



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106537855 B

(45)授权公告日 2018.05.25

(21)申请号 201580039006.2

(22)申请日 2015.07.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106537855 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(30)优先权数据
62/030,513 2014.07.29 US
14/811,491 2015.07.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.01.18

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/042654 2015.07.29

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/019015 EN 2016.02.04

(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 格尔特·范德奥维拉
穆哈默德·扎伊·科班

马尔塔·卡切维奇

尼古拉·康拉德·梁

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 宋献涛

(51)Int.Cl.

H04L 12/801(2013.01)

H04L 12/825(2013.01)

H04L 12/841(2013.01)

H04L 12/853(2013.01)

(56)对比文件

US 2008239953 A1,2008.10.02,

CN 101002192 A,2007.07.18,

CN 101582852 A,2009.11.18,

WO 2014031106 A1,2014.02.27,

Ericsson.Requirements for end-to-end video rate adaptation.《3GPP TSG-SA4 Meeting #79 S4-140686》.2014,

审查员 郭风顺

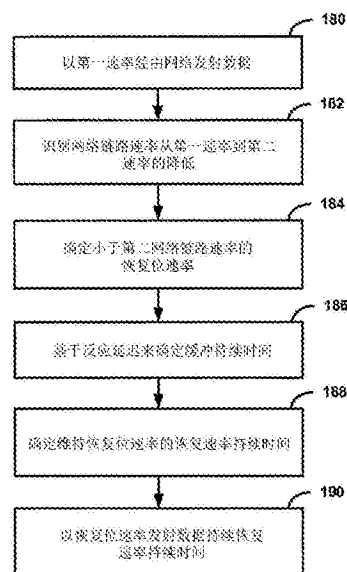
权利要求书4页 说明书21页 附图11页

(54)发明名称

减少视频电话中的延迟

(57)摘要

在实例中,一种处理数据的方法包含:以第一位速率经由网络发射数据;识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率到第二网络链路速率的降低;以及响应于识别到所述网络链路速率的所述降低,确定经由所述网络发射所述数据的恢复位速率,其中所述恢复位速率小于所述第二网络链路速率。所述方法还包含:基于所述网络链路速率的所述降低的所述识别的时间与所述网络链路速率的所述降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间;以及基于所述恢复位速率和所述缓冲持续时间来确定其间以所述恢复位速率发射所述数据的恢复速率持续时间。



1. 一种处理包含经编码视频数据的数据的方法,所述方法包括:

以第一位速率 R_0 经由网络发射数据;

识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率 R_0 到第二网络链路速率 R_1 的降低;

实施传输位速率的降低,其包括:

响应于识别到所述网络链路速率的所述降低,通过确定 $R_u = (1 - f_u) \times R_1$ 来确定经由所述网络发射所述数据的恢复位速率 R_u ,其中下冲因子 $f_u = (R_0 - R_1) / R_0$,其中所述恢复位速率小于所述第二网络链路速率;

基于所述链路速率的所述降低的所述识别的时间与所述网络链路速率的所述降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间;

基于所述缓冲持续时间、所述网络的所述降低的量值 $R_0 - R_1$ 和所述下冲因子 f_u 来确定其间以所述恢复位速率发射所述数据的恢复速率持续时间;以及

其中实施所述传输位速率的降低进一步包括通过执行速率控制以使所述数据的所述位速率降低到所述恢复位速率并持续所述所确定的恢复速率持续时间来实施使所述传输位速率降低到所述恢复位速率并持续所确定的恢复速率持续时间。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中基于以下表达式来确定所述恢复速率持续时间:

$$\Delta T_u = \Delta T (R_0 - R_1) / (f_u R_1)$$

其中 ΔT_u 表示所述恢复速率持续时间、 ΔT 表示所述缓冲持续时间、 R_0 表示所述第一网络链路速率、 R_1 表示所述第二网络链路速率,且 f_u 表示基于所述网络链路速率的所述降低的所述下冲因子。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中确定所述恢复位速率包括确定大于最小位速率的恢复位速率,所述最小位速率是基于经配置以编码所述数据的编码器的编码位速率。

4. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:

在所述恢复速率持续时间期间发射所述数据时,识别所述网络链路速率从所述第二网络链路速率到第三网络链路速率的增加;以及

响应于识别到所述网络链路速率的所述增加,使所述恢复位速率增加到高于所述恢复位速率的位速率。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中确定所述缓冲持续时间包括基于往返时间RTT数据、与从接收器装置到发送器装置的下行链路延迟相关联的数据、与速率控制反应延迟相关联的数据、与拥塞控制的反应延迟相关联的数据,或与消息产生延迟相关联的数据中的至少一者来确定所述缓冲持续时间。

6. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:

接收指示从发送器装置到接收器装置的正向信道的所估计最大位速率的数据,在所述发送器装置与所述接收器装置之间发射所述数据;

接收指示接收质量反馈的数据;以及

其中确定所述缓冲持续时间包括基于指示所述所估计最大位速率的所述数据以及指示所述接收质量反馈的所述数据来确定所述缓冲持续时间。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中接收指示所述所估计最大位速率的所述数据包括接收临时最大媒体流位速率请求TMMBR消息,且其中接收指示所述接收质量反馈的所述数据包括接收接收器报告RR消息。

8. 根据权利要求6所述的方法, 其中接收指示所述所估计最大位速率的所述数据以及接收指示所述接收质量反馈的所述数据包括接收包含指示所述所估计最大位速率的所述数据以及指示所述接收质量反馈的所述数据的单个消息。

9. 根据权利要求6所述的方法, 其中基于指示所述所估计最大位速率的所述数据以及指示所述接收质量反馈的所述数据来确定所述缓冲持续时间包括确定将第一消息发送到接收器装置的时间与接收到指示所述所估计最大位速率的所述数据以及指示所述接收质量反馈的所述数据的时间之间的差。

10. 一种用于处理包含经编码视频数据的数据的装置, 所述装置包括:

存储器, 其经配置以存储数据; 以及

一或多个处理器, 所述一或多个处理器经配置以:

以第一位速率 R_0 经由网络发射所述数据;

识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率 R_0 到第二网络链路速率 R_1 的降低;

实施传输位速率的降低, 其包括:

响应于识别到所述网络链路速率的所述降低, 通过确定 $R_u = (1 - f_u) \times R_1$ 来确定经由所述网络发射所述数据的恢复位速率 R_u , 其中下冲因子 $f_u = (R_0 - R_1) / R_0$, 其中所述恢复位速率小于所述第二网络链路速率;

基于所述链路速率的所述降低的所述识别的时间与所述网络链路速率的所述降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间;

基于所述缓冲持续时间、所述网络的所述降低的量值 $R_0 - R_1$ 和所述下冲因子 f_u 来确定其间以所述恢复位速率发射所述数据的恢复速率持续时间; 以及

其中实施所述传输位速率的降低进一步包括通过执行速率控制以使所述数据的所述位速率降低到所述恢复位速率并持续所述所确定的恢复速率持续时间来实施使所述传输位速率降低到所述恢复位速率并持续所确定的恢复速率持续时间。

11. 根据权利要求10所述的装置, 其中基于以下表达式来确定所述恢复速率持续时间:

$$\Delta T_u = \Delta T (R_0 - R_1) / (f_u R_1)$$

其中 ΔT_u 表示所述恢复速率持续时间、 ΔT 表示所述缓冲持续时间、 R_0 表示所述第一网络链路速率、 R_1 表示所述第二网络链路速率, 且 f_u 表示基于所述网络链路速率的所述降低的所述下冲因子。

12. 根据权利要求10所述的装置, 其中为了确定所述恢复位速率, 所述一或多个处理器经配置以确定大于最小位速率的恢复位速率, 所述最小位速率是基于经配置以编码所述数据的编码器的编码位速率。

13. 根据权利要求10所述的装置, 其中所述一或多个处理器进一步经配置以:

在所述恢复速率持续时间期间发射所述数据时, 识别所述网络链路速率从所述第二网络链路速率到第三网络链路速率的增加; 以及

响应于识别到所述网络链路速率的所述增加, 使所述恢复位速率增加到高于所述恢复位速率的位速率。

14. 根据权利要求10所述的装置, 其中为了确定所述缓冲持续时间, 所述一或多个处理器经配置以基于以下各项中的至少一者来确定所述缓冲持续时间: 往返时间RTT数据、与从接收器装置到发送器装置的下行链路延迟相关联的数据、与速率控制反应延迟相关联的数

据、与拥塞控制的反应延迟相关联的数据,或与消息产生延迟相关联的数据。

15. 根据权利要求10所述的装置,其中所述一或多个处理器进一步经配置以:

接收指示从发送器装置到接收器装置的正向信道的所估计最大位速率的数据,在所述发送器装置与所述接收器装置之间发射所述数据;

接收指示接收质量反馈的数据;以及

其中为了确定所述缓冲持续时间,所述一或多个处理器经配置以基于指示所述所估计最大位速率的所述数据以及指示所述接收质量反馈的所述数据来确定所述缓冲持续时间。

16. 根据权利要求15所述的装置,其中为了接收指示所述所估计最大位速率的所述数据,所述一或多个处理器经配置以接收临时最大媒体流位速率请求TMMBR消息,且其中为了接收指示所述接收质量反馈的所述数据,所述一或多个处理器经配置以接收接收器报告RR消息。

17. 根据权利要求15所述的装置,其中为了接收指示所述所估计最大位速率的所述数据,且接收指示所述接收质量反馈的所述数据,所述一或多个处理器经配置以接收包含指示所述所估计最大位速率的所述数据和指示所述接收质量反馈的所述数据的单个消息。

18. 根据权利要求15所述的装置,其中为了基于指示所述所估计最大位速率的所述数据以及指示所述接收质量反馈的所述数据来确定所述缓冲持续时间,所述一或多个处理器经配置以确定将第一消息发送到接收器装置的时间与接收到指示所述所估计最大位速率的所述数据和指示所述接收质量反馈的所述数据的时间之间的差。

19. 根据权利要求10所述的装置,其中所述装置包括以下各项中的至少一者:

集成电路;

微处理器;或

无线通信装置。

20. 一种用于处理包含经编码视频数据的数据的设备,所述设备包括:

用于以第一位速率 R_0 经由网络发射数据的装置;

用于识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率 R_0 到第二网络链路速率 R_1 的降低的装置;

用于实施传输位速率的降低的装置,其包括:

用于响应于识别到所述网络链路速率的所述降低,通过确定 $R_u = (1 - f_u) \times R_1$ 来确定经由所述网络发射所述数据的恢复位速率 R_u 的装置,其中下冲因子 $f_u = (R_0 - R_1) / R_0$,其中所述恢复位速率小于所述第二网络链路速率;

用于基于所述链路速率的所述降低的所述识别的时间与所述网络链路速率的所述降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间的装置;

用于基于所述缓冲持续时间、所述网络的所述降低的量值 $R_0 - R_1$ 和所述下冲因子 f_u 来确定其间以所述恢复位速率发射所述数据的恢复速率持续时间的装置;以及

其中用于实施所述传输位速率的降低的装置进一步包括用于通过执行速率控制以使所述数据的所述位速率降低到所述恢复位速率并持续所述所确定的恢复速率持续时间来实施使所述传输位速率降低到所述恢复位速率并持续所确定的恢复速率持续时间的装置。

21. 一种上面存储有指令的非暂时性计算机可读媒体,所述指令在被执行时致使一或多个处理器:

以第一位速率 R_0 经由网络发射数据；

识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率 R_0 到第二网络链路速率 R_1 的降低；

实施传输位速率的降低，其包括：

响应于识别到所述网络链路速率的所述降低，通过确定 $R_u = (1 - f_u) \times R_1$ 来确定经由所述网络发射所述数据的恢复位速率 R_u ，其中下冲因子 $f_u = (R_0 - R_1) / R_0$ ，其中所述恢复位速率小于所述第二网络链路速率；

基于所述链路速率的所述降低的所述识别的时间与所述网络链路速率的所述降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间；

基于所述缓冲持续时间、所述网络的所述降低的量值 $R_0 - R_1$ 和所述下冲因子 f_u 来确定其间以所述恢复位速率发射所述数据的恢复速率持续时间；以及

其中实施所述传输位速率的降低进一步包括通过执行速率控制以使所述数据的所述位速率降低到所述恢复位速率并持续所述所确定的恢复速率持续时间来实施使所述传输位速率降低到所述恢复位速率并持续所确定的恢复速率持续时间。

减少视频电话中的延迟

[0001] 本申请案主张2014年7月29日申请的第62/030,513号美国临时申请案的权益,所述申请案的全部内容以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0002] 本发明涉及视频数据的处理。

背景技术

[0003] 视频电话(VT)涉及运载音频和视频数据的包的实时通信。VT装置包含从视频捕获装置(例如摄像机或视频存档)获得视频的视频编码器,且产生视频包。类似地,VT装置中的音频编码器从例如麦克风或语音合成器等音频捕获装置获得音频并且产生音频包。将所述视频包和音频包放入无线电链路协议(RLP)队列中。媒体接入控制(MAC)层单元从RLP队列的内容产生媒体接入控制(MAC)层包。将MAC层包转换成物理(PHY)层包,以在通信信道上发射到另一VT装置。

[0004] 在移动VT应用中,VT装置经由从基站到作为无线终端的VT装置的无线前向链路(FL)(或“下行链路”)接收物理层包。VT装置经由无线反向链路(RL)(或“上行链路”)将PHY层包发射到基站。每一VT装置包含PHY和MAC层以转换接收到的PHY和MAC层包,且将包有效负载重新组合到音频包和视频包中。VT装置内的视频解码器对所述视频数据进行解码,以供经由显示装置呈现给用户。VT装置内的音频解码器对所述音频数据进行解码,以用于经由音频扬声器输出。

发明内容

[0005] 本发明的技术涉及基于网络条件确定用于编码数据的位速率。举例来说,本发明的各方面涉及响应于网络链路速率的降低,将发送位速率(也简称为速率)从第一速率降低为第二速率。根据本发明的方面,在识别到网络链路速率的降低后,发送器装置可使发送速率降低到低于第二网络链路速率的减小的速率,(例如)下冲所述第二网络链路速率。所述发送器装置可在基于减小的速率且基于识别网络链路速率的降低与对网络链路速率的降低作出反应之间的持续时间的持续时间内,使发送速率维护在减小的速率,在所述时间周期期间,在所述发送器装置处或在与所述网络相关联的另一装置处缓冲数据。以此方式,所述发送器装置可相对快速地以网络链路速率减少在减小期间已缓冲的数据的量,而不过度影响用户体验。

[0006] 本发明的方面还涉及在其中不完全利用网络链路速率的实例中增加发送速率。举例来说,根据本发明的方面,一种接收器装置可基于在安排数据播出的时间之前在接收器装置处接收到的所述数据,来确定网络链路速率未充分利用。接收器装置可基于接收到数据的时间与安排所述数据播出的时间之间的时间差来确定可允许的过多延迟参数。接收器装置可根据可允许的过多延迟参数来确定发送速率增加。在一些情况下,接收器装置可将发送速率增加的指示发射到发送器装置,使得所述发送器装置可更好地利用网络链路速

率,而不超过所述网络链路速率。

[0007] 在实例中,一种处理数据的方法包含:经由网络以第一位速率发射数据;识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率到第二网络链路速率的降低;响应于识别到网络链路速率的降低,确定经由网络发射数据的恢复位速率,其中所述恢复位速率小于第二网络链路速率;基于识别到网络链路速率的降低的时间与网络链路速率的降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间;以及基于所述恢复位速率和缓冲持续时间,确定其间以恢复位速率发射所述数据的恢复速率持续时间。

[0008] 在另一实例中,一种处理数据的装置包含:存储器,其经配置以存储数据;以及一或多个处理器,所述一或多个处理器经配置以:经由网络以第一位速率发射所述数据;识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率到第二网络链路速率的降低;响应于识别到网络链路速率的降低,确定经由所述网络发射所述数据的恢复位速率,其中所述恢复位速率小于第二网络链路速率;基于识别到网络链路速率的降低的时间与网络链路速率的降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间;且基于所述恢复位速率和所述缓冲持续时间,来确定其间以恢复位速率发射所述数据的恢复率持续时间。

[0009] 在另一实例中,一种用于处理数据的设备包含:用于经由网络以第一位速率发射数据的装置;用于识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率到第二网络链路速率的降低的装置;用于响应于识别到网络链路速率的降低而确定经由所述网络发射数据的恢复位速率的装置,其中所述恢复位速率小于第二网络链路速率;用于基于识别到网络链路速率的降低的时间与网络链路速率的降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间的装置;以及用于基于所述恢复位速率和所述缓冲持续时间来确定其间以所述恢复位速率来发射所述数据的恢复率持续时间的装置。

[0010] 在另一实例中,一种非暂时性计算机可读媒体上面存储有指令,所述指令在被执行时,致使一或多个处理器:经由网络以第一位速率发射数据;识别所述网络的网络链路速率从第一网络链路速率到第二网络链路速率的降低;响应于识别到所述网络链路速率的降低,确定经由所述网络发射所述数据的恢复位速率,其中所述恢复位速率小于所述第二网络链路速率;基于识别到网络链路速率的降低的时间与网络链路速率的降低的所估计实际时间之间的差来确定缓冲持续时间;且基于所述恢复位速率和所述缓冲持续时间来确定其间以所述恢复位速率发射所述数据的恢复率持续时间。

[0011] 在另一实例中,一种处理数据的方法包含:通过接收器装置,基于接收器装置接收到所接收数据的时间与安排所述接收到的数据播出的时间之间的差,来确定可允许的过多延迟参数,其中所述可允许的过多延迟参数指示发送器装置与接收器装置之间的信道可支持的延迟的量;通过接收器装置,基于所述所确定的可允许的过多延迟参数,确定用于增加将从所述发送器装置向接收器装置发送数据的位速率的发送器位速率增加;以及将所述发送器位速率增加的指示发射到所述发送器装置。

[0012] 在另一实例中,一种用于处理数据的接收器装置包含:存储器,其经配置存储数据;以及一或多个处理器,其经配置以:基于接收器装置接收到所述数据的时间与安排所述数据播出的时间之间的差,来确定可允许的过多延迟参数,其中所述可允许的过多延迟参数指示发送器装置与接收器装置之间的信道可支持的延迟的量;基于所述所确定的可允许的过多延迟参数,确定用于增加将从所述发送器装置向接收器装置发送数据的位速率的发

送器位速率增加;且将所述发送器位速率增加的指示发射到所述发送器装置。

[0013] 在另一实例中,一种用于处理数据的设备包含:用于基于接收器装置接收到所接收数据的时间与安排所述接收到的数据播出的时间之间的差来确定可允许的过多延迟参数的装置,其中所述可允许的过多延迟参数指示发送器装置与接收器装置之间的信道可支持的延迟的量;用于基于所述所确定的可允许的过多延迟参数来确定用于增加将从所述发送器装置向接收器装置发送数据的位速率的发送器位速率增加的装置;以及用于将所述发送器位速率增加的指示发射到所述发送器装置的装置。

[0014] 在另一实例中,一种非暂时性计算机可读媒体上面存储有指令,所述指令在被执行时,致使一或多个处理器:基于接收器装置接收到所述所接收数据的时间与安排所述数据播出的时间之间的差,来确定可允许的过多延迟参数,其中所述可允许的过多延迟参数指示发送器装置与接收器装置之间的信道可支持的延迟的量;基于所述所确定的可允许的过多延迟参数,确定用于增加将从所述发送器装置向接收器装置发送数据的位速率的发送器位速率增加;且将所述发送器位速率增加的指示发射到所述发送器装置。

[0015] 在附图和下文描述中陈述本发明的一或多个实例的细节。其它特征、目标和优点将从所述描述、图式以及所附权利要求书显而易见。

附图说明

[0016] 图1是说明用于视频电话 (VT) 应用的音频/视频编码和解码系统的框图。

[0017] 图2是说明可实施符合本发明的技术的视频源速率适应的视频编码系统的框图。

[0018] 图3是说明可实施符合本发明的技术的视频源速率适应的视频解码系统的框图。

[0019] 图4A和4B是说明符合本发明的技术的视频源速率适应技术的曲线图。

[0020] 图5是说明符合本发明的技术的缓冲持续时间的确定的概念图。

[0021] 图6A和6B是分别说明网络链路速率减小和对应延迟时间的曲线图。

[0022] 图7A和7B分别是说明网络链路速率减小和对应延迟时间的曲线图。

[0023] 图8是说明符合本发明的技术的用于向下切换发射数据的速率的实例过程的流程图。

[0024] 图9是说明符合本发明的技术的用于向上切换发射数据的速率的实例过程的流程图。

具体实施方式

[0025] 可经由用于进行VT会话(例如在VT装置之间发射音频和/或视频数据)的有线或无线网络来连接视频电话 (VT) 装置。处理音频和/或视频数据以发射到另一VT装置的VT装置可被称为发送器装置。同样地,处理接收到的音频和/或视频数据(例如以供呈现给VT装置的用户)的VT装置可被称为接收器装置。

[0026] 发送器装置可以特定速率(其在本文中可互换地被称作位速率)编码音频和/或视频数据。发送器装置可基于网络条件来选择所述速率。举例来说,发送器装置可基于正用于VT会话的网络所支持的最大(或近最大)网络链路速率来选择所述速率。以此方式,发送器装置可使用网络所支持的相对最高质量来准备待发送的数据,而不超过所述网络的限制。

[0027] 在一些情况下,连接VT装置的网络链路速率可变化,尤其是在经由例如Wi-Fi或蜂窝式网络等无线网络使用VT时。在一些情况下,网络设备可使用缓冲器来处置链路速率波动和/或执行队列管理。举例来说,发送器装置可包含用于在将所述数据发射到接收器装置之前缓冲经编码的音频和/或视频数据的缓冲器。网络链路速率的突然降低可导致可不利地影响VT会话的瓶颈。举例来说,当网络链路速率降低时,发送器装置累加缓冲器中的经编码视频数据,其可导致接收器装置处的VT会话中的中断和/或急动。

[0028] 发送器装置可响应于网络链路速率的降低而更改发送视频数据的速率(其在本文中可被称作发送速率,正贯穿本发明用来指代位速率的速率)。在一些实例中,发送器装置可通过改变编码音频和/或视频数据的速率来更改发送速率。然而,归因于接收器装置拥塞控制反馈延迟、从接收器装置到发送器装置的返回路径中的延迟、速率适应反应延迟或类似者,降低所述速率时可能存在反应延迟。因此,在网络链路速率的降低之后某一时间周期内,发送速率可保持显著高于网络链路速率。发送速率和网络链路速率的失配可导致瓶颈链路处增加的缓冲器等级,且因此增加的端对端延迟(或甚至丢失的包),这可不利地影响VT会话的质量体验。

[0029] 另外,即使在发送器装置响应于网络链路速率的降低而减小发送速率之后,所建立的延迟可持续一段时间。举例来说,一般来说,延迟可指数据可用于跨网络链路发射与所述数据实际上发射到所述网络的时间之间的时间。因此,延迟可与数据的缓冲相关联。举例来说,延迟的增加导致增加的缓冲器等级,因为在编码之后且在发射到所述网络之前,必须存储数据。

[0030] 取决于发送速率与瓶颈网络链路速率之间的差,发送器装置可相对缓慢地减少经缓冲数据的数量。就是说,如果降低的发送速率与网络链路速率之间的差相对较小,那么发送器装置可相对缓慢地减少所建立的延迟,且对VT会话的影响可持续。

[0031] 减少经缓冲数据的数量的一种方法是使发送速率降低到低于所估计的网络链路速率。例如使用显著低于所估计的网络链路速率的发送速率的相对保守的方法可导致链路的使用不足,以及接收器装置处的视频质量体验的总体降低。然而,此类保守方法也可相对快速地减少瓶颈链路缓冲器。相反,例如仅使发送速率降低到网络链路速率的相对积极的方法可导致链路和较高质量经编码数据的充分使用。然而,如上所述,此方法可致使数据在缓冲器中保持相对较长的时间周期。

[0032] 本发明的各方面涉及基于网络条件来确定发送速率(例如用于在发送器装置处编码音频和/或视频数据的位速率)。明确地说,所述技术包含响应于网络链路速率的降低而降低发送速率。根据本发明的方面,在识别到降低的网络链路速率后,发送器装置可即刻使发送速率降低到低于网络链路速率的速率。在一些实例中,接收器装置可请求接着由发送器装置实施的降低的发送速率。使发送速率降低到低于网络链路速率的速率可被称为下冲网络链路速率。

[0033] 所述技术还包含确定使发送速率维护在降低的速率的时间量。在一些实例中,本发明的各方面包含:基于缓冲持续时间、网络链路速率的降低的量值、速率降低因子和/或其它因素,来确定恢复速率持续时间(还被称作下冲周期),如下文更详细描述。以此方式,所述技术可用于确定最佳下冲周期。举例来说,在返回到所述网络所支持的增加的发送速率之前,发送器装置可使降低的发送速率维持仅减少经缓冲数据的数量所需的那么长时

间。所述技术可实现保守方法与上文所述的积极方法之间的平衡,使得可相对快速地减少缓冲的数据的量,而不过度影响用户体验。

[0034] 本发明的各方面还包含发信号通知与处理经编码音频和/或视频数据相关联的延迟数据。本发明的技术包含产生数据以用于确定发送器装置处的缓冲持续时间。缓冲持续时间可与实际网络链路速率的减小与检测到所述网络链路速率的减小的时间之间的延迟相关联(例如假定发送器和/或接收器装置并未立即辨识到网络链路速率的减小并对其作出反应)。在此滞后时间期间,发送器装置通常缓冲以原始发送速率准备/编码的数据,但无法以降低的网络链路速率实时(或近实时)发送所述数据。数据的缓冲在接收器装置处产生延迟,在此期间不接收数据。如上所述,可使用缓冲时间来确定在发送器装置处缓冲的数据的量和/或恢复速率持续时间。

[0035] 本发明的方面可涉及在其中不完全利用网络链路速率的实例中增加发送速率。举例来说,发送器装置可增加数据的发送速率,以增加用户体验实例的质量,其中所述发送速率小于将发送器装置链接到接收器装置的网络可支持的链路速率。增加编码数据的位速率在本文中可被称作向上切换。然而,以过大的增量向上切换发送速率可导致网络链路速率的过冲,其可以所描述的方式使用户体验降级。相反,以过小的增量向上切换发送速率可导致网络链路速率的持续下冲,这可导致所述网络链路速率可支持的较低质量用户体验。

[0036] 根据本发明的方面,一种接收器装置可基于在安排数据播出的时间之前接收到的数据来确定网络链路速率未充分利用。接收器装置可基于接收到数据的时间与安排所述数据播出的时间之间的差来确定可允许的过多延迟参数,且接收器装置可根据所述可允许的过多延迟参数来确定发送速率增加。在一些情况下,接收器装置可将发送速率增加的指示发射到发送器装置,使得发送器装置可更好地利用所述网络链路速率,而不过冲所述网络链路速率。

[0037] 因此,本发明的各方面包含用于控制源自发送器装置且经由具有时变带宽的网络信道(还被称作网络链路)发射到接收器装置的视频流的速率适应或拥塞控制技术。明确地说,所述技术包含以受控方式来向上切换视频流的平均位速率,以改进用户体验而不引入网络中的拥塞。此类速率适应技术可避免显著增加可导致丢包的端对端延迟。

[0038] 举例来说,根据本发明的方面,一种接收器装置可检查接收到的视频包,且确定所述数据对于所安排的所述数据的播出来说早、准时或太迟到达。如果所述数据比既定播出晚到达,那么接收器装置可确定网络链路速率低于发送速率(例如发送器装置处所实施的编码速率)。因此,接收器装置可将减小发送速率的请求发送到发送器装置。在一些实例中,接收器装置可请求低于网络链路速率的可持续速率(例如可用带宽)的初始速率,以允许所述系统消除网络信道的拥塞。

[0039] 在一些情况下,本文所述的技术可由用于IP多媒体子系统(IMS)(MTSI)装置的多媒体电话服务执行。举例来说,MTSI装置可使用本文所述的技术来执行位速率适应和/或拥塞控制。

[0040] 图1是说明编码和解码系统10的框图。如图1中所示,系统10包含通过发射信道16连接的编码器系统12和解码器系统14。在图1的实例中,编码器系统12与第一视频通信装置相关联,且包含音频源17、视频源18、视频编码器20、音频编码器22、实时传输协议(RTP)/实时传输协议(RTCP)/用户数据报协议(UDP)/因特网协议(IP)/点对点协议(PPP)转换单元

26、无线电链路协议 (RLP) 队列28、MAC层单元30和物理 (PHY) 层单元32。解码器系统14可与另一视频通信装置相关联,且包含PHY层单元34、MAC层单元36、RLP队列38、RTP/RTCP/UDP/IP/PPP转换单元40、视频解码器42、音频解码器44、音频输出装置46和视频输出装置48。

[0041] 如下文更详细地描述,编码器系统12和/或解码器系统14可使用本发明的技术来基于网络条件修改编码速率。举例来说,视频编码器20可至少部分依据网络带宽来控制视频源编码速率。明确地说,视频编码器20可响应于网络链路速率的降低而降低视频和/或音频数据的编码速率。同样地,视频编码器20可响应于网络链路速率的未充分利用的指示而增加视频和/或音频数据的编码速率。

[0042] 系统10可经由发射信道16提供双向视频和音频发射,例如用于视频电话。因此,可在信道16的相对端上提供通常互逆的编码、解码和转换单元。在一些实施例中,编码器系统12和解码器系统14可实施于视频通信装置内,例如装备用于视频串流、视频电话或两者的无线移动终端。移动终端可根据例如RTP、RTCP、UDP、IP或PPP的包交换标准来支持VT。

[0043] 举例来说,在编码器系统12处,RTP/RTCP/UDP/IP/PPP转换单元26将适当的RTP/RTCP/UDP/IP/PPP标头数据添加到从视频编码器20和音频编码器22接收到的音频和视频数据,并将所述数据放置在RLP队列28中。实例位流可包含MAC标头、IP标头、UDP标头、RTCP标头和有效负荷数据。在一些实例中,RTP/RTCP在UDP之上运行,而UDP在IP之上运行,且IP在PPP之上运行。在一些实例中,如本文所述的,符合特定标准的RTP/RTCP/UDP/IP/PPP转换单元26,例如“RFC 3550: RTP: 实时应用程序的输送协议”,H. 舒茨莱宁 (H. Schulzrinne) 等人,2003年7月;“RFC 5104: RTP具备反馈的视听 (AVPF) 中的编解码器控制消息”,S. 威戈 (S. Wenger) 等人,2008年2月(下文RFC 5104),和/或用于数据的实时或近实时输送的其它适用标准。MAC层单元30从RLP队列28的内容中产生MAC RLP包。PHY层单元32将MAC RLP包转换成PHY层包以在信道16上发射。

[0044] 解码器系统14的PHY层单元34和MAC层单元36以互逆方式操作。PHY层单元34将从信道16接收到的PHY层包转换成MAC RLP包。MAC层单元36将MAC RLP包放入RLP队列38中。RTP/RTCP/UDP/IP/PPP转换单元40从RLP队列38中的数据除去标头信息,并且重新组合视频和音频数据以分别传递到视频解码器42和音频解码器44。

[0045] 系统10可经设计以支持一或多个无线通信技术,例如码分多址 (CDMA)、频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA),或正交频分多路复用 (OFDM) 或另一合适的无线技术。以上无线通信技术可根据多种无线电接入技术中的任一者提供。举例来说,可根据cdma2000或宽带CDMA (WCDMA) 标准来提供CDMA。TDMA可根据全球移动通信系统 (GSM) 标准提供。通用移动通信系统 (UMTS) 标准准许GSM或WCDMA操作。通常,对于VT应用,系统10可设计成支持高数据速率 (HDR) 技术。

[0046] 视频编码器20根据例如MPEG-4、高级视频译码 (HEVC) 或另一视频译码标准的视频压缩方法产生经编码视频数据。其它视频压缩方法包含国际电信联盟 (ITU) H. 263、ITU H. 264或MPEG-2方法。音频编码器22可对音频数据进行编码以伴随视频数据。视频源18可为视频捕获装置,例如一或多个摄像机、一或多个视频存档,或摄像机与视频存档的组合。

[0047] 可根据例如自适应多速率窄带 (AMR-NB) 或其它技术等音频压缩方法来编码音频数据。音频源17可为例如麦克风等音频捕获装置或语音合成器装置。对于VT应用,视频将准许一方观看VT会议,且音频将准许该方的说话声被听到。

[0048] 在操作中,RTP/RTCP/UDP/IP/PPP转换单元26从视频编码器20和音频编码器22获得视频和音频数据包。如先前所提到,RTP/RTCP/UDP/IP/PPP转换单元26将适当的标头信息添加到音频包,并将所得数据插入RLP队列28内。同样地,RTP/RTCP/UDP/IP/PPP转换单元26将适当的标头信息添加到视频包,并将所得数据插入RLP队列28内。MAC层单元30从RLP队列28检索数据,并形成MAC层包。每个MAC层包运载RLP队列28内所含有的RTP/RTCP/UDP/IP/PPP标头信息以及音频或视频包数据。音频包可独立于视频包而被插入到RLP队列28中。

[0049] 在一些情况下,从RLP队列28的内容产生的MAC层包将仅运载标头信息和视频包数据。在其它情况下,MAC层包将仅运载标头信息和音频包数据。在许多情况下,MAC层包将取决于RLP队列28的内容而运载标头信息、音频包数据和视频包数据。MAC层包可根据无线电链路协议(RLP)进行配置,并且可称为MAC RLP包。PHY层单元32将MAC RLP音频-视频包转换成PHY层包以在信道16上发射。

[0050] 信道16将PHY层包运载到解码器系统14。信道16可为编码器系统12与解码器系统14之间的任何物理连接。举例来说,信道16可为有线连接,例如局域或广域有线网络。或者,如本文所描述,信道16可为无线连接,例如蜂窝式、卫星或光学连接。信道条件可为有线和无线信道的关注点,但对于在无线信道16上执行的移动VT应用尤其存在问题,其中信道条件可由于时强时弱或拥塞而受损。信道16可支持特定网络链路速率(例如特定带宽),其可根据信道条件而波动。举例来说,信道16的特征可在于具有根据信道条件变化的通过量的反向链路(RL)。

[0051] 一般来说,解码器系统14的PHY层单元34从PHY层包识别MAC层包,并且将内容重新组合到MAC RLP包中。MAC层单元36接着重新组合MAC RLP包的内容,以提供视频和音频包来插入RLP队列38内。RTP/RCTP/UDP/IP/PPP单元40去除伴随的标头信息,并且将视频包提供到视频解码器42,且将音频包提供到音频解码器44。视频解码器42对视频数据帧进行解码,以产生视频数据流以用于驱动显示装置。音频解码器44对音频数据进行解码以产生音频信息以例如经由音频扬声器呈现给用户。

[0052] 如上所述,系统10可经由发射信道16提供双向视频和音频发射,例如用于视频电话。在一些实例中,当信道16的网络链路速率变化(这可能在Wi-Fi、蜂窝式或其它网络链路的情况下发生)时,可能出现問題。如下文相对于图2更详细地描述,一或多个缓冲器可包含于网络设备中,以处置速率波动且潜在地执行队列管理。

[0053] 举例来说,具有某一发送速率(例如视频编码器20所使用的编码速率)的VT流可经历链路速率的突然降低,这对于所述流来说可造成瓶颈。归因于编码器系统12处对此链路速率降低的反应延迟(例如其可因接收器拥塞控制反馈延迟、从接收器到发送器的返回路径上的延迟、速率适应反应延迟或类似者导致),发送速率可在某一时间周期内保持显著高于链路速率。这可导致瓶颈链路处增加的缓冲器等级,且因此编码器系统12与解码器系统14之间增加的端对端延迟(或甚至丢失的包),这可不利地影响VT会话的质量体验。

[0054] 在编码器系统12减小经由信道16发射数据的位速率(例如减小发送速率)之后,所建立的延迟可持续一段时间。举例来说,在一些情况下,所建立的延迟持续的时间长度可取决于发送速率与降低的链路速率(例如导致瓶颈的链路速率)之间的差。如果发送速率的减小太小,所建立的延迟将相对缓慢地减小,这可影响解码器系统14处的用户体验。保守发送速率方法是以比所估计的链路速率显著低的速率一致地发送。然而,此方法可导致信道16

处的链路的使用不足,以及总体降低的视频质量体验。

[0055] 根据本发明中描述的技术,视频编码器20可基于信道16的条件来编码来自视频源18的视频。明确地说,视频编码器20可基于信道16处的带宽的减少而降低编码速率(在本文中也称作发送速率)。降低编码速率可在本文中被称作向下切换。编码器系统12可在检测到信道16处的链路速率的有效降低之后,例如在已在编码器系统12处接收到解码器系统14处所产生的接收器侧拥塞控制反馈消息之后,临时降低在视频编码器20处编码的数据的发送速率。

[0056] 在一个实例中,根据本发明的方面,编码器系统12最初可经由信道16以第一位速率发射数据。编码器系统12可识别信道16处的网络链路速率从第一网络链路速率降低到第二网络链路速率。在一些实例中,编码器系统12可基于从解码器系统14接收到的一或多个报告,识别网络链路速率的降低。

[0057] 根据本发明的方面,响应于识别到网络链路速率的降低,编码器系统12可确定经由信道16发射所述数据的恢复位速率,其中所述恢复位速率小于第二网络链路速率。编码器系统12还可确定缓冲持续时间,其包含识别到网络链路速率的降低的时间与网络链路速率的降低的所估计实际时间之间的差。举例来说,如上所述,可存在与识别延迟且调整视频编码器20编码数据的速率相关联的一些反应时间。编码器系统12可以初始(较高)网络链路速率或所述速率附近缓冲由视频编码器20编码的数据,直到视频编码器20有时间来识别编码速率并将其调整到较低速率为止。

[0058] 编码器系统12可基于恢复位速率和缓冲持续时间来确定其间以恢复位速率发射所述数据的恢复速率持续时间。编码器系统接着可以恢复位速率来发射所述数据,持续所述所确定的恢复速率持续时间。以此方式,所述技术可相对快速地减少所建立的端对端延迟,且可在端对端延迟已降低之后,通过使用可用链路速率来保留用户体验的质量(例如与使发送速率维持在降低的速率持续延长的时间周期相比)。虽然出于实例的目的相对于编码器系统12来描述,应理解上文所述的技术中的某些技术可另外或替代地由解码器系统14执行。

[0059] 本发明的其它技术包含用于向上切换(例如增加)基于网络条件来编码数据的速率的技术。举例来说,在“对向上切换原理的论述(Discussion on Upswitch Principals)”E2EMTSI-S4、S4-AHM215的端对端视频速率适应的SA4MTSI SWG 4号电话会议(2014年6月24日)的陈述期间, (“AHM215”),发现了向上切换的若干问题。如在“来自E2EMTSI-S4的端对端视频速率适应的SA4MTSI SWG 4号电话会议的报告(2014年6月24日)”中记录,Tdoc S4(14) 0768,在同意向上切换的原理之前,需要进一步论述来调查来自电话会议的新理念。

[0060] 一般来说,AHM215中呈现的模型依靠斜升探测模型,其可具有不足之处,因为当所述探测与信道条件不匹配时,所述探测可将延迟引入到所述系统中。较稳健的模型是允许接收器(例如解码器系统14)被动地测量信道16的状态,以确定所述系统中是否可存在过多的容量。基于此,解码器系统14可作出所述系统的可持续速率的较准确估计。

[0061] AHM215中所呈现的模型还表明两阶段方法,藉此编码器系统12首先探测所述信道,来看是否存在较多容量。如果探测阶段成功,那么视频编码器20在“斜升阶段”期间可更积极地增加其速率。此模型可将相对大的量的拥塞引入到所述系统中,因为具有数据速率的较小增加的成功探测可不暗示所述系统可处置大得多的向后增加。实际上,当增加视频

编码器20的速率以与系统容量匹配时,较稳健的方法是首先使速率增加相对较大的量,接着随着速率会聚到信道16所支持的可持续速率,采取较小的步骤。

[0062] 为了遵循以上文所描述的方式在可持续速率上会聚的潜在地较稳健的方法,驱动适应(例如发送器(编码器系统12)或接收器(解码器系统14)的实体必须具有所述系统的可持续速率的估计。发送器可依靠RTCP接收器报告来检测端对端信道条件,且可计算净通过量,尽管归因于RTCP报告具有一些测量延迟。接收器可计算在包在解码器系统14处对于其安排的播出太晚到达之前可接受的净通过量和额外延迟量两者。因此,如果在接收器处计算的相关度量直接发送到发送器,那么实现接收器驱动适应模型,且可能较稳健,且应用于确定最小适应性能。

[0063] 根据本发明的方面,解码器系统14在确定信道16处的带宽未充分利用后,可实施接收器驱动的速率向上切换技术。举例来说,根据本发明的方面,解码器系统14可将数据提示到编码器系统12,所述数据提示视频编码器20增加编码速率。

[0064] 在一些实例中,根据本发明的方面,解码器系统14可基于解码器系统14接收到数据的时间与安排所述接收到的数据播出的时间之间的差,来确定可允许的过多延迟参数。所述可允许的过多延迟参数可指示在影响用户体验(例如数据太晚到达而不能在适当时间解码和播出)之前,信道16可支持的延迟的量。解码器系统14还可基于所述所确定的可允许的过多延迟参数,来确定用于增加将数据从编码器系统12发送到解码器系统14的位速率的发送器位速率增加。解码器系统14还可将发送器位速率增加的指示发射到编码器系统12。

[0065] 以此方式,解码器系统14可以受控方式来控制视频流的平均位速率,以改进用户体验而不引入网络中的拥塞。所述技术可避免显著增加端对端延迟,端对端延迟可导致丢包。

[0066] 图2是说明可实施根据本发明的技术的视频源速率适应的编码器系统12的框图。如图2中所示,视频编码器20包含视频编码引擎50、视频缓冲器52和视频速率控制器54。视频编码器20还接收网络链路速率信息56,其可由解码器系统14准备(如下文更详细描述)。

[0067] 视频编码引擎50从视频源18获得视频数据,且以视频速率控制器54控制的速率来编码所述视频数据。视频编码引擎50接着将经编码视频放入在视频缓冲器52中。视频速率控制器54可监视视频缓冲器52的充满度,且至少部分地基于所述充满度来控制视频编码引擎50所应用的视频编码速率。另外,如下文更详细地描述,视频速率控制器54可基于网络链路速率信息56和/或与信道16(图1)的条件相关联的其它数据来控制所述速率。

[0068] 在一些实例中,视频编码器20可提供通常与编解码器无关的视频源速率控制方案。举例来说,视频编码器20可适合用于根据HEVC、MPEG4、ITU H.263或ITU H.264的视频编码。另外,视频编码器20可容易在DSP或嵌入式逻辑芯内实施。在一些实施例,视频编码器20(例如视频编码器20的视频速率控制器54)可应用基于模型的速率控制,例如在 ρ 域中应用视频块速率控制。举例来说,一旦为特定视频帧建立帧位预算,就可在使用 ρ 域速率控制在所述帧内的视频块(例如译码单元(CU)和/或宏块(MB)之间分配帧位预算。接着可将个别MB的 ρ 域值映射到量化参数(QP)值。

[0069] 根据本发明的方面,视频速率控制器54可基于网络条件来执行速率向下切换。举例来说,视频编码引擎50最初可以第一位速率编码数据以经由输送媒体(例如信道16(图1))发射。视频速率控制器54可识别网络链路速率从第一网络链路速率到第二网络链路速

率的降低。在一些实例中,视频速率控制器54可根据视频编码器20处的反馈来识别网络链路速率的降低。在其它实例中,视频速率控制器54可基于网络链路速率信息56来识别网络链路速率的降低。

[0070] 响应于识别到网络链路速率的降低,视频速率控制器54可确定小于第二(降低的)网络链路速率的视频编码器20的恢复位速率。可使用恢复速率来减少已在网络链路速率的减小的实际时间与网络链路速率的减小的识别之间缓冲的数据的量。减少此类经缓冲数据可帮助确保用户体验在接收器装置处不受影响。因此,视频速率控制器54可确定恢复位速率以在视频编码器20处使用,其下冲降低的网络链路速率,以便减少视频编码器20处的经缓冲数据的量。

[0071] 根据本发明的方面,视频速率控制器54可基于下冲因子来确定恢复速率。视频速率控制器54可基于第一网络链路速率与降低的网络链路速率之间的差来确定下冲因子。就是说,视频速率控制器54可确定具有基于网络链路速率的降低的量值而变化的量值的下冲因子。因此,如果网络链路速率的降低相对较高,那么视频速率控制器54可确定相对较高的下冲因子。同样地,如果网络链路速率的降低相对较低,那么视频速率控制器54可确定相对较低的下冲因子。

[0072] 在一些实例中,视频速率控制器54可确定可应用于降低的网络链路速率以确定恢复速率的下冲因子。举例来说,视频速率控制器54可确定分数下冲因子,且可将分数下冲因子应用于降低的网络链路速率以确定所述恢复速率。在一个实例中,视频速率控制器54可基于网络链路速率到第一网络链路速率的降低的量值的比率来确定下冲因子。

[0073] 根据本发明的方面,视频速率控制器54可基于在识别到网络链路速率的降低的时间与网络链路速率的降低的所估计实际时间之间,在视频编码器20处缓冲多少数据(或更一般化地,在包含视频编码器20的发送器装置处缓冲多少数据),来确定维持恢复速率多长时间。与在发送器装置处缓冲数据相关联的时间可在本文中被称作缓冲持续时间(或缓冲时间周期),而维持恢复速率的持续时间可在本文中被称作恢复速率持续时间(或降低速率时间周期)。在一些情况下,恢复速率持续时间还可被称作下冲持续时间或周期,因为在恢复速率持续时间期间编码数据的速率小于网络链路速率。

[0074] 如下文相对于图5较详细描述,视频速率控制器54可以多种方式确定缓冲持续时间。举例来说,视频速率控制器54可通过从网络链路速率信息56(例如并入有视频编码器20的发送器装置与接收器装置之间的往返时间(RTT)、下行链路延迟(例如接收器到发送器延迟)、关于速率适应反应延迟的数据、拥塞控制(例如链路速率的估计)的反应延迟、消息产生延迟(RTCP包)或类似者)估计缓冲持续时间来确定缓冲持续时间。网络链路速率信息56可在视频编码器20处可用,或可通过接收器装置发信号通知到视频编码器20。

[0075] 根据本发明的方面,视频速率控制器54可基于恢复速率的量值且基于缓冲持续时间来确定恢复速率持续时间。在一些实例中,视频速率控制器54可确定与网络链路速率的降低的量值(例如,如由恢复速率指示)以及与对网络链路速率的降低作出反应相关联的时间量(例如,如由缓冲持续时间指示)成比例的缓冲持续时间。就是说,如果网络链路速率的降低相对较大,和/或对网络链路速率的降低作出反应所需的时间相对较长,那么视频速率控制器54可确定成比例地较长的恢复速率持续时间。同样地,如果网络链路速率的降低相对较小,和/或对网络链路速率的降低作出反应所需的时间相对较短,那么视频速率控制器

54可确定成比例地较短的恢复速率持续时间。

[0076] 根据本发明的其它方面,视频速率控制器54可另外或替代地基于网络条件执行速率向上切换。举例来说,视频速率控制器54可从例如包含解码器系统14(图1)的装置的接收器装置接收网络链路速率信息56。视频速率控制器54可使用接收到的网络链路速率信息56来向上切换视频编码引擎50正用来编码数据的发送速率(例如编码速率)。

[0077] 在一些实例中,接收到的网络链路速率信息56可包含视频编码引擎50正实施的特定所请求发送速率(例如编码速率)。在其它实例中,接收到的网络链路速率信息56可包含将添加到当前发送速率的速率步长增加(例如发送速率步长)。在任一情况下,如下文相对于图3较详细描述,接收到的网络链路速率信息56可基于指示在安排包播出之前已在接收器装置处接收到所述包的过多延迟参数。在此类情况下,视频速率控制器54可增加视频编码引擎50所使用的发送速率,直到包的到达时间更接近地与所述包在接收器装置处的所安排播出时间一致为止。

[0078] 应理解,虽然将图2的技术描述为正由图2特定组件(例如,视频速率控制器54)进行,但此类技术可另外或替代地由视频电话装置的一或多个其它组件执行。举例来说,MTSI装置可进行上文所述的某些技术来执行速率适应和/或拥塞控制。在此实例中,MTSI装置接着可将数据提供到视频速率控制器54,以在视频编码器处实施适当的速率控制。

[0079] 图3是说明根据本发明的技术的可实施视频源速率适应的视频解码器系统14的框图。如图3中所示,视频解码器42接收经编码数据和网络链路速率信息60,且包含视频解码引擎62、播出确定单元64,以及产生速率控制数据68的速率控制单元66。

[0080] 视频解码引擎62接收经编码数据和网络链路速率信息60,并对所述视频数据进行解码。在一些实例中,视频解码引擎62可符合一或多个视频译码标准。如上所述,实例视频译码标准包含HEVC、MPEG4、ITU H.263或ITU H.264。

[0081] 视频编码器20(图2)的视频速率控制器54可控制接收视频数据的速率。根据本发明的方面,速率控制单元66可准备速率控制数据68并将其发送到视频编码器20,以用于调整编码速率。在一些实例中,速率控制数据68可包含用于在发送器装置处执行向下切换的数据。在其它实例中,另外或替代地,速率控制数据68可包含用于在发送器装置处执行向上切换的数据。速率控制单元66可准备允许发送器装置确定适当的位速率的数据,或可从发送器装置请求特定速率。

[0082] 相对于准备用于向下切换的数据,根据本发明的方面,速率控制单元66可以与上文相对于图2所述的方式类似的方式,确定恢复速率、缓冲持续时间和/或恢复速率持续时间。在其它实例中,速率控制单元66可产生数据和/或发射消息,其可由发送器装置(例如编码器系统12)用来确定恢复速率、缓冲持续时间和/或恢复速率持续时间。

[0083] 在一个实例中,速率控制单元66可产生对发送器装置的RTCP临时最大媒体流位速率请求(TMMBR)消息,其针对正向信道具有所估计的最大位速率,以指示网络链路速率的降低。一般来说,如上文提到RFC 5104中所描述,接收器、转译器或混频器可使用TMMBR(被称作“木材(timber)”)来请求发送器将媒体流的最大位速率限制为或低于所提供的值。临时最大媒体流位速率通知(TMMBN)含有媒体发送器的其已接收到的TMMBR定义的限制的最限制性子集的当前视图,来帮助参与者抑制TMMBR,使其不会进一步限定媒体发送器。

[0084] 根据本发明的方面,正向信道的所估计最大位速率从第一速率到第二较低速率的

改变指示网络链路速率的降低。在一些实例中,速率控制单元66可在检测到拥塞之后立即或几乎立即发送TMMBR(例如,可存在与产生TMMBR消息相关联的消息产生延迟)。虽然出于说明的目的描述TMMBR消息,但应理解,可使用指示延迟/拥塞的多种其它消息。

[0085] 为了促进发送器装置估计本文所述的缓冲持续时间,速率控制单元66还可产生和发射RTCP接收器报告(RR)消息。举例来说,如上文提到的RFC 3550中所描述,可使用若干RTCP包类型来运载多种控制信息。发送器报告(SR)可用于来自作为作用中发送器的参与者的发射和接收统计。RR可用于来自不是作用中发送器的参与者的接收统计,且结合SR用于超过31个来源上的作用中发送器报告。

[0086] 根据本发明的方面,速率控制单元66可在TMMBR消息之后,例如在TMMBR消息之后立即或几乎立即,产生和发射RR消息。在此实例中,发送器装置可接收TMMBR消息和RR消息,且可确定缓冲持续时间的上限为发送RR中由包含于RR中的最后一个SR时戳(LSR数据)提到的SR的时间与发送器装置接收到所述RR的时间之间的时间差。换句话说,速率控制单元66可发送指示对位速率限制的请求的第一数据(例如TMMBR消息),以及指示产生消息的时间的第二数据(例如LSR数据)。LSR数据可包含出自作为最近RTCP SR包的一部分从来源接收到的64位网络时间协议(NTP)时戳的中间32个位。如果尚未接收到SR,那么可将LSR时戳字段设定成零。发送器装置可接收上文所述的数据,且可使用所述数据来确定缓冲持续时间,其可在向下切换期间使用。

[0087] 在另一实例中,并非发送两个单独的连续消息(例如TMMBR和RTCP RR),速率控制单元66可将TMMBR数据和RTCP RR数据分组到单个RTCP消息中,且可将所述单个消息发送到发送器装置。在最低限度,速率控制单元66可发送LSR数据,其允许发送器装置估计缓冲持续时间。在此实例中,消息大小可相对于发送两个单独消息而减小。

[0088] 在一些实例中,速率控制单元66可使用最后一个接收到的RTCP SR的LSR来发送到发送器装置,即使速率控制单元66先前已发送了具有相同LSR的RTCP RR。如果速率控制单元66尚未发送RR,那么速率控制单元66可组合完整RR与TMMBR。在其它实例中,为了减小消息大小,速率控制单元66可仅连同TMMBR发送LSR数据,发送器装置可接收所述数据并用来确定RTT。在又一实例中,如果速率控制单元66已经发送了RR,那么发送器装置可更准确地将缓冲持续时间计算为接收到最后一个所接收RR的时间与接收到新RR(例如在检测到拥塞之后速率控制单元66所发送的RR)的时间之间的时间差。

[0089] 速率控制单元66还可确定恢复速率持续时间,和/或产生数据并将其发送到发送器装置,以确定恢复速率持续时间。举例来说,代替于或结合上文所述的技术,速率控制单元66(或发送器装置)可监视RTCP RR帧间到达抖动,以确定何时结束恢复速率持续时间。一般来说,帧间到达抖动数据可提供一时戳单位测量且表达为无符号整数的RTP数据包帧间到达时间的统计方差的估计。可将帧间到达抖动J定义为针对一对包,与发送器相比,接收器处的包间距的差异D的平均偏差(经平滑绝对值)。如下文在等式(1)中示出,这等效于两个包的“相对运送时间”的差;相对运送时间是以相同单位测得的包的RTP时戳与接收器在到达时间的时钟之间的差。如果Si是来自包i的RTP时戳,且Ri是包i的以RTP时戳单位的到达时间,那么对于两个包i和j,可将D表达为:

$$D(i, j) = (R_j - R_i) - (S_j - S_i) = (R_j - S_j) - (R_i - S_i) \quad (1)$$

[0091] 根据本发明的方面,如果帧间到达抖动变为零或小于阈值,那么发送器装置可终

止速率降低(例如发送器装置可使发送速率从降低的速率增加到大约网络链路速率)。所述阈值可为恒定的,或适合变化的网络条件。在一些实例中,在帧间到达抖动维持在零或小于阈值持续最小时间周期后,发送器装置可即刻终止速率降低。在一些情况下,速率控制单元66越频繁地发信号通知RTCP SR和RR,发送器装置就可越准确地监视帧间到达抖动。

[0092] 在再一实例中,发送器装置(例如编码器系统12)可监视延迟(例如RTT),且发送器可使发送速率维持在降低的速率,直到延迟充分降低为止。举例来说,发送器装置可使发送速率维持在降低的速率,直到存储到缓冲器的数据的数量低于阈值水平为止。

[0093] 在本发明的其它技术中,播出确定单元64可检查接收到的视频包,并确定接收到的数据对于其安排的播出来讲,早、及时还是太晚到达。可用经编码数据来指示安排的播出时序。如果所述包晚到达(例如播出时间在接收到/检查到所述包之前发生),那么速率控制单元66可请求发送器装置减小发送位速率。在一些实例中,速率控制单元66可以选定速率发送TMMBR消息。

[0094] 根据一些方面,速率控制单元66可通过确定需要去除的过多延迟的量,并使此过多延迟参数乘以如速率控制单元66所测量的到达视频的数据速率,来估计向后记录的数据(例如在发送器装置处缓冲的数据)的量。换句话说,速率控制单元66可基于接收到/检查到数据的时间与用所述数据指示的播出时间之间的差来确定延迟。速率控制单元66接着可使此延迟时间乘以正接收数据的位速率,以确定发送器正缓冲的数据的量。

[0095] 在一些实例中,速率控制单元66可请求低于视频解码器42与发送器装置之间的输送路径的可持续速率(例如网络链路的可使用的带宽)的初始速率(例如,在TMMBR消息中),以允许所述系统解除信道的拥塞。在实例中,速率控制单元66可选择低到足以使所述系统能够在固定时间量(由变量 $T_{decongest}$ 指示)内解除信道的拥塞的初始速率。如果变量 $R_{sustain}$ 等于所述信道的可持续速率,且变量 $\Delta Delay$ 等于需要去除的延迟的量,那么速率控制单元66可最初请求发送器装置根据下文的等式(2)来以位速率 R 编码数据:

[0096] $R = R_{sustain} (1 - \Delta Delay / T_{decongest})$ (2)

[0097] 在发送包含所请求的位速率的消息(例如消息)之后,速率控制单元66可等待解除拥塞时间($T_{decongest}$)过去。速率控制单元66接着可以网络链路可持续的速率($R_{sustain}$)来发送另一所请求的位速率(例如额外消息),从而结束解除拥塞周期。

[0098] 在另一实例中,速率控制单元66可不发送另一消息(例如额外TMMBR消息)来增加速率。在此实例中,速率控制单元66可仅开始测量可允许的延迟量(例如低于预定阈值的延迟)。如果速率控制单元66确定延迟量小于所需的(例如,对于恰当安排的播出,包比所需的早到达),那么速率控制单元66可发送另一消息(例如另一TMMBR消息)来增加/提高发送器装置编码速率。

[0099] 相对于向上切换,当发送器装置正利用发送器装置与接收器装置之间的信道(例如编码器系统12与解码器系统14(图1)之间的信道16)时,很可能视频包向视频解码器42的递送将在实际上需要播出此类视频包之前出现(例如,在用所述数据指示的播出时间之前接收)。在此类情况下,可增加发送器速率,且可将一些额外延迟引入到系统中,而不会不利地影响用户体验。

[0100] 在信道带宽等于在速率控制单元66测得的平均接收速率的实例(例如无备用任何信道带宽可用的最坏情况)中,可根据下文的等式(3)来计算可引入到发射路径中的过多

位:

[0101] $\text{excess_bits} = \text{rate_increase_step} * (\text{RTT} + \text{receiver_detection_delay})$ (3)

[0102] 其中 excess_bits 指示正引入到所述系统中的额外位, $\text{rate_increase_step}$ 指示编码速率的增加,RTT指示往返时间,且 $\text{receiver_detection_delay}$ 指示与接收器检测到系统中的延迟(其可根据本文所述的技术中的任一者来确定)相关联的延迟。

[0103] 在一些实例中,速率控制单元66可确定归因于根据下文的等式(4)引入的过多位(excess_bits)而导致的对应的最坏情况过多延迟(excess_delay):

[0104] $\text{excess_delay} = \text{rate_increase_step} * (\text{RTT} + \text{receiver_detection_delay}) /$

[0105] $\text{avg_receiving_rate}$ (4)

[0106] 其中 excess_delay 指示在发送器装置处引入的延迟的量, $\text{rate_increase_step}$ 指示编码速率的增加,RTT指示发送器装置与视频解码器42之间的往返时间, $\text{receiver_detection_delay}$ 指示与速率控制单元66在所述系统中检测到延迟相关联的延迟,且 $\text{avg_receiving_rate}$ 指示正在视频解码器42处接收数据的速率。

[0107] 因此,在一些实例中,根据本发明的方面,视频解码器42的速率控制单元66可确定与特定速率增加相关联的若干过多位(例如 excess_bits),以及与所述过多位的引入相关联的延迟(例如 excess_delay)。

[0108] 速率控制单元66可基于可允许的过多延迟参数来计算速率增加量。举例来说,速率控制单元66可根据下文的等式(5)来确定发送器装置将发送速率增加了多少,而不将拥塞和/或延迟导入到系统中:

[0109] $\text{rate_increase_step} = \text{allowable_excess_delay} * \text{avg_receiving_rate} /$

[0110] $(\text{RTT} + \text{receiver_detection_delay})$ (5)

[0111] 其中 $\text{rate_increase_step}$ 指示可增加发送速率的量(其可被称为发送器位速率增加), $\text{allowable_excess_delay}$ 指示可允许的过多延迟参数(如下文更详细描述), $\text{avg_receiving_rate}$ 指示在确定速率增加之前已接收数据的平均速率,RTT指示视频解码器42与发送器装置(例如视频编码器20)之间的往返时间,且 $\text{receiver_detection_delay}$ 指示识别视频解码器42处的延迟所需的时间量。在一些情况下,接收器检测延迟参数可取决于实施方案,且可在离线测试中估计或测量。如果此类接收器检测延迟不可用,那么速率控制单元66可经配置以使用所估计的反应延迟,其可为速率控制单元66识别到延迟所需的的时间的相对保守的估计。

[0112] 因为从发送器装置到包含视频解码器42的接收器装置的单向延迟通常对于接收器装置来说是未知的,所以接收器装置通常可不使用此来计算可允许的过多延迟参数($\text{allowable_excess_delay}$)。实情为,根据本发明的方面,速率控制单元66可从所述接收到的视频包确定可允许的过多延迟的量。举例来说,速率控制单元66可确定在视频解码器42处接收到和/或处理视频包的时间。速率控制单元66还可确定指定与视频包相关联的视频数据播出(例如显示给用户)的时间。速率控制单元66可基于接收到和/或评估所述包的时间与播出时间之间的差来确定可允许的过多延迟参数。

[0113] 可允许的过多延迟参数通常可指示发送器装置可利用的时间量,作为增加位速率而不影响用户体验的基础。举例来说,可允许的过多延迟参数可指示可用于增加发送速率而不影响用户体验的时间量,例如不使发送速率增加到信道16可支持的速率,使得数据在

视频解码器42太晚到达,以致无法在适当的时间解码和播出。从用户体验角度来说,可允许的过多延迟度量可更准确,因为可允许的过多延迟参数直接指示接收到的包中的视频信息是否可实际上显示给用户而无降级(例如抖动、突突声或丢帧)。

[0114] 根据本发明的方面,基于以上分析,速率控制单元66可在接收器装置和发送器装置处强加以下要求来执行向上切换:

[0115] ●接收器将检查包的到达,并将此与其有规律地安排的播出时间进行比较,以确定是否存在可引入到发射路径中的可接受量的延迟:allowable_excess_delay

[0116] ●接收器将检查包的到达,以计算平均接收速率:avg_receiving_rate

[0117] ●接收器将计算往返时间:RTT

[0118] ●接收器将如下计算rate_increase_step:

[0119] $\text{rate_increase_step} = \text{allowable_excess_delay} * \text{avg_receiving_rate} / (\text{RTT} + \text{receiver_detection_delay})$

[0120] ●当具有反馈的音频视觉提供 (AVPF) RTCP发射规则允许时,接收器:

[0121] 在检测到 $\text{rate_increase_step} > 5\% \times \text{avg_receiving_rate}$ 时,应发送临时最大媒体流位速率请求 (TMMBR),且

[0122] 当检测到 $\text{rate_increase_step} > 15\% \times \text{avg_receiving_rate}$ 时,将发送TMMBR

[0123] ●当发送TMMBR消息时,TMMBR中的requested_rate:

[0124] 应等于:

[0125] $\text{avg_receiving_rate} + \text{rate_increase_step}$

[0126] 将为:

[0127] $\text{avg_receiving_rate} + 0.80 (\text{rate_increase_step}) \leq \text{requested_rate} \leq \text{avg_receiving_rate} + \text{rate_increase_step}$

[0128] 另外,根据本发明的方面,可在发送器装置处强加以下要求以执行向上切换:

[0129] ●在接收到临时最大媒体流位速率请求 (TMMBR) 后,视频发送器应即刻在500ms内将其发送速率提高到requested_rate,且将在1秒内使其提高。

[0130] 应理解,出于实例的目的提供上文提到“要求”,且还可使用与上文所述的特定值不同的值来应用本发明的技术。另外,虽然出于解释的目的,特定技术可归于图3的特定单元(例如速率控制单元66),但应理解,视频解码器42的一或多个其它单元也可负责实行此些技术。此外,因为VT常常是双向通信流,还可例如通过本文指定为发送器装置的装置(例如并入有图2的视频编码器20的装置)和本文指定为接收器装置的装置(例如并入有图3的视频解码器42的装置)两者,在正向和反向网络路径两者上应用类似技术。

[0131] 图4A和图4B是说明符合本发明的视频源速率适应技术的曲线图。举例来说,图4A大体上说明在包含网络链路速率的减小的时间期间,在发送器装置(例如编码器系统12)处的经编码数据的位速率。图4B通常说明与网络链路速率的减小相关联的所得延迟。相对于编码器系统12来描述图4A和4B的技术,应理解,可通过具有多种其它组件的多种其它发送器装置来进行所述技术。

[0132] 在图4A的实例中,在时刻 t_0 ,链路速率(还被称作网络链路速率或带宽)从 R_0 减小到 R_1 ,如由线80所说明,其中发送速率=链路速率)。响应于网络链路速率的减小,编码器系统12可降低发送速率。然而,如图4A的实例中示出,存在与降低发送速率相关联的从 t_0 到 t_1 的

响应延迟 (ΔT)，如由虚线82所说明。所述响应延迟本文中还可描述为缓冲持续时间，在此时间期间，发送速率过冲网络链路速率，且编码器系统12负责缓冲网络链路无法容纳的数据。

[0133] 如图4B的实例中的线84所说明，延迟（例如经编码数据可用于发射与实际上发射经编码数据的时间之间的时间）在响应延迟 (ΔT) 期间，相对快速地从 D_0 增加到 D_1 。就是说，延迟在网络链路速率的减小的时间 t_0 与识别到网络链路速率的所述减小的时间 t_1 之间，相对快速地从 D_0 增加到 D_1 。所述延迟可为与在编码器系统12处缓冲的数据的量成比例。

[0134] 在时间 t_1 ，图4A和4B的实例说明发散发送速率技术。举例来说，实线80说明其中编码器系统12使发送速率维持在网络链路速率的第一实例。举例来说，在识别到网络链路速率的减小后，编码器系统12即刻使发送速率从原始速率 R_0 降低到新的降低的网络链路速率 R_1 。在此实例中，对应延迟保持相对较高，如实线88所说明。就是说，因为将发送速率设定为网络链路速率 R_1 ，因此不存在以之减少已缓冲的数据量的过多带宽。

[0135] 短划线82和86说明第二实例，其中编码器系统12将发送从原始速率 R_0 降低到小于网络链路速率 R_1 的降低的速率 R_U 。这可被称为“下冲”网络链路速率。在此实例中，编码器系统12可维持降低的速率 R_U 持续所确定的恢复速率持续时间 (ΔT_U)。在此时间期间，如通过虚线90所说明，编码器系统12减少时间 t_2 时从 D_1 到 D_2 的延迟。

[0136] 如本文所述，编码器系统12可使用多种技术来确定降低的速率 (R_U)、缓冲持续时间 (ΔT) 和恢复速率持续时间 (ΔT_U)。在一个实例中，编码器系统12可基于表达 $(1-f_U) \times R_1$ 来确定降低的速率 R_U ，其中 f_U 是下冲因子，且 R_1 是降低的链路速率，且其中 f_U 确定速率下冲因子 $(1-f_U)$ 且 $0 < f_U < 1$ ，其使发送速率与链路速率 R_1 有关。在一些实例中， f_U 可取决于网络链路速率降低的量值，其可由等式 $\Delta R = (R_0 - R_1)$ 表示。在此实例中，如图4A所示， R_0 在降低之前是第一网络链路速率。如果网络链路速率减小 ΔR 的量值较大， f_U 可按比例较大。在其它实例中，如果 ΔR 较小，那么 f_U 可按比例较小，如下文在等式 (6) 中示出：

$$[0137] \quad f_U = \Delta R / R_0 \quad (6)$$

[0138] 如果编码器系统12在缓冲持续时间 (ΔT) 期间缓冲所有所述位，并促成延迟，那么编码器系统12可基于下文的等式 (7) 来确定恢复速率持续时间 (ΔT_U)：

$$[0139] \quad \Delta T_U = \Delta T (R_0 - R_1) / (f_U R_1) \quad (7)$$

[0140] 其中 ΔT_U 是恢复速率持续时间， ΔT 包括缓冲持续时间， R_0 包括第一网络链路速率， R_1 包括第二、降低的网络链路速率，且 f_U 包括速率降低因子。

[0141] 在一些实例中，编码器系统12可应用最小位速率要求。最小位速率要求可基于视频编码器20的能力、对用户体验的最小系统要求，或类似者。在其中编码器系统12应用最小位速率要求的实例中，视频编码器20可将最小位速率要求应用于 R_U ，且因此还应用于下冲因子 f_U 。举例来说，编码器系统12可应用下文的等式 (8) 和 (9) 来确定降低的速率 R_U 和下冲因子 f_U ：

$$[0142] \quad R_U \geq R_{\min} \quad (8)$$

$$[0143] \quad f_U \leq 1 - (R_{\min} / R_1) \text{ 其中 } R_1 > R_{\min} \quad (9)$$

[0144] 其中 R_U 是降低的位速率， $R_{\min}$ 是最小编码速率， R_1 是第二、降低的网络链路速率，且 f_U 是下冲因子。

[0145] 如果在恢复速率持续时间 (ΔT_U) 期间，编码器系统12接收到运载新速率值 R_2 的

TMMBR消息,且 R_2 显著大于 R_1 (例如 R_2 大于或等于1.2乘以 R_1),那么编码器系统12可缩短恢复速率持续时间。相反,如果 R_2 小于 R_1 ,那么编码器系统12可确定额外或延长的恢复速率持续时间。

[0146] 一般来说,如上文相对于图2和3所提到,编码器系统12可从网络信息(例如RTT、下行链路延迟(例如接收器到发送器)、关于速率控制反应延迟的了解、拥塞控制的反应延迟(例如链路速率的估计)、消息产生延迟(例如与产生RTCP包相关联的延迟,或类似者)估计缓冲持续时间(ΔT)。此网络信息可在发送器侧可用,或可通过接收器装置(例如并入有视频解码器42(图3)的装置)向编码器系统12发信号通知。

[0147] 虽然图4A和4B的实例出于说明的目的说明逐步变化(例如 R_0 与 R_U 之间的单个速率改变,应理解,可为反复地应用所述技术,使得下冲曲线更渐进。

[0148] 图5是说明符合本发明的技术的确定缓冲持续时间的概念图。在图5的实例中,发送器装置(例如编码器系统12)可在时间120将RTCP发送器报告(SR)发送到接收器装置(例如解码器系统14)。举例来说,如上文提到的RFC 3550中所描述,可使用若干RTCP包类型来运载多种控制信息。发送器报告(SR)可用于来自作为作用中发送器的参与者的发射和接收统计。同样地,接收器报告(RR)可用于来自不是作用中发送器的参与者的接收统计,且结合SR用于作用中发送器对超过31个来源进行报告。接收器装置可在时间122接收RTCP SR。

[0149] 接收器装置可在时间124以正向信道的所估计最大位速率,将RTCP TMMBR消息发送到发送器装置。在一些实例中,虽然可存在与产生所述消息相关联的延迟,接收器装置可在检测到拥塞之后立即发送TMMBR消息。虽然出于说明的目的描述TMMBR消息,但可使用可指示延迟/拥塞的多种其它消息。

[0150] 为了促进发送器装置估计缓冲持续时间(ΔT),接收器装置还可在时间124发送RTCP RR消息。根据本发明的方面,接收器装置可在TMMBR消息之后立即发送RR消息。以此方式,发送器装置可在时间126接收TMMBR消息和RR消息,且可将缓冲持续时间(ΔT) 128的上限计算为发送在RR中由包含于所述RR中的最后一个SR时戳(LSR数据)指代的SR的时间与接收到所述RR的时间之间的时间差。换句话说,接收器装置可发送指示对位速率限制的请求的第一数据(例如TMMBR消息),以及指示产生消息的时间的第二数据(例如LSR数据)。LSR数据可包含出自作为最近RTCP SR包的一部分从来源接收到的64位网络时间协议(NTP)时戳的中间32个位。如果尚未接收到SR,那么可将LSR时戳字段设定成零。

[0151] 在另一实例中,不是发送具有上文所述数据的两个单独连续消息(例如TMMBR和RTCP RR),可将TMMBR数据和RTCP RR数据分组成单个RTCP消息。在最低限度,接收器装置可发送LSR数据,其允许发送器装置估计缓冲持续时间(ΔT) 128。在此实例中,可减小消息大小。

[0152] 接收器装置可使用最后一个接收到的RTCP SR消息的LSR,即使接收器装置先前已发送了具有相同LSR的RTCP RR消息也是如此。如果接收器装置尚未发送RR,那么接收器装置可将完整RR消息与TMMBR消息组合。在其它实例中,为了减小消息大小,接收器装置可仅连同TMMBR消息发送LSR数据,其可用于计算RTT。

[0153] 在另一实例中,如果接收器装置已经发送了RR,那么发送器装置可更准确地将缓冲持续时间(ΔT) 128计算为接收到最后一个接收到的RR消息和新RR消息(例如在检测到拥塞之后,由接收器发送的消息)之间的时间差。

[0154] 在再一实例中,发送器装置可监视所述延迟(例如RTT),且发送器装置可保持以降低的速率 R_0 发送数据,直到所述延迟充分降低为止。举例来说,发送器装置可使发送速率维持在降低的速率 R_0 ,直到存储到发送器装置的缓冲器的数据的数据的数量低于阈值水平为止。

[0155] 图6A和6B是分别说明网络链路速率减小和对应延迟时间的曲线图。图6A的曲线图可与图4A的线80相关联,而图6B的曲线图可与图4B的线88相关联。举例来说,图6A示出由虚线说明的网络带宽140(还被称作网络链路速率),以及由实线说明的发送速率142(还被称作编码位速率)(例如以千字节每秒(KBPS)测量)。如图6A中所示,发送器装置(例如编码器系统12)可以处于与带宽140相同或类似的速率的发送速率142编码数据。因此,当带宽140在时间144减小时,发送器装置可使发送速率142降低到与带宽140大致相同的值。

[0156] 如图6B的对应延迟曲线图中示出,在带宽140的减小之后,编码器系统12处的延迟可从第一水平146增加到第二水平148(例如以毫秒(MS)测量)。如本文所述,在带宽的减小后,延迟即刻升高,因为存在与使发送速率142降低到带宽140的水平相关联的反应时间。编码器系统12可在降低发送速率142以与带宽140匹配之前,缓冲以原始(较高)速率编码的缓冲器数据。如图6B中示出,如果不应用减少延迟的技术,那么延迟可持续相对较长的持续时间。

[0157] 图7A和7B分别是说明网络链路速率减小和对应延迟时间的曲线图。图7A的曲线图可与图4A的线82和86相关联,而图7B的曲线图可与图4B的虚线90相关联。举例来说,图7A示出由虚线说明的网络带宽160(还被称作网络链路速率),以及由实线说明的发送速率162(还被称作编码位速率)(例如以千字节每秒(KBPS)测量)。如图7A中所示,发送器装置(例如编码器系统12)可最初以处于与带宽160相同或类似的速率的发送速率162来编码数据。

[0158] 根据本发明的方面,当带宽160在时间164减小时,发送器装置可使发送速率降低到小于带宽160的降低的速率。就是说,发送器装置可确定下冲带宽140的发送速率162,以便减少与带宽160的减小相关联的延迟。如本文所述,发送器装置可根据本发明的技术来确定缓冲持续时间、降低的速率和/或恢复速率持续时间。

[0159] 如图7B的对应延迟曲线图中示出,在带宽160的减小之后,编码器系统12处的延迟可从第一水平166增加到第二水平168(例如以毫秒(MS)测量)。如上所述,在带宽的减小后,延迟即刻升高,因为存在与响应于带宽160的减小而降低发送速率162相关联的反应时间。然而,通过使发送速率162降低到降低的速率(下冲带宽160),编码器系统12可比图6B中所示的实例更快地减少延迟。

[0160] 图8是说明用于向下切换发射数据的速率的实例过程的流程图。出于说明的目的,相对于编码器系统12来描述图8的实例。然而,应理解,图8的过程可由多种其它装置和/或处理器进行。

[0161] 编码器系统12可编码数据,并以第一速率经由网络发射所述数据(180)。在以第一速率发射所述数据时,编码器系统12可识别网络链路速率从第一速率到第二速率的降低(182)。举例来说,编码器系统12可监视网络条件,和/或接收指示网络链路速率的降低的一或多个消息。

[0162] 编码器系统12可确定小于第二(降低的)网络链路速率的恢复位速率(184)。举例来说,编码器系统12可确定用于编码下冲新网络链路速率的数据的位速率。根据本发明的方面,编码器系统12可基于第一网络链路速率与降低的网络链路速率之间的差来确定恢复

位速率。举例来说,如果网络链路速率的降低相对较大,那么编码器系统12可确定相对积极的恢复位速率(例如使降低的速率下冲相当大的裕度)。同样地,如果网络链路速率的降低相对较低,那么编码器系统12可确定相对保守的恢复位速率(例如使降低的速率下冲相对较小的裕度)。

[0163] 编码器系统12还可基于反应延迟(例如与响应于网络链路速率的降低而降低发送速率相关联的时间)来确定缓冲持续时间(186)。编码器系统12可以多种方式确定缓冲持续时间。举例来说,编码器系统12可通过从网络信息(例如编码器系统12与接收器装置之间的往返时间(RTT)、下行链路延迟、速率适应反应延迟、拥塞控制的反应延迟、消息产生延迟或类似者)估计缓冲持续时间来确定缓冲持续时间。编码器系统12可独立地确定网络信息,或可从接收器装置接收所述网络信息。

[0164] 编码器系统12接着可确定维持恢复位速率的恢复速率持续时间(188)。在一些实例中,编码器系统12可基于恢复速率的量值且基于缓冲持续时间,确定恢复速率持续时间。在一些实例中,编码器系统12可确定与网络链路速率(例如如由恢复速率指示)的降低的量值以及与对网络链路速率的降低作出反应相关联的时间量(例如如由缓冲持续时间指示)成比例的缓冲持续时间。

[0165] 编码器系统12可以恢复位速率来发射数据,持续所述恢复速率持续时间(190)。在一些实例中,如果网络链路速率在恢复速率持续时间期间增加,那么编码器系统12可较早终止恢复速率持续时间,且可向上切换到较高发送速率。应理解,取决于实例,相对于图8所描述的技术中的任一者的某些动作或事件可以不同序列执行,可添加、合并或完全忽略(例如不是所有所描述的动作或事件均为实践所述技术所必需的)。

[0166] 图9是说明用于向上切换发射数据的速率的实例过程的流程图。出于说明的目的,相对于解码器系统14来描述图9的实例。然而,应理解,图9的过程可由多种其它装置和/或处理器进行。

[0167] 解码器系统14可确定接收到数据的时间(200)。举例来说,在一些情况下,解码器系统14可识别接收到数据并将其存储在解码器系统14处的时间。在其他情况下,解码器系统14可识别通过解码器系统14来处理(例如解码)数据的时间。

[0168] 解码器系统14还可确定接收到的数据的播出时间(202)。举例来说,所述接收到的数据可包含既定输出数据来向用户显示的时间的指示。因此,播出时间的指示可辅助解码器系统14组织数据以用于输出。

[0169] 解码器系统14可确定可允许的过多延迟参数(204)。举例来说,解码器系统14可基于接收到数据的时间与安排所述接收到的数据播出的时间之间的差来确定可允许的过多延迟参数。如本文所述,延迟可指数据可用于跨网络链路发射的时间与所述数据实际上在发送器装置处发射到所述网络的时间之间的时间。因此,所述可允许的过多延迟参数可指示在应用用户体验之前,所述系统可支持的延迟的量。就是说,可允许的过多延迟参数通常可指示发送器装置可利用的时间量,作为增加位速率而不影响用户体验的基础。

[0170] 解码器系统14接着可确定发送器位速率增加(206)。举例来说,根据本发明的方面,解码器系统14可基于可允许的过多延迟参数来确定发送器位速率增加。就是说,解码器系统14可确定发送器装置可使发送速率增加多少,而不将拥塞引入到所述系统中。

[0171] 在一些实例中,解码器系统14可确定将添加到发送速率的逐步速率增加。举例来

说,解码器系统14可基于可允许的过多延迟参数以及在确定发送速率增加(例如当前接收速率)之前接收数据的当前平均发送速率,来确定所述发送器位速率增加。在此实例中,解码器系统14可确定可使当前发送速率增加多少,而不使所述速率增加超出可持续链路速率(例如在包的所安排播出时间之后,所述包到达解码器系统14的速率)。

[0172] 在一些情况下,解码器系统14还可考虑在解码器系统14与发送器装置之间发射消息所需的时间(例如往返时间)的量和/或与识别解码器系统14处的延迟相关联的延迟。举例来说,解码器系统14可基于可允许的过多延迟参数乘以接收速率的积与往返时间和用于检测解码器系统14处的延迟的时间的总和的比率,来确定发送器位速率增加。

[0173] 解码器系统14接着可发射发送速率增加的指示(208)。举例来说,解码器系统14可将表示逐步发送速率增加的数据发送到发送器装置,以供所述发送器装置添加到发送速率。在另一实例中,解码器系统14可将表示并入有发送速率增加的所请求发送速率的数据发送到所述发送器装置。

[0174] 在一些实例中,当发送器位速率增加超过阈值量时,解码器系统14可仅发射发送器位速率增加的指示。举例来说,解码器系统14可将发送器位速率增加与预定阈值进行比较。在一个实例中,解码器系统14可仅在发送器位速率增加超过所述接收速率的大约5%时,发射发送器位速率增加的所述指示。在另一实例中,解码器系统14可仅在发送器位速率增加超过接收速率的大约15%时发射所述发送器位速率增加的所述指示。其它阈值或百分比也是可能的。

[0175] 应理解,取决于实例,相对于图9所描述的技术中的任一者的某些动作或事件可以不同序列执行,可添加、合并或完全忽略(例如不是所有所描述的动作或事件均为实践所述技术所必需的)。

[0176] 虽然已相对于特定角度描述了本文所述的某些实例(例如由“发送器装置”或“接收器装置”执行),但应理解,本发明的技术不以此方式受限。举例来说,如上所述,VT通常是双向通信流。因此,可例如通过“发送器装置”和“接收器装置”两者来对正向和反向网络路径应用类似技术。此外,虽然出于说明的目的,相对于某一角度来示出和描述某些装置,但应理解,本文所述的装置可具有比示出的组件多或少的组件。举例来说,发送器装置可并入有视频编码器20(图2)和视频解码器42(图3)两者,且可执行本文所述的技术中的每一者。

[0177] 在一或多个实例中,所描述的功能可以硬件、软件、固件或其任何组合来实施。如果用软件实施,那么所述功能可作为一或多个指令或代码在计算机可读媒体上存储或传输,且由基于硬件的处理单元执行。计算机可读媒体可包含计算机可读存储媒体,其对应于例如数据存储媒体等有形媒体,或包含任何促进将计算机程序从一处传送到另一处的媒体(例如,根据一种通信协议)的通信媒体。以此方式,计算机可读媒体通常可对应于(1)非暂时性的有形计算机可读存储媒体或(2)通信媒体,例如信号或载波。数据存储媒体可为可由一或多个计算机或一个或多个处理器存取以检索用于实施本发明中描述的技术的指令、代码及/或数据结构的任何可用媒体。计算机程序产品可包含计算机可读媒体。

[0178] 借助于实例而非限制,此类计算机可读存储媒体可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置、快闪存储器或可用来存储指令或数据结构的形式的期望程序代码并且可由计算机存取的任何其它媒体。并且,任何连接被恰当地称作计算机可读媒体。举例来说,如果使用同轴缆线、光纤缆线、双绞线、数字订户

线(DSL)或例如红外线、无线电和微波等无线技术从网站、服务器或其它远程源传输指令,那么同轴缆线、光纤缆线、双绞线、DSL或例如红外线、无线电和微波等无线技术包含在媒体的定义中。但是,应理解,所述计算机可读存储媒体和数据存储媒体并不包括连接、载波、信号或其它暂时媒体,而是实际上针对于非暂时性有形存储媒体。如本文中所使用,磁盘和光盘包含压缩光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(DVD)、软性磁盘和蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式再现数据,而光盘利用激光以光学方式再现数据。以上各项的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0179] 可由例如一或多个数字信号处理器(DSP)、通用微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程逻辑阵列(FPGA)或其它等效集成或离散逻辑电路等一或多个处理器来执行指令。因此,如本文中所使用的术语“处理器”可指前述结构或适合于实施本文中所描述的技术的任一其它结构中的任一者。另外,在一些方面,本文所述的功能性可为在专用硬件和/或软件单元或经配置以用于编码和解码的模块内提供,或并入在组合的编解码器中。而且,所述技术可完全实施于一或多个电路或逻辑元件中。

[0180] 本发明的技术可在广泛多种装置或设备中实施,包含无线手持机、集成电路(IC)或一组IC(例如,芯片组)。本发明中描述各种组件、模块或单元是为了强调经配置以执行所公开的技术的装置的功能方面,但未必需要由不同硬件单元实现。实际上,如上文所描述,各种单元可结合合适的软件和/或固件组合在编解码器硬件单元中,或者通过互操作硬件单元的集合来提供,所述硬件单元包含如上文所描述的一或多个处理器。

[0181] 已描述了各种实例。这些和其它实例在所附权利要求书的范围内。

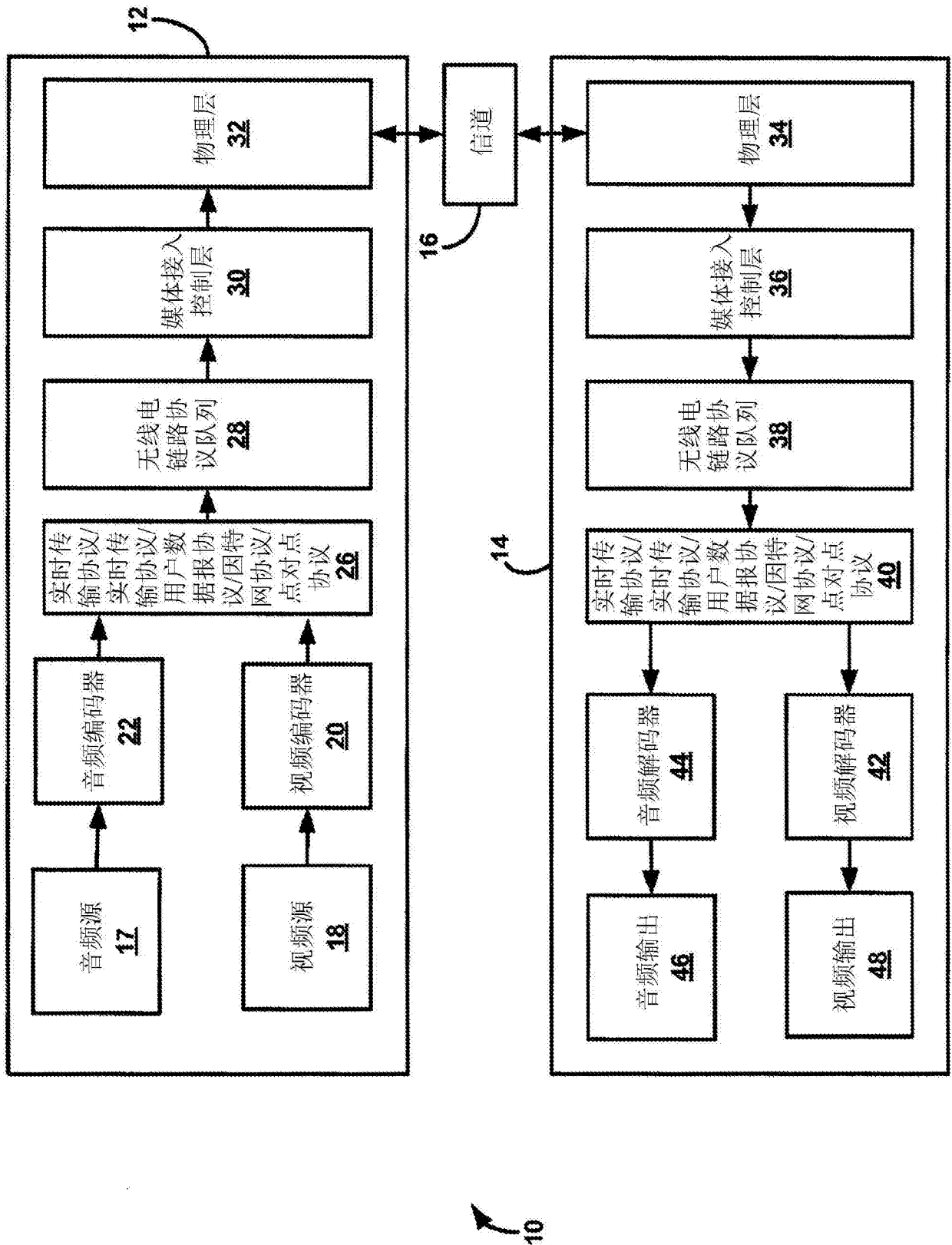


图1

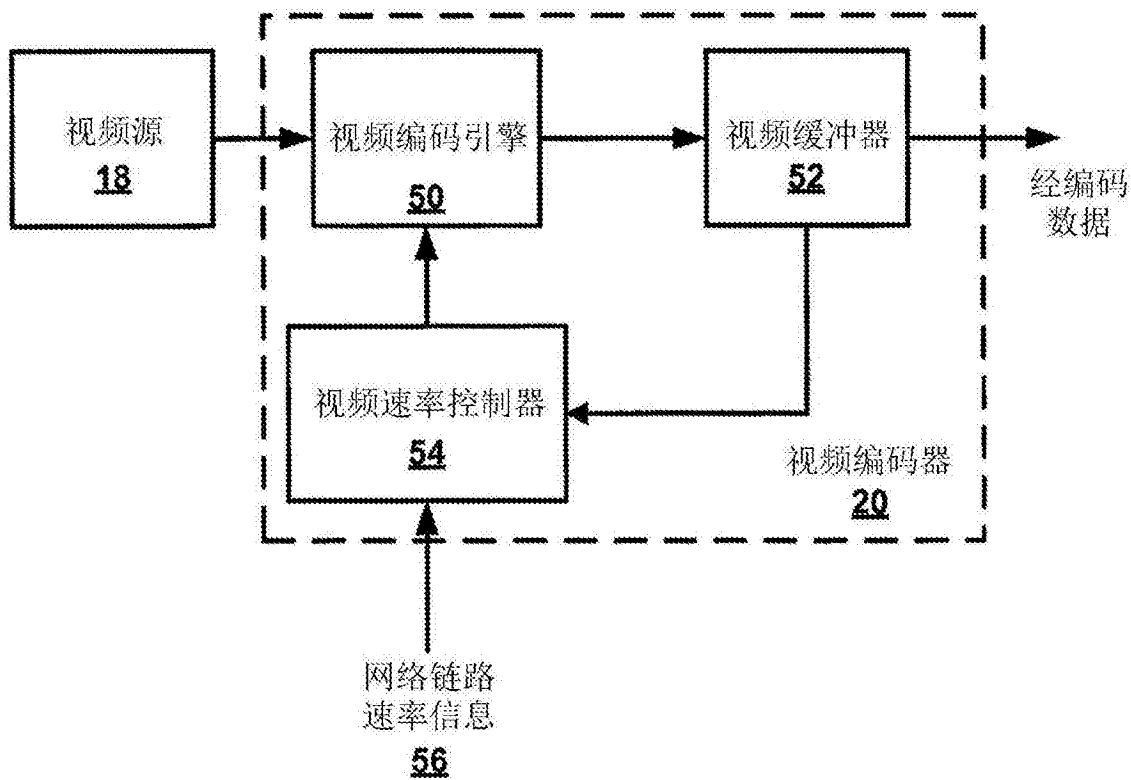


图2

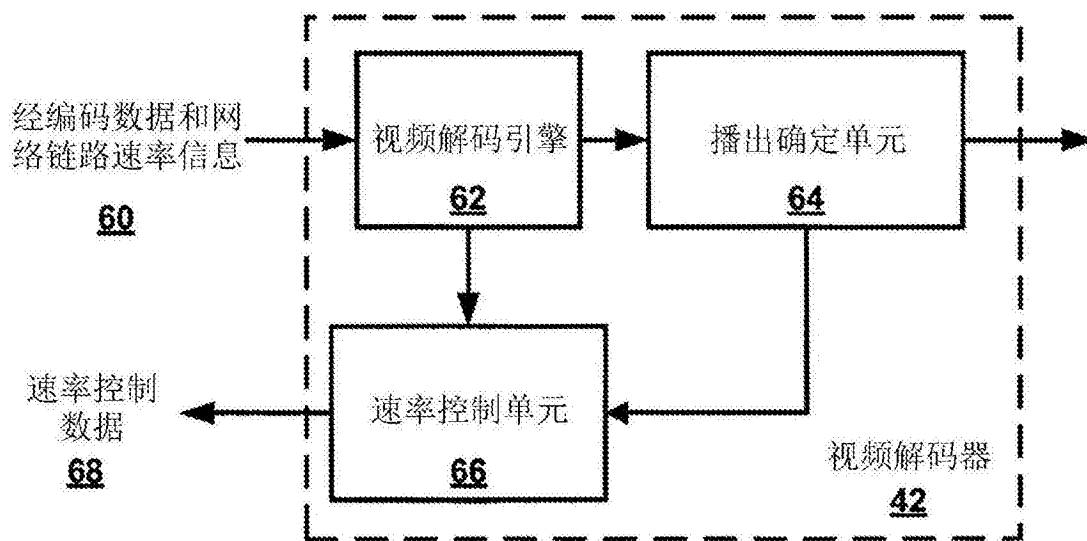


图3

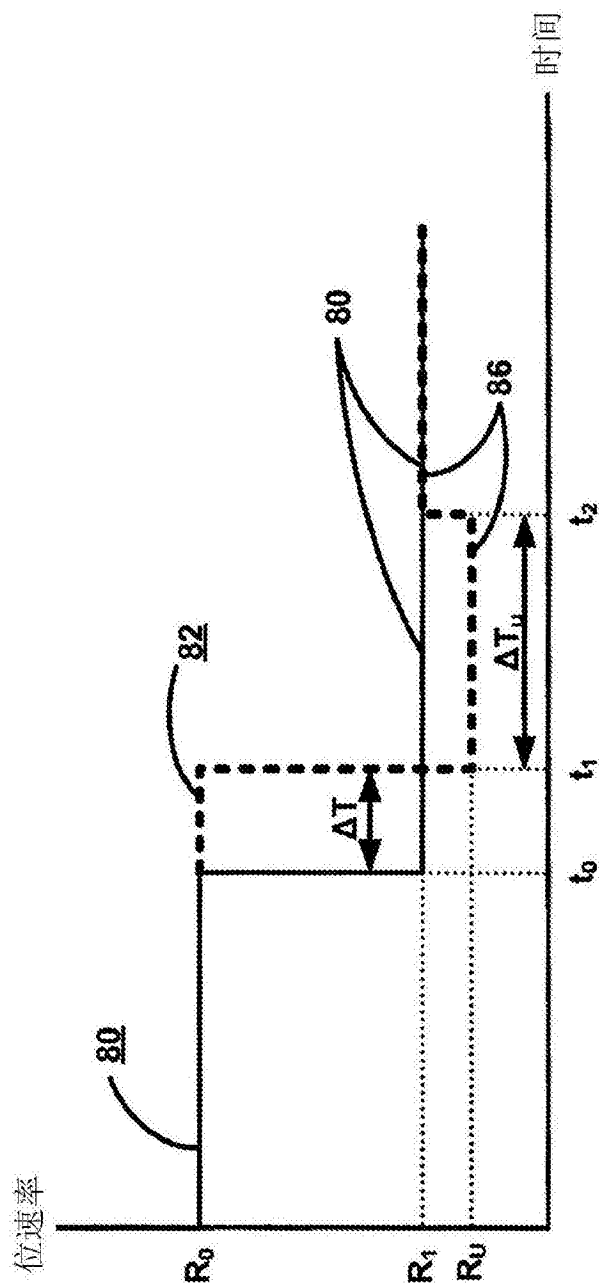


图4A

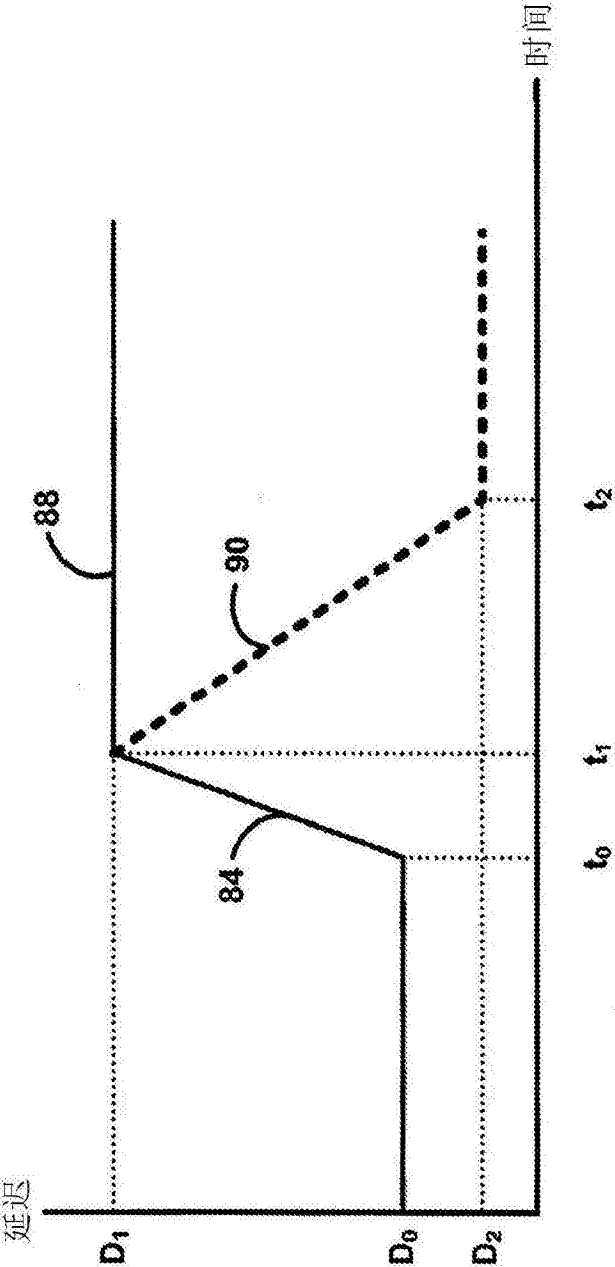


图4B

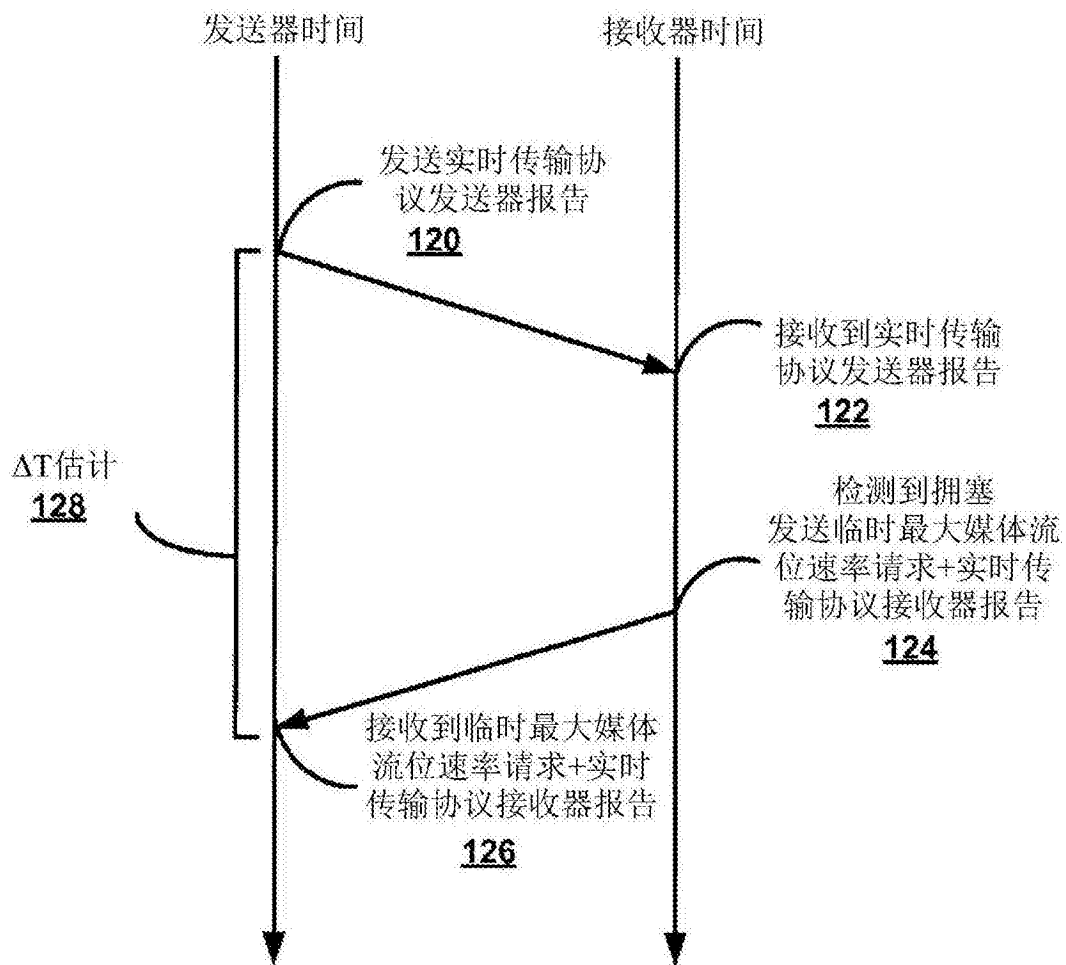


图5

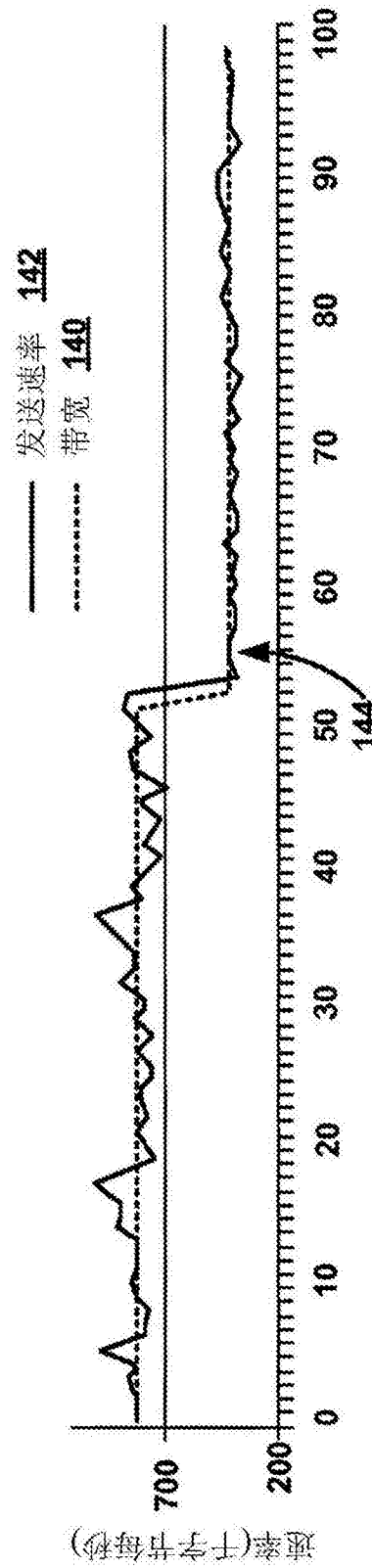


图6A

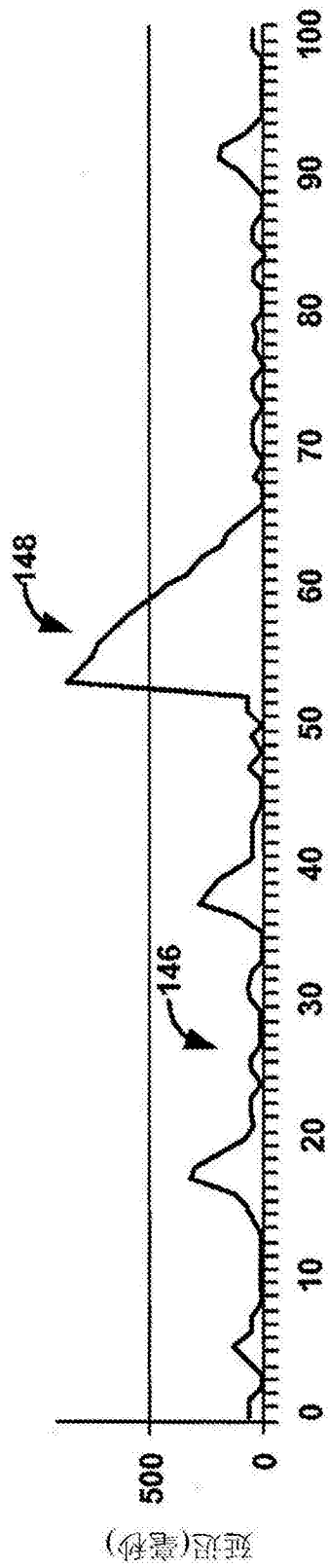


图6B

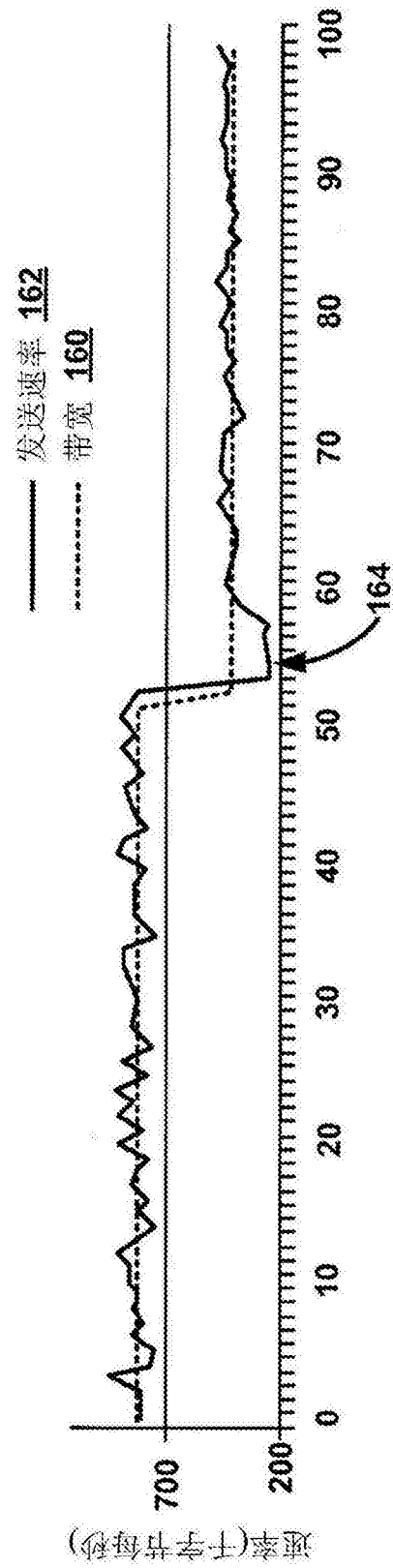


图7A

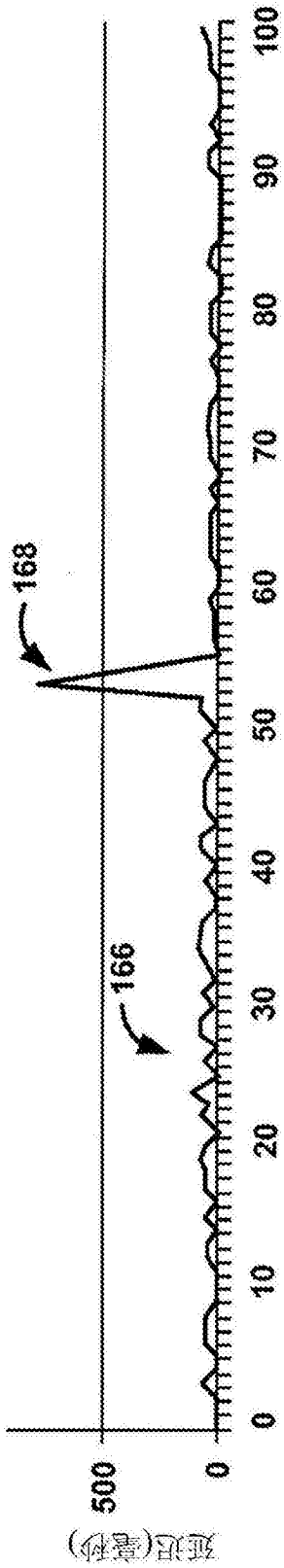


图7B

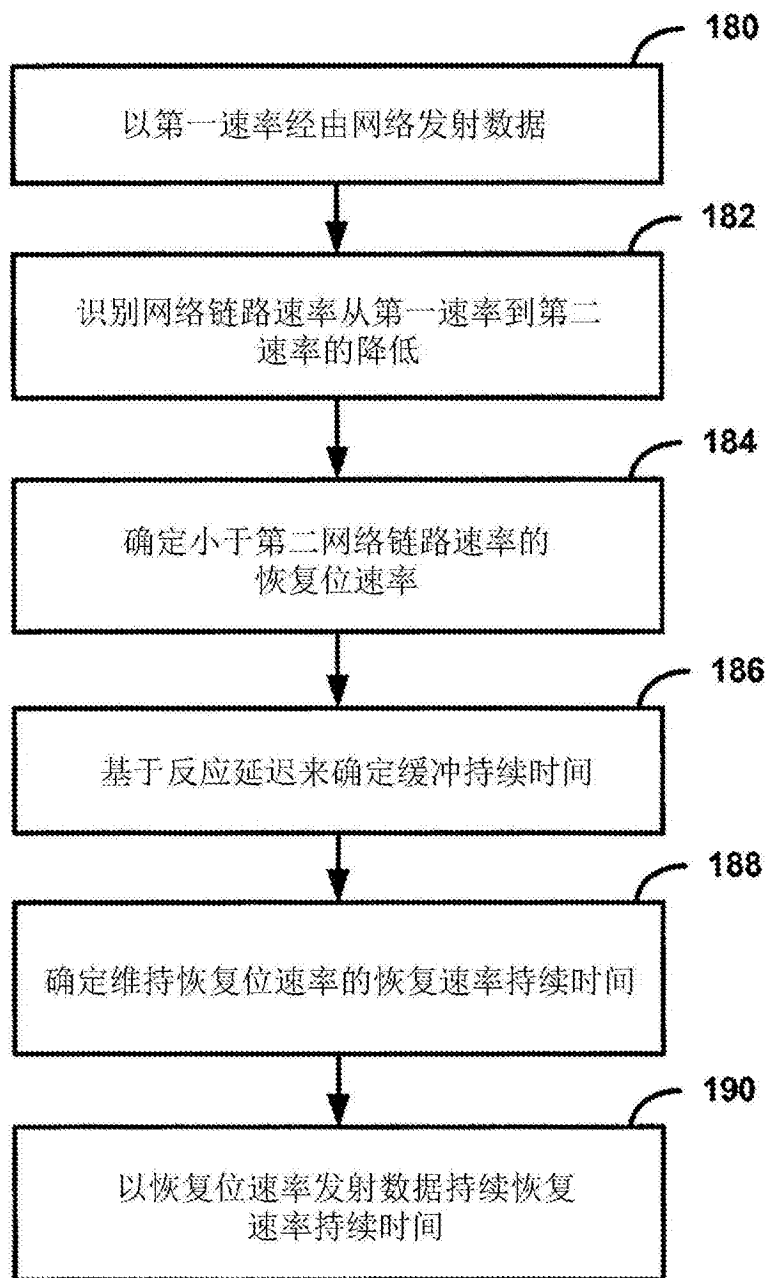


图8

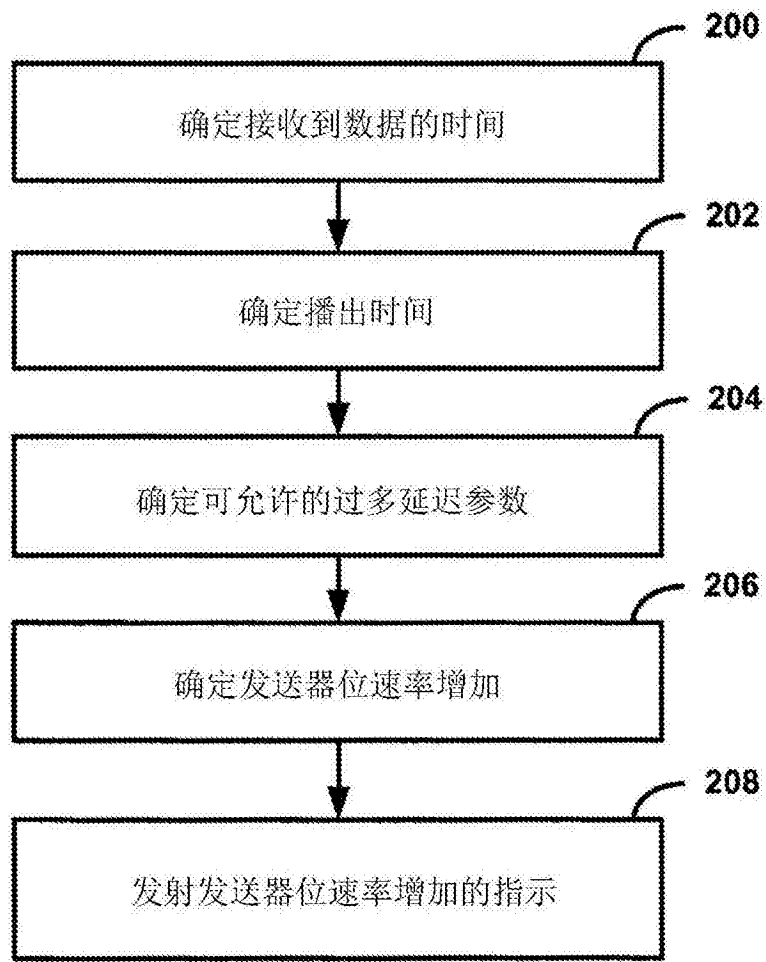


图9