



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104780614 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201510210513. X

(22) 申请日 2015. 04. 27

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 化存卿 王凌志

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司

公司 31220

代理人 郑立

(51) Int. Cl.

H04W 72/04(2009. 01)

H04W 72/08(2009. 01)

H04W 84/12(2009. 01)

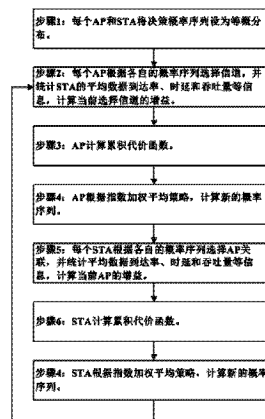
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略，其步骤为：每个 AP 和 STA 将决策概率序列设为等概分布；每个 AP 根据各自的概率序列选择信道，并统计 STA 的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息，计算当前选择信道的增益；AP 计算累积代价参数；AP 根据指数平均加权策略，计算新的概率序列；每个 STA 根据各自的概率序列选择 AP 关联，并统计平均数据到达率、时延和吞吐量等信息，计算当前 AP 的增益；STA 计算累积代价函数；STA 根据指数加权平均策略，计算新的概率序列，并继续执行直到策略收敛到最优化。本发明可收敛到纳什均衡并得到最优解，有效解决了密集场景中的同信道干扰导致的网络时延大的问题。



1. 一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其特征在于,步骤为:

(S1)、每个 AP 和 STA 将决策概率序列设为等概分布;

(S2)、每个 AP 根据各自的概率序列选择信道,并统计 STA 的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,计算当前选择信道的增益;

(S3)、AP 计算累计代价参数;

(S4)、AP 根据指数平均加权策略,计算新的概率序列;

(S5)、每个 STA 根据各自的概率序列选择 AP 关联,并统计平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,计算当前关联 AP 的增益;

(S6)、STA 计算累积代价函数;

(S7)、STA 根据指数加权平均策略,计算新的概率序列,并返回执行步骤 (S2)。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其特征在于,步骤 (S1) 具体为:对与当前场景中任意 AP,可分配信道数量为 M 。每个 AP 分别保存一个选择信道的概率分布序列,AP 在第 t 轮决策时选择信道的概率序列记为:

$$P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$$

(1) 其中 $p_{j,t}$ 为在第 t 轮决策时选择信道的概率;

(2) 每个 AP 的概率序列的初值均为等概分布。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其特征在于,步骤 (S1) 具体为:对与当前场景中任意 STA,可关联的 AP 数量为 M 。每个 STA 分别保存一个关联 AP 的概率分布序列,STA 在第 t 轮决策时选择的概率序列记为:

$$P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$$

(1) 其中 $p_{j,t}$ 为在第 t 轮决策时关联 AP 的概率;

(2) 每个 STA 的概率序列的初值均为等概分布。

4. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其特征在于,步骤 (S2) 具体为:每个 AP 根据当前轮次 t 的概率序列 $P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$ 选择信道,并统计各 STA 的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,再根据这些信息得到 AP 于当前轮次 t 选择的信道的增益。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,步骤 (S3) 具体为:若在第 t 轮决策时 AP 选择了信道,那么计算若决定选择信道的累积代价函数为

$$R_a^{i \rightarrow j}(t-1) = \sum_{l=1}^{t-1} p_{i,j} [T(a, j, l) - T(a, i, l)]$$

(1) 其中

$$T(a, k, t) = \begin{cases} \frac{w(a, I_t, t)}{p_{k,t}}, & \text{if } k = I_t, k=1, 2, 3, \dots, M \\ 0 & \text{,其他} \end{cases}$$

为对增益的无偏估计。

(2) 其中为 AP 在第 t 轮选择的信道。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其特征在于,步骤 (S4) 具体为:AP a 计算新一轮的信道分配的概率序列,具体方式如下

$$(1) \text{ 令 } \gamma = t^{-\frac{1}{3}}, \eta_t = \frac{\gamma^3}{M^2}$$

(2) AP a 基于指数加权平均策略计算新的概率序列, 首先根据累计代价函数计算权数

$$\delta_a^{i \rightarrow j} = \frac{\exp(\eta_t R_a^{i \rightarrow j}(t-1))}{\sum_{k \rightarrow l, k \neq l} \exp(\eta_t R_a(k \rightarrow l, t-1))}$$

(3) 求解定点方程

$$P_a(t) = \sum_{i \rightarrow j, i \neq j} P_a^{i \rightarrow j}(t) \delta_a^{i \rightarrow j}(t)$$

(4) 对方程的解作如下处理, 得到新一轮信道分配的概率序列

$$P_a(t) = (1 - \gamma_t) P_a(t) + \frac{\gamma_t}{M}。$$

7. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型信道分配与用户关联策略, 其特征在于, 步骤 (S5) 具体为: 每个 STA a 根据当前轮次 t 的概率序列 $P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$ 选择信道, 并统计各自的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息, 再根据这些信息得到 STA a 于当前轮次 t 关联的 AP i 的增益 $w(a, i, t)$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型信道分配与用户关联策略, 步骤 (S6) 具体为: 若在第 t 轮决策时 STA 与 AP 关联, 那么计算若决定与 AP 关联的累积代价函数为

$$R_a^{i \rightarrow j}(t-1) = \sum_{l=1}^{i-1} p_{i,j} [T(a, j, l) - T(a, i, l)]$$

(1) 其中

$$T(a, k, t) = \begin{cases} \frac{w(a, I_t, t)}{p_{k,t}}, & \text{if } k = I_t, k = 1, 2, 3, \dots, M \\ 0 & \text{, 其他} \end{cases}$$

为对增益的无偏估计。

(2) 其中 I_t 为 STA a 在第 t 轮关联的 AP。

9. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型信道分配与用户关联策略, 其特征在于, 步骤 (S7) 具体为: STA a 计算新一轮的信道分配的概率序列, 具体方式如下

$$(1) \text{ 令 } \gamma = t^{-\frac{1}{3}}, \eta_t = \frac{\gamma^3}{M^2}$$

(2) STA a 基于指数加权平均策略计算新的概率序列, 首先根据累计代价函数计算权数

$$\delta_a^{i \rightarrow j} = \frac{\exp(\eta_t R_a^{i \rightarrow j}(t-1))}{\sum_{k \rightarrow l, k \neq l} \exp(\eta_t R_a(k \rightarrow l, t-1))}$$

(3) 求解定点方程

$$P_a(t) = \sum_{i \rightarrow j, i \neq j} P_a^{i \rightarrow j}(t) \delta_a^{i \rightarrow j}(t)$$

(4) 对方程的解作如下处理, 得到新一轮信道分配的概率序列

$$P_a(t) = (1 - \gamma_i)P_a(t) + \frac{\gamma_i}{M}$$

并返回执行步骤 (S2), 进入下一个轮次。

10. 根据权利要求 1 所述的一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略, 其特征在于, 还包括每个 AP 或者 STA 执行策略时无需其他信道的状态信息或其他 AP 的负载信息。

一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略

技术领域

[0001] 本发明涉及无线局域网领域,特别的,尤其涉及一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略。

背景技术

[0002] 为了适应移动设备的快速发展引起的数据服务需求的增长,在诸如商场、饭店和旅馆等公共场所都设有 WiFi 网络,在以上体娱场所中,WiFi 网络的应用也被认为可以提高顾客的体验并扩大经济收益。但与常见的办公室网络不同,许多体育馆都有数万个座位,用户密集度是普通办公室网络的数百倍。例如,在一个具有 50000 个座位的体育馆中,大约需要 400 个 AP 来提供足够的网络容量并覆盖整个场所。因此,在这些场所中,WiFi 网络呈现高密度,大容量和实时服务的特点,导致网络运营和管理更加复杂。

[0003] 在高密集的网络环境中,由于正交信道的数量远远少于邻近 AP 的数量,所以同信道干扰成为了限制网络性能的主要因素。因此,必须采用信道分配策略来减缓邻近 AP 之间的同信道干扰。

[0004] 另外,由于用户的高密集性,与同一个 AP 关联的 STA 数量将是数十甚至数百个,并且在用户分布不均匀时,部分区域的用户密集程度将更高。在这种情况下,以 CSMA/CA 为基础的信道接入机制将导致超负荷 AP 下的 STA 的性能显著下降。因此,必须采用用户关联策略来均衡 AP 间的负载。

[0005] 现有技术中主要采用以下用户关联策略来均衡 AP 间的负载:

[0006] 1、现有技术一的技术方案(专利号 CN103997790)

[0007] 此方案是一种基于联盟的 WLAN 设备动态信道分配方法,其步骤为:DFS 控制节点收集维护 AP 节点的当前信道、邻居 AP 节点 ID 等信息,产生 DFS 网络拓扑图;将 DFS 网络拓扑图分割成独立的连通子图,最终的分割子图形成 DFS 分组;对于没有边界分割节点的 DFS 分组,选择组内总接收信号强度最高的节点作为动态信道选择算法的开始节点;对于有多个边界分割节点的 DFS 分组,选择总接收信号强度最高的分割节点作为动态信道选择算法开始节点;从开始节点开始,优先选择总接收信号强度最高的邻居进行信道选择。本发明通过分组技术加快了整网动态信道调整的收敛速度,缩短了信道选择收敛时间。

[0008] 2、现有技术二的技术方案(专利号 CN101132600)

[0009] 该发明是一种无线网络中动态信道分配方法与装置,将无限局域网络中复杂的动态信道分配的问题构建成为译码的问题。本发明建立标准图来模型化无线网络中接入点与用户之间的环境,然后规范出该标准图在所有接入端节点与客户端节点的区域限制规则,并反复地通过和积算法,来得到动态信道分配的近似最佳化的解。本发明不仅是全分布式低复杂度的动态信道分配技术,并且大幅提高无线网络的数据传输量。本发明进一步采用用户互斥区域,来保证每个用户与接入点之间的链接质量。

[0010] 3、现有技术三的技术方案(专利号 CN102143590)

[0011] 该发明统计所有 AP 的发送时延作为其负载度量,其值为所关联的所有 STA 的发送

时延之和。通过排序获得全局负载最大的 AP,依次判断其关联的 STA 是否满足特定的切换条件。选出满足切换条件,并且切换增益(切换前后负载迁移量)最大的 STA,该 STA 与重新选出的 AP 进行重新关联。

[0012] 4、现有技术四的技术方案(专利号 CN103313306)

[0013] 该发明采用 AP+AC 的网络架构,当 AP 收到 STA 发送的扫描请求帧时,将自身统计得到的负载信息、网络性能质量信息汇报给 AC。AC 根据各个 AP 的负载信息、网络性能质量信息,执行负载均衡策略来选出该 STA 的最佳关联 AP。然后由收到扫描请求帧的 AP 将选择结果通告给 STA,由 STA 与最佳关联 AP 执行关联操作。

[0014] 但上述四种方案分别存在一定的技术缺点:

[0015] 1、现有技术一的缺点

[0016] 该发明在网络密集程度增加时,控制节点产生 DFS 网络拓扑图并分割成 DFS 分组的过程会对系统造成很大的负担,并难以适应快速变化的网络动态。

[0017] 2、现有技术二的缺点

[0018] 该发明需要全局的信道状态信息来得到信道分配的策略,但由于网络的动态特性,全局的信道状态信息是很难及时获得的。

[0019] 3、现有技术三的缺点

[0020] 该发明对 STA 的信道接入时延的计算是基于网络流量处于饱和状态的假设,并根据 802.11b 协议给出了固定的信道接入时延和协议开销参数,这种方法不能刻画网络流量处于非饱和状态时 STA 的信道接入时延与 AP 的实际负载之间的关系。

[0021] 4、现有技术四的缺点

[0022] 该发明针对 STA 发起的接入式负载均衡问题,AC 得到关联方案之后还需要将关联结果通告 STA,且需要 STA 的参与来完成最佳关联操作,关联过程复杂且耗时大,需要对 STA 的协议栈进行修改,不利于实现。

[0023] 因此,本领域的技术人员致力于开发一种性能优异、功能完善、应用可靠的用户关联策略来均衡 AP 间的负载。

发明内容

[0024] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是密集场景中的同信道干扰导致的 WLAN 网络时延大的问题。

[0025] 本发明的目的是通过以下技术方案实现:一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其步骤为:

[0026] (S1)、每个 AP 和 STA 将决策概率序列设为等概分布;

[0027] (S2)、每个 AP 根据各自的概率序列选择信道,并统计 STA 的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,计算当前选择信道的增益;

[0028] (S3)、AP 计算累计代价参数;

[0029] (S4)、AP 根据指数平均加权策略,计算新的概率序列;

[0030] (S5)、每个 STA 根据各自的概率序列选择 AP 关联,并统计平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,计算当前关联 AP 的增益;

[0031] (S6)、STA 计算累积代价函数;

[0032] (S7)、STA 根据指数加权平均策略,计算新的概率序列,并返回执行步骤 (S2)。

[0033] 所述步骤 (S1) 具体为:对与当前场景中任意 AP,可分配信道数量为 M。每个 AP 分别保存一个选择信道的概率分布序列,AP 在第 t 轮决策时选择信道的概率序列记为:

$$[0034] P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$$

[0035] (1) 其中 $p_{j,t}$ 为在第 t 轮决策时选择信道的概率;

[0036] (2) 每个 AP 的概率序列的初值均为等概分布。

[0037] 所述步骤 (S1) 具体为:对与当前场景中任意 STA,可关联的 AP 数量为 M。每个 STA 分别保存一个关联 AP 的概率分布序列,STA 在第 t 轮决策时选择的概率序列记为:

$$[0038] P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$$

[0039] (1) 其中 $p_{j,t}$ 为在第 t 轮决策时关联 AP 的概率;

[0040] (2) 每个 STA 的概率序列的初值均为等概分布。

[0041] 所述步骤 (S2) 具体为:每个 AP 根据当前轮次 t 的概率序列 $P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$ 选择信道,并统计各 STA 的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,再根据这些信息得到 AP 于当前轮次 t 选择的信道的增益。

[0042] 所述步骤 (S3) 具体为:若在第 t 轮决策时 AP 选择了信道,那么计算若决定选择信道的累积代价函数为

$$[0043] R_a^{i \rightarrow j}(t-1) = \sum_{l=1}^{t-1} p_{i,j} [T(a,j,l) - T(a,i,l)]$$

[0044] (2) 其中

[0045]

$$T(a,k,t) = \begin{cases} \frac{w(a,I_t,t)}{p_{k,t}}, & \text{if } k = I_t, k=1,2,3,\dots,M \\ 0 & \text{,其他} \end{cases}$$

[0046] 为对增益的无偏估计。

[0047] 其中为 AP 在第 t 轮选择的信道。

[0048] 所述步骤 (S4) 具体为:AP a 计算新一轮的信道分配的概率序列,具体方式如下

$$[0049] (1) \text{ 令 } \gamma = t^{-\frac{1}{3}}, \eta_t = \frac{\gamma^3}{M^2}$$

[0050] (2) AP a 基于指数加权平均策略计算新的概率序列,首先根据累计代价函数计算权数

$$[0051] \delta_a^{i \rightarrow j} = \frac{\exp(\eta_t R_a^{i \rightarrow j}(t-1))}{\sum_{k \rightarrow l, k \neq l} \exp(\eta_t R_a(k \rightarrow l, t-1))}$$

[0052] (3) 求解定点方程

$$[0053] P_a(t) = \sum_{i \rightarrow j, i \neq j} P_a^{i \rightarrow j}(t) \delta_a^{i \rightarrow j}(t)$$

[0054] (4) 对方程的解作如下处理,得到新一轮信道分配的概率序列

$$[0055] P_a(t) = (1 - \gamma_t) P_a(t) + \frac{\gamma_t}{M}$$

[0056] 所述步骤5具体为:每个STA a根据当前轮次t的概率序列 $P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$ 选择信道,并统计各自的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,再根据这些信息得到STA a于当前轮次t关联的APi的增益 $w(a, i, t)$ 。

[0057] 所述步骤(S6)具体为:若在第t轮决策时STA与AP关联,那么计算若决定与AP关联的累积代价函数为

$$[0058] \quad R_a^{i \rightarrow j}(t-1) = \sum_{l=1}^{t-1} p_{i,j} [T(a, j, l) - T(a, i, l)]$$

[0059] (1) 其中

[0060]

$$T(a, k, t) = \begin{cases} \frac{w(a, I_t, t)}{p_{k,t}}, & \text{if } k = I_t, k=1, 2, 3, \dots, M \\ 0 & \text{,其他} \end{cases}$$

[0061] 为对增益的无偏估计。

[0062] (3) 其中 I_t 为STA a在第t轮关联的AP。

[0063] 所述步骤(S7)具体为:STA a计算新一轮的信道分配的概率序列,具体方式如下:

$$[0064] \quad (1) \quad \text{令 } \gamma = t^{-\frac{1}{3}}, \eta_t = \frac{\gamma^3}{M^2}$$

[0065] (2) STA a基于指数加权平均策略计算新的概率序列,首先根据累计代价函数计算权数

$$[0066] \quad \delta_a^{i \rightarrow j} = \frac{\exp(\eta_t R_a^{i \rightarrow j}(t-1))}{\sum_{k \rightarrow l, k \neq l} \exp(\eta_t R_a(k \rightarrow l, t-1))}$$

[0067] (3) 求解定点方程

$$[0068] \quad P_a(t) = \sum_{i \rightarrow j, i \neq j} P_a^{i \rightarrow j}(t) \delta_a^{i \rightarrow j}(t)$$

[0069] (4) 对方程的解作如下处理,得到新一轮信道分配的概率序列

$$[0070] \quad P_a(t) = (1 - \gamma_t) P_a(t) + \frac{\gamma_t}{M}$$

[0071] 并返回执行步骤(S2),进入下一个轮次。

[0072] 本发明的实施步骤还包括每个AP或者STA执行策略时无需其他信道的状态信息或其他AP的负载信息。

[0073] 本发明的有益效果是:本发明综合考虑了信道分配与用户关联问题,并且创造性地引入了AMAB模型,将AP和STA视为AMAB问题中的两种参与者,得到了信道分配与用户关联的联合优化策略,该策略可收敛到纳什均衡并得到最优解,且每个参与者执行策略时无需其他信道的状态信息或其他AP的负载信息,有效解决了密集场景中的同信道干扰导致的WLAN网络时延大的问题。

[0074] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

- [0075] 图 1 是本发明的一个较佳实施例的工作流程图；
 [0076] 图 2 是本发明的一个较佳实施例的信道分配概率分布的收敛性图；
 [0077] 图 3 是本发明的一个较佳实施例的用户关联概率分布的收敛性图。

具体实施方式

- [0078] 如图 1 所示,一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其步骤为:
 [0079] (1)、每个 AP 和 STA 将决策概率序列设为等概分布;
 [0080] (2)、每个 AP 根据各自的概率序列选择信道,并统计 STA 的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,计算当前选择信道的增益;
 [0081] (3)、AP 计算累计代价参数;
 [0082] (4)、AP 根据指数平均加权策略,计算新的概率序列;
 [0083] (5)、每个 STA 根据各自的概率序列选择 AP 关联,并统计平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,计算当前关联 AP 的增益;
 [0084] (6)、STA 计算累积代价函数;
 [0085] (7)、STA 根据指数加权平均策略,计算新的概率序列,并返回执行步骤 (2)。

[0086] 实施例一

[0087] 一种基于 AMAB 模型的信道分配与用户关联策略,其步骤为:当一个高密度网络中分布着 AP 与 STA,一个新的 AP 接入了网络,采用如下信道分配与用户关联策略。

[0088] 步骤 1:对与当前场景中任意 AP,可分配信道数量为 M。每个 AP 分别保存一个选择信道的概率分布序列,该 AP 在第 t 轮决策时选择的信道概率序列记为:

$$[0089] P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$$

[0090] (1) 其中 $p_{j,t}$ 为在第 t 轮决策时选择信道的概率;

[0091] (2) 该 AP 的信道选择概率序列的初值均为等概分布。

[0092] 步骤 2:每个 AP 根据当前轮次 t 的概率序列 $P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$ 选择信道,并统计各 STA 的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,再根据这些信息得到 AP 于当前轮次 t 选择的信道的增益。

[0093] 步骤 3:若在第 t 轮决策时 AP 选择了信道,那么计算若决定选择信道的累积代价函数为

$$[0094] R_a^{i \rightarrow j}(t-1) = \sum_{l=1}^{t-1} p_{i,l} [T(a,j,l) - T(a,i,l)]$$

[0095] (1) 其中

[0096]

$$T(a,k,t) = \begin{cases} \frac{w(a,I_t,t)}{p_{k,t}}, & \text{if } k = I_t, k=1,2,3,\dots,M \\ 0 & \text{,其他} \end{cases}$$

[0097] 为对增益的无偏估计。

[0098] (2) 其中为 AP 在第 t 轮选择的信道

[0099] 步骤 4 :AP a 计算新一轮的信道分配的概率序列,具体方式如下

$$[0100] \quad (1) \quad \text{令 } \gamma = t^{-\frac{1}{3}}, \eta_t = \frac{\gamma^3}{M^2}$$

[0101] (2) AP a 基于指数加权平均策略计算新的概率序列,首先根据累计代价函数计算权数

$$[0102] \quad \delta_a^{i \rightarrow j} = \frac{\exp(\eta_t R_a^{i \rightarrow j}(t-1))}{\sum_{k \rightarrow l, k \neq i} \exp(\eta_t R_a(k \rightarrow l, t-1))}$$

[0103] (3) 求解定点方程

$$[0104] \quad P_a(t) = \sum_{i \rightarrow j, i \neq j} P_a^{i \rightarrow j}(t) \delta_a^{i \rightarrow j}(t)$$

[0105] (4) 对方程的解作如下处理,得到新一轮信道分配的概率序列

$$[0106] \quad P_a(t) = (1 - \gamma_t) P_a(t) + \frac{\gamma_t}{M}$$

[0107] 实施例二

[0108] 当一个高密度网络中分布着 AP 与 STA,一个新的 STA 接入了网络,采用如下信道分配与用户关联策略。

[0109] 步骤 1 :对与当前场景中任意 STA,可关联的 AP 数量为 M。STA 分别保存一个关联 AP 的概率分布序列,STA 在第 t 轮决策时选择的概率序列记为 :

$$[0110] \quad P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$$

[0111] (1) 其中 $p_{j,t}$ 为在第 t 轮决策时选择 AP 的概率 ;

[0112] (2) 每个 STA 的概率序列的初值均为等概分布。

[0113] 步骤 2 :每个 STA a 根据当前轮次 t 的概率序列 $P_t = (p_{1,t}, p_{2,t}, \dots, p_{M,t})$ 选择 AP 关联,并统计各自的平均数据到达率、时延和吞吐量等信息,再根据这些信息得到 STA a 于当前轮次 t 关联的 AP i 的增益 $w(a, i, t)$ 。

[0114] 步骤 3 :若在第 t 轮决策时 STA 与 AP 关联,那么计算若决定与 AP 关联的累积代价函数为

$$[0115] \quad R_a^{i \rightarrow j}(t-1) = \sum_{l=1}^{t-1} p_{i,j} [T(a, j, l) - T(a, i, l)]$$

[0116] (1) 其中

[0117]

$$T(a, k, t) = \begin{cases} \frac{w(a, I_t, t)}{p_{k,t}}, & \text{if } k = I_t, k = 1, 2, 3, \dots, M \\ 0 & \text{,其他} \end{cases}$$

[0118] 为对增益的无偏估计。

[0119] (4) 其中 I_t 为 STA a 在第 t 轮关联的 AP。

[0120] 步骤 4 :STA a 计算新一轮的信道分配的概率序列,具体方式如下

[0121] (3) 令 $\gamma = t^{-\frac{1}{3}}, \eta_t = \frac{\gamma^3}{M^2}$

[0122] (4) STA a 基于指数加权平均策略计算新的概率序列, 首先根据累计代价函数计算权数

[0123]
$$\delta_a^{i \rightarrow j} = \frac{\exp(\eta_t R_a^{i \rightarrow j}(t-1))}{\sum_{k \rightarrow l, k \neq l} \exp(\eta_t R_a(k \rightarrow l, t-1))}$$

[0124] (3) 求解定点方程

[0125]
$$P_a(t) = \sum_{i \rightarrow j, i \neq j} P_a^{i \rightarrow j}(t) \delta_a^{i \rightarrow j}(t)$$

[0126] (4) 对方程的解作如下处理, 得到新一轮信道分配的概率序列

[0127]
$$P_a(t) = (1 - \gamma_t) P_a(t) + \frac{\gamma_t}{M}$$

[0128] 并返回执行实施例一的步骤 2, 进入下一个轮次。

[0129] 同时, 以上每个 AP 或者 STA 执行策略时无需其他信道的状态信息或其他 AP 的负载信息。

[0130] 综上所述, 本发明针对 AP 的信道分配问题, 其特点是 AP 仅采集当前所使用信道的相关数据 (例如吞吐量, 时延等), 来决定下一次信道选择的概率序列。同时, 针对 STA 的用户关联问题, 其特点是 STA 仅采集当前关联的 AP 的相关数据, 来决定下一次用户关联的概率序列。本发明综合考虑信道分配和用户关联问题。在每一轮循环中, AP 的信道分配策略和 STA 的用户关联策略各被执行一次。随着循环次数的增加, 信道分配与用户关联问题可收敛到最优解。

[0131] 具体实现中, 本发明可以应用在基于 cloud-wifi 架构的异构网络中, 在 Cloud-WiFi 架构下, Cloud-AC 可以通过 OpenFlow 协议获取 WiFi 网络中各 AP 节点的实时 / 准实时状态信息, 可以优化终端用户的负载迁移、负载均衡等决策与 AP 节点的信道分配决策。

[0132] 本实施例所研究的场景包含高密度的 AP 与 STA, 其中噪声水平为 -95dbm, AP 的传输功率为 15dbm, 路径衰减指数为 4。根据所使用的 802.11 协议, 可计算出 AP 的最大传输半径和干扰半径。当 STA 与 AP 的距离小于最大传输半径, 则认为该 STA 和 AP 是可以关联的。同时, 当两个 AP 之间的距离小于干扰半径, 则认为当它们选择同一信道时, 会产生同信道干扰。

[0133] 仿真实验研究了信道分配与用户关联联合策略的收敛性。图 2 和图 3 为同一个网络场景下 AP 的信道分配策略和 STA 的用户关联策略联合执行时, AP 与 STA 的概率序列收敛性。

[0134] 图 2 给出了对于特定的一个 AP 和 3 个可用的正交信道, 信道分配概率分布随循环次数的变化。从图 2 中可以看出, 概率分布在约 600 轮循环之后趋近于 (1, 0, 0), 这说明信道分配算法选择了信道 1, 同时也是纳什均衡中的最优策略。

[0135] 图 3 表示特定 STA 的用户关联的概率分布, 该 STA 周围有 4 个 AP 可以关联。图 3 中概率分布最终收敛到 (0, 1, 0, 0), 表明用户关联算法寻找最优 AP 的有效性。

[0136] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。



图 1

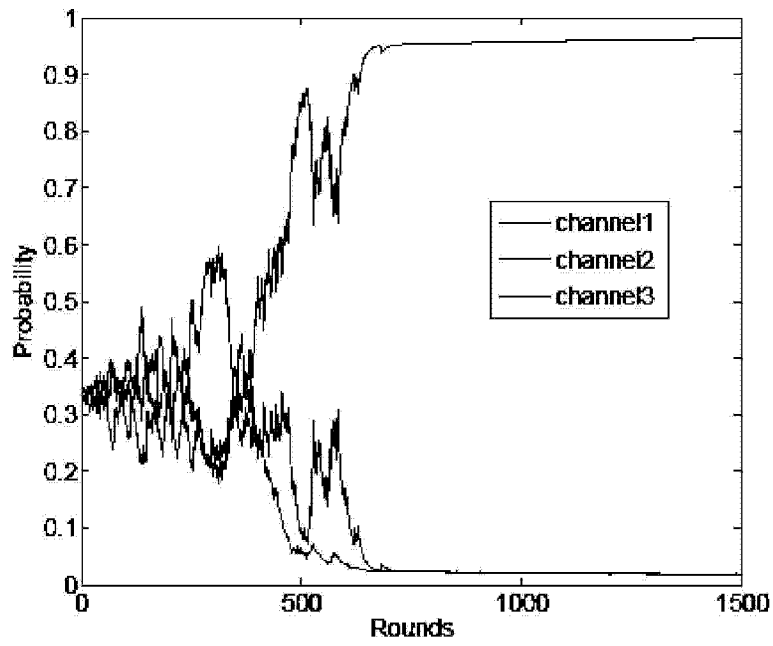


图 2

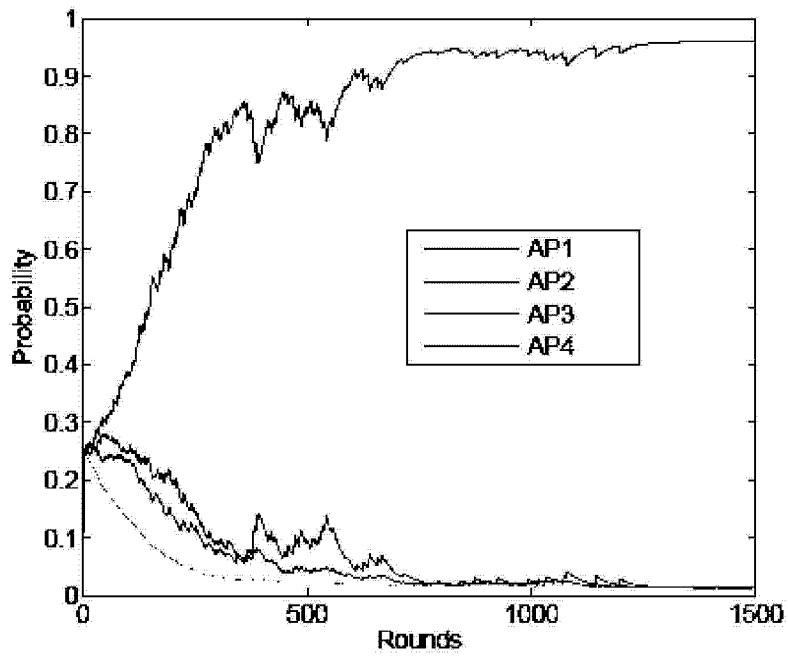


图 3