



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106452699 A

(43)申请公布日 2017. 02. 22

(21)申请号 201510477350.1

(22)申请日 2015.08.06

(71)申请人 中国科学院上海高等研究院
地址 201210 上海市浦东新区海科路99号

(72)发明人 瞿霏 田金凤 李明齐 封松林

(74)专利代理机构 上海光华专利事务所 31219
代理人 高园园

(51) Int. Cl.
H04L 5/00(2006.01)
H04L 29/06(2006.01)
H04L 29/08(2006.01)
H04B 1/7136(2011.01)
G06T 7/90(2017.01)

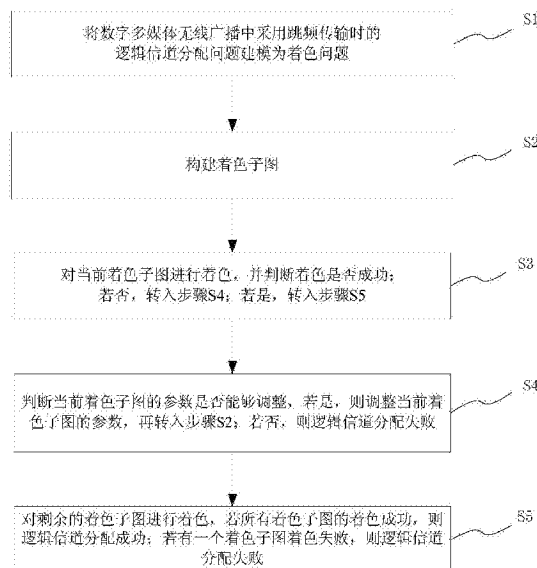
权利要求书3页 说明书11页 附图1页

(54)发明名称

多载频数字多媒体无线广播跳频传输逻辑信道映射方法

(57)摘要

本发明提供一种数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,将数字多媒体无线广播中采用跳频传输时的逻辑信道分配问题建模为着色问题;构建着色子图;对当前着色子图着色,并判断着色是否成功;若否,在当前着色子图的参数能够调整时,调整当前着色子图的参数,再构建着色子图;若是,对剩余的着色子图进行着色,若所有着色子图的着色成功,则逻辑信道分配成功;若有一个着色子图着色失败,则逻辑信道分配失败。本发明的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法使得来自同种类型的广播的同一个逻辑信道的帧在各个载频上的时间间隔至少大于跳频保护时间,使同一个逻辑信道组内的广播帧在多个载频上也满足跳频保护时间的要求。



1. 一种数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤 S1、将数字多媒体无线广播中采用跳频传输时的逻辑信道分配问题建模为着色问题;

步骤 S2、构建着色子图;

步骤 S3、对当前着色子图进行着色,并判断着色是否成功;若否,转入步骤 S4;若是,转入步骤 S5;

步骤 S4、判断当前着色子图的参数是否能够调整,若是,则调整当前着色子图的参数,再转入步骤 S2;若否,则逻辑信道分配失败;

步骤 S5、对剩余的着色子图进行着色,若所有着色子图的着色成功,则逻辑信道分配成功;若有一个着色子图着色失败,则逻辑信道分配失败。

2. 根据权利要求 1 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 S1 中,将数字多媒体无线广播中各个广播的帧建模成顶点,将每个广播的逻辑信道建模成颜色。

3. 根据权利要求 1 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 S2 中,构建着色子图时,遵循以下规则:

21) 将载频上的所有广播的帧根据广播类型分成不同的子集,每一个子集内包含且仅包含该种广播的所有帧;

22) 若某种广播与其他广播构成逻辑信道组,则将构成逻辑信道组的广播的帧子集合并,构成联合子图;否则,该广播的帧子集独自构成一个子图;每一个子图或联合子图构成一个着色子图;

23) 在每个着色子图内若两个顶点对应的帧在不同的载频上且它们的时间间隔小于跳频保护时间,则用一条边将这两个顶点连接起来,且有边相连的顶点称为彼此的邻点;

24) 给每个着色子图内的所有顶点分配颜色集,每个顶点的颜色集中的颜色数目与其所在广播的当前逻辑信道数目相同;同一个广播的所有顶点的颜色集均相同,不同广播的顶点彼此之间若未构成逻辑信道组,则没有相同的颜色,若有逻辑信道组,则它们颜色集中相同颜色的数目与它们所在的广播构成逻辑信道组的数目相同。

4. 根据权利要求 1 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 S3 包括以下步骤:

31) 为着色子图内的每一个顶点配置可用颜色集;

32) 判断当前着色子图内的所有顶点是否着色成功,若是,则当前着色子图着色成功,若否,则转入步骤 33);

33) 选择着色顶点;

34) 若当前选择的顶点的未着色邻点的个数大于 1 个,则将当前着色的顶点作为一个分支点;

35) 选择颜色;

36) 给当前顶点着色后,更新该顶点及其邻点的可用颜色集;其中,当前着色顶点的可用颜色集更新时,将该顶点当前使用的颜色从其可用颜色集中删除;当前着色顶点的邻点的可用颜色集更新时,用该邻点的颜色集减去该邻点以及其所有已着色邻点使用的颜色;

37) 判断当前顶点着色是否成功;若是,则转入步骤 32),直至所有顶点着色成功,即该子图着色成功;若否,则转入步骤 38);

其中,判断当前顶点着色是否成功标准如下:若当前着色顶点的所有未着色邻点的可用颜色集均不为空集,则该顶点着色成功;否则,该顶点着色失败;

38) 调整已着色的顶点的颜色,使着色失败的顶点能成功着色,若调整成功,转入步骤 33);若调整失败,则该子图着色失败,将该子图内的所有顶点颜色重置为 0,转入步骤 S4。

5. 根据权利要求 5 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 31) 中,着色子图内的每一个顶点都有一个颜色集和可用颜色集,每个顶点的颜色集在着色子图内根据其所在广播的逻辑信道数和系统的逻辑信道组参数进行分配,初始化每个顶点的可用颜色集与其颜色集相同;颜色集内包含的是初始可以使用的颜色,可用颜色集内包含的是当前每个顶点可以使用的颜色。

6. 根据权利要求 5 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 33) 中,

a、第一个着色顶点是当前着色子图中度数最大的点,若这样的顶点有多个,则选择其中可用颜色集最小的一个;其中,度数指的是与当前顶点有边相连的顶点的数目;

b、若不是选择第一个着色顶点,则选择的顶点为与上一个着色顶点相连的未着色顶点中可用颜色集最小的一个顶点,若这样的顶点有多个,则选择有效度数最大的一个顶点;其中,有效度数指的是与当前顶点有边相连的未着色顶点的个数;

c、若上一个着色顶点没有相连的未着色的顶点,则从最后一个分支点开始,按照分支点从后往前的顺序查找是否有未着色邻点的分支点,若存在有未着色邻点的分支点,则在该分支点的未着色的相连邻点中选择可用颜色集最小的未着色邻点,若有多个,则选择有效度数最大的一个;若所有分支点均没有未着色的相连邻点,则从所有未着色的顶点中选择可用颜色集最小的顶点,若有多个可用颜色集最小的顶点,则选择其中有效度数最大的一个顶点。

7. 根据权利要求 5 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 35) 中,颜色选择策略为:从着色顶点的可用颜色集中选择一个颜色,并且该颜色是出现在其未着色的相邻顶点的可用颜色集中出现次数最少的颜色。

8. 根据权利要求 5 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 38) 中,调整已着色的顶点的颜色,使着色失败的顶点能成功着色时,包括以下步骤:

a) 重新计算当前着色子图内所有顶点的可用颜色集,给当前着色子图的所有已着色顶点分配一个优先级,将当前着色失败的顶点的优先级设置为最高级的 1,剩余的已着色顶点的调整优先级按照优先度数从大到小的顺序排序,优先度数越大,调整优先级越高;已着色顶点的优先度数的计算公式为:

$$\text{priority_count}(V_i) = \text{flag}_{\text{connected}}(V_i) * \alpha + \text{size}(\text{ACS}(V_i)) - \text{degree}(V_i)$$

其中:priority_count(V_i) 表示已着色顶点 V_i 的优先度数;flag_connected(V_i) 表示与当前着色失败的顶点相邻的标识,若 V_i 与当前着色失败的顶点相邻,则 flag_connected(V_i) 为 1,否则,flag_connected(V_i) 的值为 0; α 是一个常数;size(ACS(V_i)) 是 V_i 的 ACS 中的颜色数目;degree(V_i) 是 V_i 的度数;

b) 从着色子图中优先级为 2 的已着色顶点开始颜色调整,调整的方法如下:

b1) 若当前调整的已着色顶点的可用颜色集不为空集,则从当前调整顶点的可用颜色集中重新选择一个颜色为其着色,将修改后的颜色从其可用颜色集中删除,并更新其未着色邻点的可用颜色集;若当前调整顶点的可用颜色集为空集,则将该顶点的颜色值置为 0,重新计算该顶点及其未着色邻点的可用颜色集,并判定当前调整的顶点的颜色调整失败;

b2) 判断当前调整顶点是否颜色调整失败,若失败,转入步骤 b3);若当前调整的顶点的颜色调整成功,且当前颜色调整成功的顶点不是调整优先级最高的顶点,则继续调整优先级更高的顶点,转入步骤 b1),如果当前调整成功的顶点是调整优先级最高的顶点,则转入步骤 33),其中顶点颜色调整成功的标准是其所有未着色的邻点的 ACS 均不为空集;

b3) 若当前调整的顶点颜色调整失败且其可用颜色集不为空集,则转入步骤 b1),继续调整当前调整的顶点;若当前调整的顶点颜色调整失败且其可用颜色集为空集,则将该顶点的颜色值置为 0,重新计算该顶点及其未着色邻点的可用颜色集,寻找下一个优先级的顶点,按照上述步骤 b1) 调整下一个优先级的顶点;若下一个优先级的顶点也调整失败,则继续向调整优先级更低的顶点寻找,若找到最后一个调整优先级的顶点仍然调整失败,则整个顶点着色调整失败,当前着色子图着色失败,将当前着色子图内所有顶点颜色值重新置为 0,转入步骤 S4,否则,继续调整优先级更高的顶点,直到优先级最高的顶点颜色调整成功或整个顶点着色调整失败。

9. 根据权利要求 1 所述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其特征在于:所述步骤 S4 采用以下一种或多种方式进行当前着色子图的参数的调整:

41) 调整当前着色子图对应的广播在各个载频上的帧长和 / 或帧数,将当前着色失败的子图内的所有顶点颜色值置位 0;其中,调整的方法包括合并帧或者拆分帧,合并帧是指合并一些在同一个载频上且时间上相邻的几个帧,拆分帧是指将一个帧拆分成几个帧;无论是拆分帧还是合并帧均要求修改后的帧长满足系统要求;

42) 若当前着色失败的子图所在的某个载频能够整体平移,则平移该着色子图的一个辅载频上的所有资源,然后将所有子图内的顶点的颜色重置为 0,所有子图的帧数也置为初始值;

43) 若当前着色子图所在的广播的逻辑信道数未达到最大值,则增加逻辑信道数,也就是增加子图的颜色数来进行调整;然后将当前着色失败的子图内的所有顶点的颜色值重新置为 0;

44) 若当前着色失败的子图所在的载频中,存在一个载频使该载频上的所有帧压缩后各个帧的帧长依然满足系统要求,则压缩该载频上的所有广播的帧的帧长,将压缩后的各个广播的帧按照压缩前的顺序依次排放,然后将所有子图的顶点颜色重置为 0。

多载频数字多媒体无线广播跳频传输逻辑信道映射方法

技术领域

[0001] 本发明涉及广播电视通信的技术领域,特别是涉及一种数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法。

背景技术

[0002] 随着信息技术突飞猛进的发展,在全球范围内电视已经开始了由第一代数字电视(DVB-C、DVB-S、DVB-T、ATSC、ISDB-T、CMMB 以及 DTMB)向第二代数字电视(DVB-C2、DVB-S2、DVB-T2 和 ATSC3.0)的迅速发展。在国内,早在2010年就提出了“决定加快推进电信网、广播电视网和互联网三网融合”,还指出,“推进电信网、广播电视网和互联网融合发展,实现三网互联互通、资源共享,为用户提供话音、数据和广播电视等多种服务,对于促进信息和文化产业发展,提高国民经济和社会信息化水平,满足人民群众日益多样的生产、生活服务需求,拉动国内消费,形成新的经济增长点,具有重要意义”。为了配合国家三网融合的信息产业发展战略目标,国家广播电影电视总局已经全面启动了下一代广播电视网(Next Generation Broadcasting, NGB)的战略部署,将“适合我国国情、三网融合、有线无线相结合、全程全网”确定为我国下一代广播电视网的战略目标。NGB-W(Next Generation Broadcasting-Wireless)是我国下一代广播电视网的无线部分,它需要在很长一段时间内满足国家、社会和人民群众对无线广播电视等各类公众信息服务的各种已有要求和新型需求,从而实现对现有广播电视网络体系的全面升级换代。

[0003] 为了提高 NGB-W 系统的传输速度以及传输效率,一般采用多载频跳频传输机制。要求在多载频数字多媒体无线广播系统的每个载频上都可以传输多种不同类型广播的帧,以时分复用的模式在各个载频上传输,以此来满足帧的灵活传输要求。为了支持灵活的资源映射和指示接收端接收其需要的数据,又引进了逻辑信道的概念。逻辑信道是由相同或相关的业务数据组成。在接收端采用单调谐接收机接收,并要求无线广播信号在多载频跳频传输时,同种类型的广播的同一逻辑信道或属于同一逻辑信道组的逻辑信道在映射至不同载频的帧在时间上保持一定的跳频时间(不小于 5ms),以保证单调谐接收机有时间完成跳频处理。

[0004] 给各个广播的帧分配逻辑信道的问题与图论中的顶点着色问题类似,因此将多载频数字多媒体无线广播跳频传输逻辑信道映射问题建模成图论中的顶点着色问题。将帧建模成顶点,将逻辑信道建模成颜色,如果两个帧属于同一个逻辑信道组或同一种广播的同一个逻辑信道,且他们在不同载频上,但它们的时间间隔小于跳频保护时间,则将这两个帧对应的顶点之间用一条边连接起来。着色完成以后所有的顶点均着上一种颜色,且有边相连的顶点颜色不同。现有技术中,在获得帧结构分配图样的基础上,利用经典回溯算法来解决着色问题,优点是算法简单,缺点是不支持逻辑信道组跳频传输、计算时间较长。

发明内容

[0005] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种数字多媒体无线广播

采用跳频传输时逻辑信道分配方法,针对跳频传输模式下多载频帧结构分配图样,设计支持包含逻辑信道组的逻辑信道标识映射方法,提出更有效的着色方案,使得数字多媒体无线广播能够灵活地传送不同类型的广播的帧,并且来自同种类型的广播的同一个逻辑信道的帧在各个载频上的时间间隔至少大于跳频保护时间,同时使同一个逻辑信道组内的广播帧在多个载频上也要满足跳频保护时间的要求,最终使得单调谐接收机能够成功接收各种广播来自各个逻辑信道的帧。

[0006] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,包括以下步骤:步骤 S1、将数字多媒体无线广播中采用跳频传输时的逻辑信道分配问题建模为着色问题;步骤 S2、构建着色子图;步骤 S3、对当前着色子图进行着色,并判断着色是否成功;若否,转入步骤 S4;若是,转入步骤 S5;步骤 S4、判断当前着色子图的参数是否能够调整,若是,则调整当前着色子图的参数,再转入步骤 S2;若否,则逻辑信道分配失败;步骤 S5、对剩余的着色子图进行着色,若所有着色子图的着色成功,则逻辑信道分配成功;若有一个着色子图着色失败,则逻辑信道分配失败。

[0007] 根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其中:所述步骤 S1 中,将数字多媒体无线广播中各个广播的帧建模成顶点,将每个广播的逻辑信道建模成颜色。

[0008] 根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其中:所述步骤 S2 中,构建着色子图时,遵循以下规则:

[0009] 21) 将载频上的所有广播的帧根据广播类型分成不同的子集,每一个子集内包含且仅包含该种广播的所有帧;

[0010] 22) 若某种广播与其他广播构成逻辑信道组,则将构成逻辑信道组的广播的帧子集合并,构成联合子图;否则,该广播的帧子集独自构成一个子图;每一个子图或联合子图构成一个着色子图;

[0011] 23) 在每个着色子图内若两个顶点对应的帧在不同的载频上且它们的时间间隔小于跳频保护时间,则用一条边将这两个顶点连接起来,且有边相连的顶点称为彼此的邻点;

[0012] 24) 给每个着色子图内的所有顶点分配颜色集,每个顶点的颜色集中的颜色数目与其所在广播的当前逻辑信道数目相同;同一个广播的所有顶点的颜色集均相同,不同广播的顶点彼此之间若未构成逻辑信道组,则没有相同的颜色,若有逻辑信道组,则它们颜色集中相同颜色的数目与它们所在的广播构成逻辑信道组的数目相同。

[0013] 根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其中:所述步骤 S3 包括以下步骤:

[0014] 31) 为着色子图内的每一个顶点配置可用颜色集;

[0015] 32) 判断当前着色子图内的所有顶点是否着色成功,若是,则当前着色子图着色成功,若否,则转入步骤 33);

[0016] 33) 选择着色顶点;

[0017] 34) 若当前选择的顶点的未着色邻点的个数大于 1 个,则将当前着色的顶点作为一个分支点;

[0018] 35) 选择颜色;

[0019] 36) 给当前顶点着色后,更新该顶点及其邻点的可用颜色集;其中,当前着色顶点的可用颜色集更新时,将该顶点当前使用的颜色从其可用颜色集中删除;当前着色顶点的邻点的可用颜色集更新时,用该邻点的颜色集减去该邻点以及其所有已着色邻点使用的颜色;

[0020] 37) 判断当前顶点着色是否成功;若是,则转入步骤 32),直至所有顶点着色成功,即该子图着色成功;若否,则转入步骤 38);

[0021] 其中,判断当前顶点着色是否成功的标准如下:若当前着色顶点的所有未着色邻点的可用颜色集均不为空集,则该顶点着色成功;否则,该顶点着色失败;

[0022] 38) 调整已着色的顶点的颜色,使着色失败的顶点能成功着色,若调整成功,转入步骤 33);若调整失败,则该子图着色失败,将该子图内的所有顶点颜色重置为 0,转入步骤 S4。

[0023] 根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其中:所述步骤 31) 中,着色子图内的每一个顶点都有一个颜色集和可用颜色集,每个顶点的颜色集在着色子图内根据其所在广播的逻辑信道数和系统的逻辑信道组参数进行分配,初始化每个顶点的可用颜色集与其颜色集相同;颜色集内包含的是初始可以使用的颜色,可用颜色集内包含的是当前每个顶点可以使用的颜色。

[0024] 进一步地,根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其中:所述步骤 33) 中,

[0025] a、第一个着色顶点是当前着色子图中度数最大的点,若这样的顶点有多个,则选择其中可用颜色集最小的一个;其中,度数指的是与当前顶点有边相连的顶点的数目;

[0026] b、若不是选择第一个着色顶点,则选择的顶点为与上一个着色顶点相连的未着色顶点中可用颜色集最小的一个顶点,若这样的顶点有多个,则选择有效度数最大的一个顶点;其中,有效度数指的是与当前顶点有边相连的未着色顶点的个数;

[0027] c、若上一个着色顶点没有相连的未着色的顶点,则从最后一个分支点开始,按照分支点从后往前的顺序查找是否有未着色邻点的分支点,若存在有未着色邻点的分支点,则在该分支点的未着色的相连邻点中选择可用颜色集最小的未着色邻点,若多个,则选择有效度数最大的一个;若所有分支点均没有未着色的相连邻点,则从所有未着色的顶点中选择可用颜色集最小的顶点,若多个可用颜色集最小的顶点,则选择其中有效度数最大的一个顶点。

[0028] 进一步地,根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其中:所述步骤 35) 中,颜色选择策略为:从着色顶点的可用颜色集中选择一个颜色,并且该颜色是出现在其未着色的相邻顶点的可用颜色集中出现次数最少的颜色。

[0029] 进一步地,根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法,其中:所述步骤 38) 中,调整已着色的顶点的颜色,使着色失败的顶点能成功着色时,包括以下步骤:

[0030] a) 重新计算当前着色子图内所有顶点的可用颜色集,给当前着色子图的所有已着色顶点分配一个优先级,将当前着色失败的顶点的优先级设置为最高级的 1,剩余的已着色顶点的调整优先级按照优先度数从大到小的顺序排序,优先度数越大,调整优先级越高;已着色顶点的优先度数的计算公式为:

[0031] $priority_count(V_i) = flag_{connected}(V_i) * \alpha + size(ACS(V_i)) - degree(V_i)$

[0032] 其中： $priority_count(V_i)$ 表示已着色顶点 V_i 的优先度数； $flag_{connected}(V_i)$ 表示与当前着色失败的顶点相邻的标识，若 V_i 与当前着色失败的顶点相邻，则 $flag_{connected}(V_i)$ 为 1，否则， $flag_{connected}(V_i)$ 的值为 0； α 是一个常数； $size(ACS(V_i))$ 是 V_i 的 ACS 中的颜色数目； $degree(V_i)$ 是 V_i 的度数；

[0033] b) 从着色子图中优先级为 2 的已着色顶点开始颜色调整，调整的方法如下：

[0034] b1) 若当前调整的已着色顶点的可用颜色集不为空集，则从当前调整顶点的可用颜色集中重新选择一个颜色为其着色，将修改后的颜色从其可用颜色集中删除，并更新其未着色邻点的可用颜色集；若当前调整顶点的可用颜色集为空集，则将该顶点的颜色值置为 0，重新计算该顶点及其未着色邻点的可用颜色集，并判定当前调整的顶点的颜色调整失败；

[0035] b2) 判断当前调整顶点是否颜色调整失败，若失败，转入步骤 b3)；若当前调整的顶点的颜色调整成功，且当前颜色调整成功的顶点不是调整优先级最高的顶点，则继续调整优先级更高的顶点，转入步骤 b1)，如果当前调整成功的顶点是调整优先级最高的顶点，则转入步骤 33)，其中顶点颜色调整成功的标准是其所有未着色的邻点的 ACS 均不为空集；

[0036] b3) 若当前调整的顶点颜色调整失败且其可用颜色集不为空集，则转入步骤 b1)，继续调整当前调整的顶点；若当前调整的顶点颜色调整失败且其可用颜色集为空集，则将该顶点的颜色值置为 0，重新计算该顶点及其未着色邻点的可用颜色集，寻找下一个优先级的顶点，按照上述步骤 b1) 调整下一个优先级的顶点；若下一个优先级的顶点也调整失败，则继续向调整优先级更低的顶点寻找，若找到最后一个调整优先级的顶点仍然调整失败，则整个顶点着色调整失败，当前着色子图着色失败，将当前着色子图内所有顶点颜色值重新置为 0，转入步骤 S4，否则，继续调整优先级更高的顶点，直到优先级最高的顶点颜色调整成功或整个顶点着色调整失败。

[0037] 根据上述的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法，其中：所述步骤 S4 采用以下一种或多种方式进行当前着色子图的参数的调整：

[0038] 41) 调整当前着色子图对应的广播在各个载频上的帧长和 / 或帧数，将当前着色失败的子图内的所有顶点颜色值置位 0；其中，调整的方法包括合并帧或者拆分帧，合并帧是指合并一些在同一个载频上且时间上相邻的几个帧，拆分帧是指将一个帧拆分成几个帧；无论是拆分帧还是合并帧均要求修改后的帧长满足系统要求；

[0039] 42) 若当前着色失败的子图所在的某个载频能够整体平移，则平移该着色子图的一个辅载频上的所有资源，然后将所有子图内的顶点的颜色重置为 0，所有子图的帧数也置为初始值；

[0040] 43) 若当前着色子图所在的广播的逻辑信道数未达到最大值，则增加逻辑信道数，也就是增加子图的颜色数来进行调整；然后将当前着色失败的子图内的所有顶点的颜色值重新置为 0；

[0041] 44) 若当前着色失败的子图所在的载频中，存在一个载频使该载频上的所有帧压缩后各个帧的帧长依然满足系统要求，则压缩该载频上的所有广播的帧的帧长，将压缩后的各个广播的帧按照压缩前的顺序依次排放，然后将所有子图的顶点颜色重置为 0。

[0042] 如上所述，本发明的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法，具

有以下有益效果：

[0043] (1) 通过着色算法成功地解决了带有逻辑信道组的 NGB-W 系统的逻辑信道分配问题,实现数字多媒体无线广播系统中灵活的物理帧结构配置；

[0044] (2) 在无线广播帧结构上能支持多种类型的无线广播系统共同传输,有效实现无线广播系统的后向兼容、前向兼容,有利于无线广播系统地进一步演进和平滑过渡；

[0045] (3) 能够实现对不同类型系统的帧进行不同帧长、带宽、频点、传输模式的设置,以在兼顾降低信令开销的同时,有效满足不同类型无线系统的数据流对传输容量、实时性的不同需求；

[0046] (4) 实现了逻辑信道组中的所有广播帧都满足单调谐接收。

附图说明

[0047] 图 1 显示为本发明的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法的流程图；

[0048] 图 2 显示为本发明的一个优选实施例中的帧结构分配图。

具体实施方式

[0049] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0050] 需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0051] 物理帧在载频上的帧结构分配图样的参数包括载频编号、广播类型、在载频上的起始时间和终止时间。需要说明的是,本发明主要确定的是一个分配周期内的广播逻辑信道的映射方法,所以只考虑一个分配周期时间内的各种广播的位置情况。

[0052] 参照图 1,本发明的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法包括以下步骤：

[0053] 步骤 S1、将数字多媒体无线广播中采用跳频传输时的逻辑信道分配问题建模为着色问题。

[0054] 其中,将数字多媒体无线广播中各个广播的帧建模成顶点,将每个广播的逻辑信道建模成颜色。具体地,将数字多媒体无线广播系统内所有广播在所有载频上的顶点的颜色值置为 0 ;所有载频的平移次数置为 0。

[0055] 步骤 S2、构建着色子图,设置每个广播的颜色集。

[0056] 具体地,构建着色子图时,遵循以下规则：

[0057] 21) 将载频上的所有帧根据广播类型分成不同的子集,每一个子集内包含且仅包含该种广播的所有帧；

[0058] 22) 若某种广播与其他广播构成逻辑信道组,则将构成逻辑信道组的广播的帧子

集合并,构成联合子图;否则,该广播的帧子集独自构成一个子图;每一个子图或联合子图构成一个着色子图;

[0059] 23) 在每个着色子图内若两个顶点对应的帧在不同的载频上且它们的时间间隔小于跳频保护时间,则用一条边将这两个顶点连接起来,且有边相连的顶点称为彼此的邻点;

[0060] 24) 给每个着色子图内的所有顶点分配颜色集,每个顶点的颜色集中的颜色数目与其所在广播的当前逻辑信道数目相同;同一个广播的所有顶点的颜色集均相同,不同广播的顶点彼此之间若未构成逻辑信道组,则没有相同的颜色,若有逻辑信道组,则它们颜色集中相同颜色的数目与它们所在的广播构成逻辑信道组的数目相同。

[0061] 具体地,设置每个广播的颜色集时,根据每个类型的广播的逻辑信道数给每个广播分配与逻辑信道数等同的颜色数,构成逻辑信道组的广播之间共享一部分颜色,共享颜色的数目与广播间构成的逻辑信道组的数目相同。未构成逻辑信道组的广播的帧之间没有共同的颜色。

[0062] 步骤 S3、对当前着色子图进行着色,并判断着色是否成功;若否,转入步骤 S4;若是,转入步骤 S5。

[0063] 整个 NGB-W 系统的广播帧的逻辑信道分配是以着色子图为单位进行的。每个着色子图单独着色。当且仅当所有着色子图均着色成功时,多载频数字多媒体无线广播系统逻辑信道分配成功;否则,系统逻辑信道分配失败。

[0064] 具体地,步骤 S3 包括以下步骤:

[0065] 31) 为着色子图内的每一个顶点配置可用颜色集 (ACS)。

[0066] 其中,每个顶点的颜色集在着色子图内根据其所在广播的逻辑信道数和系统的逻辑信道组参数进行分配,初始化每个顶点的可用颜色集与其颜色集相同;颜色集内包含的是初始可以使用的颜色,可用颜色集内包含的是当前每个顶点可以使用的颜色。

[0067] 32) 判断当前着色子图内的所有顶点是否着色成功,若是,则当前着色子图着色成功,若否,则转入步骤 33)。

[0068] 33) 选择着色顶点。

[0069] 本发明按照一定的顺序依次给着色子图中的顶点着色,每次着色都要按照顶点选择策略找到着色顶点,若所有顶点均着色完成,则子图着色结束,否则,继续按照顶点选择策略选择下一个着色顶点。

[0070] 具体地,按照以下规则进行顶点选择:

[0071] a、第一个着色顶点是当前着色子图中度数最大的点,若这样的顶点有多个,则选择其中 ACS 最小的一个;其中,度数指的是与当前顶点有有边相连的顶点的数目。

[0072] b、若选择的不是第一个着色顶点,则选择的顶点为与上一个着色顶点相连的未着色顶点中 ACS 最小的一个顶点,若这样的顶点有多个,则选择有效度数最大的一个顶点;有效度数指的是与当前顶点有有边相连的未着色顶点的数目。

[0073] c、若上一个着色顶点没有相连的未着色的顶点,则从最后一个分支点开始,按照分支点从后往前的顺序查找有未着色邻点的分支点,若找到有未着色邻点的分支点,则在该分支点的未着色的相连邻点中选择 ACS 最小的未着色邻点,若有多个,则选择有效度数最大的一个;若所有分支点均没有未着色的相连邻点,则从所有未着色的顶点中选择 ACS

最小的顶点,若有多个 ACS 最小的顶点,则选择其中有效度数最大的一个。

[0074] 34) 若当前选择的顶点的未着色邻点的个数大于 1 个,则将当前着色的顶点作为一个分支点。

[0075] 35) 选择颜色。

[0076] 具体地,颜色选择策略为:从着色顶点的 ACS 中选择出现在其未着色的相连邻点的 ACS 中出现次数最少的颜色。

[0077] 36) 给当前顶点着色后,更新该顶点及其邻点的 ACS。

[0078] 其中,当前着色顶点的 ACS 更新时,将该顶点当前使用的颜色从其 ACS 中删除;当前着色顶点的邻点的 ACS 更新时,用该邻点的 CS 减去该邻点以及其所有已着色邻点使用的颜色。

[0079] 令当前着色的顶点是 V_p , V_p 当前的颜色值是 C_p , V_n 是 V_p 的一个邻点, C_n 是 V_n 以及它所有已着色邻点使用的颜色集合,则:

$$[0080] \quad ACS(V_p) = ACS(V_p) - C_p$$

$$[0081] \quad ACS(V_n) = CS(V_n) - C_n$$

[0082] 37) 判断当前顶点着色是否成功;若是,则转入步骤 32),直至所有顶点着色成功,即该子图着色成功;若否,则转入步骤 38)。

[0083] 判断当前顶点着色是否成功的标准如下:若当前着色顶点的所有未着色邻点的 ACS 均不为空集,则认为该颜色合适,该顶点着色成功;否则,该顶点着色失败。

[0084] 若该顶点着色成功,则查看是否还有未着色的顶点,若有,则按照步骤 33) 继续寻找下一个着色顶点,当所有顶点均着色完成,则该子图或联合子图着色成功;若该顶点着色失败,则对着色失败顶点进行调整,即步骤 38)。

[0085] 38) 调整着色失败的顶点,若调整成功,转入步骤 33);若调整失败,则该子图着色失败。

[0086] 调整着色失败的顶点时,具体包括以下步骤:

[0087] a) 分配调整优先级

[0088] 重新计算当前着色子图内所有顶点的 ACS,给当前着色子图的所有已着色顶点分配一个优先级,将当前着色失败的顶点 $V_{failure}$ 的优先级设置为最高,即 $V_{failure}$ 的优先级为 1,剩余的已着色顶点的调整优先级按照优先度数从大到小的顺序排序,优先度数越大,调整优先级越高。其中,已着色顶点的优先度数的计算公式为:

$$[0089] \quad priority_count(V_i) = flag_{connected}(V_i) * \alpha + size(ACS(V_i)) - degree(V_i)$$

[0090] 其中: $priority_count(V_i)$ 表示已着色顶点 V_i 的优先度数; $flag_{connected}(V_i)$ 表示与 $V_{failure}$ 相邻的标识,若 V_i 与 $V_{failure}$ 相邻,则 $flag_{connected}(V_i)$ 为 1,否则, $flag_{connected}(V_i)$ 的值为 0; α 是一个非常大的常数; $size(ACS(V_i))$ 是 V_i 的 ACS 中的颜色数目; $degree(V_i)$ 是 V_i 的度数。

[0091] b) 调整着色子图。

[0092] 从着色子图中优先级为 2 的已着色顶点(即 $adjust_priority(V_{colored}(j)) = 2$ 的顶点)开始颜色调整,调整的方法如下:

[0093] b1) 若当前调整的已着色顶点的可用颜色集不为空集,则从当前调整顶点的可用颜色集中重新选择一个颜色为其着色,将修改后的颜色从其可用颜色集中删除,并更新其

未着色邻点的可用颜色集;若当前调整顶点的可用颜色集为空集,则将该顶点的颜色值置为 0,重新计算该顶点及其未着色邻点的可用颜色集,并判定当前调整的顶点的颜色调整失败;

[0094] b2) 判断当前调整顶点是否颜色调整失败,若失败,转入步骤 b3);若当前调整的顶点的颜色调整成功,且当前颜色调整成功的顶点不是调整优先级最高的顶点,则继续调整优先级更高的顶点,转入步骤 b1),如果当前调整成功的顶点是调整优先级最高的顶点,则转入步骤 33),其中顶点颜色调整成功的标准是其所有未着色的邻点的 ACS 均不为空集;

[0095] b3) 若当前调整的顶点颜色调整失败且其可用颜色集不为空集,则转入步骤 b1),继续调整当前调整的顶点;若当前调整的顶点颜色调整失败且其可用颜色集为空集,则将该顶点的颜色值置为 0,重新计算该顶点及其未着色邻点的可用颜色集,寻找下一个优先级的顶点,按照上述步骤 b1) 调整下一个优先级的顶点;若下一个优先级的顶点也调整失败,则继续向调整优先级更低的顶点寻找,若找到最后一个调整优先级的顶点仍然调整失败,则整个顶点着色调整失败,当前着色子图着色失败,将当前着色子图内所有顶点颜色值重新置为 0,转入步骤 S4,否则,继续调整优先级更高的顶点,直到优先级最高的顶点颜色调整成功或整个顶点着色调整失败。

[0096] 步骤 S4、判断当前着色子图的参数是否能够调整,若是,则调整当前着色子图的参数,再转入步骤 S2;若否,则逻辑信道分配失败。

[0097] 具体地,步骤 S4 采用以下一种或多种方式进行当前着色子图的参数的调整:

[0098] 41) 调整当前着色子图对应的广播在各个载频上的帧长和 / 或帧数,将当前着色失败的子图内的所有顶点颜色值置位 0;其中,调整的方法包括合并帧或者拆分帧,合并帧是指合并一些在同一个载频上且时间上相邻的几个帧,拆分帧是指将一个帧拆分成几个帧;无论是拆分帧还是合并帧均要求修改后的帧长满足系统要求。

[0099] 当着色失败的时候,可以考虑通过改变帧长来改变帧分布图样,然后再根据新的帧分布图样进行着色,增加着色成功概率。但改变帧长也需要有一定的限制,不能人为得随意改变,这时需要系统预设一个帧长范围,然后根据这个帧长范围来改变。其中,改变帧长帧数可以改变帧结构分配图样,进而修改其广播的帧在各个载频上的位置关系。

[0100] 42) 若当前着色失败的子图所在的某个载频能够整体平移,则平移该着色子图的一个辅载频上的所有资源,然后将所有子图内的顶点的颜色重置为 0,所有子图的帧数也置为初始值。其中,平移的距离要远远小于分配周期。

[0101] 43) 若当前着色子图所在的广播的逻辑信道数未达到最大值,则增加逻辑信道数,也就是增加子图的颜色数来进行调整;然后将当前着色失败的子图内的所有顶点的颜色值重新置为 0。

[0102] 增加颜色数是最直接也是最有效的方法,但增加颜色数也就会增加逻辑信道数,而逻辑信道的个数是要有一定的限制的。因此可以根据各个广播的属性和系统要求,后台配置各个广播的最大逻辑信道个数,使其不会无限制地增加,这也更符合实际情况。例如,可以将各种类型的广播的最大逻辑信道个数设置成它们各自占用的载频数等。

[0103] 44) 若当前着色失败的子图所在的载频中,存在一个载频使该载频上的所有帧压缩后各个帧的帧长依然满足系统要求,则压缩该载频上的所有广播的帧的帧长,将压缩后的各个广播的帧按照压缩前的顺序依次排放,然后将所有子图的顶点颜色重置为 0。

[0104] 即若着色失败的子图所在的载频中存在一个载频使得该载频上的所有帧的帧长压缩后仍然满足系统的帧长要求,可以压缩该载频上的资源帧长,使某个载频上所有帧的帧长均为其原帧长的一半(或1/3,1/4等),然后按压缩前的顺序排放压缩后的该载频上的资源,使该载频各个广播的时间总资源不变,但重复周期变成压缩前的2倍(或3倍、4倍等,倍数是压缩倍数的倒数)。

[0105] 步骤S5、对剩余的着色子图进行着色,若所有着色子图的着色成功,则逻辑信道分配成功;若有一个着色子图着色失败,则逻辑信道分配失败。

[0106] 下面结合具体实施例和附图进一步阐述本发明的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法。

[0107] 在该实施例中,各个广播的广播帧在各个载频上的初始分布图样如表1所示。

[0108] 表1、各个广播的广播帧在各个载频上的初始分布图样

[0109]

载频号	广播号	起始时间	截止时间
1	1	0	102.50000000
1	1	102.50000000	205
1	1	205	307.50000000
1	1	307.50000000	410
1	1	410	512.50000000
1	1	512.50000000	615
1	1	615	717.50000000
1	1	717.50000000	820
1	2	820	910
1	2	910	1000
2	1	825	918.33333333
2	1	-81.66666667	11.66666667
2	1	11.66666667	105.00000000
2	1	105.00000000	198.33333333
2	1	198.33333333	291.66666667
2	1	291.66666667	385
2	3	385	433.88888889
2	3	433.88888889	482.77777778
2	3	482.77777778	531.66666667
2	3	531.66666667	580.55555556
2	3	580.55555556	629.44444445
2	3	629.44444445	678.33333334
2	3	678.33333334	727.22222222
2	3	727.22222222	776.11111111
2	3	776.11111111	825.00000000
3	2	0	100
3	2	100	200
3	2	200	300
3	2	300	400
3	2	400	500
3	2	500	600
3	2	600	700
3	2	700	800
3	2	800	900
3	2	900	1000

[0110] 从表 1 中可以看出此时的 NGB-W 系统内部一共有三种类型的广播,三个载频。假定系统的分配周期为 1000ms,广播类型 1 的逻辑信道 1 与广播类型 3 的逻辑信道 2 构成一组逻辑信道组,载频最大平移次数为 3 次,平移的单位是 6ms。每个广播的最大逻辑信道数等于各自占用的载频数量。从表 1 中可以看出 3 种广播占用的载频数量分别是 3、2、1。

[0111] 各种广播的帧长范围分别为:

[0112] 广播 1 50 ~ 200 (ms)

[0113] 广播 2 50 ~ 200 (ms)

[0114] 广播 3 30 ~ 80 (ms)

[0115] 然后根据这些已知条件求取整个 NGB-W 系统的逻辑信道分配情况,依照上述处理步骤为系统分配逻辑信道,要求同种类型广播的同一逻辑信道的广播帧在载频上满足跳频保护需求,同时,同一逻辑信道组的广播帧在各个载频上也满足跳频保护需求。

[0116] 逻辑信道分配结果如表 2 所示,其分配结果如图 2 所示。

[0117] 表 2、逻辑信道分配结果表

[0118]

载频号	广播号	起始时间	截止时间	颜色值
1	1	0	102.50000000	2
1	1	102.50000000	205	2
2	1	205	307.50000000	2
1	1	307.50000000	410	1
1	1	410	512.50000000	3
1	1	512.50000000	615	3
1	1	615	717.50000000	2
1	1	717.50000000	820	2
1	2	820	910	5
1	2	910	1000	6
2	1	825	918.33333333	1
2	1	-81.666666667	11.666666667	1
2	1	11.666666667	105.00000000	1
2	1	105.00000000	198.33333333	3
2	1	198.33333333	291.66666667	3
2	1	291.66666667	385	3
2	3	385	433.88888889	7
2	3	433.88888889	482.77777778	1
2	3	482.77777778	531.66666667	1
2	3	531.66666667	580.55555556	1
2	3	580.55555556	629.44444445	7
2	3	629.44444445	678.33333334	1
2	3	678.33333334	727.22222222	1
2	3	727.22222222	776.11111111	1
2	3	776.11111111	825.00000000	1
3	2	0	100	4
3	2	100	200	4

[0119]

3	2	200	300	5
3	2	300	400	5
3	2	400	500	5
3	2	500	600	5

3	2	600	700	5
3	2	700	800	5
3	2	800	900	6
3	2	900	1000	4

[0120] 因为广播 1 的逻辑信道 1 与广播 3 的逻辑信道 2 组成一组逻辑信道组,所以在着色的过程中给它们分配了一个相同的颜色,即颜色 1,从图 2 中可以看出,不同载频上同一时间内不存在相同的颜色,此时系统分配成功,各个广播的逻辑信道数分别为 3,3,2。将颜色值映射成逻辑信道可以为:

[0121] 广播 1 颜色 1 :广播 1 逻辑信道 1

[0122] 广播 1 颜色 2 :广播 1 逻辑信道 2

[0123] 广播 1 颜色 3 :广播 1 逻辑信道 3

[0124] 广播 2 颜色 4 :广播 2 逻辑信道 1

[0125] 广播 2 颜色 5 :广播 2 逻辑信道 2

[0126] 广播 2 颜色 6 :广播 2 逻辑信道 3

[0127] 广播 3 颜色 1 :广播 3 逻辑信道 2

[0128] 广播 3 颜色 7 :广播 3 逻辑信道 1

[0129] 综上所述,本发明的数字多媒体无线广播采用跳频传输时逻辑信道分配方法通过着色算法成功地解决了带有逻辑信道组的 NGB-W 系统的逻辑信道分配问题,实现数字多媒体无线广播系统中灵活的物理帧结构配置;在无线广播帧结构上能支持多种类型的无线广播系统共同传输,有效实现无线广播系统的后向兼容、前向兼容,有利于无线广播系统地进一步演进和平滑过渡;能够实现对不同类型系统的帧进行不同帧长、带宽、频点、传输模式的设置,以在兼顾降低信令开销的同时,有效满足不同类型无线系统的数据流对传输容量、实时性的不同需求;实现了逻辑信道组中的所有广播帧都满足单调接收。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0130] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

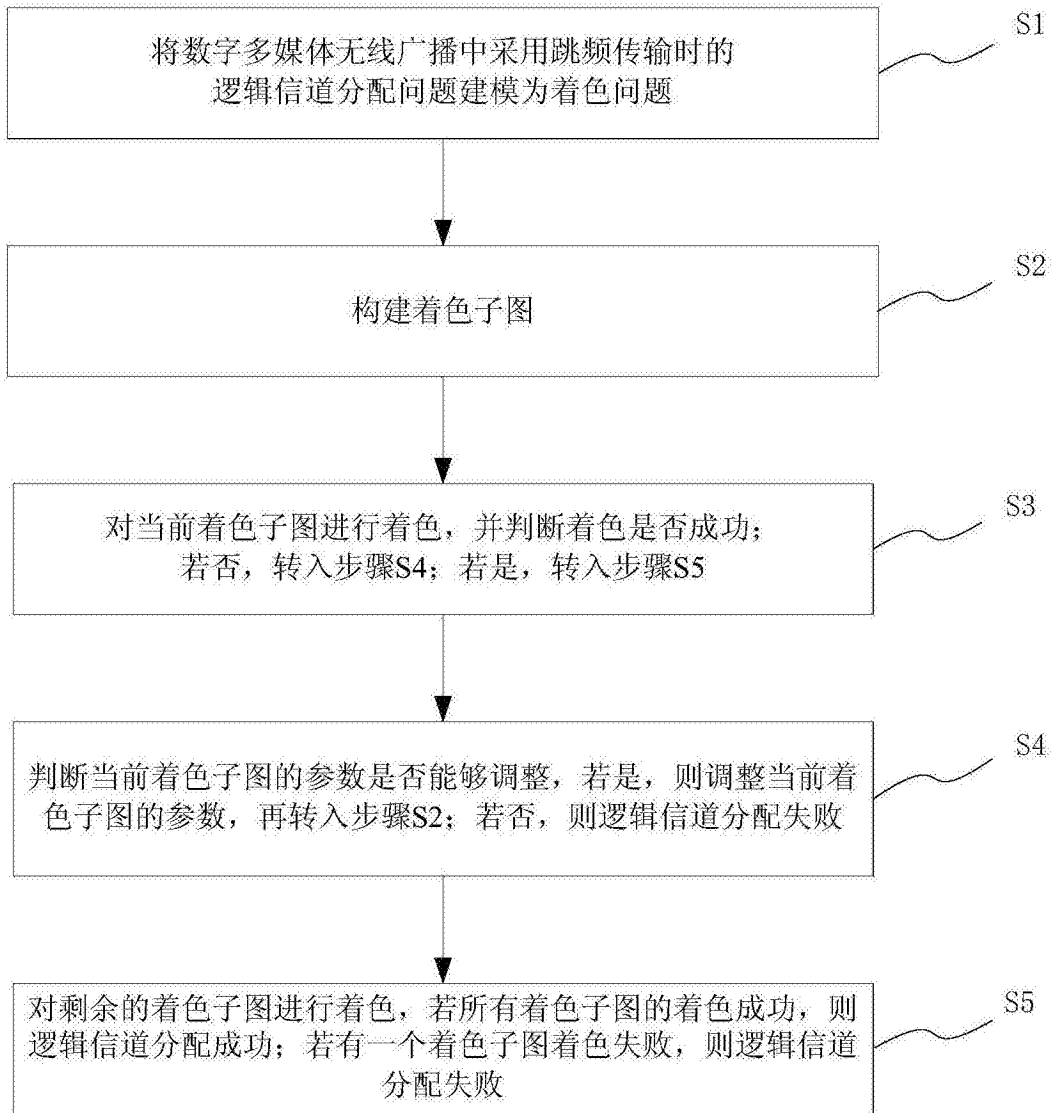


图 1

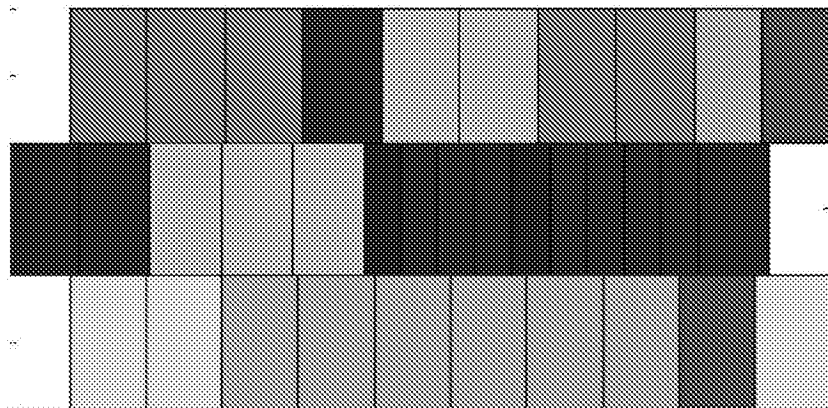


图 2