

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

H04W 24/00 (2009.01)

H04B 17/00 (2006.01)

H04L 12/26 (2006.01)

[21] 申请号 200810136147.8

[43] 公开日 2010年1月13日

[11] 公开号 CN 101626585A

[22] 申请日 2008.7.10

[21] 申请号 200810136147.8

[71] 申请人 日电(中国)有限公司

地址 100007 北京市东城区东四十条甲22号
南新仓国际大厦B栋12层1222室

[72] 发明人 刘永强 罗彦林 陈松杰 王刚

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王波波

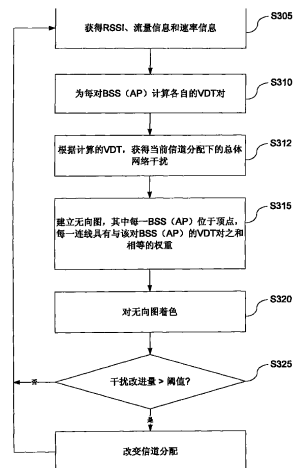
权利要求书7页 说明书20页 附图5页

[54] 发明名称

无线网络的网络干扰评估方法、动态信道分配方法和设备

[57] 摘要

本发明提出了一种无线网络中使用的网络干扰评估方法、动态信道分配方法和设备。该动态信道分配方法包括如下步骤：根据接收信号强度指示符(RSSI)、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集(BSS)的一对虚拟延迟时间(VDT)，并根据所计算的VDT，评估当前信道分配下的总体网络干扰；建立无向图，使得每个BSS位于顶点，每对BSS之间各自的连线具有根据这对BSS的VDT对所获得的权重；对无向图着色，以获得新的信道分配方案以及该新信道分配方案下的优化最小总体网络干扰；将当前信道分配下的评估总体网络干扰和优化最小总体网络干扰之间的差值与预定阈值相比较；以及如果差值大于预定阈值，则根据该新信道分配方案改变基本服务集的信道分配。



1. 一种无线网络中使用的动态信道分配方法，包括如下步骤：

根据接收信号强度指示符、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间，并根据所计算的虚拟延迟时间，评估当前信道分配下的总体网络干扰；

建立无向图，使得每个基本服务集位于顶点，每对基本服务集之间各自的连线具有根据这对基本服务集的虚拟延迟时间对所获得的权重；

对无向图着色，以获得新的信道分配方案以及该新信道分配方案下的优化最小总体网络干扰；

将当前信道分配下的评估总体网络干扰和优化最小总体网络干扰之间的差值与预定阈值相比较；以及

如果差值大于预定阈值，则根据该新信道分配方案改变基本服务集的信道分配。

2. 根据权利要求 1 所述的动态信道分配方法，其中，利用半定规划松弛的可行方向技术进行着色。

3. 根据权利要求 1 所述的动态信道分配方法，其中，权重等于基本服务集对的虚拟延迟时间对之和。

4. 根据权利要求 1 至 3 之一所述的动态信道分配方法，其中，计算步骤包括如下子步骤：

对于形成第一基本服务集的一组第一节点以及形成第二基本服务集的一组第二节点，

使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及

对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时间。

5. 根据权利要求 4 所述的动态信道分配方法，其中，计算步骤还包括如下子步骤：

使用业务量信息和速率信息，计算每一第一节点的正常传输时间；

使用 SINR—速率表，并根据接收信号强度指示符，映射出第一节点

的降低传输速率；以及

使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率，计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

6. 根据权利要求 5 所述的动态信道分配方法，其中，该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端，该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

7. 根据权利要求 1 所述的动态信道分配方法，其中，按照在当前信道分配下各对基本服务集之间的所有干扰的总和，来评估当前信道分配下的总体网络干扰，

其中，如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道，则这对基本服务集之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和，

而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于零。

8. 一种总体网络干扰评估方法，包括步骤：

根据接收信号强度指示符、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间；以及

根据当前信道分配，对各对基本服务集之间的所有干扰求和，求和结果用作总体网络干扰的评估，

其中，一对基本服务集之间的干扰根据为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对得到。

9. 根据权利要求 8 所述的总体网络干扰评估方法，其中，计算步骤包括如下子步骤：

对于形成第一基本服务集的一组第一节点以及形成第二基本服务集的一组第二节点，

使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及

对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时间。

10. 根据权利要求 9 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 计算步骤还包括如下子步骤:

使用业务量信息和速率信息, 计算每一第一节点的正常传输时间;

使用 SINR-速率表, 并根据接收信号强度指示符, 映射出第一节点的降低传输速率; 以及

使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率, 计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

11. 根据权利要求 10 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端, 该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

12. 根据权利要求 11 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 第一节点的正常传输时间 $Time_x^{(Normal)}$ 如下计算:

$$Time_x^{(Normal)} = \frac{1}{Rate_x} \times R_x$$

其中, $Rate_x$ 表示第一终端或接入点在无干扰情况下的正常传输速率, R_x 表示第一终端或接入点的归一化接收业务量负载。

13. 根据权利要求 12 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 对于第一终端, R_x 通过将第一终端的接收业务量负载 $throughput^x(receiving)$ 按照第一终端的正常传输速率 $Rate_x$ 进行归一化而得到:

$$R_x = \frac{throughput^x(receiving)}{Rate_x}。$$

14. 根据权利要求 12 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 对于第一接入点, R_x 通过对该组第一终端的归一化发送业务量负载 L_w 求和而得到:

$$R_x = \sum_{w \in W} L_w,$$

其中, W 表示该组第一终端, L_w 通过将第一终端的发送业务量负载 $throughput^w(sending)$ 按照第一终端的正常传输速率 $Rate_w$ 进行归一化而得到:

$$L_w = \frac{throughput^w(sending)}{Rate_w}。$$

15. 根据权利要求 11 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 第一终端的降低传输速率 $Rate_x^y$ 通过使用 SINR-速率表如下映射得到:

$$Rate_x^y = Map(RSSI_x^z - RSSI_x^y)$$

其中, 根据 $RSSI_x^z - RSSI_x^y$ 得到的值对应于 SINR-速率表中的 SINR 栏, $Rate_x^y$ 的值对应于 SINR-速率表中的速率栏, $RSSI_x^z$ 表示第一接入点与第一终端之间的接收信号强度指示符, $RSSI_x^y$ 表示一个第二节点与第一终端之间的接收信号强度指示符。

16. 根据权利要求 11 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 第一接入点的降低传输速率 $Rate_x^y$ 通过使用 SINR-速率表如下映射得到:

$$Rate_x^y = Map(RSSI_x - RSSI_x^y)$$

其中, 根据 $RSSI_x - RSSI_x^y$ 得到的值对应于 SINR-速率表中的 SINR 栏, $Rate_x^y$ 的值对应于 SINR-速率表中的速率栏, $RSSI_x$ 表示第一接入点的接收信号强度指示符, $RSSI_x^y$ 表示一个第二节点与第一终端之间的接收信号强度指示符。

17. 根据权利要求 16 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 第一接入点的接收信号强度指示符 $RSSI_x$ 通过将该组第一终端与第一接入点之间的接收信号强度指示符 $RSSI_w^x$ 按照该组第一终端的归一化发送业务量负载 L_w 进行加权后求和得到:

$$RSSI_x = \sum_{w \in W} (L_w \cdot RSSI_w^x)。$$

18. 根据权利要求 11 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间 $Time_{x,y}^{(Interference)}$ 如下计算:

$$Time_{x,y}^{(Interference)} = \frac{1}{\sum_{y \in Y} (L_y \cdot Rate_x^y) + \left(1 - \sum_{y \in Y} L_y\right) \cdot Rate_x} \times R_x$$

其中, Y 表示该组第二节点, L_y 表示一个第二节点的归一化发送业务量负载, 且通过将该第二节点的发送业务量负载 $throughput^y(sending)$ 按照该第二节点的正常传输速率 $Rate_y$ 进行归一化而得到:

$$L_y = \text{throughput}^y(\text{sending}) / \text{Rate}_y。$$

19. 根据权利要求 9 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间 $VDT(x, Y)$ 如下计算:

$$VDT(x, Y) = \text{Time}_{x, Y}^{(Interference)} - \text{Time}_x^{(Normal)}。$$

20. 根据权利要求 8 所述的总体网络干扰评估方法, 其中, 如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道, 则这对基本服务集之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和,

而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道, 则这对基本服务集之间的干扰等于零。

21. 一种无线网络中使用的动态信道分配设备, 包括:

虚拟延迟时间计算装置, 用于根据接收信号强度指示符、业务量信息和速率信息, 计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间;

总体网络干扰计算装置, 用于根据虚拟延迟时间计算装置所计算的虚拟延迟时间, 评估当前信道分配下的总体网络干扰;

图产生器, 用于建立无向图, 使得每个基本服务集位于顶点, 每对基本服务集之间各自的连线具有根据这对基本服务集的虚拟延迟时间对所获得的权重;

图着色单元, 用于对图产生器所生成的无向图着色, 以获得新的信道分配方案以及该新信道分配方案下的优化最小总体网络干扰;

比较器, 用于将当前信道分配下的评估总体网络干扰和优化最小总体网络干扰之间的差值与预定阈值相比较; 以及

控制器, 如果差值大于预定阈值, 则根据该新信道分配方案改变基本服务集的信道分配。

22. 根据权利要求 21 所述的动态信道分配设备, 其中, 图着色单元利用半定规划松弛的可行方向技术进行着色。

23. 根据权利要求 21 所述的动态信道分配设备, 其中, 权重等于基本服务集对的虚拟延迟时间对之和。

24. 根据权利要求 21 至 23 之一所述的动态信道分配设备, 其中, 一

组第一节点形成第一基本服务集，一组第二节点形成第二基本服务集，且虚拟延迟时间计算装置包括：

节点虚拟延迟时间计算装置，用于使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及

加法器，用于对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时间。

25. 根据权利要求 24 所述的动态信道分配设备，其中，虚拟延迟时间计算装置还包括：

正常传输时间计算装置，用于使用业务量信息和速率信息，计算每一第一节点的正常传输时间；

降低传输速率映射器，用于使用 SINR-速率表，并根据接收信号强度指示符，映射出第一节点的降低传输速率；以及

延迟传输时间计算装置，用于使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率，计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

26. 根据权利要求 25 所述的动态信道分配设备，其中，该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端，该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

27. 根据权利要求 21 所述的动态信道分配设备，其中，总体网络干扰计算装置按照在当前信道分配下各对基本服务集之间的所有干扰的总和，来评估当前信道分配下的总体网络干扰，

其中如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道，则这对基本服务集之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和，

而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于零。

28. 一种总体网络干扰评估设备，包括：

虚拟延迟时间计算装置，根据接收信号强度指示符、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间；以及

总体网络干扰评估装置，用于根据当前信道分配，对各对基本服务集之间的所有干扰求和，求和结果用作总体网络干扰的评估，

其中，一对基本服务集之间的干扰根据为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对得到。

29. 根据权利要求 28 所述的总体网络干扰评估设备，其中，一组第一节点形成第一基本服务集，一组第二节点形成第二基本服务集，且虚拟延迟时间计算装置包括：

节点虚拟延迟时间计算装置，用于使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及

加法器，用于对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时间。

30. 根据权利要求 29 所述的总体网络干扰评估设备，其中，虚拟延迟时间计算装置还包括：

正常传输时间计算装置，用于使用业务量信息和速率信息，计算每一第一节点的正常传输时间；

降低传输速率映射器，用于使用 SINR—速率表，并根据接收信号强度指示符，映射出第一节点的降低传输速率；以及

延迟传输时间计算装置，用于使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率，计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

31. 根据权利要求 30 所述的总体网络干扰评估设备，其中，该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端，该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

32. 根据权利要求 28 所述的总体网络干扰评估设备，其中，如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道，则这对基本服务集之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和，

而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于零。

无线网络的网络干扰评估方法、动态信道分配方法和设备

技术领域

本发明涉及无线网络，如 802.11 WLAN，更具体地，涉及无线网络中使用的网络干扰评估方法、动态信道分配方法和设备。

背景技术

诸如 802.11 WLAN 等的无线网络近年来享有空前的采用率。一般而言，网络包含若干小区，每个小区包括一个基站（BS）以及与之关联的许多移动站（STA）。STA 的通信必须通过 BS 进行中继。在上下文中，以 802.11 WLAN 为例来讨论问题细节，但是应当理解，本发明并不应局限于 802.11 WLAN 的情况。在 802.11 WLAN 中，小区称作 BSS（基本服务集），BS 称作接入点（AP），信道是指分配给 WLAN 的无线频谱。802.11 规范定义了固定数目的信道以供使用。例如，802.11b（2.412 — 2.462 GHz）定义了 11 个信道。

这些网络中的基本问题是干扰。由于无线介质的广播特性，来自一个发送—接收对的传输影响其他发送—接收对的传输。从微观观点来看，干扰量与信号强度有关。当从节点 v 向节点 u 发送分组时，该分组能否被成功接收取决于接收方 u 接口上的 SINR（信号干扰噪声比）以及发送方 v 的传输速率。于是，

$$\begin{aligned} \text{SINR}(u,v) &= \frac{\text{来自 } v \text{ 的信号强度}}{u \text{ 附近的背景噪声} + \text{对 } u \text{ 的干扰}} \\ &= \frac{G_{v,u} \cdot P_v}{N_u[\text{CH}(u)] + \sum_{a \in V, a \neq AP(u)} I(a,u)} \quad (1) \\ I(a,u) &= G_{a,u} \cdot P_a \cdot 1_{\{\text{CH}(a)=\text{CH}(u)\}} \end{aligned}$$

在公式（1）中， $N_u[\text{CH}(u)]$ 是信道 $\text{CH}(u)$ 的背景噪声。 a 是不同 BSS 中的另一发送方， P_v 和 P_a 是来自发送方网络接口的原始功率水平。 $G_{v,u}$ 和 $G_{a,u}$ 是传播衰减因子，它们与路径环境有关，且非常难以利用数学模型

来进行计算。当 SINR 变差时，发射节点需要降低 PHY（物理）速率，以防止分组损坏。对于 802.11 WLAN，PHY 速率和 SINR 之间的关系如表 1 所示。

表 1: SINR 和 PHY 数据率表

802.11 标准	PHY 速率(M bps)	SINR (dbm)
b	1	-2.92
b	2	1.59
b	5.5	5.98
b	11	6.99
a/g	18	23
a/g	24	25
a/g	36	28
a/g	48	32
a/g	54	35

从宏观观点来看，干扰与干扰方的业务量成比例，因为业务量越大，导致信号干扰持续时间越长。

在进行无线网络优化时，需要预测不同网络参数下的干扰。例如，如果希望找到网络的最佳信道分配，则需要预测不同信道分配下的干扰程度，并选择全局干扰最小的一种信道分配。干扰预测的准确度直接影响优化性能。在进行诸如功率控制和网络诊断等其他优化时具有类似要求。

当前的干扰估计极不准确。

现有的大多数工作，如参考文献[1]，基于无线传播的简要模型来定义干扰——干扰范围是通信范围的两倍。当接收方处于干扰方的干扰范围内时，它们之间的干扰为 1。否则，干扰设为 0。

参考文献[2]的作者提出了一种针对接入点的自动信道判决方法和自

动信道分配系统。在该方案中，使用接入点之间的信号强度作为干扰量，这比参考文献[1]有所改进。

除了干扰信号强度之外，参考文献[3]的作者还考虑了干扰方的业务量负载。在该方案中，AP 周期性切换到信道 j ，并在信道 j 上侦听 T ms。然后，AP 确定 T_load 和 $T_interference$ ，并计算 $CS(j)$ 和 $CI(j)$ ，它们分别是信道 j 中监控的负载和干扰能量。最后，AP 确定具有最小 $(CS(j)+CI(j))$ 的信道 j 为最佳信道。

在参考文献 [4] 中，作者提出了站感知干扰度量——

$$W(ap_i, ap_j) = \frac{Num_{ap_i}(ap_j) + Num_{ap_j}(ap_i)}{Num_{ap_i} + Num_{ap_j}}$$

其中， Num_{ap_i} 是 AP_i 的 BSS 中的 STA 数， $Num_{ap_i}(ap_j)$ 是与 AP_i 相关联但是能够从 AP_j 听到信标的 STA 数； Num_{ap_j} 是 AP_j 的 BSS 中的 STA 数， $Num_{ap_j}(ap_i)$ 是与 AP_j 相关联但是能够从 AP_i 听到信标的 STA 数。

发明内容

本发明的目的是使用对无线网络的实时测量来获得其射频特性并准确预测其在不同设置下运行时将如何表现，以及向各 AP 动态分配信道资源以实现最优的系统整体性能。

总而言之，现有方法仅考虑如下两个因素：干扰方和接收方之间的信号功率（下文称作“干扰信号”）、干扰方的业务量（下文称作“干扰业务量”）。然而，在提出的这些方法中并没有很好地考虑对干扰性能有直接影响的其他因素，这些因素有：

1. 发送方和接收方之间的信号功率（下文称作“好信号”）；
2. 接收方的业务量；
3. SINR 速率表。

没有这些信息，干扰预测在某些情况下将失去准确性。例如：

1. 对于两个接收方 A 和 B，它们的干扰信号强度相同而接收方 A 比接收方 B 更靠近其发送方。实际上，接收方 A 的分组丢失远小于接收方 B，这意味着接收方 A 受到的干扰程度小于接收方 B。然而，现有方法不能揭

示这种情况，因为与好信号无关。

2. 即使接收方 B 受到了强干扰信号的影响，但是如果接收方 B 在此时并没有通信业务量，则对于接收方 B 实际上并无干扰影响。因为干扰是由分组传输冲突造成的。

3. 当希望减小对接收方 B 的干扰时，对于其发送方，应该将发送功率增加多少？

本发明提出了一种干扰程度预测度量，以便更准确地预测网络性能。该度量是虚拟延迟时间，表示由于干扰而引起的虚拟增加传输时间。该度量合理地将如下四个重要的干扰相关因素结合到一个公式中：

1. 发送方和接收方之间的信号强度；
2. 干扰方和接收方之间的信号强度；
3. 每一节点的业务量需求；
4. SINR—速率表。

根据本发明的第一方面，提供了一种无线网络中使用的动态信道分配方法，包括如下步骤：根据接收信号强度指示符、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间，并根据所计算的虚拟延迟时间，评估当前信道分配下的总体网络干扰；建立无向图，使得每个基本服务集位于顶点，每对基本服务集之间各自的连线具有根据这对基本服务集的虚拟延迟时间对所获得的权重；对无向图着色，以获得新的信道分配方案以及该新信道分配方案下的优化最小总体网络干扰；将当前信道分配下的评估总体网络干扰和优化最小总体网络干扰之间的差值与预定阈值相比较；以及如果差值大于预定阈值，则根据该新信道分配方案改变基本服务集的信道分配。

优选地，利用半定规划松弛的可行方向技术进行着色。

优选地，权重等于基本服务集对的虚拟延迟时间对之和。

优选地，计算步骤包括如下子步骤：对于形成第一基本服务集的一组第一节点以及形成第二基本服务集的一组第二节点，使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时

间。

优选地，计算步骤还包括如下子步骤：使用业务量信息和速率信息，计算每一第一节点的正常传输时间；使用 SINR-速率表，并根据接收信号强度指示符，映射出第一节点的降低传输速率；以及使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率，计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

优选地，该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端，该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

优选地，按照在当前信道分配下各对基本服务集之间的所有干扰的总和，来评估当前信道分配下的总体网络干扰，其中，如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道，则这对基本服务集之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和；而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于零。

根据本发明的第二方面，提供了一种总体网络干扰评估方法，包括：根据接收信号强度指示符、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间；以及根据当前信道分配，对各对基本服务集之间的所有干扰求和，求和结果用作总体网络干扰的评估，其中，一对基本服务集之间的干扰根据为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对得到。

优选地，计算步骤包括如下子步骤：对于形成第一基本服务集的一组第一节点以及形成第二基本服务集的一组第二节点，使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时间。

优选地，计算步骤还包括如下子步骤：使用业务量信息和速率信息，计算每一第一节点的正常传输时间；使用 SINR-速率表，并根据接收信号强度指示符，映射出第一节点的降低传输速率；以及使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率，计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

优选地，该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端，该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

优选地，第一节点的正常传输时间 $Time_x^{(Normal)}$ 如下计算：

$$Time_x^{(Normal)} = \frac{1}{Rate_x} \times R_x$$

其中， $Rate_x$ 表示第一终端或接入点在无干扰情况下的正常传输速率， R_x 表示第一终端或接入点的归一化接收业务量负载。

优选地，对于第一终端， R_x 通过将第一终端的接收业务量负载 $throughput^x(receiving)$ 按照第一终端的正常传输速率 $Rate_x$ 进行归一化而得到：

$$R_x = \frac{throughput^x(receiving)}{Rate_x}。$$

优选地，对于第一接入点， R_x 通过对该组第一终端的归一化发送业务量负载 L_w 求和而得到：

$$R_x = \sum_{w \in W} L_w，$$

其中， W 表示该组第一终端， L_w 通过将第一终端的发送业务量负载 $throughput^w(sending)$ 按照第一终端的正常传输速率 $Rate_x$ 进行归一化而得到：

$$L_w = \frac{throughput^w(sending)}{Rate_w}。$$

优选地，第一终端的降低传输速率 $Rate_x^y$ 通过使用 SINR—速率表如下映射得到：

$$Rate_x^y = Map(RSSI_x^z - RSSI_x^y)$$

其中，根据 $RSSI_x^z - RSSI_x^y$ 得到的值对应于 SINR—速率表中的 SINR 栏， $Rate_x^y$ 的值对应于 SINR—速率表中的速率栏， $RSSI_x^z$ 表示第一接入点与第一终端之间的接收信号强度指示符， $RSSI_x^y$ 表示一个第二节点与第一终端之间的接收信号强度指示符。

优选地，第一接入点的降低传输速率 $Rate_x^y$ 通过使用 SINR—速率表如下映射得到：

$$Rate_x^y = Map(RSSI_x - RSSI_x^y)$$

其中, 根据 $RSSI_x - RSSI_x^y$ 得到的值对应于 SINR-速率表中的 SINR 栏, $Rate_x^y$ 的值对应于 SINR-速率表中的速率栏, $RSSI_x$ 表示第一接入点的接收信号强度指示符, $RSSI_x^y$ 表示一个第二节点与第一终端之间的接收信号强度指示符。

优选地, 第一接入点的接收信号强度指示符 $RSSI_x$ 通过将该组第一终端与第一接入点之间的接收信号强度指示符 $RSSI_w$ 按照该组第一终端的归一化发送业务量负载 L_w 进行加权后求和得到:

$$RSSI_x = \sum_{w \in W} (L_w \cdot RSSI_x^w)。$$

优选地, 第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间 $Time_{x,Y}^{(Interference)}$ 如下计算:

$$Time_{x,Y}^{(Interference)} = \frac{1}{\sum_{y \in Y} (L_y \cdot Rate_x^y) + \left(1 - \sum_{y \in Y} L_y\right) \cdot Rate_x} \times R_x$$

其中, Y 表示该组第二节点, L_y 表示一个第二节点的归一化发送业务量负载, 且通过将该第二节点的发送业务量负载 $throughput^y(sending)$ 按照该第二节点的正常传输速率 $Rate_y$ 进行归一化而得到:

$$L_y = \frac{throughput^y(sending)}{Rate_y}。$$

优选地, 第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ 如下计算:

$$VDT(x,Y) = Time_{x,Y}^{(Interference)} - Time_x^{(Normal)}。$$

优选地, 如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道, 则这对基本服务集之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和; 而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道, 则这对基本服务集之间的干扰等于零。

根据本发明的第三方面, 提供了一种无线网络中使用的动态信道分配设备, 包括: 虚拟延迟时间计算装置, 用于根据接收信号强度指示符、业

务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间；总体网络干扰计算装置，用于根据虚拟延迟时间计算装置所计算的虚拟延迟时间，评估当前信道分配下的总体网络干扰；图产生器，用于建立无向图，使得每个基本服务集位于顶点，每对基本服务集之间各自的连线具有根据这对基本服务集的虚拟延迟时间对所获得的权重；图着色单元，用于对图产生器所生成的无向图着色，以获得新的信道分配方案以及该新信道分配方案下的优化最小总体网络干扰；比较器，用于将当前信道分配下的评估总体网络干扰和优化最小总体网络干扰之间的差值与预定阈值相比较；以及控制器，如果差值大于预定阈值，则根据该新信道分配方案改变基本服务集的信道分配。

优选地，图着色单元利用半定规划松弛的可行方向技术进行着色。

优选地，权重等于基本服务集对的虚拟延迟时间对之和。

优选地，一组第一节点形成第一基本服务集，一组第二节点形成第二基本服务集，且虚拟延迟时间计算装置包括：节点虚拟延迟时间计算装置，用于使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及加法器，用于对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时间。

优选地，虚拟延迟时间计算装置还包括：正常传输时间计算装置，用于使用业务量信息和速率信息，计算每一第一节点的正常传输时间；降低传输速率映射器，用于使用 SINR—速率表，并根据接收信号强度指示符，映射出第一节点的降低传输速率；以及延迟传输时间计算装置，用于使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率，计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

优选地，该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端，该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

优选地，总体网络干扰计算装置按照在当前信道分配下各对基本服务集之间的所有干扰的总和，来评估当前信道分配下的总体网络干扰，其中如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道，则这对基本服务集

之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和；而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于零。

根据本发明的第四方面，提供了一种总体网络干扰评估设备，包括：虚拟延迟时间计算装置，根据接收信号强度指示符、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集的一对虚拟延迟时间；以及总体网络干扰评估装置，用于根据当前信道分配，对各对基本服务集之间的所有干扰求和，求和结果用作总体网络干扰的评估，其中，一对基本服务集之间的干扰根据为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对得到。

优选地，一组第一节点形成第一基本服务集，一组第二节点形成第二基本服务集，且虚拟延迟时间计算装置包括：节点虚拟延迟时间计算装置，用于使用对第一节点计算的正常传输时间以及延迟传输时间，计算每一第一节点在来自该组第二节点的干扰下的虚拟延迟时间；以及加法器，用于对该组第一节点的所有虚拟延迟时间求和，得到第一基本服务集在来自第二基本服务集的干扰下的虚拟延迟时间。

优选地，虚拟延迟时间计算装置还包括：正常传输时间计算装置，用于使用业务量信息和速率信息，计算每一第一节点的正常传输时间；降低传输速率映射器，用于使用 SINR—速率表，并根据接收信号强度指示符，映射出第一节点的降低传输速率；以及延迟传输时间计算装置，用于使用业务量信息、速率信息以及第一节点的映射降低传输速率，计算第一节点在来自该组第二节点的干扰下的延迟传输时间。

优选地，该组第一节点包括第一接入点以及通过第一接入点接入无线网络的一组第一终端，该组第二节点包括第二接入点以及通过第二接入点接入无线网络的一组第二终端。

优选地，如果一对基本服务集在当前信道分配下使用同一信道，则这对基本服务集之间的干扰等于为这对基本服务集计算的虚拟延迟时间对之和；而如果一对基本服务集在当前信道分配下使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于零。

总而言之，本发明如下工作：

1. SINR—速率表目前是公知常识。该表取决于无线网络的类型，如

WiFi、Wimax 等。例如，在本发明的实施方式中使用 WiFi 网络，该表如以上表 1 所示。

2. 无线网络中的每个节点周期性地执行测量处理。在处理中，节点测量如下信息：从其关联接入点（或者，在其他类型无线网络中为基站）到其自身的信号强度；从其相邻小区中的其他节点到其自身的信号强度；其相邻小区中其他节点的业务量；以及其自身的业务量。

3. 利用这些信息，节点能够计算其受到的干扰程度（虚拟延迟时间）。

4. 接入点（或基站）可以收集每个节点的信息，从而能够计算该小区受到的干扰程度。

下面列出了本发明的有益效果：

1. 由实际测量驱动干扰程度预测，从而避免了简化有关无线信号传播特性的假设。

2. 可以更准确地揭示不同设置下运行的网络性能。

3. 本发明不需要在 MAC 层进行改变，并可以通过简单的软件升级来实现。提出的建议与现有网络标准如 802.11 是后向兼容的。

附图说明

根据如下结合附图对本发明非限制性实施例的详细描述，本发明的上述以及其他目的、特征和优点将更加清楚，附图中：

图 1 示出了本发明可以应用的简单示例；

图 2 示出了存在多个干扰方的另一示例；

图 3A 示出了本发明的动态信道分配方法的流程图；

图 3B 示出了图 3A 中 VDT 计算步骤的详情；

图 4A 示出了本发明的动态信道分配设备的示意图；以及

图 4B 示出了图 4A 中 VDT 计算装置的详情。

具体实施方式

下文将根据附图描述本发明。在如下描述中，一些具体的实施例仅仅是为了描述的目的，它们不过是本发明的例子，而不应理解为对本发明的限制。尽管可能模糊对于本发明的理解，但是省略了常规结构或构造。

图 1 中示出了本发明应用的一种简单情况。在 AP1 的小区中，AP1 正向节点 A 发送业务量。在 AP2 的小区中，节点 B 同时在向 AP2 发送业务量。当两个小区使用相同信道时，节点 B 是接收方——节点 A 的干扰方。

表 2 中列出了为评估从节点 B 到节点 A 的干扰程度，节点 A 需要收集的参数。

表 2: 接收方要收集的参数

参数	说明
$Rate_x$	无干扰情况下，节点 x 的正常传输速率 $x \in \text{接入点集} \cup \text{终端集}$
L_x	节点 x 的归一化发送业务量负载， $L_x = \text{throughput}^x(\text{sending})/Rate_x$ ，意味着节点 x 占用多少百分比的时间用于发送， $0 \leq L_x \leq 1$ $x \in \text{接入点集} \cup \text{终端集}$
R_x	节点 x 的归一化接收业务量负载， $R_x = \text{throughput}^x(\text{receiving})/Rate_x$ ，意味着节点 x 占用多少百分比的时间用于接收， $0 \leq R_x \leq 1$ $x \in \text{接入点集} \cup \text{终端集}$
$RSSI_x^y$	从节点 y 到节点 x 的 RSSI $x \in \text{接入点集} \cup \text{终端集}$ $y \in \text{接入点集} \cup \text{终端集}$ 且 $x \neq y$
$RSSI_x$	AP x 从其关联终端到其自身的平均 RSSI $x \in \text{接入点集}$

在表 2 中, RSSI 表示接收信号强度指示符, 所有商用无线卡均报告 RSSI, 可以用于估计信号强度。例如, 在 Atheros 卡中, RSSI 以 $10\log\left(\frac{S+I}{n}\right)$ 的形式报告, 其中 S 表示进入信号的强度, I 表示相同信道中的干扰能量, n 表示“噪声本底”(通常为约-95 dbm)。

为了表示干扰程度, 对于干扰度量的选择是该问题的关键。这决定了如何将参数结合在一起。例如, 在现有方法中, 干扰信号强度或者干扰信号强度与干扰业务量之和用作干扰度量。在本发明中, 提出了一种新的度量——虚拟延迟时间 (VDT)。该度量是基于如下事实提出的: 发送方可以降低其传输速率以防止分组丢失, 代价是相同分组的传输时间必定比无干扰情况下要长。因此, 额外的时间成本可用于评估干扰程度。

$$VDT(x, y) = Time_{x,y}^{(Interference)} - Time_x^{(Normal)} \quad (2)$$

在公式 (2) 中, $Time_x^{(Normal)}$ 是节点 x 在无干扰情况下的正常传输时间, $Time_{x,y}^{(Interference)}$ 是节点 x 在来自节点 y 的干扰下的延迟传输时间。它们都是通过表 2 中列出的参数进行计算的。

对于存在一个接收方和一个干扰方的简单情况 (图 1), 则

$$Time_x^{(Normal)} = \frac{1}{Rate_x} \times R_x \quad (3)$$

$$Time_{x,y}^{(Interference)} = \frac{1}{L_y \cdot Rate_x^y + (1-L_y) \cdot Rate_x} \times R_x \quad (4)$$

其中, $Rate_x^y$ 是节点 x 在节点 y 干扰下的降低传输速率, 可以如下计算:

$$Rate_x^y = Map(RSSI_x^z - RSSI_x^y) \quad (5)$$

其中, 函数 $Map(.)$ 是根据 SINR—速率表 (例如, 上述针对 802.11 网络的

表 1) 从 SINR 到传输速率的映射函数。在此, 节点 z 是节点 x 的发送方, 而节点 y 是节点 x 的干扰方。根据 $RSSI_x^z - RSSI_x^y$ 得到的值对应于表 1 中的 SINR 栏。 $Rate_x^y$ 的值对应于表 1 中的 PHY 速率栏。

下文将结合图 1 描述关于如何计算 $VDT(A, B)$ 的示意性示例。假设: 节点 A 是接收方, 节点 B 是干扰方; $Rate_A = 24 \text{ Mbps}$, $Rate_B = 36 \text{ Mbps}$, $throughput^A(\text{receiving}) = 12 \text{ Mbps}$, $throughput^B(\text{sending}) = 9 \text{ Mbps}$; $RSSI_A^{AP1} = 24 \text{ dbm}$, $RSSI_A^B = 10 \text{ dbm}$ 。因此, 根据表 2 中的定义, $L_B = 0.25$

且 $R_A = 0.5$ 。根据公式 (3), $Time_x^{(Normal)} = \frac{1}{24 \text{ Mbps}} \times 0.5 = 20.83 \text{ ns}$ 。根据公式 (5)

和表 1, 由于 14 dbm 大于 6.99 dbm 且小于 23 dbm , $Rate_A^B = Map(14 \text{ dbm}) = 11 \text{ Mbps}$ 。因此, 参照公式 (4),

$$Time_{x,y}^{(Interference)} = \frac{1}{0.25 \cdot 11 \text{ Mbps} + 0.75 \cdot 24 \text{ Mbps}} \times 0.5 = 24.10 \text{ ns} \quad \text{结果,}$$

$$VDT(x, y) = 24.10 \text{ ns} - 20.83 \text{ ns} = 3.27 \text{ ns}。$$

对于图 2 所示的存在多个干扰方的情况, 仍然利用公式 (3) 来计算 $Time_x^{(Normal)}$ 。

利用如下公式 (6) 来计算 $Time_{x,Y}^{(Interference)}$ 。设 Y 是干扰集 ($Y = \{B, C, ..N\}$),

$$Time_{x,Y}^{(Interference)} = \frac{1}{\sum_{y \in Y} (L_y \cdot Rate_x^y) + \left(1 - \sum_{y \in Y} L_y\right) \cdot Rate_x} \times R_x \quad (6)$$

其中, $Rate_x^y$ 根据公式 (5) 得到。

因此, 在多个干扰方的情况下, 公式 (2) 所示出的虚拟延迟时间 (VDT) 可写为:

$$VDT(x, Y) = Time_{x,Y}^{(Interference)} - Time_x^{(Normal)} \quad (2')$$

对于 AP 是接收方的情况, 公式 (5) 中 AP 的好信号不同于站的好信号, 因为 AP 的接收业务量来自多个发送方。假设 X 是与 AP 相关联的所

有站的集合，得到如下公式： $\sum_{x \in X} L_x = R_{AP}$ 。在本发明中，利用如下公式 (7)

来估计 AP 的好信号：

$$RSSI_{AP} = \sum_{x \in X} (L_x \cdot RSSI_{AP}^x) \quad (7)$$

如果希望计算整个 BSS X 的干扰，该干扰就等于该 BSS 中每个节点的 VDT 之和。即，

$$VDT_X^Y = \sum_{x \in X} VDT(x, Y) \quad (8)$$

$VDT(x, Y)$ 可以利用公式 (2) – (6) 以及 (2') 计算。

现在，讨论如何使用 VDT 来解决 WLAN 中的动态信道分配问题。将无线网络建模为一般无向图，具有顶点集 $V = \{1, 2, \dots, n\}$ ，这些顶点表示网络中的 n 个 BSS。网络中有 K 个正交信道，设为集合 $\kappa = \{1, 2, \dots, K\}$ 。信道分配可以表示为如下问题：计算函数 $F: V \rightarrow \kappa$ 以最小化总体网络干扰 $\sum_{X, Y \in V} I(X, Y)$ ，其中 BSS X 和 BSS Y 之间的干扰 $I(X, Y)$ 如下定义：

$$I(X, Y) = \begin{cases} VDT_X^Y + VDT_Y^X & F(X) = F(Y) \\ 0 & F(X) \neq F(Y) \end{cases} \quad (9)$$

其中， $F(X) = F(Y)$ 表示 BSS X 和 BSS Y 正使用同一信道，而 $F(X) \neq F(Y)$ 表示 BSS Y 正使用不同信道。

已知对于该问题的优化是 NP 难题。在本发明中，使用集中式方法来解决问题。对于小规模 ($n \leq 12$ 且 $K \leq 3$)，可以使用穷举搜索来实现最佳分配。对于大规模情况，使用半定规划松弛的可行方向技术 (SDP) 来获得近似结果。SDP 一般被认为是最小 k 划分 (MkP) 问题，这可被视为信道分配的等价问题。MkP 方法的详情可参照参考文献[5]，为了简化描述且避免不必要地模糊本发明的主题，在此省略该方法的详细描述。

图 3A 示出了本发明的动态信道分配方法的流程图。

基于以上对原理的描述，参考图 3A 来描述根据本发明的动态信道分配方法。在步骤 S305 中，从 AP 和终端获得 RSSI、业务量信息和速率信息。在步骤 S310 中，根据 RSSI、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集 (AP) 的一对虚拟延迟时间。具体地，参照以上公式 (2) - (8) 和 (2') 以及 SINR-速率表 (例如，上述表 1) 来计算虚拟延迟时间。在步骤 S312 中，根据步骤 S310 中得到的虚拟延迟时间，评估当前信道分配下的总体网络干扰。具体地，可以按照当前信道分配下各对基本服务集之间的所有干扰的总和，来评估当前信道分配下的总体网络干扰，其中，如果一对基本服务集在当前信道分配下正使用同一信道，则这对基本服务集之间的干扰等于步骤 S310 中得到的这对基本服务集的虚拟延迟时间对之和，而如果一对基本服务集在当前信道分配下正使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于 0。在步骤 S315 中，建立无向图，使得每个基本服务集 (AP) 位于顶点，每对基本服务集 (AP) 之间各自的连线具有与步骤 S310 中得到的这对基本服务集 (AP) 的虚拟延迟时间对之和相等的权重。在步骤 S320 中，对无向图进行着色，例如，可以通过半定规划松弛的可行方向技术来进行着色，以获得新的信道分配方案以及该新信道分配方案下的优化最小总体网络干扰。在步骤 S325 中，将分别在步骤 S312 和 S320 中得到的评估总体网络干扰和优化最小总体网络干扰之间的差值 (干扰改进量) 与预定阈值相比较。如果差值大于阈值 (步骤 S325 中“是”)，这意味着总体系统性能将大大改善，则在步骤 S330 中根据新的信道分配方案来改变基本服务集 (AP) 的信道分配。否则，如果差值不大于阈值 (步

骤 S325 中“否”), 这意味着总体系统性能不会得到较大改善, 则保持基本服务集 (AP) 的信道分配不变。本发明的动态信道分配方法将继续监视系统 (或者周期性, 或者利用某些触发机制)。

图 3B 示出了步骤 S310 中 VDT 计算的详情。在步骤 S3100 中, 使用业务量信息和速率信息, 根据公式 (3) 计算节点 x (属于一个 BSS: 集合 X) 的正常传输时间 $Time_x^{(Normal)}$ 。在步骤 S3102 中, 使用 SINR-速率表 (例如, 上述表 1), 并根据每一节点与节点 x 之间的 RSSI 信息, 映射出节点 x 的降低传输速率 $Rate_x^y$ 。在步骤 S3104 中, 使用业务量信息、速率信息以及在步骤 S3102 中对节点 x 映射得到的降低传输速率 $Rate_x^y$, 根据公式 (6) 计算节点 x 在来自干扰集 Y (另一 BSS) 的干扰下的延迟传输时间 $Time_{x,Y}^{(Interference)}$ 。在步骤 S3106 中, 使用分别在步骤 S3100 和 S3104 中计算得到的节点 x 的正常传输时间 $Time_x^{(Normal)}$ 以及延迟传输时间 $Time_{x,Y}^{(Interference)}$, 根据公式 (2') 计算节点 x 在来自干扰集 Y 的干扰下的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ 。在步骤 S3108 中, 确定是否对属于集合 X 的所有节点 x 都获得了虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$, 即, 是否对属于集合 X 的所有节点 x 都进行了处理。如果是 (步骤 S3108 中“是”), 则进入到步骤 S3110, 其中一个 BSS 集合 X 在来自另一 BSS 集合 Y 的干扰下的虚拟延迟传输时间 VDT_x^y 根据公式 (8) 如下计算: 属于集合 X 的所有节点 x 的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ 之和。如果尚未获得属于集合 X 的所有节点 x 的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ (步骤 S3108 中“否”), 则选择属于集合 X 的另一节点 x , 并且处理返回步骤 S3100 和 S3102。

类似地, 对于属于另一 BSS 集合 Y 的每一节点 y 和干扰集 X , 执行

上述步骤 S3100—S3110，以获得另一 BSS 集合 Y 在来自一个 BSS 集合 X 的干扰下的虚拟延迟传输时间 VDT_Y^X 。

因此，对于每一对 BSS 集合 X 和 Y ，得到了一对虚拟延迟传输时间 VDT_X^Y 和 VDT_Y^X 。

图 4A 示出了本发明的动态信道分配设备的示意图。

如图 4A 所示，本发明的动态信道分配设备 400 包括：检测器 410，用于从 AP 和终端检测 RSSI、业务量信息和速率信息；虚拟延迟时间(VDT)计算装置 420，用于根据检测器 410 检测到的 RSSI、业务量信息和速率信息，计算每一对基本服务集 (AP) 的一对虚拟延迟时间，其中参照以上公式 (2) — (8) 和 (2') 以及 SINR—速率表 (例如，上述表 1) 来计算虚拟延迟时间；总体网络干扰计算装置 425，用于根据 VDT 计算装置 420 计算的虚拟延迟时间，评估当前信道分配下的总体网络干扰，其中可以按照当前信道分配下各对基本服务集之间的所有干扰的总和，来评估当前信道分配下的总体网络干扰，其中，如果一对基本服务集在当前信道分配下正使用同一信道，则这对基本服务集之间的干扰等于 VDT 计算装置 420 计算的这对基本服务集的虚拟延迟时间对之和，而如果一对基本服务集在当前信道分配下正使用不同信道，则这对基本服务集之间的干扰等于 0；图产生器 430，用于建立无向图，使得每个基本服务集 (AP) 位于顶点，每对基本服务集 (AP) 之间各自的连线具有与 VDT 计算装置 420 计算的这对基本服务集 (AP) 的虚拟延迟时间对之和相等的权重；图着色单元 440，用于对图产生器 430 建立的无向图进行着色，例如通过半定规划松弛的可行方向技术 (SDP) 来进行着色，以获得新的信道分配方案以及该

新信道分配方案下的优化最小总体网络干扰；比较器 450，用于将分别由总体网络干扰计算装置 425 和 SDP 求解装置 440 得到的评估总体网络干扰和优化最小总体网络干扰之间的差值（干扰改进量）与预定阈值相比较；控制器 460，用于在比较器 450 的比较结果表明差值大于阈值（这意味着总体系统性能将大大改善）时根据新的信道分配方案来改变基本服务集（AP）的信道分配。否则，如果比较器的比较结果表明差值不大于阈值，这意味着总体系统性能不会得到较大改善，则控制器 460 保持基本服务集（AP）的信道分配不变。本发明的动态信道分配设备 400 将继续监视系统（或者周期性，或者利用某些触发机制）。

图 4B 示出了 VDT 计算装置 420 的详情。VDT 计算装置 420 包括正常传输时间计算装置 4210、降低传输速率映射器 4220、延迟传输时间计算装置 4230、节点 VDT 计算装置 4240、控制器 4250 和加法器 4260。

正常传输时间计算装置 4210 使用业务量信息和速率信息，根据公式 (3) 计算节点 x （属于一个 BSS：集合 \mathbf{X} ）的正常传输时间 $Time_x^{(Normal)}$ 。

降低传输速率映射器 4220 使用 SINR—速率表（例如，上述表 1），并根据每一节点与节点 x 之间的 RSSI 信息，映射出节点 x 的降低传输速率 $Rate_x^y$ 。

延迟传输时间计算装置 4230 使用业务量信息、速率信息以及降低传输速率映射器 4220 映射得到的节点 x 的降低传输速率 $Rate_x^y$ ，根据公式 (6) 计算节点 x 在来自干扰集 \mathbf{Y} （另一 BSS）的干扰下的延迟传输时间 $Time_{x,Y}^{(Interference)}$ 。

节点 VDT 计算装置 4240 使用分别由正常传输时间计算装置 4210 和

延迟传输时间计算装置 4230 计算得到的节点 x 的正常传输时间 $Time_x^{(Normal)}$ 以及延迟传输时间 $Time_{x,y}^{(Interference)}$ ，根据公式 (2') 计算节点 x 在来自干扰集 Y 的干扰下的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ 。

控制器 4250 确定是否对属于集合 X 的所有节点 x 都获得了虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ ，即，是否对属于集合 X 的所有节点 x 都进行了处理。

如果控制器 4250 确定对属于集合 X 的所有节点 x 都获得了虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ ，则控制器 4250 将由节点 VDT 计算装置 4240 计算的属于集合 X 的所有节点 x 的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ 传送到加法器 4260，并且加法器 4260 根据公式 (8) 如下计算一个 BSS 集合 X 在来自另一 BSS 集合 Y 的干扰下的虚拟延迟传输时间 VDT_x^y ：属于集合 X 的所有节点 x 的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ 之和。

如果控制器 4250 确定尚未获得属于集合 X 的所有节点 x 的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ ，则控制器 4250 选择属于集合 X 的另一节点 x ，并且调用正常传输时间计算装置 4210、降低传输速率映射器 4220、延迟传输时间计算装置 4230 和节点 VDT 计算装置 4240，以计算属于集合 X 的新选择节点 x 在来自干扰集 Y 的干扰下的虚拟延迟时间 $VDT(x,Y)$ 。

类似地，对于属于另一 BSS 集合 Y 的每一节点 y 和干扰集 X ，正常传输时间计算装置 4210、降低传输速率映射器 4220、延迟传输时间计算装置 4230、节点 VDT 计算装置 4240、控制器 4250 和加法器 4260 执行相同处理，以获得另一 BSS 集合 Y 在来自一个 BSS 集合 X 的干扰下的虚拟延迟传输时间 VDT_y^x 。

因此，对于每一对 BSS 集合 X 和 Y ，通过 VDT 计算装置 420 得到了

一对虚拟延迟传输时间 VDT_x^y 和 VDT_y^x 。

前面的描述只是给出了本发明的优选实施例，而决不是要限制本发明。因此，在本发明的精神和原理内做出的任何修改、替换、改进等都应包括在本发明的范围内。

参考文献列表

- [1] Colin McDiarmid and Bruce Reed, "Channel Assignment And Weighted Coloring", 2000.
- [2] JP 2006-054849, YAMANE KOJI, "Method Of Automatic Channel Design Decision And Automatic Channel Allocation System For Access Point "
- [3] US 7,110,374 B2, R. Malhotra, P. Busch, Lucent Tech Inc. "Wireless LAN with Dynamic Channel"
- [4] Arunesh Mishra, Suman Banerjee, and William Arbaugh, "Weighted Coloring Based Channel Assignment For WLANs", Mobile Computer Communications Review (MC2R), vol. 9, no. 3, 2005.
- [5] A. Frieze and M. Jerrum. Improved approximation algorithms for MAX k-CUT and MAX BISECTION. Algorithmica, 18, 1997.

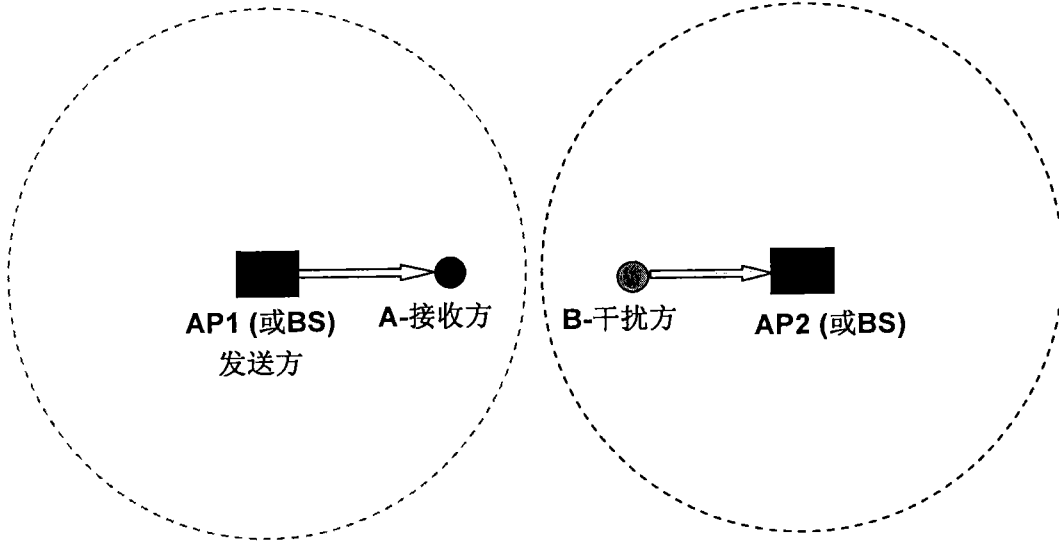


图 1

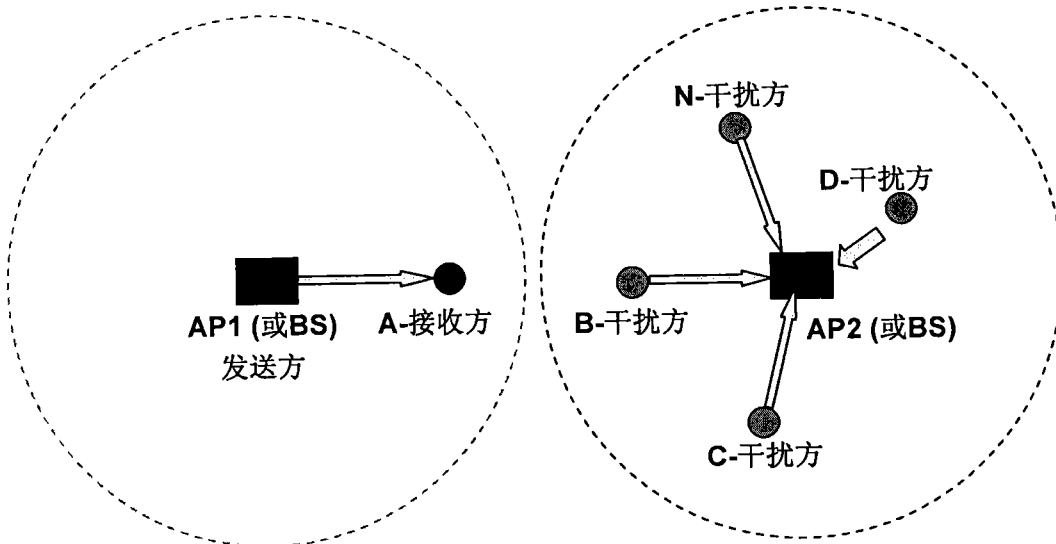


图 2

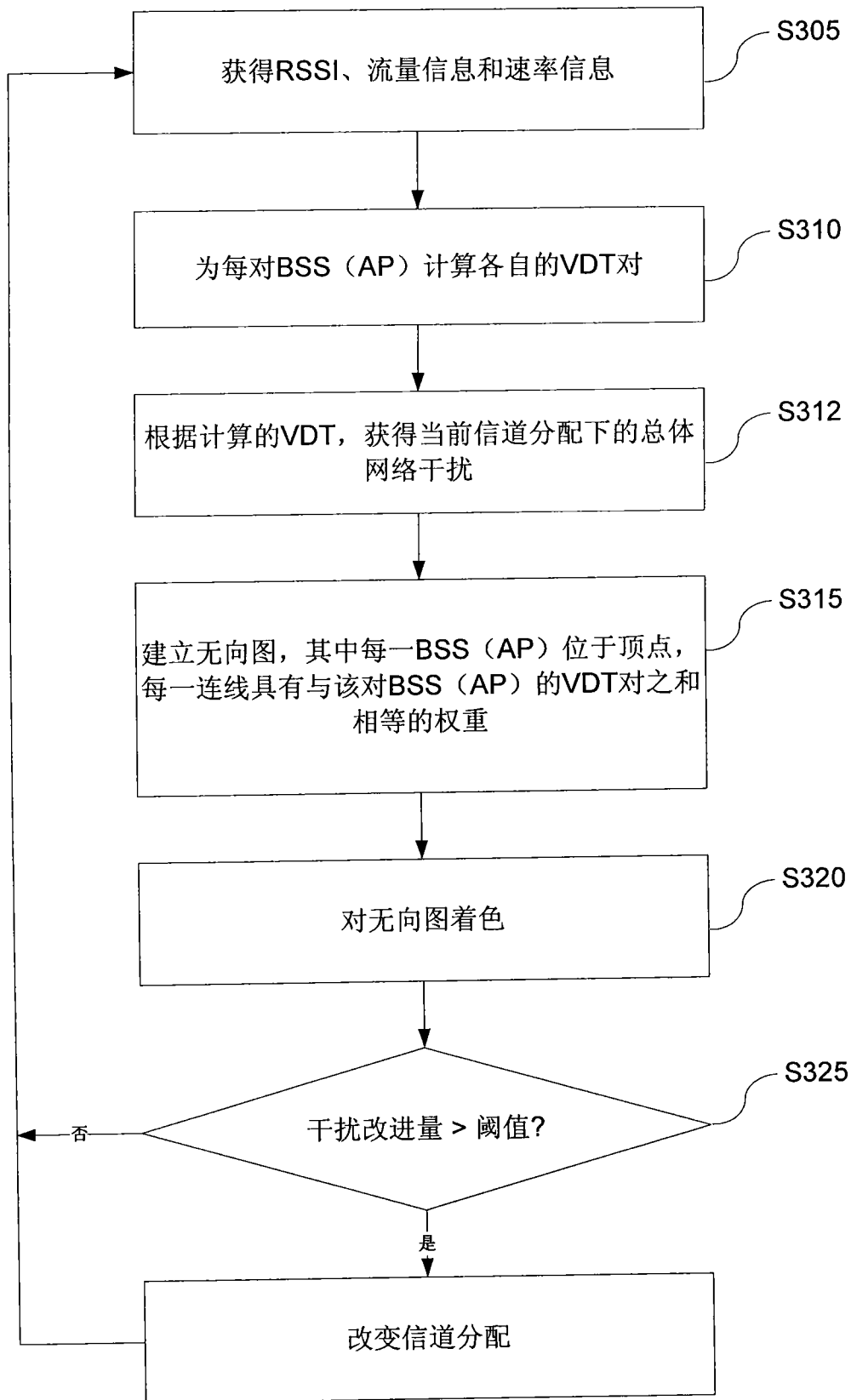


图 3A

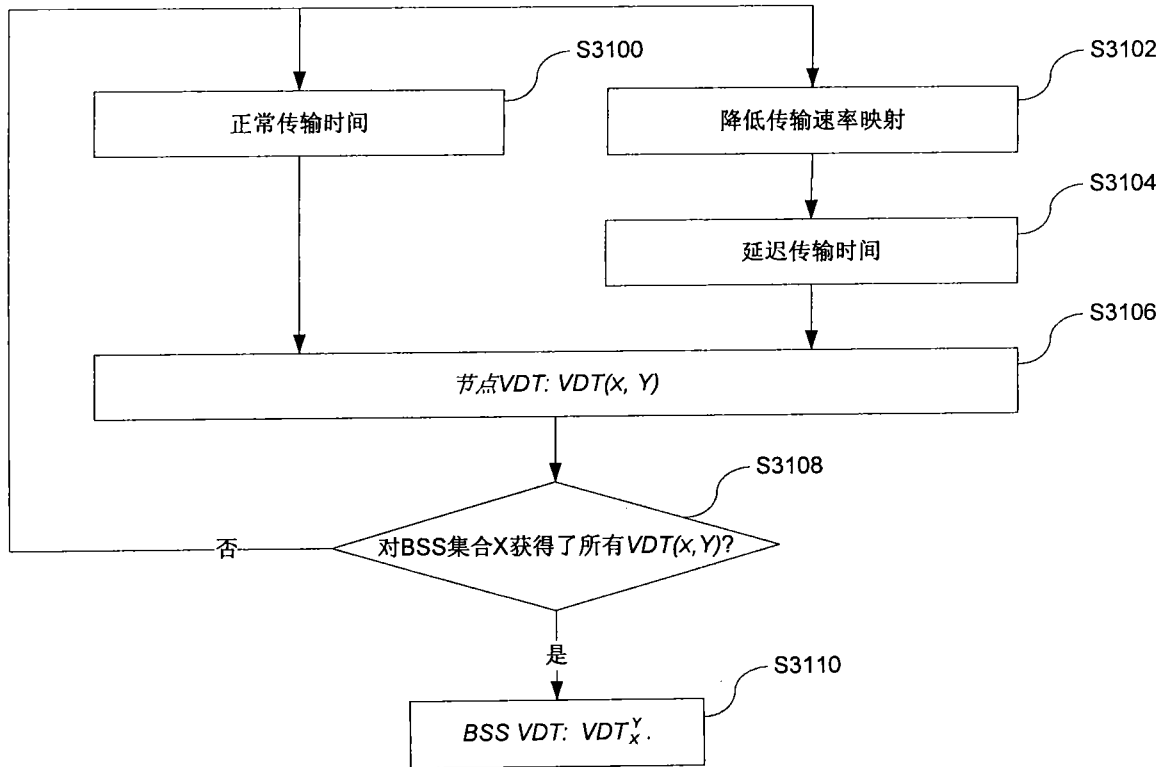


图 3B

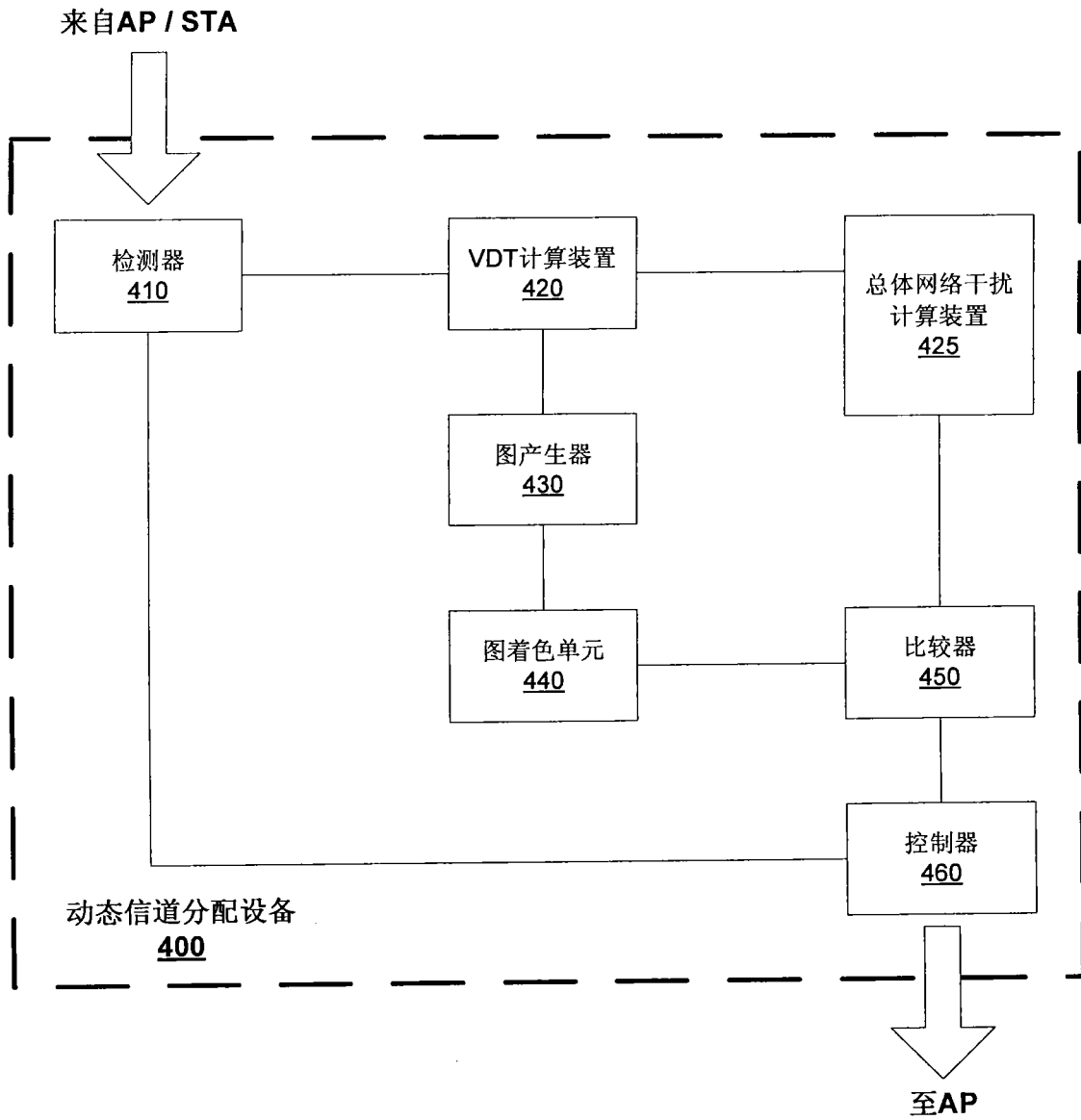


图 4A

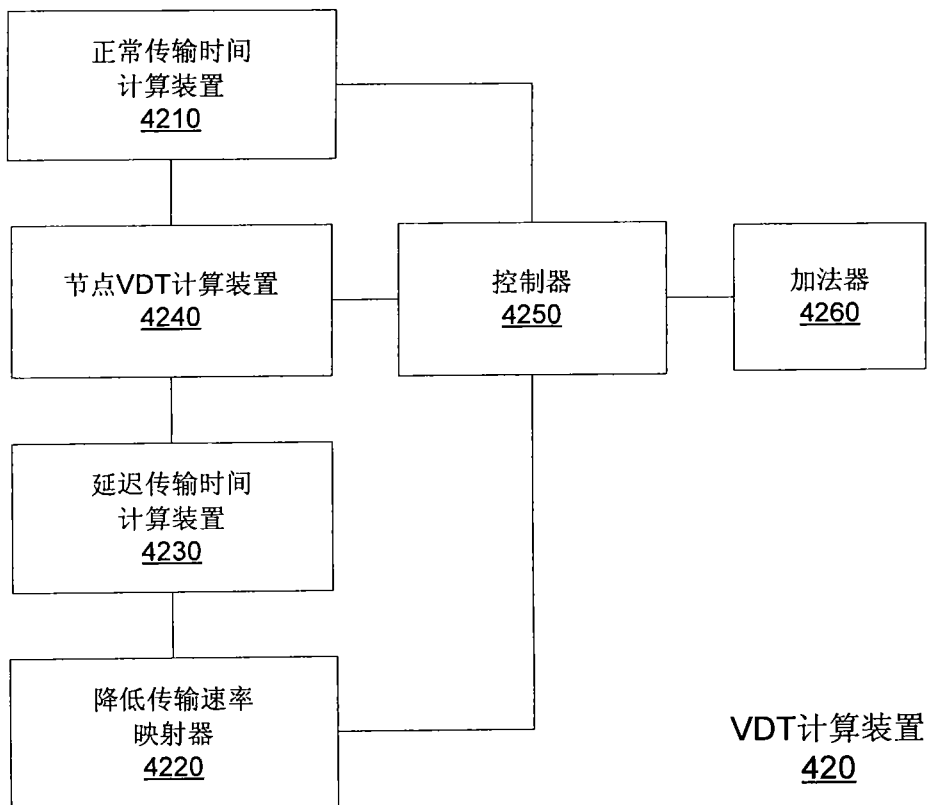


图 4B