移动平台可以在任何给定时间在接入点141的范围内,并且图1不旨在限制性的。例如,每日有数千辆车辆或其它移动平台会落在接入点141的范围内(如,如果接入点141位于繁忙街道附近)。而且,单个移动平台(如,移动平台161)可随着时间在多个场合在接入点141的范围内并且具有在环境110内的不同位置,使得与学习模块193结合,它能够独立地帮助细化接入点141的位置。

[0014] 无线接入点141可实施为配置成提供无线接入至网络(如,局域网或互联网)的网络部件的任何形式。根据一个实施例,AP141实施为符合IEEE802.11标准系列(如,“无线网络”)的一个或多个接入点。在一个实施例中,无线接入点141实施为通常称为“下一代”无线网络AP的那种,其包括使用飞行时间技术确定测距的能力。就是说,移动平台161至163配置成基于信号在移动平台161至162和AP141之间“回声”需要的时间,分别地确定范围152至

153。

[0015] 通常,全球定位系统卫星101至104传播微波信号,所述微波信号允许在地表上或地表附近的全球定位系统接收器(如,移动平台161至163)确定全球定位系统卫星101至104的位置以及同步时间值。在本领域中公知的,全球定位系统信号通常包括测距信号(如,伪距离、载波相位和多普勒),用于测量到各卫星(101至104)距离和距离变化率以及各种导航消息。导航消息包括例如星历数据(用于计算在轨道上每个卫星101至104的位置)和有关整个卫星星群的时间和状态的信息——即,“历书”。通常,这种信息在本文共同称为“全球定位系统位置数据”。在一个实施例中,全球定位系统位置数据提供对于地心、地心固定(ECEF)坐标系的关系,其在本领域中公知。

[0016] 虽然图1示出四个卫星101至104,但应理解根据条件移动平台161至163可观察多于或少于这些卫星数量。虽然通常所需的是每时每刻为提供适合地精确位置数据)至少四个全球定位系统卫星是可观察的,但在城市峡谷环境等情况下针对仅有可观察的两个或三个卫星不是不寻常的。在这种条件下,如上所述,从卫星101至104导出的位置数据可能是模糊的。在这种情况下,然而——再次使用城市峡谷环境的示例——在移动平台161至163中的一个的距离内(如,在与接入点的密集集中点附近)可存在很多AP(诸如141)。这些AP将用作为用于帮助移动平台定位自身的附加卫星。

[0017] 如上简述,位置数据195包括关于接入点141(以及任何数量的附加接入点)的信息,并且可采用本领域公知的合适数据结构的任何形式,诸如SQL数据库,平面文件数据库,相联阵列等。在一个实施例中,位置数据195包括接入点141的估计位置(如,关于相对于任何方便参考框架的接入点141位置的当前、最佳猜测),用于接入点141的唯一标识符,与第一估计位置相关联的统计数据(如,与估计相关联的置信水平和指示估计精度的协方差矩阵)。在一个实施例中,位置数据195是包括以下项的表格:用于当前公知的每个无线接入点的唯一媒体接入控制(MAC)地址、每个无线接入点的估计位置和与第一估计位置相关联的统计分布数据。这种示例性表格结构针对示例接入点141在下面示出,示例接入点141具有MAC ID"00:50:56:cf:e3:01",位置p(表示为呈任何方便参考框架的x,y,和z坐标),对应于多少个用于接入点141的学习模块193处理的测距(诸如,范围151)的许多测量值n,和表示的统计分布,在本实施例中,为值R和Z的重数,每个对应于下面进一步详述的“信息阵列”的部分。

[0018]

MAC Id	位置	测量值	分布
00:50:56:cf:e3:01		n	
...
...

[0019] 在一个实施例中,AP(诸如141)的位置建模为具有平均值p和协方差矩阵 Σ 的多元高斯分布,其中信息阵列[R,z]定义为 $R^T R = \Sigma^{-1}$,并且 $z = R p$ 。

[0020] 现在结合图1参照图2,将描述根据示例性实施例的学习模块193的更详细方框图。通常,学习模块193包括处理器202(如,微处理器、微控制器等),存储器部件204(如,RAM、ROM等),和存储部件206(如,固态驱动器(SSD),常规硬盘等)。处理器202配置成执行存储在存储器部件202中的软件指令以提供在本文所述的功能性。

[0021] 一般而言,学习模块193一般配置为基于众包自多个移动平台161至163的信息来反复确定并且细化接入点141的位置的估计。这在图3中概念性地示出。在一个实例中,细化功能306(在学习模块193内实施)作为输入接收两组数据:接入点141的位置的先验估计304(例如,针对如存储在数据库194中的接入点141的位置信息),和涉及接入点141的“当前”估计302(例如,针对移动平台161至163的范围151至153和全球定位系统位置数据)。通过使用该信息,细化功能306产生更新后或者“改进”后的估计308,估计308然后变为针对“先前”估计304的新值。细化功能306可以在指定的时间、以定期间隔、或者在当前估计302的预定量可用时对估计302和304进行操作。

[0022] 因此已经给出根据一个实施例的定位系统100和学习模块193的概述,图4是描绘根据各个实施例的学习方法400的流程图,并且在不失一般性的情况下将结合在图1中示出的实施例进行描述。

[0023] 首先,在402中,从在环境110内操作的各个移动平台161至163通过学习模块193接收位置信息。该信息包通常将包括与移动平台161至163相关联的全球定位系统位置数据以及测距151至153。接下来,在404中,按照与位置信息195一致的方式组织信息包,例如,作为包括接入点141的MACID、对应移动平台161至163的标识符、和在预定时间窗口内相对于接入点141进行的测量值集合的表格。

[0024] 接下来,在406中,确定估计位置是否实际上可用于在数据库194内的接入点141。即,在一些情况下一尤其在新接入点安装在环境110中时—位置信息195可能不包括MAC地址或者与接入点141相关联的其它唯一标识符。如果估计位置不可用于接入点141,学习模块193则进行至408并且用接入点141的位置的初始估计将数据库194初始化。在一个实施例中,假设该初始估计为从范围151至153(以及对应全球定位系统位置数据)导出的所有位置估计的样本平均值,并且假设与该初始估计相关联的置信区间为从测量的信噪比导出的方差。随后,在一些预定间隔(例如,1.0分钟至60.0分钟)之后继续在402中处理。

[0025] 如果,在406中,确定了估计位置(即,先前位置估计)在数据库194内可用,那么学习模块193进行至410。在410中,学习模块193将自移动平台161至163接收的集合范围和全球定位系统信息与先验估计组合(如下面参照图4进一步详细描述),并且在412中,产生移动平台161的位置的“新”估计,然后将其连同涉及估计的统计数据一起存储在数据库194内。随后,在一些预定间隔(例如,大约1.0分钟至60.0分钟)之后继续在402中处理。

[0026] 现在将对示例性位置学习方法进行详细描述。一般而言,学习模块193的任务是取存储在数据库194内的移动平台161的先验估计位置,其给出为 $\hat{p} = (\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$ (与在环境110内的预测 x 、 y 和 z 坐标相对应),并且确定新的或者“后验”估计 $p = (X, Y, Z)$ 。移动平台161至163的估计位置由此表示为 (p_1, p_2, \dots, p_N) ,具有捕获在协方差矩阵 $(\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_N)$ 内的一些不确定性。在移动平台与接入点之间的对应测距为 (p_1, p_2, \dots, p_N) (例如,测距151至153)和信噪比 (s_1, s_2, \dots, s_N) , $k = 1, \dots, N$ 。针对第 k 移动平台,可以将位置分布作为信息阵列 $p_k \sim [R_k, z_k]$, $k = 1, \dots, N$,写入。

[0027] 测距(例如,151至153)的不确定性取决于信噪比。对于示例性实施例而言,来自第 k 移动平台的测距 p_k 的方差表示为 σ_k 并且可以计算为 $\sigma_k = \frac{c\tau}{2.5\sqrt{2s_k}}$,其中 s_k 为针对飞行时间测量 p_k 的信噪比, c 为飞行速度,以及 τ 为在飞行时间测量机构中脉冲的宽度。

[0028] 为了找出接入点141的起始位置p从而使得以下量最小化:

$$[0029] \sum_{k=1}^N \left[\left(\frac{\|\mathbf{p} - \mathbf{p}_k\| - \rho_k}{\sigma_k} \right)^2 + \|R_k \mathbf{p}_k - \mathbf{z}_k\|^2 \right]$$

[0030] 在上面提出的命名假设下,预期测距为在接入点141与第k移动平台 $\mathbf{p}_k = (X_k, Y_k, Z_k)^T$ 之间的 $\tilde{\rho}_k = \sqrt{(\tilde{X} - X_k)^2 + (\tilde{Y} - Y_k)^2 + (\tilde{Z} - Z_k)^2}$ 。在预测和实际测距与一组1x3敏感矩阵 $H_{w,k} = \tilde{\mathbf{p}}^T / (\sigma_k \tilde{\rho}_k)$ 与 $H_k = -(1 \ 1 \ 1) / (\sigma_k \tilde{\rho}_k)$ 之间定义误差为 $\Delta \rho_k = \rho_k - \tilde{\rho}_k$ 。这些敏感矩阵为确定针对接入点141的位置的改变所需的量以便减少误差的增益因子。来自第k平台的归一化测量为 $o_k = (\Delta \rho_k + H_{w,k} \tilde{\mathbf{p}}) / \sigma_k; k=1, 2, \dots, N$ 。下面矩阵A可以构造为:

$$[0031] A = \begin{pmatrix} R_1 & 0 & \dots & 0 & 0 & z_1 \\ 0 & R_2 & \dots & 0 & 0 & z_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & R_N & 0 & z_N \\ H_1 & 0 & \dots & 0 & H_{w,1} & o_1 \\ 0 & H_2 & \dots & 0 & H_{w,2} & o_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & H_N & H_{w,N} & o_N \end{pmatrix}$$

[0032] 在这点上,将本领域所熟知的“吉文斯(Givens)旋转”(例如,在由两行矩阵A跨越的平面中的旋转)应用于由 H_1 至 o_N 限定出的下矩形项,使三角矩阵 R_A 形成为:

$$[0033] R_A = \begin{pmatrix} R'_1 & 0 & \dots & 0 & \alpha & z'_1 \\ 0 & R'_2 & \dots & 0 & \beta & z'_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & R'_N & \gamma & z'_N \\ 0 & 0 & \dots & 0 & R & z \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

[0034] 注意 R_A 为从A导出的上三角矩阵,即, $A = QR_A$,并且Q为合适矩阵的正交矩阵。

[0035] 接入点141的更新位置具有统计分布 $[R, z]$,其中R是来自 R_A (行N+1和列N+1)的3x3子矩阵且z是来自 R_A (行N+1和列N+2)的3x1子矩阵。后验位置期望值(平均值)是 $\mathbf{p} = R^{-1}z$,且标量e是至少残差的平方。接着,使 $\tilde{\mathbf{p}} = \mathbf{p}$ (例如,将“先验”估计设置为新的改进估计)。在重建以上矩阵A并且施加三角测量程序之后,接入点141的更新位置可进行L次反复(例如,L=5)计算或直到其收敛为止。如果最近时间窗中的测量并非其他接入点进行定位所需,那么现在可舍弃这些测量(因为参数 $[R, z]$ 是充分统计量)。

[0036] 在初始化之后(例如,图4中的方框408),在后续学习期间,学习模块193将信息阵列形式(即, $\mathbf{p}_1 \sim [R_1, z_1], \mathbf{p}_2 \sim [R_2, z_2], \dots, \mathbf{p}_N \sim [R_N, z_N]$)的对应移动平台位置分布、预测的接入点141位置 $\tilde{\mathbf{p}} = (\tilde{X}, \tilde{Y}, \tilde{Z})^T$ 和接入点141的先验分布 $\mathbf{p} \sim [\tilde{R}, \tilde{z}]$ 当做其输入测距(即, $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_N$)。接着输出是接入点141的位置的后验分布 $\mathbf{p} \sim [R, z]$ 和其更新位置的后验分布 $\mathbf{p} = R^{-1}z$ 。

[0037] 图3中的细化函数306适于确定后验位置p使得以下量被最小化:

$$[0038] \sum_{k=1}^N \left[\left(\frac{\|p - p_k\|^{-\rho_k}}{\sigma_k} \right)^2 + \|R_k p_k - z_k\|^2 \right] + \|\tilde{R}p - \tilde{z}\|$$

[0039] 由于来自移动平台161到163的测量的新包(例如,图4中的402)到达,使

$$\tilde{\rho}_k = \sqrt{(\tilde{X} - X_k)^2 + (\tilde{Y} - Y_k)^2 + (\tilde{Z} - Z_k)^2}; p_k = (X_k, Y_k, Z_k)^T; \Delta\rho_k = \rho_k - \tilde{\rho}_k; 1 \times 3 \text{ 矩阵}$$

$$H_{w,k} = \tilde{p}^T / (\sigma_k \tilde{\rho}_k), H_k = -(1 \ 1 \ 1) / (\sigma_k \tilde{\rho}_k), \text{ 且 } \sigma_k = (\Delta\rho_k + H_{w,k} \tilde{p}) / \sigma_k \quad k=1, 2, \dots, N.$$

新的矩阵A'可被构造为:

$$[0040] A' = \begin{pmatrix} R_1 & 0 & \dots & 0 & 0 & z_1 \\ 0 & R_2 & \dots & 0 & 0 & z_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & R_N & 0 & z_N \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \tilde{R} & \tilde{z} \\ H_1 & 0 & \dots & 0 & H_{w,1} & o_1 \\ 0 & H_2 & \dots & 0 & H_{w,2} & o_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & H_N & H_{w,N} & o_N \end{pmatrix}$$

[0041] 接着,吉文斯旋转(Givens rotation)如上施加于范围从H1到oN的项,从而如下产生上三角矩阵:

$$[0042] R'_A = \begin{pmatrix} R'_1 & 0 & \dots & 0 & \alpha & z'_1 \\ 0 & R'_2 & \dots & 0 & \beta & z'_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & R'_N & \gamma & z'_N \\ 0 & 0 & \dots & 0 & R & z \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & e \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

[0043] 接入点141的后验位置分布接着是p~[R,z],且接入点141的后验期望值(平均值)是p=R⁻¹z.学习模块192接着舍弃已使用的测量并且将后验位置估计当做下一次更新周期的先验位置估计(图3中的304)。

[0044] 应当明白的是,虽然上述实施例已在车辆移动平台的背景中加以描述,但是实施例的范围并不限于此.例如,上述系统和方法可用来在由个人携带的移动装置行进通过建筑物时使用所述移动装置确定建筑物中的AP的位置。

[0045] 虽然至少一个示例性实施例已在前文详述中加以呈现,但是应当明白存在大量变动.还应当明白的是,示例性实施例或多个示例性实施例只是实例并且不旨在以任何方式限制本发明的范围、适用性或配置.更确切地说,前文详述将给本领域技术人员提供用于实施示例性实施例或多个示例性实施例的指引.应当明白的是,在不脱离如随附权利要求书和其合法等效物中阐述的本发明的范围的情况下,可对元件的功能和布置作出各种改变。

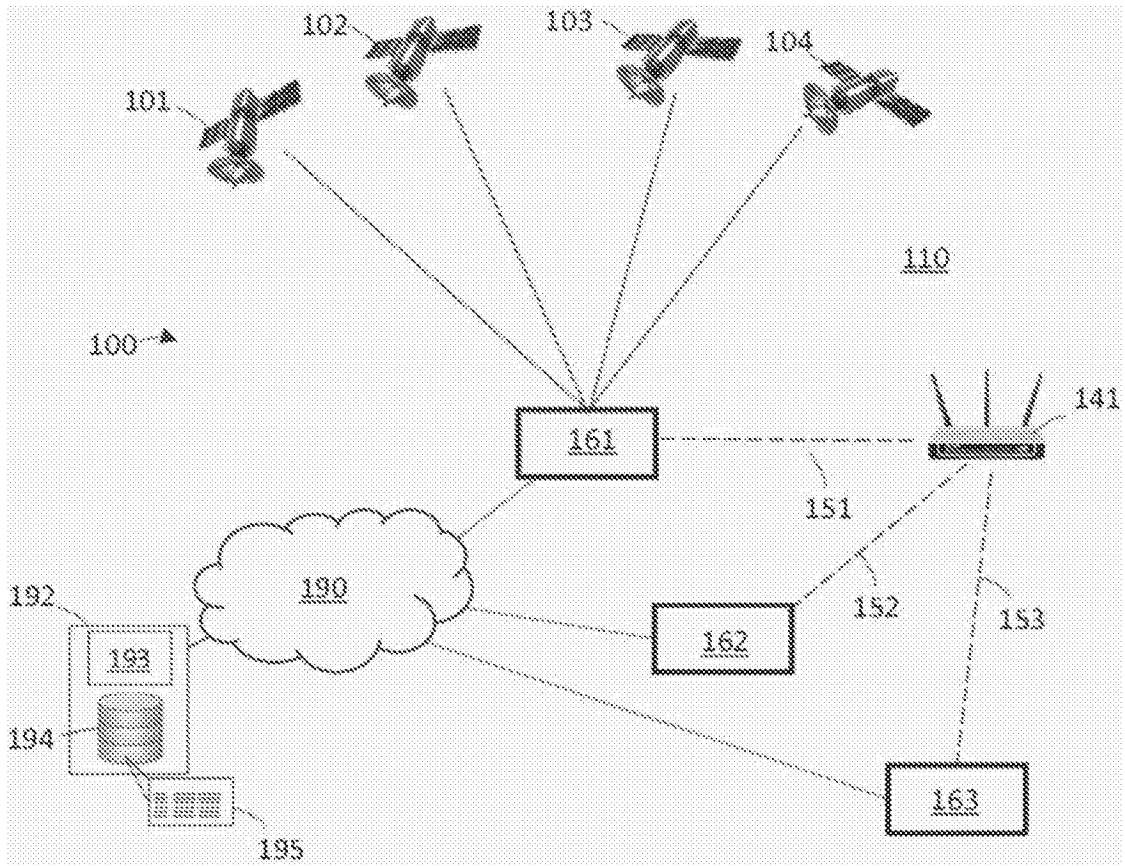


图1

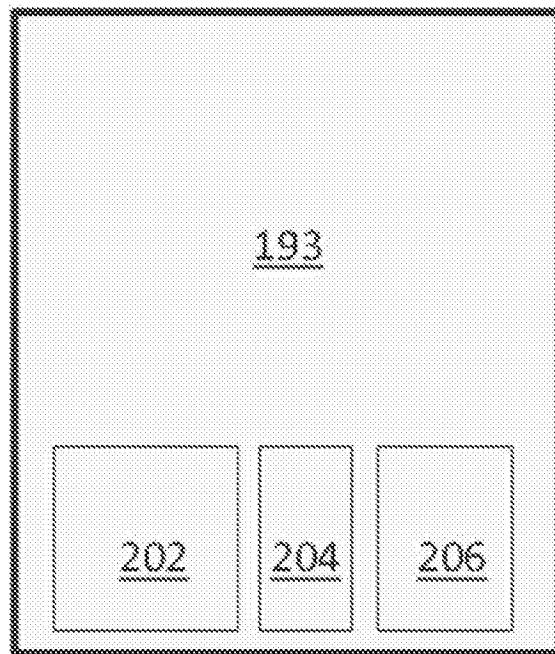


图2

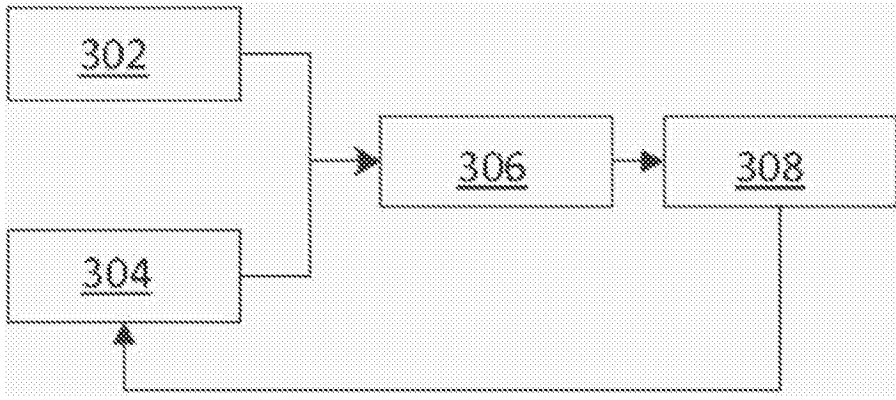


图3

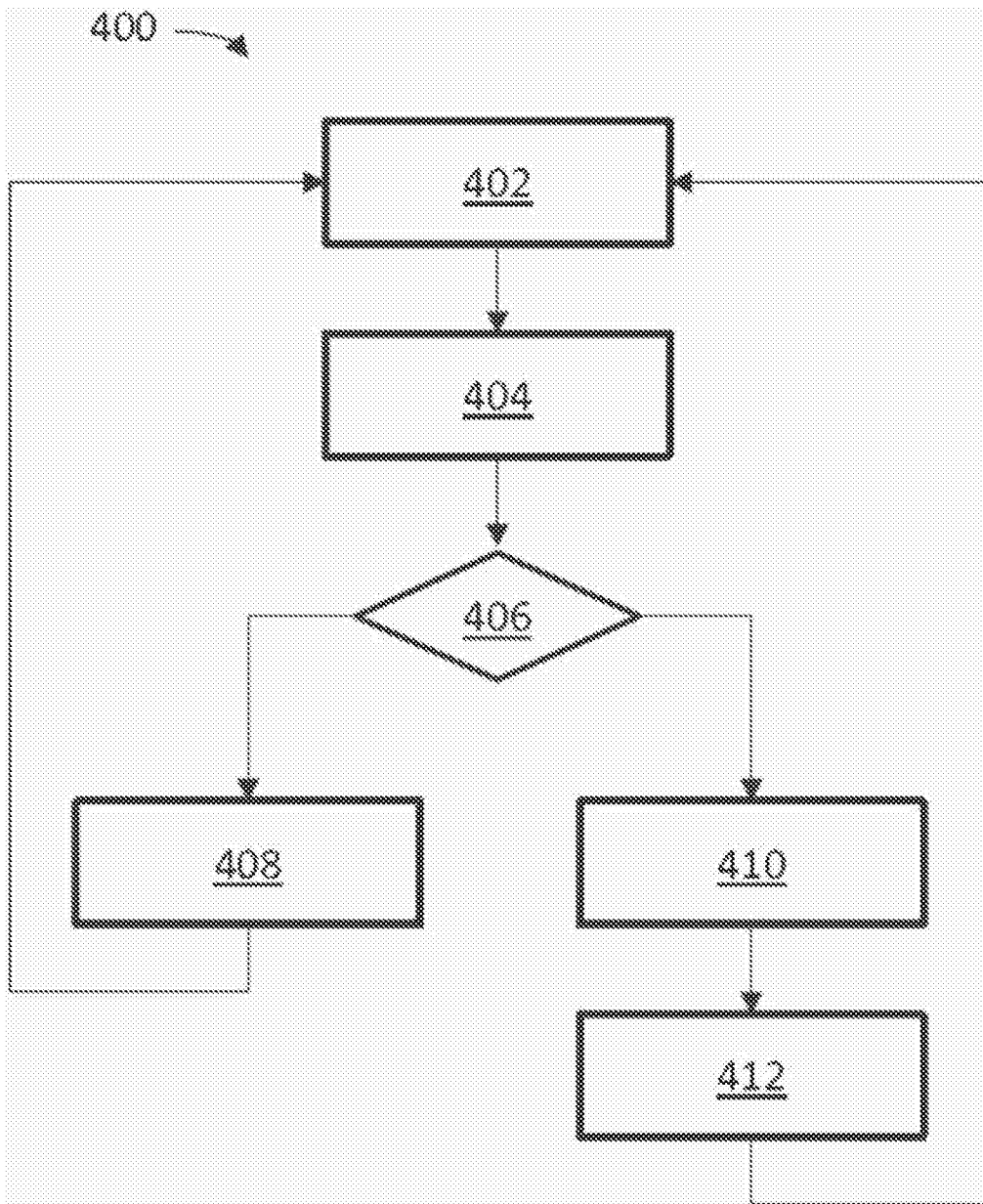


图4