



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105376830 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201510724818. 2

(22) 申请日 2015. 10. 29

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72) 发明人 李波 周虎 闫中江 杨懋 屈桥

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 顾潮琪

(51) Int. Cl.

H04W 48/08(2009. 01)

H04W 48/16(2009. 01)

H04W 74/08(2009. 01)

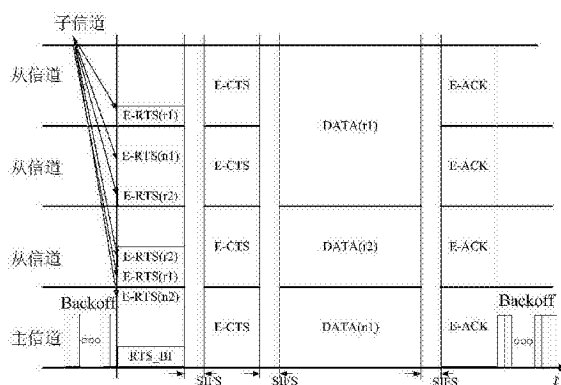
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种信道绑定和正交频分多址接入相结合的上行接入方法

(57) 摘要

本发明提供了一种信道绑定和正交频分多址接入相结合的上行接入方法,通过信道绑定和正交频分多址接入相结合,实现在下一代 WLAN 中对密集用户场景下高吞吐量和 QoS 的支持,本发明存在一个 AP 和若干个具有不同 QoS 需求的上行业务用户,所有用户均采用本发明所提出的接入协议进行网络接入,由于将信道绑定技术和 OFDMA 技术相结合,在利用信道绑定机制带来的大带宽的基础上,通过多子信道并行接入机制减小了用户间冲突,并且通过用户可以发送两个 E-RTS 帧的机制以及发明所述的资源分配算法为高优先级业务提供 QoS 支持。



1. 一种信道绑定和正交频分多址接入相结合的上行接入方法,其特征在于包括下述步骤:

步骤1:网络初始化后,接入点 AP (Access Point) 持续检测信道的忙闲状态,并根据检测结果将可用信道集划分为由一个 20MHz 主信道和多个 20MHz 从信道组成的工作信道,其中可用信道集是指处于空闲状态的 20MHz 带宽信道的集合,同时根据正交频分多址接入 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 技术把每个主信道和从信道都划分为若干个接入子信道,AP 分别将可用信道集、主信道编号和子信道分配结果信息放入信标 Beacon 帧的新增字段 ChannelSet、Primary Channel Number 和 SubChannels,接入点 AP 周期地在所有可用信道上广播 Beacon 帧,网络中的上行业务用户接收到该 Beacon 帧后提取并记录可用信道集、主信道编号和子信道分配结果信息,并转入步骤2;

步骤2:当上行业务用户在媒介接入控制 MAC (Media Access Control) 层存在待发分组时,该用户在 $[0, CW]$ 范围内随机产生一个退避计数值,其中 CW 为用户的最小竞争窗,并转入步骤3;

步骤3:上行业务用户监听主信道的忙闲状态,如果主信道持续空闲时间达到分布式帧间间隙 DIFS (DCF Inter-frame Spacing) 长度,则转入步骤4,否则继续在步骤3内等待;

步骤4:每当主信道空闲一个时隙长度,则上行业务用户的退避计数值减1;如果在退避过程中主信道变忙,则转入步骤3,否则继续退避,直至退避计数值等于0时,则转入步骤5;

步骤5:上行业务用户在主信道的第一号子信道上发送一个 RTS_BI 帧,其中 RTS_BI 定义为请求发送忙指示,即 Request To Send Busy Indication,RTS_BI 帧用于指示主信道的信道状态为忙,以告知在主信道上进行退避的用户暂停退避,上行业务用户同时也在主信道的第一号子信道之外的任意一个子信道发送一个 E-RTS 帧,E-RTS 帧被定义为增强的请求发送,即 Enhanced Request To Send,E-RTS 帧携带了用户的业务类型以及期望发送的数据分组数目;

步骤6:接入点 AP 完成在各个子信道上的 E-RTS 帧接收后,检查每个 E-RTS 帧的发送者,对于成功发送两个 E-RTS 帧的用户只保留任意一个 E-RTS 帧,转入步骤7;

步骤7:接入点 AP 为每个成功发送 E-RTS 帧的用户分配子信道资源,接入点 AP 首先提取 E-RTS 帧中的业务类型和期望发送分组数目信息,然后根据上行业务用户的业务类型和分组数目需求进行子信道资源的分配,并将分配结果放入增强清除发送 E-CTS 帧 (Enhanced Clear To Send),然后在短帧间间隔 SIFS (Short Interframe Space) 时间长度后在每个主信道和从信道上进行广播,转入步骤8;

步骤8:每个发送 E-RTS 帧的上行业务用户接收到在任意一个主信道和从信道上广播的 E-CTS 帧后,如果 E-CTS 帧中包含每个发送 E-RTS 帧的用户的子信道分配信息,则将自己的待发数据分组平均分配到所分配的子信道上,转入步骤9,否则,将竞争窗加倍并重新选择一个退避计数值,但竞争窗最大值不得超过 CW_{max} , CW_{max} 为 IEEE 802.11ac 规定的最大竞争窗,转入步骤3;

步骤9:获得子信道的上行业务用户在 SIFS 时间长度后根据 E-CTS 帧中的子信道分配信息在相应的子信道上发送数据分组,转入步骤10;

步骤10:AP 接收上行业务用户发送的数据分组后,根据每个子信道上的接收结果来

设置增强的确认 E-ACK 帧 (Enhanced Acknowledgement) 中的结果字段, 在结果字段中, Result1, Result2, ……Resultn 分别代表用户 1, 用户 2, ……用户 n 所发送数据分组的接收结果, 如果正确接收则 Result1, Result2, ……Resultn 被设置为 1, 否则设置为 0, AP 在 SIFS 时间长度后将 E-ACK 帧在每个主和从信道上进行广播, 转入步骤 11;

步骤 11: 上行业务用户接收到 E-ACK 帧后, 根据其中的 Result 字段检查本用户在所分配的子信道上的数据传输是否成功, 如果本用户在所分配的子信道上传输的数据没有全部被 AP 正确接收, 则将退避窗加倍并重新选择一个退避计数值, 转入步骤 3, 否则检查队列中是否有待发送的数据分组, 如果有待发数据分组则转入步骤 2, 否则继续等待上层数据分组的到来。

2. 根据权利要求 1 所述的信道绑定和正交频分多址接入相结合的上行接入方法, 其特征在于:

所述的步骤 5 中, 对于需要服务质量 QoS (Quality of Service) 支持的用户, 可以通过下面的方式来提高其数据分组的接入成功率, 该用户同时选择两个信道, 即选取一个主信道和一个从信道或者选取两个从信道, 然后同时在两个被选择的信道上随机选择一个子信道并各自发送一个 E-RTS 帧, 被随机选择的子信道不包含主信道的第一号子信道, 之后转入步骤 6。

一种信道绑定和正交频分多址接入相结合的上行接入方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,尤其是一种信道绑定和正交频分多址的通信领域。

背景技术

[0002] 随着智能手机和平板电脑等便携式设备在数量上的增长和性能上的提升,越来越多的用户期望可以通过一种高速、低价且支持业务服务质量 QoS(Quality of Service)保障的方式随时随地接入互联网上传或下载数据,同时诸如车站、体育馆等大量用户同时接入网络的场景也越来越普遍。针对这些情况,下一代无线局域网 WLAN(Wireless Local Area Network) 提出了在密集用户场景下同时支持高吞吐量和业务服务质量的目标。在目前的 WLAN 标准协议,例如 IEEE802.11n 和 IEEE802.11ac 中,主要采用信道绑定技术来增加传输带宽和提高吞吐量。信道绑定技术将多个传统 WLAN 中 20MHz 的信道绑定在一起,从而形成带宽达 40MHz,80MHz 甚至 160MHz 的大带宽信道。该技术可以提升网络的传输速率,对网络的吞吐量提升具有重要的意义。然而,虽然信道绑定技术提供了较大的网络带宽和较高的传输速率,但目前基于信道绑定的媒介接入控制 MAC(Media Access Control) 协议仅仅支持单用户的接入和传输,在密集用户场景下,多个用户同时竞争无线信道资源引起的网络冲突会降低信道利用率。同时,目前 MAC 协议的数据传输过程中存在较多的协议信令开销,例如帧间间隔时间 IFS(inter frame space) 和确认帧 Acknowledgement,这进一步降低了多址接入协议的效率。在另一方面,正交频分多址接入 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 是一种高效的多址接入技术。基于 OFDMA 技术,整个物理信道被划分为若干个子信道,这里每个子信道由一个或多个正交的子载波构成,用户可以在不同的子信道上同时接入网络且不同子信道上的用户数据分组不会冲突。

[0003] 因此,针对目前基于信道绑定技术的多址接入协议的不足,本发明提出了一种信道绑定和正交频分多址接入相结合的上行接入方法。该方法首先通过信道绑定技术将多个 20MHz 的信道绑定为 40MHz,80MHz 或 160MHz 的大带宽信道,具体的绑定策略可以参考 IEEE 802.11ac 标准的规定,同时将每个 20MHz 信道都根据 OFDMA 技术划分为若干个子信道。每个用户都可以在任意一个子信道上进行接入,并且 WLAN 中的接入点 AP(Access Point) 可以根据用户的业务量需求以及 QoS 需求进行子信道级的资源分配。本发明可以在密集用户场景中减小用户间的冲突概率和网络开销,同时对业务提供高吞吐量和 QoS 的支持。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的不足,本发明通过信道绑定和正交频分多址接入相结合,实现在下一代 WLAN 中对密集用户场景下高吞吐量和 QoS 的支持。本发明的应用场景为单个下一代 WLAN 小区,小区中存在一个 AP 和若干个具有不同 QoS 需求的上行业务用户,所有用户均采用本发明所提出的接入协议进行网络接入。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案的具体实施步骤如下:

[0006] 步骤 1:网络初始化后,接入点 AP(Access Point) 持续检测信道的忙闲状态,并根

据检测结果将可用信道集划分为由一个 20MHz 主信道和多个 20MHz 从信道组成的工作信道,其中可用信道集是指处于空闲状态的 20MHz 带宽信道的集合,同时根据正交频分多址接入 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 技术把每个主信道和从信道都划分为若干个接入子信道,AP 分别将可用信道集、主信道编号和子信道分配结果信息放入信标 Beacon 帧的新增字段 ChannelSet、PrimaryChannelNumber 和 SubChannels,接入点 AP 周期地在所有可用信道上广播 Beacon 帧,网络中的上行业务用户接收到该 Beacon 帧后提取并记录可用信道集、主信道编号和子信道分配结果信息,并转入步骤 2;

[0007] 步骤 2:当上行业务用户在媒介接入控制 MAC(Media Access Control) 层存在待发分组时,该用户在 $[0, CW]$ 范围内随机产生一个退避计数值,其中 CW 为用户的最小竞争窗,并转入步骤 3;

[0008] 步骤 3:上行业务用户监听主信道的忙闲状态,如果主信道持续空闲时间达到分布式帧间间隙 DIFS(DCF Inter-frame Spacing) 长度,则转入步骤 4,否则继续在步骤 3 内等待;

[0009] 步骤 4:每当主信道空闲一个时隙长度,则上行业务用户的退避计数值减 1;如果在退避过程中主信道变忙,则转入步骤 3,否则继续退避,直至退避计数值等于 0 时,则转入步骤 5;

[0010] 步骤 5:上行业务用户在主信道的第一号子信道上发送一个 RTS_BI 帧,其中 RTS_BI 定义为请求发送忙指示,即 Request To Send Busy Indication,RTS_BI 帧用于指示主信道的信道状态为忙,以告知在主信道上进行退避的用户暂停退避,上行业务用户同时也在主信道的第一号子信道之外的任意一个子信道发送一个 E-RTS 帧,E-RTS 帧被定义为增强的请求发送,即 Enhanced Request To Send,E-RTS 帧携带了用户的业务类型以及期望发送的数据分组数目;

[0011] 步骤 6:接入点 AP 完成在各个子信道上的 E-RTS 帧接收后,检查每个 E-RTS 帧的发送者,对于成功发送两个 E-RTS 帧的用户只保留任意一个 E-RTS 帧,转入步骤 7;

[0012] 步骤 7:接入点 AP 为每个成功发送 E-RTS 帧的用户分配子信道资源,接入点 AP 首先提取 E-RTS 帧中的业务类型和期望发送分组数目信息,然后根据上行业务用户的业务类型和分组数目需求进行子信道资源的分配,并将分配结果放入增强清除发送 E-CTS 帧(Enhanced Clear To Send),然后在短帧间间隔 SIFS(Short Interframe Space) 时间长度后在每个主信道和从信道上进行广播,转入步骤 8;

[0013] 步骤 8:每个发送 E-RTS 帧的上行业务用户接收到在任意一个主信道和从信道上广播的 E-CTS 帧后,如果 E-CTS 帧中包含每个发送 E-RTS 帧的用户的子信道分配信息,则将自己的待发数据分组平均分配到所分配的子信道上,转入步骤 9,否则,将竞争窗加倍并重新选择一个退避计数值,但竞争窗最大值不得超过 CW_{max} , CW_{max} 为 IEEE 802.11ac 规定的最大竞争窗,转入步骤 3;

[0014] 步骤 9:获得子信道的上行业务用户在 SIFS 时间长度后根据 E-CTS 帧中的子信道分配信息在相应的子信道上发送数据分组,转入步骤 10;

[0015] 步骤 10:AP 接收上行业务用户发送的数据分组后,根据每个子信道上的接收结果来设置增强的确认 E-ACK 帧(Enhanced Acknowledgement) 中的结果字段,在结果字段中,Result1, Result2, ……Resultn 分别代表用户 1,用户 2, ……用户 n 所发送数据分组的

接收结果,如果正确接收则 Result1, Result2, ……Resultn 被设置为 1, 否则设置为 0, AP 在 SIFS 时间长度后将 E-ACK 帧在每个主和从信道上进行广播, 转入步骤 11;

[0016] 步骤 11: 上行业务用户接收到 E-ACK 帧后, 根据其中的 Result 字段检查本用户在所分配的子信道上的数据传输是否成功, 如果本用户在所分配的子信道上传输的数据没有全部被 AP 正确接收, 则将退避窗加倍并重新选择一个退避计数值, 转入步骤 3, 否则检查队列中是否有待发送的数据分组, 如果有待发数据分组则转入步骤 2, 否则继续等待上层数据分组的到来。

[0017] 所述的步骤 5 中, 对于需要服务质量 QoS(Quality of Service) 支持的用户, 可以通过下面的方式来提高其数据分组的接入成功率:

[0018] 该用户同时选择两个信道, 即选取一个主信道和一个从信道或者选取两个从信道, 然后同时在两个被选择的信道上随机选择一个子信道并各自发送一个 E-RTS 帧, 被随机选择的子信道不包含主信道的第一号子信道, 之后转入步骤 6。

[0019] 本发明的有益效果是由于将信道绑定技术和 OFDMA 技术相结合, 在利用信道绑定机制带来的大带宽的基础上, 通过多子信道并行接入机制减小了用户间冲突, 并且通过用户可以发送两个 E-RTS 帧的机制以及本发明所述的资源分配算法为高优先级业务提供 QoS 支持。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明的协议时序图。

[0021] 图 2 是本发明中 E-RTS 帧结构示意图。

[0022] 图 3 是本发明中 E-CTS 帧结构示意图。

[0023] 图 4 是本发明中 E-ACK 帧结构示意图。

[0024] 其中, 图 1 中, 包含 1 个主信道和 3 个从信道, 其中 E-RTS(r1), E-RTS(r2), E-RTS(n1), E-RTS(n2) 分别代表来自用户 r1, r2, n1 和 n2 的 E-RTS 帧, DATA(r1), DATA(r2), DATA(n1) 分别为用户 r1, r2 和 n1 的数据分组, RTS_BI 为请求发送忙指示帧, E-CTS 为 AP 在所有信道上发送的 E-CTS 帧, E-ACK 为 AP 在所有信道上发送的 E-ACK 帧, Backoff 为用户在主信道上进行退避的过程, SIFS(Short Interframe Space) 为短帧间间隔。

[0025] 在图 2 到图 4 中, 数字 1、2、4、6 表示帧中每个字段的长度, 即字节数, Frame Control 字段为帧控制信息, Duration 字段为网络分配矢量 NAV(Network Allocation Vector) 时间长度, FCS 字段为帧校验序列, RA 和 TA 分别为接收节点的地址和发送节点的 MAC 地址, Type 和 Len 分别为待发送数据的业务类型和分组长度, StaNum 为允许发送的用户数目, RA1 到 RAn 分别为允许发送节点的 MAC 地址, Subcstart1 到 Subcstartn 分别为用户 1 到用户 n, n 与允许发送的用户数目 StaNum 相同, Subcend1 至 Subcendn 分别为用户 1 到用户 n 获得的子信道结束编号, Time 为允许发送节点的传输时间, Result1 到 Resultn 字段代表用户 1 到用户 n 的数据分组的传输结果。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0027] 本实施例的场景为下一代 WLAN 的一个独立小区, 其中存在一个接入节点 AP 和若

干个上行业务用户。

[0028] 步骤 1:网络初始化后, AP 持续检测信道的忙闲状态,并根据检测结果将可用信道集(可用信道是指没有被占用的所有的 20MHz 带宽的信道集)划分为由一个 20MHz 主信道和多个 20MHz 从信道组成的工作信道,同时根据 OFDMA 技术把每个主信道和从信道都划分为若干个接入子信道。例如 AP 检测到 4 个 20MHz 的子信道,并将其划分为 1 个主信道和三个从信道,并且将每个主信道和从信道都通过 OFDMA 机制划分为 8 个接入子信道。AP 分别将可用信道集,主信道编号,子信道分配结果信息放入信标(Beacon)帧的新增字段 ChannelSet, PrimaryChannelNumber 和 SubChannels。AP 周期地在所有可用信道上广播 Beacon 帧,网络中的用户接收到该 Beacon 帧后提取并记录可用信道集,主信道编号,子信道分配结果信息,转入步骤 2;

[0029] 步骤 2:当上行业务用户在 MAC 层有待发分组时,它在 $[0, CW]$ 内随机产生一个退避计数值,其中 CW 为用户的最小竞争窗,如图 1 中所示,上行业务用户 r1, r2, n1 和 n2 产生的退避计数值均为 1,而其他用户产生退避计数值均大于 1,并转入步骤 3;

[0030] 图 1 中,包含 1 个主信道和 3 个从信道, E-RTS(r1), E-RTS(r2), E-RTS(n1), E-RTS(n2) 分别代表来自用户 r1, r2, n1 和 n2 的 E-RTS 帧,其中用户 r1 和 r2 具有较高的 QoS 要求,因此它们各自在不同的子信道上同时发送了两个 E-RTS 帧。DATA(r1), DATA(r2), DATA(n1) 分别为用户 r1, r2 和 n1 的数据分组。

[0031] 步骤 3:上行业务用户监听主信道的忙闲状态,如果主信道持续空闲时间达到分布式帧间间隙(DIFS, Distributed Inter-frame Spacing)长度,则转入步骤 4,否则继续在本步骤内等待;

[0032] 步骤 4:每当主信道空闲一个时隙长度,则上行业务用户的退避计数值减一;如果在退避过程中主信道变忙,则转入步骤 3,否则继续退避,若退避计数值等于 0,如图 1 所示,上行业务用户 r1, r2, n1 和 n2 在退避 1 个时隙后退避计数值均为 0,则转入步骤 5;

[0033] 步骤 5:上行业务用户在主信道的第一号子信道上发送一个 RTS_BI 帧,其 RTS_BI 定义为请求发送忙指示,即 Request To Send Busy Indication,该帧用于指示主信道的信道状态为忙,以告知在主信道上进行退避的用户暂停退避。上行业务用户同时在主信道的第一号子信道之外的任意一个主或从信道上的任意一个子信道上发送一个 E-RTS 帧。E-RTS 帧被定义为增强的请求发送,即 Enhanced Request To Send,该帧携带了用户的业务类型以及期望发送的数据分组数目,E-RTS 帧的具体帧格式如图 2 所示。如果用户期望得到更高的接入成功率,则可以同时选择两个信道(可以是一个主信道和一个从信道或者两个从信道),然后同时在两个被选择的信道上各自随机选择一个子信道(除了主信道的第一号子信道)并各自发送一个 E-RTS 帧,例如图 1 中上行业务用户 r1, r2, n1 和 n2 均在主信道的第一号子信道上发送一个 RTS_BI 帧,然后上行业务用户 r1 在第一个从信道的第一个子信道和第三个从信道的第一个子信道上分别发送一个 E-RTS 帧,上行业务用户 r2 在第一个从信道的第二个子信道和第二个从信道的第一个子信道上分别发送一个 E-RTS 帧,而上行业务用户 n1 和 n2 则各自在主信道和第二个从信道的一个子信道上发送一个 E-RTS 帧。其他用户侦听到主信道上的 RTS_BI 帧后暂停退避,转入步骤 6;

[0034] 步骤 6:AP 完成在各个子信道上的 E-RTS 帧接收后,检查每个 E-RTS 帧的发送者,对于成功发送两个 E-RTS 帧的用户只保留一个 E-RTS 帧,如图 1 所示,AP 接收到了上行业

务用户 r1 和 r2 的两个 E-RTS 帧,但只为这两个用户保留一个 E-RTS 帧,转入步骤 7;

[0035] 步骤 7:AP 为每个成功发送 E-RTS 帧的用户分配子信道资源。AP 首先提取 E-RTS 帧中的业务类型和期望发送分组数目,然后根据用户的业务类型和需求进行子信道资源的分配,具体分配方案本发明不进行规定。在本实施例中给出一种简单的分配方案,如图 1 所示,AP 从上行业务用户 r1, r2, n1 和 n2 的 E-RTS 帧中分别提取业务类型和业务量需求信息,发现上行业务用户 r1 的业务为实时业务,其业务需求为传输 16 个数据分组,上行业务用户 r2 的业务为实时业务,其业务需求为传输 8 个数据分组。用户 n1 的业务为非实时业务,其业务需求为传输 8 个数据分组,用户 n2 的业务为非实时业务,其业务需求为传输 8 个数据分组。假设总的可用子信道数为 32,则 AP 优先为实时业务分配子信道资源,即分配 16 个子信道给上行业务用户 r1,分配 8 个子信道给上行业务用户 r2。由于此时只剩下 8 个子信道,只能满足一个非实时业务用户的要求,因此只有上行业务用户 n1 获得了剩余的 8 个子信道,上行业务用户 n2 没有获得任何子信道资源。AP 将分配结果放入 E-CTS 帧(其被定义为增强清除发送,即 Enhanced Clear To Send),E-CTS 帧的具体帧格式如图 3 所示,然后在短帧间间隔(SIFS,Short Interframe Space)时间长度后在每个主和从信道上进行广播,转入步骤 8;

[0036] 步骤 8:每个发送 E-RTS 帧的用户接收到在任意一个主和从信道上广播的 E-CTS 帧后,如果 E-CTS 帧中包含本用户的子信道分配信息,则将自己的待发数据帧平均分配到所分配的子信道上,如图 1 所示,上行业务用户 r1, r2 和 n1 分别将自己待传输数据分组分配到相应的子信道上,转入步骤 9,否则,将最小竞争窗加倍(但竞争窗最大值不超过 CWmax,这里 CWmax 为 IEEE 802.11ac 规定的最大竞争窗)并重新选择一个退避计数值,例如上行业务用户 n2 将自己的最小竞争窗加倍并重新选择一个退避计数值,转入步骤 3;

[0037] 步骤 9:获得子信道的用户在 SIFS 时间长度后根据 E-CTS 帧中的子信道分配信息在相应的子信道上发送数据分组,转入步骤 10;

[0038] 步骤 10:AP 接收用户发送的数据分组后,根据每个子信道上的接收结果来设置 E-ACK 帧中的结果字段。其中 E-ACK 定义为增强的确认,即 Enhanced Acknowledgement, E-ACK 帧的具体帧格式如图 4 所示,在结果字段中,Result1 到 Resultn 分别代表用户 1 到用户 n 所发送数据分组的接收结果,如果正确接收则被设置为 1,否则设置为 0。例如上行业务用户 r1, r2, n1 的数据分组都被 AP 正确接收,则 Result1、Result2 和 Result3 字段都被设置为 1。AP 在 SIFS 时间长度后将 E-ACK 帧在每个主和从信道上进行广播,转入步骤 11;

[0039] 步骤 11:用户接收到 E-ACK 帧后,根据其中的 Result 字段检查本用户在所分配的子信道上的数据传输是否成功,如果本用户在所分配的子信道上传输的数据没有全部被 AP 正确接收,则将退避窗加倍并重新选择一个退避计数值,转入步骤 3。否则检查队列中是否有待发送的数据分组,如果有待发数据分组则转入步骤 2,否则继续等待上层数据分组的到来。

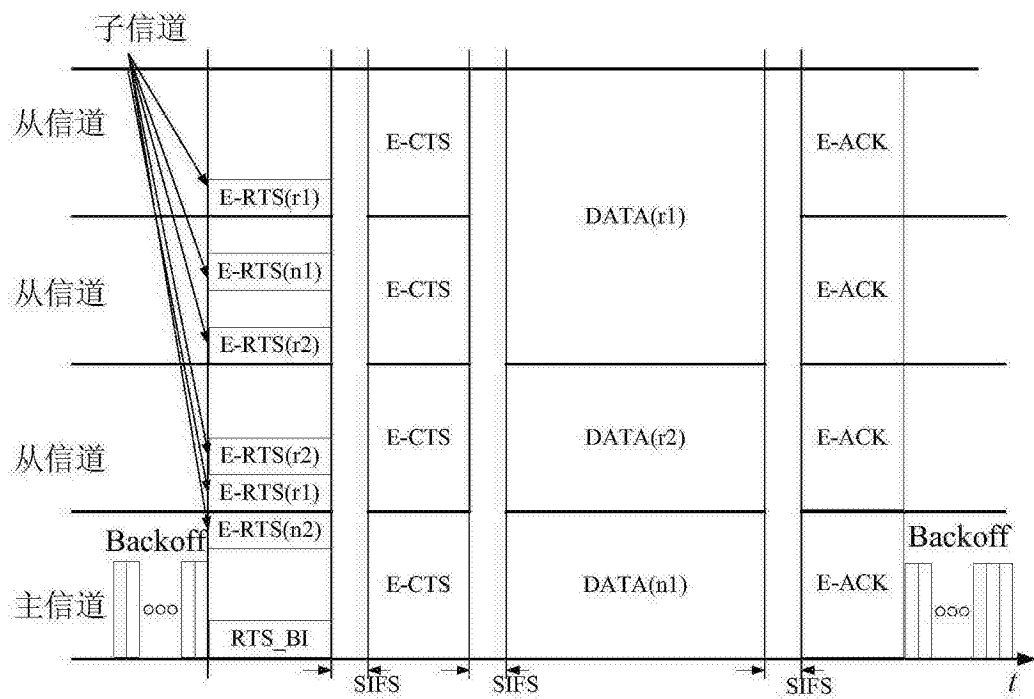


图 1

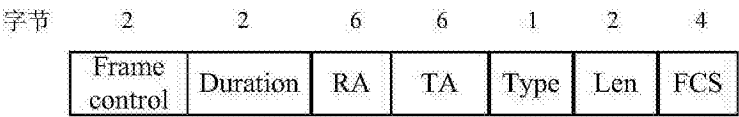


图 2

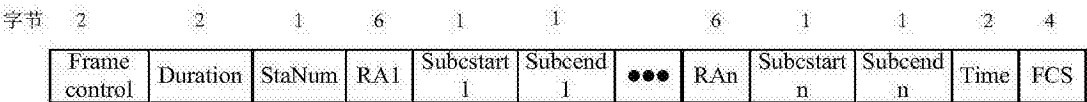


图 3

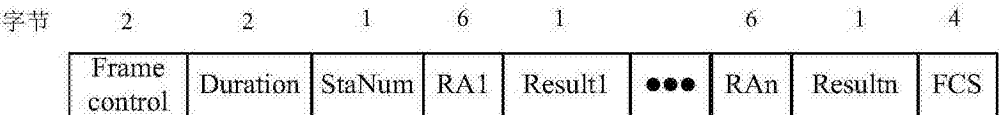


图 4