



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106162915 A

(43) 申请公布日 2016. 11. 23

(21) 申请号 201510195604. 0

(22) 申请日 2015. 04. 23

(71) 申请人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市南塔街 114 号

(72) 发明人 梁炜 余思翰 张晓玲 杨雨沱  
刘帅

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002  
代理人 徐丽 周秀梅

(51) Int. Cl.  
H04W 72/12(2009. 01)  
H04N 7/18(2006. 01)

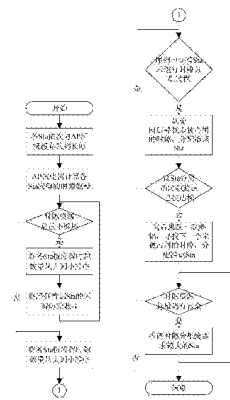
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法

(57) 摘要

本发明提出的一种基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法,包括按需时隙数计算和递归回溯时隙分配两个过程。时隙数计算: AP 根据节点汇报的资源需求,向下取整计算时隙资源分配比例;递归回溯时隙分配:AP 将节点按照更新后的时隙需求量与可得时隙数差值降序排列,并按序跳跃式递归回溯分配时隙。综合考虑网络需求量和网络可用资源,遵循按比例公平性分配原则,在实时保障节点通信需求的前提下,一方面避免了原有按需分配存在的资源短缺问题,另一方面,实现了网络节点动态公平分配;其中递归回溯网络资源,并按照精确计算的步幅跳跃搜索空闲时隙,可以保证时隙位置均匀分布,避免时隙聚集带来的延时长和抖动大的问题。



1. 一种基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤 1,时隙数计算:AP 根据节点汇报的资源需求,向下取整计算时隙资源分配比例;

步骤 2,递归回溯时隙分配:AP 将节点按照更新后的时隙需求量与可得时隙数差值降序排列,并按序跳跃式递归回溯分配时隙。

2. 根据权利要求 1 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法,其特征在于,所述步骤 1 包括以下步骤:

步骤 1.1:在汇报时刻到来时,各节点向 AP 汇报缓存队列长度;

步骤 1.2:AP 向下取整计算各节点的资源分配比例以及各节点应得的时隙数量,如果某节点计算应得的时隙数量为 0,则将该时隙数量置为 1;

步骤 1.3:判断全网可用时隙总数是否大于或等于所有节点应得的时隙数量之和;如果是,则执行步骤 2;否则,将节点按应得的时隙数量降序排列,执行步骤 1.4;

步骤 1.4:将序列首部节点的应得时隙数量减 1,返回步骤 1.3。

3. 根据权利要求 2 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法,其特征在于,所述 AP 向下取整计算各节点的资源分配比例,具体为:对应于第  $i$  个节点的资源分配比例  $P_i$  的计算方法为:

$$P_i = \frac{L_i}{\sum_{i=1}^N L_i}$$

其中, $L_i$  表示汇报上来的第  $i$  个节点的缓存队列中报文的数量; $\sum_{i=1}^N L_i$  表示表示汇报上来的全网节点的缓存队列中报文的总数。

4. 根据权利要求 2 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法,其特征在于,所述 AP 向下取整计算各节点应得的时隙数量,具体为:对应于第  $i$  个节点应得的时隙数量  $SN_i$  的计算方法为:

$$SN_i = \lfloor P_i \times N_s \rfloor$$

其中, $N_s$  表示全网可用时隙总数。

5. 根据权利要求 1 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法,其特征在于,所述步骤 2 包括以下步骤:

步骤 2.1:AP 按照更新后节点可用时隙数量对节点进行降序排列;

步骤 2.2:对节点序列中尚未执行时隙分配的第一个节点,递归回溯网络资源序列,即:从第一个空闲时隙开始,跳跃搜索下一个空闲时隙,并结合邻近前向搜索和后向搜索方法消除时隙分配冲突,直至达到该节点可得时隙总数;

步骤 2.3:循环执行步骤 2.2,直至所有节点都被分配以可得时隙。

步骤 2.4:如果网络资源剩余,则按时隙需求量与可得时隙数差值从大到小的顺序,将剩余的空闲时隙依次分配给可用时隙数不足的节点;否则,分配过程结束。

6. 根据权利要求 5 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法,其特征在于,所述跳跃搜索下一个空闲时隙是按照一定步幅进行跳跃搜索的,第  $i$  个节点跳

跃步幅  $\delta_i$  计算的计算过程为：

$$\delta_i = \left\lfloor \frac{N_s}{SN_i} \right\rfloor - 1$$

其中， $N_s$  表示全网可用时隙总数， $SN_i$  表示第  $i$  个节点应得的时隙数量。

7. 根据权利要求 5 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法，其特征在于，所述邻近前向搜索和后向搜索方法消除时隙分配冲突，包括以下步骤：

步骤 2.2.1：按照步幅跳跃过程中，如果计算得到的下一个时隙 Slot( $i$ ) 已被占用，则前向搜索时隙 Slot( $i-1$ ) 是否为空闲时隙，标号  $i$  为时隙编号；

步骤 2.2.2：如果前向搜索时隙 Slot( $i-1$ ) 为空闲，则标记为可用时隙 Slot( $j$ )；否则，从 Slot( $i$ ) 编号递增方向后向搜索空闲时隙，直至找到第一个空闲时隙，标记为可用时隙 Slot( $j$ )；如果后向搜索未找到空闲时隙，则跳转到时隙 Slot(1)，继续执行后向搜索过程，直至找到可用时隙 Slot( $j$ )；

步骤 2.2.3：在该节点分配到的时隙数未达到该节点可得时隙总数的情况下，转至步骤 2.2.1，直至达到该节点可得时隙总数。

8. 根据权利要求 7 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法，其特征在于，所述步骤 2.2.2 的执行过程遵循以下原则：

$$Slot(j) = \begin{cases} (H_i + \delta_i + 2 - n) \% N_s, & n = 1, 2 \\ (H_i + \delta_i + n - 1) \% N_s, & 3 \leq n \leq N_s \end{cases}$$

其中， $H_i$  表示冲突之前搜索得到的最后一个可得时隙， $\delta_i$  表示步幅， $n$  表示搜索次数， $N_s$  表示全网可用时隙总数。

9. 根据权利要求 5 所述的基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法，其特征在于，所述如果网络资源剩余，则按时隙需求量从大到小的顺序，将剩余的空闲时隙依次分配给可用时隙数不足的节点，包括以下步骤：

(1) 如果网络资源有剩余，剩余量为  $\Phi = N_s - \sum_{i=1}^N SN_i$ ，则按  $\Delta_i$  从大到小的顺序排列节点，得到序列 Seq，其中， $i = 1, 2, \dots, N$ ， $N$  为网络中的节点总数， $\Delta_i$  计算如下：

$$\Delta_i = L_i - SN_i$$

其中， $L_i$  表示节点  $i$  的时隙需求量， $SN_i$  表示最终计算所得节点  $i$  的可用时隙数；

(2) 为 Seq 中的节点可用时隙数依次 +1，直至加到第  $\Phi = N_s - \sum_{i=1}^N SN_i$  个时隙。如果 Seq 中的节点数  $< \Phi$ ，则从头开始调增 1，直至  $\Phi = 0$  或者  $L_i$  全部满足。

## 基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线网络技术,具体地说是一种基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法。

### 背景技术

[0002] 无线网络的飞速发展一级多媒体业务需求的快速增长,使得有限的无线资源与多媒体业务间不断提高的服务质量(QoS, Quality of Service)需求质检产生尖锐的矛盾。特别是随着多路视频监控需求的出现,传统一对一、一对多的视频传输模式已不能满足应用需求,能够支持多对一视频传输的无线多媒体传感器网络(WMSNs, Wireless Multimedia Sensor Networks)得到了越来越多的关注,提高网络整体性能且支持高质量多媒体业务的资源调度策略成为目前无线通信领域的研究重点。然而针对多路视频并发传输的WMSN的研究刚刚起步,延迟、抖动、丢包率等性能仍不尽如人意。研究表明,基于IEEE 802.11协议的网络面向多点传输时,报文碰撞概率增大,系统性能显著降低,不能满足高并发无线视频传输的需求。时分多址接入(TDMA, Time Division Multiple Access)技术因其固有的冲突避免和延迟保障机理,成为保障网络性能的优选。TDMA技术将时间分为若干帧,每个帧又分为若干个时隙;通过将时隙分配给不同的节点,各个节点在不同的时隙发送数据,从而保障无碰撞的数据传输。

[0003] 现有针对无线视频传输的TDMA调度算法包括静态调度和动态调度两类。其中,静态调度算法的时隙分配方案在网络设计阶段就已经确定,以参数文件的形式存储在硬盘上。这种方法的优点是实现过程简单,缺点是灵活性差,无法对时隙分配方案进行实时调整。动态调度算法可以根据系统负载实时调整资源分配方案,例如,基于优先级的调度、基于需求的调度、最大权重时延优先调度、基于效用函数梯度调度等,该类方法灵活性较高,且可以适应动态变化的应用环境,适用于无线视频传输场合。然而,大部分研究以提升非实时WMSN吞吐量和保障实时WMSN实时性为设计目标,存在计算和控制开销较高、时隙分布不均匀、时隙长度设计不合理、多用户公平性不合理等问题。因此,本发明致力于保证用户的公平性和视频传输的实时性。更进一步,已有动态调度算法大多采用了调整帧长度的策略,其目的是在保证各节点需求的前提下,使帧长度最短,以便循环为每个站点提供快速服务。但这种策略存在一定弊端:TDMA技术大多要求各节点在每帧的第一个时隙进行一次时间同步,如果帧长频繁调整,时钟需要频繁调整;帧长较短时,各节点频繁对时,造成资源浪费;而帧长较长时,各节点长时间不对时,造成时间偏差。此外,帧长频繁调整,全网各节点也要实时跟随调整,容易造成系统不稳定。针对帧长调整带来的资源浪费和系统不稳定问题,本发明方法采用固定帧长的设计策略。

### 发明内容

[0004] 针对面向无线视频传输的静态调度算法资源浪费问题以及动态调度算法开销高、公平性差的问题,提出一种基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法。

[0005] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是：一种基于递归回溯的高并发无线多媒体传感网公平调度方法，包括以下步骤：

[0006] 步骤 1，时隙数计算：AP 根据节点汇报的资源需求，向下取整计算时隙资源分配比例；

[0007] 步骤 2，递归回溯时隙分配：AP 将节点按照更新后的时隙需求量与可得时隙数差值降序排列，并按序跳跃式递归回溯分配时隙。

[0008] 所述步骤 1 包括以下步骤：

[0009] 步骤 1.1：在汇报时刻到来时，各节点向 AP 汇报缓存队列长度；

[0010] 步骤 1.2：AP 向下取整计算各节点的资源分配比例以及各节点应得的时隙数量，如果某节点计算应得的时隙数量为 0，则将及时隙数量置为 1；

[0011] 步骤 1.3：判断全网可用时隙总数是否大于或等于所有节点应得的时隙数量之和；如果是，则执行步骤 2；否则，将节点按应得的时隙数量降序排列，执行步骤 1.4；

[0012] 步骤 1.4：将序列首部节点的应得时隙数量减 1，返回步骤 1.3。

[0013] 所述 AP 向下取整计算各节点的资源分配比例，具体为：对应于第  $i$  个节点的资源分配比例  $P_i$  的计算方法为：

$$[0014] \quad P_i = \frac{L_i}{\sum_{i=1}^N L_i}$$

[0015] 其中， $L_i$  表示汇报上来的第  $i$  个节点的缓存队列中报文的数量； $\sum_{i=1}^N L_i$  表示汇报上来的全网节点的缓存队列中报文的总数。

[0016] 所述 AP 向下取整计算各节点应得的时隙数量，具体为：对应于第  $i$  个节点应得的时隙数量  $SN_i$  的计算方法为：

[0017]

$$SN_i = \lfloor P_i \times N_s \rfloor$$

[0018] 其中， $N_s$  表示全网可用时隙总数。

[0019] 所述步骤 2 包括以下步骤：

[0020] 步骤 2.1：AP 按照更新后节点可用时隙数量对节点进行降序排列；

[0021] 步骤 2.2：对节点序列中尚未执行时隙分配的第一个节点，递归回溯网络资源序列，即：从第一个空闲时隙开始，跳跃搜索下一个空闲时隙，并结合邻近前向搜索和后向搜索方法消除时隙分配冲突，直至达到该节点可得时隙总数；

[0022] 步骤 2.3：循环执行步骤 2.2，直至所有节点都被分配以可得时隙。

[0023] 步骤 2.4：如果网络资源剩余，则按时隙需求量与可得时隙数差值从大到小的顺序，将剩余的空闲时隙依次分配给可用时隙数不足的节点；否则，分配过程结束。

[0024] 所述跳跃搜索下一个空闲时隙是按照一定步幅进行跳跃搜索的，第  $i$  个节点跳跃步幅  $\delta_i$  计算的计算过程为：

[0025]

$$\delta_i = \left\lfloor \frac{N_s}{SN_i} \right\rfloor - 1$$

[0026] 其中,  $N_s$  表示全网可用时隙总数,  $SN_i$  表示第  $i$  个节点应得的时隙数量。

[0027] 所述邻近前向搜索和后向搜索方法消除时隙分配冲突, 包括以下步骤:

[0028] 步骤 2.2.1: 按照步幅跳跃过程中, 如果计算得到的下一个时隙  $Slot(i)$  已被占用, 则前向搜索时隙  $Slot(i-1)$  是否为空闲时隙, 标号  $i$  为时隙编号;

[0029] 步骤 2.2.2: 如果前向搜索时隙  $Slot(i-1)$  为空闲, 则标记为可用时隙  $Slot(j)$ ; 否则, 从  $Slot(i)$  编号递增方向后向搜索空闲时隙, 直至找到第一个空闲时隙, 标记为可用时隙  $Slot(j)$ ; 如果后向搜索未找到空闲时隙, 则跳转到时隙  $Slot(1)$ , 继续执行后向搜索过程, 直至找到可用时隙  $Slot(j)$ ;

[0030] 步骤 2.2.3: 在该节点分配到的时隙数未达到该节点可得时隙总数的情况下, 转至步骤 2.2.1, 直至达到该节点可得时隙总数。

[0031] 所述步骤 2.2.2 的执行过程遵循以下原则:

$$Slot(j) = \begin{cases} (H_i + \delta_i + 2 - n) \% N_s, & n = 1, 2 \\ (H_i + \delta_i + n - 1) \% N_s, & 3 \leq n \leq N_s \end{cases}$$

[0033] 其中,  $H_i$  表示冲突之前搜索得到的最后一个可得时隙,  $\delta_i$  表示步幅,  $n$  表示搜索次数,  $N_s$  表示全网可用时隙总数。

[0034] 所述如果网络资源剩余, 则按时隙需求量从大到小的顺序, 将剩余的空闲时隙依次分配给可用时隙数不足的节点, 包括以下步骤:

[0035] (1) 如果网络资源有剩余, 剩余量为  $\Phi = N_s - \sum_{i=1}^N SN_i$ , 则按  $\Delta i$  从大到小的顺序排列节点, 得到序列  $Seq$ , 其中,  $i = 1, 2, \dots, N$ ,  $N$  为网络中的节点总数,  $\Delta i$  计算如下:

$$[0036] \quad \Delta i = L_i - SN_i$$

[0037] 其中,  $L_i$  表示节点  $i$  的时隙需求量,  $SN_i$  表示最终计算所得节点  $i$  的可用时隙数;

[0038] (2) 为  $Seq$  中的节点可用时隙数依次 +1, 直至加到第  $\Phi = N_s - \sum_{i=1}^N SN_i$  个时隙。如果  $Seq$  中的节点数  $< \Phi$ , 则从头开始调增 1, 直至  $\Phi = 0$  或者  $L_i$  全部满足。

[0039] 本发明具有以下优点及有益效果:

[0040] 1. 本发明方法设计的基于递归回溯的高并发无线视频公平调度方法, 综合考虑网络需求量和网络可用资源, 遵循按比例公平性分配原则, 在实时保障节点通信需求的前提下, 一方面避免了原有按需分配存在的资源短缺问题, 另一方面, 实现了网络节点动态公平分配;

[0041] 2. 本发明方法递归回溯网络资源, 并按照精确计算的步幅跳跃搜索空闲时隙, 保证时隙位置均匀分布, 避免时隙聚集带来的延时长和抖动大的问题;

[0042] 3. 本发明方法结合邻近前向搜索和后向搜索方法消除时隙分配冲突, 在按照步幅跳跃式搜索基础上, 进行精细调节, 有效避免时隙分配过程中产生的冲突;

[0043] 4. 本发明方法设计的网络剩余资源按需分配原则, 在实现公平性的同时, 提高网

络吞吐量和通信满意度,最大限度保证视频传输质量。

[0044] 5. 在满足各用户时隙数量需求的同时,还能兼顾时隙位置的分布(保证时隙均匀分布),使报文传输具有较低的延迟,保证高并发无线视频传输的质量。

[0045] 6. 鉴于帧长调整带来的资源浪费和系统不稳定问题,本发明方法采用固定帧长的设计策略。

### 附图说明

[0046] 图 1 为典型的多对一无线多媒体传感器网络拓扑图;

[0047] 图 2 为按资源需求降序分配的原理示例;

[0048] 图 3 为本发明方法实现流程图;

[0049] 图 4 为计算各节点应得时隙数的过程示意图;

[0050] 图 5 为时隙步幅的计算过程;

[0051] 图 6 为依次为节点分配时隙资源过程中产生冲突的示意图;

[0052] 图 7 为依次为节点分配时隙资源过程消除冲突的示意图。

### 具体实施方式

[0053] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0054] 如图 1 所示为一个典型的多对一无线多媒体传感器网络的拓扑图。包括 1 个接入点(AP, Access Point)、若干节点(Sta, Station)以及网络摄像机。各个节点通过有线方式连接网络摄像机,并通过无线方式与 AP 相连。节点负责将网络摄像机的视频数据无线发送到 AP。

[0055] 为多个节点分配无线通信资源,保证无冲突传输且满足一定性能指标的方法称为调度方法。本发明方法提出的基于递归回溯的高并发无线视频公平调度方法的主要思想:各 Sta 每隔确定的时间向 AP 发送一次时隙需求,AP 将各 Sta 的需求按照降序排序,实时计算资源分配的比例;如果资源不够分配,则递归回溯减少最先分配节点的资源,并更新分配比例;AP 按照计算的比例和跳跃步幅,依次为节点分配资源。

[0056] 图 2 给出了优先为时隙需求大的节点优先分配时隙的原理示例。假设 AP 分别为 Sta1 和 Sta2 两个节点分配 6 个时隙,且 Sta1 需要 2 个时隙,Sta2 需要 3 个时隙。按照需求大优先原则分配(左图),则 Sta2 先分得第 1、3、5 号时隙,Sta1 后分得第 2、4 号时隙,第 6 号时隙预留,则各 Sta 所得调度结果中的时隙分配均匀;相反,按照需求小优先原则分配(右图),则 Sta1 先分得 1、4 时隙,Sta2 后分得 2、3、5 时隙,此时 Sta2 所得的第 2 号时隙和第 3 号时隙连续,不满足时隙均匀分布的设计原则。

[0057] 图 3 所示为本发明方法的实现流程图,具体执行过程如下所述。

[0058] 步骤 1,时隙数计算:AP 根据节点汇报的资源需求,向下取整计算资源分配比例。

[0059] 步骤 1.1 各 Sta 依次向 AP 汇报缓存队列长度;

[0060] 步骤 1.2 AP 动态计算对应于第  $i$  ( $1 \leq i \leq N$ ,  $N$  为网络中 Sta 的总数) 个 Sta 的资源分配比例  $P_i$  以及各 Sta 所需时隙数量  $SN_i$ ;

[0061] 对应于第  $i$  个 Sta 的资源分配比例  $P_i$  的计算方法为:

$$[0062] \quad P_i = \frac{L_i}{\sum_{i=1}^N L_i}$$

[0063] 其中,  $L_i$  表示汇报上来的第  $i$  个 Sta 缓存队列中报文的数量;  $\sum_{i=1}^N L_i$  表示汇报上来的全网 Sta 缓存队列中报文的总数。

[0064] 各 Sta 可得时隙数量  $SN_i$  计算如下:

[0065]

$$SN_i = \lfloor P_i \times N_s \rfloor$$

[0066] 其中,  $N_s$  表示全网可用资源总数, 此处为全网可用时隙总数。

[0067] 根据置 1 原则, 如果  $SN_i = 0$ , 则取  $SN_i = 1$ 。

[0068] 如图 4 所示, 为图 1 中 5 个节点计算可用时隙数。假设 StaA ~ StaE 缓存中的报文数量分别为 1、1、1、10、10, 全网可用时隙总数为 12 个时隙, 则结合置 1 原则, 计算得到 StaA ~ StaE 的可得时隙数分别为 1、1、1、5、5 个时隙。

[0069] 采用置 1 原则计算得到的可得时隙数, 可能导致各个节点可用时隙总数大于网络资源总数的情况, 即网络资源“不够用”情况。

[0070] 步骤 1.3 判断全网可得时隙总数是否足够所有节点分配; 如果时隙足够分配, 则执行“步骤 2: 时隙分配”; 否则, 降低节点时隙需求量, 按所需时隙数降序排列, 执行步骤 1.4。

[0071] 按照图 4 的计算结果, 节点 StaA ~ StaE 可得时隙数总共为  $1+1+1+5+5 = 13$ , 全网 12 个时隙不够分配给节点 StaA ~ StaE。根据步骤 1.2 计算得出的 StaA ~ StaE 的可得时隙数, 将 StaA ~ StaE 按照其可得时隙数进行降序排列, 排列结果为 StaE、StaD、StaC、StaB、StaA。

[0072] 步骤 1.4 将序列首部 Sta 的可得时隙数量减 1, 返回步骤 1.3。

[0073] 根据排列结果, 将 StaE 的可得时隙数减 1, 则 StaE 的可得时隙数更新为 4。此时, 节点 StaA ~ StaE 可得时隙数总共为  $1+1+1+5+4 = 12$ , 等于全网资源总数。则执行步骤 2, 进行时隙分配。

[0074] 步骤 2, 时隙分配: AP 将 Sta 按照更新后的时隙需求量与可得时隙数差值降序排列, 并按序跳跃式递归回溯分配资源。

[0075] 步骤 2.1: AP 按照更新后 Sta 可得时隙数量进行降序排列, 排列结果为 StaD、StaE、StaC、StaB、StaA;

[0076] 步骤 2.2: 从排列中的第一个节点开始, 递归回溯法跳跃式分配时隙资源。

[0077] 第  $i$  个节点跳跃步幅  $\delta_i$  计算的计算过程为:

[0078]

$$\delta_i = \left\lfloor \frac{N_s}{SN_i} \right\rfloor - 1$$

[0079] 其中,  $N_s$  表示全网可用资源总数,  $SN_i$  表示各 Sta 可得时隙数量的更新值。

[0080] 根据  $\delta_i$  的计算公式, 计算 StaA ~ StaE 的步幅, 计算结果如图 5 所示, 其中  $\delta_{\text{StaD}}$



$= 1$ 。从 StaD 开始分配时隙,由于 StaD 为待分配的第一个节点,此时全网时隙均空闲,则从第 1 号时隙开始进行分配;选定第 1 号时隙后,跳跃 1 个时隙,判断第 3 号时隙是否空闲;如果空闲,则选定为第 2 个可用时隙;继续跳跃 1 个时隙,直至达到 5 个可得时隙,最后时隙分配结果为第 1、3、5、7、9 号时隙。

[0081] 步骤 2.3:循环执行步骤 2.2,直至所有节点都被分配以时隙。

[0082] 同理,StaE 回溯空闲时隙,从第 2 号时隙开始分配,跳跃步幅为  $\delta_{\text{StaE}} = 2$ ,最后时隙分配结果为第 2、5、8、11 号时隙。StaC、StaB 和 StaA 的时隙分配结果分别为第 3、10、12 号时隙。节点 StaA ~ StaE 的时隙分配结果见图 6。

[0083] 步骤 2.2 和步骤 2.3 执行过程中,第 5 号时隙被 StaE 和 StaD 同时占用,出现资源分配冲突情况,如图 6 中所示第 5 号时隙。

[0084] 为了消除时隙分配冲突的情况,采用邻近前向搜索和后向搜索结合的方法。StaE 时隙首先搜索第 4 号时隙,结果是空闲,则 StaE 的第 2 个可用时隙为第 4 号时隙。按照  $\delta_{\text{StaE}} = 2$ ,继续搜索,并执行冲突避免,StaE 的最后时隙分配结果为 2、4、6、8,分配结果如图 7 所示。

[0085] 继续为 StaC、StaB 和 StaA 分配 1 个时隙,时隙分配结果分别为 10、11、12。

[0086] 步骤 2.4:如果网络资源剩余,则将剩余的空闲时隙分给需求较大的 Sta。否则,分配过程结束。如果全网资源大于 12 个时隙,则可弥补 StaE 减去的一个时隙。如果有多个节点的可得时隙进行过调减,则按照调减的逆序逐渐增 1,直至全网资源剩余为 0。

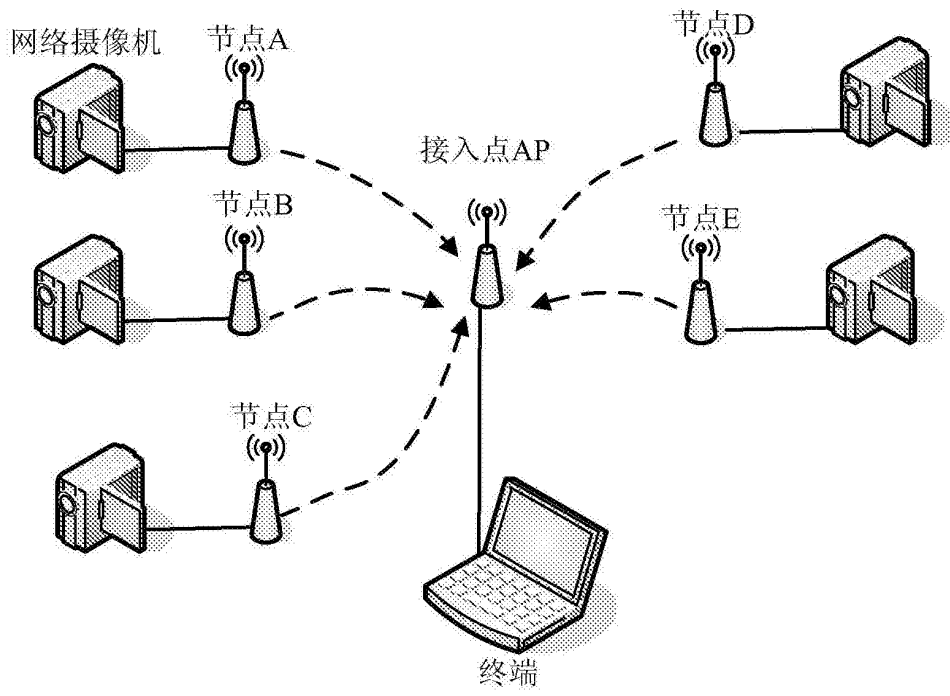


图 1



图 2

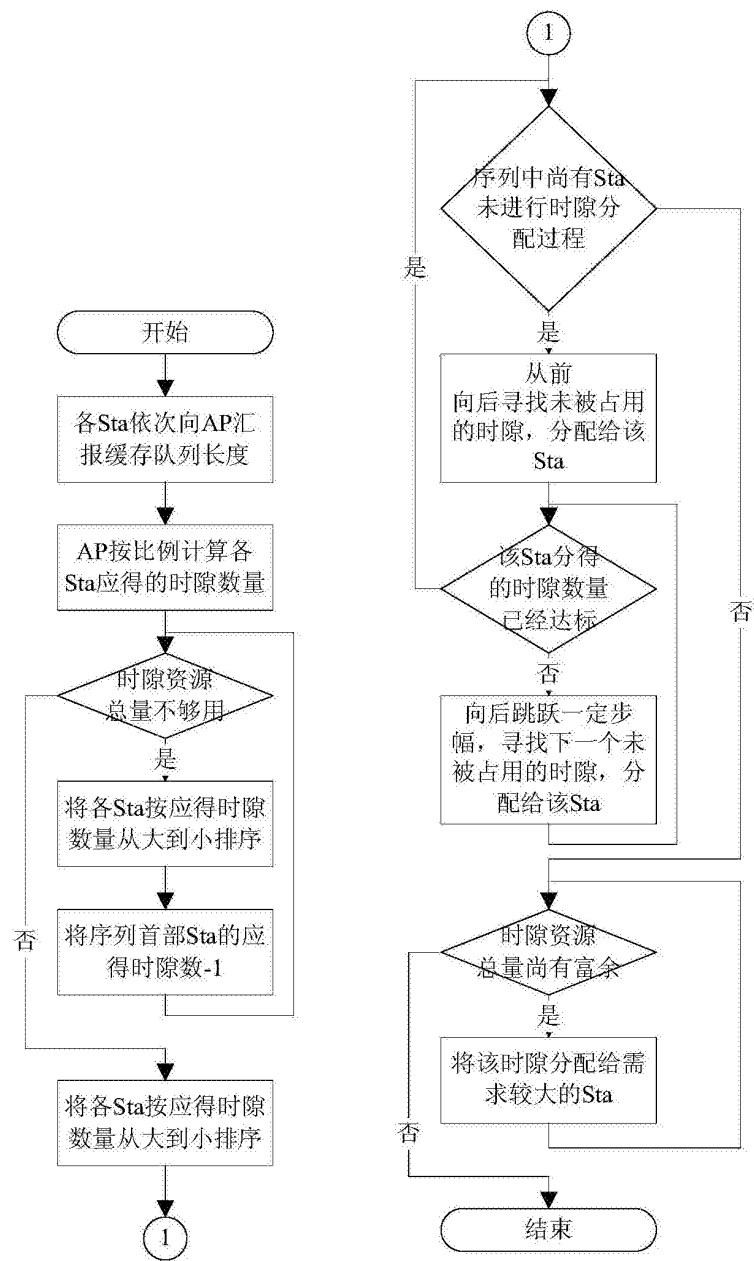


图 3

$$\begin{aligned}
 \text{Sta A可用时隙数: } & \left\lfloor 12 \times \frac{1}{1+1+1+10+10} \right\rfloor = \lfloor 0.5 \rfloor = 0 \\
 \text{Sta B可用时隙数: } & \left\lfloor 12 \times \frac{1}{1+1+1+10+10} \right\rfloor = \lfloor 0.5 \rfloor = 0 \\
 \text{Sta C可用时隙数: } & \left\lfloor 12 \times \frac{1}{1+1+1+10+10} \right\rfloor = \lfloor 0.5 \rfloor = 0 \\
 \text{Sta D可用时隙数: } & \left\lfloor 12 \times \frac{10}{1+1+1+10+10} \right\rfloor = \lfloor 5.2 \rfloor = 5 \\
 \text{Sta E可用时隙数: } & \left\lfloor 12 \times \frac{10}{1+1+1+10+10} \right\rfloor = \lfloor 5.2 \rfloor = 5
 \end{aligned}$$

图 4

$$\begin{aligned}
 \text{Sta A所得时隙应相隔步幅: } & \lfloor 12/1 \rfloor - 1 = 11 \\
 \text{Sta B所得时隙应相隔步幅: } & \lfloor 12/1 \rfloor - 1 = 11 \\
 \text{Sta C所得时隙应相隔步幅: } & \lfloor 12/1 \rfloor - 1 = 11 \\
 \text{Sta D所得时隙应相隔步幅: } & \lfloor 12/5 \rfloor - 1 = 1 \\
 \text{Sta E所得时隙应相隔步幅: } & \lfloor 12/5 \rfloor - 1 = 1
 \end{aligned}$$

图 5

时隙资源	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
为Sta D分配时隙	D		D		D		D		D			
为Sta E分配时隙		E			E			E			E	
为Sta C分配时隙						C						
为Sta B分配时隙										B		
为Sta A分配时隙												A

图 6

时隙资源  
为Sta D分配时隙  
为Sta E分配时隙  
为Sta C分配时隙  
为Sta B分配时隙  
为Sta A分配时隙

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D		D		D		D		D			
	E		E		E		E				
									C		
										B	
											A

图 7