



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103718627 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201280038281. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 06. 05

H04W 64/00 (2006. 01)

G01S 5/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

13/157, 802 2011. 06. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/040853 2012. 06. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/170389 EN 2012. 12. 13

(71) 申请人 谷歌公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 穆罕默德·瓦利德·康德思

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 周亚荣 安翔

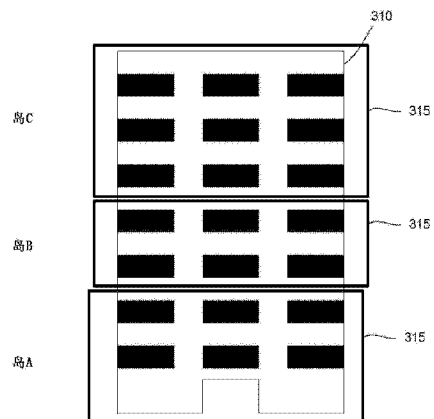
权利要求书3页 说明书9页 附图15页

(54) 发明名称

使用三阶段过程对室内楼层和位置的预测

(57) 摘要

可以基于在室内区域中从不同接入点可访问的无线网络信号的强度,来在该室内区域中定位移动计算设备(160、180)。可以分阶段执行定位。在第一阶段,识别移动设备(160、180)位于其中的一般地理区域,诸如“岛”。在第二阶段,识别移动设备(160、180)的高度或建筑物楼层。在第三阶段,确定移动设备(160、180)在所识别的建筑物楼层上的位置。这些定位阶段中的至少部分可以利用在移动设备(160、180)处从周围接入点(412-418、510-518)接收的信息。



1. 一种方法,包括:

定义一个或多个岛,每一个岛是地理区域的细分并且包括一个或多个接入点,其中岛中的任何接入点可能在所述岛外不可见;

维护与每一个岛相关联的接入点的标识符;

使用处理器为每一个岛构建第一分类器,所述第一分类器指示室内区域的楼层;以及

使用所述处理器为每一个楼层构建第二分类器,所述第二分类器指示在所述楼层上的位置。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一分类器和所述第二分类器包括决策树、贝叶斯模型、最近邻和高斯混合中的至少一个。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第一分类器包括第一决策树,所述第一决策树的输出指示所述室内区域的所述楼层,以及所述第二分类器包括第二决策树,所述第二决策树的输出指示在所述建筑物楼层上的所述位置。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述岛包括建筑物中的楼层组。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述岛包括个体建筑物。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述岛包括建筑物群。

7. 根据权利要求3所述的方法,所述第一和第二决策树进一步包括起始节点和中间节点,所述起始节点提出与所接收的接入点的信号强度有关的第一问题,每一个中间节点提出与所接收的接入点的信号强度有关的另外问题。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述第一和另外问题询问所接收的一个或多个特定接入点的信号强度是高于还是低于一个或多个预先确定的值。

9. 根据权利要求3所述的方法,进一步包括:

构建多个第一决策树;以及

对来自所述多个第一决策树的结果求平均。

10. 根据权利要求3所述的方法,进一步包括:

构建多个第二决策树;以及

对来自所述多个第二决策树的结果求平均。

11. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

从移动设备接收至少一个接入点的标识符;

将所接收的标识符与所维护的标识符相比较来确定所述移动设备所位于的岛。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中由所述第二分类器所指示的所述位置是纬度或经度。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中由所述第二分类器所指示的所述位置被提供为相对于所述室内区域的布局的坐标。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中由所述第二分类器所指示的所述位置在显示器上图形地被提供。

15. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

在移动设备处从一个或多个接入点接收信号;

使用所接收的信号来确定所述移动设备所位于的接入点岛;

将所述第一分类器下载到所述移动设备;

使用所接收的信号来执行所述第一分类器；
将所述第二分类器下载到所述移动设备；以及
使用所接收的信号来执行所述第二分类器。

16. 一种用于确定移动设备在室内区域内的位置的系统，包括：

存储器，所述存储器存储与岛相关联的接入点集的标识符，其中在岛中的接入点可能在所述岛外不可见；以及

处理器，所述处理器被配置成：

为每一个岛构建指示所述室内区域的楼层的第一分类器；以及

为每一个楼层构建指示在所述楼层上的位置的所述第二分类器。

17. 根据权利要求 16 所述的系统，其中所述岛包括在建筑物中的楼层组。

18. 根据权利要求 16 所述的系统，其中所述岛包括建筑物。

19. 根据权利要求 16 所述的系统，其中所述岛包括建筑物群。

20. 根据权利要求 16 所述的系统，其中所述第一分类器和所述第二分类器包括决策树、贝叶斯模型、最近邻和高斯混合中的至少一个。

21. 根据权利要求 20 所述的系统，其中所述第一分类器包括第一决策树，所述第一决策树的输出指示所述室内区域的所述楼层，以及所述第二分类器包括第二决策树，所述第二决策树的输出指示在所述建筑物楼层上的所述位置。

22. 根据权利要求 21 所述的系统，所述第一和第二决策树进一步包括起始节点和中间节点，所述起始节点提出与所接收的接入点的信号强度有关的第一问题，每一个中间节点提出与所接收的接入点的信号强度有关的另外问题。

23. 根据权利要求 22 所述的系统，其中所述第一和另外问题询问所接收的一个或多个特定接入点的信号强度是高于还是低于一个或多个预先确定的值。

24. 根据权利要求 21 所述的系统，其中所述处理器被进一步配置成：

构建多个第一决策树；以及

对来自所述多个第一决策树的结果求平均。

25. 根据权利要求 21 所述的系统，其中所述处理器被进一步配置成：

构建多个第二决策树；以及

对来自所述多个第二决策树的结果求平均。

26. 一种用于确定移动设备在室内区域内的位置的系统，包括：

用于定义一个或多个岛的装置，每一个岛是地理区域的细分并且包括一个或多个接入点，其中岛中的任何接入点在所述岛外不可见；

用于维护与每一个岛相关联的接入点的标识符的装置；

用于使用处理器为每一个岛构建第一决策树的装置，所述第一决策树的输出指示所述室内区域的楼层；以及

用于使用所述处理器为每一个楼层构建第二决策树的装置，所述第二决策树的输出指示在所述楼层上的位置。

27. 一种用于预测移动设备在室内区域中的位置的方法，包括：

从一个或多个接入点接收信号；

使用所接收的信号来确定所述移动设备所位于的接入点岛；

下载与所述接入点岛相对应的第一决策树,其中所述第一决策树的输出指示所述室内区域的楼层;以及

使用所接收的信号来执行所述第一决策树;

下载与所述室内区域的所述楼层相对应的第二决策树,其中所述第二决策树的输出指示在所述楼层上的位置;以及

使用所接收的信号来执行所述第二决策树。

使用三阶段过程对室内楼层和位置的预测

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是于 2011 年 6 月 10 日提交的美国专利申请 No. 13/157,802 的延续案,特此通过引用将其公开内容合并入本文。

背景技术

[0003] 定位是指对物体在三维空间中的位置的确定。全球定位系统(GPS)技术通常用于在室外环境下的定位。然而,GPS 对室内定位不那么有用,因为来自 GPS 卫星的信号一般不足以强大到穿透大部分建筑物或创造室内环境的其他结构。

[0004] 对室内定位更有用的工具涉及无线网络。例如,无线网络指纹识别基于来自数个接入点的所接收的信号强度指示(RSSI)数据来创建给定区域的无线电地图,并且为给定纬度和经度生成 RSSI 值的概率分布。然后,可以将现场 RSSI 值与指纹进行比较来找到最接近的匹配并且生成预测的位置。用于预测位置的方法包括隐马尔可夫、最近邻和三角测量。

发明内容

[0005] 本技术的一个方面提供了一种方法,其包括定义一个或多个岛;维护与每一个岛相关联的接入点的标识符;使用处理器为每一个岛构建第一分类器,该第一分类器指示室内区域的楼层;以及使用处理器为每一个楼层构建第二分类器,该第二分类器指示在楼层上的位置。每一个岛可以是地理区域的细分并且可以包括一个或多个接入点,其中岛中的任何接入点可能在该岛外不可见。岛可以包括例如建筑物中的楼层组、个体建筑物或建筑物群。第一分类器和第二分类器可以包括决策树、贝叶斯模型、最近邻和高斯混合中的至少一个。

[0006] 另一个方面提供了一种用于确定移动设备在室内区域内的位置的系统,其包括存储与岛相关联的接入点集的标识符的存储器,其中岛中的接入点可能在该岛外不可见;以及处理器。该处理器可以被配置成为每一个岛构建指示室内区域的楼层的第一分类器;以及为每一个楼层构建指示在楼层上的位置的第二分类器。根据一个示例,第一分类器包括第一决策树,第一决策树的输出指示室内区域的楼层;以及第二分类器包括第二决策树,第二决策树的输出指示在建筑物楼层上的位置。

[0007] 另一个方面提供了一种用于确定移动设备在室内区域内的位置的系统,其包括用于定义一个或多个岛的装置,每一个岛是地理区域的细分并且包括一个或多个接入点,其中岛中的任何接入点在该岛外不可见。该系统可以进一步包括用于维护与每一个岛相关联的接入点的标识符的装置;用于使用处理器为每一个岛构建第一决策树的装置,第一决策树的输出指示室内区域的楼层;以及用于使用处理器为每一个楼层构建第二决策树的装置,第二决策树的输出指示在楼层上的位置。

[0008] 该技术的又另一个方面提供了一种用于预测移动设备在室内区域中的位置的方法,其包括从一个或多个接入点接收信号;使用所接收的信号来确定移动设备位于其中的接入点岛;下载与该接入点岛相对应的第一决策树,其中第一决策树的输出指示室内区域

的楼层 ; 以及使用所接收的信号来执行第一决策树。该方法可以进一步包括下载与室内区域的楼层相对应的第二决策树, 其中第二决策树的输出指示在该楼层上的位置 ; 以及使用所接收的信号来执行第二决策树。

附图说明

- [0009] 图 1 是根据本技术的方面的系统的功能图。
- [0010] 图 2 是图 1 的系统的实物图。
- [0011] 图 3A 是根据本技术的方面的接入点岛的示意图。
- [0012] 图 3B 是根据本技术的另一个方面的接入点岛的示意图。
- [0013] 图 3C 是根据本技术的另一个方面的接入点岛的示意图。
- [0014] 图 4 是根据本技术的方面的在室内区域的多个楼层上的接入点分布的示例性图。
- [0015] 图 5 是根据本技术的方面的对于室内空间的给定楼层的层平面布局的示例性图。
- [0016] 图 6 是根据本技术的方面的示例性决策树。
- [0017] 图 7 是根据本技术的另一个方面的示例性决策树。
- [0018] 图 8 是根据本技术的方面的方法的流程图。
- [0019] 图 9 是根据本技术的方面的另一个方法的流程图。
- [0020] 图 10 是根据本技术的方面所识别的接入点岛的示例性图。
- [0021] 图 11 是根据本技术的方面所识别的建筑物楼层的示例性图。
- [0022] 图 12 是根据本技术的方面的位于室内区域内的移动设备的示例性图。
- [0023] 图 13 是根据本技术的方面的正在室内区域内被跟踪的移动设备的示例性图。

具体实施方式

[0024] 可以基于在室内区域中从不同接入点可访问的无线网络信号的强度, 来在该室内区域中定位移动计算设备。为了提高效率, 可以分阶段执行定位。在第一阶段, 识别移动设备位于其中的一般地理区域或“岛”。在第二阶段, 识别移动设备的高度或建筑物楼层。在第三阶段, 确定移动设备在所识别的建筑物楼层上的位置。这些定位阶段中的至少部分可以利用在移动设备处从周围接入点接收的信息。例如, 客户端设备位于其上的岛可以通过识别在该岛上的至少一个接入点来确定。进一步, 建筑物楼层和移动设备在该楼层上的位置的确定可以使用多个分类器中的任何一个来确定, 诸如决策树、贝叶斯模型、最近邻、高斯混合等。例如, 可以使用与来自周围接入点的所接收的信号强度有关的输入来执行决策树, 并且决策树的输出可以指示设备的位置。

[0025] 如图 1-2 中所示, 依据该技术的一个方面的系统 100 包括服务器 110, 其包含处理器 120、存储器 130 以及典型地存在于通用计算机中的其他组件。

[0026] 存储器 130 存储处理器 120 可访问的信息, 包括可以由处理器 120 执行或另外使用的指令 132 和数据 134。存储器 130 可以是能够存储处理器可访问的信息的任何类型的, 包括计算机可读介质或存储可以借助于电子设备读取的数据的其他介质, 诸如硬盘驱动器、存储器卡、闪存驱动器、ROM、RAM、DVD 或其他光盘, 以及其他具有读能力和只读存储器。在这方面, 存储器可以包括短期或暂时性存储以及长期或持久性存储。系统和方法可以包括前述的不同组合, 借此, 指令和数据的不同部分被存储在不同类型的介质上。

[0027] 指令 132 可以是待由处理器直接(诸如, 机器码) 或间接(诸如, 脚本) 执行的任何指令集。例如, 指令可以作为计算机代码被存储在计算机可读介质上。在这方面, 可以在本文中交替地使用术语“指令”和“程序”。指令可以以目标代码格式被存储以供处理器直接处理、或以包括根据需求被解释或预先被编译的脚本或独立源代码模块集合的任何其他计算机语言被存储。在下面更详细地说明了指令的功能、方法和例程。

[0028] 数据 134 可以由处理器 120 根据指令 132 检索、存储或修改。例如, 尽管体系结构不受任何特定数据结构限制, 然而, 数据可以被存储在计算机寄存器中、作为具有多个不同字段和记录的表在关系数据库中、在 XML 文档或平面文件中。还可以以任何计算机可读格式对数据 134 进行格式化。仅作为进一步示例, 图像数据可以被存储为由像素栅格组成的位图, 所述像素栅格根据压缩或非压缩、无损(例如, BMP) 或有损(例如, JPEG)、和基于位图或矢量(例如, SVG) 的格式以及用于绘制图形的计算机指令被存储。数据 134 可以包括足以识别相关信息的任何信息, 诸如数字、描述性文本、专有代码、对存储在同一存储器的其他区域或不同存储器(包括其他网络位置) 中的数据的引用或函数使用来计算相关数据的信息。

[0029] 处理器 120 可以是任何常规处理器, 诸如商用 CPU。替选地, 处理器 120 可以是专用控制器, 诸如 ASIC 或其他基于硬件的处理器。尽管图 1 将处理器和存储器在功能上图示为在同一块内, 然而, 本领域技术人员应当理解的是, 处理器和存储器实际上可以包括可以或可以不被存储在同一物理外壳内的多个处理器和存储器。例如, 存储器 130 可以是位于数据中心的服务器群中的硬盘驱动器或其他存储介质。因此, 对处理器或计算机或存储器的引用应当被理解为包括对可以或可以不并行操作的处理器或计算机或存储器集合的引用。

[0030] 计算机 110 可以在网络 150 的一个节点处, 并且能够从网络 150 的其他节点直接和间接地接收数据。例如, 服务器 110 可以包括 web 服务器, 其能够通过网络 150 从客户端设备 160 和 170 接收数据, 使得服务器 110 使用网络 150 来在客户端设备 160 的显示器 168 上向用户传输并显示信息。服务器 110 还可以包括出于接收、处理并传输数据到客户端设备的目的, 与网络的不同节点交换信息的多个计算机。在这种情况下, 客户端设备 160、180 典型地将仍然在网络的与包括服务器 110 的任何计算机不同的节点处。

[0031] 网络 150 以及在服务器 110 和客户端设备 160、180 之间的中间节点可以包括各种配置并且使用各种协议, 包括因特网、万维网、内联网、虚拟专用网络、本地以太网、使用专用于一个或多个公司的通信协议的专用网络、蜂窝和无线网络(例如, Wi-Fi)、即时消息递送、HTTP 和 SMTP 以及前述的各种组合。尽管在图 1-2 中仅描绘了一些计算机, 然而, 应当理解的是, 典型系统可以包括大量连接的计算机。

[0032] 每一个客户端设备 160、180 可以与服务器 110 类似地被配置有如上所述的处理器、存储器和指令。每一个客户端设备 160、180 可以是意在供个人使用的个人计算机, 并且具有通常结合个人计算机使用的所有组件, 诸如中央处理单元(CPU) 162、存储数据 164 和指令 166 的存储器(例如, RAM 和内部硬盘驱动器)、电子显示器 168 (例如, 具有屏幕的监视器、触摸屏、投影仪、电视、计算机打印机或可操作来显示信息的任何其他电设备) 以及终端用户输入 170 (例如, 鼠标、键盘、触摸屏或麦克风)。客户端设备还可以包括相机 172、传感器 174 (例如, 位置传感器、定向传感器、加速计、陀螺仪、光传感器、红外传感器等)、扬声器、

网络接口设备、时钟 176、电池电源或其他电源，以及用于将这些元件相互连接的所有组件。

[0033] 尽管客户端设备 160、180 每一个可以包括全尺寸个人计算机，然而，它们可以替代地包括能够通过诸如因特网的网络与服务器无线地交换数据的移动设备。仅作为示例，客户端设备 160 可以是具有无线能力的 PDA 或能够通过因特网获取信息的蜂窝电话。用户可以使用小型键盘（在黑莓型电话的情况下）、键区（在典型蜂窝电话的情况下）或触摸屏（在 PDA 的情况下）来输入信息。

[0034] 客户端设备可以包括可以用来扫描无线网络频谱并且识别本地无线网络信号的天线和接收器。例如，天线可以接收“信标”消息并且将它们发送给接收器，其对信息进行解调来识别无线网络接入点。在一个示例中，这些信标消息可以是接入点传输来向潜在无线网络用户宣布其自身的 IEEE802.11 管理帧。这些帧可以包含协助设备连接到无线网络的服务集标识符（“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另外网络接入信息，包括接入点是否正在接受新的用户、数据是否被加密、以及正在使用哪种类型的验证，例如，无验证（向所有人开放）、基于密码的、基于 web- 便携式的或基于媒体访问控制（“MAC”）地址的。然而，应当理解的是，依据本公开所收集的数据可以限于上述信息，例如，MAC 地址、SSID 或其他标识符和信号强度，并且不必包含另外的信息。例如，诸如个人信息包含在网络业务或有效载荷数据中的信息不必被收集，并且事实上，实际上可以被移除，以便保护无线网络的用户的隐私。

[0035] 数据 164 和 / 或数据 134 可以包括可用来定位室内区域中的移动设备的数据。这样的数据的示例包括接入点岛和包括在每一个岛中的接入点的识别，其可以用来预测移动设备的一般位置。进一步示例包括分类器，其可以用来预测移动设备的建筑物楼层和位置。一个这样的分类器可以是为每一个岛构建的决策树，其可以用来将预测的位置缩小到建筑物楼层；以及为每一个建筑物楼层构建的决策树，其可以用来将预测的位置进一步缩小到在预测的建筑物楼层上的位置。

[0036] 接入点岛可以是地理区域（例如，具有一般纬度、经度和高度边界的区域）的预定义细分。例如，接入点岛可以是建筑物中的楼层组、建筑物、建筑物集群等。包括在每一个岛中的接入点可以专为该岛所独有，并且所述接入点所传输的信标或其他信号不可以到达该岛外。接入点可以通过例如 MAC 地址或扩展唯一标识符（EUI）识别。因此，如在本文中所述，如果移动设备检测到给定接入点，则可以确定移动设备位于其上的岛。

[0037] 根据一个方面，数据 164 和 / 或数据 134 可以进一步包括通过扫描无线网络来识别的指纹数据。例如，客户端设备可以穿越室内区域中的多个楼层和位置。在每一个楼层和 / 或位置处，客户端设备可以执行扫描并且记录附近接入点的 MAC 地址和相应信号强度。可以使用该数据来生成将接入点的信号强度与室内区域中的楼层和位置相关的地图。指纹数据可以替代地或另外地包括与室内区域的其他属性有关的信息，诸如光照、温度、噪声等。

[0038] 可以使用指纹数据来构建将与接入点有关的输入与指示建筑物楼层或位置的输出相关的决策树。根据一个方面，可以为每一个岛构建一个或多个这样的决策树来指示该岛的特定建筑物楼层。在图 6 中提供了这样的决策树的一个示例。进一步，可以为每一个建筑物楼层构建一个或多个决策树来指示在该建筑物楼层上的特定位置。在图 7 中提供了这样的决策树的一个示例。因此，数据 136 使能对移动设备位于其上的岛、该岛的特定建筑物楼层以及在该建筑物楼层上的特定位置的预测。

[0039] 图 3A-3C 提供了根据本技术的方面的接入点岛的示例。如图 3A 中所示, 建筑物 310 包括多个楼层, 其可以被聚组成接入点岛 315。在岛中可以包括任何数量的楼层。虽然岛 315 被示出为包含数个层的全部, 然而, 应当理解的是, 根据一些方面, 岛可以仅包含多个楼层的部分。例如, 第一岛可以包括楼层 0-3 的东半部, 而第二岛包括楼层 0-3 的西半部。

[0040] 根据图 3B 中所示的实施例, 接入点岛可以包括整个建筑物。例如, 建筑物 310 可以被指定在接入点岛 355 中, 城市建筑物 340 可以被指定在接入点岛 345 中, 医院 320 可以被指定在接入点岛 325 中, 以及住宅 330 每一个可以被指定在其自身相应岛 335 中。

[0041] 根据图 3C 中所示的进一步实施例, 接入点岛可以被指定为包括地理区域中的多个建筑物。例如, 每一个岛 365、375、385、395 可以包括多个附近的建筑物。

[0042] 对于每一个接入点岛, 可以将在该岛中的接入点列表存储例如在服务器 110 处。根据一个实施例, 每一个接入点可以只在一个列表上被识别, 因为在每一个岛中的接入点不可以在该岛外可见。可以使用这些列表来确定移动设备位于哪个岛上。例如, 可以将移动设备所检测到的接入点与每一个列表上的接入点相比较。当在一个列表上找到匹配时, 可以将对应于该列表的岛识别为移动设备位于其上的岛。

[0043] 在一些情况下, 也许不可能的是, 完美地划分接入点岛, 使得在一个岛中没有接入点在该岛外可见。在这样的情况下, 可以使接入点包括在其与之最频繁关联的岛中。例如, 如果来自接入点 A 的信号几乎总是由在岛 A 中的移动设备接收, 但是只是有时由在岛 B 中的移动设备接收, 则可以使接入点 A 包括在岛 A 中。

[0044] 另外, 在一些情况下, 移动设备可能接收虚假数据。因此, 可以使用移动设备检测到的大部分或所有接入点来识别岛。例如, 移动设备可以从五个接入点 (AP1-AP5) 接收信号。然而, 前四个接入点 AP1-AP5 可以与岛 A 相关联, 而 AP5 与岛 B 相关联。由于大部分可见接入点在岛 A 中, 因此, 可以确定移动设备也在岛 A 中。

[0045] 一旦识别了移动设备位于其中的接入点岛, 就可以确定移动设备位于其上的高度或建筑物楼层。例如, 如图 4 中所示, 接入点岛 400 包括建筑物楼层 L1、L2 和 L3。每一个楼层可以包括一个或多个接入点。例如, 楼层 L1 包括接入点 416 和 418, 楼层 L2 包括接入点 414, 以及楼层 L3 包括接入点 412。接入点 412-418 可以是任何类型的常规接入点, 并且不必全部彼此相同。

[0046] 接入点 412-418 每一个可以具有唯一标识符, 诸如 MAC 地址, 并且传输包括该唯一标识符的信号达预先确定的距离。这些接入点 412-418 所传输的信号可以由移动设备 480 接收并且用来确定用户 450 位于哪个楼层上。例如, 可以对每一个所接收的信号的分析来确定用户的楼层。根据将参考图 6 更详细地说明的一个方面, 可以使用一个或多个决策树来执行对所接收的信号强度的分析。

[0047] 一旦确定了移动设备位于其上的楼层, 就可以估计移动设备的位置。图 5 图示了在建筑物的楼层上的室内区域 500 的示例性层平面布局。区域 500 包括由墙 520 分隔的多个房间, 以及在整个室内区域 500 内的各个位置的多个接入点 510、512、514、516、518。接入点 510-518 每一个可以具有唯一标识符, 诸如 MAC 地址, 并且传输信号达预先确定的距离。接入点 510-518 可以是任何类型的常规接入点, 并且不必全部彼此相同。

[0048] 移动设备 380 取决于其在室内区域 500 中的位置, 从接入点 510-518 中的一个或多个接收信号。所接收的信号中的部分可以比其他的强。可以对所接收的信号进行分析来

估计移动设备 580 的位置。例如,可以将所接收的信号与信号强度在整个区域 500 内的各个点处的预先确定的映射相比较,并且可以基于该比较来估计移动设备 580 的位置。根据参考图 7 更详细地描述的一个方面,对所接收的信号的分析可以包括对一个或多个决策树的执行。

[0049] 图 6 提供了用于确定移动设备位于其上的建筑物楼层的示例性决策树 600。决策树 600 包括起始节点 610、中间节点 620、650 以及输出节点 630、640、660、670。起始节点 610 和中间节点 620、650 可以提出问题,对其的回答确定树 600 中的下一节点。例如,参考回图 4,起始节点 610 询问移动设备 480 从接入点 412 接收的信号是否大于或等于特定功率比,诸如 -50dBm 。如果“否”,则在输出节点 630 中估计用户 450 位于楼层 L1 上。然而,如果回答是“是”,则中间节点 620 询问从接入点 414 接收的信号是否大于或等于 -65dBm 。如果这返回为真,则在输出节点 640 处估计用户 450 位于楼层 L2 上。如果为假,则中间节点 650 询问从接入点 416 接收的信号是否小于或等于 -40dBm 。对这个回答可以确定用户 450 是位于楼层 L3 (输出节点 660) 或楼层 L2 (输出节点 670) 上。

[0050] 一旦确定用户 450 位于哪个楼层上,就可以确定用户的在该楼层上的位置。这可以涉及对进一步决策树的执行。例如,如图 7 中所示,示例性决策树 700 可以将接入点信号强度变化与在室内区域的楼层上的位置相关。

[0051] 类似于图 6 的决策树 600,决策树 700 可以包括起始节点 710、一个或多个中间节点 720 以及一个或多个输出节点 730、740、745。起始节点 710 可以提出问题,对其的回答确定下一节点。例如,参考回图 5,问题可以是第一接入点 AP1 (例如,接入点 510) 的所接收的信号强度是否小于或等于特定功率比,诸如 -65dBm 。如果这为真,则下一节点可以是中间节点 720,其询问与来自诸如接入点 514 的第二接入点 AP2 的所接收的信号强度有关的进一步问题。然而,返回到节点 710,如果其为假,则下一节点可以是输出节点 730。

[0052] 输出节点 730、740、745 可以基于对起始节点 510 和任何中间节点(例如,节点 720)的问题的回答来提供指示位置的信息。例如,输出节点 730、740、745 每一个指示下面等式中的一个,其可以用来计算位置:

[0053] LM1:LM1 latitude= $45.124525 - 0.0043 * ap1 + 0.0025 * ap3$

[0054] LM2:LM2 latitude= $45.124888 + 0.0012 * ap2 - 0.0042 * ap3$

[0055] LM3:LM3 latitude= $45.124525 - 0.0047 * ap1 - 0.0080 * ap2$

[0056] 根据一些方面,输出可以是经度和 / 或纬度坐标、地图上的点或相对位置(例如,距建筑物的东墙 5' 并且距北墙 7.5')。

[0057] 尽管在图 6 中仅示出了两个中间节点 620、650 以及在图 7 中仅示出了一个中间节点 720,然而,应当理解的是,在决策树 600、700 中可以包括任何数量的中间节点,从而增加了输出节点的潜在数量。此外,虽然示例性决策树 660、700 基于与一个或多个接入点的所接收的信号强度有关的问题来指示楼层和位置,然而,应当理解的是,问题可以与任何属性有关。例如,决策树 600、700 可以将照明或噪声级别、或与移动设备或其用户有关的因素与移动设备的楼层和位置相关。根据一些方面,决策树 600、700 每一个可以使用这些因素的组合来预测位置。

[0058] 根据一个方面,可以生成多个决策树来更精确地预测移动设备在室内区域中的楼层和 / 或位置。例如,决策树可以对各种数据子集进行分析,并且可以对来自所有决策树的

输出取平均。各种数据子集可以包括例如使被分析的接入点变化、使对接入点进行分析的顺序变化、使所接收的信号强度值变化或这些的组合。进一步,部分决策树可以与不同属性有关,如上所述。

[0059] 尽管图 6 和 7 提供了可以用来预测设备的在岛中的建筑物楼层和位置的决策树的详细示例,然而,应当理解的是,可以使用多个分类器中的任何一个。例如,可以使用贝叶斯模型、最近邻、高斯混合或这些的某个组合来确定建筑物楼层和位置。

[0060] 现将描述例如使用上述接入点岛和决策树来预测用户的室内楼层和位置的方法。应当理解的是,这些方法的操作不必按照下述精确顺序来执行。相反,可以按照不同顺序或同时处理各种操作,并且可以添加或删除操作。此外,如上所述,决策树仅仅是可以如何确定岛内的位置的一个示例。

[0061] 图 8 提供了根据本技术的方面的方法 800 的流程图。该方法提供了使用一个或多个决策树来预测移动设备的室内位置。方法 800 可以由任何计算设备,包括客户端设备、远程服务器或这些的某个组合,来执行。

[0062] 方法 800 在块 810 开始,其中将地理区域划分成接入点岛。该地理区域可以是任何区域,诸如特定建筑物、建筑物群、城市街区、城镇、城市、国家或整个世界。可以根据期望宽广或狭窄地划分接入点岛。例如,岛可以是建筑物中的楼层组(例如,如图 3A 中的)、建筑物(例如,如图 3B 中的)、建筑物群(例如,如图 3C 中的)等。

[0063] 每一个岛可以包括一个或多个接入点。每一个岛中的接入点不可以在该岛外可见。例如,参考回图 3A,位于岛 B 中的移动设备不可以从岛 A 或岛 C 中的任何接入点接收信号。

[0064] 在块 820,可以记录每一个岛中的接入点。例如,这些接入点可以提供 MAC 地址或扩展唯一标识符(EUI)识别。可以例如以列表、表或其他格式对每一个岛中的接入点进行索引。

[0065] 如上所述,每一个岛可以包括多个建筑物楼层。在块 830,可以为每一个岛构建一个或多个决策树,诸如图 6 的树 600,来隔离用户位于其上的楼层。例如,在建筑物的不同楼层处,来自不同接入点(例如,Wi-Fi、蓝牙、无线电或其他接入点)的信号强度可以变化。参考图 4 的示例,来自接入点 416 的信号可以在楼层 L1 上比在楼层 L3 上强得多。这样的变化可以例如使用穿越整个建筑物楼层的移动设备来识别,并且可以用来生成接入点信号强度的映射。决策树可以将接入点的所接收的信号强度与岛中的特定建筑物楼层相关。对所接收的信号强度备选地或另外地,决策树可以将各种其他属性中的任何与建筑物楼层相关,诸如气压、高度等。

[0066] 还可以构建一个或多个决策树,诸如图 7 的树 700,来预测移动设备在给定建筑物楼层上的位置(块 840)。例如,对于每一个建筑物楼层,可以在该楼层上的不同位置处识别从接入点接收的信号的变化。决策树可以将这些变化与楼层上的位置相关。

[0067] 根据本技术的一个方面,可以构建多个决策树来确定单个建筑物楼层或位置。多个决策树每一个可以对不同数据集进行分析、或可以按照不同序列对数据进行分析。例如,不同数据集可以包括使被分析的接入点变化、使对接入点进行分析的顺序变化、使所接收的信号强度值变化或这些的组合。进一步,部分决策树可以与另外属性有关,诸如照明或噪声级别。虽然可以使用任何数量的决策树,然而,在效率和精确性之间的折衷随着树的数量

增加而发生。因此,例如,可以使用 10-15 个决策树来确定建筑物楼层或位置。

[0068] 图 9 图示了用于预测移动设备的室内位置的另一个方法 900。根据该方法 900,移动设备可以与远程服务器交换信息,以便确定其位置。优选地,为移动设备所传输的任何用户数据提供隐私保护,包括例如对个人可识别信息的匿名、对数据的聚合、对敏感信息的过滤、加密、对敏感信息的哈希或过滤以移除个人属性、对信息存储的时间限制、或对数据使用或共享的限制。可以对数据进行匿名化和聚合,使得不泄漏个人用户数据。

[0069] 根据一个方面,一旦预测了移动设备的位置,就可以向用户显示其。例如,移动设备的显示器可以提供位置的文本描述(例如,“建筑物 1,第 3 层,302 房间”)、图示(例如,建筑物楼层的层平面图以及指示设备的位置的点或其他标记)或这些的一些组合。这样的信息可以对例如正试图找到室内区域中的特定房间或场所(例如,医生的办公室、艺术展览或购物商场中的商店等)的用户是有益的。

[0070] 在块 910,移动设备可以从一个或多个接入点接收信号。接入点可以由移动设备使用例如 MAC 地址或 EUI 来识别。然后,可以将这些接入点与接入点列表,诸如图 8 的块 820 中所创建的列表,相比较来确定移动设备位于哪个岛上(块 920)。例如,如图 10 中所示,移动设备的用户可以位于被划分成岛 A、岛 B 和岛 C 的建筑物 1010 内。这些岛中的每一个可以包括在该岛外不可见的接入点。例如,岛 A 中的接入点可以传输仅可以由岛 A 中的设备接收、并且不可由岛 B 或岛 C 中的设备接收的信号。根据图 10 的示例,用户可以从岛 C 中的一个或多个接入点接收信号。该一个或多个接入点与预先确定的列表的比较可以指示该一个或多个接入点和移动设备位于岛 C 中。

[0071] 一旦确定了岛,就可以下载用于该岛的决策树(例如,图 6 的决策树 600)(块 930)。决策树可以被存储在远程服务器中并且根据需要下载。由于仅需要用于特定岛的决策树,并且由于决策树不消耗大量资源,因此,可以相当快速地下载树。替选地,例如如果用户期望持续地确定其在给定建筑物中的位置,则决策树可以被半永久性地存储在移动设备上。

[0072] 决策树可以使用例如周围接入点的所接收的信号强度来执行(块 940)。图 11 提供了用户 1150 和移动设备 1180 在给定岛(例如,图 10 的岛 C)上的示例。该岛包括多个楼层 1122 (L8)、1124 (L7)、1126 (L6)。L8 包括接入点 1112,L7 包括接入点 1114 以及 L6 包括接入点 1116 和 1118。移动设备 1180 可以从这些接入点 1112-1118 中的每一个接收信号,尽管所述信号可以在强度方面根据在设备 1180 和接入点 1112-1118 之间的至少距离而变化。决策树的起始和中间节点可以将与这些信号有关的信息作为输入进行处理。决策树的输出可以指示移动设备的建筑物楼层。因此,在图 11 的示例中,移动设备 1180 可以执行决策树并且确定其位于楼层 L7 上。

[0073] 在块 950,可以下载用于所指示的建筑物楼层的决策树(例如,图 7 的决策树 700)。可以执行这些树来确定移动设备的在建筑物楼层上的位置(块 960)。例如,树可以使用与来自周围接入点的所接收的信号强度有关的数据作为输入,并且可以输出位置的指示。图 12 图示了在给定建筑物楼层(例如,图 11 的 L7)上的室内区域 1200 的示例。该室内区域包括接入点 1210、1212、1214、1216、1218。移动设备 1280 可以从接入点 1210、1212、1214 接收信号,但是可以在接入点 1216、1218 的范围外。可以将该信息输入到为室内区域 1200 构建的一个或多个决策树,并且输出可以指示移动设备 1280 的位置。例如,如所示,输出被指示为纬度和经度。然而,可以以相对于室内区域 1200 的坐标或以任何其他方式来指示位置。例

如, 移动设备 1280 可以在其屏幕上显示室内区域 1200 的图, 并且其当前位置可以被表示为红点等。

[0074] 根据一个方面, 可以周期性或持续地执行预测用户的室内位置的上述方法来跟踪移动设备的移动。例如, 如图 13 中所示, 移动设备 1380 可以在整个室内区域 1300 内移动, 并且沿途从不同接入点 1310、1312、1314、1316、1318 接收变化强度的信号。因此, 可以通过在沿着路径 1364 的一个或多个点处执行决策树, 来沿着路径 1364 从起始点 1362 跟踪移动设备 1380。经用户同意, 移动设备 138 还可以例如通过记录每一个决策树输出连同时间戳, 来存储其移动记录。

[0075] 使用决策树来预测用户在室内区域内的位置可以是有利的, 因为决策树不消耗大量资源, 它们可以被快速执行, 并且它们局部地而不是全局地作出关于哪些输入相关的选择。另外, 通过执行多个树并且对结果求平均, 可以增加使用决策树作出的位置预测的精确性。

[0076] 因为在不背离权利要求所限定的技术的情况下, 可以利用上述特征的这些和其他变体及组合, 因此, 示例性实施例的前面描述应当被当作对权利要求所限定的技术的说明而不是限制。还应当理解的是, 所述技术的示例的提供(以及表述为“诸如”、“例如”、“包括”等的子句)不应当被解释为将所述技术限制在特定示例。相反, 示例意在说明许多可能方面的仅仅部分。

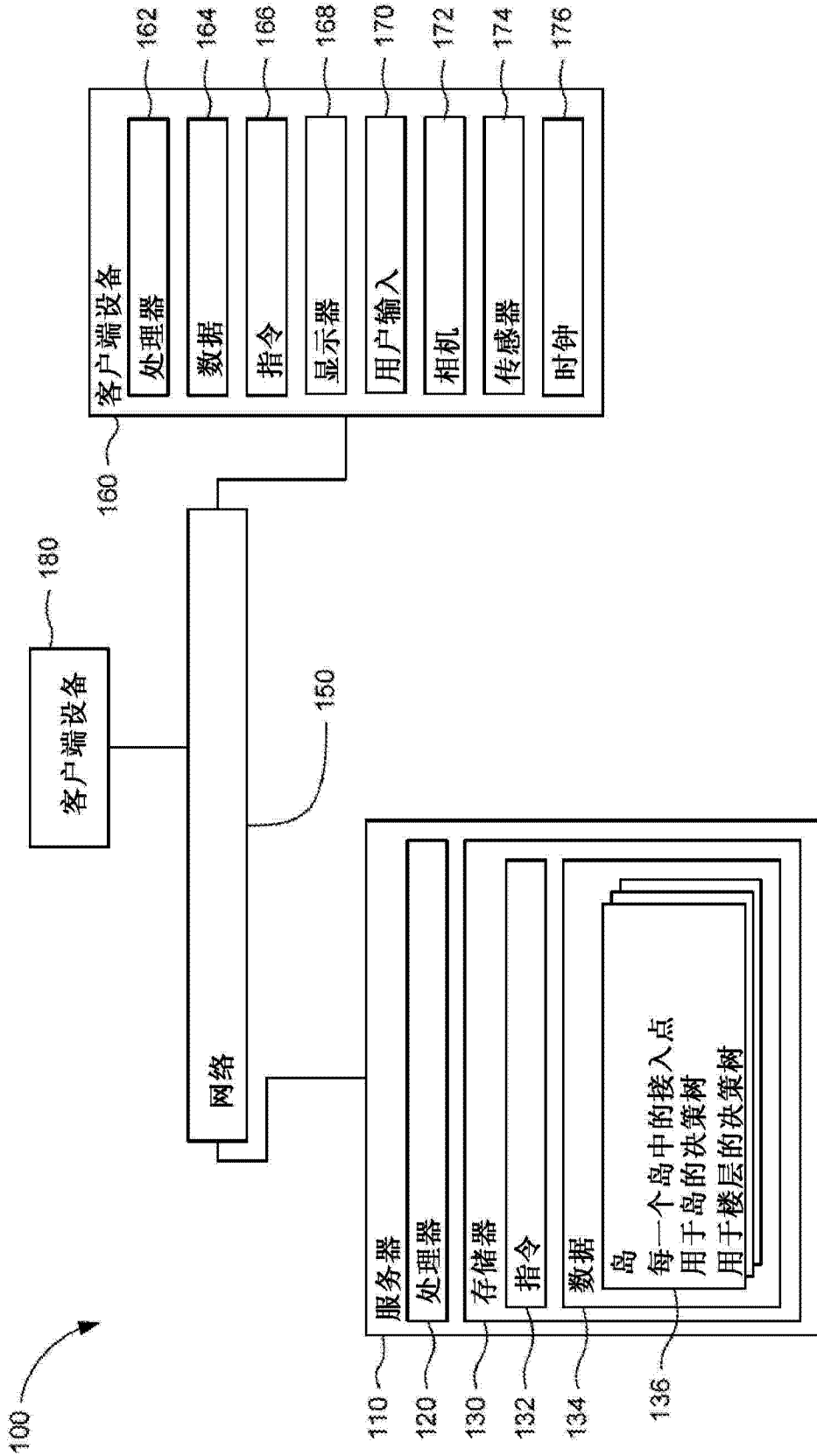


图 1

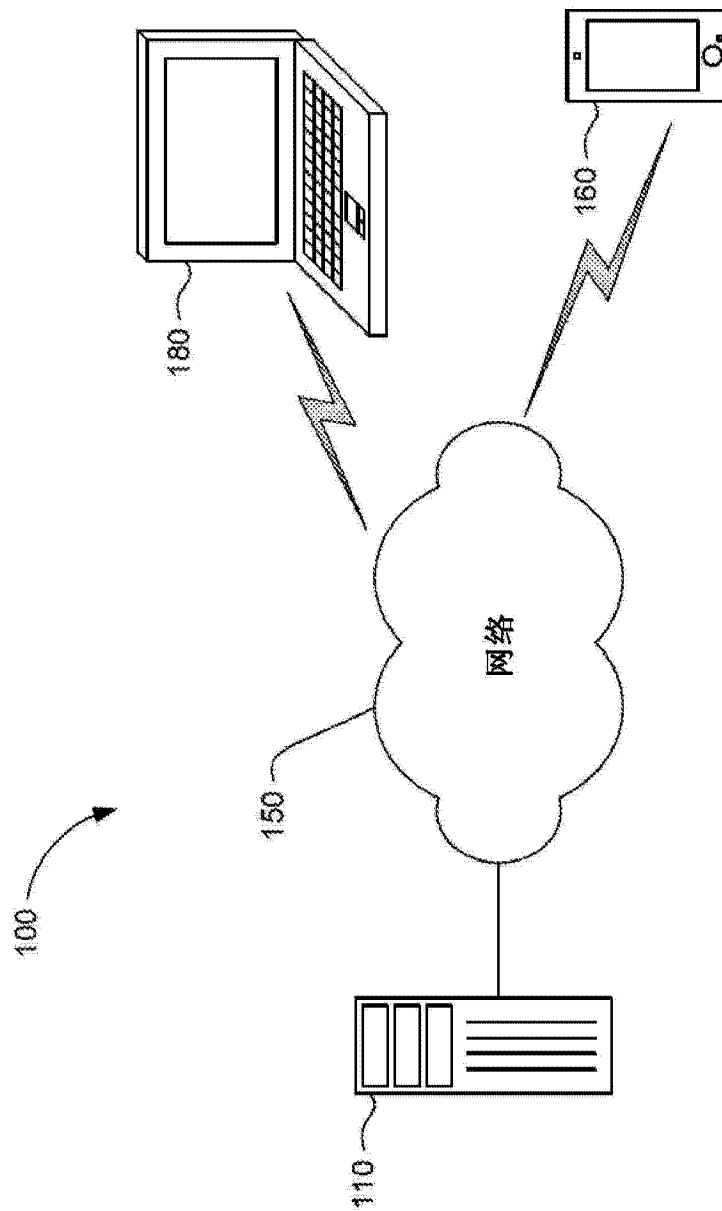


图 2

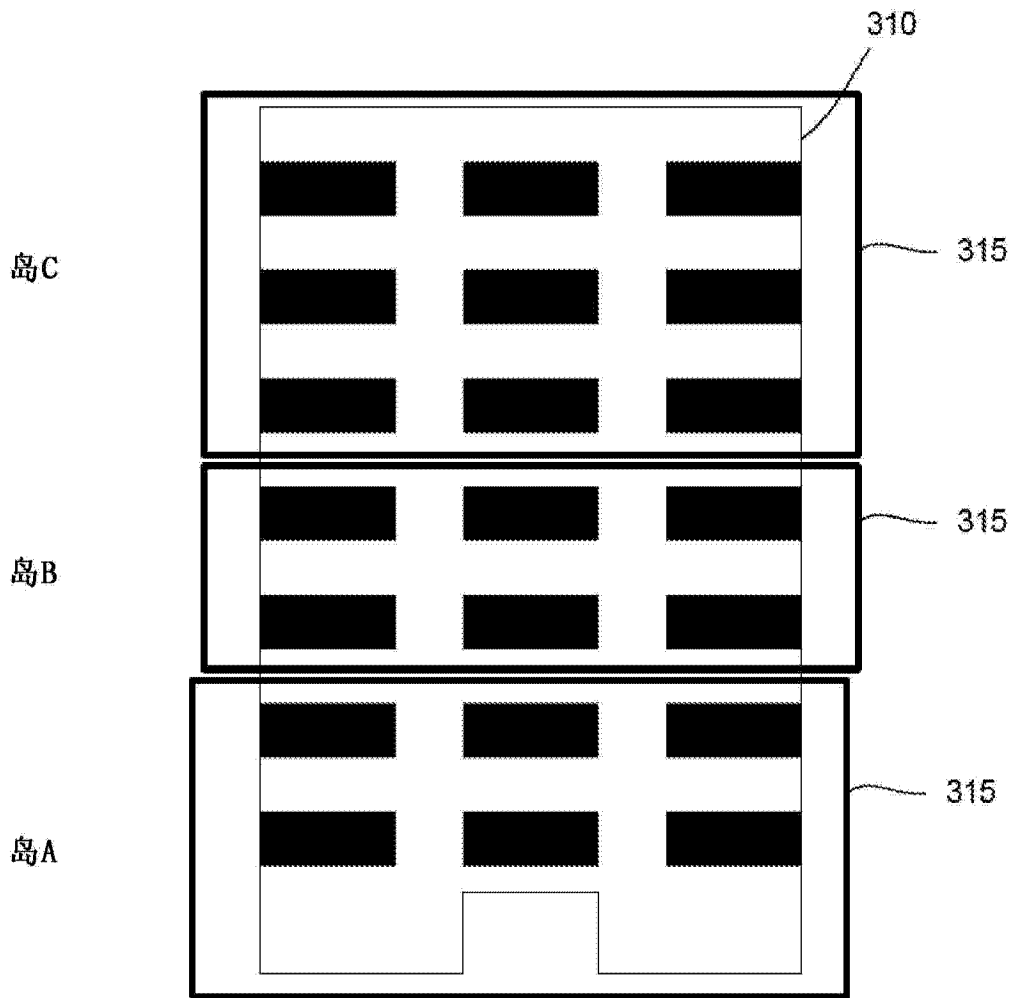


图 3A

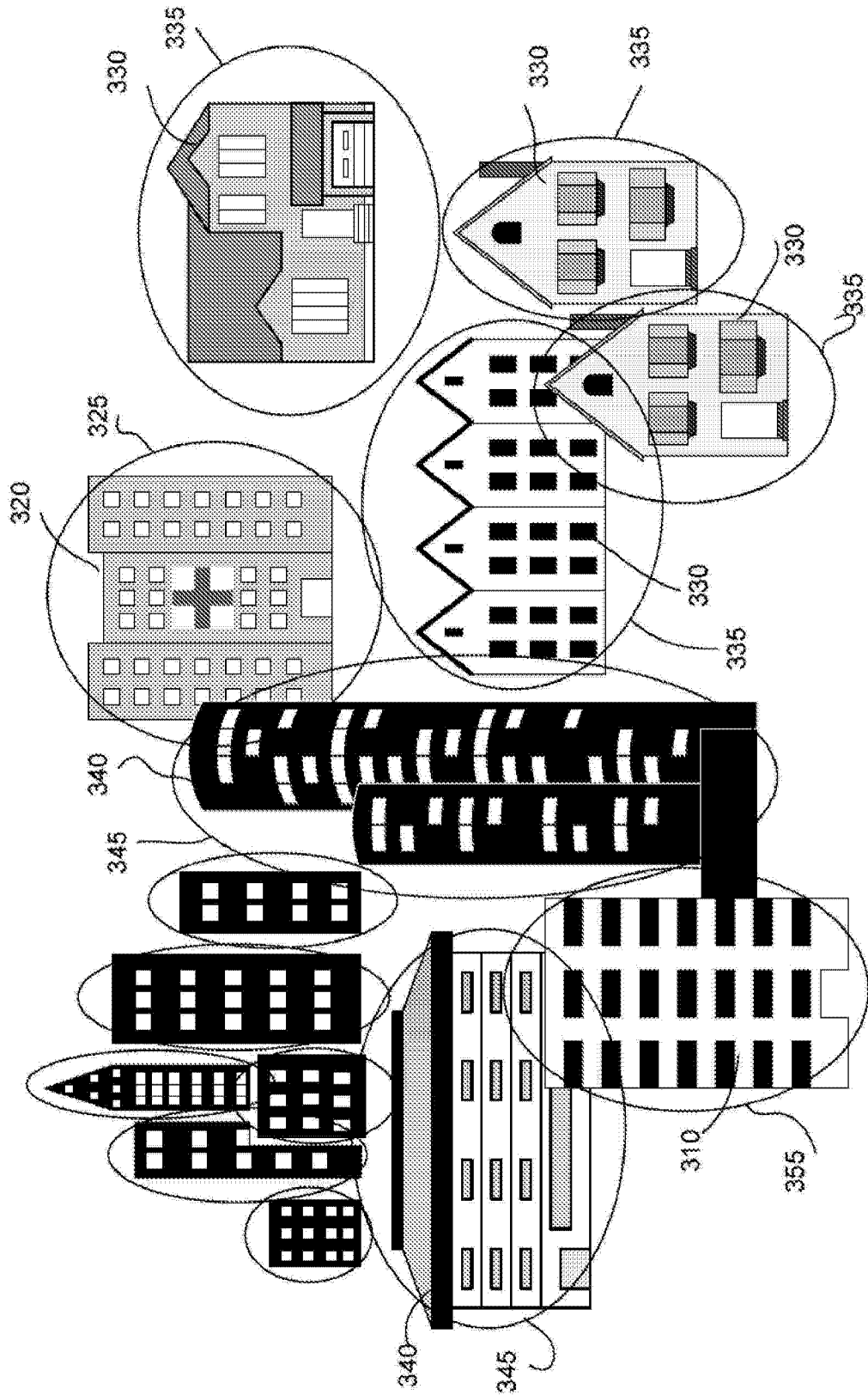


图 3B

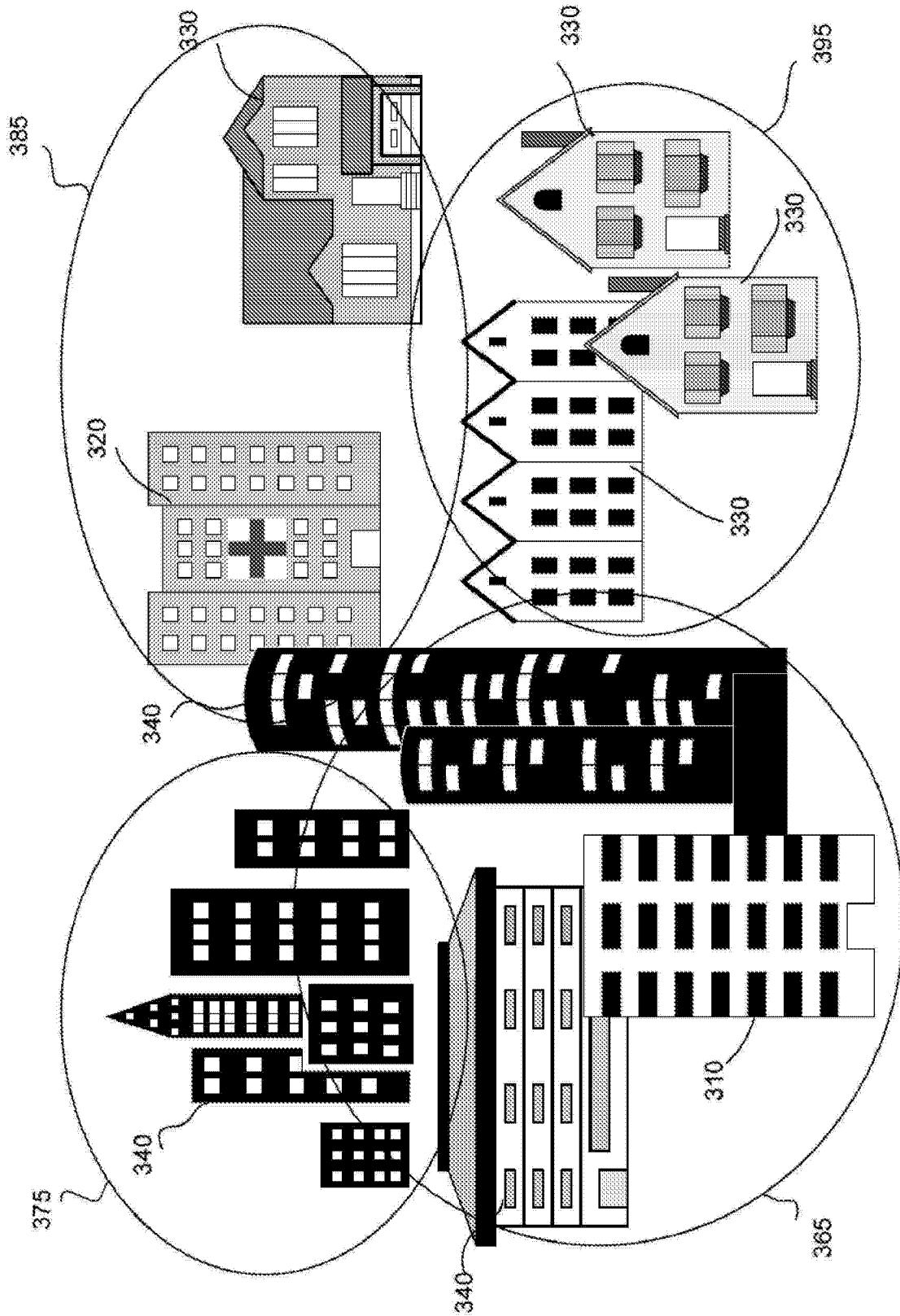


图 3C

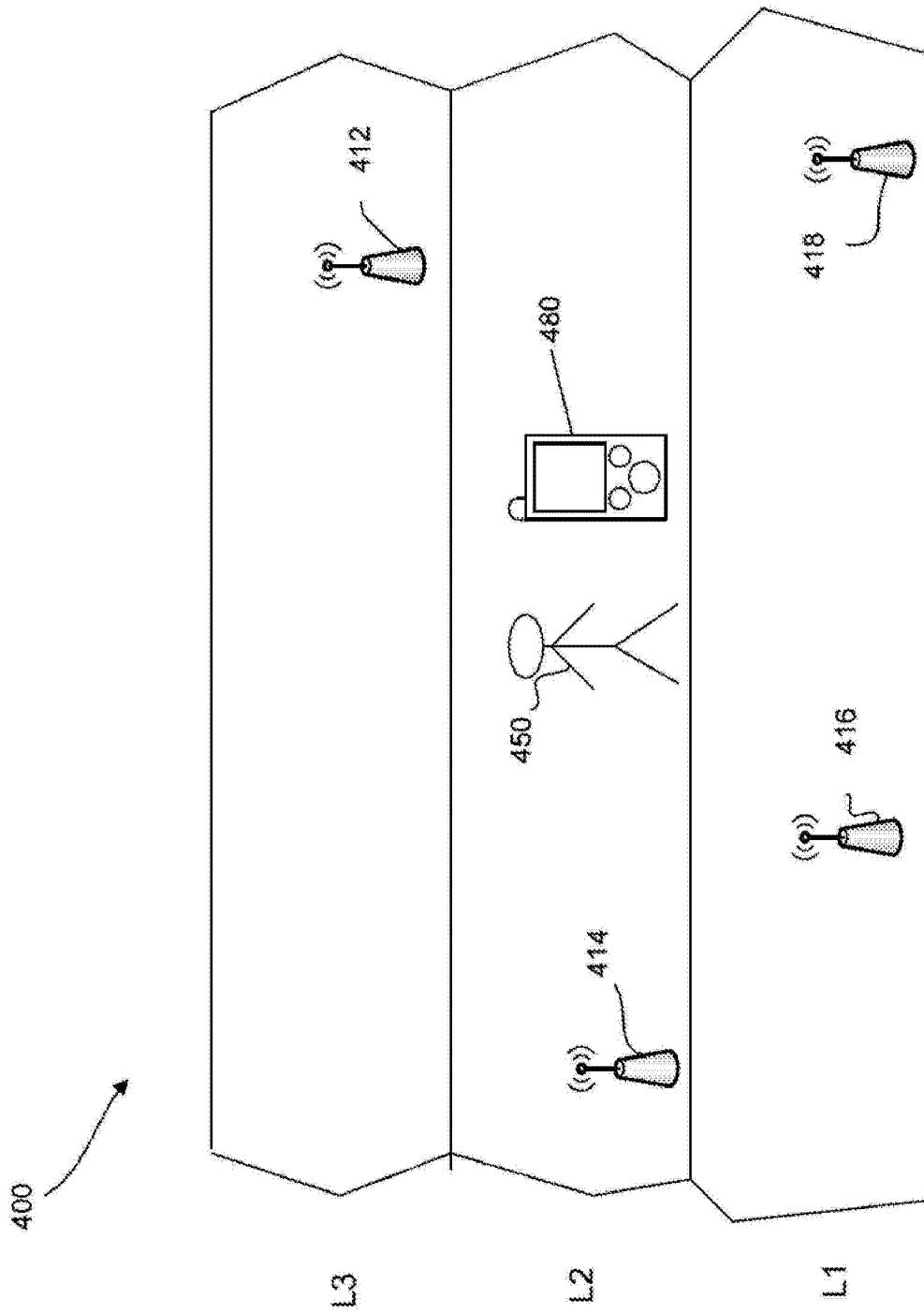


图 4

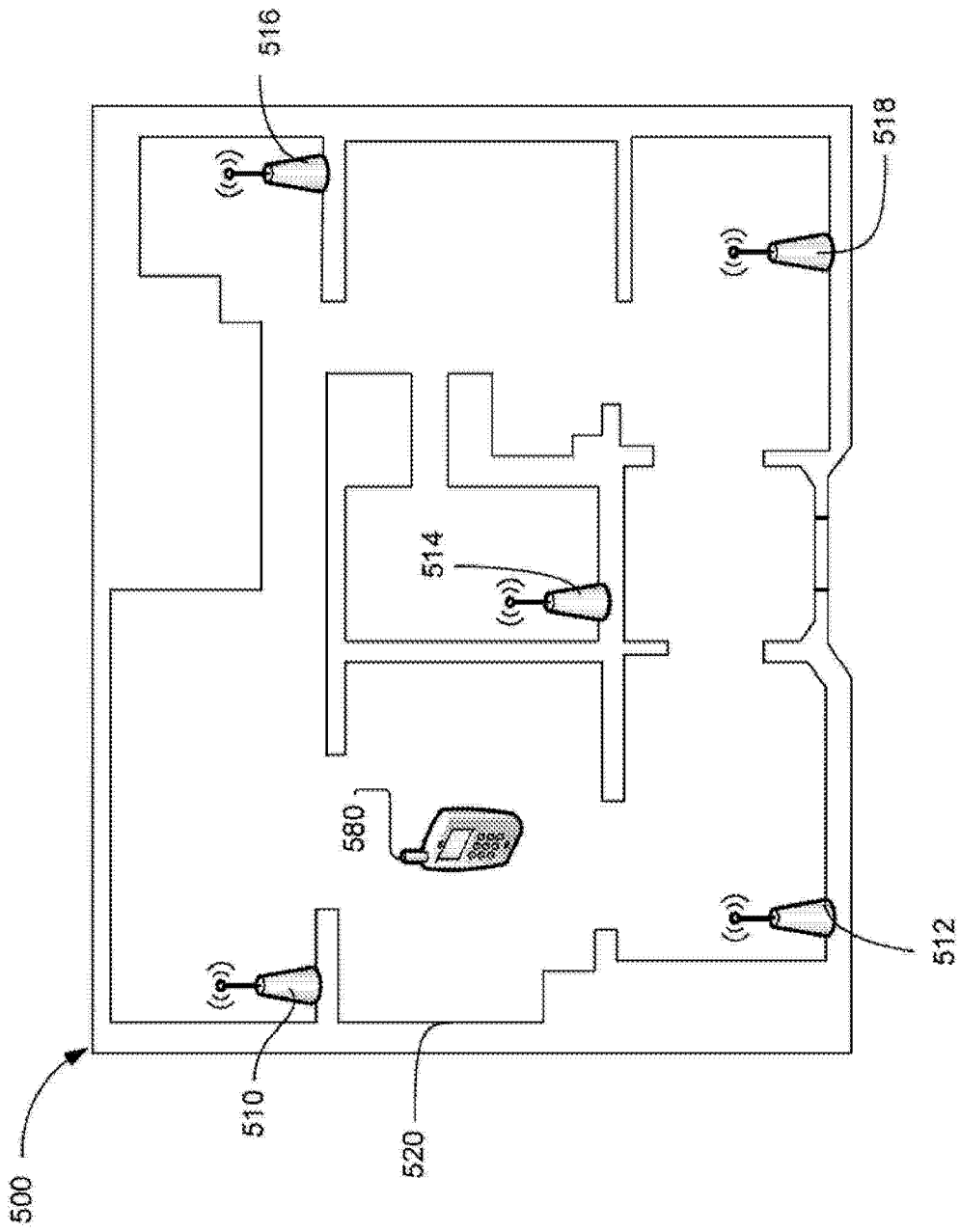


图 5

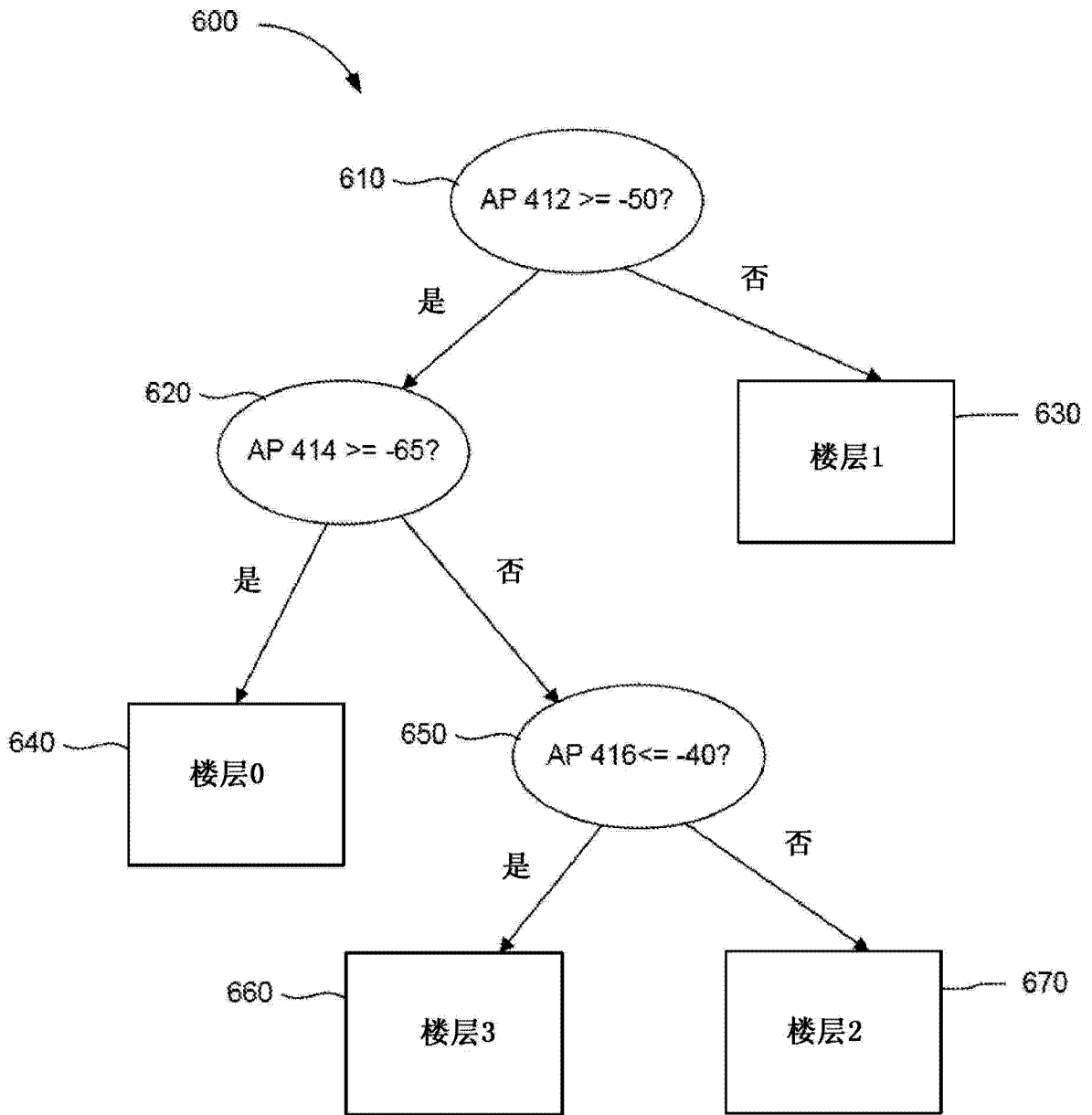


图 6

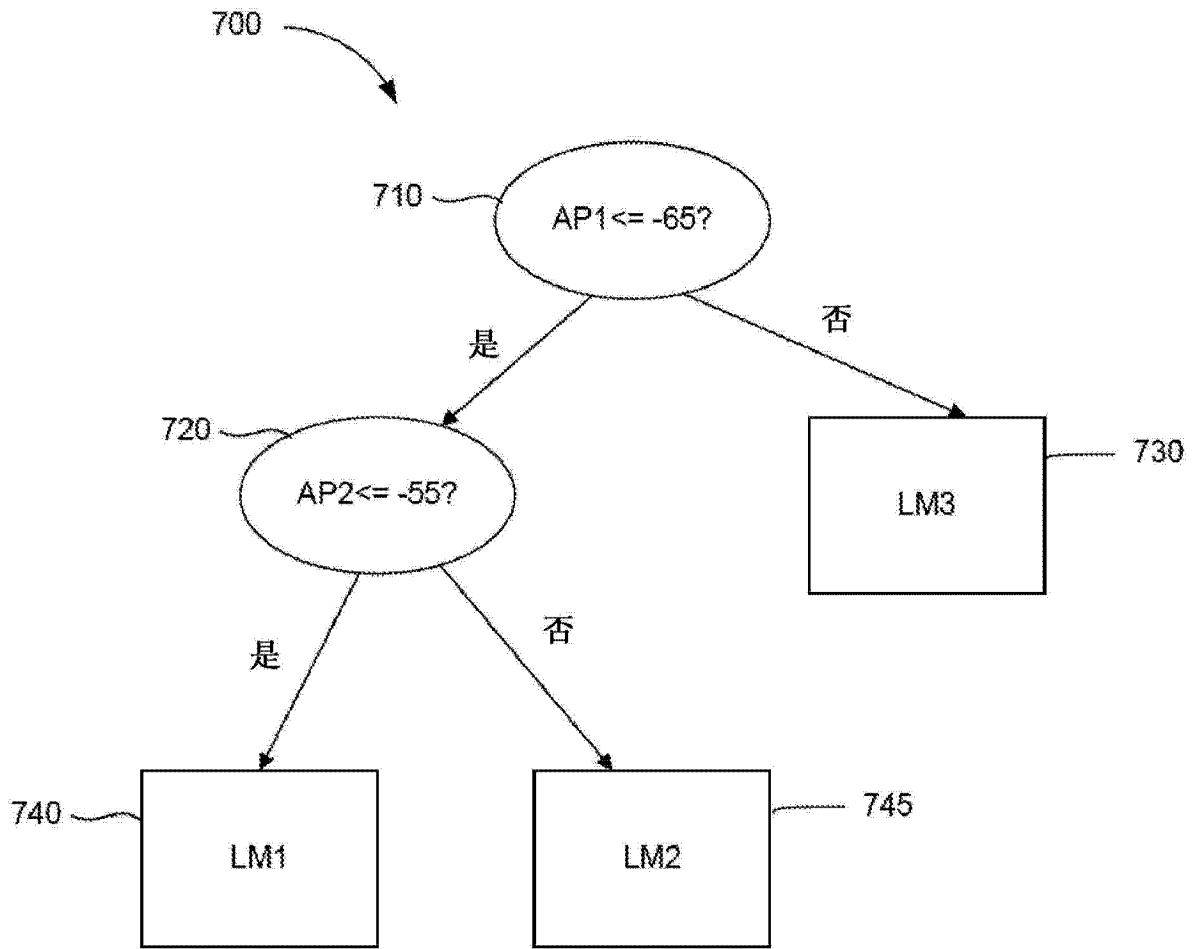


图 7

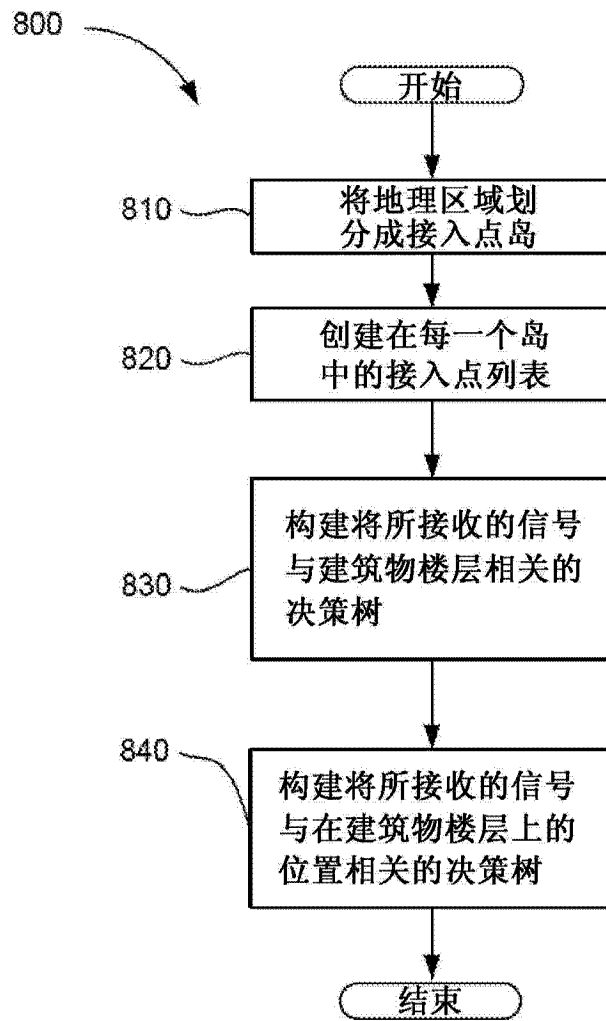


图 8

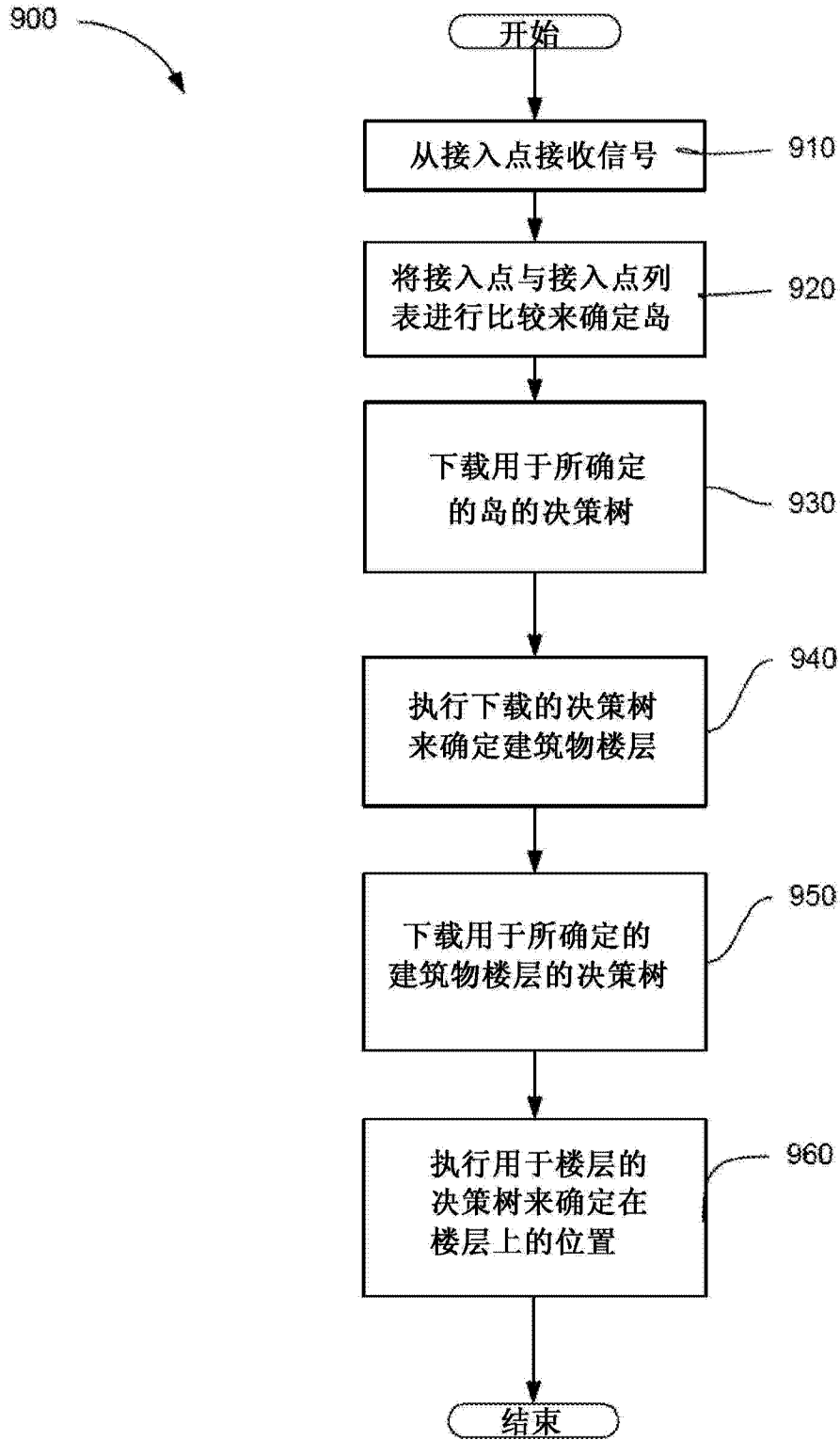


图 9

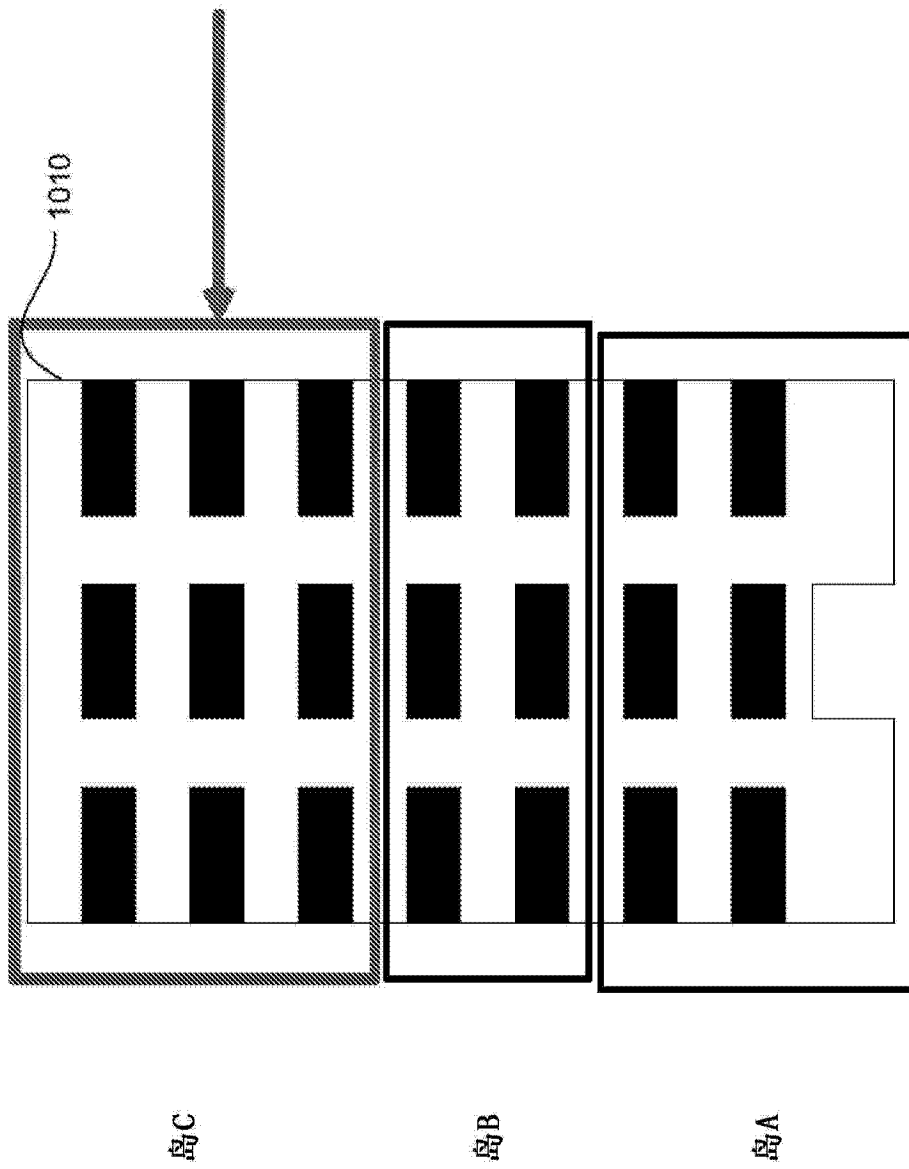


图 10

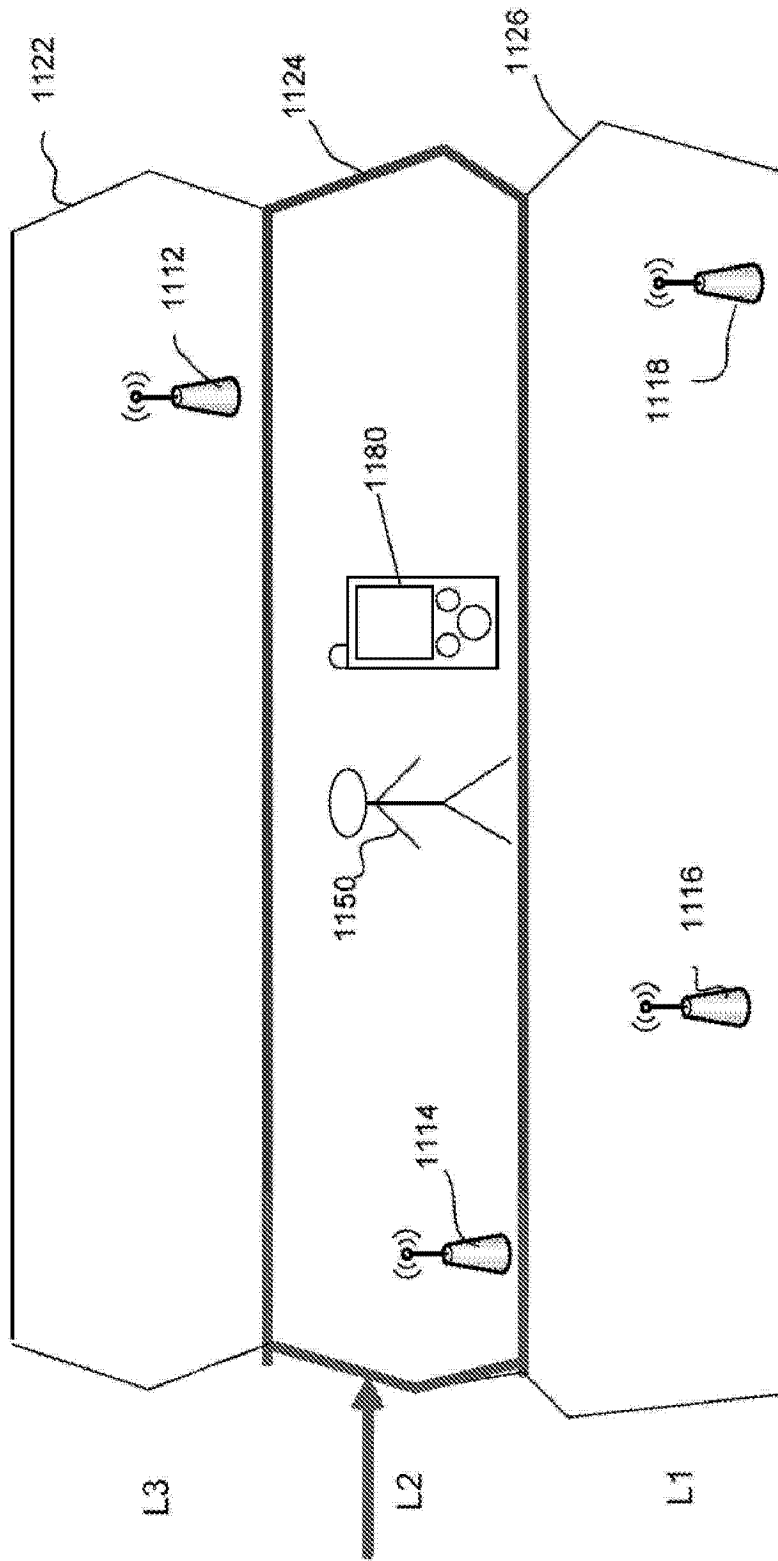


图 11

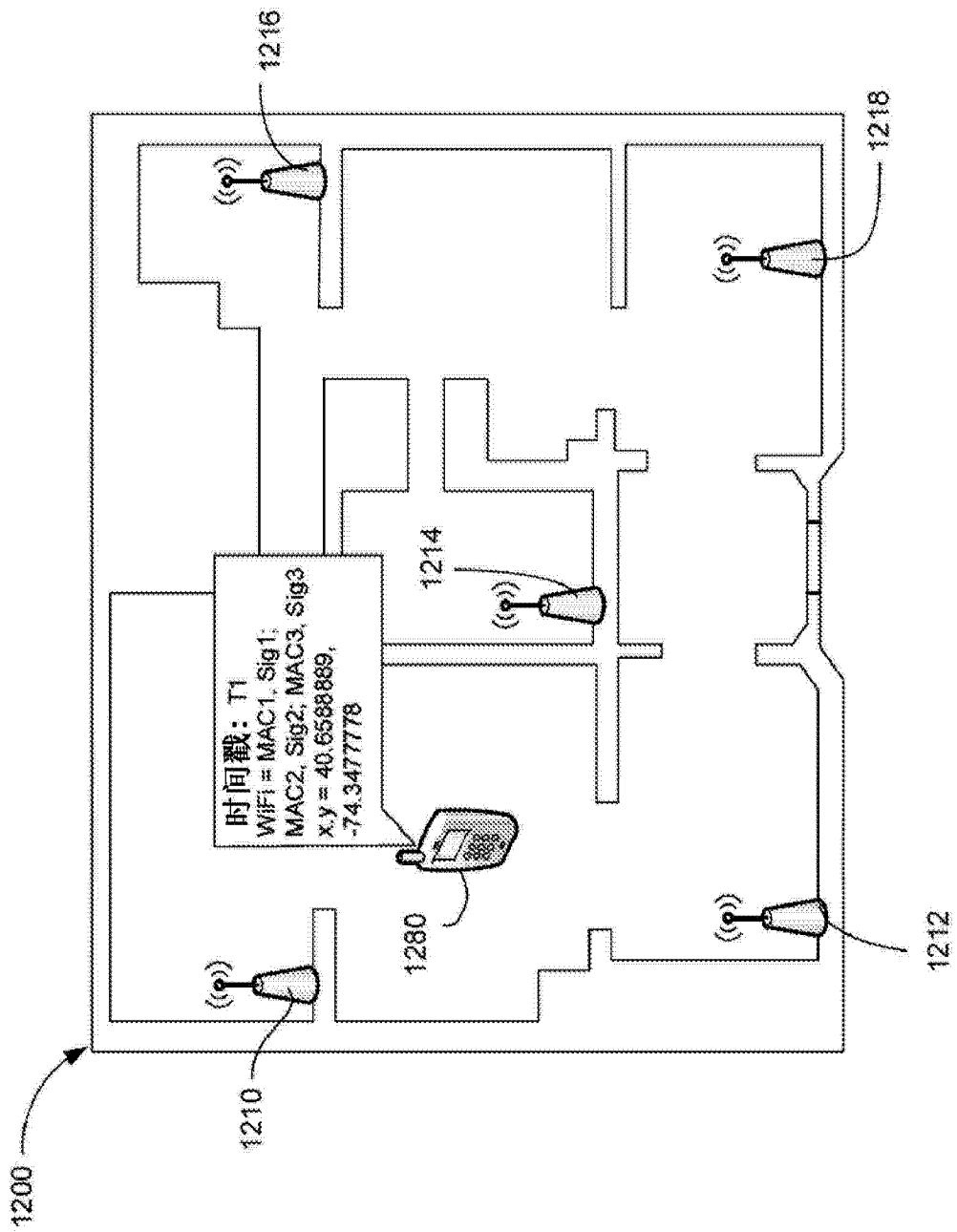


图 12

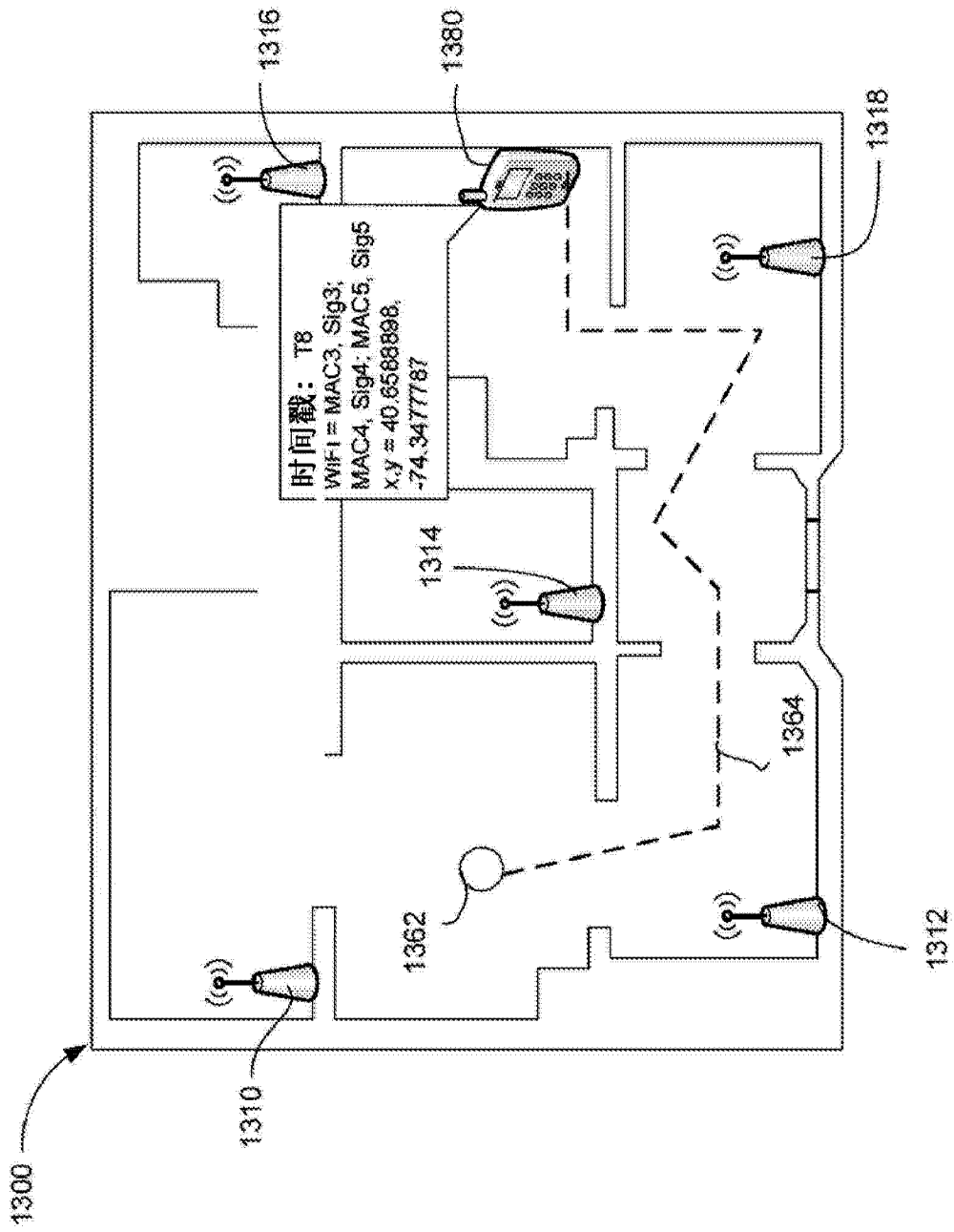


图 13