



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101855873 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 24

(21) 申请号 200880115076. 1

(22) 申请日 2008. 11. 04

(30) 优先权数据

07301539. 8 2007. 11. 09 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 05. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/064911 2008. 11. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02009/059958 EN 2009. 05. 14

(73) 专利权人 汤姆森许可贸易公司

地址 法国伊西莱穆利诺

(72) 发明人 帕特里斯·米尼奥特 弗兰克·热艾

帕斯卡尔·勒吉约德克

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 倪斌

(51) Int. Cl.

H04L 12/56(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2007/064976 A1, 2007. 06. 07, 全文.

CN 1777134 A, 2006. 05. 24, 全文.

审查员 王怡轩

权利要求书 1 页 说明书 28 页

(54) 发明名称

无线传输速率控制方法

(57) 摘要

本发明的目的是提供一种方法,该方法在 EDCA 模式下提供适于 802. 11WMM 的特定物理速率,该方法可以集成在接入点以及站点中。该方法的目的是选择最适于业务量需求的每一 WMM AC(接入类别)的 802. 11 物理速率;对于每一 AC,保证 IPLR(IP 分组丢失率)特定物理速率并适于传送内容的属性。对于 BK(后台)和 BE(尽力服务),优化所使用的 CUE(信道使用估计)以便提供最大带宽,对于 VI(视频)和 VO(语音)AC,首先保证延迟限制(即,最大 IP 延迟传输(IPDT)),并且当满足该条件时,优化所使用的 CUE。

1. 一种在无线多媒体 WMM 环境中选择物理层传输速率以优化带宽的方法,所述环境使用不同接入类别 AC,为从至少一个站点 STA 或接入点 AP 到至少一个另外站点 STA 或接入点 AP 的传输业务量划分优先级,其特征在于,不同分组大小与来自站点 STA 或接入点 AP 的传输业务量类型相对应;

所述方法包括步骤:

- 确定对于每一接入类别 AC 且在接入类别 AC 内对于每一分组大小而言特定的参数,以及

- 针对所述接入类别 AC 以及针对分组大小,使用所述参数选择物理层传输速率。

2. 根据权利要求 1 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,对于每一接入类别 AC 且在接入类别 AC 内对于每一分组大小而言特定的参数是每一 AC 的多速率重试次数 MRN 和过多重试次数 ERN 的特定值。

3. 根据权利要求 1 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,对于每一接入类别 AC 且在接入类别 AC 内对于每一分组大小而言特定的参数是由每个 AP 或 STA 使用的服务质量 QoS 准则以及信道使用估计 CUE。

4. 根据权利要求 3 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,服务质量 QoS 准则是分组丢失率 IPLR 准则或延迟传输 IPDT 准则。

5. 根据权利要求 4 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,选择是动态的,以便当服务质量 QoS 准则改变时从一个物理层传输速率改变到另一物理层传输速率。

6. 根据权利要求 4 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,基于相同 AC 内分组的传输所需的重试次数的 Erlang 或指数分布模型的数学属性,提供分组丢失率 IPLR 的估计。

7. 根据权利要求 4 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,每个分组的传输延迟的度量 IPDT 根据开始和结束条件来定义,开始条件与利用要传输的新分组将相应接入类别 AC 的传输缓冲器充满完毕相对应,结束条件与接收到肯定应答分组相对应。

8. 根据权利要求 4 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,针对每一接入类别 AC 的服务质量 QoS 是以百分点度量的。

9. 根据权利要求 4 所述的选择物理层传输速率的方法,其特征在于,使用 IP 分组延迟传输 IPDT 的伽玛分布模型的数学属性,来提供 IP 分组延迟传输 IPDT 百分点的估计,其中,主要输入是每个分组的分组延迟传输 IPDT 均值和分组延迟传输 IPDT 方差。

无线传输速率控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信。更具体地,本发明涉及一种在无线通信系统中选择物理层传输速率或物理速率的方法。

背景技术

[0002] 无线网络被认为是家庭环境的优选网络。无线网络上的多媒体应用对满足视频和音频的服务质量(QoS)需求的网络带宽和计算资源的连网(networking)有效利用提出了新的挑战。

[0003] 无线网络例如由接入点(AP)以及许多站点(STA)组成,这些站点例如电话、无线电装置、Visio电话、电视、计算机、电影播放器。在该通信系统中,通过信道从站点或接入点到站点或接入点链接信号。

[0004] 无线多媒体扩展(WME),也被称作WiFi多媒体(WMM),是基于IEEE 802.11e草案标准的WiFi联盟互操作性认证(interoperability certification)。其提供IEEE 802.11网络的基本服务质量(QoS)特征。在802.11e标准中定义了业务量规范。该业务量规范包含定义业务量流的特性和QoS预期的参数。

[0005] 第一代WiFi网络(即,802.11b)面向尽力服务业务量(best effort traffic)的传送,即,主要为TCP传送。

[0006] 在站点(STA)或接入点(AP)内实现的速率控制算法(RCA)的目的是提供带宽的最大化:这意味着最小化由每个AP(接入点)或STA(站点)使用的CUE(信道使用估计)。

[0007] 由于最高物理速率(物理速率)利用减少了传输时间但也增加了重传次数,该算法通过对于每一算法特定的方法来尝试找到物理速率值与“重试率”值之间的折衷。“重试率”是度量重传的方式,对于N个分组的集合由如下比值来定义:(总传输次数/N)。

[0008] 困难在于存在两个重传困难源:

[0009] - 增加BER(误码率)的无线状况劣化

[0010] - 与来自其他AP和STA的分组的冲突。实验证明冲突比率远超过仿真比率,这主要是由于无线信道检测的执行和响应时间。

[0011] 不幸地,在HW(硬件级别)级别,没有实际可行的方式来识别重传困难源。

[0012] 因此,也没有办法来独立度量由于冲突导致的重试率(称作冲突重试率)和由于BER导致的重试率(称作BER重试率)。

[0013] 此外,对于WiFi NW而言冲突检测是不可能的。

[0014] 为了优化通过例如语音、交互式或非交互式视频以及关联信令等实时媒体在RTP(传输协议)上的传送,IEEE/WiFi联盟已经在WMM(WiFi制造商模式)内定义了优先化(prioritization)机制,该机制定义了基于AC(接入类别)的争用(contention)信道接入。引入了4个AC(接入类别)以提高无线链路上的QoS: BK(后台)类别、BE(尽力服务)类别、VI(视频)类别、VO(语音)类别。

[0015] WMM优先化机制不能保证QoS性能参数的任何值;然而,实验证明,考虑WMM优先

化事实上提高了全局行为。

[0016] 现实中,由该标准提供的冲突避免优先化受以下限制:

[0017] AC 之间的优先级不是绝对的而是相对的:每个业务量流的冲突比是与所有其他业务量流的冲突概率除以(即,乘以)由 WMM 冲突避免机制提供的冲突的冲突概率的结果。

[0018] -冲突避免机制仅在若干 STA 或 AP 等待空闲信道时才起作用。当信道已经空闲时,并发接入之间不存在冲突避免机制。

[0019] -TXOP(传输时机)机制通过在相同介质接入期间发送若干分组增加了带宽性能,从而其降低了并发接入概率,但是也增加了针对空闲介质的等待延迟。

[0020] 因此,冲突避免机制对于连续传输(典型地,大量传送)起到的作用比对于类似语音或视频媒体的间歇或周期传输起到的作用更好。

[0021] 在 J.C.Bicket 的文献“Bit-rate selection in wireless networks”中,描述了比特率选择技术进行评估以最大化无线链路上的吞吐量。但是该选择不考虑 WMM 优先化机制。

[0022] 向所有 AC 提供公共物理速率的现有面向带宽 RCA 算法在 WMM 环境中可以起到作用,但是并不适于该环境。

[0023] 本发明的目的是提供一些冲突避免机制。

发明内容

[0024] 本发明涉及一种在无线多媒体(WMM)环境中选择物理速率来提供带宽最大化的方法,所述环境为从至少站点(STA)或接入点(AP)到至少站点(STA)或接入点(AP)的传输业务量划分优先级,不同分组大小与站点(STA)或接入点(AP)的传送内容的属性相对应,并且每个接入点(AP)由其自身接入类别(AC)而区分。本发明的特征在于,确定对于每一接入类别(AC)且在接入类别(AC)内对于每一分组大小范围而言特定的参数,以及使用这些参数并对应于接入类别(AC)来选择物理速率。

[0025] 优选地,对于每一接入类别(AC)且在接入类别(AC)内而言特定的参数是每一 AC 的多速率重试次数(MRN)和过多重试次数(ERN)的特定值。

[0026] 优选地,对于每一接入类别(AC)而言特定的参数是服务质量(QoS)准则,例如分组丢失率准则(IPLR)和延迟传输准则(IPDT)。

[0027] 所述方法还包括:

[0028] 针对每一物理速率以及针对每一接入类别,首先估计分组丢失率准则(IPLR),其次估计延迟传输准则(IPDT)以及针对每一物理速率,估计由每个 AP 或 STA 使用的信道使用估计(CUE)以及

[0029] 针对满足不同分组大小的 AC 需求的最大分组丢失率准则(IPLR),选择与估计的 CUE 和估计的 IPDT 的最优化相对应的物理速率。

[0030] 优选地,选择是动态的,以便在服务质量准则(QoS)改变时从一种物理速率变化至另一种物理速率。

[0031] 优选地,分组丢失率(IPLR)的估计基于相同 AC 内分组传输所需的尝试次数的 Erlang 或指数分布模型的数学属性。

[0032] 优选地,根据开始和结束条件定义每个分组的传输延迟(IPDT)的度量,开始条件

与利用要传输的新分组充满相应接入类别 (AC) 或站点 (STA) 的传输缓冲器的结束相对应, 结束条件与传输肯定应答的接收相对应。

[0033] 优选地, 针对每一接入类别 (AC) 的服务质量准则 (QoS) 是以百分点 (percentile) 度量的。

[0034] 优选地, IP 分组延迟传输 (IPDT) 百分点的估计使用 IP 分组延迟传输 (IPDT) 的伽玛分布模式的数学属性, 其中, 主要输入是每个分组的分组延迟传输 (IPDT) 均值以及分组延迟传输 (IPDT) 方差 (variance)。

[0035] 优选地, 分组延迟传输 (IPDT) 百分点估计用作向用户应用警告超出范围、超出服务质量准则 (QoS) 或处于困难传输情况。

[0036] 优选地, IPLR 估计用作向用户或应用警告超出范围、超出服务质量准则 QoS 或困难传输情况。

[0037] 优选地, 该方法可以在接入点或站点中实现。

具体实施方式

[0038] 通过阅读以下说明, 特别是涉及下述内容的段落, 本发明的上述特性和优点以及其他方面将变得更为清楚:

[0039] -PER、重试率、过多重试次数和 IPLR 之间的关系, 以及相关问题;

[0040] - 重试率应当由 AC 管理;

[0041] - 多速率参数对于每一 AC 应当是特定的 (specific);

[0042] -RCA WMM 设计中面临的问题;

[0043] - 关于 CUE 和 IPDT 之间交互的断言;

[0044] - 关于尝试次数分布模型的断言和关于 IPLR 估计的影响;

[0045] - 平均即时度量和平均即时估计工具箱;

[0046] -IPDT 百分点 (percentile) 与 IPLR 性能之间的关系;

[0047] - 分组大小变化对 IPLR、IPDT 百分点估计和均值 CUE 度量的影响;

[0048] -IPLR 度量、估计以及比较;

[0049] -IPDT 百分点度量、估计以及比较;

[0050] - 物理速率采样对传输性能的影响;

[0051] -GIPLR 和 GIPDT 的估计和度量;

[0052] - 全局 IPLR 和全局 IPDT 状态以及对物理速率选择的相对影响;

[0053] - 全局性能评估和按物理速率性能评估之间的关系以及对统计时间窗和采样比的影响;

[0054] - 慢速和快速自适应采样管理;

[0055] - 采样物理速率的选择;

[0056] - 关于多速率机制对度量、评估以及性能结果的影响的断言;

[0057] - 连续分组丢失 (SPL) 管理;

[0058] -RCA 实例的开始阶段, RCA 实例的学习阶段;

[0059] -RCA 实例的快速和慢速自适应阶段;

[0060] -RCA WMM 使用的 WiFi 数据和各种信息的概述;

- [0061] - 针对各种设备的 RCA WMM 实现简档示例。
- [0062] 此外,将术语表合并到本说明书中。
- [0063] 在 WMM 中,每一 AC 具有其自己的参数集 (AIFS、CWMIN、CWMAX 和 TXOP)。从而为了具有更实际的 CUE 评估,应当在 CUE 计算和不同物理速率之间的比较中引入该参数集。如果不引入,CUE 计算结果可能导致 RCA 是对当前物理速率的非优化选择。
- [0064] 即使利用这些附加改进,面向带宽 RCA 算法仍不适于基于 AC 的传输模型,这是由于 WMM AC 模型的首要目标不是提供最佳带宽而是根据传送内容提高 QoS 性能,这意味着提供关于分组丢失率和延迟传输的某种保证。
- [0065] 面向带宽 RCA 的原则是最小化每个业务量流消耗的 CUE(信道使用估计)。
- [0066] 为了帮助理解由这些方法提供的各种问题,这里是每秒 N 帧(具有共同长度)的业务量流的 CUE 计算简化公式:
- [0067]
$$CUE \% = N(1 + \text{Collision Retry \%} + \text{BER Retry \%}) (\text{AIFS}(\text{AC}) + \text{Average CW}(\text{AC}, \text{Retry \%}) + \text{POH} + 8(\text{MacHeader} + L) / \text{Phyrate}) + \text{SIFS} + \text{ACK}$$
,
- [0068] 其中:
- [0069] -CUE%是每秒 N 个分组的分组流使用的 CUE 的百分数;
- [0070] -Collision Retry%是由于冲突导致的分组重试比率;
- [0071] -BER Retry%是由于 BER 导致的分组重试比率;
- [0072] -DIFS 是 DIFS 延迟;
- [0073] -AIFS 是该 AC 的 AIFS 延迟;
- [0074] -Average CW(AC Retry%)是平均争用窗。该值取决于 AC 并且还取决于当前重试率;
- [0075] -Retry%是总分组重试率: $\text{Retry \%} = \text{Collision Retry \%} + \text{BER Retry \%}$;
- [0076] -POH 是 PHY 开销延迟;
- [0077] -MacHeader:MAC 报头类型字节数;
- [0078] -L 是分组长度;
- [0079] -Phyrate 是以 bps 计的当前物理速率;
- [0080] -SIFS 是 SIFS 延迟;
- [0081] -ACK 是 ACK 延迟;
- [0082] 面向带宽算法必须高效管理每一 AC 的特异性 (specificity)。
- [0083] 分组大小不同程度地与 AC 有关系:
- [0084] 使用 VO 或 VI AC 的分组大小通常相当均匀,典型值例如:
- [0085] ○对于以 50fps 的 G711 编解码的语音媒体为 172 字节,
- [0086] ○对于可视电话为 768 字节;
- [0087] ○对于标准电视为 1328 字节
- [0088] 对于 BE 和 BKAC 的分组大小,分组大小不均匀,这是由于可以找到所有业务量类型,包括文件传输、HTML 页面、VoIP、V2IP、IPTV、各种信令协议等。
- [0089] 外部扰动增加 BER(相应地,具有当前物理速率),增加 BER 影响重试率。在高斯模型中,PER(分组误码率)由以下给出:
- [0090] 只要 P_b 较小, $PER = 1 - (1 - P_b)^L \approx L \cdot P_b$ 。

[0091] 其中，

[0092] - P_b 是信道 BER

[0093] - L 是分组长度

[0094] 因此，与较大分组相比，相同 BER 为较小分组提供较低重试率。面向带宽 RCA 正使用不同 RCA 实例用于不同分组范围（例如，250B、1600B、3000B）。但是即使具有相同的分组大小，由于 WMM 冲突避免机制，冲突重试率对于每一 AC 是特定的。因此，根据先前 CUE 公式，不同重试率应当使 RAC 针对不同 AC 为相同分组大小选择不同物理速率。

[0095] AIFS 和退避 (backoff) 时间针对每一 AC 也是特定的。对于例如 VoIP 的较小帧而言，该时间与物理速率无关，而是代表传输延迟的重要部分。例如，在 54Mbps，29% CUE 在 VO AC 上，并且 43% CUE 在 BEAC 上。因此，对于相同分组大小而言，根据重试率，AIFS 和退避时间也应当使 RCA 针对不同 AC 为相同分组大小选择不同物理速率。

[0096] 这意味着：

[0097] - 属于两个不同接入类别 (AC) 的分组之间的冲突概率远低于属于相同接入类别 (AC) 的两个分组的冲突概率。

[0098] - 在接入类别 AC 中，冲突概率主要与至介质的并发接入数目有关。

[0099] 并且，与每一 AC 相关联的 WMM 参数值（即，AIFS、CWMIN、CWMAX、TXOP）与使用的 CUE 等有关系。

[0100] 在 VoIP 应用中，G711 编解码所需的带宽大约为 80Kbps (G729 为 44Kbps)，传输协议在 VO AC 上，对于 VO 业务量，帧大小在 IP 级别为 172 字节，并且帧周期为 20ms。

[0101] 以下是针对语音媒体的 ITU 推荐标准 G 1010 需求，语音的端到端延迟不能超过 400ms，并且目标值应当为 150ms。由于已经很难达到并保证 400ms（乃至 150ms）的目标，WiFi 链路不应为该端到端延迟的显著劣化因素。

[0102] 编解码器自适应抖动缓冲允许一些延迟变化（典型地，对于 VoIP 大约为 60ms）。如果延迟变化超过抖动缓冲时间，则对于语音解码器而言，丢失分组与太晚分组之间不存在实际差别。因此，对于 VO AC 而言 20ms 的最大延迟限制看起来是合理的目标，以免语音端到端延迟的显著劣化。

[0103] 另一 G. 1010 端到端语音媒体需求是与编解码器相关联的可接受分组丢失率应当从 1% 至 5%（取决于编解码器类型以及与分组丢失消除关联的机制）。结论是：对于 VO AC 而言 IPLR 性能目标必须在 0.5% 以下。

[0104] 对于可视电话，根据可用带宽，视频所需的典型带宽在 64Kbps 和 512Kbps 之间，典型的分组大小是 700B，以及相对分组周期在 87ms 和 10ms 之间。以下是 ITU 推荐标准，端到端延迟必须在 150ms 之内，并且具有 80ms 的附加对唇型 (lip sink) 需求，以及分组丢失在 1% 以下。从而 NW 段的合理性能目标是 80ms 的最大延迟限制，分组丢失率在 0.5% 以下。

[0105] 在 IP TV 应用中，典型带宽为 6Mbps，典型分组大小为 1356B，分组周期为 1,77ms。以下是 IYU 推荐标准，端到端延迟在 10s 以下（当改变 TV 频道使，该延迟看起来对于用户反馈太长），分组丢失率在 0.1% 以下。

[0106] 由于可视电话和 IP-TV 应用共享 VI AC，VI AC 的 QoS 性能需求为：

[0107] -VI AC 最大延迟限制为 :80ms

[0108] -VI AC 最大 IPLR 为 :0.05%

[0109] 对于例如HTML、电子邮件、数据块等BE和BK业务量,不存在典型带宽,分组大小是可变的,所使用的协议可以基于TCP或UDP。此外,每个主机(例如,PC)可以开放若干IP连接(典型地,在Web浏览应用中)。以下是针对HTML浏览的ITU G.1010需求,端到端延迟在每页2s至4s之间,分组丢失率为0。因此

[0110] - 对于BE和BK AC,没有针对WiFi段的实际延迟限制性能

[0111] - 不仅对于UDP分组而且对于TCP分组而言,存在关于PLR的高要求:由于WiFi重传延迟对于TCP或UDP重传更高效。PLR应当尽可能低,并且需求提议使其在0.01%以下。

[0112] - 此外,BE和BK CA应当最小化CUE利用,以便具有为BE和BKCA提供最佳带宽的WiFi NW。

[0113] 在本文的其余部分中,AC的最大延迟限制需求称作最大IPDT,并且AC的最大允许分组丢失称作最大IPLR。

[0114] 对于例如语音或视频的连续媒体而言,最大延迟限制仅在将其报告给分组集合(packet population)的情况下有意义。从而针对非常高百分点(例如,对于语音高于99%,对于视频高于99.9%等)的分组集合,在IPDT百分点需求中最大延迟限制需求已经改变。

[0115] 由于在WiFi NW上的分组传输的最小传输延迟等于针对第一次尝试的物理传输时间(在典型配置中,在1ms以下),IPDV百分点值(一定百分点(例如,99%、99.5%、99.9%)的集合的IP延迟变化)始终在(相同百分点的集合的)IPDT百分点值以下且接近该IPDT百分点值。因此在第一近似中,可以认为WiFi节点的IPDV百分点和IPDT百分点是等同的。因此,对于WiFi NW,对IPDV百分点设定特定需求是不需要的,并且没有实际意义。

[0116] 除了IPLR、和IPDT百分点、IPDV,实时媒体具有需要在层2允许和控制(使用DDTS和TSPEC过程)的情况下考虑的带宽需求。为了避免不同传输队列中的拥塞情况,平均传输延迟(或均值IPDT)应当始终在实时的分组周期以下。例如:

[0117] - 对于语音媒体,编解码器分组周期典型地在20和40ms之间,并且IPDT百分点为20ms。这意味着IPDT百分点优先于均值IPDT需求。

[0118] - 对于标准IPTV媒体,视频分组周期典型地大约为1.75ms,IPDT百分点需求为80ms。这意味着,均值IPDT需求优先于IPDT百分点需求。

[0119] PER、重试率、过多重试次数以及IPLR之间的关系以及相关问题:

[0120] 分组错误概率等于PER(分组误码率)。PER的一部分是由于BER造成的并且对于每次尝试(try)是恒定的,PER的一部分是由于冲突造成的并且对于每次尝试是不同的。然而,实验证明,在针对特定环境的第一近似中,可以认为PER对于所有尝试是恒定的。当CW(争用窗)受AC的最大CW(即,针对VI和VO AC的第二次尝试以及针对BEAC的第八次尝试)限制时,该近似非常适合。考虑PER和重试率(RetryRate)之间的关系如下:

[0121]

$$\text{尝试率}^{-1} = \text{RetryRate} = \sum_{\text{try}=1}^{\text{try}=\infty} \text{PER}(\text{try})$$

[0122] 由于PER应当在1以下,重试率是为PER的典型值提供最大重试率值的快速收敛序列。

[0123] 在实际实现中,尝试的数目受限于过多重试次数 (ERN) 的限制,该过多重试次数 (ERN) 定义了丢弃分组之前的重试次数 (例如,8)。在当前 RCA 实现中,该数目对于所有 AC 和所有分组大小是相同的。

[0124] 这意味着,对于特定 ERN 值,为了满足最大 IPLR AC 需求,重试率应当满足以下条件: $\text{MaxIPLR} < \text{PER}^{\text{ERN}}$ 。该重试率值称作过多重试率 (ERR),例如,对于 ERN 为 8,并且 VO 最大 IPLR 为 0.5%,重试率应当不超过 100%。这一水平的重试率似乎非常高,但是例如在长范围 (range) 或快速劣化环境情况下是容易实现的。

[0125] 因此,在这样的情况下,不控制最大重试率的面向带宽 RCA 可以选择提供更好 CUE 的物理速率,但是 IPLR 与传输内容不兼容。

[0126] 由于 PER 值与分组大小直接相关: $\text{PER} = 1 - (1 - \text{Pb})^L \approx L\text{Pb}$ (见之前的段落),为了针对所有分组大小针对一个方向具有同质行为,可以针对所有分组大小范围以不同方式配置 ERN:较小分组可以具有较小 ERN 值。

[0127] 因此,ERN 应当对于每一 AC 是可配置的,并且在 AC 内对于每一分组大小范围是可配置的。

[0128] 并且,对于与 AC 相关联的每一 ERN 值,RCA 应当选择这样的物理速率,其提供与 AC IPLR 需求相兼容的重试率。

[0129] 并且就其原理而言,由于面向带宽 RCA 不控制重试率;其不能保证 IPLR 需求,而这是本发明的主要目的之一。

[0130] 面向带宽 RCA 不适用于 VoIP 或 V2IP 移动性 (mobility):

[0131] 用于 VoIP 或 V2IP 应用的一些设备是移动设备。除了先前性能需求之外,这些移动 WiFi 的设备的一个关键性能是范围 (range)。该范围不仅与 HW 性能有关,而且与物理速率有关:较低物理速率提供更好的范围。

[0132] 只有当由于较低重试率造成的 CUE 利用减小补偿了由于较低物理速率造成的 CUE 增加时,面向带宽 RCA 选择较低物理速率。CUE 计算表明对于 9MbpsVoIP 流,RCA 需要 35% 的重试率改进来选择 6Mbps 物理速率。

[0133] 如果考虑冲突重试率例如大约为 15%,则总重试率大约为 50%。根据 50% 的重试率,计算表明传输多于 99.9% 的分组所需的尝试次数为 6 次尝试。实验证明,由于冲突重试率和针对空闲信道的等待时间,相应 IPDT 99.9 (即,针对 99.9% 的分组的最大传输延迟) 可能远在 20ms 的目标之上。这样的 IPDT 99.9 和关联的、具有相同值的 IPDV 99.9 (针对 99.9% 的业务量的 IP 延迟变化) 对基于 WiFi 的语音传输不起作用。

[0134] 结论:

[0135] - 原理上,面向带宽 RCA 不能保证任何 IPDT 和 IPDV 需求。

[0136] - 对于使用基于 WiFi 的语音的服务例如固定移动收敛 (fix mobileconvergence),应当将该问题视为困扰问题,而这是本发明的主要目的。

[0137] 重试率应当由 AC 管理:

[0138] 如果现有的面向带宽 RCA 算法可以与 WMM AC 一同使用,甚至物理速率选择采用 WMM 参数和分组大小,则这些算法不提供最佳带宽优化。

[0139] 作为实际实验的仿真表明了,在典型情况下,由于冲突造成的重试率对于每个方向是特定的,在某一方向内对于每个分组大小是特定的,且在某一分组大小内对于每一 AC

是特定的,这是由于冲突概率值与每一 AC 的 WMM 参数值有关。

[0140] 由于具有相同大小的分组的冲突重试率对于每一 AC 是特定的,并且由于重试率是在物理速率比较和选择中使用的 CUE 度量的关键因素之一,因此面向带宽 RCA 有益于不仅通过分组大小范围而且还通过 AC 来管理物理速率。

[0141] 多速率参数对于每一 AC 应当是特定的:

[0142] 为了有机会优化带宽, RCA 使用采样或探针 (probing) 机制来针对不同分组大小和不同物理速率产生 CUE 统计。由于这些统计需要大量分组才变得可靠,统计结果产生事实上与无线条件的潜在变化相比延迟很大。

[0143] 为了解决可能导致分组丢弃的无线条件突然劣化或非典型分组大小, RCA 可以实现通常被称作多速率的机制。该机制基于多速率重试次数 (MRN) 的超出向分组施加临时物理速率改变,并在过多重试次数 (ERN) 的超出时允许分组丢弃:

[0144] - 多速率重试次数定义了降低物理速率之前在相同速度处连续重试的最大次数 (例如,4)。

[0145] - 过多重试次数定义了丢弃分组之前的重试次数 (例如,12)。

[0146] 在 RCA 的当前现有实现中,对于所有 AC 这两个数目是相同的。

[0147] 当重试的主要发起方是 BER 时,多速率机制具有降低 IPLR 的实际效率。当重试的主要发起方是冲突,多速率机制仅会添加一些无用等待时间以及会放大情况劣化的显著额外 CUE 消耗。由于多速率机制是盲机制,可以特别针对视频流来讨论这种机制的实际效益,在视频流中,较低物理速率的使用对全局使用 CUE 百分比具有很大影响。

[0148] 实验表明,为了更有效率,物理速率降低必须剧烈,即当前物理速率降 2 个物理速率,甚至更多,实验表明,在这种情况下利用例如 11Mbps、5.5Mbps 的非 OFDM 物理速率带来实际改进,以及可以跳过 12Mbps、9Mbps、6Mbps 的 OFDM 物理速率。

[0149] 然而,如果 RCA 实现该机制,则使每一 AC 的多速率重试次数 (MRN) 和过多重试次数 (ERN) 具有特定值是有益的。例如,

[0150] - 对于语音媒体,考虑 IPDT 99.5 应当在 20ms 以下,并且分组丢失在 0.5% 以下, RCA 应当具有小 MRN,以便能够对无线条件变化的反应更为灵敏,并应当降低 ERN 以免不再发送有用语音分组。

[0151] - 对于视频媒体,考虑 IPDT 99.9 应当在 80ms 以下,并且分组丢失在 0.1% 以下,并且考虑如果存在若干视频并发流 (例如,上游和下游),则冲突概率为高,与 VO 类别相比,针对 VI AC 的 MRN 和 ERN 可以更高。

[0152] - 对于 BK 或 BE 类别,考虑 IPDT 99.9 必须在 200ms 以下,并且分组丢失率在 0.01% 以下,与 VI AC 相比,针对 BE 和 BK 的 MRN 和 ERN 可以更高。

[0153] 这些示例表明:

[0154] - 面向带宽算法不适于通过不同 AC 的实时媒体传输,这些 AC 需要与 IPLR、IPDV 百分点和 IPDT 百分点有关的一些保证。

[0155] - 针对每一 AC 专门管理物理速率存在若干性能效益,其中考虑:

[0156] - 该 AC 的特异性,主要为 WMM 参数,而且还有冲突重试率。

[0157] - 在该 AC 内传送的内容类型以及关联的 QoS 需求。

[0158] 这是本发明的主要目的。

- [0159] RCA4WMM 设计中面临的问题：
- [0160] RCA4WMM 的第一困难来自于以下事实：
- [0161] -WiFi 传输不稳定，并且 BERR 可能变化非常突然并相当频繁
- [0162] - 由于冲突率可能变化非常快，IP 业务量是突发的。
- [0163] 例外是，周期的实时媒体业务量，以及请求永久或准永久吞吐量。
- [0164] -WiFi IPLR 百分点或 IPDT 百分点度量准则是长等待时间 (latency) 准则，并在提供可靠结果之前需要许多分组（在 2000 和 20000 之间）。
- [0165] 但是还存在：
- [0166] - 一些中间等待时间准则：均值重试率、均值 CUE、均值 IPDT、IPDT 方差 (variance)，它们需要更为有限数目的分组并可以用作 IPLR 和 IPDT 百分点仿真的输入。
- [0167] - 一些短等待时间准则或警报：
- [0168] ○连续失败尝试（在多速率机制中使用）。
- [0169] ○连续丢失分组。
- [0170] 从而，在 RCA 中，短等待时间准则定义了系统的当前性能。当前性能定义了执行的目标，例如改善 IPDT 或改善 CUE。中间等待时间准则给出了选择要执行的动作以便达到目标所需要的度量。并且警报用作救急手段 (fireman)。
- [0171] 任何自适应 RCA 的第二困难在于：在无线环境可用之前需要首先对其进行评估和度量。为此，每个 RCA 实例使用若干阶段：
- [0172] - 开始阶段：该阶段与缺省条件的定义和统计机制的初始化相对应。
- [0173] - 学习阶段：该阶段与获得环境的某些度量（例如，各种物理速率的均值重试率、均值 IPDT、IPDT 方差或均值 CUE）所需的时间段相对应。学习阶段持续时间取决于产生第一组 (bunch) 有效统计所需的采样数目。
- [0174] - 自适应阶段：该阶段与由短、长以及中间等待时间准则指导物理速率选择的稳定时间段相对应。
- [0175] 关于 CUE 和 IPDT 之间交互的断言：
- [0176] 为了理解接下来的段落，需要提供有关 IPTD (IP 传输延迟) 和 CUE 优化机制之间关系的一些断言 (assertion)。
- [0177] CUE 是传输一帧所需的介质时间比 (medium time ratio)。
- [0178] CUE 优化机制在于：选择和使用提供较低均值 CUE 的物理速率。RCA 在已经找到传输速率与重试率之间的更好折衷时改变物理速率，在这种情况下：
- [0179] - 当 RCA 增加物理速率时：
- [0180] ○由于 BER 造成的平均重试率增加。
- [0181] ○每个分组的均值传输延迟降低 (CUE 改进值)
- [0182] ○由于其他 STA 或 AP 受益于空闲 CUE，由于冲突造成的平均重试率和平均等待延迟通常降低。但是由于在所有 NW 站点和接入点之间共享几个百分点的该 CUE 增益，对冲突重试率或平均等待时间不存在显著影响。
- [0183] - 当 RCA 降低物理速率时：
- [0184] ○由于 BER 造成的平均重试率降低
- [0185] ○每个分组的传输延迟降低 (CUE 改进值)

[0186] ○由于其他 STA 或 AP 受益于空闲 CUE,由于冲突造成的平均重试率和平均等待延迟通常降低。但是由于在所有参与方之间共享几个百分点的该 CUE 增益,对冲突重试率或平均等待时间不存在显著影响。

[0187] IP 分组的传输延迟 (IPDT) 是 :

$$[0188] \quad IPDT = \sum_{try=1}^{try=n} (WaitingTimefromFreeMedium + CUE(Phyrate, CW))$$

[0189] 在该公式中,针对空闲介质的等待时间 (WaitingTimeForFreeMedium) 完全取决于该 WiFi NW 的其他站点或接入点的总业务量,并且取决于相邻 WiFi NW。在实际环境中各种实验表明 :

[0190] - 在扰动环境中,针对空闲介质的等待时间的值可以超过 (overcome) 传输值 (CUE(phyrate, Try)),即便并无明显业务量。

[0191] - 针对空闲介质的等待时间的值与 AC 以及关联的 WMM 参数值有关。

[0192] - 针对空闲介质的等待时间延迟的变化可以贡献例如高达 80% 的最大 IPDT 值。

[0193] - 即使单独等待时间可能是针对空闲介质的等待时间均值的若干倍,针对空闲介质的等待时间均值对 IPDT 值的影响不同程度地与尝试的次数成比例。

[0194] - 在第一近似中,如前所述,可以将传输失败 (或成功) 的概率视为准恒定。

[0195] 考虑仅当新的物理速率为该 AC 提供较低 (或相等) CUE 时 RCA 才进行物理速率改变 :如前所述,在物理速率改变时,针对每一单独尝试的针对空闲介质的等待时间不会显著进展 (evolve)。

[0196] 因此,在为了实现更好 CUE 而进行物理速率改变时,对 IPDT 公式值的影响如下 :

[0197] - CUE(phyrate, CW) 项遵循 CUE 的进展 (evolution) 并较低。

[0198] - 如果物理速率较低, $\sum_{try=1}^{try=n} (WaitingTimefromFreeMedium)$ 项较低,原因在于由于

BER 造成的重试次数较低且从而还改进了 IPDT 百分点 (例如,99%)。

[0199] - 如果物理速率较高, $\sum_{try=1}^{try=n} (WaitingTimefromFreeMedium)$ 项较高,原因在于由于

BER 造成的重试次数较高且从而 IPDT 百分点进展事实上是不可预测的,因为 CUE 改进可能

或可能不以补偿 $\sum_{try=1}^{try=n} (WaitingTimefromFreeMedium)$ 的增加的进展。

[0200] 还说明,根据 $\sum_{try=1}^{try=n} (WaitingTimefromFreeMedium)$ 项的进展,使 CUE 劣化的较低物

理速率的选择可能或可能不劣化 IPDT (原因在于,由于 BER 造成的重试次数并不明显较低)。

[0201] 因此,即使当改进 CUE 时,物理速率改变对 IPDT 的影响并非始终可预测,从而获知物理速率对 IPDT 影响的唯一可靠解决方案是对其进行度量。

[0202] 关于尝试次数分布模型的断言和关于 IPLR 估计的影响 :

[0203] 实验表明,尝试次数分布模型可以类似于 Erlang 分布或指数分布模型。对于指数

分布模型：

[0204] - 由均值尝试率 (MeanTryRate) 给出 $\lambda : \mu = 1/\lambda$

[0205] - 由 $F(x) = 1 - e^{-\lambda x}$ 或 $F(x) = 1 - e^{-x/\mu}$ 给出累积分布

[0206] 已知尝试的最大次数由 RCA 的 ERN (例如, 8) 和最大 IPLR (例如, 0.5%) 给出, ERN 应当满足以下要求：

[0207] - $(1 - \max IPLR) \leq F(ERN) = 1 - e^{-ERN/\mu}$

[0208] - 或者 $(\max IPLR) \geq \frac{1}{e^{ERN/\mu}}$ 或者 $(e^{ERN/\mu} \geq \frac{1}{\max IPLR})$ 或者 $-\ln(\max IPLR) \leq \frac{ERN}{\mu}$

[0209] - 或者 $\mu = MeanTryRate = 1 + MeanRetryRate \leq -\frac{ERN}{\ln(\max IPLR)}$

[0210] 通过对均值尝试率 (或均值重试率 (MeanRetryRate)) 进行度量和控制, RCA 还能够控制传输的 IPLR。

[0211] 用于基于指数分布的 IPLR 估计的主要输入是均值重试率度量。为了提供可靠结果, 该均值重试率度量与 IPLR 的直接度量 (例如, 1% 的 IPLR 的度量可能需要至少 5000 个样本) 相比需要少得多的样本 (例如, 对于 1% 的 IPLR 大约 200 个样本)。

[0212] 使用基于指数分布模型属性的 IPLR 估计允许 RCA 对 IPLR 变化反应更为灵敏。

[0213] 关于 IPDT 分布模型的断言以及对 RCA 的影响：

[0214] 实验表明 IPDT 分布模型可以类似于伽马分布。

[0215] 对于伽马分布模型：

[0216] - 伽马分布： $G(x; k, \lambda) = x^{k-1} \frac{\lambda^k e^{-\lambda x}}{\Gamma(k)}$ ，其中， $\Gamma(k)$ 是伽马函数

$$\Gamma(k) = \int_0^{\infty} t^{k-1} e^{-t} dt$$

[0217] - k 和 λ 由延迟分组的均值 (Mean) 和方差 (Variance) 给出： $k = \frac{Mean^2}{Variance}$ 和

$$\lambda = \frac{Mean}{Variance}$$

[0218] - 累积分布由 $Gcumul(x; k, \lambda) = 1 - \frac{\Gamma(k, \lambda x)}{\Gamma(k)}$ 给出, 其中, $\Gamma(k, x)$ 是高阶不完整

(upper incomplete) 伽马函数： $\Gamma(k, x) = \int_x^{\infty} t^{k-1} e^{-t} dt$ 。

[0219] 给出 IPDT 优于 x 值的分组百分比的函数 $F(x)$ 可以由

$$F(x) = 1 - Gcumul(x; k, \lambda) = \frac{\Gamma(k, \lambda x)}{\Gamma(k)}$$
 表示。

[0220] 经过多次化简之后, 该等式等同于：

[0221] ● 对于 $0 < k < 1$ ： $\ln(F(x)) \approx -\lambda x - \ln(\Gamma(k))$

[0222] ● 对于 $k > 1$ ： $\ln(F(x)) \approx -\lambda x + \ln\left(1 + \frac{(\lambda x)^{k-1}}{\Gamma(k)} \left(1 + \frac{k-1}{\lambda x}\right)\right)$

[0223] 根据这些等式, 值 $IPDT_{Percent}$ 代表 IPDT 百分点, Percent 代表百分点 (例如, 99% 或 99.9%)。

[0224] 使用以下序列来估计 $IPDT_{Percent}$:

[0225] ● 对于 $0 < k < 1$:

$$[0226] \quad IPDT_{percent} \approx (-\ln(1 - Percent) - \ln(\Gamma(k))) \frac{1}{\lambda}$$

[0227] ● 对于 $k > 1$:

$$[0228] \quad IPDT_{Percent} \approx \left(-\ln(1 - Percent) + \ln \left(1 + \frac{(\lambda \cdot IPDT_{Percent})^{k-1}}{\Gamma(k)} \left(1 + \frac{k-1}{\lambda \cdot IPDT_{Percent}} \right) \right) \right) \frac{1}{\lambda}$$

[0229] 用于基于伽马分布的 IPDT 百分点估计的主要输入是均值 IPDT 和 IPDT 方差度量。为了提供可靠结果,该均值重试率估计与 IPDT 的直接度量(例如,IPDT 99 的度量可能需要至少 5000 个样本)相比需要少得多的样本(例如,对于 99% 的 IPDT 大约 200 个样本)。

[0230] 使用基于伽马分布模型属性的 IPDT 百分点估计允许 RCA 对于 IPDT 百分点变化的反应更为灵敏。

[0231] 平均即时度量和平均即时估计工具箱 :

[0232] 首先需要阐述本文中传输参数度量、估计、评估、值之间的差异 :

[0233] - 当实际度量物理传输参数值(例如可以度量均值 IPDT、均值 CUE、尝试次数、IPDT 百分点、IPLR)时,使用术语“度量”。为了获得传输参数的有效度量,这些参数中的一些(例如均值 IPDT 或均值 CUE)需要有限数目的样本,其他参数(例如 IPLR 或 IPDT 百分点)需要大量样本。

[0234] - 当通过使用有限数目样本,使用数学分布属性来估计传输参数值时,使用术语“估计”:典型地,估计 IPDT 百分点和 IPLR 百分点。对于等同数目的样本,当样本集合遵循分布模型时,估计的结果实际上比实际度量更精确,但在相反情况下可靠性较低。

[0235] - 当在这种级别的 RCA 描述中不需要区分度量或评估的使用时,使用术语“评估”。

[0236] - 术语“值”用于标识传输参数度量或估计的结果

[0237] RCA4WMM 使用的工具箱包括若干子系统 :

[0238] -IPLR 估计(或度量)

[0239] -IPDT 百分点估计(或度量)

[0240] -用于 IPLR 估计和 CUE 估计的尝试次数和均值尝试次数度量

[0241] -用于 IPDT 百分点估计的 IPDT、均值 IPDT 以及 IPDT 方差度量

[0242] 所有这些平均度量或估计均可以采用若干方法,包括 :

[0243] -SMA(滑动平均)。这种方法的主要缺点是必须存储滑动窗的每个采样,

[0244] -连续累积平均方法。与前一种方法相比窗口大小是相同的。这种方法的主要缺点是需要等同于窗口大小的采样数目才能够提供新的平均值。

[0245] -EMA(指数移动平均)和 MEMA(多 EMA)方法。

[0246] EMA 公式 $EMA(n) = (S(n)*a) + (EMA(n-1)*(1-a))$, 其中 :

[0247] -S(n) 是最后采样值。

[0248] -平滑因子是 $a = 2/(1+N)$, 其中 N 是采样周期的数目。

[0249] 与 SMA 相比,EMA 的主要优点在于不需要存储所有采样,主要缺点在于具有指数负载(load),对最新数据给出太多负载。为了校正这种效果以扩散该负载,可以使用多 EMA(MEMA)。原理是使用第一 EMA 的输出作为第二 EMA 的输入,然后使用该第二 EMA 的输出

作为第三 EMA 的输入,以此类推。所有这些 EMA 具有相同的平滑因子。在本文的其余部分中,用于产生度量或估计值的连续 MEMA 次数称为 MEMA 因子。

[0250] 为了在等同时间窗上一致地比较 IPLR、IPDT 百分点或均值 CUE,平滑因子和 MEMA 因子(即,连续 EMA 的数目)例如对于均值重试率、均值 IPDT 或 IPDT 方差而言应当是共同的。

[0251] 为了避免中间和最后 EMA 结果中的太多失真,存在一定的兴趣来利用反映当前值(如果已知)或实际值的值初始化 EMA 或 MEMA。

[0252] IPDT 百分点与 LPLR 性能之间的关系:

[0253] IPDT 百分点与 IPLR 通过过多重试次数而相关:该数目的值太低将提供优越的 IPDT 百分点值(由于极为有限的尝试次数),但是出于相同原因而将提供过高的 IPLR。

[0254] 因此,构思在于始终将 IPLR 和 IPDT 百分点度量或估计一起考虑。对于与 AC 和分组范围相对应的 RCA 实例,只有关联的 IPLR 性能满足 AC IPLR 需求,则 IPDT 百分点性能值是有效的。这说明在 AC 分级需求中,为何 IPLR 需求在 IPDT 百分点需求之前。

[0255] 分组大小变化对 IPLR、IPDT 百分点估计和均值 CUE 度量的影响:

[0256] RCA 复杂性之一源于如上所述所有分组不具有相同大小的事实

[0257] - 分组大小具有对 PER 并因此对均值重试率的直接影响。

[0258] - 均值重试率与 ERN 是用于 IPLR 估计的主要输入。

[0259] - 分组大小和均值重试率是用于均值 CUE 度量的主要输入。

[0260] - 由于每个分组的 IPDT 值与分组大小以尝试次数有关,还影响 IPDT 百分点。

[0261] 不同物理速率的均值 IPLR、IPDT 百分点与 CUE 之间的比较基于如下断言:分组大小分布(在 AC 内以及在分组大小类别内)对于采样和标称(nominal)物理速率是类似的。

[0262] 因此,应当正确标出 SMA 的分组数目或 EMA 和 / 或 MEMA 的平滑因子的大小。由于每一 AC 的业务量的特异属性,该值在不同 AC 之间可以变化。

[0263] IPLR 度量、估计以及比较:

[0264] 为了选择最佳物理速率,RCA 需要评估候选物理速率对 IPLR 的影响。为了比较 IPLR,可以使用若干可能的实现,它们具有不同级别的复杂性,需要不同数目的采样以提供各种可靠性和反应性(reactivity):

[0265] -IPLR 度量。如上所述,该方法是可靠的,但是需要许多分组来提供有效度量,并因此例如 VoIP 的低带宽业务量的情况下不提供足够的反应性。

[0266] - 基于指数分布属性的 IPLR 估计。如上所述,该估计相比于前一方法不那么可靠,但是为例如 VoIP 的低带宽媒体提供所需的反应性。此外,该方法允许 RCA 丢弃其中 IPLR 百分点超出 AC 需求的任何物理速率。

[0267] 如先前段落中所述,指数分布模型的属性给出最大 IPLR 需求与均值重试率(MeanRetryRate)之间的直接关系:

$$[0268] \quad MeanRetryRate \leq -\left(1 + \frac{ERN}{\ln(\max IPLR)}\right)。$$

[0269] 这意味着:

[0270] - 对于特定物理速率或全局上,均值重试率不会超过已知值以便满足该 AC 的最大 IPLR 需求。

[0271] - 各种物理速率的 IPLR 可以使用它们的均值重试率来进行比较。

[0272] IPDT 百分点度量、估计以及比较：

[0273] 为了选择最佳物理速率，RCA 需要知道候选物理速率对 IPDT 百分点的影响。为了比较 IPDT 百分点，可以使用若干可能的实现，它们具有不同级别的复杂性，需要不同数目的采样以提供各种可靠性和反应性：

[0274] -IPDT 度量。如上所述，该方法是可靠的，但是需要许多分组来提供有效度量，并因此不提供足够的反应性。

[0275] - 均值 IPDT。与分布模型有关，均值 IPDT 变化遵循（但是放大）均值 CUE 变化，由于这种事实不应将其视为 IPDT 百分点的良好指示符。

[0276] - 均值 IPDT+IPDT 标准差 (standard deviation)：该指示符比前一指示符更恰当，但是不能反映高百分点（例如，99.9%）的分组的变化。

[0277] - 基于伽马分布属性的 IPDT 百分点估计。如上所述，该估计相比于实际度量不那么可靠，但是为例如 VoIP 的低带宽媒体提供所需的反应性。此外，该方法允许 RCA 丢弃其中 IPDT 百分点超出 AC 需求的任何物理速率。

[0278] 物理速率采样对传输性能的影响：

[0279] 为了有机会能够改进 IPLR、IPDT 或 CUE 以及 IPDT，应当针对 IPLR、IPDT 和 CUE 性能估计或度量对当前物理速率以外的其他物理速率进行采样。

[0280] 物理速率采样方法的备选方案是物理速率探针方法。为了度量各种物理速率的 IPLR、IPDT 和 CUE 性能，探针方法使用带外假分组，并非如采样方法那样使用带内实际分组。如果物理速率探针避免在实际业务量中带来任何额外扰动。则物理速率探针分组可以显著增加每个流的所使用的 CUE（例如，某种程度上 10%）。当在 WiFi 内存在例如 VoIP 的许多低带宽流，探针对 CUE 的影响实际上是灾难性的，在这种情况下需要达到实际流的 66% 的探针。如果探针方法完全符合本发明以比较各种物理速率，剩余的 RCA4WMM 描述仅使用采样方法，看起来更适合该 RCA 的 CUE 性能目标。

[0281] 在现有 RCA 实现中，物理速率采样比的典型值是分组集合的 10%（或者，如果同时对两个物理速率进行采样，则是两次 5%）。该 10% 的分组使用相比于标称物理速率具有更差（或更好）IPLR 和 IPDT 百分点性能的物理速率。由于通过小于 1% 的分组集合的损失或过多 IPDT 来定义 IPLR 和 IPDT 百分点性能，物理速率采样对全局传输性能可以具有显著影响。

[0282] 因此：

[0283] -RCA 实例应当验证使用采样或标称物理速率的所有传输分组满足 AC 性能需求。这些全局性能估计称为全局 IPLR(GIPLR) 和全局 IPDT(GIPDT) 估计（或度量）。

[0284] -RCA 实例应当提供针对每一标称或采样物理速率的 IPLR、IPDT 百分点和均值 CUE 评估，以便能够比较物理速率性能，并潜在地选择新的标称物理速率以便提高全局性能。

[0285] GIPLR 和 GIPDT 的估计和度量：

[0286] 关于全局 IPLR 评估，估计方法应当是优选的。然而，由于所有传输的分组用于评估，可以至少针对例如 IPTV 的高带宽应用考虑度量方法。

[0287] GIPLR 的估计由 $GIPLR = \sum_{n=1}^{n_n} TrafficRatio_n \times IPLR_n$ 给出，其中：

[0288] -1 至 n 表示供当前 RCA 实例使用的采样和标称物理速率中的每一物理速率

[0289] -TrafficRatio_n 表示由该物理速率传输的业务量百分数

[0290] - $IPLR_n = \frac{1}{e^{ERN/MeanTryRate_n}}$ 如先前段落中所述

[0291] 关于全局 IPDT 百分点评估,估计方法应当是优选的。然而,由于所有分组用于评估,可以至少针对例如 IPTV 的高带宽应用考虑度量方法。

[0292] GIPDT 的估计由 $GIPDT_{Percent} = \sum_1^{n_n} TrafficRatio_n \times IPDT_n$ 给出,其中:

[0293] -1 至 n 表示供当前 RCA 实例使用的采样和标称物理速率中的每一物理速率

[0294] -TrafficRatio_n 表示由该物理速率传输的业务量百分数

[0295] -IPDT_n 是物理速率 n 的 GIPDT_{percent}。如先前段落中所述,GIPDT_{percent} 由以下序列给出:

[0296] - 对于 $0 < k < 1$: $IPDT_{percent} \approx (-\ln(1 - Percent) - \ln(\Gamma(k))) \frac{1}{\lambda}$

[0297] - 对于 $k > 1$:

[0298] $IPDT_{Percent} \approx \left[-\ln(1 - Percent) + \ln \left(1 + \frac{(\lambda \cdot IPDT_{Percent})^{k-1}}{\Gamma(k)} \left(1 + \frac{k-1}{\lambda \cdot IPDT_{Percent}} \right) \right) \right] \frac{1}{\lambda}$

[0299] 保证 GIPLR 和 GIPDT 需求的另一种方式是验证每一采样或标称物理速率满足最大 IPLR 和最大 IPDT 需求。在这种情况下:

[0300] - 如果采样物理速率的 IPLR 或 IPDT 小于性能需求,可以中止该物理速率的采样,以便不使全局性能劣化更多。

[0301] - 如果标称物理速率的 IPLR 和 / 或 IPDT 小于性能需求,可以在全局 IPLR 和 / 或 IPDT 性能评估超过最大 IPLR 和 / 或最大 IPDT 性能之前预先进行物理速率改变。

[0302] 在这种模式下,为了避免太保守的 IPLR 性能,只要 GIPLR 满足全局需求:

[0303] $GIPLR_{Percent} = \sum_1^{n_n} TrafficRatio_n \times IPLR_n \leq \max GIPLR$,最大 IPLR 目标对于采样和标称物理速率可以不同,例如,最高采样物理速率的最大 IPLR 可以高于最大 GIPLR,并且标称物理速率 IPLR 的最大 IPLR 可以低于最大 IPLR。

[0304] 在这种模式下,为了避免太保守的 IPLR 性能,只要 GIPLR 满足全局需求:

[0305] $GIPDT_{Percent} = \sum_1^{n_n} TrafficRatio_n \times IPDT_n \leq \max IPDT$,最大 IPDT 对于采样和标称物理速率可以不同,例如,最高采样物理速率的最大 IPDT 可以高于最大 GIPDT,并且标称物理速率 IPDT 的最大 IPDT 可以低于最大 IPDT。

[0306] 全局 IPLR 和全局 IPDT 状态以及对物理速率选择的相对影响:

[0307] 如上所述,所有传输的分组数据用于提供 GIPLR 和 GIPDT。因此,每个 RCA 实例应当考虑:全局 IPLR 和 IPDT 评估提供传输的可靠状态。

[0308] RCA 应当识别以下 GIPLR 和 GIPDT 状态:

[0309] - 不良 IPLR 状态:GIPLR 值高于最大 IPLR。

[0310] - 不良 IPDT 状态:GIPLR 低于最大 IPLR,但是 GIPDT 高于最大 IPDT。

- [0311] - 良好 IPDT 状态 :GIPLR 和 GIPDT 均低于最大 IPLR 和最大 IPDT。
- [0312] RCA 应当根据 GIPLR 和 GIPDT 当前状态,以及相应地根据性能准则优先级 :IPLR、IPDT 百分点以及 CUE,来管理物理速率选择 :
- [0313] - 在不良 IPLR 状态中,RCA 选择改进 IPLR 的标称和采样物理速率,即,较低物理速率。
- [0314] - 在不良 IPDT 状态中,RCA 选择改进 IPDT 但 IPLR 估计符合最大 IPLR 需求的标称和采样物理速率。
- [0315] - 在良好 IPDT 状态中,RCA 选择改进 CUE 但 IPLR 和 IPDT 估计符合最大 IPLR 和最大 IPDT 需求的标称和采样物理速率。
- [0316] 全局性能评估和按物理速率性能评估之间的关系以及对统计时间窗和采样比的影响 :
- [0317] 为了在采样和标称物理速率的 IPLR、IPDT 百分点以及 CUE 性能之间进行一致和有效的比较,理想地,应当通过全部属于具有相同权重的相同时间窗的相同数目分组来馈送用于评估 IPLR、IPDT 以及 CUE 的各种 SMA、EMA (或 MEMA)。对于 EMA 和 MEMA,这意味着使用相同的平滑因子和相同的 EMA 因子。
- [0318] 此外,为了避免不一致评估并采用一致判定,理想地,用于全局性能评估和用于物理速率性能评估的时间窗应当相同。对于 EMA 和 MEMA,这意味着相对于采样比,对于全局和物理速率评估使用不同的平滑因子,例如如果采样比为 1/20,并且全局平滑因子为 1%,则采样平滑因子为 17.2。通过使用以下公式可以提供理想采样平滑因子的粗略近似 :
- [0319] - 采样平滑因子 = 全局平滑因子 / 采样比
- [0320] 但是,即使根据所有这些预先考虑,由于采样评估使用小部分的传输分组 (例如,5%),采样评估实际上相比于使用所有传输分组度量的全局 IPLR 或 IPDT 百分点评估不可靠得多。由此,在全局级别与物理速率采样级别进行的评估结果之间可能出现某些不一致和矛盾。在所有这些情况下,RCA 应当首先考虑全局评估。降低这些误差的方式是使用以标称物理速率传输的所有分组的度量来评估标称物理速率性能,但是利用特定采样平滑因子 (粗略地,比全局平滑因子高 10%) 以便覆盖采样物理速率的相同时间窗 :
- [0321] - 标称平滑因子 = 全局平滑因子 / (1 - 采样物理速率数目 × 采样比)
- [0322] 此外,为了在改变无线环境或移动的情况下提高反应性,更方便地,针对全局 IPLR 和 IPDT 百分点评估具有较小时间窗。
- [0323] 慢速和快速自适应采样管理 :
- [0324] 物理速率采样速率 (PSR) 是用于度量标称和采样物理速率的性能 (例如,CUE、均值 IPDT、重试率...) 的速率。
- [0325] 采样速率选择是一方面快速自适应延迟与另一方面 IPLR IPDT 和 CUE 评估的可靠性之间的折衷。
- [0326] - 高采样速率用于快速获得度量结果,并从而根据各种环境进展快速自适应物理速率。在移动情况下或当开始传输时快速自适应是强制的 ;
- [0327] - 对标称物理速率的使用率高的低采样速率用于优化传输性能 (IPLR、IPDT 以及 CUE),在这种模式下,RCA 自适应相比于先前模式反应不那么灵敏。
- [0328] 为了避免困难折衷,构思是定义两种自适应模式 :

[0329] - 当在不良状态情况下开始或重新开始业务量时,使用快速自适应模式。在快速自适应模式中,RCA 目标是尽可能快地识别出提供最佳性能的物理速率。

[0330] - 当 RCA 知道要使用的最佳物理速率时使用慢速自适应模式。在慢速自适应模式中,RCA 目标是提供最优 IPLR、IPDT 或 / 和 CUE 全局性能。

[0331] 为了使快速或慢速自适应模式期间行为一致,构思是对每一物理速率指定自适应需求:

[0332] - 针对每一 AC,指定正常模式下物理速率慢速自适应周期 (PSAP) 需求 (例如,对于 V0 为 1.5s,对于 VI 类别为 1.5s,对于 BE 或 BK 类别为 3s)。PSAP 定义了针对物理速率潜在改变的目标延迟并因此定义了物理速率自适应速度。

[0333] - 具有满足先前需求的物理速率自适应采样周期 (PASP)。由于采样周期用于度量标称和采样物理速率。PASP 不能低于定义实际上最大可用采样周期的当前均值分组离开间 (inter-departure) 周期 (MIPP)。

[0334] - 指定物理速率快速自适应迭代 (PFAI),该值定义了要执行的物理速率改变的剩余迭代次数,以便使 RCA 接近最优自适应。在针对该 AC 的每一业务量开始时初始化或重新初始化 PFAI 计数器,并且在每次物理速率改变时递减。只要 PFAI 不等于 0,系统保持在快速自适应模式下,并使用当前 MIPP 作为 PASP。

[0335] -PSAP 和 PFAI 初始值对于每一 AC 是特定的。

[0336] 物理速率自适应采样周期 (PASP) 由以下给出:

[0337] - 在物理速率快速自适应模式期间 (即, PFAI \neq 0):PASP = MIPP

[0338] ○ PASP = MIPP

[0339] - 在物理速率慢速自适应模式期间 (即, PFAI = 0):
$$PASP = \frac{PSAP}{N \cdot n}$$

[0340] 其中:

[0341] ○ PSAP,用于度量标称物理速率和采样物理速率的物理速率改变周期

[0342] ○ n,度量的物理速率的数目 (例如,对于 2 个采样和 1 个标称为 3)

[0343] ○ N,定义各个 EMA 或 MEMA 所需的分组数目,以提供有效度量或估计。对于 EMA 或 MEMA,这是需要给出累积权重 > 80% 的采样数目,例如,对于三个 EMA 为 17 个采样,其中平滑因子为 0.217。

[0344] ○ PASP 不应高于当前均值分组离开间周期 (MIPP),如果如在快速自适应周期中 PASP = MIPP。

[0345] ○ 针对 V0 的示例,PSAP = 1,5s、N = 25、n = 3、PASP = 20ms

[0346] 如果在典型的慢速自适应模式中,根据相同 PSAP (物理速率慢速自适应周期) 和相同的 N 集合, PASP (物理速率自适应采样周期) 值与媒体无关,相反,相应自适应采样比 (ASR) 与媒体有关。ASR 由 $ASR = (MIPP/PASP) * (n-1)/n$ 给出。这里,具有 1.5s 的 PSAP 的一些例子:

[0347] ○ 对于具有 20ms MIPP 的 64kbpsG711 编解码器,ASR = 66%

[0348] ○ 对于具有 1.77ms MIPP 的 6mps IPTV,ASR = 6%

[0349] ○ 对于具有 12ms MIPP 的 512kbps 可视电话,ASR = 40%

[0350] 因此,在物理速率慢速自适应模式中,针对更好 IPDT 和 CUE 性能来优化采样。

- [0351] RCA 针对以下操作使用分组间周期 (Inter Packet Period) 度量：
- [0352] - 均值分组离开间周期 (MIPP) 的计算和度量
- [0353] - 业务量开始或业务量重新开始的检测：
- [0354] ○业务量重新开始意味着业务量在几秒 (例如, 多于 5s 并小于 20s) 期间中止。在这种情况下, 系统通过针对对于每一 AC 特定的迭代次数重新初始化 PFAI 计数器, 回到物理速率快速自适应模式中。
- [0355] ○业务量开始意味着在多于 20s 和 PFAI 期间没有业务量。
- [0356] ○最小和最大业务量重新开始延迟值和业务量开始延迟值对于每一 AC 是特定的。尽力服务业务量。
- [0357] MIPP 度量基于 EMA 或 MEMA 方法：
- [0358] - 为了识别 MIPP 是否低于 PASP, 必须利用针对该 AC 的当前 PASP 值发起 MIPP EMA 值。
- [0359] - 为了对于所有度量具有相同时间窗, 与用于采样物理速率评估的那些平滑因子和 MEMA 因子相比, 平滑因子和 MEMA 因子是相同的。
- [0360] 采样物理速率的选择：
- [0361] 物理速率采样的目的是给 RCA 机会来选择提供更好 IPLR、更好 IPDT 或更好 CUE 使用的物理速率。本段落尝试回答关于如何选择要采样的物理速率的问题。
- [0362] 首先, RCA 应当丢弃不能够改善当前目标性能的物理速率, 所述目标性能为：
- [0363] -IPLR：
- [0364] 较低物理速率给出较低重试率并因此给出更好 IPLR 性能。然而, 应当跳过 OFDM 和非 OFDM 之间边界处的一些物理速率：
- [0365] - 与 6MB 相比 5.5MB 始终提供较低重试率 (如果 5.5 是可用的, 则需要跳过 6Mbps)
- [0366] - 与 9MB 和 12Mbps 相比 11MB 始终提供较低重试率 (如果 11Mbps 是可用的, 则应当跳过 9MB 和 12Mb)
- [0367] -IPDT 百分点：
- [0368] 如上所述, 无法知道 IPDT 百分点倾向：只有度量或评估给出实际回答。
- [0369] 然而, RCA 应当在采样物理速率选择中应用相同 IPLR 例外 (exception), 以避免不良 GIPLR 性能或 GIPDT 性能。
- [0370] -CUE：
- [0371] 如上所述, 无法知道 CUE 倾向：只有度量或评估给出实际回答。
- [0372] 然而, RCA 不应当选择与当前物理速率相比消耗更多 CUE (即使没有重试) 的较低物理速率 (这对于较高物理速率是不可能的)。
- [0373] RCA 应当在采样物理速率选择中应用相同 IPLR 例外, 以避免不良 GIPLR 性能或 GIPDT 性能。
- [0374] 选择采样物理速率的最简单方法是选择与标称物理速率相邻的物理速率：
- [0375] - 每次 1 个较高相邻物理速率和 1 个较低相邻物理速率是可能的。
- [0376] - 如果没有高于标称物理速率的速率, 则 1 个相邻的较低物理速率。
- [0377] - 如果没有低于标称物理速率的速率, 则 1 个相邻的较高物理速率。
- [0378] 为了受益于物理速率评估倾向, 可以使用更复杂的方法来选择采样物理速率, 例

如：

- [0379] - 在相反倾向情况下提供较快速自适应但较低反应性的方法：
- [0380] ○如果最后的物理速率选择已经导致降低标称物理速率，则 2 个相邻的较低物理速率。
- [0381] ○如果最后的物理速率选择已经导致增加标称物理速率，则 2 个相邻的较高物理速率。
- [0382] ○如果最后的物理速率选择已经导致保持标称物理速率，则 1 个较高和 1 个较低相邻物理速率。
- [0383] ○如果没有比标称物理速率高的可用速率，则 1 个相邻较低物理速率。
- [0384] ○如果没有比标称物理速率低的可用速率，则 1 个相邻较高物理速率。
- [0385] - 在相反倾向但允许更容易检测更好物理速度的情况下提供较快速自适应但是较低反应性的方法：
- [0386] ○ 2 个相邻较低物理速率：
- [0387] ■如果最后的物理速率选择已经导致降低标称物理速率。
- [0388] ■或者如果最后的物理速率选择已经导致保持标称物理速率，当 2 个采样物理速率是 2 个较高相邻物理速率时
- [0389] ■或者如果仅存在比标称物理速率高的一个可用物理速率（例如，54Mbps）
- [0390] ○ 2 个相邻较高物理速率：
- [0391] ■如果最后的物理速率选择已经导致增加标称物理速率。
- [0392] ■或者如果最后的物理速率选择已经导致保持标称物理速率，当 2 个采样物理速率是 2 个较低相邻物理速率时
- [0393] ■或者如果仅存在比标称物理速率低的 1 个可用物理速率（例如，1Mbps）
- [0394] - 在相反倾向但由于额外物理速率采样而 CUE 和 IPDT 性能较低的情况下提供较快速自适应、较高反应性的方法：
- [0395] ○两个相邻较低和 1 个较高物理速率：
- [0396] ■如果最后的物理速率选择已经导致降低标称物理速率
- [0397] ■或者如果最后的物理速率选择已经导致保持标称物理速率，当 2 个采样物理速率是 2 个较高相邻物理速率时
- [0398] ■或者如果仅存在比标称物理速率高的一个可用物理速率（例如，54Mbps）；
- [0399] ○两个相邻较高和 1 个较低物理速率：
- [0400] ■如果最后的物理速率选择已经导致增加标称物理速率
- [0401] ■或者如果最后的物理速率选择已经导致保持标称物理速率，当 2 个采样物理速率是 2 个较低相邻物理速率时。
- [0402] ■如果仅存在比标称物理速率低的一个可用物理速率（例如，1Mbps）
- [0403] ○如果不存在比标称物理速率高的速率（例如，54Mbps），则 2 个相邻较低物理速率。
- [0404] ○如果不存在比标称物理速率低的速率（例如，1Mbps），则 2 个相邻较高物理速率。
- [0405] - 等等...

[0406] 所有这些方法具有优点和缺点 ;RCA 可以针对每一 AC 使用不同的方法或不同方法的混合 :

[0407] - 带来较快速自适应的一些方法更适于 VoIP 所需的移动性 ;

[0408] - 一些方法通过限制对下一相邻物理速率的采样来降低分组丢失的风险。

[0409] - 优化 CUE 使用的其他一些方法更适于 BE 和 BK。

[0410] 然而,在本文的其余描述中,为了便于理解,仅使用最简单的方法。

[0411] 关于多速率机制对度量、评估和性能结果的影响的断言 :

[0412] 如前所述,多速率机制的原理在于 :基于 RCA 可以通过使用较低物理速率更高效地恢复不良情况的假设,在相同速率进行若干次尝试之后降低物理速率。

[0413] 关于均值 CUE 和均值 IPDT 度量,原理是考虑多速率对 CUE 和 IPDT 度量的影响应当包括在关联分组的统计中。因此,多速率的使用 :

[0414] - 对重试率度量没有影响。然而,用于评估 IPLR 的指数分布模型可能不那么相关 (relevant)。

[0415] - 对 IPDT 度量没有影响。然而,用于评估 IPDT 百分点的伽马分布模型可能不那么相关 (relevant)。

[0416] - 对计算均值 CUE 有影响 :用于传输一个分组的 CUE 时间是每次尝试的 CUE 时间之和,考虑尝试的单独物理速率。

[0417] 关于性能,多速率机制的使用对性能方面有一些影响。该机制带来关于 IPLR 和 IPDT 百分点的一些性能过剩 (over quality),但是由于特别在加载环境中更频繁使用较低物理速率,要付出的代价是显著的额外 CUE 消耗。

[0418] 连续分组丢失 (SLP) 管理 :

[0419] 连续丢失分组 (SLP) 是指示当前使用该物理速率不可能进行传输的非常短等待时间事件。存在多种可能的临时或永久原因 :

[0420] - 用户移动性 (即,超出范围站点)

[0421] - 较大分组大小

[0422] - 运动障碍

[0423] - 临时扰动环境 (例如,微波炉、其他 WiFi NW、蓝牙传输)

[0424] - 接入点失效 (例如,由于缺少电源)

[0425] - 等等。

[0426] 然而,由于无法识别原因,并不能知道这种情况将持续多久,以及如何恰当并高效地恢复无线传输。

[0427] 借助于一个特定物理速率或例如较高采样物理速率,SLP 状况会在标称物理速率或所有物理速率上发生 :因此,物理速率必须检测到 SLP 状况。

[0428] 若干策略是可能的,包括一些等待和查看策略。然而,由于全局目标 RCA4WMM 是 QoS,由于 QoS 的主要需求是避免分组丢失,该 RCA 实例的短期目标是寻找运行物理速率。基于检测到的扰动影响所有物理速率,但是对于提供 SLP 状况的物理速率之下的物理速率影响较小的假设,对 SLP 设定的动作是 :

[0429] - 如果 SLP 状况的物理速率发起方是较高采样物理速率。

[0430] ■ 则停止当前较高物理速率上的采样过程

- [0431] - 如果 SLP 状况的物理速率发起方是标称物理速率或较低采样物理速率。
- [0432] ■ 则选择提供 SLP 状况的物理速率以下的采样和标称物理速率。
- [0433] RCA 实例的开始阶段：
- [0434] RCA 实例的开始阶段应当在针对该方向以及针对该 AC 和该分组范围先前尚未建立业务量时发起。
- [0435] 存在用于为 RCA 实例选择初始标称物理速率的若干方法，优先顺序如下：
- [0436] - 使用具有相同分组大小范围的其他 AC 的当前标称物理速率。
- [0437] - 使用任一 AC 的其他分组大小范围的当前标称物理速率（较大分组大小范围比较小分组大小范围更为优选）
- [0438] - 使用 RSSI 值度量，并在由 STA 和 AP 支持的基本和操作物理速率之间选择一个物理速率。
- [0439] 基于初始物理速率值，选择两个物理速率进行采样（例如，1 个相邻较低物理速率和 1 个相邻较高物理速率）。
- [0440] 除了物理速率选择，
- [0441] - 发起采样模式：
- [0442] 物理速率快速自适应迭代 (PFAI) 计数器
- [0443] 物理速率自适应采样周期 (PASP)
- [0444] - 开始度量和估计：
- [0445] ○ 全局
- [0446] ■ 基于均值尝试率度量的 GIPLR 估计
- [0447] ■ 基于均值 IPDT、IPDT 方差的 GIPDT 百分点估计
- [0448] ■ MIPP
- [0449] ■ SPC (采样分组计数器)
- [0450] ○ 对于每个物理分组（包括采样物理速率）特定的
- [0451] ■ 基于均值尝试率度量的 IPLR 估计
- [0452] ■ 基于均值 IPDT、IPDT 方差 PLR 的 IPDT 百分点估计
- [0453] ■ 均值 CUE
- [0454] ■ SLP (连续分组丢失)
- [0455] RCA 实例的学习阶段：
- [0456] 该阶段与使用标称和采样物理速率发送足够分组（例如 $N = 25$ ）所需的时间相对应，其中发送足够分组以便具有针对以下内容的第一有效估计：
- [0457] - 标称和采样物理速率的 IPLR、IPDT 和 CUE。
- [0458] -GIPLR 和 GIPDT。
- [0459] 在该阶段期间：
- [0460] - 如果发生 SLP 状况，如本文以上所述，RCA 对该状况进行管理。
- [0461] - 如果发生分组传输重新开始或重新启动状况，则没有影响。
- [0462] 当各种 EMA 或 MEMA 度量有效时（即，由来自 N 个分组的数据发起），则 RCA 实例进入自适应阶段。
- [0463] RCA 实例的快速和慢速自适应阶段：

[0464] 该自适应阶段是针对 RCA 的正常工作阶段。在该阶段中,使用的采样方法(针对快速或慢速自适应)由 FPAI 计数器和 MIPP 指示

[0465] 在该阶段期间,在以下这些事件时可以发生标称物理速率改变:

[0466] -SLP(连续分组丢失)状况(如本文中先前所述)。

[0467] -在所有 GIPDT 状态中,GIPLR 状态从良好状态改变到不良状态。

[0468] -当 GIPLR 处于良好状态中时,GIPDT 状态从良好状态改变到不良状态。

[0469] -重新开始状况(如本文中先前所述)

[0470] -当 RCA 具有要传输的新分组,并且采样和标称物理速率的所有 IPLR、IPDT 以及 CUE 估计处于有效状态(由 SPC 指示)时,即,各种使用的 MEMA 已经由足够数目的分组馈送。

[0471] 如果 IPLR、IPDT 百分点以及 CUE 估计有效,并且如果 RCA 具有要传输的新分组,标称物理速率改变可以进行与当前 GIPL 和 GIPDT 状态有关的管理:

[0472] -如果 GIPLR 是不良状态(即,GIPLR > 最大 IPLR),无论每个物理速率的单独 IPLR 性能如何,RCA 将为标称和采样物理速率选择较低物理速率。如果没有较低物理速率可用,则 RCA 只有等待更好的状况。

[0473] -最低物理速率将变成新标称物理速率。

[0474] -取消选定最高采样物理速率。

[0475] -RCA 选择新的物理速率进行采样(例如,比新的当前物理速率低的物理速率)。如果没有较低物理速率可用于采样,则 RCA 只有在物理速率上进行采样。

[0476] -利用新的当前物理速率的 EMAS 值发起新的采样物理速率的 EMA。

[0477] -如果 GIPLR 处于良好状态(即,GIPLR < 最大 IPLR)但是 GIPDT 处于不良状态(即,GIPDT 百分点 > 最大 IPDT),则 RCA 将选择提供最佳 IPDT 的物理速率。

[0478] ○如果该物理速率已经是标称物理速率,则 RCA 只有等待更好 IPDT 性能。

[0479] ○如果该物理速率是采样物理速率之一,则 RCA 验证该 IPLR 评估满足最大 IPLR 需求,

[0480] ○如果为否,则 RCA 只有等待更好性能

[0481] ○如果为是,则最佳采样物理速率(例如,最低物理速率)将成为新的标称物理速率。

[0482] ○取消选定先前的采样速率之一(例如,最高物理速率)。

[0483] ○RCA 选择新的物理速率进行采样(例如,低于新的当前物理速率的物理速率)。由新的当前物理速率的 EMAS 值发起新的采样物理速率的 EMA。

[0484] -如果 GILPR 处于良好状态(即,GIPLR < 最大 IPLR)且如果 GIPDT 也处于良好状态(即,GIPDT 百分点 < 最大 IPDT),则 RCA 选择提供最接 CUE 的物理速率。

[0485] ○如果该物理速率已经是标称物理速率,则 RCA 只有等待更好的状况。

[0486] ○如果该物理速率是采样物理速率之一(例如,最高物理速率);

[0487] ■ RCA 将验证 IPLR 和 IPDT 百分点评估低于该 AC 的最大 IPLR 和 IPDT 百分点需求:

[0488] ●如果为否,则 RCA 只有等待更好的状态

[0489] ●如果为是,则该物理速率将成为新的标称物理速率

- [0490] ○取消选定先前的采样物理速率之一（例如，最低物理速率）
- [0491] ○RCA 选择新的物理速率进行采样（例如，比新的当前物理速率高的物理速率）。以新的当前物理速率的 EMAS 值发起新的采样物理速率的 EMA。
- [0492] - 为了改进各种 MEMA 的收敛时间，应当在开始阶段以一致的值（即，可能值）发起所有 EMA，在学习阶段之后，应当利用由使用中的采样或标称物理速率提供的固有值发起各个 EMA。
- [0493] - 根据 AC 需求，最困难的需求可能是最大 IPLR 或最大 IPDT 需求，这意味着如果需求对于 WiFi NW 是不实际的，则 RCA 不能够满足所有需求。
- [0494] - 太小的过多重试次数可以导致不能达到的最大 IPLR。
- [0495] - 针对 IPLR 的指数分布模型以及伽马分布模型对于比较物理速率性能是可靠的，但是对于所提供的 IPLR 和 IPDT 估计不那么可靠。太小的最大 IPLR 需求（例如，0.05% 以下）或对于最大 IPDT 需求的太高百分点（例如，99.9% 以上）可以导致不现实的估计，并意味着针对 MEMA 的非常小平滑因子，从而对变化状况的反应性极差。
- [0496] RCA4WMM 使用的 WiFi 数据以及各种信息的概述：
- [0497] RCA 使用反映配置的若干数据以及从无线实现提供的输入：
- [0498] - 针对该方向的 RSSI 信号电平，RCA 使用该值来判定初始物理速率。
- [0499] - 长或短前同步码 (preamble) 模式（用于 CUE 计算）。
- [0500] - 长或短时隙时间（用于 CUE 计算）。
- [0501] - 基本和操作物理速率（用于 CUE 计算以及判定哪个物理速率需要采样）。
- [0502] - 当前 AC 信息。
- [0503] ○当前 AC (VI、VO、BI、BK)。
- [0504] ○WMM 参数 (AIFS、CW MIN、CW MAX、TXOP) 值。
- [0505] ○目标最大 IPLR 值。
- [0506] ○目标最大 IPDT 值。
- [0507] ○物理速率慢速自适应周期 (PSAP) 值。
- [0508] ○业务量开始时物理速率快速自适应迭代 (PFAI) 次数。
- [0509] ○业务量重新开始时物理速率快速自适应迭代 (PFAI) 次数。
- [0510] ○最大连续分组丢失数目。
- [0511] ○针对慢速和快速采样度量和全局度量的一致平滑因子和 MEMA 因子。
- [0512] ○多速率重试次数 (MRN) 和过多重试次数 (ERN)
- [0513] ○业务量开始周期值。
- [0514] ○最小和最大业务量重新开始周期值。
- [0515] - 与物理速率采样模式和参数相关联（与每一分组范围实例相关联）的特定数据。
- [0516] ○均值分组离开间周期 (MIPP)。
- [0517] ○物理速率快速自适应迭代 (PFAI) 计数器。
- [0518] ○物理速率自适应采样周期 (PASP) 及相关联的采样定时器。
- [0519] ○标称和采样物理速率。
- [0520] - 最后发送帧信息，包括（与每一分组范围实例相关联）
- [0521] ○发送 / 不发送：（用于 GIPLR 统计）。

- [0522] ○当前物理速率（用于均值 CUE 计算）。
- [0523] ○尝试次数（用于 IPLR 和均值 CUE 计算）。
- [0524] ○分组大小（用于均值 CUE 计算）。
- [0525] ○包括所有尝试、退避时间、以及等待空闲信道时间的传输延迟（用于采样物理速率 IPDT 和 GIPDT 估计）。
- [0526] - 针对全局度量和估计的特定数据（与每一分组范围实例相关联）。
- [0527] ○均值 GIPDT、GIPDT 方差、以及 GIPDT 百分点估计。
- [0528] ○全局均值尝试率和 GIPLR 估计。
- [0529] ○指示度量和估计的有效状态的采样计数器。
- [0530] - 针对每个采样或标称物理速率的特定数据（与每一分组范围实例相关联）：
- [0531] ○物理速率值
- [0532] ○均值 IPDT、和 IPDT 方差、IPDT 百分点估计。
- [0533] ○均值尝试率和 IPLR 估计。
- [0534] ○均值 CUE 度量。
- [0535] ○采样分组计数器 (SPC)，指示 IPLR、IPDT 百分点以及 CUE 的度量和估计何时由足够的分组数据馈送，并因此被视为有效。
- [0536] ○当前连续分组丢失 (SLP) 计数器。
- [0537] 针对各种设备的 RCA4WMM 实现简档示例：
- [0538] 根据设备，应当考虑本发明的若干实现简档：
- [0539] - 通用 WiFi 接入点。
- [0540] -WiFi 电话（包括用于固定移动收敛上下文）。
- [0541] -WiFi 视频电话（包括用于固定移动收敛上下文）
- [0542] -WiFi IPSTB
- [0543] -PC/PDA
- [0544] 通用接入点应当覆盖任何类型的应用，从而 AP 应当实现 RCA4WMM 算法的全部实现，以便覆盖各种类型的应用。此外，需要提供特定配置来覆盖去激活 WMM 模式的情况。为此，AP 可以在其配置中提供用户接口备用简档，例如，一个面向带宽而另一个面向实时媒体：
- [0545] - 对于面向带宽的简档，BE/BK 类别 AC 的 RCA4WMM 参数集应当视为最优的。
- [0546] - 对于面向实时的简档，VI 类别 AC 的 RCA4WMM 参数集（其中最大 IPDT 值可以延长至大约 100ms）应当视为实时媒体和面向带宽目标之间的一种折衷。
- [0547] WiFi 电话是对于存储器覆盖 (footprint) 和 CPU 使用存在约束的一种设备，从而需要提供以如下为目标的简单 RCA：针对语音媒体的自适应 IPLR 和 IPDT 百分点、针对信令的良好 IPLR、长范围、移动性和快速自适应。WiFi 电话使用两个 AC：
- [0548] -BE AC：用于基于 TCP 或 UDP 的协议，例如，本质上用于信令或偶尔用于数据传输的 DHCP、SIP、DNS、HTTP 等。
- [0549] -VO AC：用于 VoIP 和各种 Fix（或各种比特率）编解码器。
- [0550] 因此，用于 WiFi 电话的 RCA 应当支持：
- [0551] - 针对 BE 的一个 RCA 实例和针对 VO AC 的一个 RCA 实例。
- [0552] - 可选地，用于移动目的的多速率支持。

[0553] - 物理速率快速自适应模式, 由于带宽使用十分低, 慢速自适应模式支持可以视为可选项。

[0554] - 全局和按物理速率 IPLR 和 IPDT 百分点估计

[0555] - 连续分组丢失管理。

[0556] WiFi 视频电话是向 RCA 添加对先前 VoIP 约束的交互式视频约束的一种设备:

[0557] -VI AC;用于 RTP 和 RTCP。视频流在 64kbps 和 512kps 之间。RTCP 分组明显小于视频分组。

[0558] 因此, 针对 WiFi 视频电话的 RCA 应当支持:

[0559] - 针对 BE AC 的一个 RCA 实例和针对 VO AC 的一个 RCA 实例。

[0560] - 针对 VI AC(RTP 和 RTCP) 的两个 RCA 实例。

[0561] - 可选地, 用于移动目的的多速率支持。

[0562] - 物理速率快速和慢速自适应模式, 由于带宽使用十分低, 交互式视频需要慢速自适应模式。

[0563] - 针对 VI、VO 和 BE AC 的均值 IPDT 优化。

[0564] - 连续分组丢失管理。

[0565] 具有存储能力的 WiFi STB 是应当视为 AV 播放器或安装网络的房屋中的内容服务器的一种设备。内容可以包括 A/V 内容而且还包括图像、HTML 页面。还可以提供 V2IP 和视频电话。对于这种类型的环境, 直接链路模式的支持应当视为强制性的或至少视为希望具备的特征。

[0566] 由于例如 IPTV 或 VOD 的 A/V 服务器应用需要大百分比的可用 CUE, 实际有益于为其他应用保留 CUE。对于这种类型的应用, 自适应采样的使用允许降低采样所需的 CUE 使用。

[0567] 由于 IP、STB 和 AP 不是移动设备, 不需要甚至不推荐激活多速率机制。因此, 对于这种类型的设备, 需要算法的完全实现。

[0568] PC 或 PDA 是通用和多目的的设备, 从而对于这种类型的设备, 很难避免 RC4 的完全实现。

[0569] 在用户级别本发明的主要优点在于: 为例如 VoIP、V2IP、IP TV 和 VOD 之类使用 WiFi NW 的应用, 提供以特定 QoS 需求为目标的物理速率选择, 其中 QoS 需求不仅针对交互式和非交互式实时媒体而且针对尽力服务业务量。

[0570] 由于 QoS 需求可能对于每一 AC 是特定的, 物理速率选择准则对于每一 AC 也是特定的。只要可以满足 QoS 需求, RCA4WMM 具有与面向带宽 RCA 相同的行为。因此, WiFi NW 的全局性能是最优的, 并适于每种类型的实时和非实时内容。

[0571] 此外, 通过向每一 AC 提供适于 VO 或 VI 媒体的特定管理, RCA4WMM 避免所有困难折衷并提高性能。与面向带宽 RCA 相比, 由于 HTML 浏览或 DATA 块传输所需的自适应采样机制, RCA4WMM 的用于 BE 和 BK AC 的物理速率选择提供更高带宽性能, 并不会被请求 QoS 性能的其他内容(例如, VoIP 或 IPTV) 劣化, 反之亦然。

[0572] 关于针对各种环境和使用的适应, 可以找到其他优点。

[0573] - 本发明可以在非 WMM 配置中使用。在该配置中, 所选的 RCA 参数配置是 BE AC 配置。

[0574] - 本发明除了可以在 WiFi 站点上实现以外也可以在 WiFi 接入点上实现。当同时在 AP 和 STA 上实现本发明时提供最大益处。本发明与现有的 IEEE 802.11 标准完全兼容，并可以应用于基于 802.11a, b, g 及后续标准的 WMM 的所有实现。

[0575] - 本发明独立于 HW。本发明可以在任何 HW 实现上构建，能够向 SW 提供所需信息。

[0576] - 本发明与 HW 的性能无关；但清楚地，在例如范围或带宽方面的全局最终性能与 HW 以及属于相同 NW 的所有其他 WiFi 实现有关。

[0577] - 本发明也与各种 WiFi 参数以及配置（例如，短和长前同步码、短和长时隙时间、基本和操作数据速率等）无关，即使所有这些参数对 CUE 和 IPDT 性能和所选速率有影响。

[0578] - 本发明也与 WMM 参数集（AIFS、CWMIN、CWMAX、TXOP）无关，即使所有这些参数对 CUE 和 IPDT 性能和所选速率有影响。

[0579] - 本发明还与 PSD 和 APSD 机制兼容。

[0580] 术语表

[0581]

AC	接入类别
AIFS	仲裁帧间间隔
AP	接入点
BE	尽力服务
BER	比特误码率
BERR	BERR 重试率
BK	后台
CRR	冲突重试率
CUE	信道使用估计
CW	争用窗
EDCA	增强分布式信道接入
EIFS	扩展帧间间隔 (EIFS)
EMA	指数移动平均
ERN	过多重试次数
GIPDT	全局 IPDT
GIPLR	全局 IPLR
HW level	硬件级别
IP	互联网协议
IPDT	IP 延迟传输
ITU	国际电信联盟
IPLR	IP 分组丢失率
MAC	介质访问控制
MEMA	多 EMA
MIPP	均值分组离开间周期
NW	网络级别
PFAI	物理速率快速自适应迭代
POH	Phy 开销延迟
PSAP	物理速率慢速自适应周期
QoS	服务质量
RCA	速率控制算法
RR	重试率
RTCP	实时传输控制协议
RTP	接收机传输协议

[0582]

SLP	连续分组丢失
SMA	滑动平均
STA	站点
TCP	传输控制协议
TXOP	传输时机
UDP	用户数据报协议
VI	视频
VO	音频
WMM	WiFi 多媒体
WME	无线多媒体扩展