

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04W 24/00 (2009.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880023503.3

[43] 公开日 2010年3月31日

[11] 公开号 CN 101690300A

[22] 申请日 2008.6.26

[21] 申请号 200880023503.3

[30] 优先权

[32] 2007.7.6 [33] US [31] 11/774,362

[86] 国际申请 PCT/US2008/068270 2008.6.26

[87] 国际公布 WO2009/009304 英 2009.1.15

[85] 进入国家阶段日期 2010.1.5

[71] 申请人 思科技术公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 布莱恩·唐纳德·哈特

克里斯托弗·肖恩·约翰逊

艾格尔·古特肯

萨恩吉夫·哈曼特库马尔·德萨

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有
限责任公司

代理人 李晓冬 南 霆

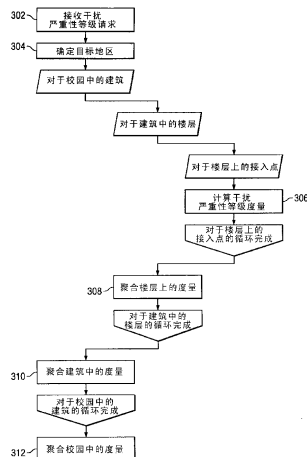
权利要求书 8 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

无线网络中无线电环境质量的测量

[57] 摘要

一种用于测量无线网络中的无线电环境质量的系统。在特定实施方式中，一种方法包括：计算在接入点处检测到的多个干扰源的干扰严重性等级；相对于接入点聚合计算出的干扰严重性等级中的一个或多个；以及计算接入点的空气质量度量，其中，空气质量度量至少部分地基于下式： $1 - \text{经聚合的干扰严重性等级}$ 。



1. 一种被编码在一个或多个有形介质中供执行的逻辑，所述逻辑当被执行时可操作来：

计算在接入点处检测到的多个干扰源的干扰严重性等级；

聚合与所述接入点有关的计算出的干扰严重性等级中的一个或多个；

以及

计算所述接入点的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

2. 如权利要求 1 所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来计算与所述接入点有关的工作信道的干扰严重性等级。

3. 如权利要求 1 所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个楼层的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

4. 如权利要求 1 所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个建筑的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

5. 如权利要求 1 所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；

针对一个或多个校园，聚合针对所述一个或多个建筑计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个校园的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

6. 如权利要求1所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来：

计算与接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；以及聚合与所述接入点有关的计算出的多个信道的干扰严重性等级。

7. 如权利要求1所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个楼层的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

8. 如权利要求1所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的多个信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个建筑的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

9. 如权利要求1所述的逻辑，其中，所述逻辑还可操作来：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的多个信道的经聚合干扰严重性等级；

针对一个或多个校园，聚合针对所述一个或多个建筑计算出的多个信

道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个校园的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

10. 一种被编码在一个或多个有形介质中供执行的逻辑，所述逻辑当被执行时可操作来：

确定用于计算目标空气质量度量的目标区域；

计算在接入点处检测到的多个干扰源的干扰严重性等级；

聚合与所述接入点有关的计算出的干扰严重性等级中的两个或更多个；

计算所述目标区域中的每个接入点的空气质量度量，其中，所述空气质量是基于对计算出的干扰严重性等级的聚合；以及

聚合与所述接入点有关的计算出的空气质量度量，其中，所述目标空气质量度量是基于对计算出的空气质量度量的聚合。

11. 如权利要求 10 所述的逻辑，其中，所述目标区域是按照一个或多个楼层来限定的。

12. 如权利要求 10 所述的逻辑，其中，所述目标区域是按照一个或多个建筑来限定的。

13. 如权利要求 10 所述的逻辑，其中，所述目标区域是按照一个或多个校园来限定的。

14. 一种方法，包括：

计算在接入点处检测到的多个干扰源的干扰严重性等级；

聚合与所述接入点有关的计算出的干扰严重性等级中的一个或多个；

以及

计算所述接入点的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

15. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：计算与所述接入点有关的工作信道的干扰严重性等级。

16. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等

级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个楼层的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

17. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个建筑的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

18. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；

针对一个或多个校园，聚合针对所述一个或多个建筑计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个校园的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

19. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：

计算与接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；以及聚合与所述接入点有关的计算出的多个信道的干扰严重性等级。

20. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；以

及

计算所述一个或多个楼层的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

21. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的多个信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个建筑的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

22. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的多个信道的经聚合干扰严重性等级；

针对一个或多个校园，聚合针对所述一个或多个建筑计算出的多个信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个校园的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

23. 一种装置，包括：

一个或多个处理器；

存储器；

网络接口；以及

管理应用，所述管理应用物理地存储在所述存储器中，并且包括指令，所述指令可操作来使得所述一个或多个处理器和所述装置：

计算在接入点处检测到的多个干扰源的干扰严重性等级；

聚合与所述接入点有关的计算出的干扰严重性等级中的一个或多个；以及

计算所述接入点的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少

部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

24. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置计算与所述接入点有关的工作信道的干扰严重性等级。

25. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个楼层的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

26. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个建筑的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

27. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置：

计算与多个接入点中的每个接入点有关的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个楼层，聚合计算出的工作信道的干扰严重性等级；

针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的工作信道的经聚合干扰严重性等级；

针对一个或多个校园，聚合针对所述一个或多个建筑计算出的工作信

道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个校园的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

28. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置：

计算与接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；以及聚合计算与所述接入点有关的计算出的多个信道的干扰严重性等级。

29. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个楼层的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

30. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的多个信道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个建筑的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

31. 如权利要求 23 所示的装置，其中，所述管理应用还可操作来使得所述一个或多个处理器以及所述装置：

计算与多个接入点有关的多个信道中的每个信道的干扰严重性等级；针对一个或多个楼层，聚合计算出的多个信道的干扰严重性等级；针对一个或多个建筑，聚合针对所述一个或多个楼层计算出的多个信道的经聚合干扰严重性等级；

针对一个或多个校园，聚合针对所述一个或多个建筑计算出的多个信

道的经聚合干扰严重性等级；以及

计算所述一个或多个校园的空气质量度量，其中，所述空气质量度量至少部分地基于下式：1—经聚合的干扰严重性等级。

无线网络中无线电环境质量的测量

技术领域

本公开一般涉及无线网络。

背景技术

无线 LAN (WLAN) 技术的市场应用迅猛增长, 这是因为来自广泛背景和垂直产业的用户将该技术带入了他们的家庭、办公室, 并且越来越多地带入了公共空间。该拐点不仅突出了较早代系统的限制, 而且突出了 WLAN 技术目前在全球范围内在人们的工作和生活方式中所起的改变作用。实际上, WLAN 正快速地从便利性网络向业务关键性网络改变。越来越多的用户正依赖于 WLAN 来提高他们通信和应用的时效性和生产率, 并且如此一来, 需要他们的网络有更好的可视性、安全性、管理和性能。

许多无线网络利用竞争式的媒体访问方案 (例如具有冲突防止的载波监听多路访问 (CSMA/CA), 以及增强的分布式控制访问 (EDCA))。因此, 无线电干扰可能不利地影响吞吐量。非无线保真 (Wi-Fi) 干扰通过降低无线网络进行可靠通信的能力来影响无线网络的性能。干扰检测技术可以提供一些干扰度量, 例如接收信号强度指示符 (RSSI) 以及占空比值。已有干扰检测系统通常提供局部水平的这些度量 (例如, 接入点处的点度量)。一些系统还可以识别诸如微波炉、蓝牙、无绳电话等之类的非 Wi-Fi 干扰源的类型。

附图说明

图 1 图示出了无线局域网 (WLAN) 系统中的示例组件。

图 2 图示出了可以用来实现 WLAN 管理服务器的示例硬件系统。

图 3 图示出了在 WLAN 管理服务器处实现的示例处理流程。

图 4 示出了根据一个实施例的示例用户界面 UI。

具体实施方式

A. 概述

特定实施方式通过聚合无线网络的不同概念级中的干扰影响来辅助表示无线网络部署中的干扰影响的特点。根据一种实施方式，可以针对目标区域中的给定接入点或接入点群组来计算干扰等级（interference level）。在一种实施方式中，目标区域可以是经历了来自一个或多个干扰源（例如，微波炉、蓝牙、无绳电话等）的物理区域（例如，建筑的楼层或两侧、建筑、校园等）。WLAN 管理服务器计算与一个或多个接入点相关联的干扰严重性等级度量。干扰严重性等级度量可以包括在接入点的给定信道处的干扰严重性等级、接入点处每个信道中的所有干扰源的干扰严重性等级、接入点的服务信道处的干扰严重性等级，以及接入点处的空气质量等级。在一种实施方式中，WLAN 管理服务器可以通过聚合给定频带中的所有信道的所有干扰源的干扰严重性等级，来计算给定接入点的空气质量等级。在一种实施方式中，WLAN 管理服务器可以聚合针对多个接入点的空气质量度量，以生成针对各个目标区域的空气质量度量。在一种实施方式中，管理服务器可以基于空气质量度量在一个或多个目标区域应用一个或多个策略。在一种实施方式中，管理服务器可以显示包括这些各个目标区域处的空气质量度量的干扰严重性度量，以向用户提供与这些目标区域相关联的“健康”指示符，以使得用户可以监视无线网络并调查潜在的问题区域。

B. 示例无线网络系统体系结构

B.1. 网络拓扑

图 1 图示出了无线局域网（WLAN）系统中的示例组件。在本发明的特定实施例中，系统包括 WLAN 管理服务器 20、位置服务器 22，以及中央控制器 42、局域网（LAN）30、路由器 32，以及无线接入点 50a、50b、50c 和 50d。LAN 30 通过交换机（或交换机阵列）和/或诸如桥接器之类的其它网络设备来实现。

如图 1 所示，这些网络元件可操作地连接到网络 52。在一种实施方式中，网络 52 一般指包括一个或多个中间网络设备的计算机网络，例如 LAN、WAN 等，中间网络设备使得能够经由无线接入点 50 在 WLAN 管理服务器 20 和无线客户端之间传输消息。当然，网络 52 可以包括多种网络段、传输技术和组件，例如地面 WAN 链路、卫星链路、光纤链路以及蜂窝链路。网络 52 还可以是校园 LAN。LAN 30 可以由以太网交换机（未示出）、或具有连接无线接入点 50 的多个端口的交换机阵列实现的 LAN、LAN 段。无线接入点 50 通常经由以太网链路连接到交换机端口；然而，还可以采用其它链路层连接协议或通信手段。图 1 图示出了本发明可以在其中进行操作的一种可能的网络环境；然而，其它实施方式也是可能的。例如，虽然 WLAN 管理服务器 20 被图示为位于不同的 LAN 或 LAN 段上，然而，其也可以与无线接入点 50 在同一地方。

无线接入点 50 可操作来与远程无线客户端设备 60a、60b、60c 和 60d 进行无线通信。在一种实施方式中，无线接入点 50 实现 IEEE 802.11 WLAN 规范中所规定的无线网络协议；当然，也可以使用其它无线网络协议。无线接入点 50 可以是自治的或者所谓的“胖”无线接入点或者结合无线交换机（未示出）进行操作的轻量型无线接入点。另外，网络基础设施还可以包括由加利福尼亚州圣何塞的思科系统公司供应的无线 LAN 解决方案引擎（WLSE），或另外的无线网络管理系统。在一些实施方式中，网络基础设施还可以包括可操作来管理一个或多个无线交换机和接入点的一个或多个无线控制系统（WCS）节点。

在特定实施方式中，无线接入点 50 中的一个或多个可以通过定期监视一个或多个工作信道（例如，其活动信道）上的干扰来检测干扰。无线接入点 50 可以在不同模式中测量并收集干扰数据。例如，在本地模式中，无线接入点 50 可以利用相对小的占空比来定期监视其活动信道。在监视模式中，无线接入点 50 可以监视所有可用的工作信道。在一些实施方式中，无线接入点 50 可以收集与检测到的干扰源的各种属性有关的信息，以通过将属性与一系列干扰特征（interference signature）相比较来确定干扰类型（例如，微波、蜂窝电话等）。在一种实施方式中，给定干扰

特征可以是基于观察到的射频属性的，例如接收到的信号强度、占空比、管理、开启时间、频率等。在特定实施方式中，干扰特征可以识别各个干扰源，并且选择性地识别各个干扰源的类型和位置。

B.2. WLAN 管理服务器

图 2 图示出了可以用来实现 WLAN 管理服务器 20 的示例硬件系统 200。在一种实施方式中，硬件系统 200 包括处理器 202、缓存存储器 204，以及致力于这里所述的功能的一个或多个软件应用和驱动器。另外，硬件系统 200 包括高性能输入/输出 (I/O) 总线 206 以及标准 I/O 总线 208。主桥接器 210 将处理器 202 耦合到高性能 I/O 总线 206，而 I/O 总线桥接器 212 将两个总线 206 和 208 彼此耦合。系统存储器 214 和网络/通信接口 216 耦合到总线 206。硬件系统 200 还可以包括视频存储器（未示出），以及耦合到视频存储器的显示设备。海量存储装置 218 和 I/O 端口 220 耦合到总线 208。硬件系统 200 可以选择性地包括耦合到总线 208 的键盘和点选设备（未示出）。希望这些元件总地表示广泛类别的计算机元件系统，包括但不限于基于 Calif., Santa Clara 的英特尔公司制造的 Pentium®处理器以及任何其它合适的处理器的通用计算机系统。

下面更详细描述硬件系统 200 的元件。具体地，网络接口 216 提供硬件系统 200 与诸如以太网（例如，IEEE 802.3）网络等的广泛范围的网络中的任何网络之间的通信。海量存储装置 218 提供对执行在系统控制器中实现的上述功能的编程指令和数据的永久性存储，而系统存储器 214（例如，DRAM）提供对被处理器 202 执行时的编程指令和数据的临时存储。I/O 端口 220 是提供（可以耦合到硬件系统 200 的）其它外围设备之间的通信的一个或多个串行和/或并行通信端口。

硬件系统 200 可以包括多种系统体系结构；并且硬件系统 200 的各种组件可以被重新布置。例如，缓存器 204 可以与处理器 202 一起在芯片上。或者，缓存器 204 和处理器 202 可以被封装在一起作为“处理器模块”，其中，将处理器 202 称为“处理器核”。此外，本发明的某些实施方式可能并不需要或包括所有的上述组件。例如，耦合到标准 I/O 总线

208 的所示外围设备可以耦合到高性能 I/O 总线 206。另外，在一些实施方式中，可以仅存在单条总线，并且硬件系统 200 的组件都耦合到该单条总线。此外，硬件系统 200 可以包括另外的组件，例如另外的处理器、存储设备或存储器。

如上所述，在一个实施例中，这里所述的 WLAN 管理服务器 20 的操作被实现为由硬件系统 200 运行的软件例程序列。这些软件例程包括将由硬件系统中的处理器（例如处理器 202）执行的多个指令或指令序列。首先，将指令序列存储到存储设备上，例如海量存储装置 218。然而，可以将指令序列存储在任何合适的存储介质上，例如磁盘、CD-ROM、ROM、EEPROM 等。此外，不必本地存储指令序列，而是可以经由网络/通信接口 216 从诸如网络上的服务器之类的远程存储设备接收指令序列。指令从诸如海量存储装置 218 之类的存储设备被拷贝到存储器 214 中，并且随后由处理器 202 访问并执行。

操作系统管理并控制硬件系统 200 的操作，包括向软件应用（未示出）输入数据并从软件应用（未示出）输出数据。操作系统提供在系统上执行的软件应用与系统的硬件组件之间的接口。根据本发明的一个实施例，操作系统是可从 Wash, Redmond 的微软公司获得的 Windows® 95/98/NT/XP/Vista 操作系统。然而，本发明还可以与其它合适的操作系统一起使用，例如 UNIX 操作系统、LINUX 操作系统、可从 Calif., Cupertino 的苹果计算机公司获得的 Apple Macintosh 操作系统等。

C. 用于表示干扰严重性等级的核心度量（core metric）

WLAN 管理服务器 20 可以通过聚集接入点级别处的核心度量来表示无线网络的空气质量特征。可以以各种方式来表示接入点级别处的干扰严重性等级。

在一种实施方式中，干扰严重性等级可以基于占空比和 RSSI 度量。例如，在一种实施方式中，给定接入点（k）的特定信道（j）处的给定干扰源（i）的干扰严重性等级（S）可以根据下式来计算：

$$S(\text{干扰}_i, \text{信道}_j, \text{接入点}_k) = \text{占空比}(\text{干扰}_i, \text{信道}_j, \text{接入点}_k) \times \text{RSSI}(\text{干扰}_i, \text{信道}_j, \text{接入点}_k) > \text{thresh}$$
，其中，thresh = -82 或 -85 dBm。如果

$RSSI < thresh$ ，则 $S = 0$ 。

在另一实施方式中，干扰严重性等级可以基于加权 RSSI 函数和经修改的占空比函数。例如，在一种实施方式中，干扰严重性等级（S）可以根据下式来计算：

$$S(\text{干扰}_i, \text{信道}_j, \text{接入点}_k) = W(RSSI_{ijk}) \times DC2_{ijk}$$

其中， $RSSI_{ijk}$ 是 RSSI (干扰_i, 信道_j, 接入点_k) 的简写符号。

在一种实施方式中，可用 0 与 1 之间的值来表示 $W(RSSI)$ 。例如，在一种实施方式中，如果 $RSSI_{ijk} \leq -93$ dBm，则 $W(RSSI_{ijk}) = 1/32$ 。在一种实施方式中，如果接收到的信号强度在下限阈值 dB 值（-93 dBm）与上限阈值 dB 值（-62 dBm）之间，则 $W(RSSI)$ 值可以是单调非递减函数（线性、非线性、斜坡、阶跃函数等）。例如，在一种实施方式中，如果 -93 dBm $\leq RSSI_{ijk} \leq -62$ dBm，则 $W(RSSI_{ijk}) = 1/32 + 1/32 \times (RSSI_{ijk} + 93)$ 。如果接收到的信号强度高于较高阈值 dB，则 $W(RSSI)$ 值 = 1。例如，如果 $RSSI_{ijk} \geq -62$ dBm，则 $W(RSSI_{ijk}) = 1$ 。可以将这种实施方式当作“软”步骤，这是因为针对非 Wi-Fi 的 802.11ag 空闲信道评估（CCA）阈值未被定义（但是通常为 -62 dBm）。从接入点的观点来看，可以认为附近客户端处的干扰源更强或更弱。

在一种实施方式中，占空比可以被定义为一个周期中的开启时间部分的百分比或者重复时间间隔的百分比，其中，开启时间是干扰源处于活动状态的时间。例如，在一种实施方式中，给定接入点（k）的特定信道（j）处的给定干扰源（i）的经修改占空比函数（DC2_{ijk}）可以根据下式来计算：

$$DC2_{ijk} = \min(DC_{ijk} \times \max(1, 400\mu s/PD_{ijk}), 1)$$

其中， DC_{ijk} = 占空比(干扰_i, 信道_j, 接入点_k)，并且 PD_{ijk} = 第 k 个接入点处的第 j 个信道上的第 i 个干扰的平均脉冲持续时间。在一种实施方式中，PD 是脉冲持续时间（例如，仅开启时间）。在一种实施方式中，占空比和脉冲持续时间在不同信道上保持相同（而 RSSI 改变）。

在一种实施方式中，“ $\max(1, 400\mu s/PD_{ijk})$ ”因子将任何短的脉冲延长至 400 us，而不影响较长的脉冲。理由在于任何短脉冲可能破坏 Wi-Fi

分组。在一种实施方式中，400 us 长于 802.11ag 分组+ACK 的典型长度，并且 400 短于典型的 802.11b 分组+ACK。在一种实施方式中，可以逐频带地存在不同定义。

在特定实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以根据下式来计算因所有干扰源引起的给定接入点的总严重性：

$$S(\text{信道}_j, \text{接入点}_k) = \sum_{i=1}^I S(\text{干扰}_i, \text{信道}_j, \text{接入点}_k)$$

其中，I 等于相对于给定接入点 (k) 和工作信道 (j) 的检测到的干扰源的数目。另外，WLAN 管理服务器 20 可以根据等式：AQ = 1 - S 来计算空气质量度量，例如服务信道和平均信道空气质量。例如，接入点通常在任何给定时间处在单个工作信道（服务信道）上操作。因此，可能希望计算相对于服务信道的接入点的空气质量度量。如上面所讨论的，空气质量 (AQ) 可被定义为 1-S。因此，服务信道的 AQ 度量 (SCAQ) 可被定义为：

$$\text{SCAQ}(\text{接入点}_k) = 1 - \sum_{j=1}^J S(\text{信道}_j, \text{接入点}_k) \times \text{delta}(\text{信道}_j, \text{信道}_{ap}_k)$$

其中，delta_(a,b) 被定义为指示符函数（即，如果 a=b，则 delta_(a,b) 等于 1，如果 a 不等于 b，则 delta_(a,b) 等于 0）。因此，和实际上仅是对 AP 的服务信道上的 AQ 的选择。更进一步，可以如下这样来计算所有可用工作信道的平均空气质量度量 (AAQ)：

同样，AP 可以在任何信道上，因此，我们具有平均 AQ：

$$\text{AAQ}(\text{接入点}_k) = 1 - 1/J \times \sum_{j=1}^J S(\text{信道}_j, \text{接入点}_k)$$

在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以逐频带地执行这些计算。

图 3 图示出了在 WLAN 管理服务器 20 中实现的示例处理流程。如图 3 所示，WLAN 管理服务器 20 接收干扰严重性等级或空气质量请求 (302)。WLAN 管理服务器 20 随后确定针对所请求干扰严重性等级的目标区域 (304)。在下面，由于干扰严重性等级与空气质量相对于同一基础问题是相反的项，因此，在下面也可以将“干扰严重性等级”解释为相对于空气质量，并且反之亦然。例如，在特定实施方式中，目标区域可以包括位于建筑的一层或多层、建筑、校园等的一部分上的单个接入点或一

组接入点。在一个实施方式中，可以将目标区域包括在请求中。图 3 图示出了根据请求中所标识的目标区域有条件地执行的一组嵌套的循环操作。例如，如图 3 所示，WLAN 管理服务器 20 可以计算单个接入点的度量。另外，为了计算关于楼层或建筑级的度量，可以单个地计算每个接入点的空气质量度量（例如服务信道或平均空气质量度量），并且随后聚合（例如，平均）与指定目标区域相对应的多个接入点的空气质量度量。如图 4 所示，可以以诸如各个接入点之类的各种概念级来显示度量，并且针对楼层、建筑和校园来聚合度量。

在一种实施方式中，如果目标区域与单个接入点相关联，则 WLAN 管理服务器 20 计算与该接入点相关联的干扰严重性等级度量（306）。在一种实施方式中，如果将干扰设置属性（profiling）用来识别干扰源，则在接入点处收集的信号强度数据可以被传递到位置服务器 22，该服务器可以确定干扰源的位置。计算出的位置可以被呈现在物理空间的地图上，或者以其它方式被提供给网络管理员。

如图 3 所设置的，WLAN 管理服务器 20 可以通过聚合（例如，平均）针对各个接入点计算出的干扰严重性等级，来计算与接入点群组相对应的各个概念级处的空气质量等级。在一种实施方式中，如果目标区域是楼层，则如上所述，WLAN 管理服务器 20 计算楼层上每个接入点的干扰严重性等级度量，并且随后聚合与楼层上所有接入点相关联的干扰等级（308）。为了聚合度量，WLAN 管理服务器 20 可以对针对每个接入点计算出的度量进行平均。在一种实施方式中，目标区域可以包括位于多个楼层或者一层或多层的多个部分上的一组接入点。这样，WLAN 管理服务器 20 聚合所选楼层或所选楼层的一部分上的各个接入点的干扰等级。在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以对楼层上的所有接入点的服务信道的空气质量进行平均。

在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以根据下式来计算给定楼层（m）的服务信道空气质量（SCAQ）：

$$\text{SCAQ}(\text{楼层}_m) = 1/K \times \text{楼层}_m \text{ 中接入点}_k \text{ 的 SCAQ}(\text{接入点}_k) \text{ 之和}$$

其中，K 是楼层上的接入点数目。

在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以根据下式来计算给定楼层 (m) 的平均空气质量 (AAQ)：

$$AAQ(\text{楼层}_m) = 1/K \times \text{楼层}_m \text{ 中接入点}_k \text{ 的 } AAQ(\text{接入点}_k) \text{ 之和}$$

其中，K 是该楼层上的接入点数目。

类似地，在特定实施方式中，如果目标区域是建筑，则 WLAN 管理服务器 20 计算该建筑中每个楼层的空气质量度量，并且随后聚合该建筑的这些空气质量度量 (310)。在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 计算与每个子组（例如，建筑的每个楼层）相关联的空气质量度量，并且随后对较大目标区域（例如，建筑）的这些空气质量度量进行平均。或者，在特定实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以聚合该建筑中所有接入点的空气质量度量。

在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以根据下式来计算给定建筑 (n) 的服务信道空气质量 (SCAQ)：

$$SCAQ(\text{建筑}_n) = 1/M \times \text{建筑}_n \text{ 中的楼层}_m \text{ 的 } SCAQ(\text{楼层}_m) \text{ 之和}$$

其中，M 是该建筑中的楼层数。

在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以根据下式来计算给定建筑 (n) 的平均空气质量 (AAQ)：

$$AAQ(\text{建筑}_n) = 1/M \times \text{建筑}_n \text{ 中楼层}_m \text{ 的 } AAQ(\text{楼层}_m) \text{ 之和}$$

在一种实施方式中，如果目标区域是校园，则 WLAN 管理服务器 20 聚合校园中的空气质量度量 (312)。在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 计算校园中每个建筑的空气质量度量，并且随后聚合针对校园的这些空气质量度量。或者，在特定实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以聚合校园中所有接入点的空气质量度量。此外，可以直接将楼层 AQ 聚合为校园 AQ。

在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以根据下式来计算给定校园 (p) 的服务信道空气质量 (SCAQ)：

$$SCAQ(\text{校园}_p) = 1/N \times \text{校园}_p \text{ 中建筑}_n \text{ 的 } SCAQ(\text{建筑}_n) \text{ 之和}$$

其中，N 是校园中的建筑数。

在一种实施方式中，WLAN 管理服务器 20 可以根据下式来计算给定

校园 (p) 的平均空气质量 (AAQ) :

$AAQ(\text{校园}_p) = 1/N \times \text{校园}_p \text{ 中建筑}_n \text{ 的 } AAQ(\text{建筑}_n) \text{ 之和}$

在一种实施方式中, 上面计算出的这些值可以是比例, 可以通过将比例乘以 100 来将它们转换为百分比。

D. 用于显示空气质量等级的用户界面

图 4 示出了根据一个实施例的示例用户界面。图 4 示出了显示出不同目标区域处的空气质量等级的示例层次树型视图 402, 以及示例目标区域视图 404。在此特定示例中, 树型视图 402 显示了特定校园 (例如, 圣何塞校园)、建筑 (例如, 建筑 14)、楼层 (第二层) 和接入点 (例如, AP1 50a 和 AP2 50b) 处的空气质量等级。在此特定示例中, 特定目标区域视图 404 显示了一楼层 (例如, 第 2 层), 以及该楼层上的接入点 (例如, AP1 50a 和 AP2 50b)。在一种实施方式中, 目标区域视图 404 还可以显示空气质量等级中与树型视图 402 中的那些相对应的一些空气质量等级。在一种实施方式中, 定目标区域视图 404 可以显示干扰源 406a、406b、406c、406d 和 406e。

E. 策略

在一种实施方式中, WLAN 管理服务器 20 可以基于得到的严重性度量或空气质量度量来采用一种或多种策略。这些策略可以包括手动或自动减轻干扰。例如, 如果一个或多个目标区域的一个或多个干扰等级或空气质量超过或低于预定阈值, 则 WLAN 管理服务器 20 可以向管理员通知干扰等级和/或空气质量 (例如, 空气质量低于 60%)。在一种实施方式中, 可以将通知包含在电子邮件中。在另一实施方式中, 通知可以是用户界面上的一种指示 (例如, 对色彩编码的指示符), 例如图 4 的界面。基于该通知, 管理员可以调查潜在的问题区域并且相应地进行响应。在一些实施方式中, WLAN 管理服务器 20 可以自动地重新配置无线网络的各方面。

在特定实施方式中, 触发严重性等级可以基于上述干扰严重性度量中的任何一个或多个。例如, 在一种实施方式中, 触发等级可以基于阈值空气质量等级。在一种实施方式中, 触发等级可以基于特定目标区域 (例如, 建筑的楼层或两侧) 处或特定接入点处的服务信道处的阈值空气质量

等级。例如，如果一楼层的服务信道空气质量度量降到阈值等级之下，则这可以触发 WLAN 管理服务器 20 自动地重新计算该楼层上用于接入点的信道指派，或者向接入点发送消息，以使得它们重新初始化相对于接入点在本地执行的信道指派算法。各种通知和其它策略在专用以及公共 Wi-Fi 部署中是有用的。

已参考特定实施例对本发明进行了说明。例如，虽然本发明的实施例被描述为结合 IEEE 802.11 网络进行操作，然而，还可以结合任何合适的无线网络环境来使用本发明。其它实施例对本领域技术人员是显而易见的。因此，不希望本发明受到上述实施例的限制。

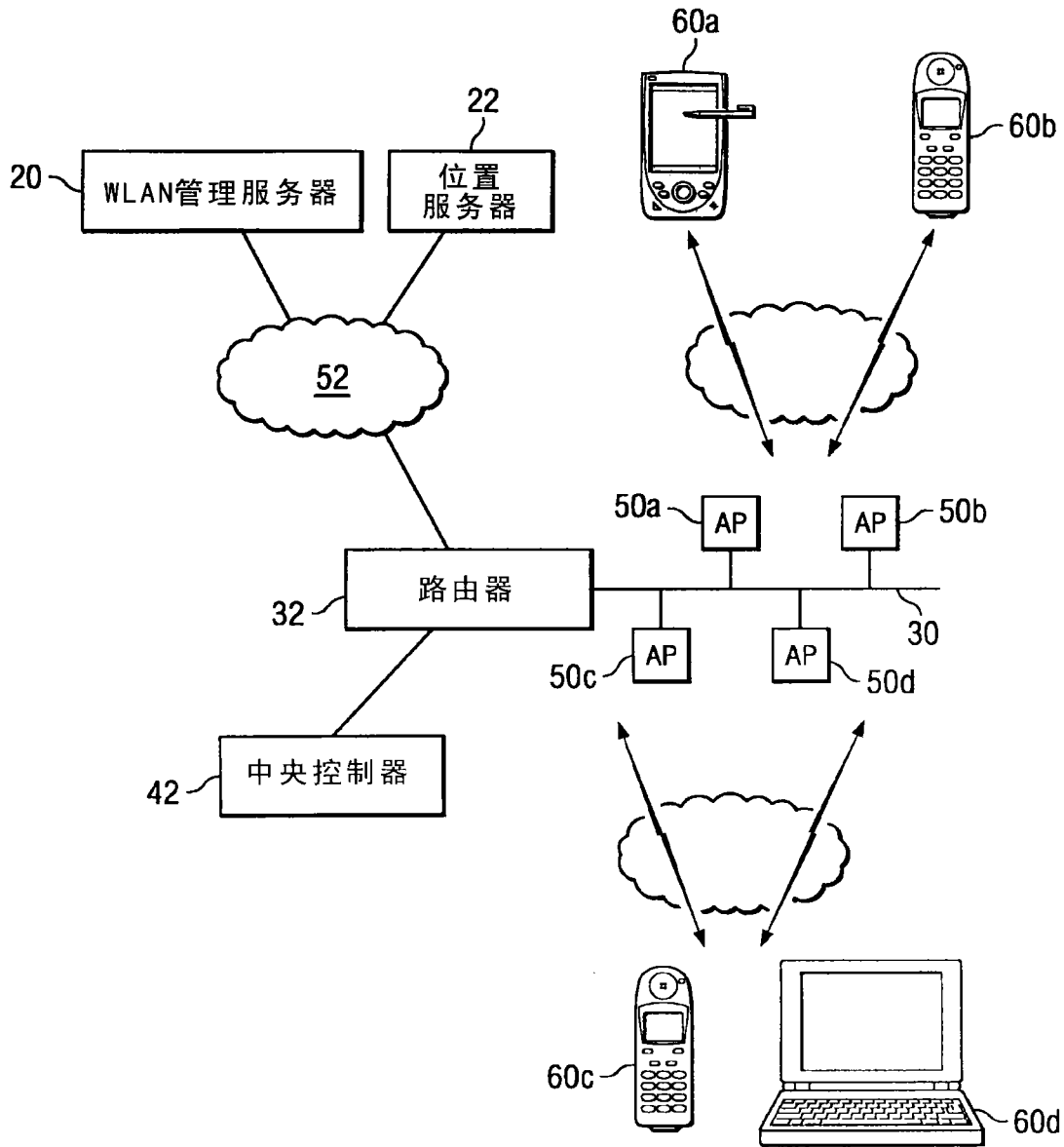


图1

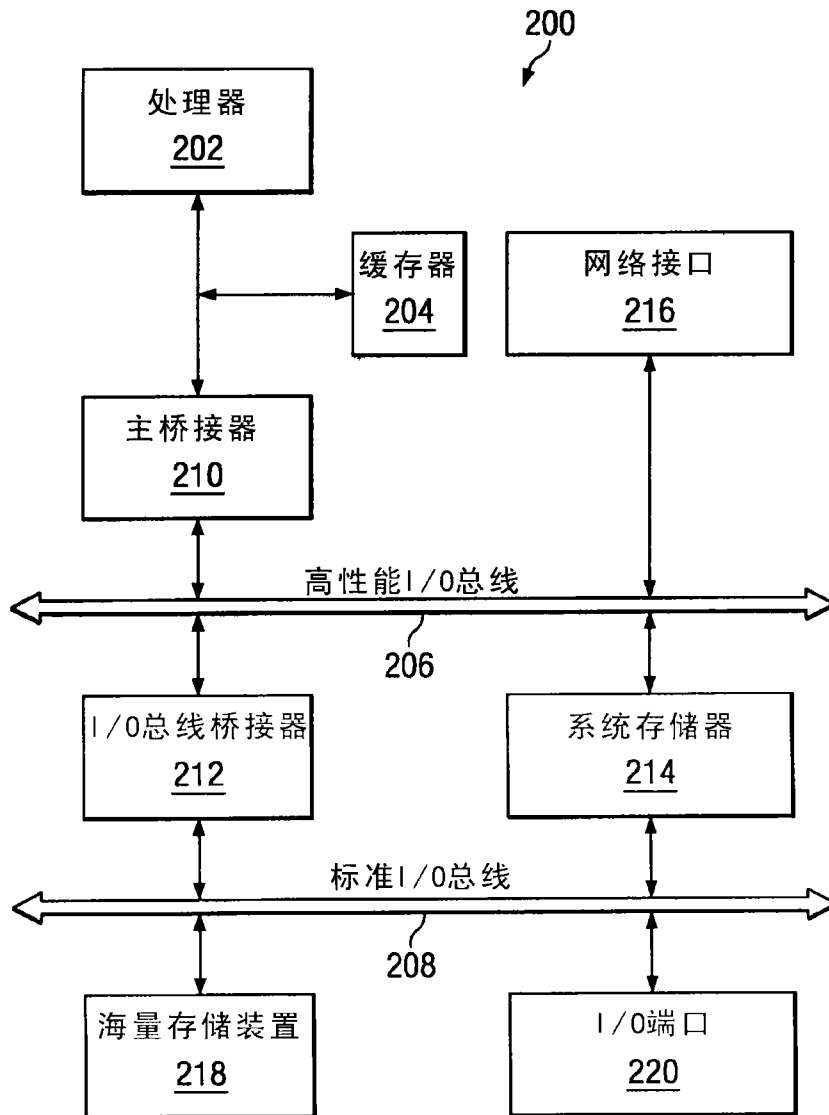


图2

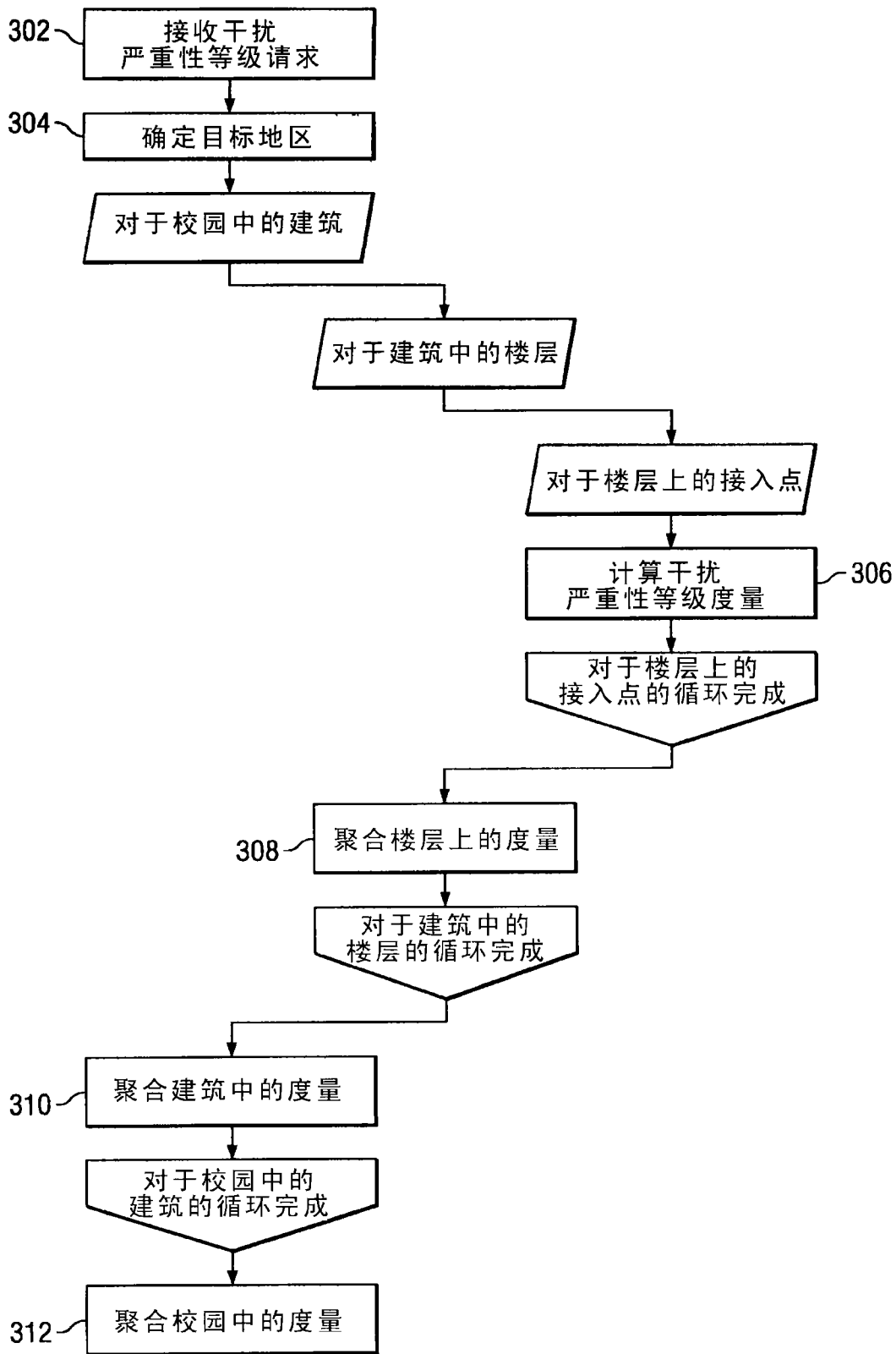


图3

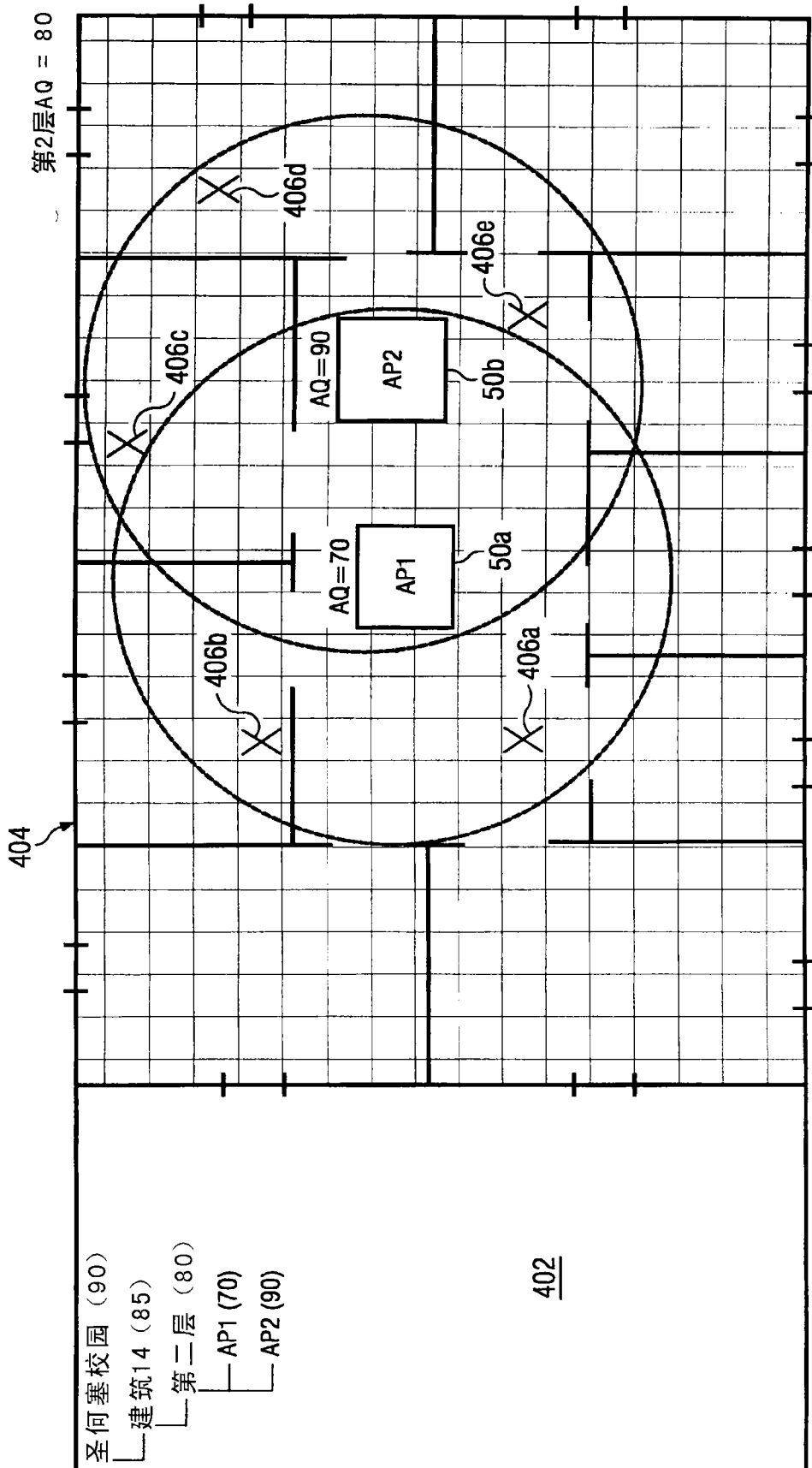


图4