

分配射频资源的方法、装置、设备、系统和存储介质

本申请要求于2019年8月14日提交的申请号为201910750041.5、发明名称为“分配信道、频宽的方法、装置和系统”的中国专利申请、以及2019年9月12日提交的申请号为201910866855.5、发明名称为“分配射频资源的方法、装置、设备、系统和存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及分配射频资源的方法、装置、设备、系统和存储介质。

背景技术

随着终端普及，无线局域网（wireless LAN，WLAN）服务呈现爆发性增长，越来越多部署在移动终端上的企业应用出现，越来越多的关键企业应用转移到了企业WLAN网络上承载，WLAN网络的市场价值高速增长。但由于频谱资源有限(13个信道)，而真实网络部署中每个接入点（access point，AP）的邻居AP数量往往达到20多个，导致AP之间存在同频干扰问题。而干扰又是影响用户体验的首要因素，因此，如何进行全局的AP信道、频宽等射频资源的分配，使得干扰更小、用户速率更高正是各个WLAN厂家的研究重点。

相关技术提供的射频资源的分配方式中，定期的收集网络的拓扑信息（AP之间的接收信号强度指示（received signal strength indicator，RSSI）信息、功率等）。然后根据收集的网络的拓扑信息对AP进行排序，根据排序的结果依次对每个AP进行信道分配，分配的过程是一个组合优化问题，优化目标为某种组合下的RSSI和最小。最后是频宽分配，如果某个AP有空闲的副信道，也即其邻居没有占据它的副信道，则可以为其提升频宽。

然而，由于相关技术在分配射频资源时只考虑了邻居AP RSSI信息，而RSSI信息只能反映可能的干扰，因此，以RSSI相关的指标为优化指标，往往会导致虽然RSSI相关的指标优化的好，但真实的干扰并没有降低，甚至变大。

发明内容

本申请实施例提供了一种分配射频资源的方法、装置、设备、系统和存储介质，降低了整网的真实干扰，提升体验。

第一方面，提供了一种分配射频资源的方法，所述方法包括：获取多个接入点AP的射频信息；对于所述多个AP中的任一AP，根据所述任一AP的射频信息预测所述任一AP在当前时刻之后的目标时长内的负载；根据所述多个AP的负载为所述多个AP分配射频资源，所述射频资源包括频宽和信道中的一种或组合。通过根据AP的射频信息预测AP的负载，基于负载为AP分配射频资源，能够降低整网的干扰，进而提升体验。

在示例性实施例中，所述多个AP中的任一AP的射频信息包括所述任一AP与各邻居AP之间的接收的信号强度指示RSSI的信息、以及所述任一AP的用户使用数据。由于RSSI和用户使用数据能够反映AP的负载情况，因此，通过上报包括RSSI的信息以及用户使用数据的射频信息，使得预测的负载更为准确。

在示例性实施例中,所述任一 AP 的用户使用数据包括所述任一 AP 在数据采集周期内的数据流量。由于数据流量可以用于反映 AP 的负载情况,因此,将数据流量作为射频信息上报之后,据此预测的负载更为准确。

在示例性实施例中,所述任一 AP 的用户使用数据包括所述任一 AP 在数据采集周期内的信道利用率和干扰率。由于通过信道利用率和干扰率可得到数据流量,而数据流量可用于反映 AP 的负载情况,因此,将信道利用率和干扰率作为射频信息,据此预测的负载更为准确。

在示例性实施例中,所述根据所述任一 AP 的射频信息预测所述任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的负载,包括:根据所述任一 AP 的射频信息确定所述任一 AP 的历史负载指标,所述历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标中的一种或组合,所述任一 AP 的第一历史负载指标用于指示所述任一 AP 在数据采集周期内的流量速率中超过参考阈值的流量速率的数量,所述第二历史负载指标用于指示所述任一 AP 在所述数据采集周期内的流量速率均值,所述第一历史负载指标和所述第二历史负载指标用于描述所述任一 AP 的历史负载;根据所述任一 AP 的历史负载指标预测所述任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的预测负载指标,所述预测负载指标包括第一预测负载指标和第二预测负载指标中的一种或组合,所述第一预测负载指标和所述第二预测负载指标用于描述所述任一 AP 的预测负载。由于任一 AP 在数据采集周期内的流量速率中超过参考阈值的流量速率的数量以及任一 AP 在所述数据采集周期内的流量速率均值均可以用于反映 AP 的负载情况,因此,据此预测的负载准确性更高。

在示例性实施例中,所述根据所述任一 AP 的射频信息确定所述任一 AP 的历史负载指标,包括:当所述任一 AP 的历史负载指标包括第一历史负载指标时,根据所述任一 AP 的射频信息按照如下公式确定所述任一 AP 的第一历史负载指标 Count:

$$\text{Count} = \sum I(\text{speed} > \text{threshold});$$

和/或,当所述任一 AP 的历史负载指标包括第二历史负载指标时,根据所述任一 AP 的射频信息按照如下公式确定所述任一 AP 的第二历史负载指标 Load:

$$\text{load} = \frac{1}{m} \sum \text{speed}_n;$$

其中,所述 speed 为所述任一 AP 的流量速率,所述 threshold 为参考阈值,所述 m 为所述数据采集周期内的数据总条数,所述 n 为大于 1 小于 m 的正整数,当 $\text{speed} > \text{threshold}$ 时, I 的值为第一值,当 $\text{speed} \leq \text{threshold}$ 时, I 的值为第二值;其中,如果第一值大于第二值, count 越大,表明负载越大,或者,如果第一值小于第二值, count 越大,表明负载越小。

在示例性实施例中,所述第一值为 1,所述第二值为 0。

在示例性实施例中,所述根据所述多个 AP 的负载为所述多个 AP 分配射频资源,包括:根据所述多个 AP 的第一预测负载指标对所述多个 AP 进行分级排序,同一级别的 AP 按照第二预测负载指标排序,得到所述多个 AP 的排序结果;根据所述多个 AP 的排序结果对所述多个 AP 分配射频资源。通过按照多个 AP 的负载对多个 AP 进行排序,按照排序结果分配射频资源,使得分配的资源更加合理,进而降低干扰。

在示例性实施例中,所述射频资源包括频宽,所述根据所述多个 AP 的排序结果对所述多个 AP 分配射频资源,包括:根据所述多个 AP 的数量、可用信道数据以及部署环境中的一个或多个确定可分配的目标频宽的数量;基于所述目标频宽的数量,按照所述多个 AP 的排序结果为所述多个 AP 分配频宽资源。先根据 AP 的数量、可用信道数据及部署环境等确定可分配的频宽的数量,再按照排序结果进行资源分配,使得分配结果更为准确。

在示例性实施例中,所述射频资源包括信道,所述根据所述多个 AP 的排序结果对所述多

个AP分配射频资源,包括:根据所述多个AP的排序结果为所述多个AP分配初始信道;根据所述多个AP被分配的初始信道计算每个分支的干扰和,每个分支按照所述多个AP分配的初始信道进行组合得到;在计算得到的干扰和中选取最小干扰和,将所述最小干扰和的分支所对应的初始信道作为所述多个AP的信道分配结果。按照最小干扰和分配信道资源,从而可以进一步降低干扰。

在示例性实施例中,所述根据所述多个AP被分配的初始信道计算每个分支的干扰和,包括:对于所述多个AP组合得到的各个分支中的任一分支,根据所述多个AP被分配的初始信道按照如下公式计算所述任一分支的干扰和:

$$\text{所述任一分支的干扰和} = \sum_{i,j} (\text{load}[AP_i] + \text{load}[AP_j]) \delta[AP_i, AP_j] \text{RSSI}[AP_i, AP_j];$$

其中,所述 $\delta[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有信道重叠;所述 $\text{RSSI}[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有邻居关系,所述 i 和 j 用于标识所述任一分支中的不同AP。

在示例性实施例中,信道分配也要考虑到第三方干扰情况,如果检测到网络中存在第三方干扰源,且其干扰严重,则需要规避,那么此时第三方干扰源使用的信道不用于此次信道分配。也就是说,云端分析器检测是否存在第三方干扰源,如果存在,则确定第三方干扰源使用的信道,在为AP分配信道时,不分配该第三方干扰源使用的信道,以降低第三方干扰源对AP的干扰。

在示例性实施例中,所述根据所述多个AP的负载为所述多个AP分配射频资源之后,还包括:获取所述多个AP在本次分配的射频资源下的网络使用情况;将所述多个AP在本次分配的射频资源下的网络使用情况与所述多个AP在本次分配射频资源之前的网络使用情况进行对比评估,得到对比评估的指标,所述对比评估的指标用于反映本次分配的射频资源带来的增益情况。

在示例性实施例中,所述得到对比评估的指标之后,还包括:基于所述对比评估的指标优化分配射频资源时所使用的参数。根据当前分配的射频资源得到对比评估的指标后,据此优化分配射频资源时所使用的参数,使得后续再进行射频资源的分配时,根据优化后的参数进行分配,进一步降低干扰。

第二方面,提供了一种分配射频资源的装置,所述装置包括:

获取模块,用于获取多个接入点AP的射频信息;

预测模块,用于对于所述多个AP中的任一AP,根据所述任一AP的射频信息预测所述任一AP在当前时刻之后的目标时长内的负载;

分配模块,用于根据所述多个AP的负载为所述多个AP分配射频资源,所述射频资源包括频宽和信道中的一种或组合。

在示例性实施例中,所述多个AP中的任一AP的射频信息包括所述任一AP与各邻居AP之间的接收信号强度指示RSSI的信息、以及所述任一AP的用户使用数据。

在示例性实施例中,所述任一AP的用户使用数据包括所述任一AP在数据采集周期内的数据流量。

在示例性实施例中,所述任一AP的用户使用数据包括所述任一AP在数据采集周期内的信道利用率和干扰率。

在示例性实施例中,所述预测模块,用于根据所述任一AP的射频信息确定所述任一AP的历史负载指标,所述历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标中的一种或组合,所述任一AP的第一历史负载指标用于指示所述任一AP在数据采集周期内的流量速率

中超过参考阈值的流量速率的数量, 所述第二历史负载指标用于指示所述任一 AP 在所述数据采集周期内的流量速率均值, 所述第一历史负载指标和所述第二历史负载指标用于描述所述任一 AP 的历史负载;

根据所述任一 AP 的历史负载指标预测所述任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的预测负载指标, 所述预测负载指标包括第一预测负载指标和第二预测负载指标中的一种或组合, 所述第一预测负载指标和所述第二预测负载指标用于描述所述任一 AP 的预测负载。

在示例性实施例中, 所述预测模块, 用于当所述任一 AP 的历史负载指标包括第一历史负载指标时, 根据所述任一 AP 的射频信息按照如下公式确定所述任一 AP 的第一历史负载指标 Count:

$$\text{Count} = \sum I(\text{speed} > \text{threshold});$$

和/或, 当所述任一 AP 的历史负载指标包括第二历史负载指标时, 根据所述任一 AP 的射频信息按照如下公式确定所述任一 AP 的第二历史负载指标 Load:

$$\text{load} = \frac{1}{m} \sum \text{speed}_n;$$

其中, 所述 speed 为所述任一 AP 的流量速率, 所述 threshold 为参考阈值, 所述 m 为所述数据采集周期内的数据总条数, 所述 n 为大于 1 小于 m 的正整数, 当 $\text{speed} > \text{threshold}$ 时, I 的值为第一值, 当 $\text{speed} \leq \text{threshold}$ 时, I 的值为第二值; 其中, 如果第一值大于第二值, count 越大, 表明负载越大, 或者, 如果第一值小于第二值, count 越大, 表明负载越小。

在示例性实施例中, 所述第一值为 1, 所述第二值为 0。

在示例性实施例中, 所述分配模块, 用于根据所述多个 AP 的第一预测负载指标对所述多个 AP 进行分级排序, 同一级别的 AP 按照第二预测负载指标排序, 得到所述多个 AP 的排序结果; 根据所述多个 AP 的排序结果对所述多个 AP 分配射频资源。

在示例性实施例中, 所述射频资源包括频宽, 所述分配模块, 用于根据所述多个 AP 的数量、可用信道数据以及部署环境中的一个或多个确定可分配的目标频宽的数量; 基于所述目标频宽的数量, 按照所述多个 AP 的排序结果为所述多个 AP 分配频宽资源。

在示例性实施例中, 所述射频资源包括信道, 所述分配模块, 用于根据所述多个 AP 的排序结果为所述多个 AP 分配初始信道; 根据所述多个 AP 被分配的初始信道计算每个分支的干扰和, 每个分支按照所述多个 AP 分配的初始信道进行组合得到; 在计算得到的干扰和中选取最小干扰和, 将所述最小干扰和的分支所对应的初始信道作为所述多个 AP 的信道分配结果。

在示例性实施例中, 所述分配模块, 用于对于任一分支, 根据所述多个 AP 被分配的初始信道按照如下公式计算所述任一分支的干扰和:

$$\text{所述任一分支的干扰和} = \sum_{i,j} (\text{load}[AP_i] + \text{load}[AP_j]) \delta[AP_i, AP_j] \text{RSSI}[AP_i, AP_j];$$

其中, 所述 $\delta[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有信道重叠;

所述 $\text{RSSI}[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有邻居关系, 所述 i 和 j 用于标识所述任一分支中的不同 AP。

在示例性实施例中, 所述获取模块, 还用于获取所述多个 AP 在本次分配的射频资源下的网络使用情况; 将所述多个 AP 在本次分配的射频资源下的网络使用情况与所述多个 AP 在本次分配射频资源之前的网络使用情况进行比对评估, 得到对比评估的指标, 所述对比评估的指标用于反映本次分配的射频资源带来的增益情况。

在示例性实施例中, 所述装置, 还包括: 调整模块, 用于基于所述对比评估的指标优化分配射频资源时所使用的参数。

第三方面，提供了一种分配射频资源的系统，所述系统包括多个接入点AP和分析设备；所述多个AP用于上报所述多个AP的射频信息，所述分析设备用于按照如上第一方面任一所述的方法为所述多个AP分配射频资源。

第四方面，本申请提供了一种网络设备，执行第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中的方法。具体地，该网络设备包括用于执行第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中的方法的单元。

第五方面，本申请提供了一种网络设备，该网络设备包括：处理器、网络接口和存储器。网络接口可以是收发器。存储器可以用于存储程序代码，处理器用于调用存储器中的程序代码执行前述第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式，此处不再赘述。

第六方面，本申请提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式所述的方法。

第七方面，本申请提供了一种包括计算机程序指令的计算机程序产品，当该计算机程序产品在网络设备上运行时，使得网络设备执行第一方面或第一方面的任意一种可能的实现方式中提供的方法。

第八方面，本申请提供了一种芯片，包括存储器和处理器，存储器用于存储计算机程序，处理器用于从存储器中调用并运行该计算机程序，以执行上述第一方面及其第一方面任意可能的实现方式中的方法。

可选地，上述芯片仅包括处理器，处理器用于读取并执行存储器中存储的计算机程序，当计算机程序被执行时，处理器执行第一方面或第一方面任意可能的实现方式中的方法。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或背景技术中的技术方案，下面将对本申请实施例或背景技术中所需要使用的附图进行说明。

图1为本申请实施例提供的一种应用场景示意图；

图2为本申请实施例提供的一种分配射频资源的方法交互示意图；

图3为本申请实施例提供的一种AP组合得到的分支结构示意图；

图4为本申请实施例提供的一种分配射频资源的方法流程示意图；

图5为本申请实施例提供的一种分配射频资源的装置结构示意图；

图6为本申请实施例提供的一种分配射频资源的装置结构示意图；

图7为本申请实施例提供的一种分析设备结构示意图。

具体实施方式

下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

本申请实施例提供了一种分配射频资源的方法，该方法基于负载预测进行信道、频宽等射频资源的分配。考虑到真实的干扰来自于RSSI以及用户业务使用情况（后面简称为负载）。所以，本申请首先建立指标描述用户负载，其次根据历史信息对每个AP未来的负载情况进行预测。然后根据每个AP的预测负载进行频宽和信道等射频资源的分配。分配的过程为优化真实干扰，优化目标通过RSSI和负载综合获得。最终分配结果体现为按需分配，重载AP能够优先分配高频宽和干净信道（干净信道指其邻居不与其共用信道或只有少量轻载AP与其共用信

道)。轻载AP分配低频宽,信道可能较为拥挤(拥挤指其需要和其他AP共用信道)。这使得全网真实干扰大幅下降,而用户速率相应也得到相应提升。

本申请实施例提供的技术方案的应用场景如图1所示,该场景包括终端设备、AP设备、控制器(access controller, AC)设备和云端分析器(network cloud engineer)。AP设备和AC设备均为WLAN接入的设备,云端分析器是对网络系统进行分析、控制的系统。AP设备提供无线接入点,终端设备通过WLAN接入AP。AP设备采集用户使用过程的所有数据,如AP的射频信息(用户数、信道利用率、流量等)上报到云端,这部分上报数据可以经过AC转发也可以不经过。云端分析器会定时处理上报上来的数据,根据每个AP历史使用情况,预测出每个AP未来一段时间(如当前时刻之后的目标时长内)的负载,基于负载采用频宽、信道分配算法给每个AP分配相应的频宽和信道等射频资源。之后云端将分配结果下发给AC,而AC则将频宽、信道下发到每个AP上。之后,AP继续上报用户在新的频宽和信道下使用获得的所有数据,云端分析器会对本次信道、频宽分配效果进行对比分析,计算出网络 and 用户的体验指标,即对比评估的指标,如干扰、链路速率、时延和丢包等,其用于向用户呈现信道、频宽分配算法带来增益。另外,对比结果即对比评估的指标也用于超参数的优化,如高频宽AP数量等,比如发现网络的干扰增大很大,则会依据干扰劣化情况相应的降低高频宽AP数量。

如图2所示,基于上述图1所示的应用场景,本申请实施例提供的分配射频资源的方法交互过程可包括如下8步:1、数据采集,获得每个AP的射频信息,例如,该射频信息包括AP与邻居之间的RSSI信息以及用户使用数据,用户使用数据包括但不限于历史数据流量、信道利用率和干扰率等信息;2、负载预测,根据每个AP的历史使用情况,预测出未来一段时间(即当前时刻之后的目标时长内)的负载情况;3、基于预测的负载对每个AP进行排序,负载高的排序在前;4、频宽分配,先对每个AP分配好频宽,示例性地,频宽由每个AP的负载计算得到;5、信道分配,按照AP的顺序以及已经分配的频宽,对所有AP可能的组合进行组合优化,选择分支真实干扰和最小的分支,从而获得每个AP的信道情况;6、将配置下发到AC,AC再将其下发到每个AP;7、每个AP继续将在新分配的频宽、信道等射频资源下的使用数据上报;之后是AP继续向云端上报新的用户使用数据,同步步骤1相同;8、云端会计算出网络 and 用户体验指标如干扰、速率、时延、丢包等,根据这些指标优化参数,如高频宽AP的数量等。

接下来,结合图2所示的过程,对上述每个过程详细说明如下:

1、数据采集:数据采集用于采集AP的射频信息。示例性地,AP的射频信息包括该AP与该AP的各邻居AP之间的RSSI信息以及用户使用数据,用户使用数据包括但不限于AP在数据采集周期内的数据流量;或者,用户使用数据包括AP在数据采集周期内的数据流量、信道利用率和干扰率;或者,用户使用数据包括AP在数据采集周期内的信道利用率和干扰率;或者,用户使用数据包括AP在数据采集周期内的数据流量和信道利用率;或者,用户使用数据包括AP在数据采集周期内的数据流量和干扰率。本申请实施例不对射频信息的具体内容进行限定,也不对用户使用数据的具体内容进行限定,在示例性实施例中,AP可按照数据采集周期进行数据测量,将测量之后的射频信息通过AC上报至云端分析器,或者,AP直接上报至云端分析器。

例如,每个AP按照数据采集周期(比如10s)上报的射频信息包括数据流量、信道利用率、干扰率等原始数据。以网络中的多个AP包括AP₁、AP₂和AP₃为例,RSSI信息的数据格式可以如下面的表2.1所示:

表2.1 AP RSSI信息

AP 名称 (Name)	AP ₁	AP ₂	AP ₃
AP ₁		-55	
AP ₂	-55		-60
AP ₃		-60	

从上述表2.1不难看出, AP₁与AP₂为邻居, AP₁与AP₂之间的RSSI为-55。AP₂和AP₃为邻居, AP₂和AP₃之间的RSSI为-60。此外, AP₁、AP₂和AP₃的用户使用数据如下面的表2.2所示。

表2.2 AP 用户使用数据

AP Name	时间戳 (timestamp)	流量速率 (Speed)	干扰率
AP ₁	2019-08-01 00:00:00	1.5	5
AP ₂	2019-08-01 00:00:10	6.2	8
AP ₃	2019-08-01 01:00:00	4.3	13

2、负载预测：负载预测的功能是根据每个AP的历史负载情况（如数周或数月的数据）分析每个AP的使用规律，根据此规律预测出未来一段时间（如当前时刻之后的目标时长内）每个AP的负载情况。该过程由云端分析器执行，给定一段时间（即当前时刻之后的目标时长），云端分析器基于获取的原始数据为数据采集周期的流量等信息对每个AP的负载进行预测。其中，当前时刻为预测负载的时刻，例如，以目标时长为10分钟，当前时刻为10:00:00为例，则预测AP在10:00:00-10:10:00内的负载。具体可以周期性进行负载预测，本申请实施例不对预测的周期长度进行限定。例如，每10分钟预测一次负载，则在每个周期的开始时刻预测该周期内的负载。其中，周期的开始时刻即为当前时刻，周期长度即为目标时长。

在示例性实施例中，本申请实施例采用第一历史负载指标 Count 和第二历史负载指标 Load 来描述负载，示例性地，根据任一 AP 的射频信息预测任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的负载，包括：根据任一 AP 的射频信息确定任一 AP 的历史负载指标，该历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标中的一种或组合；根据任一 AP 的历史负载指标预测任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的预测负载指标，该预测负载指标包括第一预测负载指标和第二预测负载指标中的一种或组合。

其中，任一 AP 的第一历史负载指标用于指示任一 AP 在数据采集周期内的流量速率中超过参考阈值的流量速率的数量，第二历史负载指标用于指示任一 AP 在数据采集周期内的流量速率均值；第一历史负载指标和第二历史负载指标用于描述任一 AP 的历史负载，第一预测负载指标和第二预测负载指标用于描述任一 AP 的预测负载。关于目标时长，本申请实施例不加以限定，可基于经验或者基于应用场景进行设置，也可以基于分配情况适当调整。

示例性地，根据任一 AP 的射频信息确定任一 AP 的历史负载指标，包括：当任一 AP 的历史负载指标包括第一历史负载指标时，根据任一 AP 的射频信息按照如下公式确定任一 AP 的第一历史负载指标 Count：

$$\text{Count} = \sum I(\text{speed} > \text{threshold});$$

其中，speed 为 AP 的流量速率，threshold 为参考阈值，可以是一个固定阈值：超过此阈值表明此时 AP 重度使用，当 $\text{speed} > \text{threshold}$ 时，I 的值为第一值，当 $\text{speed} \leq \text{threshold}$ 时，I 的值为第二值；其中，如果第一值大于第二值，count 越大，表明负载越大，或者，如果第一值小于第二值，count 越大，表明负载越小。例如，第一值可以为 1，第二值可以为 0。例如，如果数据采集周期内有 6 个流量速率，其中 3 个超过参考阈值，则 Count 的值为 3。

由于 Count 的值用于指示数据采集周期内超过参考阈值的流量速率的数量，每个 AP 采用相同的标准计算 Count 的值，通过 Count 的值来反应每个 AP 的负载情况。示例性地，按照超过参考阈值的流量速率的数量来确定 Count 的值时，第一值为 1，第二值为 0，AP 的 Count 的值越大，表明该 AP 的负载越重。此外，按照超过参考阈值的流量速率的数量来确定 Count 的值时，除了第一值为 1，第二值为 0 之外，第一值和第二值还可以为其他值。例如，第一值为 2，第二值为 0，则每有一个流量速率超过参考阈值，则 AP 的 Count 的值增加 2，Count 的值仍然能够指示数据采集周期内超过参考阈值的流量速率的数量。

在示例性实施例中，除了按照超过参考阈值的流量速率的数量来确定 Count 的值，还可以按照未超过参考阈值的流量速率的数量来确定 Count 的值，则该种情况下，第一值为 0，第二值为 1，AP 的 Count 的值越小，表明该 AP 的负载越重，该 Count 的值同样能够反映 AP 的负载情况。

需要说明的是，当射频信息中的用户使用数据包括流量速率时，可以直接根据用户使用数据中的流量速率来计算第一历史负载指标 Count。当射频信息中的用户使用数据不包括流量速率，包括信道利用率和干扰率时，可以基于信道利用率和干扰率计算出流量速率。例如， $\text{speed} = (\text{信道利用率} - \text{干扰率}) / \text{周期}$ 。另外，speed 的获取方式不同，threshold 的值也可以随之调整。

对于多个 AP 中的任一 AP，当任一 AP 的历史负载指标包括第二历史负载指标时，根据任一 AP 的射频信息按照如下公式确定任一 AP 的第二历史负载指标 Load：

$$\text{load} = \frac{1}{m} \sum \text{speed}_n;$$

其中，m 表示当前时间段内即数据采集周期内的数据总条数，n 为大于 1 小于 m 的正整数。

确定历史负载指标后，首先对历史数据进行处理，获得这两个指标的统计值，统计周期可以指定，假设为 30min（分钟）。那么以历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标为例，每个 AP 的历史数据格式可以为如下表 2.3 所示：

表 2.3 每个 AP 的历史负载信息表

AP Name	timestamp	Count	Load
AP ₁	2019-08-01 00:00:00	15	5 兆比特每秒 (Mbps)
AP ₂	2019-08-01 00:30:00	20	10Mbps
AP ₃	2019-08-01 01:00:00	10	8Mbps

处理好每个 AP 的历史数据后，对每个 AP 的负载进行预测，预测算法则会分析每个 AP 历史数据出现的规律，如趋势性、周期性和波动性。例如，预测算法可以采用梯度提升树 (gradient boosting decision tree, GBDT)、长短期记忆网络 (long-short term memory, LSTM) 等算法，算法的数据特征和超参需要根据具体 AP 进行调整。最后，会获得每个 AP 未来一段时间（即当前时刻之后的目标时长内）的负载信息。

需要说明的是，历史负载指标可以仅包括第一历史负载指标，或者，历史负载指标可以

仅包括第二历史负载指标,或者,历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标。当历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标时,可以分别采用上述第一历史负载指标的确定方式来确定第一历史负载指标,以及采用上述第二历史负载指标的确定方式来确定第二历史负载指标。

另外,由于任一AP的历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标中的一种或组合,因此,根据任一AP的历史负载指标预测任一AP在当前时刻之后的目标时长内的预测负载指标时,如果任一AP的历史负载指标仅包括第一历史负载指标,则根据任一AP的第一历史负载指标预测任一AP的第一预测负载指标;如果任一AP的历史负载指标仅包括第二历史负载指标,则根据任一AP的第二历史负载指标预测任一AP的第二预测负载指标;如果任一AP的历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标,则根据任一AP的第一历史负载指标预测任一AP的第一预测负载指标,根据任一AP的第二历史负载指标预测任一AP的第二预测负载指标。

以每个AP的历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标为例,每个AP的预测负载如下面表2.4所示。

表2.4 每个AP未来一段时间的预测负载表

AP Name	Count	Load
AP ₁	5	5Mbps
AP ₂	12	10Mbps
AP ₃	15	8Mbps

3、AP排序: AP排序的功能为根据上一步预测出的负载给AP进行排序,高负载在前。示例性地,如果预测负载指标仅包括第一预测负载指标,则按照第一预测负载指标对多个AP进行排序;如果预测负载指标仅包括第二预测负载指标,则按照第二预测负载指标对多个AP进行排序;如果预测负载指标包括第一预测负载指标和第二预测负载指标,则根据多个AP的第一预测负载指标对多个AP进行分级排序,同一级别的AP按照第二预测负载指标排序,得到多个AP的排序结果。例如,排序规则为先对Count进行分级,按照分级排序,高分级在前,分级相同时排序Load,高load在前。关于分级的标准,本申请实施例不进行限定,可基于经验或应用场景进行设置。例如,当前分级为0-10为一级,10-20为一级,按照Count排序的结果为AP₃、AP₂、AP₁,按照分级,由于0-10为一级,10-20为一级,则AP₃和AP₂为同级,将AP₃和AP₂再按照load排序,则AP₂在前,AP₃在后。因此,排序结果为如下表2.5所示:

表2.5 排序后的AP表

AP Name	Count	Load
AP ₂	12	10Mbps
AP ₃	15	8Mbps
AP ₁	5	5Mbps

需要说明的是,除了采用高分级在前,低分级在后的方式对AP进行排序外,还可以按照低分级在前,高分级在后的方式对AP进行排序,本申请实施例不对排序方式进行限定。针对低分级在前,高分级在后的方式,后续进行射频分配时,可从后往前分配,即仍然按照高分级先分配,低分级后分配的方式。

4、频宽分配: 根据多个AP的排序结果对多个AP分配射频资源。在示例性实施例中,射频资源包括频宽,根据多个AP的排序结果对多个AP分配射频资源,包括:根据多个AP的数

量、可用信道数据以及部署环境中的一个或多个确定可分配的目标频宽的数量；基于目标频宽的数量，按照多个AP的排序结果为多个AP分配频宽资源。

示例性地，以可分配的目标频宽为40Mhz和20Mhz为例，根据当前AP数量、可用信道数据以及部署环境是否高密等分别确定40Mhz和20Mhz AP的数量，然后按照AP顺序给其分配频宽。其中，部署环境是否高密可以通过单位面积内的AP数量来确定。例如，单位面积内的AP数量超过数量阈值，则表明部署环境属于高密，单位面积内的AP的数量未超过数量阈值，则表明部署环境不属于高密。

示例性地，针对排序在前的AP级别更高，排序靠后的AP的级别更低的排序方式，排序在前的AP分配高频宽，而靠后的分配低频宽。针对排序在前的AP级别更低，排序靠后的AP的级别更高的排序方式，排序在前的AP分配低频宽，而靠后的分配高频宽。以确定的结果为：40Mhz频宽的AP数量为1，20Mhz的频宽数量为2为例，则针对上述表2.5所示的排序结果，频宽分配结果如下面表2.6所示：

表2.6 每个AP的频宽分配表

AP Name	Count	Load	Bandwidth
AP ₂	12	10Mbps	40Mhz
AP ₃	15	8Mbps	20Mhz
AP ₁	5	5Mbps	20Mhz

5、信道分配：信道分配的功能则是基于前述几步的结果，包括邻居Rssi信息，负载预测情况，以及排序和分配的频宽，进行信道分配。在示例性实施例中，根据多个AP的排序结果对多个AP分配射频资源。按照AP顺序依次分配信道，信道数量要与频宽匹配。

示例性地，根据多个AP的排序结果为多个AP分配初始信道；根据多个AP被分配的初始信道计算每个分支的干扰和，每个分支按照多个AP分配的初始信道进行组合得到；在计算得到的干扰和中选取最小干扰和，将最小干扰和的分支所对应的初始信道作为多个AP的信道分配结果。其中，每个AP可以根据频宽被分配一个或多个初始信道。例如，以图3为例，AP₂按照频宽被分配2个初始信道，这2个初始信道可以为信道36和信道40，信道40和信道44等。AP₃按照频宽被分配1个初始信道，这1个初始信道为信道36，信道40，信道44等。AP₁按照频宽被分配1个初始信道，这1个初始信道为信道36，信道40，信道44等。则按照每个AP被分配的初始信道进行组合，每个组合对应一个分支。例如，图3中无箭头实线所指示的分支即为按照AP₂被分配的初始信道为信道36和信道40、AP₃被分配的初始信道为信道36和AP₁被分配的初始信道为信道44进行组合之后得到的。之后，通过组合优化算法，找出某种组合下真实干扰和最小，此组合对应的信道情况则为每个AP最终使用的信道。组合优化算法具体详细逻辑如下：

对于任一分支，根据多个AP被分配的初始信道按照如下公式计算任一分支的干扰和，每一条分支都会计算如下指标：

$$\text{任一分支的干扰和} = \sum_{i,j} (\text{load}[AP_i] + \text{load}[AP_j]) \delta[AP_i, AP_j] \text{RSSI}[AP_i, AP_j];$$

其中， $\delta[AP_i, AP_j]$ 表明AP_i和AP_j是否有信道重叠；

$\text{RSSI}[AP_i, AP_j]$ 表明AP_i和AP_j是否有邻居关系，i和j用于标识任一分支中的不同AP。

结合上述表2.6，以图3中无箭头实线所示的分支为例，图3中的36、40、44分别代表不同的信道。针对无箭头实线所示的分支，计算获得的该分支的干扰和为：

$$(\text{load}[AP_2] + \text{load}[AP_3]) \delta[AP_2, AP_3] \text{RSSI}[AP_2, AP_3]$$

$$\begin{aligned}
& + (load[AP_2] + load[AP_1])\delta[AP_2, AP_1]RSSI[AP_2, AP_1] \\
& + (load[AP_3] + load[AP_1])\delta[AP_3, AP_1]RSSI[AP_3, AP_1] \\
& = (10+8)\times 1\times 1 + (10+5)\times 0\times 1 + (8+5)\times 0\times 0 = 18。
\end{aligned}$$

其中，AP₂的Load=10，AP₃的Load=8，AP₁的Load=5，从图3中可以看出，AP₂的信道为36和40，AP₃的信道为36，AP₂和AP₃之间有信道重叠，如信道36，AP₂和AP₃有邻居关系，因而 $load[AP_2] + load[AP_3]=10+8$ ， $\delta[AP_2, AP_3]=1$ ， $RSSI[AP_2, AP_3]=1$ 。从图3中可以看出，AP₂的信道为36和40，AP₁的信道为44，AP₃和AP₁之间没有信道重叠，AP₂和AP₁有邻居关系，因而 $load[AP_2] + load[AP_1]=10+5$ ， $\delta[AP_2, AP_1]=0$ ， $RSSI[AP_2, AP_1]=1$ 。从图3中可以看出，AP₃的信道为36，AP₁的信道为44，AP₃和AP₁之间没有信道重叠，AP₁和AP₃也没有邻居关系，因而 $load[AP_3] + load[AP_1]=8+5$ ， $\delta[AP_3, AP_1]=0$ ， $RSSI[AP_3, AP_1]=0$ 。

基于上述对图3中所示的分支进行的干扰和的计算方式，对每条分支都会进行如上计算，最终取干扰和最小的那条分支所对应的信道作为信道分配结果。例如，如果干扰和最小的分支中，为AP₂分配信道36，为AP₃分配信道44，为AP₁分配信道52（图3中未示出）。

需要说明的是，信道分配也要考虑到第三方干扰情况，如果检测到网络中存在第三方干扰源，且其干扰严重，则需要规避，那么此时第三方干扰源使用的信道不用于此次信道分配。也就是说，云端分析器检测是否存在第三方干扰源，如果存在，则确定第三方干扰源使用的信道，在为AP分配信道时，不分配该第三方干扰源使用的信道，以降低第三方干扰源对AP的干扰。

6、配置下发：获得每个AP的信道和频宽等射频资源后，云端分析器将此分配结果下发给AC，AC再将其下发到每个AP。示例性地，下发的数据样式可以为如下表2.7所示：

表2.7 AP信道、频宽配置表

AP Name	Channel	Bandwidth
AP ₂	36	40Mhz
AP ₃	44	20Mhz
AP ₁	52	20Mhz

7、数据采集：同步骤1，此处以新分配的射频资源进行数据采集。

8、体验评估及超参优化：云端分析器采集到在新的信道和频宽下用户的网络使用情况后，会对网络 and 用户体验进行对比评估，对比评估的指标包括干扰、链路速率、时延和丢包等，该对比评估的指标用于向用户直观反映此次信道和频宽分配带来的增益情况。例如，评估指标及增益情况如下面的表2.8所示：

表2.8 对比评估表

	干扰	链路速率	时延	丢包
前周期	12	120	75	20
本周期	10	150	45	5
增益(%)	-16%	25%	-40%	-75%

其中，增益=（本周期-前周期）/前周期 ×100。以链路速率为例，本周期的链路速率为150，前周期的链路速率为120，则链路速率的增益=（150-120）/120×100=25%。

另外，对比结果也用于超参数的优化，示例性地，基于对比评估的指标优化分配射频资源时所使用的参数。例如高频宽 AP 的数量，计算 Count 所使用的参考阈值 threshold 等，比

如发现网络的干扰增大很大,则会依据干扰劣化情况相应的降低高频宽 AP 数量。因此,根据当前分配的射频资源得到对比评估的指标后,据此优化分配射频资源时所使用的参数,使得后续再进行射频资源的分配时,根据优化后的参数进行分配,可以进一步降低干扰。

结合图2所示的分配射频资源的过程,以网络设备,例如云端分析器为例,对分配射频资源的方法进行详细说明,参见图4,该方法包括如下过程:

401, 获取多个接入点 AP 的射频信息。

在示例性实施例中,多个 AP 中的任一 AP 的射频信息包括任一 AP 与各邻居 AP 之间的接收的信号强度指示 RSSI 的信息、以及任一 AP 的用户使用数据。

示例性地,任一 AP 的用户使用数据包括任一 AP 在数据采集周期内的数据流量。

示例性地,任一 AP 的用户使用数据包括任一 AP 在数据采集周期内的信道利用率和干扰率。或者,任一 AP 的用户使用数据包括任一 AP 在数据采集周期内的数据流量、信道利用率和干扰率。

402, 对于多个 AP 中的任一 AP, 根据任一 AP 的射频信息预测任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的负载。

在示例性实施例中,根据任一 AP 的射频信息预测任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的负载,包括:根据任一 AP 的射频信息确定任一 AP 的历史负载指标,该历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标中的一种或组合,任一 AP 的第一历史负载指标用于指示任一 AP 在数据采集周期内的流量速率中超过参考阈值的流量速率的数量,第二历史负载指标用于指示任一 AP 在数据采集周期内的流量速率均值,第一历史负载指标和第二历史负载指标用于描述任一 AP 的历史负载;根据任一 AP 的历史负载指标预测任一 AP 在当前时刻之后的目标时长内的预测负载指标,该预测负载指标包括第一预测负载指标和第二预测负载指标,第一预测负载指标和第二预测负载指标用于描述任一 AP 的预测负载。

示例性地,根据任一 AP 的射频信息确定任一 AP 的第一历史负载指标和第二历史负载指标,包括:当任一 AP 的历史负载指标包括第一历史负载指标时,根据任一 AP 的射频信息按照如下公式确定任一 AP 的第一历史负载指标 Count:

$$\text{Count} = \sum I(\text{speed} > \text{threshold});$$

和/或,当任一 AP 的历史负载指标包括第二历史负载指标时,根据任一 AP 的射频信息按照如下公式确定任一 AP 的第二历史负载指标 Load:

$$\text{load} = \frac{1}{m} \sum \text{speed}_n;$$

其中, speed 为任一 AP 的流量速率, threshold 为参考阈值, m 为数据采集周期内的数据总条数, n 为大于 1 小于 m 的正整数,当 $\text{speed} > \text{threshold}$ 时, I 的值为第一值,当 $\text{speed} \leq \text{threshold}$ 时, I 的值为第二值;其中,如果第一值大于第二值, count 越大,表明负载越大,或者,如果第一值小于第二值, count 越大,表明负载越小。

示例性地,第一值为 1, 所述第二值为 0。

403, 根据多个 AP 的负载为多个 AP 分配射频资源, 射频资源包括频宽和信道中的一种或组合。

在示例性实施例中,根据多个 AP 的负载为多个 AP 分配射频资源,包括:根据多个 AP 的第一预测负载指标对多个 AP 进行分级排序,同一级别的 AP 按照第二预测负载指标排序,得到多个 AP 的排序结果;根据多个 AP 的排序结果对多个 AP 分配射频资源。

示例性地,射频资源包括频宽,根据多个 AP 的排序结果对多个 AP 分配射频资源,包括:

根据多个AP的数量、可用信道数据以及部署环境中的一个或多个确定可分配的目标频宽的数量；基于目标频宽的数量，按照多个AP的排序结果为多个AP分配频宽资源。

示例性地，射频资源包括信道，根据多个AP的排序结果对多个AP分配射频资源，包括：根据多个AP的排序结果为多个AP分配初始信道；根据多个AP被分配的初始信道计算每个分支的干扰和，每个分支按照多个AP分配的初始信道进行组合得到；在计算得到的干扰和中选取最小干扰和，将最小干扰和的分支所对应的初始信道作为多个AP的信道分配结果。

示例性地，根据多个AP被分配的初始信道计算每个分支的干扰和，包括：对于任一分支，根据多个AP被分配的初始信道按照如下公式计算任一分支的干扰和：

$$\text{任一分支的干扰和} = \sum_{i,j} (\text{load}[AP_i] + \text{load}[AP_j]) \delta[AP_i, AP_j] \text{RSSI}[AP_i, AP_j];$$

其中， $\delta[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有信道重叠； $\text{RSSI}[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有邻居关系， i 和 j 用于标识任一分支中的不同AP。

在示例性实施例中，根据多个AP的负载为多个AP分配射频资源之后，还包括：获取多个AP在本次分配的射频资源下的网络使用情况；将多个AP在本次分配的射频资源下的网络使用情况与多个AP在本次分配射频资源之前的网络使用情况进行对比评估，得到对比评估的指标，对比评估的指标用于反映本次分配的射频资源带来的增益情况。

示例性地，得到对比评估的指标之后，还包括：基于对比评估的指标优化分配射频资源时所使用的参数。

需要说明的是，图4所示实施例中各个步骤的实现方式可参考上述图2中各个步骤的说明，此处不再一一赘述。

本申请实施例提供的方法，通过根据AP的射频信息预测AP在当前时刻之后的目标时长内的负载情况，根据预测负载分配信道和频宽等射频资源，使得重载AP优先分配干净信道，保证其能具有高频宽，避免和其他重载AP同频，从而大幅降低干扰。

本申请实施例提供了一种分配射频资源的装置，参见图5，该装置包括：

获取模块501，用于获取多个接入点AP的射频信息；

预测模块502，用于对于多个AP中的任一AP，根据任一AP的射频信息预测任一AP在当前时刻之后的目标时长内的负载；

分配模块503，用于根据多个AP的负载为多个AP分配射频资源，射频资源包括频宽和信道中的一种或组合。

在示例性实施例中，多个AP中的任一AP的射频信息包括任一AP与各邻居AP之间的接收的信号强度指示RSSI的信息、以及任一AP的用户使用数据。

在示例性实施例中，任一AP的用户使用数据包括任一AP在数据采集周期内的数据流量。

在示例性实施例中，任一AP的用户使用数据包括任一AP在数据采集周期内的信道利用率和干扰率。

在示例性实施例中，预测模块502，用于根据任一AP的射频信息确定任一AP的历史负载指标，该历史负载指标包括第一历史负载指标和第二历史负载指标中的一种或组合，任一AP的第一历史负载指标用于指示任一AP在数据采集周期内的流量速率中超过参考阈值的流量速率的数量，第二历史负载指标用于指示任一AP在数据采集周期内的流量速率均值，第一历史负载指标和第二历史负载指标用于描述任一AP的历史负载；

根据任一AP的历史负载指标预测任一AP在当前时刻之后的目标时长内的预测负载指标，该预测负载指标包括第一预测负载指标和第二预测负载指标中的一种或组合，第一预测负载

指标和第二预测负载指标用于描述任一 AP 的预测负载。

在示例性实施例中, 预测模块 502, 用于根据任一 AP 的射频信息按照如下公式确定任一 AP 的第一历史负载指标 Count:

$$\text{Count} = \sum I(\text{speed} > \text{threshold});$$

根据任一 AP 的射频信息按照如下公式确定任一 AP 的第二历史负载指标 Load:

$$\text{load} = \frac{1}{m} \sum \text{speed}_n;$$

其中, speed 为任一 AP 的流量速率, threshold 为参考阈值, m 为数据采集周期内的数据总条数, n 为大于 1 小于 m 的正整数, 当 speed > threshold 时, I 的值为第一值, 当 speed ≤ threshold 时, I 的值为第二值; 其中, 如果第一值大于第二值, count 越大, 表明负载越大, 或者, 如果第一值小于第二值, count 越大, 表明负载越小。

示例性地, 第一值为 1, 所述第二值为 0。

在示例性实施例中, 分配模块 503, 用于根据多个 AP 的第一预测负载指标对多个 AP 进行分级排序, 同一级别的 AP 按照第二预测负载指标排序, 得到多个 AP 的排序结果; 根据多个 AP 的排序结果对多个 AP 分配射频资源。

在示例性实施例中, 射频资源包括频宽, 分配模块 503, 用于根据多个 AP 的数量、可用信道数据以及部署环境中的一个或多个确定可分配的目标频宽的数量; 基于目标频宽的数量, 按照多个 AP 的排序结果为多个 AP 分配频宽资源。

在示例性实施例中, 射频资源包括信道, 分配模块 503, 用于根据多个 AP 的排序结果为多个 AP 分配初始信道; 根据多个 AP 被分配的初始信道计算每个分支的干扰和, 每个分支按照多个 AP 分配的初始信道进行组合得到; 在计算得到的干扰和中选取最小干扰和, 将最小干扰和的分支所对应的初始信道作为多个 AP 的信道分配结果。

在示例性实施例中, 分配模块 503, 用于任一分支, 根据多个 AP 被分配的初始信道按照如下公式计算任一分支的干扰和:

$$\text{任一分支的干扰和} = \sum_{i,j} (\text{load}[AP_i] + \text{load}[AP_j]) \delta[AP_i, AP_j] \text{RSSI}[AP_i, AP_j];$$

其中, $\delta[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有信道重叠;

$\text{RSSI}[AP_i, AP_j]$ 表明 AP_i 和 AP_j 是否有邻居关系, i 和 j 用于标识任一分支中的不同 AP。

在示例性实施例中, 获取模块 501, 还用于获取多个 AP 在本次分配的射频资源下的网络使用情况; 将多个 AP 在本次分配的射频资源下的网络使用情况与多个 AP 在本次分配射频资源之前的网络使用情况进行对比评估, 得到对比评估的指标, 对比评估的指标用于反映本次分配的射频资源带来的增益情况。

在示例性实施例中, 参见图 6, 该装置, 还包括:

调整模块 504, 用于基于对比评估的指标优化分配射频资源时所使用的参数。

本申请实施例提供的装置, 通过根据 AP 的射频信息预测 AP 在当前时刻之后的目标时长内的负载情况, 根据预测负载分配信道和频宽等射频资源, 使得重载 AP 优先分配干净信道, 保证其能具有高频宽, 避免和其他重载 AP 同频, 从而大幅降低干扰。

应理解的是, 上述图 5 和图 6 提供的装置在实现其功能时, 仅以上述各功能模块的划分进行举例说明, 实际应用中, 可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成, 即将设备的内部结构划分成不同的功能模块, 以完成以上描述的全部或者部分功能。另外, 上述实施例提供的装置与方法实施例属于同一构思, 其具体实现过程详见方法实施例, 这里不再赘

述。

本申请还提供了一种分析设备 1000，该分析设备 1000 用于执行上述方法，具体可以是图 1 所示的云端分析器。如图 7 所示，分析设备 1000 包括处理器 1010 和多个通信接口 1020。

处理器 1010，用于实施本申请上述方法实施例中的云端分析器执行的操作，其中，在与其它设备通信时通过通信接口 1020 与其它设备通信。处理器 1010 具体可以是中央处理器（central processing unit, CPU），或者是特定集成电路（Application Specific Integrated Circuit, ASIC），或者是被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路。

如图 7 所示，分析设备 1000 还可以包括存储器 1030。处理器 1010 和存储器 1030 之间可以通过总线完成相互间的通信。存储器 1030，用于存放计算机操作指令，具体可以是高速随机存取存储器（Random Access Memory, RAM），也可以是非易失性存储器（non-volatile memory）。处理器 1010 具体可以执行存储器 1030 中存放的计算机操作指令，通过执行所述计算机操作指令使得分析设备 1000 执行上述方法中云端分析器所执行的操作。

还提供了一种计算机可读存储介质，存储介质中存储有至少一条指令，指令由处理器加载并执行以实现如上任一所述的分配射频资源的方法。

本申请提供了一种计算机程序，当计算机程序被计算机执行时，可以使得处理器或计算机执行上述方法实施例中对应的各个操作和/或流程。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线）或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质，（例如，软盘、存储盘、磁带）、光介质（例如，DVD）、或者半导体介质（例如固态存储盘 Solid State Disk (SSD)）等。

本申请实施例中提到的“第一”只是用来做名字标识，并不代表顺序上的第一。该规则同样适用于“第二”和“第三”等。

以上所述仅为本申请的实施例，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。