

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2008 年 4 月 17 日 (17.04.2008)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2008/043316 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 12/413 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2007/070861

(22) 国际申请日: 2007 年 10 月 9 日 (09.10.2007)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
200610140222.9
2006 年 10 月 9 日 (09.10.2006) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO.,LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。东南大学 (SOUTH-EAST UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省南京四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张一晋 (ZHANG, Yijin) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。徐平 (XU, Pingping) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。刘培 (LIU, Pei) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京凯特来知识产权代理有限公司 (BEIJING CATALY IP ATTORNEY AT LAW); 中国北京市海淀区四道口路 11 号银辰大厦 902 室郑立明, Beijing 100081 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

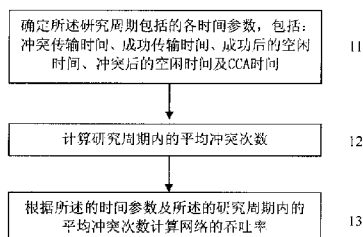
(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

(54) Title: A METHOD AND SYSTEM FOR DETERMINING AND OPTIMIZING THE THROUGHPUT RATE OF THE SHORT RANGE WIRELESS NETWORK

(54) 发明名称: 确定及优化短距离无线网络吞吐率的方法及系统



11 ... DETERMINE THE VARIOUS TIME PARAMETERS INCLUDED IN THE SAID RESEARCH PERIOD, INCLUDING THE COLLISION TRANSMISSION TIME, THE SUCCESSFUL TRANSMISSION TIME, THE IDLE TIME AFTER COLLISION, THE IDLE TIME AFTER COLLISION AND CCA TIME
12 ... CALCULATE THE AVERAGE COLLISION TIME IN THE RESEARCH PERIOD
13 ... CALCULATE THE NETWORK THROUGHPUT RATE BASED ON THE SAID TIME PARAMETER AND THE AVERAGE COLLISION TIME IN THE SAID RESEARCH PERIOD

(57) Abstract: A method and system for determining and optimizing the throughput rate of the short range wireless network are provided. It acquires the various time parameters of the competitive access period of time mainly according to the information transmission character of the short range wireless network, and calculates and optimizes the network throughput rate using the said various time parameters, in which the said time parameters are determined based on un-insistent carrier sense multiple access CSMA. Therefore, the present invention uses the un-insistent CSMA to analyse the short range wireless network CAP (competitive access period), and reduce in complex extent of determining network throughput rate and the course of network optimizing analyse, so that it can exactly acquire the throughput rate parameters of normal network of the short range wireless network in order to effectively improve the performance of the short range wireless network for the optimizing process of the network performance.

[见续页]

WO 2008/043316 A1



(57) 摘要:

一种确定及优化短距离无线网络吞吐率的方法及系统，主要是根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，并利用所述的各时间参数进行网络吞吐率的计算及优化处理，其中，所述时间参数为基于非坚持载波侦听多点接入 CSMA 确定。因此，本发明采用非坚持 CSMA 分析短距离无线网络 CAP（竞争接入时期），简化了整个确定网络吞吐率及网络优化分析过程的复杂程度，从而可以准确获得短距离无线网络标准网络的吞吐率参数，以便于针对网络性能的优化处理，有效提高短距离无线网络的性能。

摘 要

一种确定及优化短距离无线网络吞吐率的方法及系统，主要是根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，并利用所述的各时间参数进行网络吞吐率的计算及优化处理，其中，所述时间参数为基于非坚持载波侦听多点接入 CSMA 确定。因此，本发明采用非坚持 CSMA 分析短距离无线网络 CAP（竞争接入时期），简化了整个确定网络吞吐率及网络优化分析过程的复杂程度，从而可以准确获得短距离无线网络标准网络的吞吐率参数，以便于针对网络性能的优化处理，有效提高短距离无线网络的性能。

确定及优化短距离无线网络吞吐率的方法及系统

技术领域

本发明涉及通信技术领域，尤其涉及一种确定及优化短距离无线网络吞吐率的方法及系统。

5

发明背景

目前，短距离无线网络包括WPAN（无线个人区域网络）和WSN（无线传感器网络）等无线通信网络，为给WPAN和WSN等短距离无线网络提供通信解决方案，IEEE802.15.4标准制定了MAC（媒体接入控制）层协议，其规定的传输范围在WPAN的典型距离10米左右。

10

WPAN的主要特点是低速率、低功耗、低复杂度和大量的无线节点。其潜在的应用领域有传感器、遥控玩具、智能徽章、遥控器和家庭自动化装置等。IEEE802.15.4提供的解决方案的能耗和复杂度都很低，使得电池寿命可以达到几个月甚至几年。

15

IEEE802.15.4在竞争访问时段采用CSMA（载波侦听多点接入）/CA（冲突避免）媒介访问机制。目前，在主要基于时隙CSMA/CA机制的网络中，协调器会在网络中发出信标给所有的感测设备，而对于需要传送数据的设备来说，其会向协调器要求进行传送。由于在一个时间内只能有一个设备进行传输，因此，所有想要传输的设备就会进行时隙的CSMA/CA算法来竞争传输媒体的使用权。

20

竞争传输媒体使用权的处理过程包括：所有需要传输数据的设备需要监测目前的无线传输媒体是否有其他设备正在使用，如果是，则该设备会产生一个随机退避时间，等待下一次感知信道，若目前的无线传输媒体空闲，则该设备便可以开始发送数据。这一处理过程称为非坚持CSMA机制。

25

协调器在接受到设备的数据帧之后需要发送应答帧给设备，如果设备在数据帧发送完成后的timeout（设备等待应答最大等待时间）内没有收到应答帧则表示此次发送失败。

为了衡量采用竞争访问机制的WPAN或WSN等网络的CSMA/CA的性能，需要计算确定网络的吞吐率。这样，在网络中，便可以根据相应的网络性能需求对网络的接入进行优化，以提高网络接入成功率，使得网络性能得到优化改善，进而实现针对网络吞吐率的优化，获得期望的网络吞吐率。

目前，在WPAN或WSN等短距离无线网络中，具体是按照IEEE802.11标准中的CSMA/CA机制进行网络吞吐率的计算。具体可以借助相应的Markov（马尔可夫）模型求出设备在退避前提下发送数据的条件概率，进而得到网络吞吐率的求导公式。

但是，发明人在实现本发明的过程中发现，WPAN或WSN等短距离无线网络与IEEE802.11的CSMA/CA机制并不相同，具体的不同点如下：

（1）在WPAN或WSN等短距离无线网络中不使用虚载波侦听机制，以节省网络设备的耗电量；

（2）在短距离无线网络中也没有RTS（请求帧）/CTS（清除帧），这是因为在短距离无线网络中的单个节点的发送速率较小，发送的数据包不大，发生冲突造成的损失不像IEEE802.11发生冲突造成的损失那么大，故无需设置相应的RTS/CTS；

（3）IEEE802.11使用的是基于时隙的CSMA/CA，而WPAN或WSN等短距离无线网络可以使用时隙和非时隙两种机制，在基于时隙的CSMA/CA帧中设置有专用的竞争时隙，而非时隙机制则无竞争时隙的设置。

进一步地，实现本发明的发明人发现：若在WPAN或WSN等短距离无线网络中采用IEEE802.11的CSMA/CA机制显然没有考虑WPAN或WSN等短距离无线网络中CSMA/CA的本质特点，因此，计算确定的网络吞吐率也就存在较大的误差，即无法真实反映WPAN或WSN等短距离无线网络中CSMA/CA的性能，这将进一步导致无法根据准确的网络吞吐率对网络接入进行优化，进而使得网络接入成功率降低，同时，还会导致网络设备功耗过大的问题。而且CCA成功概率和吞吐率计算过程也过于繁琐。

发明内容

本发明实施例提供了一种确定及优化短距离无线网络吞吐率的方法及系统，从而可以准确获得WPAN或WSN等短距离无线网络的吞吐率参数，以便于针对网络性能的优化处理，进而有效提高短距离无线网络的接入性能，降低设备功耗。

本发明实施例提供了一种确定短距离无线网络吞吐率的方法，包括：

根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，所述参数为基于非坚持载波侦听多点接入CSMA机制确定；

根据所述竞争访问时段的各时间参数，计算确定所述的短距离无线网络的吞吐率。

本发明实施例提供了一种确定短距离无线网络吞吐率的系统，包括时间参数获取单元和网络吞吐率确定单元，其中：

时间参数获取单元，用于根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，且所述参数为基于非坚持载波侦听多点接入CSMA机制确定；

网络吞吐率确定单元，用于利用所述竞争访问时段的时间参数计算确定短距离无线网络的吞吐率。

5 本发明实施例提供了一种优化短距离无线网络吞吐率的方法，包括：

根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的时间参数，所述参数为基于非坚持CSMA机制确定；

利用所述竞争访问时段的时间参数计算确定网络的信道空闲评估成功概率，并根据所述信道空闲评估成功概率确定网络中的网络设备数；

10 根据所述的网络设备数对网络接入分布进行优化处理，以优化对网络吞吐率。

本发明实施例提供了一种优化短距离无线网络吞吐率的系统，包括时间参数获取单元，网络设备数确定单元和网络优化处理单元，其中：

时间参数获取单元，用于根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的时间参数，所述参数为基于非坚持CSMA机制确定；

15 网络设备数确定单元，用于利用所述竞争访问时段的时间参数计算确定网络的信道空闲评估成功概率，并根据所述信道空闲评估成功概率确定网络中的网络设备数；

网络优化处理单元，用于根据所述的网络设备数对网络进行优化处理，实现针对网络吞吐率的优化。

由上述本发明实施例提供的技术方案可以看出，本发明实施例的有益效果包括：

20 该网络优化方法采用非坚持CSMA分析WPAN或WSN等短距离无线网络CAP，简化了优化分析过程的复杂程度，且可以准确获得WPAN或WSN等短距离无线网络的吞吐率参数，从而可以有效地针对网络性能进行优化处理，进而有效提高短距离无线网络的接入性能，降低设备功耗。

25 附图简要说明

图1为本发明实施例所述的确定网络吞吐率的具体实现过程示意图；

图2为本发明实施例提供的第一种信道模型示意图；

图3为本发明实施例中采用的设备CCA马尔可夫模型示意图；

图4为本发明实施例中的冲突后平均空闲时间马尔可夫模型示意图；

30 图5为本发明实施例中的成功通信之间的平均冲突次数的马尔可夫模型示意图；

图6为本发明实施例提供的确定网络吞吐率的系统的具体实现结构示意图；

图7为本发明实施例所述的网络优化的具体实现过程示意图；

图8为本发明实施例提供的第二种信道模型示意图；

图9为本发明实施例提供的网络优化系统的具体实现结构示意图；

图10为本发明实施例提供的网络优化后的仿真效果示意图一；

5 图11为本发明实施例提供的网络优化后的仿真效果示意图二。

实施本发明的方式

本发明实施例中具体是基于使用非坚持CSMA机制的WPAN或WSN等短距离无线网络的信息传输特征建立对应的CAP信道模型，以便基于所述的信道模型确定相应的网络吞吐
10 率，进而便于对网络吞吐率的优化处理。具体可以借助基于信道模型确定的研究周期概念进行网络吞吐率的计算。

根据WPAN或WSN等短距离无线网络CSMA/CA的处理过程可知，设备在任意时刻感知信道，若信道空闲则发送数据，否则按照退避算法延时后，继续感知信道。在第二次感知信道时继续以上算法。因此，本发明实施例可以利用非坚持CSMA方法对WPAN或WSN等短
15 距离无线网络CSMA/CA进行分析研究，以确定相应吞吐率参数。

为了研究网络某一时刻的状态和性能，可以假设信道为理想信道且无隐藏终端，设备数为恒定值且每一个设备始终有同样长度的数据向协调器发送，而且，在实际工作环境中，基本上是符合这种假设的，即数据量较小，也相对恒定，信道条件发生巨大变化的可能性较小，至于设备数量，如果发生变化，网络状态和性能将经过一个波动期后进入新的状态，所以也可以假设在研究周期内是恒定的。
20

基于上述假设，定义S为网络吞吐率，即网络用于成功传输有效数据负载的时间所占比例，且具体以每次成功传输的间隔为研究周期。

本发明实施例提供了准确估计WPAN或WSN等短距离无线网络吞吐率的实现方案。其主要包括：首先，根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，
25 且所述参数为基于非坚持CSMA确定；之后，再根据所述竞争访问时段的各时间参数，计算确定所述的短距离无线网络的吞吐率。其中，计算确定短距离无线网络的吞吐率的实现具体可以根据所述竞争访问时段的各时间参数，计算确定网络中的研究周期时间值，并将网络的有效数据负载的长度和所述研究周期时间值的比值作为短距离无线网络的吞吐率。

30 本发明实施例还提供了优化短距离无线网络吞吐率的实现方案。其主要包括：首先，

根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，所述参数为基于非坚持CSMA机制确定；之后，利用所述各时间参数计算确定网络的信道空闲评估成功概率，并根据所述信道空闲评估成功概率确定网络中的网络设备数；最后，根据所述的网络设备数对网络接入分布进行优化处理，实现针对网络吞吐率的优化。

5 在上述两实现方案中，所述的信息传输特征包括但不限于：a) 单个节点发送的数据速率较小，发送的数据包不大；b) 网络支持的设备数量较大；c) 采用CSMA/CA机制，具有非坚持CSMA机制的特点，支持时隙和非时隙两种机制。

上述基于非坚持CSMA机制确定的各时间参数可以为以下任一情况：

(1) 信道空闲评估时间，冲突传输时间，成功传输时间，以及空闲时间；

10 (2) 信道空闲评估时间，冲突传输时间，成功传输时间，冲突传输后的空闲时间，以及冲突传输后的空闲时间；

(3) 冲突传输时间，成功传输时间，以及包含信道空闲评估时间的空闲时间。

当然，除上述三种情况外，还可能选择其他时间参数的组合作为短距离无线网络信道模型对应的各时间参数。

15 本发明实施例提供的网络吞吐率估计算法在具体实施过程中还提出设备感知信道概率的markov（马尔可夫）模型，并基于该模型确定感知信道概率（如CCA成功概率、退避时刻第一次CCA条件的概率等）和连续两次CCA成功概率的估计结果。同时，还考虑timeout（设备等待应答最大等待时间）对吞吐率性能的影响，确定通信间平均空闲时间和成功通信间平均冲突次数的分析方法。从而可以根据确定的相应参数，为基于非坚持CSMA提出WPAN或WSN等短距离无线网络的CAP（竞争访问时段）的信道模型进行网络吞吐率的计算，以便于对网络的性能进行量化衡量，并可以根据量化结果作为判断网络优化处理是否达到预期目标的依据，从而实现网络吞吐率的优化操作。

20 为便于对本发明实施例的理解，下面将结合附图对本发明实施例的具体实现过程进行详细的说明。

25 本发明实施例首先提供了一种短距离无线网络中确定网络吞吐率的实现方法，具体的实现过程如图1所示，包括如下步骤：

步骤11：确定所述研究周期包括的各时间参数；

如图2所示，每个研究周期具体可以包括：冲突传输时间coll、成功传输时间Succ、成功后的空闲时间Idle_succ、冲突后的空闲时间Idle_coll以及CCA时间，其中，CCA时间不计算在空闲时期内；

或者，每个研究周期的具体时间参数还可以如图8所示，包括冲突传输时间coll、成功传输时间Succ、空闲时间Idle以及CCA时间；此时，不将空闲时间区分为成功后的空闲时间Idle_succ和冲突后的空闲时间Idle_coll；

5 在后续的网络吞吐率计算过程中具体以图2所示的信道模型为例进行描述，其中具体的实现过程涉及的原理同样适用于图8所示的信道模型。

步骤12：计算研究周期内的平均冲突次数；

由于在计算吞吐率S时需要利用步骤11中的时间参数以及研究周期内的平均冲突次数，所以该步骤中需要计算所述的研究周期内的平均冲突次数 N_c ；

10 步骤13：根据所述的时间参数及所述的研究周期内的平均冲突次数计算网络的吞吐率；

网络吞吐率S与研究周期包含的各个时间的关系为：

$$S = \frac{t_p}{t_v} \quad \text{式 (1)}$$

$$t_v = N_c \cdot T_{idle\_coll} + T_{idle\_succ} + (N_c + 1) \cdot 2 \cdot T_{CCA} + N_c T_{coll} + T_s \quad \text{式 (2)}$$

其中，

15 t_p 为有效数据负载的长度；

t_v 为研究周期的平均时间长度；

T_{idle_coll} 和 T_{idle_succ} 分别是冲突传输后的平均空闲时间和成功传输后的平均空闲时间；

N_c 为一个研究周期内的平均冲突次数；

20 T_{coll} 和 T_s 分别为冲突通信所占据的网络时间（即冲突传输时间）和成功通信所占据的网络时间（即成功传输时间）；

T_{CCA} 为CCA所占据的网络时间（即CCA时间）。

下面首先对上述除 T_{idle_coll} （该参数将在后面描述中）外的其他各参数的计算获得方式进行说明：

$$25 \quad N_c = \frac{P_{coll}}{P_{succ}} \quad \text{式 (3)}$$

$$T_{idle\_succ} = \frac{(1-\tau)^n}{1-(1-\tau)^n} \quad \text{式 (4)}$$

$$T_s = T_{packet} + T_{ack} + T_{wait} = L + 3 \quad T_{coll} = L \quad T_{CCA} = 1 \quad \text{式 (5)}$$

其中, P_{coll} 和 P_{succ} 分别为网络中存在通信的前提下, 此通信为冲突和成功的条件概率, n 为网络设备数, 即某个星型网络中的设备数, τ 为某个设备在退避的前提下处于第一次CCA的条件概率, T_{packet} 为打包处理时间, T_{ack} 为响应确认时间, T_{wait} 为等待时间。

5 为便于计算获得所述的网络吞吐率 S , 便需要获知上述各式中的各参数, 下面将分别描述各参数的计算获得方式:

(1) 具体计算退避时刻第一次CCA的条件概率 τ 的方法如下:

借助如图3所示二维markov模型研究某个设备在任意退避时刻第一次CCA的条件概率 τ , 在该模型中省略了第二次CCA的状态, 所述的 τ 为:

$$\tau = \frac{\sum_{i=0}^m (i, 0)}{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^{W_i} (i, j)} = \frac{\frac{1-v^{m+1}}{1-v}}{\frac{1}{2} \sum_{i=0}^m (W_0 2^{\min(i,2)} + 1) v^i} \quad \text{式 (6)}$$

在式(6)及图3中, W_i 为当前退避计数最大值, m 为当前退避次数, $1-v$ 为连续两次CCA成功概率, (i, j) 为退避状态。当退避计数值 j 为0时, 设备进行第一次CCA;

基于图2所示的信道模型, 连续两次CCA成功概率 $1-v$ 为:

$$1-v = \frac{T_{vi2}}{T_{v2}} = \frac{N_c (T_{idle\_coll} + 2T_{CCA} - 1) + T_{idle\_succ} + 2T_{CCA} - 1}{t_v - 1} \quad \text{式 (7)}$$

15 在式(7)中, T_{vi2} 为一个研究周期中连续两个空闲时隙的平均数目, T_{v2} 为一个研究周期中连续两个时隙的数目。

(2) 计算研究周期内的平均冲突次数

由于上次通信的成功与否直接影响本次通信的成功概率, 所以一个研究周期内的平均冲突次数 N_c 可以利用图4所示的markov模型进行求解。

20 当前通信冲突和成功的概率 P_{coll} 和 P_{succ} 分别为:

$$P_{succ} = \frac{1 - P_{c\_c}}{1 - P_{c\_c} + P_{c\_s}} \quad P_{coll} = 1 - P_{succ} \quad \text{式 (8)}$$

$$\text{式 (8) 中, } P_{c\_s} = \frac{1 - (1-\tau)^n - n\tau(1-\tau)^{n-1}}{1 - (1-\tau)^n}, \quad P_{s\_s} = 1 - P_{c\_s}, \quad P_{s\_c} = 1 - P_{c\_c},$$

在图4及式(8)中, P_{c_s} 和 P_{s_s} 分别为上次成功通信后本次通信冲突个成功的概率, P_{s_c}

为上次冲突后本次通信成功的概率, P_{c-c} 为上次通信冲突后本次通信冲突的概率, 后面将对该概率的计算获得方式进行说明。

因此, 平均冲突次数 N_c 的计算方式为:

$$N_c = \frac{P_{c-s}}{1 - P_{c-c}} \quad \text{式 (9)}$$

5 根据上述公式便可以计算所述的研究周期内的平均冲突次数。

(3) 为计算出研究周期内的平均冲突次数及网络吞吐率, 还需要计算确定冲突传输后的空闲时间 T_{idle_coll} 及 P_{c-c} , 具体的计算方法如下:

10 目前, 在IEEE802.15.4标准中, timeout时间为2.7个时隙, 即大于CCA所需时间(2个时隙), 所以没有参与上次冲突通信的设备可能会在timeout时期竞争以获得感知和接入信道的机会, 相反在这个时期里参与上次冲突通信的设备则必须处于等待应答的状态。基于以上原因, 冲突后的空闲时期可以分为两个竞争时期: timeout时间(即timeout对应的时期)和其他空闲时间(即空闲时间中除timeout之外的时期)。

借助markov模型来研究冲突后的空闲时期模型, 如图5所示, slot i 代表冲突后在设备开始第一次CCA之前网络的空闲时隙数, P_{t1} 为在timeout时期内存在设备进行第一次CCA的概率, P_{t2} 为在其他空闲时期存在设备进行第一次CCA的概率。因为参与冲突的设备在timeout时期后最多退避7个时隙感知信道, 所以 i 最大等于10。Xi 为 slot i 的概率, 具体为:

$$\begin{aligned} X_0 &= \frac{1}{\frac{1 - (1 - P_{t1})^4}{P_{t1}} + (1 - P_{t1})^3 \cdot \frac{(1 - P_{t2}) - (1 - P_{t2})^8}{P_{t2}}} \\ X_i &= X_0 \cdot (1 - P_{t1})^i \quad 1 \leq i \leq 3 \\ X_i &= X_0 \cdot (1 - P_{t1})^3 \cdot (1 - P_{t2})^{i-3} \quad 4 \leq i \leq 10 \end{aligned} \quad \text{式 (10)}$$

式 (10) 中 P_{t1} 和 P_{t2} 可由下式得到:

$$20 \quad P_{t1} = 1 - (1 - \tau)^{n-n_0} \quad P_{t2} = 1 - (1 - \tau)^n \quad \text{式 (11)}$$

式 (11) 中 n_0 为参与冲突的平均设备数。借助上述模型, 推导得出 T_{idle_coll} 和上次冲突后当前通信为冲突的概率 P_{c-c} :

$$T_{idle\_coll} = \sum_{i=0}^{10} i \cdot X_i \quad \text{式 (12)}$$

$$P_{c\_c} = \sum_{i=0}^2 P_{c\_timeout} \cdot X_i + \sum_{i=3}^{10} P_{c\_untimeout} \cdot X_i \quad \text{式 (13)}$$

式(13)中 $P_{c\_timeout}$ 和 $P_{c\_untimeout}$ 分别为timeout时期和其他空闲时期存在冲突的概率:

$$P_{c\_timeout} = \frac{1 - (1 - \tau)^{n-n_0} - n\tau(1 - \tau)^{n-n_0-1}}{1 - (1 - \tau)^{n-n_0}} \quad \text{式 (14)}$$

$$P_{c\_untimeout} = \frac{1 - (1 - \tau)^n - n\tau(1 - \tau)^{n-1}}{1 - (1 - \tau)^n} \quad \text{式 (15)}$$

- 5 (4) 参与冲突的平均设备数的计算确定。尽管由于timeout时期的原因, 参与竞争以获得CCA机会的设备数不是常数, 但在此仍假设所有设备在任意空闲时期都在参与竞争。所以参与冲突的平均设备数由下式得到:

$$n_0 = \sum_{i=2}^{\infty} i \cdot Coll_i = \sum_{i=2}^{\infty} i \cdot \frac{C_n^i \tau^i (1 - \tau)^{n-i}}{1 - (1 - \tau)^n - n\tau(1 - \tau)^{n-1}} \quad \text{式 (16)}$$

式(16)中 $Coll_i$ 为存在i个设备参与冲突的概率。

- 10 至此, 用于计算网络的吞吐率S所需要的各参数均可以获得, 因此, 相应的吞吐率S可以计算获得, 而且, 上述计算处理过程中由于充分考虑了短距离通信网络的特有特征, 使得计算获得的吞吐率S可以更为准确地反映网络的实际性能, 而且, 整个吞吐率S的计算远程更为简便。

- 在上述具体实现方案中, 在进行各参数的计算过程中, 分别采用了上述式(1)至
15 式(16), 在实际应用本发明实施例过程中, 并不局限于采用上述公式进行各参数的计算, 对于任何非实质的变换, 但仍采用上述实现思想完成的网络吞吐率计算确定处理过程均属于本发明要求保护的范围。

本发明实施例还提供了一种确定短距离无线网络吞吐率的系统, 其具体实现结构如图6所示, 包括时间参数获取单元和网络吞吐率确定单元, 其中:

- 20 (1) 时间参数获取单元, 用于根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数, 所述参数为基于非坚持载波侦听多点接入CSMA机制确定;

- 其中, 所述的各时间参数可以为信道空闲评估时间, 冲突传输时间, 成功传输时间, 以及空闲时间; 或者, 可以为信道空闲评估时间, 冲突传输时间, 成功传输时间, 冲突传输后的空闲时间, 以及冲突传输后的空闲时间; 或者, 也可以为冲突传输时间, 成功
25 传输时间, 以及包含信道空闲评估时间的空闲时间。当然, 除此之外, 还可以选择其他时间参数的组合作为短距离无线网络信道模型对应的各时间参数。

(2) 网络吞吐率确定单元, 用于利用所述竞争访问时段的各时间参数计算确定网络中的研究周期时间值, 并根据有效数据负载的长度和所述研究周期时间值计算确定短距离无线网络的吞吐率; 所述的网络吞吐率确定单元具体包括研究周期时间确定单元和网络吞吐率计算单元, 其中:

5 研究周期时间确定单元, 用于根据研究周期内的平均冲突次数及所述各时间参数确定研究周期时间;

网络吞吐率计算单元, 用于计算有效数据负载长度与所述研究周期时间的比值, 并作为网络吞吐率值;

(3) 研究周期内的平均冲突次数计算单元, 用于为研究周期时间确定单元提供研究周期内的平均冲突次数, 且该单元具体为:

根据设备退避时间的第一次信道空闲评估的条件概率, 计算上次成功通信后本次通信冲突的概率和上次冲突后本次通信冲突的概率, 利用计算获得的两概率值计算研究周期内的平均冲突次数; 其中,

所述的第一次信道空闲评估的条件概率具体是由第一次信道空闲评估的条件概率
15 计算单元提供, 该单元具体为根据研究周期中的连续两个空闲时隙的平均数目及连续两个时隙的数目确定所述的连续两次信道空闲评估成功概率, 并根据连续两次信道空闲评估成功概率确定所述的第一次信道空闲评估的条件概率。

在该系统中, 具体的各参数的计算方式在前面的计算网络吞吐率的方法描述过程中已经描述, 故在此不再详细描述。

20 综上所述, 本发明实施例提出用非坚持CSMA分析WPAN或WSN等短距离无线网络CAP, 简化了分析过程; 同时, 本发明实施例根据信道模型提出设备CCA概率和CCA成功概率的估计方法, 使CCA的估计方法更加合理, 且得到大大简化; 另外, 本发明实施例还考虑了timeout时期对吞吐率性能的影响, 提出了基于timeout时期的分析方法, 修正了吞吐率的估计值, 使得估计结果更加精确。

25 本发明实施例中, 基于上述网络吞吐率的计算方式, 还提供了一种网络优化处理的实现方案。

在该方案中, 主要包括: 首先, 基于建立的CAP信道模型计算获得当前网络中包含的实际网络设备数, 进而计算确定可以令当前网络获得最优网络吞吐率的退避窗口值, 之后, 利用所述退避窗口值对网络设备的接入竞争过程进行优化。

30 本发明实施例提供的竞争接入的完全分布式方法, 即相应的网络优化方法的具体实

现过程如图7所示，具体包括以下步骤：

步骤71：确定研究周期的时间参数；

基于图8所示的本发明实施例提供的竞争接入时期信道模型，每个研究周期包括：冲突传输时间、成功传输时间、空闲时间（包括成功后空闲时间和冲突后的空闲时间）

5 以及CCA时间。特别地，CCA时期不计算在空闲时期内。

步骤72：确定网络的吞吐量S和研究周期的平均时间长度；

$$S = \frac{t_p}{t_v} \quad \text{式 (17)}$$

$$t_v = (N_c + 1) \cdot (2 \cdot T_{CCA} + T_{idle}) + N_c T_{coll} + T_s \quad \text{式 (18)}$$

其中， t_p 为有效数据负载的长度， t_v 为研究周期的平均时间长度， T_{idle} 是空闲时间，
10 即传输之间的平均空闲时间， N_c 为一个研究周期内的平均冲突次数， T_{coll} 和 T_s 分别为冲突和成功通信所占据的网络时间， T_{CCA} 为CCA时间，即为CCA所占据的网络时间。

上述式 (17) 和式 (18) 中的各参数的具体计算方式如下：

$$N_c = \frac{P_{coll}}{P_{succ}} \quad \text{式 (19)}$$

$$T_{idle} = \frac{(1-\tau)^n}{1-(1-\tau)^n} \quad \text{式 (20)}$$

$$15 \quad T_s = T_{packet} + T_{ack} + T_{wait} = L + 3 \quad T_{coll} = L \quad T_{CCA} = 1 \quad \text{式 (21)}$$

各式中， P_{coll} 和 P_{succ} 分别为网络中存在通信的前提下，此通信为冲突和成功的条件概率，n为某个星型网络中设备数， τ 为某个设备在退避的前提下处于第一次CCA的条件概率。

步骤73：基于信道模型提出使网络吞吐量接近理论极限时的条件；

20 参考坚持CSMA的优化方法和非坚持CSMA的特点，以及网络吞吐率的计算方法，可以获知，若满足下式则网络吞吐量可接近理论极限；

$$(1 + N_c)T_{idle} = N_c \cdot T_{coll} \quad \text{式 (22)}$$

对式 (22) 进行数学变换和简化，可得到最优感知信道概率，即退避时刻第一次CCA的条件概率 τ 的计算公式：

$$25 \quad \tau_{opt} = \frac{-1 + \sqrt{2L-1}}{(L-1)n} \quad \text{式 (23)}$$

基于式 (23)，相应的最优退避窗口值BW为：

$$BW = \frac{2}{\tau_{opt}} - 1 = \frac{2(L-1)n}{-1 + \sqrt{2L-1}} - 1 \quad \text{式 (24)}$$

这样, 在确定网络中的网络设备数后, 便可以计算获知当前网络的最优退避窗口值, 若采用该最优退避窗口值便可以有效提高网络设备的接入成功率, 从而获得最优的网络吞吐率, 实现网络吞吐率的优化。

5 下面将对网络设备数的计算确定过程进行说明:

步骤74: 计算CCA成功概率;

借助图8的信道模型获得平均CCA成功概率:

$$P_{CCA} = \frac{(N_c + 1)(T_{idle} + 2T_{CCA} - 1)}{t_v - 1} \quad \text{式 (25)}$$

式 (25) 中, 分子为一个研究周期中连续两个空闲时隙的平均数目, 分母为一个研究周期中连续两个时隙的数目。

步骤75: 基于所述的平均CCA成功概率估计网络设备数;

每个设备可以通过 N_{CCA} (本设备的平均成功CCA之间CCA次数) 对网络设备数进行准确估计, 具体为:

$$N_{CCA} = \frac{1}{P_{CCA}} = \frac{1}{(L+2) - (L+1)(1-\tau)^n + 2n\tau(1-\tau)^{n-1}} \quad \text{式 (26)}$$

15 至此网络设备数可由式 (26) 推导得出:

$$n = \frac{L+3 - \sqrt{(L+3)^2 - 8(N_{CCA} - 1)}}{4\tau} \quad \text{式 (27)}$$

步骤76: 在每个设备的每个成功CCA周期对网络设备数进行估计和修正, 具体采用的处理公式如下:

$$estimated\_n_{i+1} = w \cdot estimated\_n_i + (1-w) \cdot n_i \quad \text{式 (28)}$$

20 式 (28) 中, $estimated\_n_i$ 为第i个成功CCA周期的网络设备数估计值, n_i 为第i个成功CCA周期结束时利用式 (27) 计算结果, w为平滑因子。由于 N_{CCA} 方差比较大, 我们推荐 $w=0.99$ 。

步骤77: 利用式 (28) 估计的网络设备数及式 (24) 计算的退避窗口值进行网络优化处理;

25 具体为: 在每个成功CCA周期, 利用 N_{CCA} 作为网络竞争层次的回馈信号采用式 (27)

—28) 估计网络设备数, 利用所述的网络设备数基于式(24)计算确定相应的退避窗口值, 并利用该退避窗口值对网络设备的接入竞争方式作出近似最优化的修正, 以实现针对网络的优化处理, 提高网络设备的接入成功率, 进而令网络的吞吐率达到最优值。

在上述各参数的计算过程中, 分别采用了上述式(17)至式(28), 在实际应用本发明实施例过程中, 并不局限于采用式(17)至式(28)进行各参数的计算, 对于任何非实质的变换, 但仍采用上述实现思想完成的网络吞吐率优化计算处理过程均属于本发明要求保护的范围。

本发明实施例还提供了一种优化短距离无线网络吞吐率的系统, 其具体实现结构如图9所示, 包括时间参数获取单元, 网络设备数确定单元和网络优化处理单元, 其中:

10 (1) 时间参数获取单元, 用于根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数, 所述参数为基于非坚持CSMA确定;

其中, 所述的各时间参数可以为信道空闲评估时间, 冲突传输时间, 成功传输时间, 以及空闲时间; 或者, 可以为信道空闲评估时间, 冲突传输时间, 成功传输时间, 冲突传输后的空闲时间, 以及冲突传输后的空闲时间; 或者, 也可以为冲突传输时间, 成功传输时间, 以及包含信道空闲评估时间的空闲时间。当然, 除此之外, 还可以选择其他时间参数的组合作为短距离无线网络信道模型对应的各时间参数。

例如, 基于图8所示的信道模型, 相应的时间参数包括信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间和空闲时间。

20 (2) 网络设备数确定单元, 用于利用所述竞争访问时段的各时间参数计算确定网络的信道空闲评估成功概率, 并根据所述信道空闲评估成功概率及所述时间参数计算确定短距离无线网络中的网络设备数;

所述的网络设备数确定单元中还包括网络设备数修正处理单元, 该单元的具体执行的处理为: 利用平滑因子对当前信道空闲评估成功周期内的网络设备数及当前信道空闲评估成功周期结束后的网络设备数进行修正处理, 获得下一信道空闲评估成功周期内的网络设备数;

其中, 所述的当前信道空闲评估成功周期结束后的网络设备数为根据冲突传输时间、信道空闲评估成功概率及退避时刻的第一次信道空闲评估的条件概率计算确定。

所述的网络设备数确定单元中还可以包括信道空闲评估成功概率计算单元, 该单元用于为网络设备数确定单元提供信道空闲评估成功概率参数, 且该单元具体根据研究周期内的平均冲突次数及所述的各时间参数计算确定所述的信道空闲评估成功概率;

其中，所述的研究周期内的平均冲突次数可以为：上次成功通信后本次通信冲突的概率与上次冲突后本次通信成功的概率的比值，且两概率值均为根据设备退避时间的第一次信道空闲评估的条件概率确定。

(3) 网络优化处理单元，用于根据所述的网络设备数对网络进行优化处理，进而实现短距离无线网络的吞吐率的优化，该单元具体可以包括：

退避窗口值确定单元，用于根据网络设备数及网络的时间参数计算确定网络中吞吐率对应的退避窗口值；

优化处理执行单元，根据所述的退避窗口值对网络进行优化处理，即重新对各网络设备的接入竞争方式（退避机制）进行调整，以使各设备可以获得较高的接入成功率，进而实现优化提高网络吞吐率的目的。

在该系统中，具体的各参数的计算方式在前面的网络优化方法描述过程中已经描述，故在此不再详细描述。

经仿真测试表明，本发明实施例提供的网络优化方法应用于网络中后，可以令网络吞吐率在网络设备数发生变化后的较短时间内达到最优。下面将结合两个仿真实例进行说明。

假设在WPAN中，有若干个设备同时向一个协调器发送固定包长的数据。每个设备可以使用上述完全分布式方法从而达到网络性能优化目的。

第一仿真实例的仿真结果如图10所示，具体为网络起始设备数为5，在8网络运行80秒后有15个设备加入此网络，图10中为该网络4分钟内的吞吐率仿真曲线图，可以看出，网络经过了短暂的吞吐率波动后，很快趋于稳定，并达到新的最优值：

第二仿真实例的仿真结果如图11所示，网络起始设备数为5，在网络运行80秒后有35个设备加入此网络，图11为该网络4分钟内的吞吐率仿真曲线图，从该实例中同样可以看出，网络经过了短暂的较大的吞吐率波动后，很快趋于稳定，并达到新的最优值。

因此，在网络中采用本发明实施例提供的完全分布式优化方法后，尽管网络设备数在某时刻出现急剧变化，但是在一段短暂时间（这段时间由平滑因子决定）后，网络吞吐率仍然保持接近理论极限的水平。同样，可以预测到网络能量利用率也不会随网络竞争层次的改变而急剧恶化。

综上所述，本发明实施例的实现可以产生如下有益效果：

(1) 本发明实施例提供的确定网络吞吐率的实现方案的有益效果如下：

本发明实施例采用非坚持CSMA分析WPAN或WSN等短距离无线网络CAP（竞争接入时

期)，简化了整个分析过程的复杂程度；而且，本发明实施例还根据信道模型使得CCA的估计更加合理，且得到大大简化；另外，本发明实施例中还考虑了timeout（设备等待应答最大等待时间）对吞吐率性能的影响，给出了基于timeout时期的分析方式，修正了吞吐率的估计值，使得吞吐率的估计结果更加精确。因此，本发明实施例提供了一种可以准确估计WPAN或WSN等短距离无线网络的网络吞吐率的实现方案，为网络性能评估提供了可靠准确的分析工具和方法，进而提高网络的整体性能，保证用户的利益和业务服务的质量。

（2）本发明实施例提供的网络优化实现方案的有益效果如下：

本发明实施例采用非坚持CSMA分析WPAN或WSN等短距离无线网络CAP，简化了优化分析过程；同样，根据信道模型对设备的CCA成功概率进行估计，使CCA的估计更加合理，且得到大大简化；而且，本发明实施例还给出了较为简便的每个设备对网络设备数的估计方法，其对硬件无需任何额外要求。另外，本发明实施例可以使WPAN或WSN等短距离无线网络CSMA/CA的网络吞吐率接近理论极限，而且，在优化吞吐率的同时有效改善网络能量利用率。

以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1、一种确定短距离无线网络吞吐率的方法，其特征在于，包括：

根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，所述参数为基于非坚持载波侦听多点接入CSMA机制确定；

5 根据所述竞争访问时段的各时间参数，计算确定所述的短距离无线网络的吞吐率。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述的各时间参数包括：

信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间和空闲时间；

或者，

信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间、冲突传输后的空闲时间和冲突

10 传输后的空闲时间；

或者，

冲突传输时间、成功传输时间和包含信道空闲评估时间的空闲时间。

3、根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述的计算确定短距离无线网络的吞吐率的处理包括：

15 根据所述竞争访问时段的各时间参数及研究周期内的平均冲突次数，确定网络中的所述研究周期时间值，并根据有效数据负载的长度和所述研究周期时间值计算确定短距离无线网络的吞吐率。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述的平均冲突次数为根据上次成功通信后本次通信冲突的概率，以及上次冲突后本次通信冲突或成功的概率确定，所述的
20 本次通信冲突或成功的概率均为根据设备退避时间的第一次信道空闲评估的条件概率确定。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述的第一次信道空闲评估的条件概率为基于马尔可夫模型和连续两次信道空闲评估成功概率确定，且所述的连续两次信道空闲评估成功概率为根据研究周期中的连续两个空闲时隙的平均数目及连续两个时隙
25 的数目确定；所述的上次冲突后本次通信冲突的概率为根据设备等待应答最大等待时间存在冲突的概率与其他空闲时间存在冲突的概率确定，且所述的设备等待应答最大等待时间存在冲突的概率与所述的其它空闲时间存在冲突的概率分别为根据退避时间的第一次信道空闲评估的条件概率确定。

6、一种确定短距离无线网络吞吐率的系统，其特征在于，包括：

30 时间参数获取单元，用于根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，且所述参数为基于非坚持载波侦听多点接入CSMA机制确定；

网络吞吐率确定单元，用于利用所述竞争访问时段的各时间参数计算确定短距离无线网络的吞吐率。

7、根据权利要求6所述的系统，其特征在于，所述的各时间参数包括：

信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间和空闲时间；

5 或者，

信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间、冲突传输后的空闲时间和冲突传输后的空闲时间；

或者，

冲突传输时间、成功传输时间和包含信道空闲评估时间的空闲时间。

10 8、根据权利要求6或7所述的系统，其特征在于，所述的网络吞吐率确定单元包括：
研究周期时间确定单元，用于根据研究周期内的平均冲突次数及所述各时间参数确定研究周期时间；

网络吞吐率计算单元，用于计算有效数据负载长度与所述研究周期时间的比值，所述比值为网络吞吐率。

15 9、根据权利要求8所述的系统，其特征在于，所述的系统还包括研究周期内的平均冲突次数计算单元，用于根据设备退避时间的第一次信道空闲评估的条件概率，计算上次成功通信后本次通信冲突的概率和上次冲突后本次通信冲突的概率，利用计算获得的两概率值计算所述研究周期内的所述平均冲突次数。

10、根据权利要求9所述的系统，其特征在于，所述的系统还包括第一次信道空闲评估的条件概率计算单元，用于根据研究周期中的连续两个空闲时隙的平均数目及连续两个时隙的数目确定所述的连续两次信道空闲评估成功概率，并根据连续两次信道空闲评估成功概率确定所述的第一次信道空闲评估的条件概率。

11、一种优化短距离无线网络吞吐率的方法，其特征在于，包括：

25 根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段的各时间参数，所述参数为基于非坚持CSMA机制确定；

利用所述竞争访问时段的各时间参数计算确定网络的信道空闲评估成功概率，并根据所述信道空闲评估成功概率确定网络中的网络设备数；

根据所述的网络设备数对网络接入分布进行优化处理，以优化网络吞吐率。

12、根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述各时间参数包括：

30 信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间和空闲时间；

或者，

信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间、冲突传输后的空闲时间和冲突传输后的空闲时间；

或者，

冲突传输时间、成功传输时间和包含信道空闲评估时间的空闲时间。

5 13、根据权利要求11或12所述的方法，其特征在于，所述的信道空闲评估成功概率根据研究周期内的平均冲突次数及所述的各时间参数计算确定。

14、根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述的研究周期内的平均冲突次数为：上次成功通信后本次通信冲突的概率与上次冲突后本次通信成功的概率的比值，且两概率值均为根据设备退避时间的第一次信道空闲评估的条件概率确定。

10 15、根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述的网络中的网络设备数为：

利用平滑因子对当前信道空闲评估成功周期内的网络设备数及当前信道空闲评估成功周期结束后的网络设备数进行修正处理，获得下一信道空闲评估成功周期内的网络设备数，且所述的当前信道空闲评估成功周期结束后的网络设备数为根据冲突传输时间、信道空闲评估成功概率及退避时刻的第一次信道空闲评估的条件概率计算确定。

15 16、根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述的优化处理包括：

根据所述的网络设备数及所述的时间参数确定网络中最优吞吐率对应的退避窗口值，并利用所述退避窗口值对网络进行优化处理。

17、一种优化短距离无线网络吞吐率的系统，其特征在于，包括：

20 时间参数获取单元，用于根据短距离无线网络的信息传输特征获取竞争访问时段各时间参数，所述参数为基于非坚持CSMA机制确定；

网络设备数确定单元，用于利用所述竞争访问时段各时间参数确定网络的信道空闲评估成功概率，并根据所述信道空闲评估成功概率确定网络中的网络设备数；

25 网络优化处理单元，用于根据所述的网络设备数对网络进行优化处理，以优化网络吞吐率。

18、根据权利要求17所述的系统，其特征在于，所述各时间参数包括：

信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间和空闲时间；

或者，

30 信道空闲评估时间、冲突传输时间、成功传输时间、冲突传输后的空闲时间和冲突传输后的空闲时间；

或者，

冲突传输时间、成功传输时间和包含信道空闲评估时间的空闲时间。

19、根据权利要求17或18所述的系统，其特征在于，所述的网络设备数确定单元包括：

信道空闲评估成功概率计算单元，用于根据研究周期内的平均冲突次数及所述的时间参数计算确定所述的信道空闲评估成功概率，且所述的研究周期内的平均冲突次数为：上次成功通信后本次通信冲突的概率与上次冲突后本次通信成功的概率的比值，且两概率值均为根据设备退避时间的第一次信道空闲评估的条件概率确定；

以及，用于根据所述信道空闲评估成功概率计算所述网络设备数的单元。

20、根据权利要求17或18所述的系统，其特征在于，所述的网络设备数确定单元中还包括网络设备数修正处理单元，用于：

利用平滑因子对当前信道空闲评估成功周期内的网络设备数及当前信道空闲评估成功周期结束后的网络设备数进行修正处理，获得下一信道空闲评估成功周期内的网络设备数，且所述的当前信道空闲评估成功周期结束后的网络设备数为根据冲突传输时间、信道空闲评估成功概率及退避时刻的第一次信道空闲评估的条件概率计算确定。

21、根据权利要求17或18所述的系统，其特征在于，所述的网络优化处理单元具体包括：

退避窗口值确定单元，用于根据网络设备数及网络的时间参数确定网络中最优吞吐率对应的退避窗口值；

优化处理执行单元，根据所述的退避窗口值对网络进行优化处理。

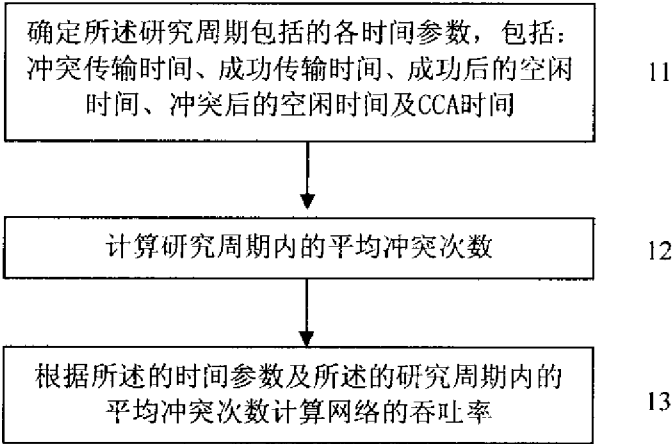


图1

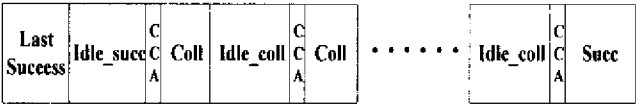


图2

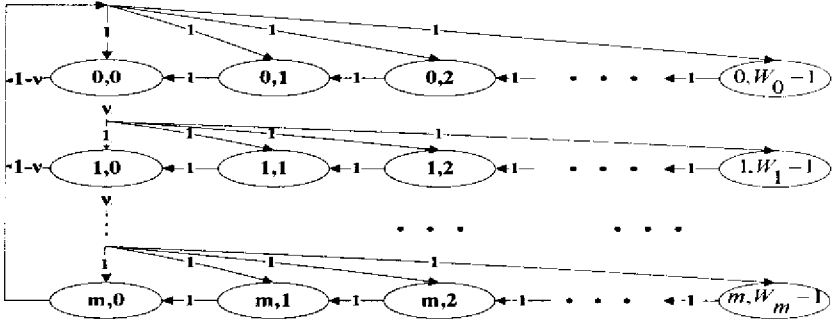


图3

2/4

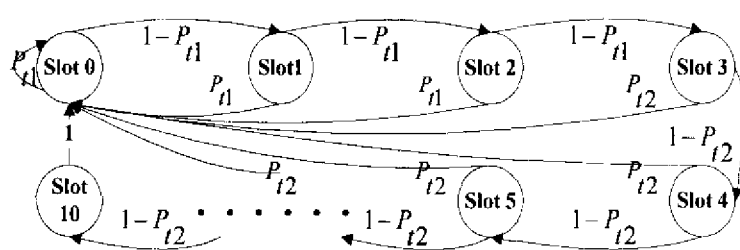


图4

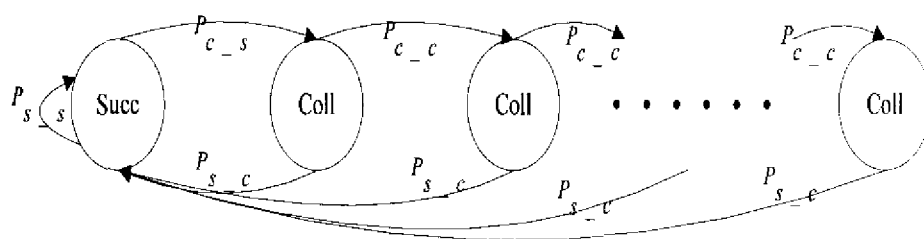


图5

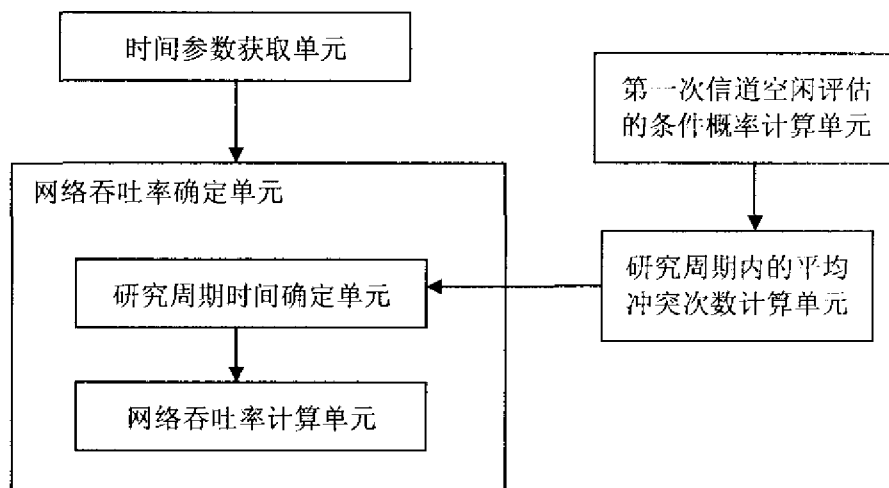


图6

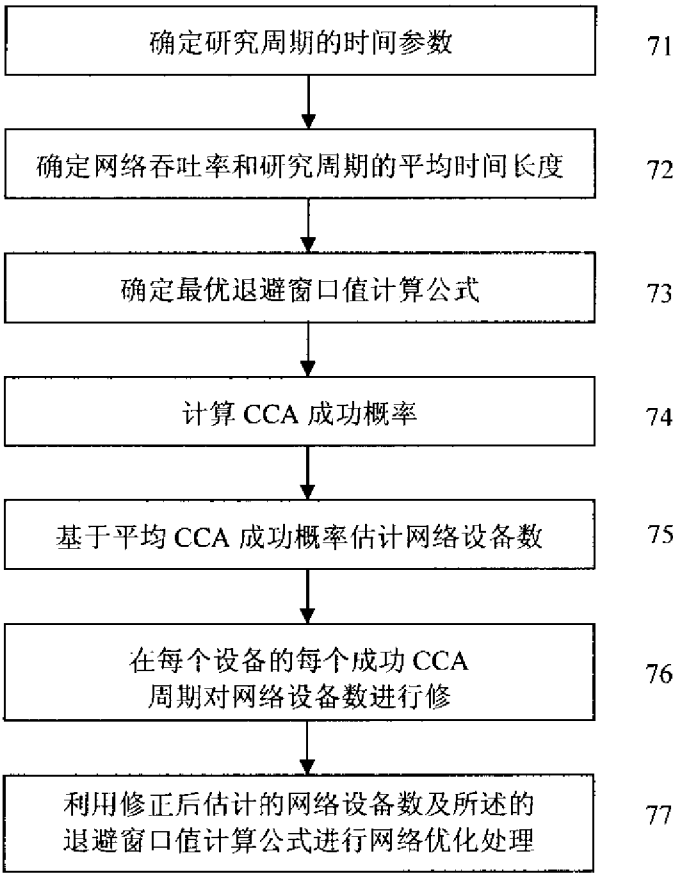


图7

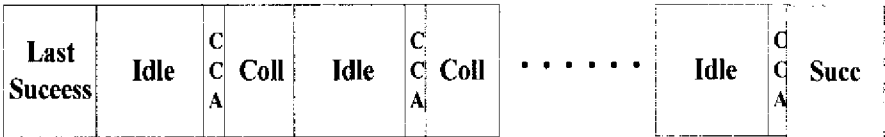


图8

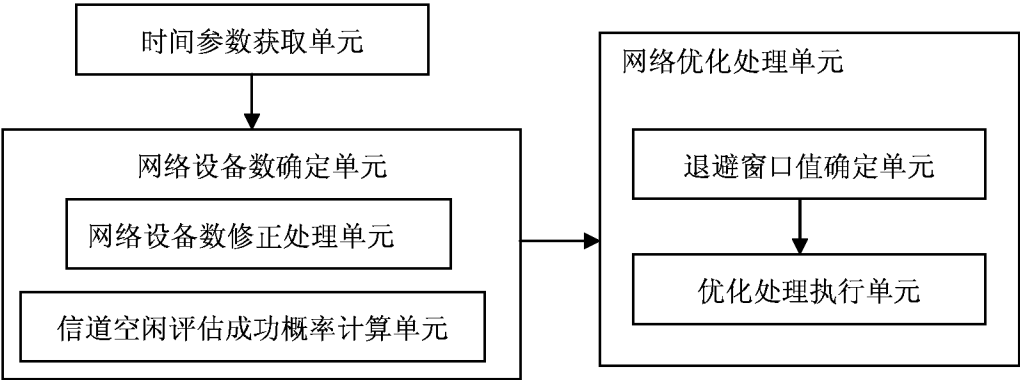


图9

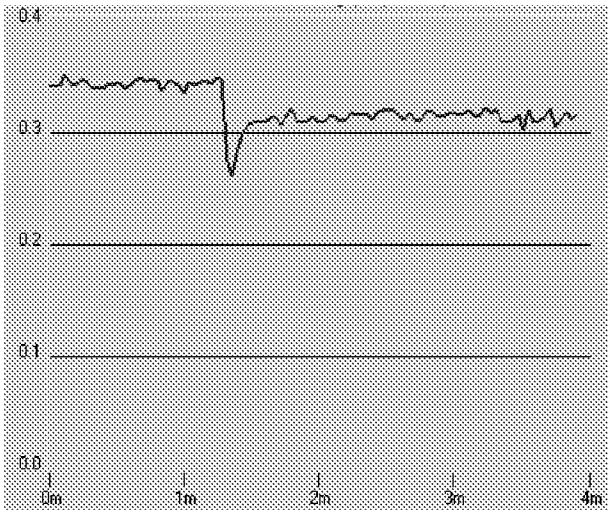


图10

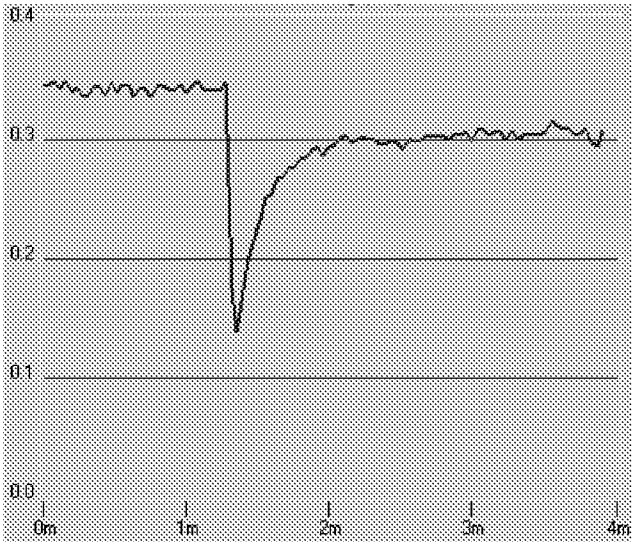


图11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2007/070861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/413(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04L12/-, H04L29/-, H04Q7/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CPRS,CNKI,WPI,EPODOC,PAJ: THROUGHPUT, THRUPUT, THUOUGHPUT, HANDLING W CAPACITY, TURN W VOLUME, RATE, WPAN, WSN, NETWORK, CALCULAT+, WPAN, WSN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US2002071388A1(Einar Bergsson et al) 13 Jun. 2002(13.06.2002) See the whole document	1-21
A	CN1301439A(QUALCOMM INC) 27 Jun. 2001(27.06.2001) See the whole document	1-21
A	US2004196860A1(DOCOMO COMMUNICATIONS LAB USA INC) 07 Oct. 2004(07.10.2004) See the whole document	1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&"document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
08 Jan. 2008(08.01.2008)Date of mailing of the international search report
17 Jan. 2008 (17.01.2008))Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451Authorized officer
REN Yang
Telephone No. (86-10)62411485

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2007/070861

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN1585404A(UNIV XIAN ELECTRONICS SCI & TECHNOLOG) 23 Feb. 2005(23.02.2005) See the whole document	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2007/070861

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US2002071388A1	13.06.2002	JP2002199008A	12.07.2002
		KR20020038548A	23.05.2002
CN1301439A	27.06.2001	WO9925088A1	20.05.1999
		AU1519899A	31.05.1999
		US6064678A	16.05.2000
		EP1029403A1	23.08.2000
		ZA9810182A	25.10.2000
		KR20010031866A	16.04.2001
		JP2001523065T	20.11.2001
		CN1130051C	03.12.2003
		EP1029403B1	05.09.2007
		DE69838397E	18.10.2007
US2004196860A1	07.10.2004	NONE	
CN1585404A	23.02.2005	NONE	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2007/070861

A. 主题的分类

H04L12/413(2006.01)i

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H04L12/-, H04L29/-, H04Q7/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CPRS,CNKI:吞吐率, 网络, 时间, 参数, 系数, 短距离, WPAN, 无线个人, 无线传感, WSN, 信道
WPI,EPODOC,PAJ: THROUGHPUT, THRUPUT, THUOUGHPUT, HANDLING W CAPACITY, TURN W VOLUME,
RATE, WPAN, WSN, NETWORK, CALCULAT+, WPAN, WSN

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	US2002071388A1(Einar Bergsson et al) 13.6 月 2002(13.06.2002) 参见全文	1-21
A	CN1301439A(夸尔柯姆股份有限公司) 27.6 月 2001(27.06.2001) 参见全文	1-21
A	US2004196860A1(DOCOMO COMMUNICATIONS LAB USA INC) 07.10 月 2004(07.10.2004) 参见全文	1-21
A	CN1585404A(西安电子科技大学) 23.2 月 2005(23.02.2005) 参见全文	1-21

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引
用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了
理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的
发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,
要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

08.1 月 2008(08.01.2008)

国际检索报告邮寄日期

17.1 月 2008 (17.01.2008)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

任扬

电话号码: (86-10) 62411485

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2007/070861

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US2002071388A1	13.06.2002	JP2002199008A	12.07.2002
		KR20020038548A	23.05.2002
CN1301439A	27.06.2001	WO9925088A1	20.05.1999
		AU1519899A	31.05.1999
		US6064678A	16.05.2000
		EP1029403A1	23.08.2000
		ZA9810182A	25.10.2000
		KR20010031866A	16.04.2001
		JP2001523065T	20.11.2001
		CN1130051C	03.12.2003
		EP1029403B1	05.09.2007
		DE69838397E	18.10.2007
US2004196860A1	07.10.2004	无	
CN1585404A	23.02.2005	无	