

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104736968 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 24

(21) 申请号 201280075284. X

(22) 申请日 2012. 08. 15

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2015. 02. 13

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2012/080177 2012. 08. 15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02014/026338 EN 2014. 02. 20

(71) 申请人 谷歌公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 张法恩 爱德华·Y·常 黄永强
周淑昌

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201
代理人 宋融冰

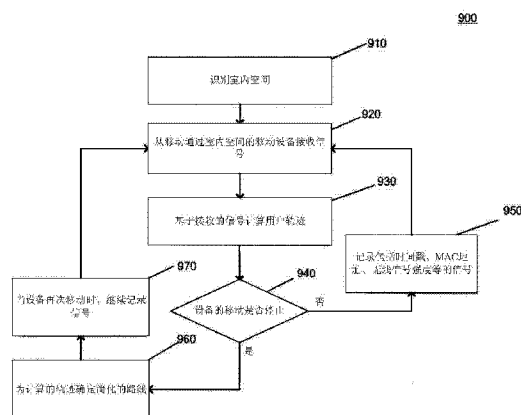
(51) Int. Cl.
G01C 21/32(2006. 01)

权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称
众包室内定位

(57) 摘要

本公开的方面提供用于使用众包惯性导航系统 (INS) 构建室内空间的可扩展模型的技术。通过跟踪来自多个参与用户的 INS 信号, 当用户在室内移动其移动设备时, 可以估计用户的轨迹。针对其他用户采取的类似路线, 可以对估计的轨迹打分。然后在室内空间的地图上绘制出具有最高分数的路线以识别到达陆标及离开陆标最常经过的区域和陆标之间的距离。



1. 一种方法,包括:

识别室内空间的地图,所述地图基于多个约束;

从移动通过所述室内空间的第一组移动设备接收惯性导航信号,其中所述惯性导航信号表示所述移动设备的移动方向和速度;

基于接收的所述惯性导航信号组,使用处理器计算多条用户轨迹;

识别与所述多条用户轨迹相关联的路径,其中,每条路径包括所述地图上的第一位置和第二位置之间经过的多个转弯;

基于给定路径与所述多条用户轨迹的相似性,确定识别的路径中的每条路径的分数;

从分数高于预设阈值的识别的路径中选择至少一条路径;以及

基于至少一条选择的路径,使用处理器生成识别所述室内空间的可行走区域的地图信息。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,生成的地图信息包括沿识别的路径收集的无线网接入点标识符和相关联的信号强度。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:

基于与每条路径相关联的所述无线网接入点标识符的比较,提炼所述识别的路径,其中所述提炼去除重复的路径。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,沿识别的路径经过的所述多个转弯包括方向指示和每个转弯之间的距离。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述惯性导航信号包括加速计数据、陀螺仪数据和指南针数据中的一个。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中计算所述多条用户轨迹包括:

接收信息以识别相关联的移动设备的起始位置和终止位置。

7. 根据权利要求6所述的方法,还包括:

使用平滑算法将每条用户轨迹简化为给定的移动设备的所述起始位置和所述终止位置之间经过的多个转弯和每个转弯之间的距离。

8. 一种系统,包括:

存储器,用于存储室内空间的地图;

接收器模块,用于从移动通过所述室内空间的第一组移动设备接收惯性导航信号,其中所述惯性导航信号表示所述移动设备的移动方向和速度;以及

与所述存储器连接的处理器,所述处理器用于:

识别存储在所述存储器内的室内空间的地图,所述地图基于多个约束;

基于在所述接收器模块接收的所述惯性导航信号,计算多条用户轨迹;

识别与所述多条用户轨迹相关联的路径,其中,每条路径包括在所述地图上的第一位置和第二位置之间经过的多个转弯;

基于给定路径和所述多条用户轨迹的相似性,确定识别的路径中的每条路径的分数;

从分数高于预设阈值的识别的路径中选择至少一条路径;以及

基于至少一条选择的路径,生成识别所述室内空间的可行走区域的地图信息。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中,生成的地图信息包括沿识别的路径收集的无线网接入点标识符和相关联的信号强度。

10. 根据权利要求 8 所述的系统,其中,沿识别的路径经过的所述多个转弯包括方向指示和每个转弯之间的距离。

11. 根据权利要求 8 所述的系统,其中,所述惯性导航信号组包括加速计数据、陀螺仪数据和指南针数据中的一个。

12. 根据权利要求 8 所述的系统,其中为计算所述多条用户轨迹,所述处理器还用于接收识别相关联的移动设备的起始位置和终止位置的信息。

13. 根据权利要求 12 所述的系统,其中,所述处理器还用于使用平滑算法将每条用户轨迹简化为所述起始位置和所述终止位置之间经过的多个转弯和每个转弯之间的距离。

14. 一种有形的计算机可读存储介质,包括程序指令,当所述程序指令被处理器执行时,使得所述处理器执行方法,所述方法包括:

识别室内空间的地图,所述地图基于多个约束;

从移动通过所述室内空间的第一组移动设备接收惯性导航信号,其中所述惯性导航信号表示所述移动设备的移动方向和速度;

基于接收的所述惯性导航信号,使用处理器计算多条用户轨迹;

识别与所述多条用户轨迹相关联的路径,其中,每条路径包括在所述地图上的第一位置和第二位置之间经过的多个转弯;

基于给定路径和所述多条用户轨迹的相似性,确定识别的路径中的每条路径的分数;

从分数高于预设阈值的识别的路径中选择至少一条路径;以及

基于选择的路径组中的至少一条路径,使用处理器生成识别所述室内空间的可行走区域的地图信息。

15. 根据权利要求 14 所述的有形的计算机可读存储介质,其中,生成的所述地图信息包括沿识别的路径收集的无线网接入点标识符和相关联的信号强度。

16. 根据权利要求 15 所述的有形的计算机可读存储介质,其中,所述方法还包括:

基于与每条路径相关联的所述无线网接入点标识符的比较,提炼所述识别的路径,其中所述提炼去除重复的路径。

17. 根据权利要求 14 所述的有形的计算机可读存储介质,其中,沿所述识别的路径经过的所述多个转弯包括方向指示和每个转弯之间的距离。

18. 根据权利要求 14 所述的有形的计算机可读存储介质,其中,所述惯性导航信号包括加速计数据、陀螺仪数据和指南针数据中的一个。

19. 根据权利要求 14 所述的有形的计算机可读存储介质,其中计算所述多条用户轨迹包括:

接收信息以识别相关联的移动设备的起始位置和终止位置。

20. 根据权利要求 19 所述的有形的计算机可读存储介质,其中,使用平滑算法将每条用户轨迹简化为所述相关联的移动设备的所述起始位置和所述终止位置之间经过的多个转弯和每个转弯之间的距离。

众包室内定位

背景技术

[0001] 当前的用于确定移动设备的室内位置的技术基于无线接入点的内部扫描。通过确定接入点的位置和这些位置处的相应的信号强度,该扫描可以用于建立能够建模室内空间的数据库。典型地,为创建这种数据库,室内定位供应商可以在选择的位置进行现场勘测。然而,这可能要求勘测成千上万的建筑和楼层以确定无线接入点的位置。此外,由于在勘测完成后的接入点的位置变化,数据库会变得过时且不准确。

发明内容

[0002] 本发明的方面可以有利于提供进行现场勘测以构建室内位置的无线接入点模型的可扩展方法。通过众包来自移动通过室内位置的多个客户端设备的无线和 INS 信号,可以创建并维持接入点的准确且最新的模型数据库。

[0003] 本技术的一个方面提供一种方法。所述方法包括:识别室内空间的地图,从移动通过所述室内空间的第一组移动设备接收惯性导航信号,以及基于接收的惯性导航信号组,使用处理器计算多条用户轨迹。在这方面,所述地图可以基于多个约束且所述惯性导航信号可以表示所述移动设备的移动方向和速度。所述方法还包括:识别与所述多条用户轨迹相关联的路径;基于给定路径和所述多条用户轨迹的相似性,确定识别的路径中的每条路径的分数;从分数高于预设阈值的识别的路径中选择至少一条路径;以及基于至少一条选择的路径,使用处理器生成识别所述室内空间的可行走区域的地图信息。每条路径可以包括在所述地图上的第一位置和第二位置之间经过的多个转弯。

[0004] 在一方面,所述方法还可以包括基于与每条路径相关联的所述无线网接入点标识符的比较,提炼识别的所述路径。在这方面,所述提炼可以去除重复的路径。在另一方面,沿识别的路径经过的所述多个转弯可以包括方向指示和每个转弯之间的距离。在又一方面,所述惯性导航信号可以包括加速计数据、陀螺仪数据和指南针数据中的一个。

[0005] 本技术的另一方面提供一种系统。所述系统包括:存储室内空间的地图的存储器,用于从移动通过所述室内空间的第一组移动设备接收惯性导航信号的接收器模块,以及与所述存储器连接的处理器。所述处理器用于识别存储在所述存储器内的室内空间的地图,并基于在所述接收器模块接收的所述惯性导航信号,计算多条用户轨迹。在这方面,所述地图可以基于多个约束且所述惯性导航信号可以表示所述移动设备的移动方向和速度。所述处理器还用于识别与所述多条用户轨迹相关联的路径,基于给定路径和所述多条用户轨迹的相似性,确定识别的路径中的每条路径的分数,从分数高于预设阈值的识别的路径中选择至少一条路径,以及基于至少一条选择的路径,生成识别所述室内空间的可行走区域的地图信息。每条路径可以包括在所述地图上的第一位置和第二位置之间经过的多个转弯。

[0006] 本技术的又一方面提供一种有形的计算机可读存储介质。所述存储介质包括当被处理器执行时使得所述处理器执行方法的程序指令。所述方法包括:识别室内空间的地图,从移动通过所述室内空间的第一组移动设备接收惯性导航信号,并基于接收的惯性导航信号组,使用处理器计算多条用户轨迹。在这方面,所述地图可以基于多个约束且所述惯性导

航信号可以表示所述移动设备的移动方向和速度。所述方法还包括：识别与所述多条用户轨迹相关联的路径，基于给定路径和所述多条用户轨迹的相似性，确定识别的路径中的每条路径的分数，从分数高于预设阈值的识别的路径中选择至少一条路径，以及基于至少一条选择的路径，使用处理器生成识别所述室内空间的可行走区域的地图信息。每条路径可以包括在所述地图上的第一位置和第二位置之间经过的多个转弯。

附图说明

- [0007] 图 1 为根据本公开的系统功能框图。
- [0008] 图 2 为根据本公开的系统的图示示意图。
- [0009] 图 3 为根据本公开的方面的室内空间的示例楼层平面图。
- [0010] 图 4 为根据本公开的方面的从客户端设备收集的信号日志的示例。
- [0011] 图 5 为根据本公开的方面的计算的轨迹的示例。
- [0012] 图 6 为根据本公开的方面的简化的图 5 的轨迹的示例。
- [0013] 图 7 为根据本公开的方面的通过室内空间的多条路线的示例。
- [0014] 图 8 为根据本公开的方面的室内空间内经过的区域的计算的布局的示例。
- [0015] 图 9 为根据本公开的方面的众包信号日志的方法。
- [0016] 图 10 为根据本公开的方面的进行室内空间内最常经过的区域的勘测的方法。

具体实施方式

[0017] 当参考实施例的下述说明和附图考虑时，将领会本公开的方面、特征和优势。应当注意的是，不同附图中的相同的附图标记可以标示相同或相似元件。进一步，下述说明并非是对本发明的限制。本技术的范围由所附权利要求及等同限定。

[0018] 在本公开中，为使用来自用户设备的惯性导航系统 (INS) 信号被动进行室内空间的现场勘测的可扩展方法和系统提供技术。该技术可以用于确定最常经过的室内空间的区域。根据本公开的方面，通过跟踪来自多个参与用户持有的客户端设备的 INS 信号（例如，来自加速计、陀螺仪、指南针、压力传感器等的读数），当用户移动其客户端设备通过室内空间时，可以估计用户的轨迹。针对其他用户采取的相似路线，可以对估计的轨迹打分。在这点上，然后可以在室内空间的地图上展示具有最高分数的路线以识别用户可以进行转弯的陆标和转弯之间的距离。在一方面，还可以收集无线信号签名以准确地识别沿最高得分路线的地理位置。

[0019] 图 1 为可以包括连接到网络 195 的服务器 110 的系统 100 的功能框图。系统 100 还可以包括能够通过网络 195 与服务器 110 无线通信的多个客户端设备 170 和 171。

[0020] 服务器 110 可以包含处理器 120、存储器 130 和典型地存在于通用计算机内的其他组件。服务器 110 的存储器 130 可以存储可被处理器 120 访问的信息（包括可被处理器 120 执行的指令 131）。存储器还可以包括可被处理器 120 检索、操作或存储的数据 132。存储器 130 可以是能够存储可被处理器 120 访问的信息的一种非暂时性计算机可读存储介质，例如，硬盘、存储卡、ROM、RAM、DVD、CD-ROM、可写和只读存储器。处理器 120 可以为众所周知的处理器或其他鲜为人知的类型的处理器。可选地，处理器 120 可以为专用控制器，如 ASIC。

[0021] 尽管图 1 功能性地示出处理器 120 和存储器 130 在同一块内,应当理解的是,处理器 120 和存储器 130 实际上可以包括可以或不存储在同一物理壳体内的多个处理器和存储器。例如,一些指令 131 和数据 132 可以存储在可移动的 CD-ROM 上,其他指令 131 和数据 132 可以存储在只读计算机芯片内。一些或全部指令 131 和数据 132 可以存储在物理上远离处理器 120 却仍可被处理器 120 访问的位置中。类似地,处理器 120 实际上可以包括可以或不并行运行的一些处理器。

[0022] 指令 131 可以是待被处理器 120 直接执行的一组指令(例如,机器代码)或间接执行的一组指令(例如,脚本)。例如,指令 131 可以存储为计算机可读介质上的计算机代码。在这方面,术语“指令”和“程序”在本文中可互换使用。指令 131 可以以对象代码格式存储以被处理器 120 直接处理,或以任何其他计算机语言(包括脚本、或按需解释或者预先编译的独立的源代码模块的集合)形式存储。下面将详细解释指令 131 的功能、方法和例程。

[0023] 根据指令 131 处理器 120 可以检索、存储或修改数据 132。例如,尽管系统和方法不受任何特定数据结构的限制,数据 132 可以存储在计算机寄存器内,作为具有多个不同字段和记录的表、XML 文档或平面文件存储在关系数据库中。数据 132 还可以被格式化为任意计算机可读格式。数据 132 可以包括足以识别相关数据的信息,如数字、描述性文本、专有代码、存储在相同存储器或不同存储器(包括其他网络位置)中的数据的参考或被函数使用以计算相关数据的信息。

[0024] 服务器 110 的数据 132 可以包括模型信息 136。例如,模型可以包括与室内空间相关联的一组位置。该组位置中的每个位置可以与描述期望的无线网接入点信号和期望被用于扫描位于室内空间的不同位置的这种信号的设备检测的相应的信号强度的无线网接入点数据关联。期望的无线网接入点信号可以是特定值或可以是取值范围。应当注意的是,用于室内空间的一组位置还可以与各种信号相关联和/或基于各种信号确定,例如,射频(RF)信号、光、声音图像识别信号以及其它类型的信号和/或环境因素或其任意组合。

[0025] 服务器 120 可以访问地图信息 134。如在下面详细地描述的,地图信息 134 可以包括表示楼房内的室内空间的一系列楼层平面图。根据本发明的方面,地图信息 134 可以基于表示用户不可以在楼房内行走(或不能行走)的位置的一系列约束(例如,墙)。这些楼层平面图特征可以使得用户识别室内空间的各种区域。在一些方面,所有或部分地图信息 134 可以根据需求传输至客户端设备 170 和 171 以也存储在其中。

[0026] 每个客户端设备 170 和 171 的配置可与服务器 110 类似,具有如上所述的处理器 160、存储器 161 和指令 162。每个客户端设备 170 和 171 可以为个人计算设备并且具有通常结合个人计算机使用的所有组件,例如中央处理单元(CPU) 160、存储数据 168 和指令 162 的存储器 161(例如, RAM 和内部硬盘驱动器)、电子显示器 163(例如,具有屏幕的监视器、触摸屏、投影仪、电视机、计算机打印机或可操作以显示信息的其他设备),以及终端用户输入 164(例如,鼠标、键盘、触摸屏或麦克风)。客户端设备 171 还可以包括摄像机 167、扬声器、网络接口设备,以及用于将这些元件彼此连接的所有组件。

[0027] 客户端设备 171 可以包括可以用于扫描无线网频谱并识别本地无线网信号的天线 169。例如,天线可以接收解调信息以识别无线网接入点的“信标”消息。在一个示例中,这些信标消息可以由接入点传输以向潜在的无线网用户通报其自身的 IEEE802.11 管理

帧。这些帧可以包含协助设备接入无线网的服务集标识 (“SSID”) 信息以及物理层参数。信标消息还可以包括同样协助设备接入网络的附加网络接入信息, 包括接入点是否接受新用户、数据是否加密, 以及正在使用何种类型的认证, 例如, 无认证 (对所有用户开放)、基于密码、基于网站门户、或基于媒体存取控制 (“MAC”) 地址。然而, 应当理解的是, 根据本公开收集的数据可以限于上述讨论的信息, 例如 MAC 地址、SSID、或其他标识符和信号强度, 且无需包含额外的信息。例如, 包含在网络流量或有效载荷数据内的信息 (例如, 个人信息) 无需被收集, 且实际上可以被去除以保护无线网用户的隐私。

[0028] 客户端设备 171 可以包括地理位置组件 165 以确定客户端设备 171 的地理位置。例如, 客户端设备 171 可以包括 GPS 接收器以确定设备的纬度、精度和海拔位置。因此, 当客户端设备 171 改变位置 (例如, 通过物理移动) 时, GPS 接收器可以确定新的当前位置。组件 165 还可以包括用于基于在客户端设备 171 接收的其他信号 (例如, 从一个或多个无线网接入点接收的信号) 确定客户端设备 171 的位置的软件。

[0029] 为确定客户端设备 171 面向的方向, 设备 171 可以包括一个或多个定向设备 166, 例如, 加速计、陀螺仪、指南针、或其任意组合。例如, 加速计可以用于检测重力对被测量的客户端设备 171 的作用, 例如, 以米每秒为单位。仅仅作为示例, 客户端设备 171 可以使用来自加速计的输入确定客户端设备相对于重力方向或与其垂直的平面的俯仰、偏航或滚动 (或其变化)。在这方面, 应当理解的是, 如本文所述的客户端设备的方向数据的提供可以自动地提供给客户端设备 171。

[0030] 从定向设备 166 接收的方向数据可以以各种方式使用。例如, 通过运行加速度数值的平均值以识别哪个方向朝下 (例如, 朝向地面), 加速计或陀螺仪可以用作计步器。通过当每次在朝下的方向上的分量大于经验确定的阈值时决定已经迈出了一步, 可以构建简单的步测器。使用人的近似步长或速度可以近似每步的距离。

[0031] 图 2 为系统 100 的图示示意图。根据一些方面, 系统 100 可以包括能够通过网络 195 与服务器 110 无线通信的客户端设备 170 和 171。仅仅作为示例, 客户端设备 170 可以是便携式个人计算机, 例如支持无线的 PDA、平板 PC、或能够通过因特网获取信息的上网本。用户 190 可以使用小键盘、键区、或触摸屏输入信息。可选地, 客户端设备 171 还可以包括移动设备, 例如拟被人 191 使用的移动电话。

[0032] 服务器 110 可以位于网络 195 的一个节点处并能够直接地或间接地与网络 195 的其他节点通信。例如, 服务器 110 可以包括可以能够通过网络 195 与客户端设备 170 和 171 通信的网络服务器, 以便它使用网络 195 传输信息并在客户端设备 171 的显示器上向用户显示信息。服务器 110 还可以包括为了接收、处理并传输数据到客户端设备 170 和 171 而与网络的不同节点交换信息的多个计算机, 例如, 负载均衡服务器群。在这个示例中, 客户端设备 170 和 171 仍将典型地位于网络 195 的与包括服务器 110 的计算机不同的节点。

[0033] 网络 195 以及介于其间的节点, 可以包括各种配置和协议, 包括因特网、万维网、内联网、虚拟专用网、广域网、局域网、使用专用于一个或多个公司的通信协议的专用网、以太网、WIFI (诸如 802. 11、802. 11b、g、n 或其他这样的标准)、HTTP、以及前述的各种组合。通过能够传输数据至其他计算机和自其他计算机传输数据的任意设备 (例如, 调制解调器 (如, 拨号、电缆或光纤) 和无线接口), 可以促进这种通信。

[0034] 尽管在如上所述传输或接收信息时获得了某些优势, 但是该系统和方法的其他方

面并不限于特定方式的信息传输。例如,在一些方面,可以通过介质(如,光盘、磁带或 CD ROM)发送信息。更进一步,尽管某些功能被指示为在具有单个处理器的单个服务器上发生,但是该系统和方法的各个方面可以通过多个服务器实现,例如,通过网络 195 传达信息。除了上述的和附图中示出的组件之外,现在将描述各种操作。

[0035] 图 3 为室内空间 300 的示例楼层平面图 310。如上所述,客户端设备可以检索地图信息,例如,该地图信息可以表示楼房内的空间的楼层平面图 310。如图 3 所示,室内空间 300 的楼层平面图 310 可以包括入口 311 和一些约束,例如,墙 312-314 可以限定多个房间、走廊等、以及楼层平面图 310 的开口(如,门道)。楼层平面图 310 特征可以使得用户能够识别室内空间 300 的各种区域。

[0036] 当用户活动他们的客户端设备通过室内空间 310 时,用户可以报名或选择参与以发送或接收信息(例如,INS 信号和地图信息)。可以要求用户采取肯定的步骤以选择或“选择加入”以参与。例如,在提供信号信息之前,可以要求用户登入注册服务。用户可以因提供数据而获得报酬,也可以得到其数据是如何使用及为何使用的解释。类似地,可以向用户提供在任意时刻暂时地或永久地停止参与的机会。优选地,为由客户端设备传输的任意的用户数据提供隐私保护,例如,包括个人身份信息的匿名化、数据的聚集、敏感信息的过滤、敏感信息的加密、哈希或过滤以去除个人属性、对信息存储的时间限制、或对数据使用或分享的限制。此外,可以匿名化或聚集数据以使得个人用户数据不会被泄露。

[0037] 在选择参与之后,使用客户端设备(如,关于图 1 描述的客户端设备 171),用户可以识别楼层平面图 310。根据本发明的方面,用户可以将室内位置主动地输入到客户端设备,例如,通过在显示器上选择点或输入地址或其他位置识别信息。在一方面,用户可以扫描条形码或抓取与已知位置相关联的一些其他特征的图像(例如,门、标牌、标石等的照片)。

[0038] 条形码或地理位置特征可以使得客户端设备识别待用作起始位置的位置。例如,地理位置特征或条形码可以包括用于识别位置的信息(例如,通过从服务器请求信息)。在另一方面,基于基于粗略的无线网接入点接近度的定位算法(例如,利用存储的一组无线网接入点位置,如相同区域的无线接入点模型建立使用的类型),客户端设备可以识别起始位置。

[0039] 在另一方面,为了在楼层平面图 310 上识别实际的起始位置 311,服务器可以使用信息(如在楼层平面图 310 上的点、地址、GPS 坐标、代号、位置标识符等)。例如,当用户持有装备有特征(如,GPS 和加速计)的客户端设备时,客户端设备可以检测用户何时在室内移动。在这方面,当加速计在某一阈值上进行测量时,可以确定客户端设备正在移动,或用户正在行走、跑动等。当接收到 GPS 信号时,认为客户端设备(和用户)正在室外。当 GPS 信号突然消失时,可以确定用户已经进入建筑物,例如,楼房。使用来自客户端设备的 INS 信号,然后可以跟踪用户的轨迹。

[0040] 图 4 为从客户端设备 171 收集的信号日志 441-449 的示例。如图 4 所示,当用户移动通过室内空间 300 的楼层平面图 310 时,用户的客户端设备可以记录信号日志 441-449。在一些方面,对于客户端设备移动的每个单位时间,客户端设备可以计算信号日志(例如,信号的时间索引日志)。例如,可以周期性地(如每 0.1 秒)计算信号日志。为了减少计算的数据量,例如,为了节省存储处理,在一些方面,可以重配置该周期的传输资源。在一个方

面,周期可以倍增至 0.2 秒,因此将计算的信号日志条目减半。

[0041] 如图 4 所示,信号日志 441-449 可以表示持有客户端 171 的用户采取的估计路径 450。在这方面,路径可以包括位于楼层平面图 310 内不同位置的多个信号日志条目。日志条目 443₁表示包括数据(如,时间戳、无线信号强度和 INS 信号数据)的这样一条条目。客户端设备收集的信息可以限于上述讨论的信息(例如,无线接入点标识符(如 SSID 或 MAC 地址)和各个信号强度、加速计、方向和指南针测量以及其他测量)且无需包含额外的信息。例如,网络流量内包含的信息(如,个人信息)无需被收集且实际上可以被去除以保护无线网用户的隐私。

[0042] 根据一些方面,用户可以到达室内空间 300 的目的地并停止移动。基于 INS 信号数据(例如,加速计读数)的特定模式,客户端设备 171 可以对此进行检测。例如,基于一些预定义周期(如,一分钟)内的加速计信息的缺失,或基于加速计读数是否低于某个阈值,客户端设备 171 可以确定它已经停止移动。例如,如图 4 所示,客户端设备 171 已经到达楼层平面图 310 内的目的地 449。在目的地 449,加速计读数可以指示用户已经停止移动。

[0043] 响应于到达目的地,客户端设备可以记录目的地和顺序信息作为无线坐标集,例如,时间戳、无线信号强度和来自客户端设备 171 的 INS 数据信号。一旦 INS 数据表明客户端设备再次移动(例如,加速计读数高于某一阈值),客户端设备可以继续如上所述收集并记录信号日志。在一方面,客户端设备可以使用客户端设备 171 收集的信号日志以计算用户的预期轨迹。

[0044] 图 5 为计算的轨迹 550 的示例。根据本发明的方面,可以基于来自用户的客户端设备的 INS 信号计算移动通过室内空间 300 的用户的轨迹 550。例如,通过将客户端设备用作计步器,使用航位推算方法可以计算轨迹 550。如图 5 所示,虚线 450 表示包括从用户的客户端设备记录的多个 INS 信号日志 441-449 的用户的估计路径。实线 550 表示基于记录的信号日志 441-449 的用户的计算轨迹。在一方面,使用来自记录的信号日志的加速计读数,可以近似测量持有客户端设备的用户正在移动得有多快。在一些方面,来自记录的信号日志的指南针测量可以用于确定用户的定向移动。应当理解的是,当设备在室内时,由于金属阻碍和电子设备,一些 INS 信号(例如,指南针读数)的可靠性可能较低。此外,一些人的步子可能较短而另一些人的步子可能较长。因此,INS 信号数据只可以识别用户采取的轨迹 550 的粗略的形状。

[0045] 图 6 为简化的图 5 的轨迹 550 的示例。如图 6 所示,轨迹 550 已经被简化为多个转弯和每个转弯之间的距离。根据本发明的方面,为了简化轨迹 550 以改进其清晰度,可以利用算法以减小用于近似用户的运动的 INS 信号日志的数量。例如,通过对收集的用于计算轨迹 550 的 INS 信号日志运行一种平滑算法(例如,Ramer-Douglas-Peucker),轨迹 550 可以被缩减为包括由点 541、542、544、545、547 和 548 表示的用户进行的转弯和每个转弯之间的相对距离的一系列日志条目。通过估计(例如,使用航位推算法)每个转弯之间的相对位置(例如,基于用户在一段时间内的速度和方向),可以确定相对距离。

[0046] 如前所述,可以用从客户端设备收集的 INS 信号(例如,加速计、指南针和陀螺仪读数)计算轨迹 550。在一方面,可以由从 0 步到 N 步的向量中的一系列二维点表示轨迹。例如, $[(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)]$,其中 x 表示方向, y 表示转弯的角度。在本示例中,如果 x 的方向值为 1,可以意味着用户进行了左转。否则值为 -1 可以意味着进行了右转。

例如,可以由如下的二维点向量表示简化的轨迹 550 : $[(-1, 90), (1, 90), (-1, 90), (-1, 90), (1, 90), (-1, 90)]$ 。沿着轨迹 550 的顶点,可以计算每个转弯之间的距离。例如,这可以由整数的距离向量(例如, $[0.5, 1.0, 2.0, 1.5, 1.5, 0.5, 0.5]$)表示,每个整数表示用户经过的距离(例如,以英寸、英尺、米、码等单位)。尽管轨迹 550 只包括一些点 541-548,应当领会的是,轨迹 550 可以包括从上千个信号日志读数计算出的数百个二维点。

[0047] 根据本发明的方面,在已经计算轨迹 550 后,客户端设备可以记录轨迹 550。可选地或附加地,可以将众包轨迹传输到服务器用以进一步处理。例如,服务器可以能够聚集多个计算的用户轨迹以确定室内空间 300 中的高品质的多条路线。在一方面,通过聚集足够的路线,可以确定室内空间 300 的整个布局。

[0048] 图 7 为通过室内空间 300 的多条路线 750、760、770 的示例。在一些方面,可以存在用户可以采取到达特定目的地的多条路线。例如,路线 750、760 和 770 表示位置 A 和 B 之间的多条计算的用户轨迹中的一些,位置 A 和 B 可以为平面地图 310 上的已知位置。位置 A 可以是平面地图 310 的入口,位置 B 可以是平面地图 310 内的特定会议室。从 A 到 B 可以有多条“好”候选路线,例如,实际上界定用户可能行走的位置的路线。其他“孤立”路线可以表示不常采取的从 A 到 B 的路线,例如,图 7 内的路线 770 可以表示从通过安全门的保安员的轨迹计算的路线。为了识别“好”路线,可以对可能表示从 A 到 B 的相同的可能路线的类似的用户轨迹打分。分数可以用于识别对于一组类似的用户轨迹的“好”路线。

[0049] 根据本发明的方面,可以选择经过楼层平面图 310 上的任意两个陆标(例如,房间、货摊、收银机或其他常见的用户目的地)的初始的“好”候选路线。例如,可以基于路线中的低于阈值的多个转弯选择路线 550 作为位置 A 和 B 之间的初始的“好”候选路线。如前所述,路线 550 可以表示位置 A 和 B 之间的计算的用户轨迹。对于每条初始的候选路线,产生相似性度量并可以基于相似性度量确定对于两个陆标之间的其他用户轨迹的综合匹配分数。

[0050] 相似性度量限定可以用于对比候选路线和用户轨迹的分量的子集。例如,对于相似性度量可以有三个分量:距离相似性度量(P)、多个转弯相似性度量(T)、和转弯角度相似性度量(D)。可以通过将一条候选路线和用户轨迹进行比较计算距离相似性度量(P)。例如,使用相关系数(如,皮尔森系数)对比候选路线的距离向量和用户轨迹的距离向量。相关系数可以衡量候选路线和用户轨迹之间的相关程度。可以通过确定给定用户轨迹内的转弯的个数并减去从候选路线得到的转弯的个数计算多个转弯相似性度量(T)。可以通过下述等式表示转弯角度相似性度量(D):

$$[0051] \quad D = \left(\sum_{i=1}^N \text{abs}(\text{turnOfTrajectory}[i] - \text{turnOfCandidateRoute}[i]) \right) / (180 * N)$$

[0052] 在上述等式中,N表示用户轨迹和候选路线之间匹配的转弯的最小个数,turnOfTrajectory[i]表示轨迹内的第i个角度的转弯角度,turnOfCandidateRoute[i]表示候选路线中的第i个转弯角度。

[0053] 最后,D、T和P的组合可以用于确定最终的相似性分数。例如,可以通过下述等式表示组合:

$$[0054] \quad \text{Final Similarity Score} = D * P + T^2$$

[0055] 可以选择在与用户轨迹对比时是具有最高分数的候选路线作为对于该组用户轨

迹的最佳路线。例如,可以选择高于预定阈值的最优候选路线。可选地,可以选择最优的多条候选路线(例如,最优的三条)。

[0056] 图8为室内空间300内经过的区域的计算的布局的示例。通过聚集来自最优“好”候选路线(例如,计算的用户轨迹)的数据,可能可以生成楼房、房间等的布局表示。例如,如图8所示,陆标A到T可以表示室内空间内的已知陆标。例如,这些陆标可以是办公室、会议室、浴室或典型的室内空间内的多个其他常去的陆标。可以在楼层地图310上连接并划出从A到T的任意两个给定陆标之间的最优路线以创建室内空间300内的约束(例如,墙)周围的可行走区域的轮廓850,例如,任意两个给定的已知陆标(A,B)、(B,C)、(C,T)、……,等之间的可行走路线。

[0057] 在一些方面,可以采用进一步的提炼以提高界定的可行走区域的准确度。例如,可以检查沿最佳可行走路线收集的无线接入点数据以确定同一点是否在不同的路线上。基于比较,可以丢弃重复的路线。利用足够多的提炼的路线,可以得到楼房和房间之间的包含关系。此外,可以确定未被预先绘制的室内约束,例如,用户通常绕行的区域可以是未绘制的墙、展示架、房间等。

[0058] 图9为众包信号日志的方法900。众包可以包括当用户行走通过室内空间时从多个用户客户端设备收集信号日志信息(例如,INS信号的时间索引日志和无线信号强度)。例如,服务器可以从多个客户端设备接收多个信号日志。如前所述,可以在用户主动表示其同意参与后进行信息的收集。

[0059] 在阶段910,可以识别室内空间。根据本发明的方面,可以访问室内空间的地图以跟踪用户的移动。例如,用户可以将室内位置主动地输入到客户端设备,例如,通过在显示器上选择点或输入地址或其他位置识别信息。在一方面,用户可以扫描条形码或抓取与已知位置相关联的室内空间的一些其他特征的图像(例如,门、标牌、标石、或与室内空间内的位置相关联的一些其他特征的照片)。

[0060] 在一些方面,在此阶段可以检测用户何时移动到室内。例如,持有装备有全球定位特征(如,GPS)的客户端设备的用户在室外时可以接收GPS信号。当GPS信号突然消失时,可以确定用户已经进入了建筑物,例如,楼房。

[0061] 在阶段920,当移动设备移动通过室内空间时可以从移动设备接收信号。例如,接收的信号可以识别特定移动(例如,踱步或转弯)。移动设备可以装备有定向设备(例如,加速计、陀螺仪、指南针、压力传感器等)以产生可被跟踪和存储的INS信号。在一些方面,来自客户端设备的信号还可以包括用于识别客户端设备和其当前位置(例如,无线接入点标识符(如,SSID或MAC地址)和各个信号强度)的信息。

[0062] 在阶段930,可以计算移动设备的轨迹。根据本发明的方面,可以基于从用户的客户端设备接收的INS信号计算用户的轨迹。例如,可以使用将客户端设备作为计步器以估计速度和方向的航位推算方法计算轨迹。例如,来自给定的客户端设备的加速计读数可以近似测量用户可以移动得有多快以及用户的轨迹的粗略的形状。在一些方面,指南针测量也可以用于确定用户的定向移动。

[0063] 在阶段940,可以确定设备是否已经停止移动。例如,可以基于某个预定义周期(如,1分钟)内来自用户客户端设备的加速计信息的缺失,或基于加速计读数是否低于某个阈值进行确定。如果确定设备已经停止移动,方法900可以进入阶段960。否则,方法900

可以进入阶段 950。

[0064] 在阶段 950, 可以记录信号日志。根据本发明的方面, 可以在客户端设备、后台服务器或其组合上记录信号日志。信号日志可以包括时间戳、加速计、方向和指南针测量、无线强度、以及其他测量, 如蓝牙等。对于沿轨迹的每个单位时间, 可以记录信号日志 (例如, 信号的时间索引日志)。例如, 可以周期性地 (如, 每 0.1 秒) 记录信号日志。当设备正在移动时, 方法 900 可以重复阶段 920 以从客户端设备接收进一步的信号用以记录。

[0065] 可选地, 当已经记录信号日志时, 可以上传信号日志以允许更复杂的处理 (如, 利用后台服务器)。在一方面, 只在用户请求时或在客户端设备连接到特定移动或无线网络或客户端设备已经接入满足某个最小带宽需求的网络时可以上传信号日志。

[0066] 在阶段 960, 可以用计算的轨迹确定简化的路线。当用户移动通过室内空间时, 可以使用多个信号日志计算一些轨迹。为了处理轨迹以创建简化的路线, 可以利用平滑算法 (例如, Ramer-Douglas-Peucker) 用以减小用于近似轨迹的信号日志的个数。简化的路线可以包括识别路线所需的最少量的信息。例如, 简化的路线可以包括起始位置和终止位置、一系列转弯、和转弯之间的相对距离。在本示例中, 该系列转弯可以包括方向指示和每个转弯的角度。

[0067] 在阶段 970, 当检测到设备正再次移动时 (例如, 加速计读数高于某个阈值), 方法 900 可以继续如上所述记录信号日志。例如, 方法 900 可以重复阶段 920 以接收进一步的客户端设备信号数据并基于接收的数据计算用户轨迹。根据本发明的方面, 通过聚集利用方法 900 收集的信号数据, 可能可以生成室内空间内经过的区域的模型表示。

[0068] 图 10 为进行室内空间内最常经过的区域的现场勘测的方法 1000。根据本发明的方面, 众包信号数据 (例如, 从移动通过室内空间的多个客户端设备接收的信号) 可以用于创建简化的路线以创建室内空间内的已知陆标之间的可行走区域的轮廓和每个陆标之间的距离。

[0069] 在阶段 1010, 可以接收用于室内空间的多条路线。例如, 服务器可以从多个客户端设备接收路线和相关联的用户轨迹。当用户移动该设备通过室内空间时, 客户端设备可以用于跟踪并计算用户轨迹。基于用户轨迹, 可以确定多条共同的路线, 例如, 具有类似起始点和终止点的路线。根据本发明的方面, 基于信号日志数据 (例如, 时间戳、无线接入点和信号强度、加速计测量等)、入口坐标和出口坐标, 客户端设备可以计算路线。

[0070] 在阶段 1020, 可以记录路线。例如, 对在阶段 1010 接收的可能表示相同的可能路线的路线打分以识别对于一组类似的用户轨迹的最佳路线。在一些方面, 可以基于产生的相似性度量的组合打分以对比最佳路线和用户轨迹。基于比较, 最常使用的路线得分更高, 因为这些路线可以是用户最常采取的路线。相似性度量限定可以用于对比路线和用户轨迹的分量的子集。例如, 相似性度量可以有三种分量: 距离相似性度量、多个转弯相似性度量、和转弯角度相似性度量。三种相似性度量的组合可以用于确定最终的相似性分数。

[0071] 在阶段 1030, 可以选择具有最高分数的路线。可以选择来自阶段 1020 的具有最高分数的路线作为对于一组用户轨迹的最佳路线。例如, 可以选择高于预定阈值的最优候选路线。可选地, 可以选择最优的多条路线 (例如, 最优的三条)。

[0072] 在阶段 1040, 可以使用选择的路线识别室内空间内最常经过的区域。例如, 通过聚集来自在阶段 1030 的最高得分路线的数据, 可能可以生成楼房、房间等的表示。根据本

发明的方面,路线可以表示在两个已知陆标(例如,房间)之间用户最可能采取的路线。在一方面,一旦对于室内空间已经选择一组路线,可以检查沿这组路线收集的无线接入点。例如,对于一组选择的路线可以识别共同的起始点和终止点。考虑覆盖一部分路线的无线接入点,可以做出关于哪些路线或路线的一部分实际上位于相同位置的决策。例如,可以沿位于第一路线上的坐标(x1, y1)和第二路线上的坐标(x2, y2)的相同位置之间的两条独立的路线观测相同的无线接入点。在一方面,这些坐标位置可以是相同的位置或非常相似。考虑观测的测量,这些信息可以用于生成最合理的一组路线。然后该组路线可以集合在一起以识别室内空间内共同的起始点和终止点之间的一条或多条路径。

[0073] 本公开的上述方面可以有益于提供进行现场勘测以构建室内位置的无线接入点模型的可扩展方法。通过众包来自移动通过室内位置的多个客户端设备的无线和 INS 信号,可以创建并维持接入点的准确的且最新的模型数据库。为简便起见,本文的示例涉及单一的室内楼层平面图。然而,应当理解的是,可以结合包括多个室内楼层平面图的多层楼房使用本文描述的系统和方法。例如,可以使用不同层上的无线网接入点确定用户位于哪层。

[0074] 尽管已经参考特定的示例对本技术进行了描述,应当理解的是,这些示例只是对本技术的原理和应用的说明。例如,应当理解的是,所述的系统和方法可以部分地全部地在移动客户端设备上(如,移动电话)、在远程计算设备上或在其一些组合上执行。此外,应当理解的是,可以对示例性的示例做很多其他的修改。然而,在不背离由所附权利要求限定的本技术的精神和范围的前提下可以得出这些或其他布置。

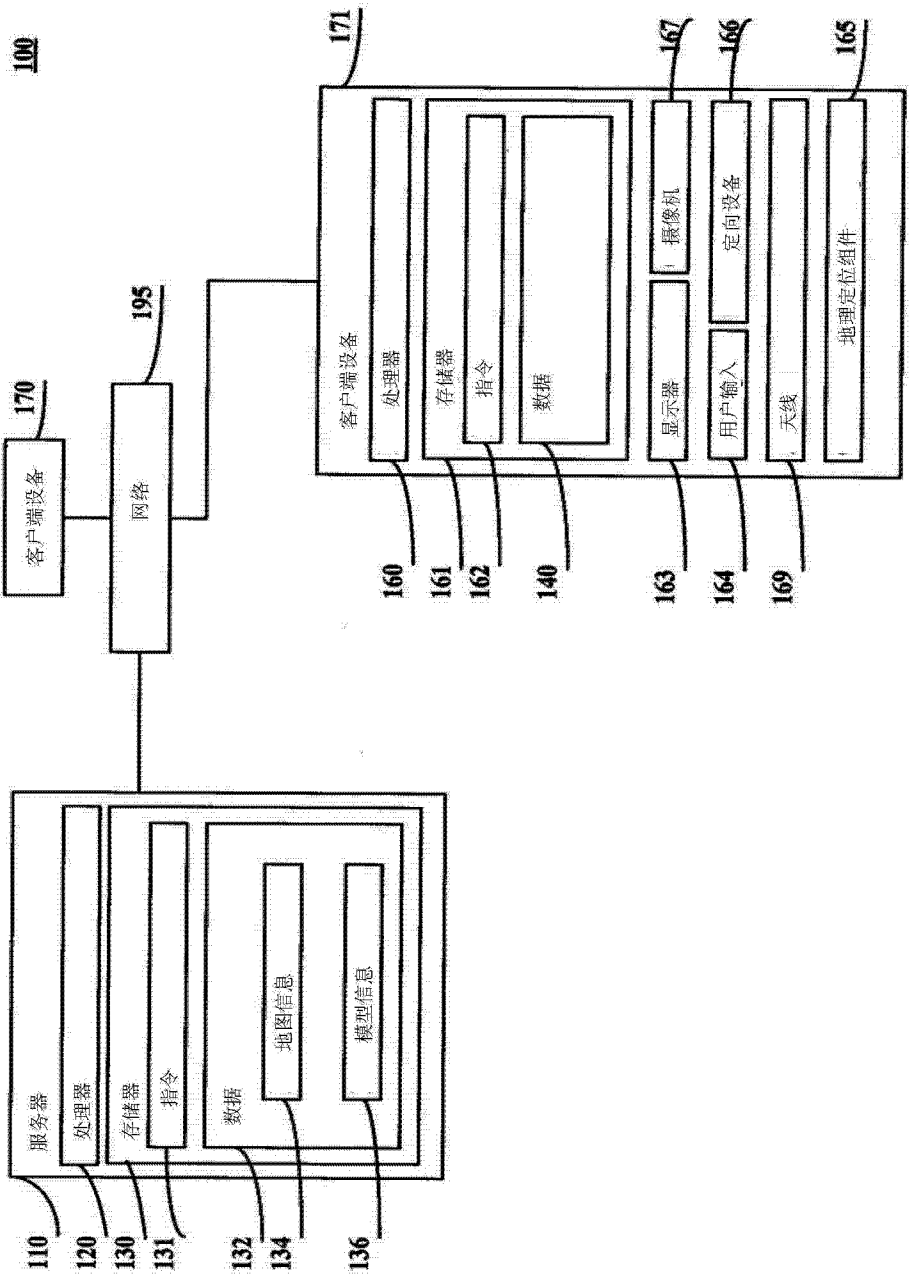


图 1

100

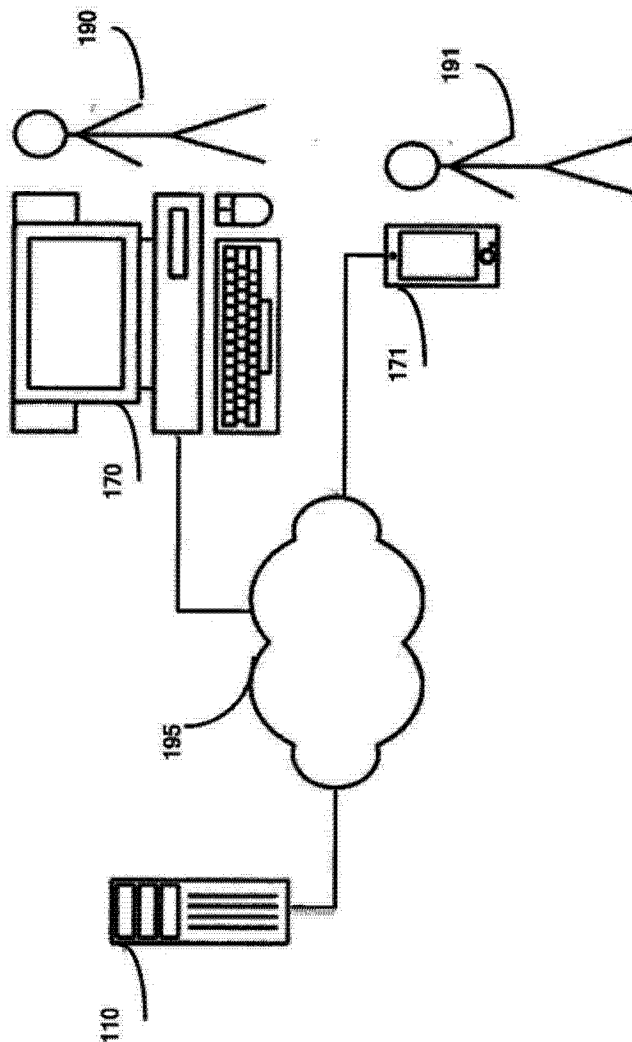


图 2

300

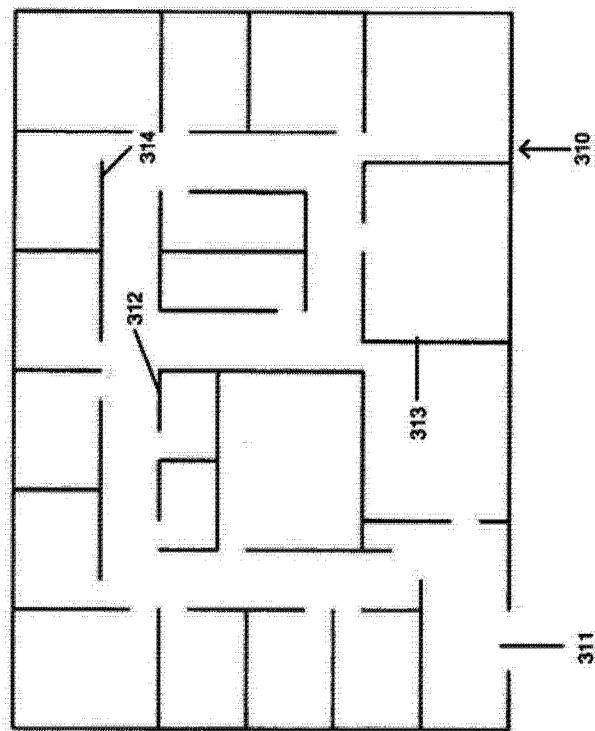


图 3

300

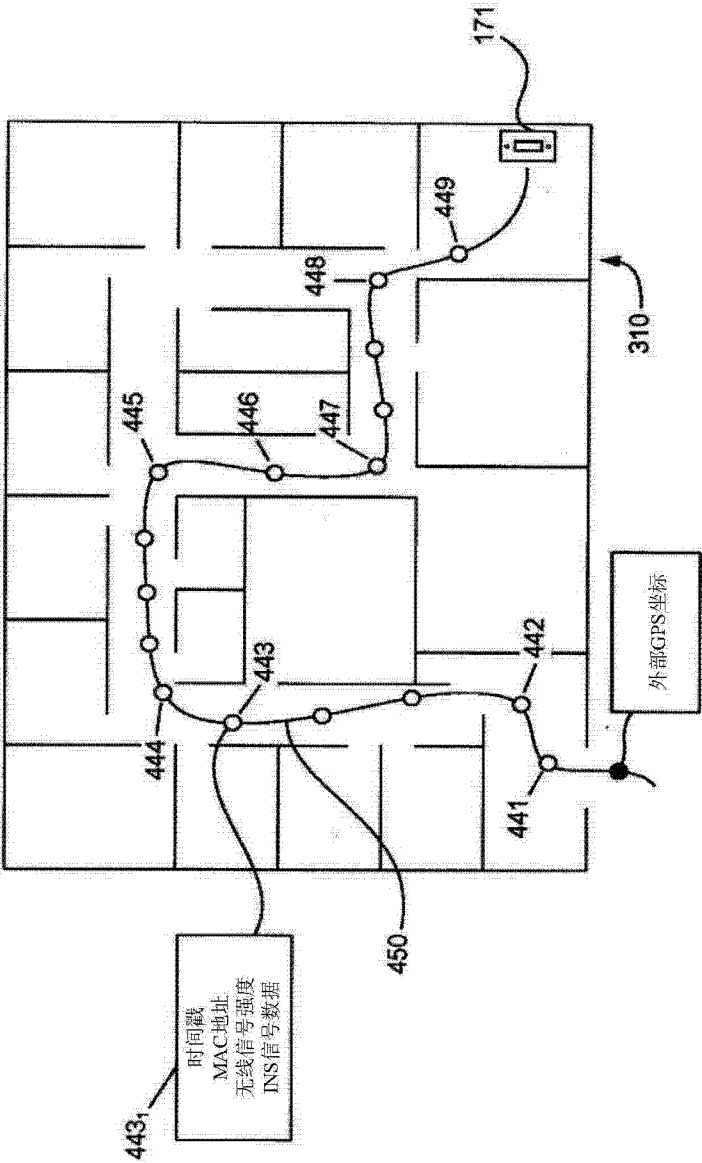


图 4

300

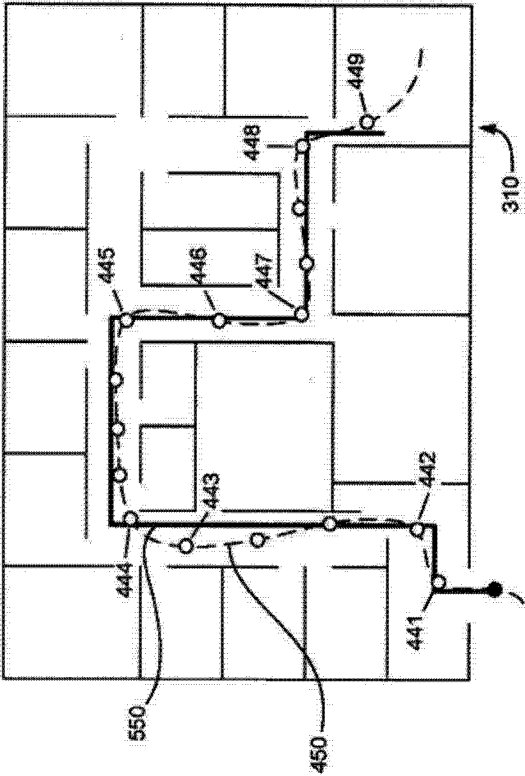


图 5

300

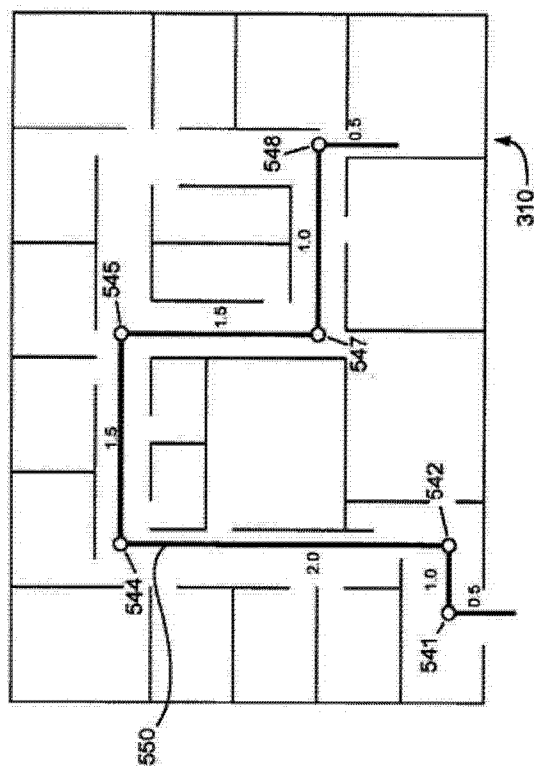


图 6

300

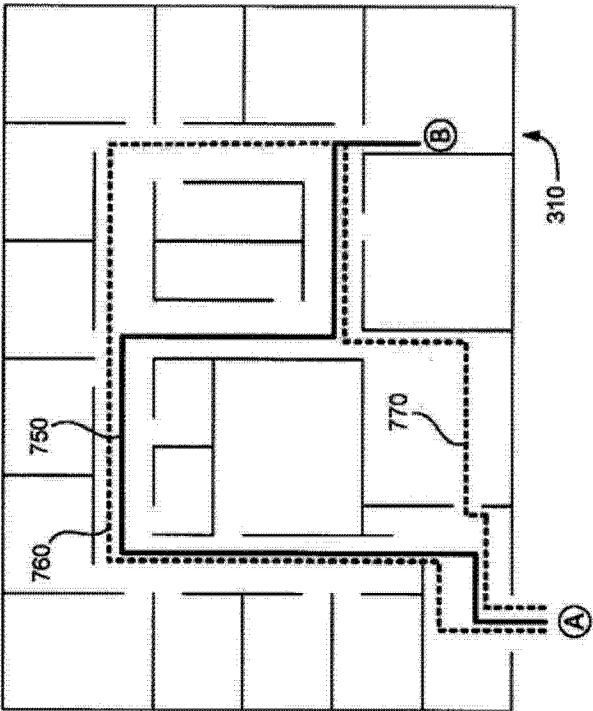


图 7

300

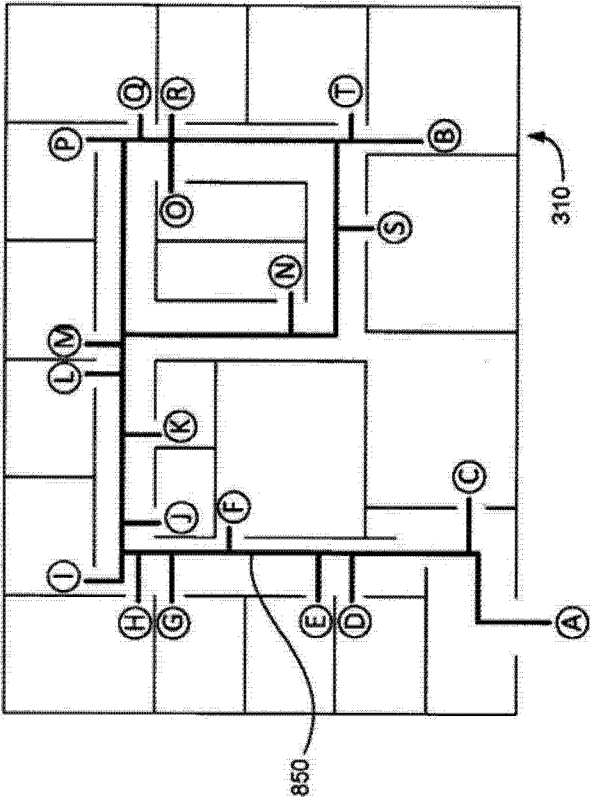


图 8

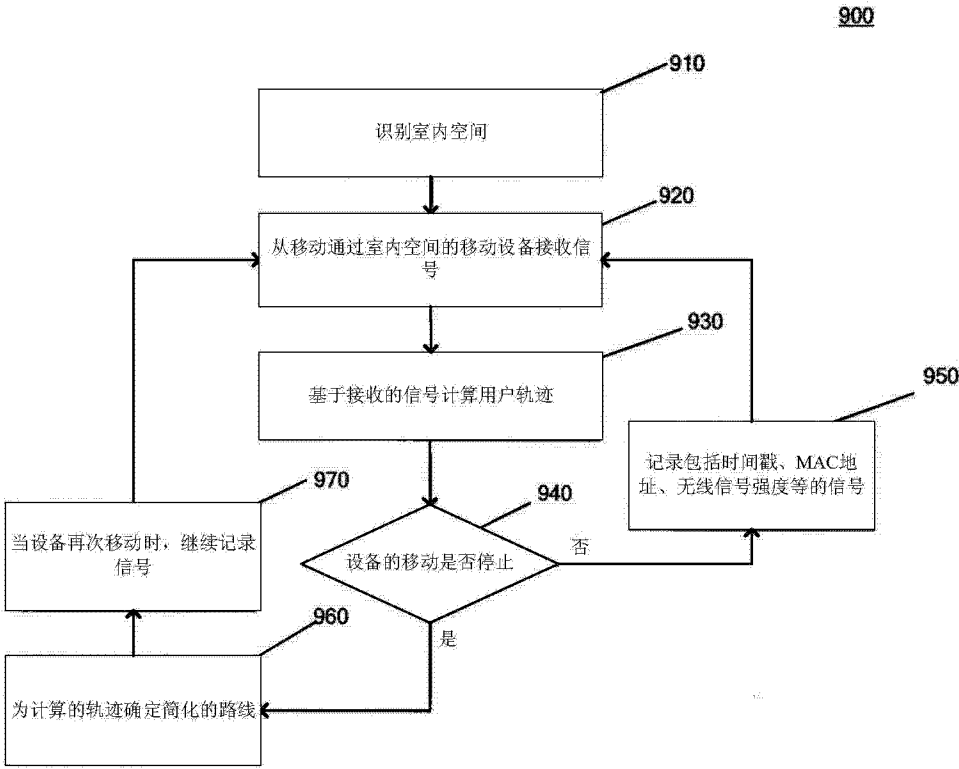


图 9

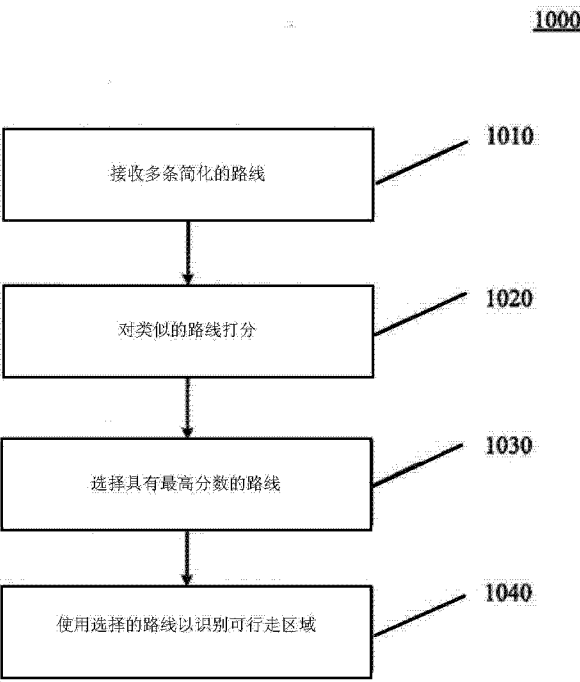


图 10