



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109041254 A

(43)申请公布日 2018. 12. 18

(21)申请号 201811098637.3

(22)申请日 2018.09.19

(71)申请人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路10号

(72)发明人 黄治同 刘明涛 纪越峰

(51)Int.Cl.

H04W 74/08(2009.01)

H04B 10/116(2013.01)

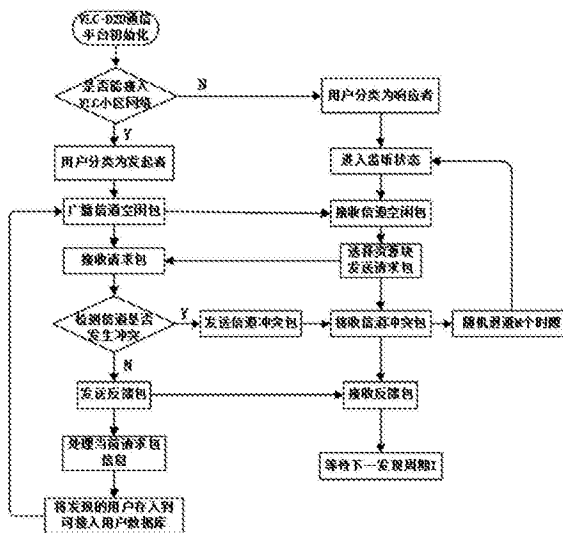
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种D2D-VLC全向通信网络中基于色分退避机制的邻居发现方法

(57)摘要

本发明公开了一种D2D-VLC全向通信网络中基于随机退避机制的邻居发现方法,具体包括: D2D-VLC全向通信网络中,根据是否能够接入小区网络将用户设备分为两类:发起者和响应者;可接入小区网络的用户设备被划分为发起者,能够发送信道空闲包和接收请求包,根据信道是否发生冲突,进行相关信息处理,并对发现的邻居进行动态处理和维持。未接入小区网络的用户设备被划分为发起者,发起者探知信道发生冲突时,采用基于色分退避机制,随机选择退避时间间隔并重新发送请求包。采用本方法,能够实现 D2D-VLC全向通信网络中终端设备之间的快速发现,解决发现过程中多用户冲突的问题,同时提高发现概率,减少发现延迟,增加D2D-VLC全向通信网络的健壮性。



CN 109041254 A

1. 一种D2D-VLC全向通信网络中基于色分退避机制的邻居发现方法,其特征在于,所述邻居发现方案包括以下步骤:

步骤一、启动D2D-VLC全向通信网络平台,并进行网络设备和用户的初始化;

步骤二、根据用户是否可以接入VLC小区网络,将用户分为发起者和响应者两类,其中可接入小区网络的用户为发起者,不能接入小区网络的用户(即不在VLC小区网络覆盖范围内)为响应者;

步骤三、发起者检测自身信道状态,信道被占用则持续检测,直到检测到信道空闲时,向周围广播信道空闲包;

步骤四、响应者处于监听状态,当监听到信道空闲包后,以概率 P_{send} 决定是否参与信道竞争,决定参与信道竞争的响应者在大小为N资源池中随机选择一个资源块作为发送通道,将包含设备信息的请求包发送给发起者;

步骤五、发起者检测接收到的信息,判断是否发生多个请求包同时到达而导致的冲突;发生冲突则广播信道冲突包,响应者收到信道冲突包后随机退避M个时隙,并重新发送请求包;否则解析请求包,将邻居设备信息存储到邻居列表中。并发送反馈包;

步骤六、响应者接收到自己被发现的反馈包后在本周期T内停止发送请求包,停止监听,响应者等待下个周期T开始在预留时隙中发送维护信息,发起者启动邻居维护机制。

2. 根据权利要求1所述的一种D2D-VLC全向通信网络中基于色分退避机制的邻居发现方法,其特征在于,所述邻居发现方案主要包括以下四个技术:

所述基于色分退避机制具体描述为:响应者以概率 P_{send} 决定是否发送请求包,决定发送请求包后在数量为N的信道资源池中随机选择一个信道资源进行请求包的发送,若接收到信道冲突包,则随机退避M($0 \leq M \leq T_M$)个时隙再次发送请求包,若接收到相应反馈包,则表示完成邻居发现过程,该周期T内不再发送请求包,等待下一周期;

所述冲突检测机制具体描述为:发起者检测冲突的关键是对接收到的请求包信号质量(SINR)和能量(POWER)进行判决。根据通信环境情况,设置信号质量判决门限 D_{SINR} 和能量判决门限 D_{POWER} ,当且仅当发起者接收到的信号能量和质量高于两个判决门限值时,判决该信号为请求包信号,发现成功,否则判定为发生冲突,发起者发送信道冲突包;

所述邻居列表维护机制具体描述为:响应者接收到发起者发送的反馈包后,停止监听,并在每个周期T预留的特定时间隙中发送维护信息,在周期T结束之前,发起者如果接收到已在邻居列表中的响应者对应的维护信息,则继续保留该响应者在邻居列表中,如果没有接收到响应者对应的维护信息,则将该响应者从邻居列表中移除,删除该邻居用户信息;

所述最佳退避时隙 T_M 选择具体描述为:本发明中将退避时间量化成 T_M 个时隙,每个时隙的时间长度由发起者发现处理单个邻居请求包和发送反馈包所用的时间 τ 决定。在发现过程中, T_M 的取值对冲突概率和邻居发现时间起决定性的影响,如果 T_M 取值过小时,邻居用户选择同一个时隙的概率增大,导致冲突概率变大,冲突容易发生;如果 T_M 取值过大时,则会增加邻居发现的时间。因此,选择合适的退避时隙 T_M 可以有效平衡冲突概率和发现时间。

一种D2D-VLC全向通信网络中基于色分退避机制的邻居发现方法

技术领域

[0001] 本发明属于可见光通信 (VLC) 技术领域, 具体而言, 涉及一种D2D-VLC全向通信网络中基于色分退避机制的邻居发现方法。

背景技术

[0002] 近年来, 发光二极管 (Light Emitting Diode, LED) 以其寿命长、能耗低、绿色环保等优点快速占领了照明市场, 成为下一代节能环保的照明产品。借助于 LED特有的发光响应特性, 日本庆应义塾大学的研究人员于2000年成功研制出一种新的通信技术, 即可见光通信技术 (Visible Light Communication, VLC)。VLC具有通信速率高、频谱丰富、无电磁辐射、高保密性等优点, 同时兼顾了照明和通信, 具有极大的发展前景。

[0003] 随着数据业务量的不断增长, 终端用户之间的信息交互量变得越来越庞大, 终端直通信 (Device-To-Device Communication, D2D) 因其显著提升系统容量的潜力而受到广泛的关注, 目前D2D通信技术已被写入中国5G技术的白皮书。在D2D通信中, 设备间如何发现彼此并建立通信链路是实现通信的基础, 根据现有的国内外研究成果, 设备发现机制通常有两种方式: 蜂窝控制下的设备发现和直接设备发现。蜂窝控制下的设备发现由蜂窝主导建立用户设备间的D2D通信链路, 不足之处在于用户设备等待时间太长, 且占用蜂窝通信资源, 一定程度上导致蜂窝用户接入的拥塞。直接设备发现不需要蜂窝的控制, 用用户设备自主建立D2D通信链路, 该发现方式能够适应不断变化的环境, 但也存在发现几率低、用户功率消耗大等缺点。

[0004] D2D-VLC全向通信是将D2D技术与VLC通信技术相结合, 有效利用了两种技术的优势, 一定程度上解决了D2D通信带宽受限和VLC技术灵活性的问题。然而受VLC小区覆盖范围的限制, 小区外的用户设备无法接入到小区网络中, 这使得蜂窝控制下的设备发现方式不适用于该场景中, 而且在D2D-VLC平台中设备发现过程必须快速且灵敏。直接设备发现方式能够快速实现邻居发现, 非常适用于该平台。值得注意的是D2D-VLC通信与射频D2D通信在通信信道、调制机制等方面都有一定的差别, 比如, 射频D2D通信在通信距离上有很大的优势, 而D2D-VLC通信的通信距离较短且容易受到遮挡; D2D-VLC通信因其特有的调制机制能够实现更高的频谱复用率。这些差别使得现有的设备发现方式不能直接应用到D2D-VLC全向通信平台中。

[0005] 为了解决网络中大量用户同时竞争有限资源而造成碰撞的问题, 退避机制被提出并得到广泛的应用, 在一定程度上解决了网络拥塞等问题; 目前已有多种退避算法应用到不同网络当中以对抗网络冲突。在此, 本发明提出一种基于随机退避机制的直接设备发现方法来减少冲突。在上述基础上, 本发明引入可见光通信中独有的色分技术, 这使得可选资源块的数量大大提高, 不同设备用户选择同一资源块的概率大幅度降低, 进一步减少冲突的发生, 同时减少发现延迟。

发明内容

[0006] 本发明提供一种D2D-VLC全向通信网络中基于色分退避机制的邻居发现方法,实现D2D-VLC全向通信网络中终端设备之间的快速发现,解决可见光通信中存在通信覆盖范围小,发现过程中多用户冲突的问题,达到相邻终端设备间快速发现彼此,且能够动态实时的进行邻居发现的要求,同时提高发现概率,减少发现延迟,增加D2D-VLC全向通信网络的健壮性。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案具体步骤如下:

[0008] 步骤一、启动D2D-VLC全向通信网络平台,并进行网络用户设备的初始化。

[0009] 步骤二、根据用户是否可以接入VLC小区网络,将用户分为发起者和响应者两类,其中可接入小区网络的用户为发起者,不能接入小区网络的用户(即不在VLC小区网络覆盖范围内)为响应者。

[0010] 步骤三、发起者检测自身信道状态,信道被占用则持续检测,直到检测到信道空闲时,向周围广播信道空闲包。

[0011] 步骤四、响应者处于监听状态,当监听到信道空闲包后,以概率 P_{send} 决定是否参与信道竞争。决定参与信道竞争的响应者在大小为N资源池中随机选择一个资源块作为发送通道,将包含设备信息的请求包发送给发起者。

[0012] 步骤五、发起者检测接收到的信息,判断是否发生多个请求包同时到达而导致的冲突;发生冲突则广播信道冲突包,响应者收到信道冲突包后随机退避M个时隙,并重新发送请求包;否则解析请求包,将邻居设备信息存储到邻居列表中。并发送反馈包。

[0013] 步骤六、响应者接收到自己被发现的反馈包后在本周期T内停止发送请求包,停止监听,响应者等待下个周期T开始在预留时隙中发送维护信息。

[0014] 本发明机制中包含四种类型的数据包,包括信道空闲包、请求包、信道冲突包和反馈包。

[0015] 所述信道空闲包是发起者广播信道空闲的数据包,包内含有表征信道空闲的信息。

[0016] 所述请求包是响应者发送的请求发现的数据包,包内含有发起者名称、设备发射方向等信息。

[0017] 所述信道冲突包是发起者广播信道冲突的数据包,包内含有表征信道冲突的信息。

[0018] 所述反馈包是发起者接收到请求包后反馈响应者的数据包,包内含有发起者名称、接收请求包的方向和响应者的相关信息,只有相应的响应者才处理相应的反馈包。

[0019] 本发明主要包括4个关键技术:色分退避机制、冲突检测机制、邻居列表维护机制和最佳退避时隙 T_M 选择。

[0020] 所述色分退避机制具体描述如下:

[0021] 响应者以概率 P_{send} 决定是否发送请求包,决定发送请求包后在数量为N的信道资源池中随机选择一个信道资源进行请求包的发送,若接收到信道冲突包,则随机退避 M ($0 \leq M \leq T_M$) 个时隙再次发送请求包,若接收到相应反馈包,则表示完成邻居发现过程,该周期T内不再发送请求包,等待下一周期。

[0022] 所述 P_{send} 表示响应者接收到信道空闲包后发送请求包的概率,假设有 n 个邻居节点接收到信道空闲包,则在单个信道资源情况下,能进行成功发现的概率 P_{success} 用如下公式表示:

$$[0023] \quad P_{\text{success}} = C_n^1 P_{\text{send}} (1 - P_{\text{send}})^{n-1}$$

[0024] 对上述公式求导,可得出当 $P_{\text{send}} = 1/n$ 时,成功发现的概率最大,即发生冲突的概率最小。

[0025] 所述数量为 N 的资源池, N 的值用公式 $N = N_t * N_c$ 计算, N_t 表示单个周期内时隙数, N_c 表示颜色信道数。

[0026] 所述 N_t 用公式 $N_t = T/\tau$ 计算,其中 T 表示邻居发现周期的时间大小, τ 表示发起者发现处理单个邻居请求包和发送反馈包所用的时间。

[0027] 所述 N_c 的值是根据色分技术决定的,能够大大增加资源池中资源的数量 N ,从而有效降低冲突的产生。

[0028] 所述色分技术是可见光通信中特有的通信技术,不同颜色的单色光对应着不同的波长和频率,而且所携带的信号之间是相互独立的,彼此之间不会发生干扰,可使用相同的接收端进行信号接收。为节约成本和便于实现,发送端使用 RGB-LEDs作为发射源,发送端可选择不同颜色通道发送信息,接收端使用滤波装置,实现对不同颜色信号的接收,且支持多个信号的同时接收,大大降低了发现时延和冲突发生的概率。

[0029] 所述冲突检测机制具体描述如下:

[0030] 本发明中将冲突定义为:当有两个或者两个以上响应者选择相同资源块时,发起者会同时收到多个响应者发送过来的请求包,此时无法正确解析请求包,则产生了冲突。

[0031] 发起者检测冲突的关键是对接收到的请求包信号质量(SINR)和能量(POWER)进行判决。根据通信环境情况,设置信号质量判决门限 D_{SINR} 和能量判决门限 D_{power} ,当且仅当发起者接收到的信号能量和质量高于两个判决门限值时,判决该信号为请求包信号,发现成功,否则判定为发生冲突,发起者发送信道冲突包。

[0032] 所述邻居列表维护机制具体描述如下:

[0033] 响应者接收到发起者发送的反馈包后,停止监听,并在每个周期 T 预留的特定时间中发送维护信息,在周期 T 结束之前,发起者如果接收到已在邻居列表中的响应者对应的维护信息,则继续保留该响应者在邻居列表中,如果没有接收到响应者对应的维护信息,则将该响应者从邻居列表中移除,删除该邻居用户信息。

[0034] 所述最佳退避时隙 T_M 选择具体描述如下:

[0035] 本发明中将退避时间量化成 T_M 个时隙,每个时隙的时间长度由发起者发现处理单个邻居请求包和发送反馈包所用的时间 τ 决定。在发现过程中, T_M 的取值对冲突概率和邻居发现时间起决定性的影响,如果 T_M 取值过小时,邻居用户选择同一个时隙的概率增大,导致冲突概率变大,冲突容易发生;如果 T_M 取值过大时,则会增加邻居发现的时间。因此,选择合适的退避时隙 T_M 可以有效平衡冲突概率和发现时间。

附图说明

[0036] 图1: D2D-VLC全向通信平台的基本场景模型

- [0037] 图2:无冲突邻居发现示意图
[0038] 图3:基于色分退避机制的邻居发现示意图
[0039] 图4:基于判决条件的冲突检测机制
[0040] 图5:D2D-VLC通信平台基于色分退避机制邻居发现流程图

具体实施方式

[0041] 以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0042] 本发明通过在邻居发现过程中引入色分技术和随机退避机制,实现 D2D-VLC全向通信网络中终端设备实现快速发现,同时提高发现概率,降低发现冲突概率,增加D2D-VLC全向通信网络的健壮性。

[0043] 本发明实施例所采用的基本系统架构如图1所示,该D2D-VLC全向通信网络平台是由4个VLC小区和多个用户设备组成,其中用户设备1在VLC小区通信覆盖范围内,可实现与VLC小区进行全双工通信,获取网络接入、视频传输、用户定位等服务。用户设备2处在VLC小区边缘,无法与天花板上的小区进行通信。

[0044] 本发明中规定在邻居发现过程中,可接入VLC小区网络的用户设备为发起者,如设备1。未接入VLC小区网络的用户设备为响应者,如设备2。发起者和响应者的无冲突邻居发现过程示意图如图2所示,具体过程为:首先,发起者向周围广播信道空闲包,通知邻居用户信道空闲,可进行邻居发现;其次,响应者接收到信道空闲包后,向接收到该包的方向发送请求包,请求发起者的发现;最后,发起者解析请求包,将响应者的ID、发送方向等信息存储到可接入用户数据库中,发送反馈包,确认发现响应者。

[0045] 本发明为解决邻居发现过程中发生冲突碰撞的情况,在邻居发现过程中引入色分退避机制。基于色分退避机制的邻居发现示意图如图3所示:具体过程为:首先,发起者向周围广播信道空闲包,通知邻居用户信道空闲,可进行邻居发现;其次,响应者接收到信道空闲包后,向接收到该包的方向发送请求包,请求发起者的发现;随后,发起者检测接收到的信号,进行信道冲突判决,如果检测到信道冲突,则广播信道冲突包;接收到信道冲突包的响应者随机退避M个时隙,再进行资源块选择并再次发送请求包;最后,发起者解析请求包,将响应者的ID、发送方向等信息存储到可接入用户数据库中,发送反馈包,确认发现响应者,响应者接收到反馈包后停止监听,直到下一个周期的到来。

[0046] 本发明为解决信道冲突判决的问题,在发起者端对接收到的信号进行定量分析,用于分析信号的参数主要是信号质量(SINR)和信号能量(POWER)。根据通信环境等多因素情况,设置信号质量判决门限 D_{SINR} 和信号能量判决门限 D_{POWER} 两个阈值,根据这两个阈值将信号分成四种类型:距离过远、发现信号、噪声和冲突,具体情况如图4所示,具体判决情况为:当 $SINR \geq D_{SINR}$ 且 $POWER < D_{POWER}$ 时,发起者与响应者距离比较远,导致接收到的信号强度不够,不能完成邻居发现过程,如区域一;当 $SINR \geq D_{SINR}$ 且 $POWER \geq D_{POWER}$ 时,信号质量和能量达到邻居发现的要求,此时干扰小,能够实现邻居发现的过程,如区域二;当 $SINR < D_{SINR}$ 且 $POWER < D_{POWER}$ 时,信号比较微弱且信号能量低,没有邻居响应,如区域三;当 $SINR < D_{SINR}$ 且 $POWER \geq D_{POWER}$ 时,信号质量差,信号能量高,此时发起者同一信道接收到多个响应者发送的信号,导致信号发生冲突,如区域四。

[0047] 如图5所示,本发明的D2D-VLC全向通信网络中基于色分退避机制的邻居发现方法

包括如下步骤:

[0048] 步骤一、启动D2D-VLC全向通信网络平台,并进行网络用户设备的初始化。

[0049] 步骤二、根据用户是否可以接入VLC小区网络,将用户分为发起者和响应者两类,其中可接入小区网络的用户为发起者,不能接入小区网络的用户(即不在VLC小区网络覆盖范围内)为响应者。

[0050] 步骤三、发起者检测自身信道状态,信道被占用则持续检测,直到检测到信道空闲时,向周围广播信道空闲包。

[0051] 步骤四、响应者处于监听状态,当监听到信道空闲包后,以概率 P_{send} 决定是否参与信道竞争。决定参与信道竞争的响应者在大小为N资源池中随机选择一个资源块作为发送通道,将包含设备信息的请求包发送给发起者。

[0052] 步骤五、发起者检测接收到的信息,判断是否发生多个请求包同时到达而导致的冲突;发生冲突则广播信道冲突包,响应者收到信道冲突包后随机退避M个时隙,并重新发送请求包;否则解析请求包,将邻居设备信息存储到邻居列表中。并发送反馈包。

[0053] 步骤六、响应者接收到自己被发现的反馈包后在本周期T内停止发送请求包,停止监听,等待下一周期T到来后再开启监听状态。

[0054] 本发明机制中包含四种类型的数据包,包括信道空闲包、请求包、信道冲突包和反馈包。具体包内容和结构设计描述如下:

[0055] 请求包格式:发起者ID包含该终端设备的IP地址和名称信息,发送方向ID包含发起者发送信息所选择的方向名称,响应者ID包含响应者的IP地址和名称信息。

[0056]

包类型	发起者ID	发送方向ID	响应者ID
-----	-------	--------	-------

[0057] 信道空闲包和信道冲突包可用统一格式表示,统称为信道状态包,包格式如下,其中信道状态信息用于表征信道所处的状态,包括信道空闲,信道冲突和信道繁忙三种状态。

[0058]

包类型	发起者ID	发送方向ID	信道状态信息
-----	-------	--------	--------

[0059] 反馈包格式:在请求包格式的基础上,在包内增加了反馈信息,反馈信息表明发起者已确认发现响应者,并将其存入邻居列表中。

[0060]

包类型	发起者ID	发送方向ID	响应者ID	反馈信息
-----	-------	--------	-------	------

[0061] 本发明可实现D2D-VLC全向通信网络中终端设备间的快速发现,同时提高发现概率,降低发现冲突概率,增加D2D-VLC全向通信网络的健壮性。

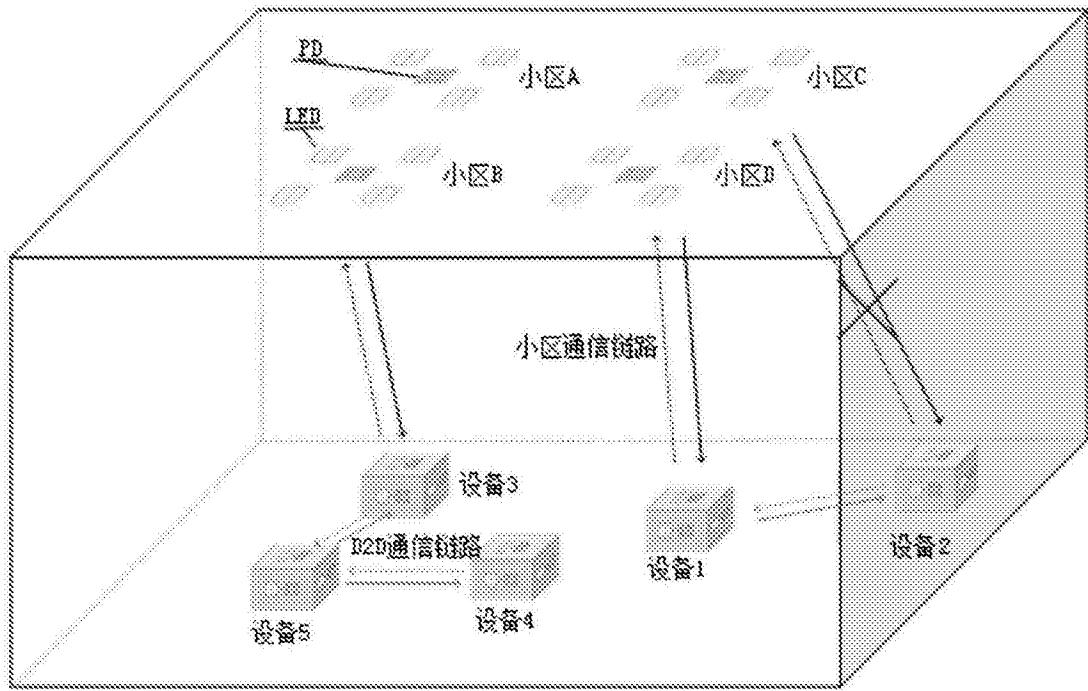


图1

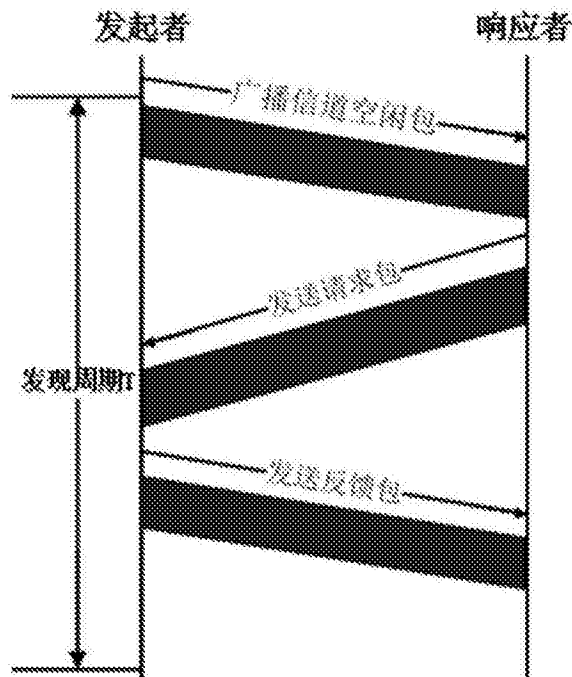


图2

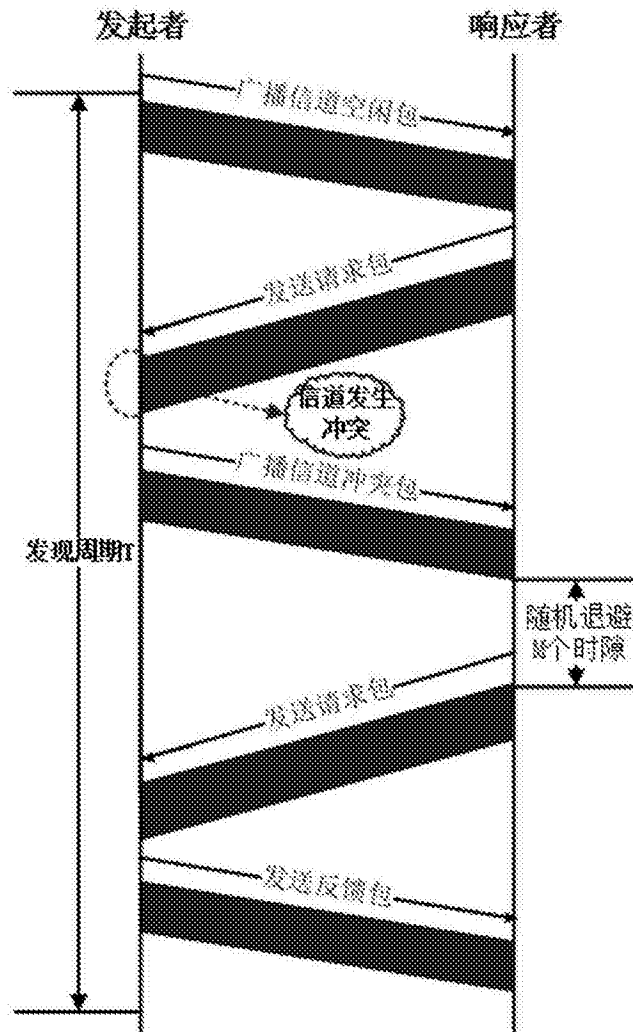


图3

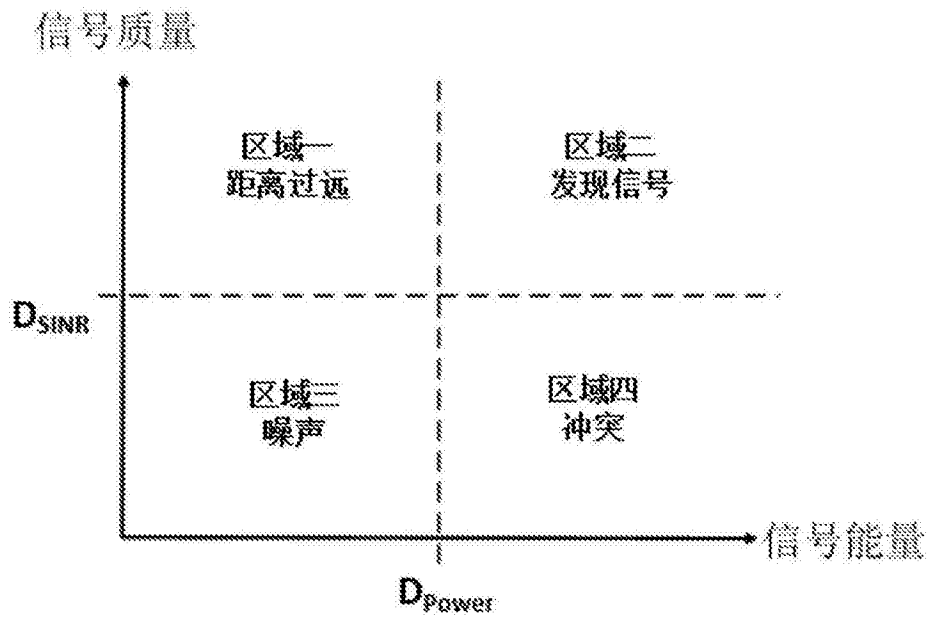


图4

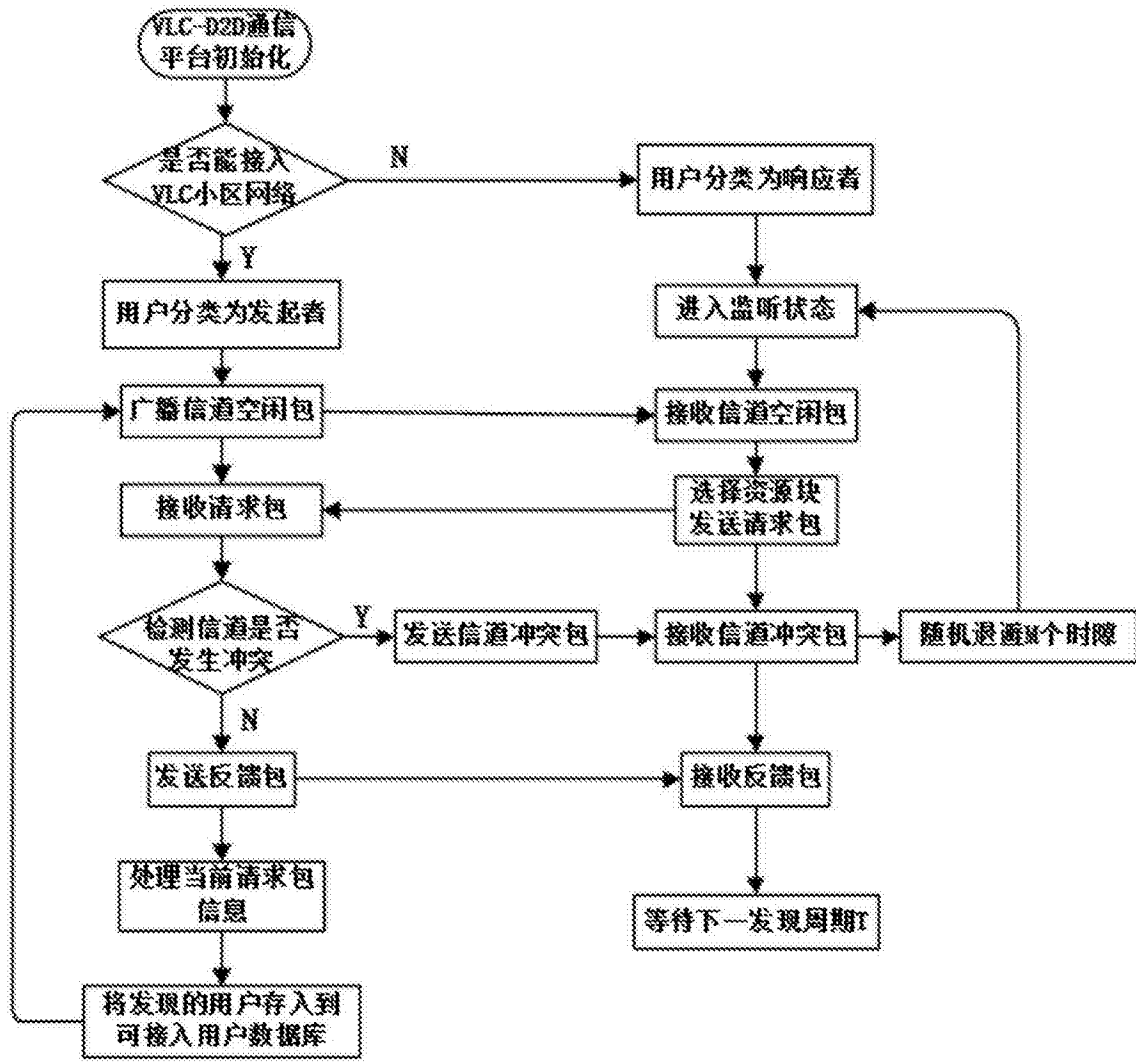


图5