



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101605251 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200910089792.3

(22) 申请日 2009.07.24

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72) 发明人 季向阳 汪启扉 肖红江 戴琼海

张乃尧

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理

有限责任公司 11138

代理人 何文彬

(51) Int. Cl.

H04N 7/26(2006.01)

H04N 7/32(2006.01)

H04L 1/18(2006.01)

审查员 崔皓

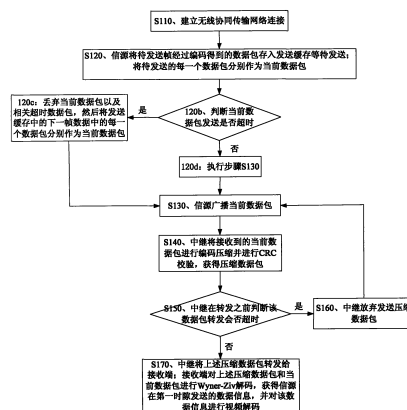
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 2 页

(54) 发明名称

无线视频传输方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了无线视频传输方法和系统,属于视频传输技术领域。该方法包括:S110、建立网络连接;S120、信源将数据包存入发送缓存;将待发送的每个数据包分别作为当前数据包;S130、向中继和接收端广播当前数据包;S140、中继将接收到的当前数据包进行压缩并进行CRC,获得压缩数据包;S150、中继判断接收端对压缩数据包解码的时刻是否晚于播放时刻;如果是,执行S160,否则,执行S170;S160、中继放弃压缩数据包并返回S130;S170、中继将压缩数据包发给接收端;接收端对数据包进行怀纳-泽夫解码,获得信源发送的数据信息,并对其进行视频解码。该系统包括:信源、中继和接收端。本发明提高了视频传输的分集增益、鲁棒性与实时性。



1. 一种无线视频传输方法,其特征在于,包括:

S110、在信源、中继以及接收端之间建立网络连接;

S120、所述信源将待发送帧经过视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送;将待发送的每一个数据包分别作为当前数据包,执行:

S130、所述信源在第一时隙向所述中继和所述接收端广播所述当前数据包;

S140、所述中继在第二时隙将接收到的所述当前数据包进行编码压缩并进行循环冗余校验,获得压缩数据包;

S150、所述中继判断如果将所述压缩数据包发送到所述接收端,所述接收端对所述压缩数据包进行解码的时刻,是否晚于所述压缩数据包的播放时刻;如果是,执行步骤 S160,否则,执行步骤 S170;

S160、所述中继放弃发送所述压缩数据包并返回步骤 S130;

S170、所述中继将所述压缩数据包转发给所述接收端;

所述接收端对所述压缩数据包进行循环冗余校验,校验成功则所述接收端对所述压缩数据包和所述当前数据包进行怀纳-泽夫解码,获得信源在第一时隙发送的数据信息,并向所述信源和所述中继发送接收确认数据包,并对所述数据信息进行视频解码;

如果循环冗余校验失败或者接收端无法对所述压缩数据包进行正确的怀纳-泽夫解码,则所述接收端根据所述压缩数据包的重传次数,向所述中继或所述信源发送自动重传请求,重传后对所述压缩数据包的重传次数加 1。

2. 如权利要求 1 所述的无线视频传输方法,其特征在于,步骤 S120 中,视频编码器采用 H. 264 可伸缩扩展版本标准进行层次化双向预测编码帧编码。

3. 如权利要求 2 所述的无线视频传输方法,其特征在于,在步骤 S130 之前,还包括:

判断所述接收端对所述当前数据包解码的最早时刻 $T_{S, arr}$ 是否晚于所述当前数据包的播放时刻 T_{disp} ;

如果是,则丢弃所述待发送帧剩余的尚未发送的所有数据包,以及与待发送帧位于同一图像组中的丢弃帧的所有数据包,然后将所述发送缓存中的下一帧的每一个数据包分别作为当前数据包,执行步骤 S130;其中,如果所述待发送帧为双向预测编码帧,则所述丢弃帧为播放时刻在所述待发送帧的前向预测帧和所述待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间,并且编码层次较所述待发送帧高的视频帧;如果所述待发送帧为帧内编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除所述待发送帧以外的全部视频帧;如果所述待发送帧为前向预测编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除帧内编码帧和所述待发送帧外的全部视频帧;

如果不是,则直接执行步骤 S130。

4. 如权利要求 3 所述的无线视频传输方法,其特征在于,

所述接收端对所述当前数据包解码的最早时刻 $T_{S, arr}$ 的计算式为: $T_{S, arr} = T_S + T'_{trans} + T_{decode}$,其中 T_S 为信源发送所述当前数据包的时刻, T'_{trans} 为所述当前数据包从信源到接收端的最小传输时延, T_{decode} 为所述当前数据包的解码时延;

设当前待发送帧为第 j 帧,在接收到所述当前待发送帧之前接收端共播放了 N_{GOP} 个图像组,则在所述接收端,所述当前数据包的播放时刻 T_{disp} 的计算式为: $T_{disp} = T_{buffer} + j/R_f + N_{GOP} \times M/R_f$,其中 T_{buffer} 为缓存播放时延, R_f 为视频播放的帧率, M 为一个图像组中的帧数。

5. 如权利要求 1 所述的无线视频传输方法,其特征在于,所述步骤 S140 中的所述编码压缩为怀纳-泽夫编码压缩。

6. 如权利要求 1 所述的无线视频传输方法,其特征在于,所述步骤 S150 中,

所述接收端对所述压缩数据包进行解码的时刻 $T_{R, arr}$ 为: $T_{R, arr} = T_R + T''_{trans} + T'_{decode}$, 其中, T_R 为所述中继发送所述压缩数据包的时刻, T''_{trans} 为所述压缩数据包从中继到接收端的最小传输时延, T'_{decode} 为所述压缩数据包的解码时延;

设当前待发送帧为第 j 帧,在接收到所述当前待发送帧之前接收端共播放了 N_{GOP} 个图像组,则所述压缩数据包的播放时刻 T_{disp} 为: $T_{disp} = T_{buffer} + j/R_f + N_{GOP} \times M/R_f$, 其中 T_{buffer} 为缓存播放时延, R_f 为视频播放的帧率, M 为一个图像组中的帧数。

7. 如权利要求 1 所述的无线视频传输方法,其特征在于,所述接收端根据所述压缩数据包的重传次数,向所述中继或所述信源发送自动重传请求,具体包括:

当所述重传次数不大于预设的最大重传次数时,所述接收端向所述中继发送自动重传请求,返回步骤 S140;

当所述重传次数大于最大重传次数时,则所述接收端向所述信源发送自动重传请求,返回步骤 S130。

8. 一种无线视频传输系统,其特征在于,包括:信源、中继以及接收端,

所述信源包括:

存储模块,用于将待发送帧经过视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送;将待发送的每一个数据包分别作为当前数据包;

发送模块,用于在第一时隙向所述中继和所述接收端广播所述当前数据包;

所述中继包括:

编码校验模块,用于在第二时隙将接收到的所述发送模块发来的当前数据包进行编码压缩并进行循环冗余校验,获得压缩数据包;

判断模块,用于判断如果将所述压缩数据包发送到所述接收端,所述接收端对所述压缩数据包进行解码的时刻,是否晚于所述压缩数据包的播放时刻;

放弃模块,用于当所述判断模块的判断结果为是时,放弃发送所述压缩数据包并触发所述发送模块工作;

转发模块,用于当所述判断模块的判断结果为否时,将所述压缩数据包转发给所述接收端;

所述接收端包括:

校验模块,用于对所述压缩数据包进行循环冗余校验;

第一模块,用于如果所述校验模块校验成功则对所述压缩数据包和所述当前数据包进行怀纳-泽夫解码,获得信源在第一时隙发送的数据信息,并向所述信源和所述中继发送接收确认数据包,对所述数据信息进行视频解码;

第二模块,用于如果所述校验模块校验失败或者所述第一模块无法对所述压缩数据包进行正确的怀纳-泽夫解码,则根据所述压缩数据包的重传次数,向所述中继或所述信源发送自动重传请求,重传后对所述压缩数据包的重传次数加 1。

9. 如权利要求 8 所述的无线视频传输系统,其特征在于,所述信源还包括:

信源判断模块,用于在第一时隙向所述中继和所述接收端广播所述当前数据包之前,

判断所述接收端对所述当前数据包解码的最早时刻 T_{arr} 是否晚于所述当前数据包的播放时刻 T_{disp} ；

第一执行模块,用于当所述信源判断模块的判断结果为是时,丢弃所述待发送帧剩余的尚未发送的所有数据包,以及与所述待发送帧位于同一图像组中的丢弃帧的所有数据包,然后将所述发送缓存中的下一帧数据中的每一个数据包分别作为当前数据包,触发所述发送模块工作;其中,如果所述待发送帧为双向预测编码帧,则所述丢弃帧为播放时刻在所述待发送帧的前向预测帧和所述待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间,并且编码层次较所述待发送帧高的视频帧;如果所述待发送帧为帧内编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除所述待发送帧以外的全部视频帧;如果所述待发送帧为前向预测编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除帧内编码帧和所述待发送帧外的全部视频帧;

第二执行模块,用于当所述信源判断模块的判断结果为否时,触发所述发送模块工作。

无线视频传输方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及视频传输技术领域,特别涉及无线视频传输方法和系统。

背景技术

[0002] 随着网络多媒体的广泛应用,无线视频技术已经逐渐成为视频传输领域里的一个非常重要的组成部分。视频流的海量数据与无线信道带宽之间的矛盾对无线传输技术提出了新的要求。

[0003] 在无线通信中,无线信道的衰落是可靠通信中需要解决的关键问题。现有技术一中的基于多天线阵列的多输入多输出技术(MIMO, Multiple-Input and Multiple-Output)技术,很好地利用了空域复用和空域分集的特性,具有很好的抗衰落的特性。在对现有技术一进行分析后,发明人发现,在移动终端和无线传感器体积的限制下,MIMO 技术对于天线空间位置的要求使得其在移动无线视频传输中的应用受到了局限。

[0004] 现有技术二中的基于中继的协作通信能够将单设备 MIMO 系统转化为分布式天线阵列,即单天线(或多天线)的移动终端,可以通过相互协作以构成虚拟 MIMO。这样就可以分布式的形式在多个终端间实现了空域复用和协作分集。协同通信的一种实现方式称为压缩-转发(CF, Compress-and-Forward)模式,其最典型的实现方法是中继使用怀纳-泽夫(Wyner-Ziv)编码来压缩接收到的信号,并转发给接收端。在对现有技术二进行分析后,发明人发现,尽管 CF 模式下的协同传输能够为无线视频传输提供良好的空域复用和空域分集性能,但是在传输的过程中仍然无法避免网络拥塞和时延等问题。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供了一种无线视频传输方法和系统。所述技术方案如下:

[0006] 一种无线视频传输方法,包括:

[0007] S110、在信源、中继以及接收端之间建立网络连接;

[0008] S120、所述信源将待发送帧经过视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送;将待发送的每一个数据包分别作为当前数据包,执行:

[0009] S130、所述信源在第一时隙向所述中继和所述接收端广播所述当前数据包;

[0010] S140、所述中继在第二时隙将接收到的所述当前数据包进行编码压缩并进行循环冗余校验,获得压缩数据包;

[0011] S150、所述中继判断如果将所述压缩数据包发送到所述接收端,所述接收端对所述压缩数据包进行解码的时刻,是否晚于所述压缩数据包的播放时刻;如果是,执行步骤 S160,否则,执行步骤 S170;

[0012] S160、所述中继放弃发送所述压缩数据包并返回步骤 S130;

[0013] S170、所述中继将所述压缩数据包转发给所述接收端;

[0014] 所述接收端对所述压缩数据包进行循环冗余校验,校验成功则所述接收端对所述压缩数据包和所述当前数据包进行怀纳-泽夫解码,获得信源在第一时隙发送的数据信

息,并向所述信源和所述中继发送接收确认数据包,并对所述数据信息进行视频解码;

[0015] 如果循环冗余校验失败或者接收端无法对所述压缩数据包进行正确的怀纳-泽夫解码,则所述接收端根据所述压缩数据包的重传次数,向所述中继或所述信源发送自动重传请求,重传后对所述压缩数据包的重传次数加1。

[0016] 进一步地,步骤 S120 中,视频编码器采用 H. 264 可伸缩扩展版本标准进行层次化双向预测编码帧编码。

[0017] 在步骤 S130 之前,还包括:

[0018] 判断所述接收端对所述当前数据包解码的最早时刻 $T_{S, arr}$ 是否晚于所述当前数据包的播放时刻 T_{disp} ;

[0019] 如果是,则丢弃所述待发送帧剩余的尚未发送的所有数据包,以及与待发送帧位于同一图像组中的丢弃帧的所有数据包,然后将所述发送缓存中的下一帧的每一个数据包分别作为当前数据包,执行步骤 S130;其中,如果所述待发送帧为双向预测编码帧,则所述丢弃帧为播放时刻在所述待发送帧的前向预测帧和所述待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间,并且编码层次较所述待发送帧高的视频帧;如果所述待发送帧为帧内编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除所述待发送帧以外的全部视频帧;如果所述待发送帧为前向预测编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除帧内编码帧和所述待发送帧外的全部视频帧;

[0020] 如果否,则直接执行步骤 S130。

[0021] 所述接收端对所述当前数据包解码的最早时刻 $T_{S, arr}$ 的计算式为: $T_{S, arr} = T_S + T'_{trans} + T_{decode}$,其中 T_S 为信源发送所述当前数据包的时刻, T'_{trans} 为所述当前数据包从信源到接收端的最小传输时延, T_{decode} 为所述当前数据包的解码时延;

[0022] 设当前待发送帧为第 j 帧,在接收到所述当前待发送帧之前接收端共播放了 N_{GOP} 个图像组,则在所述接收端,所述当前数据包的播放时刻 T_{disp} 的计算式为: $T_{disp} = T_{buffer} + j/R_f + N_{GOP} \times M/R_f$,其中 T_{buffer} 为缓存播放时延, R_f 为视频播放的帧率, M 为一个图像组中的帧数。

[0023] 所述步骤 S140 中的所述编码压缩为怀纳-泽夫编码压缩。

[0024] 所述步骤 S150 中,所述接收端对所述压缩数据包进行解码的时刻 $T_{R, arr}$ 为: $T_{R, arr} = T_R + T''_{trans} + T'_{decode}$,其中, T_R 为所述中继发送所述压缩数据包的时刻, T''_{trans} 为所述压缩数据包从中继到接收端的最小传输时延, T'_{decode} 为所述压缩数据包的解码时延;

[0025] 设当前待发送帧为第 j 帧,在接收到所述当前待发送帧之前接收端共播放了 N_{GOP} 个图像组,则所述压缩数据包的播放时刻 T_{disp} 为: $T_{disp} = T_{buffer} + j/R_f + N_{GOP} \times M/R_f$,其中 T_{buffer} 为缓存播放时延, R_f 为视频播放的帧率, M 为一个图像组中的帧数。

[0026] 所述接收端根据所述压缩数据包的重传次数,向所述中继或所述信源发送自动重传请求,具体包括:

[0027] 当所述重传次数不大于预设的最大重传次数时,所述接收端向所述中继发送自动重传请求,返回步骤 S140;

[0028] 当所述重传次数大于最大重传次数时,则所述接收端向所述信源发送自动重传请求,返回步骤 S130。

[0029] 本发明实施例还提供了一种无线视频传输系统,包括:信源、中继以及接收端,

[0030] 所述信源包括:

[0031] 存储模块,用于将待发送帧经过视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送;将待发送的每一个数据包分别作为当前数据包;

[0032] 发送模块,用于在第一时隙向所述中继和所述接收端广播所述当前数据包;

[0033] 所述中继包括:

[0034] 编码校验模块,用于在第二时隙将接收到的所述发送模块发来的当前数据包进行编码压缩并进行循环冗余校验,获得压缩数据包;

[0035] 判断模块,用于判断如果将所述压缩数据包发送到所述接收端,所述接收端对所述压缩数据包进行解码的时刻,是否晚于所述压缩数据包的播放时刻;

[0036] 放弃模块,用于当所述判断模块的判断结果为是时,放弃发送所述压缩数据包并触发所述发送模块工作;

[0037] 转发模块,用于当所述判断模块的判断结果否时,将所述压缩数据包转发给所述接收端;

[0038] 所述接收端包括:

[0039] 校验模块,用于对所述压缩数据包进行循环冗余校验;

[0040] 第一模块,用于如果所述校验模块校验成功则对所述压缩数据包和所述当前数据包进行怀纳-泽夫解码,获得信源在第一时隙发送的数据信息,并向所述信源和所述中继发送接收确认数据包,对所述数据信息进行视频解码;

[0041] 第二模块,用于如果所述校验模块校验失败或者所述第一模块无法对所述压缩数据包进行正确的怀纳-泽夫解码,则根据所述压缩数据包的重传次数,向所述中继或所述信源发送自动重传请求,重传后对所述压缩数据包的重传次数加1。

[0042] 进一步地,所述信源还包括:

[0043] 信源判断模块,用于在第一时隙向所述中继和所述接收端广播所述当前数据包之前,判断所述接收端对所述当前数据包解码的最早时刻 T_{arr} 是否晚于所述当前数据包的播放时刻 T_{disp} ;

[0044] 第一执行模块,用于当所述信源判断模块的判断结果为是时,丢弃所述待发送帧剩余的尚未发送的所有数据包,以及与所述待发送帧位于同一图像组中的丢弃帧的所有数据包,然后将所述发送缓存中的下一帧数据中的每一个数据包分别作为当前数据包,触发所述发送模块工作;其中,如果所述待发送帧为双向预测编码帧,则所述丢弃帧为播放时刻在所述待发送帧的前向预测帧和所述待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间,并且编码层次较所述待发送帧高的视频帧;如果所述待发送帧为帧内编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除所述待发送帧以外的全部视频帧;如果所述待发送帧为前向预测编码帧,则所述丢弃帧为所述待发送帧所在图像组除帧内编码帧和所述待发送帧外的全部视频帧;

[0045] 第二执行模块,用于当所述信源判断模块的判断结果否时,触发所述发送模块工作。

[0046] 本发明实施例提供的技术方案的有益效果是:将协同传输的技术应用于无线视频传输,提高了视频传输的分集增益。同时本发明实施例还给出了实时传输中数据包的丢弃方法和基于CF模式下协同视频传输的自动重传请求策略,提高了视频传输的鲁棒性与实时性。

附图说明

- [0047] 图 1 是本发明实施例提供的无线视频传输方法的流程图；
[0048] 图 2 是视频编码器层次化 B 帧编码时域预测原理图；
[0049] 图 3 是本发明实施例提供的无线视频传输系统的示意图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0051] 本发明实施例的应用环境如下：用于无线视频传输的视频序列采用 CIF（标准化图像格式，Common Intermediate Format）的名字为“mobile”的标准测试视频序列；该 CIF 格式视频序列的像素为 352×288 ；解码器采用 H.264/SVC（Scalable Video Coding，可伸缩扩展）标准的参考软件 JSVM（Joint Scalable Video Model，可伸缩视频编码）；编码器 GOP（Group of Pictures，图像组）的帧数为 8；编码的时域预测采用 Hierarchical B（层次化双向预测编码帧，简称层次化 B 帧）的方法，每一帧又按照 FGS（Fine Granular Scalability，精细粒度可伸缩）方法将其分为一个 BL（Base Layer，基本层）和至少一个 EL（Enhancement Layer，提升层）；信源和中继的发送码率均为 256kbps（千比特每秒）；每个发送时隙为 0.5 秒；每个数据包和解码时延 $T_{\text{decode}} = 0.1$ 秒；建立视频通信连接后的初始缓存为 10 秒的视频帧；视频播放的帧率为每秒 30 帧；中继最大重传次数为 5。每一个 ACK 包（接收成功确认数据包）或 NACK 包（接收失败确认数据包）从接收端到中继或到信源的反向传输的时延均为 $T_{\text{ACK}} = 0.001$ 秒。本发明实施例以一帧分为一个 BL 和一个 EL 进行说明。

[0052] 实施例一

[0053] 本发明实施例提供了一种无线视频传输方法，如图 1 所示，包括：

[0054] S110、在信源、中继以及接收端之间建立无线协同网络连接。

[0055] S120、信源将待发送帧经过视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送；将待发送的每一个数据包分别作为当前数据包，执行步骤 S130。

[0056] 视频编码器采用 H.264 标准的可伸缩扩展版本（H.264/SVC）进行层次化 B 帧编码，即视频编码器采用层次化 B 帧的时域预测结构进行编码。Hierarchical B 结构定义了每个视频帧的层次，如图 2 所示：在一个 GOP 中，第一帧（即帧内编码帧（I 帧））和最后一帧（即前向预测编码帧（P 帧））为第 0 层；由第 0 层的 I 帧和 P 帧共同共同预测得到的双向预测编码帧（即 B 帧）为第 1 层；由第 0 层的 I 帧或 P 帧和第 1 层的 B 帧预测 B 帧的层次为第 2 层；由第 2 层 B 帧和第 0 层或者第 1 层的视频帧预测得到的 B 帧称为第 3 层，以此类推。在图 2 中，每一个独立的菱形（包括一个 BL 和至少一个 EL）对应视频序列中的一个视频帧，所有的视频帧从左至右按照播放时间先后顺序排列。信源将待发送帧经过该视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送。根据层次化 B 帧编码的知识可知，在该发送缓存中，同一个视频帧（即待发送帧中的一帧）的数据包放在一起，而不同视频帧的排放顺序并非是按照视频序列中的时间顺序排列，是按照编码的先后顺序排列，也即排在最前面最先发送的是第 0 层的视频帧，然后依次是第 1 层、第 2 层和第 3 层。

[0057] S130、信源在第一时隙向中继和接收端广播当前数据包。

[0058] 优选地,本实施例在第一时隙(本实施例为 0.01 秒内)向中继和接收端广播当前数据包之前,还包括:

[0059] 120b:判断所述接收端对所述当前数据包解码的最早时刻 $T_{S, arr}$ 是否晚于所述当前数据包的播放时刻 T_{disp} 。

[0060] 设整个视频序列中某个 GOP 的第 j ($j = 1, 2, 3, \dots$) 帧中某一层 (BL 或者 EL) 的第 i 个数据包 m_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 为当前要发送的数据包。该层的所有数据包大小相同,都包含 K 比特。信源和中继的发送码率为每秒 r 比特(本实施例为 256kbps(千比特每秒))。此时该数据包的发送时延为 $T_{trans} = K/r$ 。设一个 GOP 的帧数为 M (本实施例中是 8)。数据包 m_i 所在的视频层(上述第 j 帧)被编码成 L 个数据包。视频播放的帧率为 R_f 。

[0061] 设信源发送数据包 m_i 的时刻为 T_S^i ,该当前数据包的解码时延为 T_{decode} 。对于同一视频层的数据包,其所在视频层的解码时延相同。在接收端,设其播放之初缓存的视频帧的播放时延为 T_{buffer} 。在接收到数据包 m_i 所在的视频帧之前,接收端共播放了 N_{GOP} 个 GOP。因此,数据包 m_i 的最小传输时延为 $T'_{trans} = (L-i+1) \times T_{trans} + (L-i+1) \times T_{ACK}$ 。其中,每一个 ACK 包或 NACK 包从接收端到中继或到信源的反向传输的时延均为 $T_{ACK} = 0.001$ 秒。

[0062] 接收端对当前数据包 m_i 解码的最早时刻 $T_{S, arr}$ 的计算式为:

$$T_{S, arr}^i = T_S^i + T'_{trans} + T_{decode} = T_S^i + (L-i+1) \times T_{trans} + (L-i+1) \times T_{ACK} + T_{decode}$$

[0063] 而数据包 m_i 期望的播放时刻为 $T_{disp}^i = T_{buffer} + j/R_f + N_{GOP} \times M/R_f$ 。

[0064] 120c:如果是,则丢弃待发送帧剩余的尚未发送的所有数据包,以及与待发送帧位于同一图像组中的丢弃帧的所有数据包,然后将发送缓存中的下一帧数据中的每一个数据包分别作为当前数据包,执行步骤 S130。

[0065] 120d:否则执行步骤 S130。

[0066] 其中,如果上述待发送帧为 B 帧,则丢弃帧为播放时刻在待发送帧的前向预测帧和待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间,并且编码层次较待发送帧高的视频帧;如果上述待发送帧为 I 帧,则丢弃帧为待发送帧所在图像组除待发送帧以外的全部视频帧;如果上述待发送帧为 P 帧,则丢弃帧为待发送帧所在图像组除 I 帧和待发送帧外的全部视频帧。

[0067] 某一帧的预测帧指用来预测该帧的视频帧。一般来讲,双向预测编码帧的预测帧有两帧。播放时刻位于该帧之前的预测帧为前向预测帧;播放时刻位于该帧之后的预测帧为后向预测帧。参见图 2,第二个“第 2 层”(以下简称为 A 层)所在视频帧,是由“第 1 层”所在视频帧和最右面的“第 0 层”所在视频帧共同预测得到的,则“第 1 层”所在视频帧为 A 层所在视频帧的前向预测帧;最右面的“第 0 层”所在视频帧为 A 层所在视频帧的后向预测帧。

[0068] 当 $T_{S, arr}^i > T_{disp}^i$ 时,信源丢弃上述第 j 帧剩余的尚未发送的所有数据包,以及与上述第 j 帧位于同一 GOP 中的丢弃帧的所有数据包。比如若当前数据包 m_i 位于图 2 中 A 层所在视频帧(该待发送帧为一个 B 帧),则由图 2 分析可知,该待发送帧的前向预测帧为编码层次为“第 1 层”的视频帧;后向预测帧为最右面的编码层次为“第 0 层”的视频帧。本例中位于待发送帧的前向预测帧和待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间,并且编码层次较待发送帧高的为与待发送帧直接相邻的编码层次为“第 3 层”的视频帧。若当前数据包 m_i 位

于图 2 中最左边的“第 0 层”所在视频帧（即该待发送帧为一个 I 帧），由上述可知，丢弃帧为待发送帧所在图像组除待发送帧以外的全部视频帧。假设当前数据包 m_i 位于图 2 中最右边的“第 0 层”所在视频帧（即该待发送帧为一个 P 帧），由上述可知，丢弃帧为待发送帧所在图像组除 I 帧和待发送帧外的全部视频帧。

[0069] 信源丢弃完数据包后，将发送缓存中的下一帧数据中的每一个数据包分别作为当前数据包，执行步骤 S130。

[0070] 当 $T_{S, arr}^i \leq T_{disp}^i$ 时，直接执行步骤 S130。

[0071] 例如对于整个视频序列中某个 GOP 的第 3 帧的 BL，该层每个数据包大小相同，均为 2048bits。此时每个数据包的发送时延为 $T_{trans} = 8 \times 10^{-3}$ 秒。对于该 BL 的第 100 个数据包 m_i ，信源发送该数据包的发送时刻为 $T_S^{100} = 15$ 秒，并且此次发送为该数据包的第一次发送。第 3 帧被分成两层，该数据包所在层被编码成 300 个数据包。接收端在接收到该数据包所在帧之前共播放了 9 个 GOP。此时对该数据包的时延判断包括以下步骤：

[0072] 该数据包最小的传输时延为 $T'_{trans} = (L-i+1) \times T_{trans} + (L-i+1) \times T_{ACK} \approx 1.8$ 秒。其所在视频层顺利传输并解码的“最早时刻” $T_{S, arr}^{100}$ 为

[0073]

$$T_{S, arr}^{100} = T_S^{100} + T'_{trans} + T_{decode} = 15 + 1.8 + 0.1 = 16.9 \text{ 秒。}$$

[0074] 而该视频层期望的播放时刻为：

[0075]

$$T_{disp}^{100} = T_{buffer} + j/f + N_{GOP} \times M/f = 20 + 3/30 + 9 \times 10/30 = 23.1 \text{ 秒。}$$

[0076] 因为 $T_{S, arr}^{100} \leq T_{disp}^{100}$ ，所以信源会传输数据包 m_i 。

[0077] S140、中继在第二时隙将接收到的当前数据包进行编码压缩并进行循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check, CRC)，获得压缩数据包。

[0078] 本步骤的编码压缩方法采用 Wyner-Ziv 编码器实现。本实施例中，Wyner-Ziv 编码器采用均匀量化器和信道编码的编码器实现，中继压缩编码的码率设为 $R_w = 0.5$ 。

[0079] 如果上一次中继压缩数据包的码率为 $R_{relay} = 3/16$ ，并且发送成功；同时该压缩码率可以在 $\{1/16, 2/16, \dots, 15/16\}$ 中选择（也即该压缩码率的调整步长为 $1/16$ ），则此时码率调整为 $R_{relay} = 3/16 - 1/16 = 2/16$ 。当 $R_{relay} = 1/16$ 时，码率不再降低。

[0080] S150、中继判断如果将上述压缩数据包发送到接收端，接收端对上述压缩数据包进行解码的时刻，是否晚于上述压缩数据包的播放时刻；如果是，执行步骤 S160，否则，执行步骤 S170。

[0081] 接收端对上述压缩数据包进行解码的时刻 $T_{R, arr}$ 为： $t_{R, arr} = T_R + T''_{trans} + T'_{decode}$ ，其中， T_R 为中继发送上述压缩数据包的时刻， T''_{trans} 为上述压缩数据包的最小传输时延， T'_{decode} 为上述压缩数据包的解码时延。

[0082] 设当前待发送帧为第 j 帧，在接收到当前待发送帧之前接收端共播放了 N_{GOP} 个图像组，则上述压缩数据包的播放时刻 T_{disp} 为： $T_{disp} = T_{buffer} + j/R_f + N_{GOP} \times M/R_f$ ，其中 T_{buffer} 为缓存播放时延， R_f 为视频播放的帧率， M 为一个图像组中的帧数。

[0083] S160、中继放弃发送上述压缩数据包并返回步骤 S130。

[0084] 例如对于整个视频序列中某个 GOP 的第 3 帧的 BL，该层每个数据包大小相同，均为

2048bits。此时每个数据包的发送时延为 $T_{trans} = 8 \times 10^{-3}$ 秒。对于该 BL 的第 100 个数据包 m_i ，设中继即将发送该数据包 m_i 的时刻为 $T_R^{100} = 25 (i=100)$ 。此次发送为中继对该数据包的第 5 次发送。设该数据包所在帧被分成两层 (1 个 BL 和 1 个 EL)，而该数据包所在层被编码成 300 个数据包。接收端在接收到该数据包所在帧之前共播放了 9 个 GOP。该数据包最小的传输时延为 $T'_{trans} = (L-i+1) \times T_{trans} + (L-i+1) \times T_{ACK} \approx 1.8$ 秒。其所在视频层顺利传输并解码的“最早时刻” $T_{R,arr}^{100}$ 为

[0085]

$$T_{R,arr}^{100} = T_R^{100} + T'_{trans} + T_{decode} = 25 + 1.8 + 0.1 = 26.9 \text{ 秒。}$$

[0086] 而该视频层期望的播放时刻为

[0087]

$$T_{disp}^{100} = T_{buffer} + j/f + N_{GOP} \times M/f = 20 + 3/30 + 9 \times 10/30 = 23.1 \text{ 秒。}$$

[0088] 因为 $T_{R,arr}^{100} > T_{disp}^{100}$ ，并且此时中继对于该数据包的传输次数已经达到了最大重传次数（本实施例为 5 次）的限制，因此执行步骤 S160，放弃发送上述压缩数据包并返回步骤 S130。

[0089] S170、中继将上述压缩数据包转发给接收端；接收端对上述压缩数据包和当前数据包进行 Wyner-Ziv 解码，获得信源在第一时间隙发送的数据信息，并对该数据信息进行视频解码。

[0090] 当接收端对上述压缩数据包进行解码的时刻，早于上述压缩数据包的播放时刻时，中继将上述压缩数据包转发给接收端。

[0091] 接收端对上述压缩数据包进行循环冗余校验，校验成功则接收端对上述压缩数据包和当前数据包进行 Wyner-Ziv 解码，获得信源在第一时间隙发送的数据信息，并对该数据信息进行视频解码，以及向信源和中继发送 ACK 数据包；

[0092] 如果循环冗余校验失败或者接收端无法对上述压缩数据包进行正确的 Wyner-Ziv 解码，则接收端根据上述压缩数据包的重传次数，向中继或信源发送自动重传请求 (AutomaticRepeat-reQuest, ARQ)，重传后对上述压缩数据包的重传次数加 1。

[0093] 具体地，接收端对中继转发的数据包进行 CRC-16 校验，校验成功则对两个时隙接收到的数据包（上述压缩数据包和当前数据包）进行 Wyner-Ziv 解码，Wyner-Ziv 解码器采用信道编码的解码器实现。接收端通过 Wyner-Ziv 解码获得信源在第一个时隙发送的信息。接收端同时向信源和中继发送 ACK 包。

[0094] 如果 CRC-16 校验不成功或者 Wyner-Ziv 解码失败，则向中继或者信源发送 ARQ，即同时向信源和中继发送 NACK 包。当该数据包当前已经进行的重传次数没有超过最大重传次数限制时，接收端向中继发送 ARQ，请求重传该数据包，返回步骤 S140。如果超过最大重传次数的限制，则接收端向信源发出 ARQ，请求重传该数据包，返回步骤 S130。

[0095] 接收端对 Wyner-Ziv 解码得到的数据进行视频解码，如果缺少某个视频层的数据，则通过错误隐藏等方法重建该视频层。同时接收端请求信源发送缓存中的下一个数据包。

[0096] 本发明实施例将协同传输的技术应用于无线视频传输，提高了视频传输的分集增益。同时本发明实施例还给出了实时传输中数据包的丢弃方法和基于 CF 模式下协同视频

传输的 ARQ 策略,提高了视频传输的鲁棒性与实时性。

[0097] 实施例二

[0098] 本发明实施例提供了一种无线视频传输系统,如图 3 所示,包括:信源 301、中继 302 以及接收端 303,

[0099] 信源 301 包括:

[0100] 存储模块,用于将待发送帧经过视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送;将待发送的每一个数据包分别作为当前数据包。

[0101] 视频编码器采用 H. 264 标准的可伸缩扩展版本 (H. 264/SVC) 进行层次化 B 帧编码,即视频编码器采用层次化 B 帧的时域预测结构进行编码。Hierarchical B 结构定义了每个视频帧的层次,如图 2 所示:在一个 GOP 中,第一帧(即帧内编码帧(I 帧))和最后一帧(即前向预测编码帧(P 帧))为第 0 层;由第 0 层的 I 帧和 P 帧共同共同预测得到的双向预测编码帧(即 B 帧)为第 1 层;由第 0 层的 I 帧或 P 帧和第 1 层的 B 帧预测 B 帧的编码层次为第 2 层;由第 2 层 B 帧和第 0 层或者第 1 层的视频帧预测得到的 B 帧称为第 3 层,以此类推。在图 2 中,每一个独立的菱形(包括一个 BL 和至少一个 EL)对应视频序列中的一个视频帧,所有的视频帧从左至右按照播放时间先后顺序排列。信源将待发送帧经过该视频编码器编码得到的数据包存入发送缓存等待发送。根据层次化 B 帧编码的知识可知,在该发送缓存中,同一个视频帧(即待发送帧中的一帧)的数据包放在一起,而不同视频帧的排放顺序并非是按照视频序列中的时间顺序排列,是按照编码的先后顺序排列,也即排在最前面最先发送的是第 0 层的视频帧,然后依次是第 1 层、第 2 层和第 3 层。

[0102] 发送模块,用于在第一时隙向中继 302 和接收端 303 广播当前数据包。

[0103] 进一步地,信源 301 还包括:

[0104] 信源判断模块,用于在第一时隙向中继 302 和接收端 303 广播当前数据包之前,判断接收端 303 对当前数据包解码的最早时刻 T_{arr} 是否晚于当前数据包的播放时刻 T_{disp} 。

[0105] 设整个视频序列中某个 GOP 的第 j ($j = 1, 2, 3, \dots$) 帧中某一层 (BL 或者 EL) 的第 i 个数据包 m_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 为当前要发送的数据包。该层的所有数据包大小相同,都包含 K 比特。信源和中继的发送码率为每秒 r 比特(本实施例为 256kbps(千比特每秒))。此时该数据包的发送时延为 $T_{trans} = K/r$ 。设一个 GOP 的帧数为 M (本实施例中是 8)。数据包 m_i 所在的视频层(上述第 j 帧)被编码成 L 个数据包。视频播放的帧率为 R_f 。

[0106] 设信源发送数据包 m_i 的时刻为 T_S^i ,该当前数据包的解码时延为 T_{decode} 。对于同一视频层的数据包,其所在视频层的解码时延相同。在接收端,设其播放之初缓存的视频帧的播放时延为 T_{buffer} 。在接收到数据包 m_i 所在的视频帧之前,接收端共播放了 N_{GOP} 个 GOP。因此,数据包 m_i 的最小传输时延为 $T'_{trans} = (L-i+1) \times T_{trans} + (L-i+1) \times T_{ACK}$ 。其中,每一个 ACK 包或 NACK 包从接收端到中继或到信源的反向传输的时延均为 $T_{ACK} = 0.001$ 秒。

[0107] 接收端对当前数据包 m_i 解码的最早时刻 $T_{S, arr}$ 的计算式为:

$$T_{S, arr}^i = T_S^i + T'_{trans} + T_{decode} = T_j^i + (L-i+1) \times T_{trans} + (L-i+1) \times T_{ACK} + T_{decode}。$$

[0108] 而数据包 m_i 期望的播放时刻为 $T_{disp}^i = T_{buffer} + j/R_f + N_{GOP} \times M/R_f$ 。

[0109] 第一执行模块,用于当信源判断模块的判断结果为是时,丢弃待发送帧剩余的尚未发送的数据包,以及与待发送帧位于同一图像组中的丢弃帧的所有数据包,然后将发送缓存中的下一帧数据中的每一个数据包分别作为当前数据包,触发发送模块工作;其中,如

果待发送帧为 B 帧（双向预测编码帧），则所述丢弃帧为播放时刻在待发送帧的前向预测帧和待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间，并且编码层次较所述待发送帧高的视频帧；如果所述待发送帧为 I 帧，则丢弃帧为待发送帧所在图像组除待发送帧以外的全部视频帧；如果待发送帧为 P 帧，则丢弃帧为待发送帧所在图像组除 I 帧和待发送帧外的全部视频帧。

[0110] 第二执行模块，用于当信源 301 判断模块的判断结果为否时，触发发送模块工作。

[0111] 某一帧的预测帧指用来预测该帧的视频帧。一般来讲，双向预测编码帧的预测帧有两帧。播放时刻位于该帧之前的预测帧为前向预测帧；播放时刻位于该帧之后的预测帧为后向预测帧。参见图 2，第二个“第 2 层”（以下简称为 A 层）所在视频帧，是由“第 1 层”所在视频帧和最右面的“第 0 层”所在视频帧共同预测得到的，则“第 1 层”所在视频帧为 A 层所在视频帧的前向预测帧；最右面的“第 0 层”所在视频帧为 A 层所在视频帧的后向预测帧。

[0112] 当 $T_{S,arr}^i > T_{disp}^i$ 时，信源丢弃上述第 j 帧剩余的尚未发送的所有数据包，以及与上述第 j 帧位于同一 GOP 中的丢弃帧的所有数据包。比如若当前数据包 m_i 位于图 2 中 A 层所在视频帧（该待发送帧为一个 B 帧），则由图 2 分析可知，该待发送帧的前向预测帧为编码层次为“第 1 层”的视频帧；后向预测帧为最右面的编码层次为“第 0 层”的视频帧。本例中位于待发送帧的前向预测帧和待发送帧的后向预测帧的播放时刻之间，并且编码层次较待发送帧高的为与待发送帧直接相邻的编码层次为“第 3 层”的视频帧。若当前数据包 m_i 位于图 2 中最左边的“第 0 层”所在视频帧（即该待发送帧为一个 I 帧），由上述可知，丢弃帧为待发送帧所在图像组除待发送帧以外的全部视频帧。假设当前数据包 m_i 位于图 2 中最右边的“第 0 层”所在视频帧（即该待发送帧为一个 P 帧），由上述可知，丢弃帧为待发送帧所在图像组除 I 帧和待发送帧外的全部视频帧。

[0113] 信源丢弃完数据包后，将发送缓存中的下一帧数据中的每一个数据包分别作为当前数据包，触发发送模块工作。

[0114] 当 $T_{S,arr}^i \leq T_{disp}^i$ 时，触发发送模块工作。

[0115] 例如对于整个视频序列中某个 GOP 的第 3 帧的 BL，该层每个数据包大小相同，均为 2048bits。此时每个数据包的发送时延为 $T_{trans} = 8 \times 10^{-3}$ 秒。对于该 BL 的第 100 个数据包 m_i ，信源发送该数据包的发送时刻为 $T_S^{100} = 15$ 秒，并且此次发送为该数据包的第一次发送。第 3 帧被分成两层，该数据包所在层被编码成 300 个数据包。接收端在接收到该数据包所在帧之前共播放了 9 个 GOP。此时对该数据包的时延判断包括以下步骤：

[0116] 该数据包最小的传输时延为 $T'_{trans} = (L-i+1) \times T_{trans} + (L-i+1) \times T_{ACK} \approx 1.8$ 秒。其所在视频层顺利传输并解码的“最早时刻” $T_{S,arr}^{100}$ 为

[0117]

$$T_{S,arr}^{100} = T_S^{100} + T'_{trans} + T_{decode} = 15 + 1.8 + 0.1 = 16.9 \text{ 秒。}$$

[0118] 而该视频层期望的播放时刻为：

[0119]

$$T_{disp}^{100} = T_{buffer} + j/f + N_{GOP} \times M/f = 20 + 3/30 + 9 \times 10/30 = 23.1 \text{ 秒。}$$

[0120] 因为 $T_{S,arr}^{100} \leq T_{disp}^{100}$ ，所以信源会传输数据包 m_i 。

[0121] 中继 302 包括：

[0122] 编码校验模块,用于在第二时隙将接收到的发送模块发来的当前数据包进行编码压缩并进行循环冗余校验,获得压缩数据包。

[0123] 本步骤的编码压缩为 Wyner-Ziv 编码压缩。本实施例中, Wyner-Ziv 编码器采用均匀量化器和信道编码的编码器实现,中继压缩编码的码率设为 $R_w = 0.5$ 。

[0124] 如果上一次中继压缩数据包的码率为 $R_{\text{relay}} = 3/16$,并且发送成功;同时该压缩码率可以在 $\{1/16, 2/16, \dots, 15/16\}$ 中选择(也即该压缩码率的调整步长为 $1/16$),则此时码率调整为 $R_{\text{relay}} = 3/16 - 1/16 = 2/16$ 。当 $R_{\text{relay}} = 1/16$ 时,码率不再降低。

[0125] 判断模块,用于判断如果将上述压缩数据包发送到接收端 303,接收端 303 对上述压缩数据包进行解码的时刻,是否晚于上述压缩数据包的播放时刻。

[0126] 接收端对上述压缩数据包进行解码的时刻 $T_{R, \text{arr}}$ 为: $T_{R, \text{arr}} = T_R + T''_{\text{trans}} + T'_{\text{decode}}$, 其中, T_R 为中继发送上述压缩数据包的时刻, T''_{trans} 为上述压缩数据包的最小传输时延, T'_{decode} 为上述压缩数据包的解码时延。

[0127] 设当前待发送帧为第 j 帧,在接收到当前待发送帧之前接收端共播放了 N_{GOP} 个图像组,则上述压缩数据包的播放时刻 T_{disp} 为: $T_{\text{disp}} = T_{\text{buffer}} + j/R_f + N_{\text{GOP}} \times M/R_f$, 其中 T_{buffer} 为缓存播放时延, R_f 为视频播放的帧率, M 为一个图像组中的帧数。

[0128] 放弃模块,用于当判断模块的判断结果为是时,放弃发送上述压缩数据包并触发发送模块工作。

[0129] 例如对于整个视频序列中某个 GOP 的第 3 帧的 BL,该层每个数据包大小相同,均为 2048bits。此时每个数据包的发送时延为 $T_{\text{trans}} = 8 \times 10^{-3}$ 秒。对于该 BL 的第 100 个数据包 m_i ,设中继即将发送该数据包 m_i 的时刻为 $T_R^{100} = 25(i=100)$ 。此次发送为中继对该数据包的第五次发送。该数据包所在帧被分成两层(1 个 BL 和 1 个 EL),而该数据包所在层被编码成 300 个数据包。设接收端在接收到该数据包所在帧之前共播放了 9 个 GOP。该数据包最小的传输时延为 $T''_{\text{trans}} = (L-i+1) \times T_{\text{trans}} + (L-i) \times T_{\text{ACK}} \approx 1.8$ 秒。其所在视频层顺利传输并解码的“最早时刻” $T_{R, \text{arr}}^{100}$ 为

[0130]

$$T_{R, \text{arr}}^{100} = T_R^{100} + T''_{\text{trans}} + T'_{\text{decode}} = 25 + 1.8 + 0.1 = 26.9 \text{ 秒。}$$

[0131] 而该视频层期望的播放时刻为

[0132]

$$T_{\text{disp}}^{100} = T_{\text{buffer}} + j/f + N_{\text{GOP}} \times M/f = 20 + 3/30 + 9 \times 10/30 = 23.1 \text{ 秒。}$$

[0133] 因为 $T_{R, \text{arr}}^{100} > T_{\text{disp}}^{100}$,并且此时中继对于该数据包的传输次数已经达到了最大重传次数(本实施例为 5 次)的限制,因此放弃模块放弃发送上述压缩数据包并触发发送模块工作。

[0134] 转发模块,用于当判断模块的判断结果为否时,将上述压缩数据包转发给接收端 303。

[0135] 当接收端对上述压缩数据包进行解码的时刻,早于上述压缩数据包的播放时刻时,中继将上述压缩数据包转发给接收端 303。

[0136] 接收端 303,用于对上述压缩数据包和当前数据包进行 Wyner-Ziv 解码,获得信源在第一时间隙发送的数据信息,并对该数据信息进行视频解码。

[0137] 进一步地,接收端具体包括:

[0138] 校验模块,用于对上述压缩数据包进行循环冗余校验;

[0139] 第一模块,用于校验成功则对上述压缩数据包和当前数据包进行 Wyner-Ziv 解码,获得信源 301 在第一时间隙发送的数据信息,并向信源 301 和中继 302 发送接收确认数据包,以及对数据信息进行视频解码;

[0140] 第二模块,用于如果校验模块校验失败或者第一模块无法对上述压缩数据包进行正确的 Wyner-Ziv 解码,则根据上述压缩数据包的重传次数,向中继 302 或信源 301 发送 ARQ,重传后对上述压缩数据包的重传次数加 1。

[0141] 具体地,接收端对中继转发的数据包进行 CRC-16 校验,校验成功则对两个时隙接收到的数据包(上述压缩数据包和当前数据包)进行 Wyner-Ziv 解码,Wyner-Ziv 解码器采用信道编码的解码器实现。接收端通过 Wyner-Ziv 解码获得信源在第一个时隙发送的信息,同时向信源和中继发送 ACK 包。

[0142] 如果 CRC-16 校验不成功或者 Wyner-Ziv 解码失败,则向中继或者信源发送 ARQ,即同时向信源和中继发送 NACK 包。当该数据包当前已经进行的重传次数没有超过最大重传次数限制时,接收端向中继发送 ARQ,请求重传该数据包,触发编码校验模块工作。如果超过最大重传次数的限制,则接收端向信源发出 ARQ,请求重传该数据包,触发发送模块工作。

[0143] 接收端对 Wyner-Ziv 解码得到的数据进行视频解码,如果缺少某个视频层的数据,则通过错误隐藏等方法重建该视频层。同时接收端请求信源发送缓存中的下一个数据包。

[0144] 本发明实施例将协同传输的技术应用于无线视频传输,从而提高了视频传输的分集增益。同时本发明实施例还通过放弃模块,对实时传输中超时的数据包予以丢弃;通过接收端的第二模块,实现了基于 CF 模式下协同视频传输的 ARQ 策略,提高了视频传输的鲁棒性与实时性。

[0145] 尽管本发明已参照具体实施方式进行了描述和举例说明,但是并不意味着本发明限于这些描述的实施方式。首先,本发明以最新的国际视频编码标准 H. 264/SVC 为例进行说明,但是并不局限于此,只要定义了 Hierarchical B 的视频编码,均可按照本发明的思想进行改动。其次,本发明中对于中继的编码方式采用均匀量化器和信道码编码器为例,但是不限于此,只要是采用量化器和信道编码来实现 Wyner-Ziv 编码,均可按照本发明思想进行改动。最后,本发明中采用 CRC-16 进行循环冗余校验,但是不局限于此,只要是在 CF 协同通信中采用校验方法来检测数据包的完整性均可按照本发明思想进行改动。本领域技术人员可在本发明思想下对本发明进行多种不同的修改,但凡依本发明权利要求书范围所做的同等的变化及修饰,均属于专利保护范畴。

[0146] 本发明实施例可以利用软件实现,相应的软件程序可以存储在可读取的存储介质中,例如,计算机的硬盘、缓存或光盘中。

[0147] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

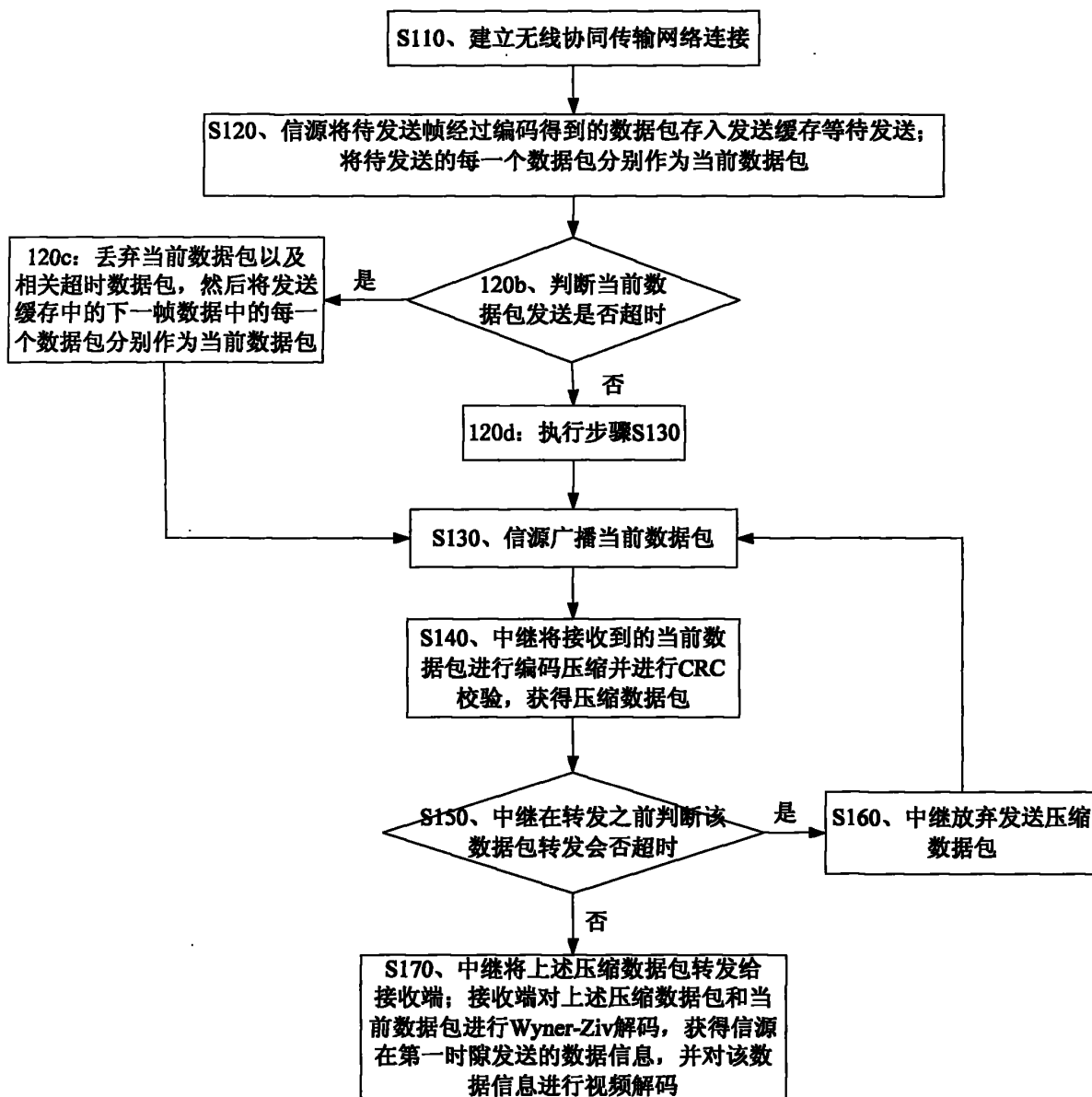


图 1

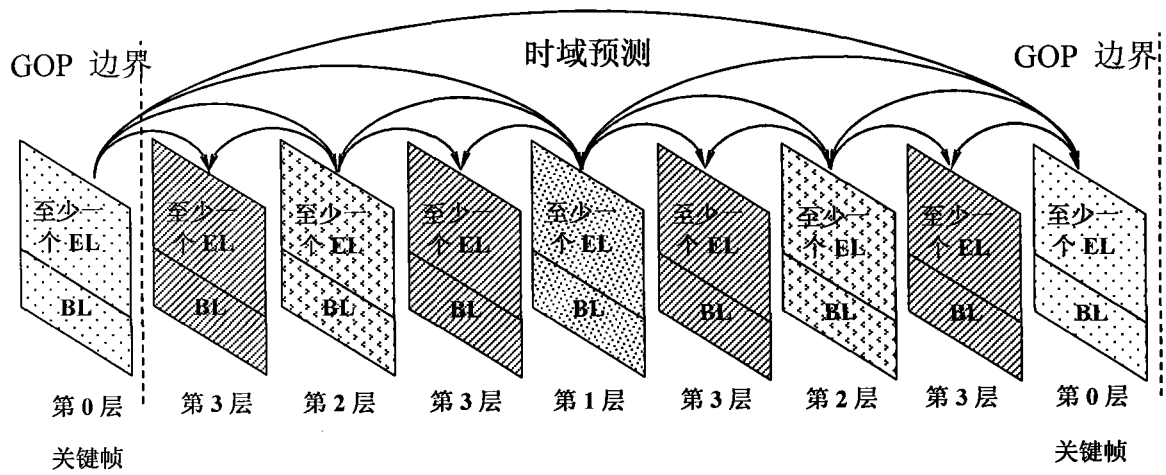


图 2

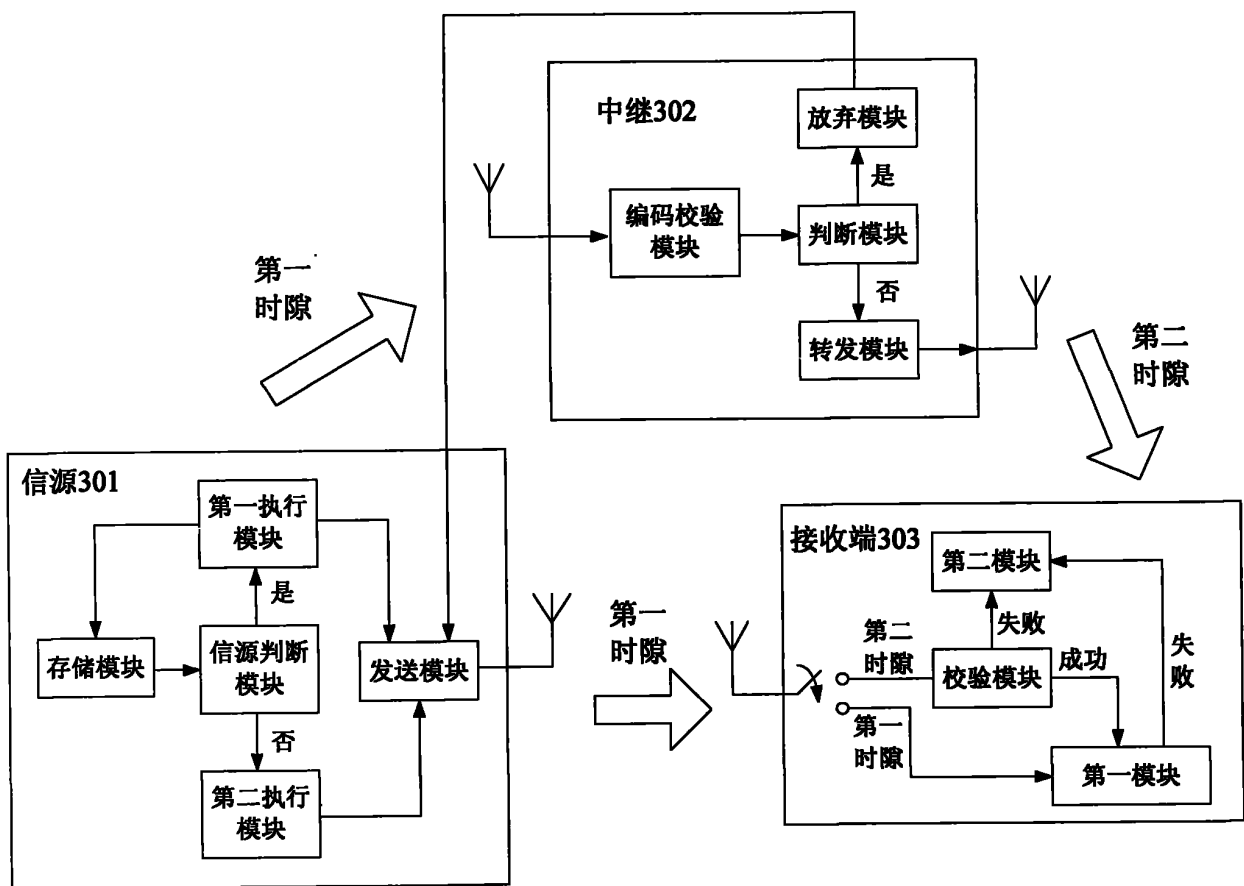


图 3