



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102668466 B

(45) 授权公告日 2015.07.22

(21) 申请号 200980163071.0
 (22) 申请日 2009.12.24
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2012.06.21
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/EP2009/009266 2009.12.24
 (87) PCT国际申请的公布数据
 WO2011/076239 EN 2011.06.30
 (73) 专利权人 意大利电信股份公司
 地址 意大利米兰
 (72) 发明人 D·萨贝拉 M·卡雷蒂
 M·M·安德雷奥奇 G·斯特亚
 (74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
 利商标事务所 11038
 代理人 袁玥
 (51) Int. Cl.
 H04L 12/70(2013.01)

US 2008008096 A1, 2008.01.10,
 WO 2009077852 A1, 2009.06.25,
 Matteo Maria Andreozzi, Giovanni Stea,
 Andrea Bacioccola. Flexible Scheduling
 for Real-Time Services. 《Wireless
 conference》. 2009,
 A. Bacioccola, C. Cicconetti, G. Stea.
 User-level Performance Evaluation of
 VoIP Using ns-2. 《Proceedings of the 2nd
 international conference on Performance
 evaluation methodologies and tools》. 2007,
 LUIGI ATZORI, MIRKO L. LOBINA. PLAYOUT
 BUFFERING IN IP TELEPHONY: A. 《IEEE
 communications surveys》. 2006,

审查员 来文燕

(56) 对比文件
 WO 2008059000 A1, 2008.05.22,

权利要求书2页 说明书10页 附图3页

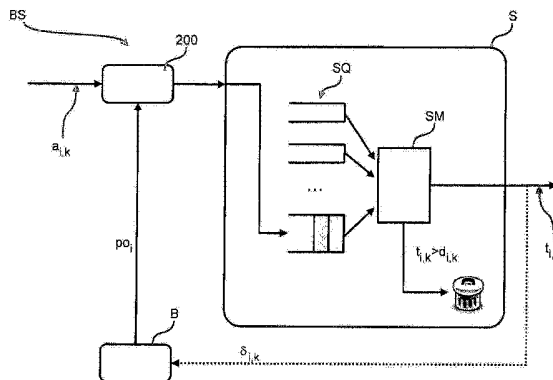
(54) 发明名称

通信网络中调度传输的方法和相应的通信节点

(57) 摘要

在通信网络中从节点(BS)向接收器传输数据分组的形式的数据流以用于在接收器处经由再现缓冲器播出。数据分组被布置在调度队列(SQ)中,并且如果它们在队列(SQ)中的逗留时间(t)超过给定的丢弃最后期限(d),则从调度队列(SQ)丢弃。为了在接收器处通过再现缓冲器(B)确定用于表示数据分组的期望播出时刻(p)的数据分组的各个播出值(po),在节点(BS)处仿真再现缓冲器(B)。作为通过在节点(BS)处仿真的再现缓冲器确定的各个播出值(po)的函数向数据分组分配丢弃最后期限(d)。

102668466 B



1. 一种在通信网络中调度从节点 (BS) 向接收器 (UE2) 的数据流的传输的方法, 其中, 所述数据流包含用于在接收器 (UE2) 处经由接收器再现缓冲器 (106) 播出的数据分组, 该方法包括: 在所述节点 (BS) 处在至少一个调度队列 (SQ) 中布置所述数据分组, 以及如果数据分组在所述调度队列 (SQ) 中的逗留时间超过给定的丢弃最后期限 (d), 则从所述调度队列 (SQ) 丢弃所述数据分组,

其特征在于该方法包括:

在所述节点 (BS) 处利用仿真的再现缓冲器 (B) 对于所述数据仿真所述接收器再现缓冲器 (106), 以确定表示所述接收器再现缓冲器 (106) 对所述数据分组的期望播出时刻 (p) 的所述数据分组的各个播出值 (p₀), 其中所述仿真所述接收器再现缓冲器 (106) 包括仿真最佳播出缓冲算法; 以及

作为所述各个播出值 (p₀) 的函数向所述数据分组分配 (200) 所述丢弃最后期限 (d)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述数据分组包含表示所述数据分组的产生时间的时戳 (g)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 包括将所述各个播出值 (p₀) 确定为所述通信网络中的发送器 (UE1) 处的所述分组的产生时间 (g) 与接收器 (UE2) 处的所述分组的到达时间 (q) 之间的估计的传输延迟 (δ) 的函数。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中, 所述估计的传输延迟 (δ) 被确定为以下项的函数:

表示在所述发送器 (UE1) 处产生所述数据分组的时间 (g) 的第一值,

表示在所述节点 (BS) 处接收所述数据分组的时间 (a) 的第二值,

表示从所述节点 (BS) 向所述接收器 (UE2) 传输所述数据分组的期望时间 (t) 的第三值, 和

表示用于从所述通信节点 (BS) 向所述接收器 (UE2) 传输所述数据分组的估计的延迟的第四值。

5. 根据权利要求 4 所述的方法, 包括将所述节点 (BS) 处的所述再现缓冲器 (B) 仿真为自适应播出缓冲器。

6. 根据权利要求 5 所述的方法, 其中, 所述各个播出值 (p₀) 被确定为服务质量和 / 或体验质量函数的函数。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其中, 所述各个播出值 (p₀) 被确定为平均意见得分的函数。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其中, 所述数据流是 IP 上声音数据流, 以及其中通过 E-Model 计算所述平均意见得分。

9. 根据权利要求 6 至 8 中的任一项所述的方法, 其中, 通过将最佳播出延迟 (p₀) 确定为先前的传输延迟 (δ) 的函数, 来后验地确定所述各个播出值 (p₀)。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其中, 所述数据流是 IP 上声音数据流, 以及其中通过确定先前的会话突峰的最佳播出延迟 (p₀) 将所述各个播出值 (p₀) 确定为表示给定会话突峰的所有数据分组的期望播出时刻 (p)。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其中, 通过还考虑所述各个播出值的先前值 (p₀) 的指数平均, 来确定所述各个播出值 (p₀)。

12. 根据权利要求 1、2、4 至 8、10 至 11 中的任一项所述的方法,其中,作为所述各个播出值 (p_0) 的函数向所述数据分组分配 (200) 所述丢弃最后期限 (d) 包含:向所述数据流的每个数据分组分配 (200) 最后期限 (d),使得如果它们的期望的传输时间 (t) 超过它们的期望播出时刻 (p),则丢弃数据分组。

13. 一种用于在通信网络中向接收器 (UE2) 的数据流的调度的传输的通信节点 (BS),其中所述数据流包含在接收器 (UE2) 处经由接收器再现缓冲器 (106) 播出的数据分组,该通信节点 (BS) 包含:

至少一个调度队列 (SQ),在其中存储所述数据流的所述数据分组;和

控制模块 (200),被配置为执行根据权利要求 1 至 12 中的任一项所述的方法,以将所述数据分组布置在所述至少一个调度队列 (SQ) 中和从所述至少一个调度队列 (SQ) 中丢弃所述数据分组以及仿真所述接收器再现缓冲器 (106)。

14. 根据权利要求 13 所述的通信节点 (BS),其中,所述通信节点 (BS) 是全球移动通信系统长期演进和 / 或高速下行链路分组接入通信节点。

通信网络中调度传输的方法和相应的通信节点

技术领域

[0001] 本公开涉及用于调度通信网络中的数据传输的技术。

[0002] 本公开的开发关注其在调度点对多点通信节点中的 IP 上声音 (VoIP) 数据流的数据分组的可能的用途。

背景技术

[0003] 因特网起初在设计时是希望实现可靠的分组传送。事实上,所有低层的协议栈包括用于保证可靠的通信的机制,诸如次序号、超时、校验和(诸如循环冗余校验)、前向纠错(FEC)、自动重发请求(ARQ)等。这是由于,因特网最初被构想为计算机数据网络,其中,计算机数据的正确性和完整性是关键属性。

[0004] 当今,因特网被很好地建成为全球性的、多重服务的基础结构,从而对于实时服务提供不断增长的支持。诸如 IP 上声音 (VoIP) 的分组化声音是其中出现的最重要的因特网实时应用,它用作高级服务质量 (QoS) 解决方案的开展的主要驱动器。

[0005] 尽管大量存在实时性与完整性同样重要的实时业务,但是,除了应用级上以外,很少有服务质量 (QoS) 解决方案使用时间作为用于进行决定的参数。这可能是由于历史上公知的因特网间的时间同步的问题,该问题使得难以在两个远程点上具有全球同步的时钟。

[0006] 缺少可靠的时钟同步常常是性能测量的问题,这里,需要长的测量间隔(几天到几周)和高的精度(由此使得即使很小的时钟偏离也极其有害)。

[0007] 当前正在进行时钟同步的进展,这使得能够在这种长的期限中实现亚毫秒的精度。但是,声音会话持续几分钟到几小时,并且,几毫秒量级的同步误差对于人的知觉几乎不会产生明显的影响。

[0008] 已经实现了以很低的成本、利用诸如来自便宜并且已安装于大多数便携式设备中的全球定位系统 (GPS) 芯片的可用技术,为在几个小时内保持时钟同步而只有最多几毫秒的绝对差所需要的精度,相同的结果也可以由在全球移动通信系统 (UMTS) 网络(其中更紧的同步确实是主要需求)或公知的网络时间协议中可用的专用解决方案实现。

[0009] 图 1 示意性表示两个用户 U1 和 U2 经由与共同的网络 N (例如,因特网)连接的两个用户终端 UE1 和 UE2 来通信的典型 VoIP 方案。

[0010] 在发送器侧(即 UE1),第一部件是周期性地对第一用户 U1 (即,扬声器)的声音信号采样的编码器 100。各种编码器是可用的,从而代表质量和带宽消耗之间的平衡的不同的折衷点。一般地,编码器是基于采样的或基于帧的。前一种编码器(例如,基于 G. 711 编解码器)周期性地各个声音样本编码,而后一种编码器(例如,基于 G. 729 编解码器)在若干毫秒的时间窗口(即,帧)内将一定数量的样本分组。出于这种原因,虽然基于帧的编码器的编码/解码复杂性常常较高,但是它们常常实现更高的压缩率和更小的数据率。

[0011] 语音帧的产生可在周期性的间隔上出现,或者更一般地通过声音活动检测 (VAD) 调制。VAD 利用双向会话的单(单向)流中的会话突峰和安静时段的自然交替。在安静时段

中,根本不产生语音帧,或者以更低的速率并且 / 或者通过使用减少的位数产生它们,以将一些舒适噪声传送给收听者。舒适噪声允许会话方感觉另一方的活动,并且也可局部地产生。例如,G. 711 编解码器通常在会话突峰中产生 172 字节的分组,并且在安静时段中不发送任何信息。另一方面,全球移动通信系统(GSM)自适应多速率(AMR)编解码器一般在会话突峰中产生 31 字节的有效载荷分组,并且,在安静时段中产生 0 字节同步信息或 5 字节舒适噪声。

[0012] 大量的语音帧也可通过多路复用器 102 被多路复用为相同的分组有效载荷,以减少传输、网络和媒体访问控制(MAC)报头的开销,但以增加传输延迟为代价。也可进行这一点以增加冗余的水平,以隐藏损失。根据网络条件,语音多路复用的水平也可随时间改变。

[0013] 最后,VoIP 有效载荷被封装到诸如 RTP/UDP/IP 分组之类的的数据分组,即通过实时传输协议(RTP)在应用层上、通过用户数据报协议(UDP)在传输层上以及通过因特网协议(IP)在因特网层上被传输的分组中。

[0014] 在接收器侧(即,在终端 UE2 中),语音帧通过解多路复用器 104 被解多路复用并且被馈送到有效载荷缓冲器 106 中。有效载荷缓冲器 106 导致语音帧在由编码器产生它们的相同的间隔上被解码。出于这种原因,如果语音帧在它们的预期的回放时间之后到达,那么可能必须重新排序、延迟或甚至丢弃语音帧。

[0015] 播出缓冲器可以是固定的或自适应的。固定缓冲器假定网络延迟在会话中是恒定的,并因此将会话突峰的第一分组延迟固定的时间量。自适应缓冲器致力于通常基于每个会话突峰使回放点动态适应变化的网络条件(虽然一些也会以产生假性频率效果的风险改变会话突峰内的播出延迟)。

[0016] 播出缓冲器向解码器 108 传送语音帧,该解码器 108 实际上将它们回放到用户 U2 (即,收听者)。一些解码器可实现允许在某种程度上通过内插正确地接收的周围帧来重构丢失的语音帧的分组损失隐藏(PLC)技术。虽然 PLC 技术只能掩盖有限的数量的损失,但是它们有效地减少了由于由收听者觉察的损失导致的恶化。

[0017] VoIP 会话质量的评价一直是密集研究的主题。用于 VoIP 的最广泛使用的评价构架是由国际电信同盟(ITU)的电信标准化部门(ITU-T)标准化的所谓的 E 模型。该评价构架包括从传输参数计算分组化的声音的主观质量的预测估计。

[0018] E 模型计算的输出是计算为延迟、分组损失、设备恶化因子和用户质量呼叫期望的函数的、称为“R 因子”的标量数:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_{e, \text{eff}} + A \quad (1)$$

[0020] 这里, R_0 是基本信号噪声比(相对于电路和声学噪声的接收的语音电平), I_s 表示随声音信号出现的恶化, I_d 将由于延迟和回声效果导致的所有恶化求和, $I_{e, \text{eff}}$ 是考虑编解码器及其对于随机信分组损失的容限的有效设备恶化因子。

[0021] 此外,A 是将使用的技术的用户期望建模的“红利”因子。例如,由于卫星网络中的用户期望比有线网络中的用户期望低,因此,A 的值在卫星网络中比在经典的电路交换网络中大。A 因子的典型的范围是 [0, 20], 并且,在下表中报告由 ITU 提出的示例性的值:

[0022]

通信系统	A 因子
有线电话	0
建筑物中的蜂窝	5
移动车辆中的蜂窝	10
对于难以到达的地理区域(许多卫星中继段)的访问	20

[0023] 最后, $I_{e,eff}$, 可被计算为:

$$[0024] \quad I_{e,eff} = I_e + (95 - I_e) \cdot P_{pl} / (P_{pl} + B_{pl}) \quad (2)$$

[0025] 这里, I_e 是用于表征具有低比特率的编解码器的行为的设备恶化因子, P_{pl} 是分组损失概率, B_{pl} 是编解码器信息分组损失稳健性因子。

[0026] 一旦获得 R 因子, 它可被直接映射为估计的平均意见得分 (MOS)。例如, 规范 ITU-T G107 (ITU-T Recommendation G.107 (04-2009), “The E-model, a computational model for use in transmission planning”) 描述了 R 因子与估计的 MOS 之间的可能的关系。因此可使用平均意见得分来改善体验质量 (QoE) 或 QoS 方案。通常, 在应用级上执行这种优化, 这里, QoE 可被测量。

[0027] 例如, L. Atzori, M. L. Lobina, 和 M. Corona, “Playout buffering of speech packets based on a quality maximization approach”, IEEE Transactions on Multimedia, vol. 8 No. 2, pages 420-426, 2006 的文章提出, 为了预测到来的会话突峰的播出延迟, 在接收器上使用最佳播出缓冲器。特别地, 下一会话突峰的播出时刻被设为将最大化最后的 N 个会话突峰的质量的一个。

[0028] 并且, A. Bacioccola, C. Cicconetti, 和 G. Stea, “User level performance evaluation of VoIP using ns-2”, Proceedings of NSTOOLS' 07, First International Workshop on Network Simulation Tools, Nantes (FR), October 22, 2007 的文章描述了可能的最佳回放算法。

[0029] Z. Qian, L. Sun, N. Heilemann, and E. Ifeachor, “A new method for VoIP quality of service control use combined adaptive sender rate and priority marking”, IEEE ICC 2004, Paris, France, June 20-24, pages 1473-1477 提出 QoS 控制方案, 以调节 GSM AMR 编解码器的速率以使发送速率适于当前的网络条件。自适应基于由通过实时控制协议 (RTCP) 消息向 VoIP 编码器报告反馈信息的 VoIP 解码器测量的 MOS。

发明内容

[0030] 发明人注意到, 基于反馈信息的应用级上的 QoE 的优化具有几个缺点。例如, 这种基于反馈的技术使得应用过分复杂, 需要同步或者依赖于往返时间, 这些往返时间是不对称的, 并因此远没有单向延迟精确。

[0031] 因此, 需要可摒弃这些缺点并且可允许例如在集中式 (有线或无线) 点对多点网络中的下行链路声音流的调度中有效地分配网络资源的改进的方案。

[0032] 根据本发明, 通过具有在后面的权利要求中阐述的特征的方法实现该目的。本发

明还涉及相应的通信代码以及计算机程序产品,该计算机程序产品可加载于至少一个计算机的存储器中,并且包含用于当在计算机上运行产品时执行本发明的方法的步骤的软件代码部分。如这里使用的那样,对这种计算机程序产品对提及意欲与对包括用于控制计算机系统以协调本发明方法的执行的指令的计算机可读介质对提及等同。提到“至少一个计算机”是要突出以分布式/模块化的方式实现本发明的可能性。

[0033] 权利要求书是这里提供的本发明的公开的整体部分。

[0034] 这里描述的各种实施例可被用于调度从通信节点(例如,基站)向接收器(例如,移动终端)的数据流的传输,其中,数据分组要通过接收器处的再现缓冲器播出。

[0035] 在各种实施例中,数据分组被配置于调度队列中的节点中,并且如果它们在队列中的逗留时间超过给定的丢弃最后期限,则从调度队列丢弃。

[0036] 在各种实施例中,为了确定数据分组的各个期望的播出时刻,在节点处仿真接收器的再现缓冲器。随后,作为通过在节点处仿真的再现缓冲器确定的各个期望的播出时刻的函数,将数据分组的丢弃最后期限分配给数据分组。

[0037] 各种实施例可应用于几种接入技术,诸如可应用于包括 UMTS 长期演进(LTE)或高速下行链路分组接入(HSDPA)的蜂窝网络。

[0038] 各种实施例依赖于这样一种认识,即,在这些蜂窝网络技术中,通常通过带外网络同步过程获知绝对时间。

[0039] 当添加绝对时间基准时,各种实施例也可应用于具有 MAC 级的集中式控制的宽带无线网络,诸如 802.11e 混合协调功能(HCF)集中式控制接入(HCCA)、802.16 或 TDMA 系统(例如,具有调整的 TDMA 驱动器的 802.11WLAN)。

[0040] 各种实施例也可应用于其中中央开关向客户端发送数据分组的有线网络。

[0041] 各种实施例依赖于可直接在通信网络级上使用平均意见得分(MOS)的认识。

[0042] 各种实施例应用于依赖于端对端路径(其中包含应用部分)的下游段的(损失和延迟)行为的预测的下行链路流。

[0043] 各种实施例包括基于例如在数据源处的数据分组中引入的 RTP 时间戳的形式的(绝对)时间戳在跨层方法中进行调度决定。可通过包括 GPS 同步、UMTS 网络同步、网络协议和/或时间服务器的各种手段导出这样的绝对时间戳。

[0044] 各种实施例在点对多点网络(例如,LTE 或 UMTS 蜂窝或 TDMA 网络),即其中在多个用户或终端之间共享网络资源的通信网络中开发用于调度下行链路流的绝对时间。

[0045] 这里描述的示例性实施例主要指的是下行链路声音流,其中:

[0046] 一存在已被广泛接受的用于从诸如损失和延迟的(客观)端对端网络级测量估计通过用户觉察的(主观)质量的手段,即 E 模型(E-Model)或平均意见得分(MOS);和

[0047] 一接收器侧(特别是其播出缓冲机构)处的声音应用的行为是相当可预测的,使得能够推断声音接收器对于损失和延迟的(不可忽略的)贡献。

[0048] 本领域技术人员可以理解,各种实施例也可应用于诸如视频流的其它实时业务流。出于这种目的,也可开发与用于视频跟踪的 E-Model 类似的构架。

[0049] 在各种实施例中,每个分组被分配等于假定或期望的回放时刻的最后期限;通过这样做,后面的分组,即在接收器处丢弃的那些会直接在调度器处丢弃,由此节省带宽并优化网络资源分配。

[0050] 在各种实施例中,调度器也可以在不影响用户觉察的情况下延迟早期的分组直到它们的实际回放点,由此增加具有更紧的最后期限的分组可被及时传输到接收器的机会。

[0051] 在各种实施例中,通过对于连接仿真简化的接收器和 / 或回放缓冲器(“再现缓冲器”),来估计接收器处的回放点。

[0052] 例如,在 VoIP 流的情况下,同样,可仿真简化的自适应播出缓冲器,即,对于每个会话突峰动态改变回放点的缓冲器。例如,在会话突峰结束时,计算使得能够推断最佳后验回放时刻,即已经保证了该会话突峰的最高 MOS 的一个回放时刻。然后可使用这些最佳回放时刻的历史来推断随后的会话突峰的新的假定的回放时刻。

[0053] 在各种实施例中,为了后验地计算最佳回放时刻,使用 E-Model 公式。这些考虑嘴到耳延迟,如果可基于时钟同步确定分组产生和(假定)回放时间,则可计算该嘴到耳延迟。出于这些原因,可以利用从精确的时钟采样的绝对时间在源应用处将分组加时间戳,并且,调度器再次通过读取精确的绝对时钟获知在接收器处传输分组时的绝对时间。在各种实施例中,RTP 协议,特别是 RTP 时间戳字段被用于该目的:例如,RTP 报头可对于每一个分组被读取两遍,即,在分组到达时,可以使用次序号和分组时间戳来计算分组最后期限,在分组离开时,调度器可以通过比较墙壁时钟时间(即,分组离开调度器的队列时的绝对时间)与分组时间戳来估计嘴到耳延迟。

[0054] 这里的实施例具有诸如以下方面的几个优点:

[0055] 一它们是便宜的,原因是,由于整个实现构架通常需要每个流少于 100 个字节,因此再现缓冲器仿真的空间成本是相当可负担的,

[0056] 一由于通常对于每个流需要恒定数量的操作,因此,时间开销是可忽略的;

[0057] 一最复杂的计算(即,计算最佳后验回放时刻)通常包含仅仅几次存储器访问,并且可在安静时段,即几百毫秒期间完成;

[0058] 一得到的配置是稳健的:即使相当粗的时钟误差(以 $\pm 10\text{ms}$ 的量级)也在没有任何可见的质量劣化的情况下被容许,使得同步的时间损失(即使对于长的时间)几乎不影响调度过程;

[0059] 一得到的配置可以与诸如公知的最早到期日(EDD)的任何基于最后期限的调度器结合工作,或者对于具有用户依赖和时间依赖的信道条件的无线网络,与考虑最后期限和信道状态的调度器结合工作;

[0060] 一构架可被应用于包括满足以下条件的通信情况的各种通信技术:

[0061] a) 分组源和调度节点被同步(例如,通过 GPS),

[0062] b) 每个分组包含时间戳,

[0063] c) 调度部件能够读取到达时的分组时间戳和它们的离开时的绝对时间,

[0064] d) 路径的下游段仅包含播出缓冲器加上可在线测量(例如,由于 H-ARQ 重新传输导致的延迟)和 / 或估计(例如,传播和处理延迟)的附加延迟。

[0065] 因此,可在以上的假设下通过协调的点对多点调度在任何接入网络中实现各种实施例。

附图说明

[0066] 现在仅作为例子参照包含的附图描述本发明,其中,

- [0067] 图 1 已在上面被描述；
- [0068] 图 2 表示示例性通信情况；
- [0069] 图 3 是实施例的框图；
- [0070] 图 4 是实施例的操作的时序图。

具体实施方式

[0071] 在以下的描述中,给出大量的特定的细节,以提供实施例的彻底的理解。可以在没有特定的细节中的一个或更多个的情况下或者通过其它的方法、部件、材料等实施实施例。在其它的情况下,为了避免混淆实施例的各方面,不详细显示或描述公知的结构、材料或动作。

[0072] 在本说明书中,提到“一个实施例”或“实施例”意味着,在至少一个实施例中包括关于该实施例描述的特定的特征、结构或特性。因此,在本说明书的各位置上出现短语“在一个实施例中”或“在实施例中”未必均指的是同一实施例。并且,可以在一个或更多个实施例中以任何适当的方式组合特定的特征、结构或特性。

[0073] 这里提供的标题仅是为了方便,并且不解释实施例的范围或意思。

[0074] 图 2 表示示例性实施例,其中,通过 RTP 协议在两个 LTE 移动装置 UE1 和 UE2 之间传输在数据分组中组织的声音流。

[0075] 在考虑的实施例中,第一移动装置 UE1 向通过通信网络 N 与移动装置 UE2 相关的基站 BS (即, LTE 网络中的 eNodeB) 发送数据。

[0076] 每个数据分组可包含 n 个声音帧,并且,每个分组可通过 m 个协议数据单元(PDU)传输。并且,m 的值可对于不同的连接不同,并且可随时间改变,例如,当来自 HARQ 处理的反馈表示重新传输的数量明显增加/减少时。m 的值也可被固定并且在设置时被预先配置。

[0077] 为了有利于理解描述,将首先提出一些简化的假定;但是,通过进一步阅读说明书可以理解,这些假定决不是强制的。特别地,假定每个 RTP 分组仅包含一个声音帧,并且,不在 eNodeB 上分割声音分组,使得一个 PDU 包含一个声音帧。

[0078] 在考虑的实施例中,在创建时利用帧产生时间将分组加时间戳,其中, $g_{i,k}$ 是第 i 个会话突峰中的第 k 个分组的产生时间,其中 $i, k \geq 0$ 并且 $a_{i,k}$ 是 eNodeB 处的到达时间。

[0079] 分组可在网络 N 中累积可变延迟,并且,一些分组也可以无次序地丢弃和/或传输。

[0080] 图 3 表示根据本发明的基站 BS 的可能的实现的框图。

[0081] 在考虑的实施例中,当分组在时间 $a_{i,k}$ 到达基站 BS 时,它们在控制模块 200 处被分配最后期限 $d_{i,k}$ 。

[0082] 以分配的最后期限 $d_{i,k}$ 从控制模块 200 出来的分组然后通过调度器 S 被调度,由于这些分组可能在接收器缓冲器处丢弃,因此传输它们只会浪费无线电资源,所以该调度器 S 可考虑它们的最后期限,使得如果它们在 eNodeB 队列中的逗留时间超过它们的最后期限 $d_{i,k}$,则调度器 S 可以丢弃分组。

[0083] 在考虑的实施例中,调度器 S 包含存储各数据流的数据分组的多个队列 SQ。例如,可通过先入先出(FIFO)存储器实现队列 SQ。随后,调度模块 SM 决定将传输或丢弃哪个分

组。例如,在考虑的实施例中,如果分组的调度的传输时间 $t_{i,k}$ 超过分组的最后期限 $d_{i,k}$, 即, $t_{i,k} > d_{i,k}$, 则包将被丢弃。

[0084] 在各种实施例中,通过 H-ARQ 过程应对在时间 $t_{i,k}$ 由调度器 S 对于传输选择的分组,并且,在可测量的延迟 $d_{i,k}$ 之后,对于在移动装置 UE2 处的播出是可用的。

[0085] 在考虑的实施例中,延迟 $d_{i,k}$ 包含该分组的可能的 H-ARQ 重新传输和空气接口和移动节点中的物理延迟的估计,它们通常是基本恒定的。

[0086] 在各种实施例中,估计的延迟 d_l 被设定如下:

$$[0087] \quad d_l = T_{\text{proc}} + T_{\text{ow}} + (m-1) \cdot T_{\text{HARQ}} \quad (3)$$

[0088] 这里, T_{proc} 代表接收器处的物理和 MAC 层上的处理延迟的估计, T_{ow} 是通过下行链路段发送 PDU 的时间(即,从 H-ARQ 过程向接收器传输分组所花费的时间,其中不包括 ACK/NACK 产生和报告), T_{HARQ} 是 H-ARQ 传输循环的时间, m 是对于分组考虑的传输的数量。

[0089] 除了延迟 $d_{i,k}$ 以外,分组在声音样本在时间 $p_{i,k}$ 被播出之前经受的仅有的进一步的延迟是接收器处的播出缓冲器的一个。

[0090] 因此,接收器播出缓冲器处的到达时间 $q_{i,k}$ 为:

$$[0091] \quad q_{i,k} = t_{i,k} + d_{i,k} \quad (4)$$

[0092] 并且,帧 i 的总网络延迟可被定义为:

$$[0093] \quad \delta_{i,k} = q_{i,k} - g_{i,k} \quad (5)$$

[0094] 在各种实施例中, $\delta_{i,k}$ 的次序作为输入被馈送到能够确定最后期限 $d_{i,k}$ 的仿真的播出缓冲器 B。特别地,仿真的最佳播出缓冲器 B 仿真移动装置 UE2 的播出缓冲器,并且,其目的是识别最佳播出时刻 po_i 应是什么的后验性(即,一旦会话突峰 i 结束),即,保证该会话突峰的最高 MOS 的一个。

[0095] 在考虑的实施例中,最后期限 $d_{i,k}$ 被计算如下:

$$[0096] \quad d_{i,k} = po_i - (a_{i,k} - g_{i,k}) - d_l \quad (6)$$

[0097] 这里, po_i 是第 i 个会话突峰的接收器处的估计的播出延迟,其中,播出延迟被定义为会话突峰中的任何成功播放的分组的产生和播出时间之间的间隔, d_l 是由于接收器处的无线接口和处理导致的延迟的估计(由其播出缓冲器产生的延迟以外的延迟)。

[0098] 然后使用具有 $0 \leq j \leq i$ 的过去的最佳播出延迟 po_j 的历史来推断即将到来的会话突峰的新播出延迟 po_{i+1} 。

[0099] 在各种实施例中,使用非因果的最佳回放算法。具体而言,在各种实施例中,播出缓冲器等待给定的会话突峰的整组的帧到达调度器并被传输(或丢弃),并然后基于到达、传输和丢弃的模式选择回放延迟,已经根据该回放延迟实现了最佳可能的语音质量。包括这种最佳播出缓冲器的目的是,预测更聪明的自适应播出缓冲算法会做什么。例如,这允许延迟早期的分组和/或丢弃具有较低的被播出机会的分组。

[0100] 在各种实施例中,通过通过基站 BS 中的处理器执行的软件代码部分实现控制模块 200 和仿真的缓冲器 B。但是,也可以以专用数字电路的形式实现模块。

[0101] 图 4 表示包括具有在时间时刻 $g_{i,1}$ 、 $g_{i,2}$ 、 $g_{i,3}$ 、 $g_{i,4}$ 和 $g_{i,5}$ 处以相等的时间差 P 产生的五个 VoIP 帧的会话突峰的传输相 400、缓冲相 402 和播出相 404 的示例性情形。

[0102] 在考虑的实施例中,会话突峰 i 的第 k 个帧在时间 $p_{i,k}$ 被(虚拟地)传递到解码器,即被播出,并且实际播放的会话突峰中的所有分组的播出延迟 po_i 被假定为是恒定的,即,

对于实际播放的每个 $k, j, p_{i,k} - p_{i,j} = g_{i,k} - g_{i,j}$ 。

[0103] 在不损失一般性的情况下,可以假定对于由于网络丢失的每个帧 $i, q_{i,k} = \infty$ 。类似地,可以假定接收器的播出缓冲器直接舍弃太晚接收的所有帧,即具有 $\delta_{i,j} > po_i$ 的所有分组,这意味着不管 po_i 的值如何,具有 $\delta_{i,j} = q_{i,k} = \infty$ 的所有帧被舍弃。由播出缓冲器舍弃的帧有助于被定义为舍弃帧的数量与会话突峰中的帧的数量之间的比率的损失率 L_i 。

[0104] 在图 4 的例子中,由于除第一个以外的所有帧被“及时”接收,因此, $L_i = 1/5$ 。

[0105] 因此,播出缓冲器 B 的自由度是播出延迟 po_i 。

[0106] 在各种实施例中,基于考虑 QoS 和 / 或 QoE 准则的 MOS 函数确定最佳播出延迟 $po_i^{opt} \in \{\delta_{i,j}\}$ 。例如,在考虑的实施例中, po_i^{opt} 的值被计算为将 R 因子最大化的可能的播出延迟的值。但是,本领域技术人员可以理解,用于计算最佳播出延迟 po_i^{opt} 的实际公式可依赖于使用的特定的编解码器。

[0107] 在各种实施例中,通过合并这里描述的式(1)和(2)并对于恶化 I_d 使用 Atzori 等的文章的式(2),来计算值 po_i^{opt} :

$$[0108] \quad R = R_0 - I_s - [0.024 \cdot po_i + 0.11 \cdot (po_i - 177.3) \cdot 1_{\{po_i \geq 177.3\}}]$$

$$[0109] \quad - I_e - (95 - I_e) \cdot P_{pl} / (P_{pl} + B_{pl}) + A$$

[0110] 在各种实施例中,式(7)中的分组损失概率 P_{pl} 由下式替代:

[0111]

$$P_{pl} = \frac{\sum_{k=1}^{N_i} 1_{\{\delta_{k,i} > po_i\}}}{N_i} \quad (8)$$

[0112] 这里, N_i 是第 i 个会话突峰中的分组的数量(可例如通过检查次序号来测量),符号 $1_{(x)}$ 意思是,如果 x 成立,则结果为 1,否则为 0。因此,总和提供具有大于 po_i 的延迟 $\delta_{k,i}$ 的第 i 个会话突峰中的分组,即在网络内(即, $\delta_{k,i} = +\infty$)或在播出缓冲器自身处(即, $\delta_{k,i} > po_i$) 丢弃的分组的计数。

[0113] 因此,式(7)可写为:

$$[0114] \quad R = R_0 - I_s - [0.024 \cdot po_i + 0.11 \cdot (po_i - 177.3) \cdot 1_{\{po_i \geq 177.3\}}]$$

$$[0115] \quad - I_e - (95 - I_e) \cdot \left(\frac{\sum_{k=1}^{N_i} 1_{\{\delta_{k,i} > po_i\}}}{N_i} \right) / \left(\frac{\sum_{k=1}^{N_i} 1_{\{\delta_{k,i} > po_i\}}}{N_i} + B_{pl} \right) + A$$

(9)

[0116] 本领域技术人员可以理解,上式仅是示例性的实现,并且,可以使用 R 因子的其它计算。在任意的情况下,如以上提到的那样, po_i^{opt} 可被计算为使 R 因子最大化的可能的播出延迟的值:

[0117]

$$\delta_{i,k} > po_i^{opt} = \arg \max_{po_i} \{R\} \quad (10)$$

[0118] 通常,通过 po_i 和 L_i 的非增加函数获得 MOS,并且, L_i 自身是 po_i 的非增加函数。因此,存在允许将用于会话突峰的 R 因子最大化的最佳值 po_i^{opt} 。例如,可通过在会话突峰 $\{\delta_{i,k}\}$ 中的该组可能的网络延迟中的搜索来计算这种最佳值 po_i^{opt} 。

[0119] 因此,由于播出缓冲器是在每个会话突峰的基础上设定回放点,因此它是自适应的,并且由于必须在选择回放点之前获知所有语音帧的延迟,因此它是非因果的。

[0120] 在各种实施例中,使用最佳播出缓冲器如下:

[0121] 一在会话突峰 i 之后,计算最佳播出延迟 po_i^{opt} ,

[0122] 一然后,使用指数平均来推断下一会话突峰($i+1$)的可能的播出延迟:

[0123] $po_{i+1} = \alpha \cdot po_i + (1 - \alpha) \cdot po_i^{opt}$,其中 $0 < \alpha < 1$ (11)

[0124] 一然后使用 po_{i+1} 来根据式(6)设定下一会话突峰的分组的最后期限。

[0125] 因此,基于过去的历史选择播出时刻。由于此时没有估计是可用的,因此,这遗留下对于第一会话突峰选择播出延迟的问题。为了克服该问题,可对于初始值选择缺省值,其中,初始值也可基于关于呼叫终点的信息。例如,初始播出延迟的典型的缺省值可以为 200ms。此外,也试探性地优化权重参数 α 。

[0126] 如上所述,RTP 分组还可包含 n 个声音帧,其中 $n \geq 1$ 。

[0127] 各种实施例假定 RTP 时间戳指的是任意的第一(或最后一个声音帧)的产生时间。在这种情况下,可例如基于编解码器时段计算每个帧的产生时间。

[0128] 在各种实施例中,分开考虑分组最后期限和舍弃时间(目前被假定为相等)。例如,可基于第一声音帧的产生时刻计算最后期限,而分组的舍弃时间可被设定为最后一个声音帧的假定的播出时刻。这意味着,只要分组仍然承载一些有用的内容,它就可被传输。

[0129] 因此,当在播出缓冲器中插入帧时,每个帧可与正确的产生时间相关。并且,根据 RTP 分组多大以及如何在 LTE 单元中设定 PDU 长度,一个分组可以在 eNodeB 处分段几个 PDU 而结束。在这种情况下,所有的 PDU 可与同一最后期限和舍弃时间相关,并且可基于分组的最后的 PDU 的传输时间来设定分组的网络延迟。

[0130] 由于网络可丢弃分组并且不被假定为保留它们的次序,因此,有可能在基站 BS 处在时间 a_{i,k_0} 到达的会话突峰 i 的第一个分组事实上是第 k_0 个,其中 $k_0 \geq 1$ 。

[0131] 因此,各种实施例提供承载次序号的分组。以这种方式,调度器可与它们的产生时间无关地确定 k_0 个其它分组丢失。

[0132] 在各种实施例中,调度器因此直接在分组 k_0 到达时计算先前的分组的网络延迟上的下边界。这些分组因此不可避免地具有比已在系统中排列的分组更早的最后期限。

[0133] 在各种实施例中,调度器尝试重新排列 PDU。例如,如果分组 $k < k_0$ 到达,那么可以在后面的分组之前在缓冲器中放置相关的 PDU。

[0134] 由于这对于使用 FIFO 存储器作为缓冲器的调度器可能是不可行的,因此,相关的 PDU 可以以 FIFO 次序被放置,但是,具有根据式(6)计算的它们的正确的最后期限和舍弃时间。在这种情况下,最后期限对于相同的流非单调地增加。但是,这将不影响调度,并且,如果后面的分组在它们的最后期限之前被很好地传输,那么仍存在用于传输更早的分组的空闲。

[0135] 以上描述的示例性方案区分会话突峰。对于大多数—如果不是全部的话—编解码器,分组产生时段是恒定的,这使得这种任务十分容易。事实上,RTP 分组承载时间戳和序号二者。因此,对于在安静时段期间不产生和发送任何信息的那些编解码器,能够观察到,在基站 BS 处相继到达的、承载序号 k_1 、 k_2 并具有产生时间戳的任何两个分组,使得具有 $ts(k_2) > ts(k_1) + P \cdot (k_2 - k_1)$ 的会话突峰 ts 确信地属于不同的会话突峰。在实际的情况下,

可向以上的不等式的右侧添加安全余量(即,一个周期),以应对抖动源。

[0136] 相反,由于一串连续损失可能被误认为安静周期,因此,应当仅后验地,即当新的会话突峰开始时估计安静周期。

[0137] 对于在安静周期中不发送减少的信息的那些编解码器,可立即通过检查分组尺寸来检测安静周期。

[0138] 可通过分类网络延迟并对于每个可能的网络延迟计算 R 因子,来执行最佳播出延迟的计算。假定会话突峰中的 M 个分组,这会导致时间开销 $O(M)$ 。虽然在实际的情况下可能不希望 M 是非常大的数(平均会话突峰长度是 1s 的量级),但是也可在不依赖于该假定的情况下限制时间开销。

[0139] 例如,网络延迟可在相当粗的分辨率,即 10ms 下被量化,这通常不引入显著的质量劣化。

[0140] 并且,作为存储所有可能的网络延迟的替代,可以使用有限数量的 $B+1$ 个整数延迟计数器。

[0141] 例如,在各种实施例中,具有 $0 \leq i \leq B-1$ 的计数器 i 与等于 $[i \cdot Q+C, (i+1) \cdot Q+C]$ 的网络延迟范围有关,其中, Q 是量化间隔, C 是可沿路径被设为固定延迟分量的延迟偏移,条件是后者是已知的(否则, C 也可作为安全估计被设为零)。

[0142] 相反,最后的计数器,即第 B 个计数器可与延迟范围 $[B \cdot Q+C, \infty]$ 有关。

[0143] 以这种方式,不管分组什么时候到达最佳播出缓冲器,相关的计数器都可在恒定的时间上增加,并且,成本降低到 $O(B)$ 。事实上,当延迟被分成 Q 个桶(例如,具有 $0 \sim 10\text{ms}$ 、 $11 \sim 20\text{ms}$ 、 $21 \sim 30\text{ms}$ 等的延迟范围的桶)时,具有给定延迟的分组的到达可立即与各桶相关联。因此,不必扫描可能的延迟的阵列,而仅需要单个操作。因此,执行该操作所需要的时间对于所有可能的延迟是恒定的。

[0144] 例如,在量化间隔被设为 10ms 并且最大延迟为 500ms 的情况下, B 会为 50,这是相当负担得起的。

[0145] 一般地,桶延迟范围不需要具有相同的尺寸,和 / 或也可随时间改变。事实上,渐进的延迟范围可以是可行的方案,特别是对于长范围的呼叫。

[0146] 此外,可通过随着连接进展检查延迟分布,来动态估计用于流的 Q 和 C 的最佳值。这可进一步减少计算最佳播出延迟所需要的操作的量。

[0147] 如上所述,为了选择哪些 PDU 要传输,可利用考虑最后期限的任何调度器来使用这里描述的解决方案。例如,可以使用公知的最早到期(EDD)算法。

[0148] 但是,在移动性是关键的要求并且信道条件快速改变的蜂窝式网络中,先进的调度器也考虑诸如从移动用户反馈的信道质量的其它信息。例如,对于 UMTS 高速分组接入设计的混合信道知晓和实时(HY-CART)调度器根据通过混合信道和最后期限信息计算的用户的优先级将用户分类。在这种情况下,这里描述的解决方案的角色可提供有意义的最后期限,这还允许直接在调度器中进行更好的决定。

[0149] 在不侵害本发明的基本原理的情况下,在不背离由所附的权利要求书限定的本发明的范围的情况下,细节和实施例可以相对于仅作为例子描述的改变,甚至相当大地改变。

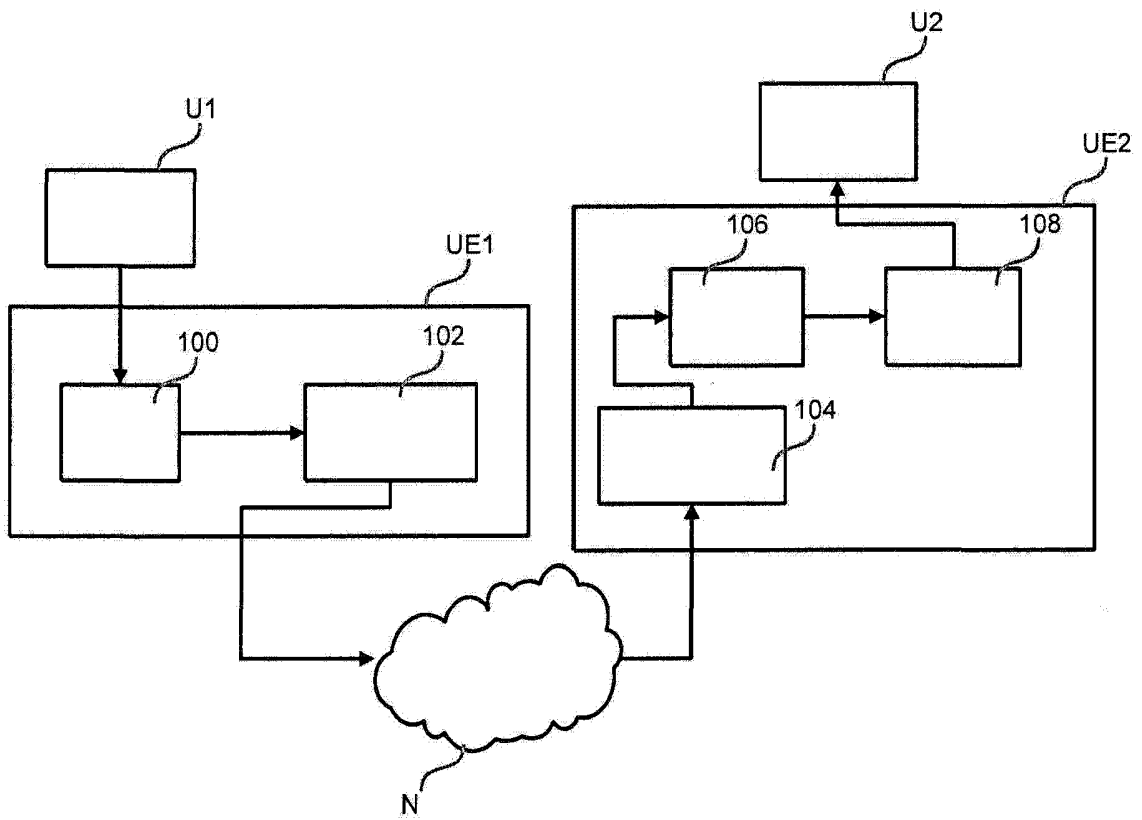


图 1

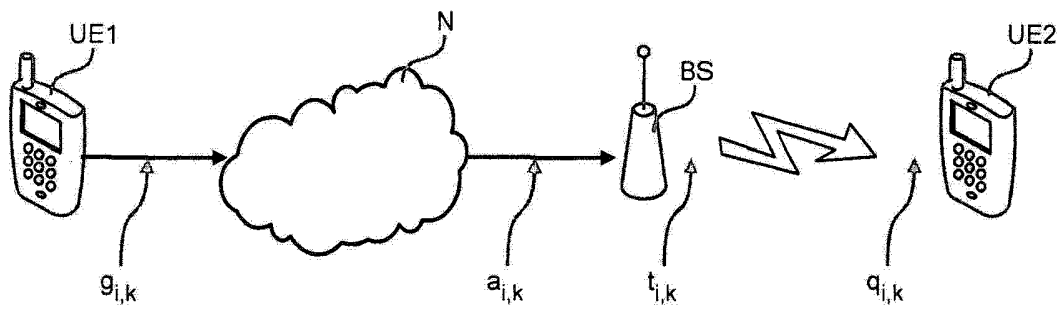


图 2

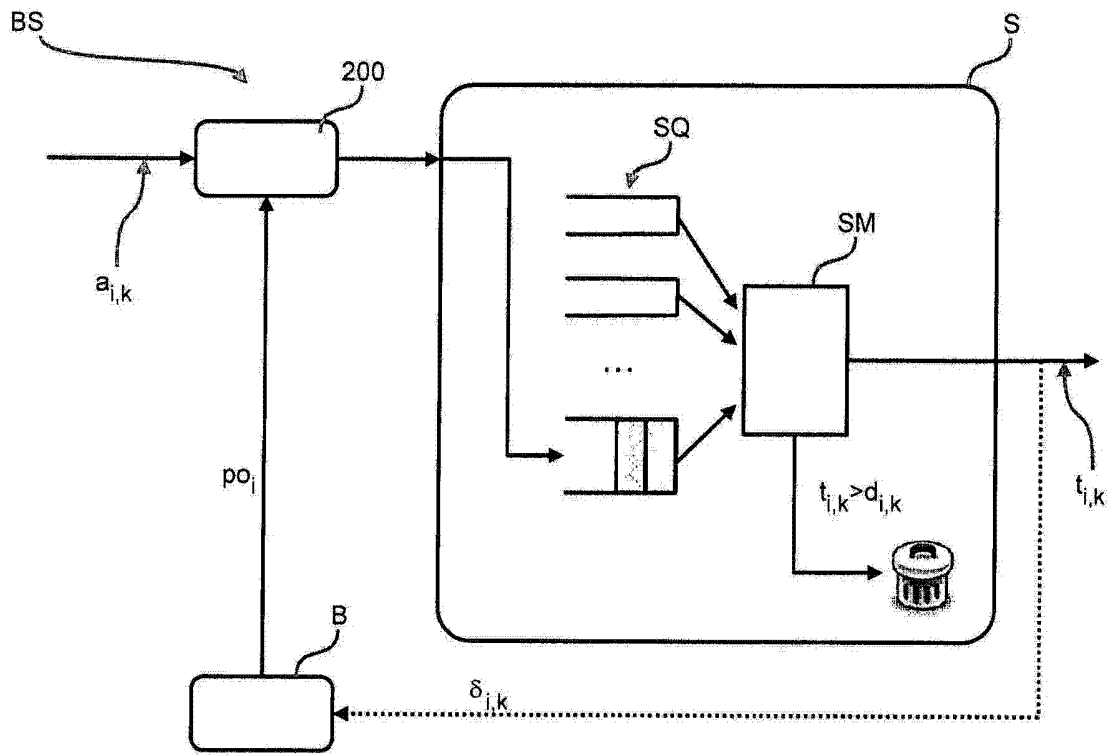


图 3

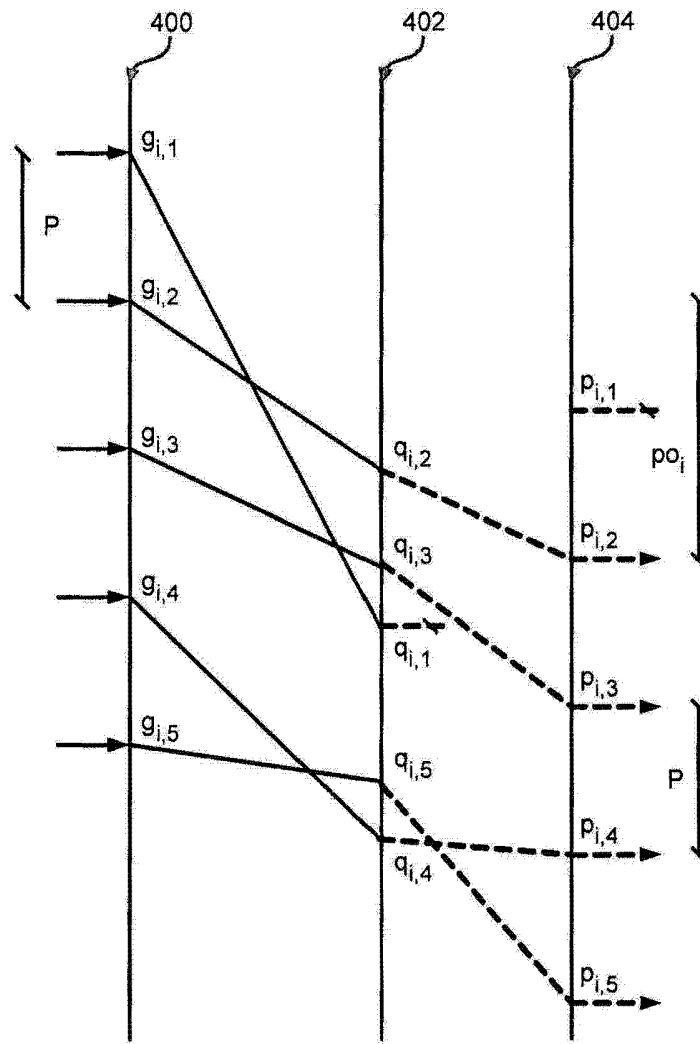


图 4