(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2017 年 9 月 21 日 (21.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/157303 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 1/18 (2006.01) *H04L 1/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/076758

(22) 国际申请日: 2017 年 3 月 15 日 (15.03.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610147944.0 2016 年 3 月 15 日 (15.03.2016) CN

(71) 申请人: **中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: **丁仕林 (DING, Shilin)**; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 **林亚 (LIN, Ya)**; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: **北京康信知识产权代理有限责任公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.)**; 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) **Title**: ANTI-PACKET LOSS METHOD, DEVICE AND SYSTEM FOR USE IN REAL-TIME COMMUNICATION

(54) **发明名称** : 实时通信中的抗丢包方法、装置和系统

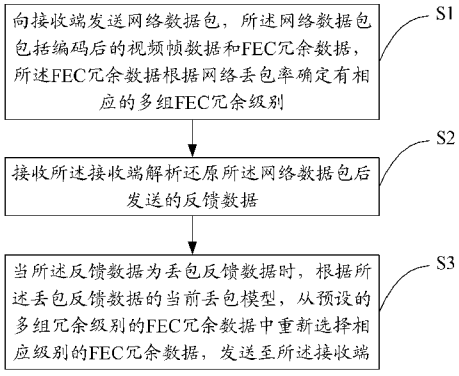


图 1

S1 Sending network packets to a receiving end, the network packet including encoded video frame data and FEC redundancy data, wherein corresponding FEC redundancy levels are determined for the FEC redundancy data;
S2 Receiving feedback data sent by the receiving end after the network packet is resolved and restored
S3 When the feedback data is packet loss feedback data, according to a current packet loss model, selecting an item of FEC redundancy data having an appropriate level from among the FEC redundancy data of a plurality of preset redundancy levels, and sending the same to the receiving end

(57) **Abstract**: Disclosed in the present invention are an anti-packet loss method, device and system for use in real-time communication, and the method comprising: sending network packets to a receiving end, the network packet including encoded video frame data and FEC redundancy data, wherein corresponding FEC redundancy levels are determined for the FEC redundancy data; receiving feedback data sent by the receiving end after the network packet is resolved and restored; when the feedback data is packet loss feedback data, according to a current packet loss model, selecting an item of FEC redundancy data having an appropriate level from among the FEC redundancy data of a plurality of preset redundancy levels, and sending the same to the receiving end; in addition, when the feedback data is decoding error feedback data, according to the current decoding error model, obtaining an independently decodable frame corresponding to a decoding error frame, and sending the same to the receiving end. The present invention solves the problems in existing technology wherein the processing of the packet loss cannot meet the demands of high quality and low bandwidth at the same time, and the anti-packet loss capability is poor. The present invention enhances anti-packet loss capability in a real-time communication.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2017/157303 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明公开了一种实时通信中的抗丢包方法、装置和系统，其方法包括：向接收端发送网络数据包，网络数据包包括编码后的视频帧数据和 FEC 冗余数据，FEC 冗余数据确定有相应的 FEC 冗余级别；接收接收端解析还原网络数据包后发送的反馈数据；当反馈数据为丢包反馈数据时，根据当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的 FEC 冗余数据中重新选择相应级别的 FEC 冗余数据，发送至接收端；此外，当反馈数据为解码错误反馈数据，根据当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至接收端。本发明解决了现有技术中对网络丢包的处理无法同时满足高质量和低带宽的需求，抗丢包能力较差的问题。增强实时通信过程中的抗丢包能力。

实时通信中的抗丢包方法、装置和系统

技术领域

本发明涉及通信技术领域，尤其涉及一种实时通信中的抗丢包方法、装置和系统。

背景技术

在实时通信中，音视频媒体通常使用UDP(User Datagram Protocol，用户数据报协议)进行传输，由于UDP是一种无连接的传输协议，是一种尽力而为的服务方式，无法提供可靠的传输服务，因此网络中不可避免地会发生丢包，从而导致声音不连续、视频花屏停顿等现象，严重影响通信质量和用户体验，因此抗丢包的技术是关系到用户体验的一项重要技术。

目前用于抗丢包的技术一般有：FEC (Forward Error Correction，前向纠错)、重传、交织。一般来说，交织的时延较大，而当丢包由于拥塞引起时，盲目的重传会加重网络拥塞，因此，重传和交织在实时通讯系统中应用受到一些限制。

基于上述考虑，实时通信中通常采用FEC进行抗丢包，而由于FEC是通过增加冗余来达到抗丢包的目的，因此，它会在网络拥塞时导致拥塞进一步加重。并且，在移动互联网时代，通过FEC增加冗余的另一个负面影响是，由于FEC过多将耗费大量的网络流量，因此，会产生昂贵的通信费用。如果FEC的冗余比较高，则可以最大限度的恢复丢包，但会导致冗余数据的带宽占用很高；相反，如果FEC的冗余比较低，则不能保证完全恢复所有包，会导致视频显示出现花屏卡顿等问题，降低用户体验。

解决该问题的常用方法是根据网络统计的丢包率来决定FEC冗余级别，但由于网络反馈的丢包率一般是基于历史的统计，并不能完全反映当前的网络状况，故此时FEC冗余级别对应的是历史时间的网络平均状况，在当前网络状况下并不能保证恢复所有包，所以，FEC无法起到预期效果，从而无法从根本上解决该问题。

发明内容

本发明实施例的主要目的在于提出一种实时通信中的抗丢包方法、装置和系统，旨在实现在实时通信过程中对数据传输网络中发生的丢包进行自适应处理，增强实时通信过程中的抗丢包能力。

为实现上述目的，本发明实施例提供的实时通信中的抗丢包方法，包括:

向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组FEC冗余级别;

接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据;

当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端。

优选地，所述重新选择相应FEC冗余数据发送至所述接收端的步骤之前还包括:

判断重新发送的FEC冗余数据的时效性，若满足当前时效要求，则执行将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端的步骤。

优选地，所述接收所述接收端发送的反馈数据的步骤之后还包括:

当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端。

优选地，所述发送端向接收端发送网络数据包的步骤之前还包括:

通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，将编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，同时通过关键帧编码器对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧，其中，关键帧编码器生成的帧数据的带宽占用小于视频编码器生成的帧数据的带宽占用。

优选地，所述丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的FEC

包个数和/或丢包序号；所述解码错误模型包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置。

本发明实施例还提出一种实时通信中的抗丢包装置，其中，所述装置包括:

发送模块，设置为向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组FEC冗余级别；

接收模块，设置为接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据；

丢包处理模块，当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端。

优选地，所述装置还包括:

判断模块，设置为判断重新发送的FEC冗余数据的时效性，若满足当前时效要求，则由所述丢包处理模块将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端。

优选地，所述装置还包括:

解码错误处理模块，设置为当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端。

优选地，其中，所述装置还包括:

编码模块，通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，将编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，同时通过关键帧编码器对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧，其中，关键帧编码器生成的帧数据的带宽占用小于视频编码器生成的帧数据的带宽占用。

优选地，所述丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的FEC

包个数和/或丢包序号；所述解码错误模型包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置。

本发明实施例还提出一种实时通信中的抗丢包系统，其中，包括：接收端和发送端，其中：

所述发送端包括如上所述的装置；

所述接收端，设置为接收所述发送端发送的网络数据包；对所述网络数据包中的FEC冗余数据进行解析，恢复丢失的所述网络数据包中视频帧数据；判断所有视频帧数据是否恢复，若是，则对所述数据进行解码；否则，发送丢包反馈数据至所述发送端，接收所述发送端在预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择的相应级别的FEC冗余数据，若重新接收的相应级别的FEC冗余数据发生丢包，则发送解码错误反馈数据至所述发送端；否则，对解码后的视频帧数据进行缓存；将缓存的解码数据发送至显示设备进行显示。

本发明实施例公开了一种实时通信中的抗丢包方法、装置和系统，通过向接收端解析还原所述网络数据包后发送网络数据包，网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组FEC冗余级别；接收接收端发送的反馈数据；当反馈数据为丢包反馈数据时，根据丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，将FEC冗余数据发送至接收端；此外，还通过当反馈数据为解码错误反馈数据，根据当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至接收端。本发明实施例解决了现有技术中在进行实时通信时，对网络丢包的处理无法同时满足高质量和低带宽的需求，抗丢包能力较差的问题。实现了在实时通信过程中对数据传输网络中发生的网络丢包进行自适应处理，增强实时通信过程中的抗丢包能力。

附图说明

图1是本发明实时通信中的抗丢包方法第一实施例的流程示意图;

图2是本发明实时通信中的抗丢包方法第二实施例的流程示意图;

图3是本发明实时通信中的抗丢包方法第三实施例的流程示意图;

图4是本发明实时通信中的抗丢包方法第四实施例的流程示意图;

图5是本发明实时通信中的抗丢包装置第一实施例的功能模块示意图;

图6是本发明实时通信中的抗丢包装置第二实施例的功能模块示意图;

图7是本发明实时通信中的抗丢包装置第三实施例的功能模块示意图;

图8是本发明实时通信中的抗丢包装置第四实施例的功能模块示意图;

图9是本发明实时通信中的抗丢包系统第一实施例的结构示意图。

图10是实时通信系统的结构示意图;

图11是实时通信系统中发送端的结构示意图;

图12是实时通信系统中接收端的结构示意图;

图13是实时通信系统中接收端的接收发送端发送的反馈信息的流程示意图。

本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

本发明实施例的主要解决方案是：向接收端发送网络数据包，网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的FEC冗余级别；接收接收端发送的反馈数据；当反馈数据为丢包反馈数据时，根据丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组

冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，将FEC冗余数据发送至接收端；此外，还包括当反馈数据为解码错误反馈数据，根据当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至接收端。由此，解决了有技术中在进行实时通信时，对网络丢包的处理无法同时满足高质量和低带宽的需求，抗丢包能力较差的问题。实现了在实时通信过程中对数据传输网络中发生的丢包进行自适应处理，增强实时通信过程中的抗丢包能力。

如图1所示，本发明第一实施例提出一种实时通信中的抗丢包方法，包括:

步骤S1，向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组FEC冗余级别。

本发明方法的执行主体可以为一种信息发送设备、装置或终端，本实施例以发送终端（以下简称发送端）进行举例，当然也不限定于其他能够为实时通信信息提供编码和发送服务的设备。

其中，发送端设置有三个编码器，包括：视频编码器、关键帧编码器和FEC编码器。

其中，发送端对视频编码器和关键帧编码器进行初始化，初始化参数包括目标码率、分辨率、帧率等。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，将采集的视频帧数据送入视频编码器进行视频编码，生成编码后的视频帧数据；同时，将采集的视频帧数据送入关键帧编码器进行关键帧编码，生成可独立解码帧，该可独立解码帧比视频编码器编码后的视频帧数据占用更小带宽。

其中，关键帧编码器可采用与视频编码器不同的帧率、码率、分辨率、编码方式，或者采用其他策略，以达到较低的编码码率；关键帧编码器的帧率等参数可根据网络状况自适应调整，以使关键帧编码器的帧率低于视频编码器的帧率，减小资源占用。

其中，关键帧编码器的帧率可以根据网络丢包率动态调整，其动态调整的方法为：定义视频编码器的帧率为FRA，关键帧编码器的帧率为FRB，网络丢包率为L。关键帧编码器的编码帧率按如下公式（1）确定：

$$FRB=\begin{cases}FRA/3(L\le 10\%)\\FRA/2(10\%<L\le 20\%)\\FRA(L>20\%)\end{cases} \quad (1);$$

其中，关键帧编码器编码的帧序号计算方法为：

1、获取视频帧编码器的编码帧率FRA和网络丢包率L，根据公式（1）计算的出关键帧编码器的编码帧率FRB;

2、根据关键帧编码器的编码帧率FRB换算，在与视频编码器输出的帧序号对应的基础上，得到关键帧编码器编码的帧序号。

例如：假定FRA=9，L=8%，视频编码器输出的帧序号为(1、2、3、4、5…..)，则根据公式（1）可得，FRB=3。那么，关键帧编码器编码的帧序号应该为(1、4、7、10、13……)。

为了解决现有技术中在进行实时通信时抗丢包能力较差的问题，本实施例采用如下方案：

首先，发送端向接收端发送网络数据包，上述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过视频编码器对视频帧数据进行编码，生成编码后的视频帧数据；同时，通过FEC编码器对视频帧数据进行FEC编码，生成三组冗余级别的FEC冗余数据。其中，FEC编码采用RS算法，在RS算法中，N表示原始分组大小，K表示原始包与冗余包个数之和，K-N表示单个分组中可抗丢包的个数。在上述生成三组冗余级别的FEC冗余数据中，生成三组冗余的N、K值分别选择{8，9}、{4，5}、{4，6}，三个级别依次定义为级别1、级别2、级别3。

步骤S2，接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据。

具体地，发送端在成功向接收端发送网络数据包后，接收上述接收端

解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据。

其中，上述反馈数据可以为丢包反馈数据或错误解码反馈数据；上述丢包反馈数据中包括当前丢包模型，该丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的FEC包个数和/或丢包序号等数据；上述错误解码反馈数据中包括当前错误解码模型，该错误解码模型包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置等数据；上述接收端发送反馈数据的反馈操作采用即时反馈。

步骤S3，当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端。

具体地，首先，当接收的上述接收端发送的反馈数据为丢包反馈数据时，发送端根据丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据。

其中，上述重新选择相应级别的FEC冗余数据的方法如下：

1、从当前丢包模型中获取原始分组大小N，原始包与冗余包个数之和K和该组中丢包个数；

2、计算K-N的值，表示单个分组中可抗丢包的个数，由于接收端为丢包状态，故此时该组中丢包个数大于K-N的值；

3、从预设的多个FEC冗余级别中，确定一个使该组中丢包个数小于或等于K-N的值的冗余级别，即将冗余级别提升到能抗该程度丢包的冗余级别；

4、选择该FEC冗余级别中的FEC冗余数据。

发送端在成功重新选择相应级别的FEC冗余数据后，将该FEC冗余数据发送至接收端。

通过上述方案，本发明提供了一种实时通信过程中出现丢包时进行数据包补偿的方法，尽可能地保证了所有丢包都能被恢复，同时减少了FEC数据中冗余的浪费，从而增强了实时通信过程中的抗丢包能力，并减少带

宽占用。

如图2所示，本发明第二实施例提出一种实时通信中的抗丢包方法，基于上述图1所述的实施例，重新选择相应FEC冗余数据发送至所述接收端的步骤之前还包括:

判断重新发送的FEC冗余数据的时效性，若满足预设时效要求，则执行重新选择相应的FEC冗余数据发送至所述接收端的步骤。

由此，在本实施例中，上述步骤S3可以包括:

步骤S31，当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据;

具体地，首先，当接收的上述接收端发送的反馈数据为丢包反馈数据时，发送端根据丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据。

其中，上述重新选择相应级别的FEC冗余数据的方法如下:

1、从当前丢包模型中获取原始分组大小N，原始包与冗余包个数之和K和该组中丢包个数;

2、计算K-N的值，表示单个分组中可抗丢包的个数，由于接收端为丢包状态，故此时该组中丢包个数大于K-N的值;

3、从预设的多个FEC冗余级别中，确定一个使该组中丢包个数小于或等于K-N的值的冗余级别，即将冗余级别提升到能抗该程度丢包的冗余级别;

4、选择该FEC冗余级别中的FEC冗余数据。

步骤S32，判断重新发送的FEC冗余数据的时效性，若满足预设时效要求，则执行步骤S33；否则，执行步骤S34。

具体地，发送端在成功重新选择相应FEC冗余数据发送至所述接收端后，对重新发送的FEC冗余数据进行时效性判断。

其中，时效性判断方法为:

定义网络往返时延为TTL，接收端的解码帧缓存单元水位为T（其中，解码帧缓存单元为接收端用于存储解码帧数据而设置的缓存单元），上述重新发送的FEC冗余数据恢复数据和视频解码需要时间为 Δt，通过如下公式（2）对时效性进行判断:

$TTL+\Delta t<T$ （2）;

若满足公式（2），则认为满足时效性要求，执行步骤S33；否则，认为不满足时效性要求，执行步骤S34。

步骤S33，将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端。

具体地，若判断到重新发送的FEC冗余数据满足时效性要求，则将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至接收端。

步骤S34，不发送重新选择的相应的FEC冗余数据至所述接收端。

具体地，若判断到重新发送的FEC冗余数据不满足时效性要求，则不发送重新选择的相应的FEC冗余数据至接收端。

通过上述方案，本发明提供了一种实时通信过程中出现丢包时进行丢包处理的方法，尽可能地保证了所有丢包都能被恢复，同时减少了FEC数据中冗余的浪费，从而增强了实时通信过程中的抗丢包能力，并减少带宽占用；另外，在发送FEC冗余数据之前，对该FEC冗余数据进行了时效性判断，减少了不必要的网络带宽开销。

如图3所示，本发明第三实施例提出一种实时通信中的抗丢包方法，根据上述图1所述的实施例，接收所述接收端发送的反馈数据的步骤之后还包括:

步骤S5，当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端。

具体地，首先，当接收的上述接收端发送的反馈数据为解码错误数据时，发送端根据解码错误数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应

的可独立解码帧。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过关键帧编码器对视频帧数据进行编码，生成可独立解码帧，该可独立解码帧比视频编码器编码后的视频帧数据占用更小带宽。

其中，关键帧编码器的帧率根据网络丢包率动态调整，其方法为：定义视频编码器的帧率为FRA，关键帧编码器的帧率为FRB，网络丢包率为L。关键帧编码器的编码帧率按如下公式（1）确定：

$$FRB=\begin{cases}FRA/3(L\le 10\%)\\FRA/2(10\%<L\le 20\%)\\FRA(L>20\%)\end{cases} \quad (1);$$

其中，解码错误模型主要包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置等数据；获取解码错误帧相应的可独立解码帧的方法为：

1、获取视频帧编码器的编码帧率FRA和网络丢包率L，根据公式（1）计算的出关键帧编码器的编码帧率FRB;

2、关键帧编码器的帧序号根据其编码帧率FRB换算，在与视频编码器输出的帧序号对应的基础上，得到关键帧编码器编码的帧序号。

例如：假定FRA=9，L=8%，视频编码器输出的帧序号为(1、2、3、4、5…..)，则根据公式（1）可得，FRB=3。那么，关键帧编码器编码的帧序号应该为(1、4、7、10、13……)。

3、根据当前解码错误模型中的解码错误的帧号，获取对应帧号中的可独立解码帧。

发送端在成功获取解码错误帧相应的可独立解码帧后，将该可独立解码帧发送至接收端。

通过上述方案，本发明提供了一种实施通信过程中出现解码错误时的解码错误处理方法，使媒体信息在解码错误后能得到解决，也使媒体信息能得到有效传递。

如图4所示，本发明第四实施例提出一种实时通信中的抗丢包方法，根据上述图1所述的实施例，所述发送端向接收端发送网络数据包的步骤之前还包括:

步骤S6，通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，将编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，同时通过关键帧编码器对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧，其中，关键帧编码器生成的帧数据的带宽占用小于视频编码器生成的帧数据的带宽占用。

具体地，发送端通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，对编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，再通过网络丢包率，确定一组相应级别的FEC冗余数据，对该FEC冗余数据进行发送。其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过视频编码器对视频帧数据进行编码，生成编码后的视频帧数据；同时，通过FEC编码器对视频帧数据进行FEC编码，生成三组冗余级别的FEC冗余数据，再通过网络丢包率，确定相应级别的FEC冗余分组。上述FEC冗余级别的确定，应遵循尽可能保守选择的原则，其目的是为了防止FEC冗余数据量过大时，可能导致网络拥塞，恶化通话质量；同时也尽可能降低网络流量的消耗。

其中，FEC编码采用RS算法，在RS算法中，N表示原始分组大小，K表示原始包与冗余包个数之和，K-N表示单个分组中可抗丢包的个数。在上述生成三组冗余级别的FEC冗余数据中，生成三组冗余的N、K值分别选择{8，9}、{4，5}、{4，6}，三个级别依次定义为级别1、级别2、级别3。

其中，根据网络丢包率确定一组相应级别的FEC冗余级别的方法为，定义网络丢包率为L，冗余级别为Level，通过如下计算公式计算出冗余级别:

$$Level=\begin{cases}1(L\le 10\%)\\2(10\%<L\le 20\%)\\3(L>20\%)\end{cases} \quad (3);$$

同时，发送端对采集的视频帧数据进行编码生成可独立解码帧。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过关键帧编码器对视频帧数据进行编码，生成可独立解码帧，该可独立解码帧比视频编码器编码后的视频帧数据占用更小带宽。

其中，关键帧编码器可采用与视频编码器不同的帧率、码率、分辨率、编码方式，或者采用其他策略，以达到较低的编码码率。关键帧编码器的帧率等参数可根据网络状况自适应调整，以使关键帧编码器的帧率低于视频编码器的帧率，减小资源占用。

其中，关键帧编码器的帧率根据网络丢包率动态调整的方法为：定义视频编码器的帧率为FRA，关键帧编码器的帧率为FRB，网络丢包率为L。关键帧编码器的编码帧率按公式（1）确定：

$$FRB=\begin{cases} FRA/3(L\le 10\%) \\ FRA/2(10\%<L\le 20\%) \\ FRA(L>20\%) \end{cases} \quad (1);$$

通过上述方案，本发明提供了一种生成多组冗余级别的FEC冗余数据和可独立解码帧的方法，为实时通信过程中的丢包处理和解码错误处理的进行提供了保证。

如图5所示，本发明第一实施例提出一种实时通信中的抗丢包装置，包括：

发送模块100，设置为向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的FEC冗余级别。

本发明的执行主体可以为一种信息发送设备、装置或终端，本实施例以发送终端（以下简称发送端）进行举例，当然也不限定于其他能够为实时通信信息提供编码和发送服务的设备。

其中，发送端设置有三个编码器，包括：视频编码器、关键帧编码器

和FEC编码器。

其中，发送端对视频编码器和关键帧编码器进行初始化，初始化参数包括目标码率、分辨率、帧率等。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，将采集的视频帧数据送入视频编码器进行视频编码，生成编码后的视频帧数据；同时，将采集的视频帧数据送入关键帧编码器进行关键帧编码，生成可独立解码帧，该可独立解码帧比视频编码器编码后的视频帧数据占用更小带宽。

其中，关键帧编码器可采用与视频编码器不同的帧率、码率、分辨率、编码方式，或者采用其他策略，以达到较低的编码码率；关键帧编码器的帧率等参数可根据网络状况自适应调整，以使关键帧编码器的帧率低于视频编码器的帧率，减小资源占用。

其中，关键帧编码器的帧率可根据网络丢包率动态调整，其方法为：定义视频编码器的帧率为FRA，关键帧编码器的帧率为FRB，网络丢包率为L。关键帧编码器的编码帧率按如下公式（1）确定：

$$FRB=\begin{cases} FRA/3(L\le 10\%) \\ FRA/2(10\%<L\le 20\%) \\ FRA(L>20\%) \end{cases} \quad (1);$$

其中，关键帧编码器编码的帧序号计算方法为：

1、获取视频帧编码器的编码帧率FRA和网络丢包率L，根据公式（1）计算的出关键帧编码器的编码帧率FRB;

2、根据关键帧编码器的编码帧率FRB换算，在与视频编码器输出的帧序号对应的基础上，得到关键帧编码器编码的帧序号。

例如：假定FRA=9，L=8%，视频编码器输出的帧序号为(1、2、3、4、5……)，则根据公式（1）可得，FRB=3。那么，关键帧编码器编码的帧序号应该为(1、4、7、10、13……)。

为了解决现有技术中在进行实时通信时抗丢包能力较差的问题，本实施例采用如下方案：

首先，发送模块100向接收端发送网络数据包，上述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过视频编码器对视频帧数据进行编码，生成编码后的视频帧数据；同时，通过FEC编码器对视频帧数据进行FEC编码，生成三组冗余级别的FEC冗余数据其中，FEC编码采用RS算法，在RS算法中，N表示原始分组大小，K表示原始包与冗余包个数之和， K-N表示单个分组中可抗丢包的个数。在上述生成三组冗余级别的FEC冗余数据中，生成三组冗余的N、K值分别选择｛8，9｝、｛4，5｝、｛4，6｝，三个级别依次定义为级别1、级别2、级别3。

接收模块200，设置为接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据。

具体地，在成功向接收端发送网络数据包后，接收模块200接收上述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据。

其中，上述反馈数据可以为丢包反馈数据或错误解码反馈数据；上述丢包反馈数据中包括当前丢包模型，该丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的FEC包个数和/或丢包序号等数据；上述错误解码反馈数据中包括当前错误解码模型，该错误解码模型包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置等数据;上述接收端发送反馈数据的反馈操作采用即时反馈。

丢包处理模块300，设置为当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端。

具体地，首先，当接收的上述接收端发送的反馈数据为丢包反馈数据时，丢包处理模块300根据丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据。

其中，上述重新选择相应级别的FEC冗余数据的方法如下:

1、从当前丢包模型中获取原始分组大小N，原始包与冗余包个数之和K和该组中丢包个数;

2、计算K-N的值，表示单个分组中可抗丢包的个数，由于接收端为丢包状态，故此时该组中丢包个数大于K-N的值;

3、从预设的多个FEC冗余级别中，确定一个使该组中丢包个数小于或等于K-N的值的冗余级别，即将冗余级别提升到能抗该程度丢包的冗余级别;

4、选择该FEC冗余级别中的FEC冗余数据。

发送端在成功重新选择相应级别的FEC冗余数据后，将该FEC冗余数据发送至接收端。

通过上述方案，本发明提供了一种实时通信过程中出现丢包时进行数据包补偿的装置，尽可能地保证了所有丢包都能被恢复，同时减少了FEC数据中冗余的浪费，从而增强了实时通信过程中的抗丢包能力，并减少带宽占用。

如图6所示，本发明第二实施例提出一种实时通信中的抗丢包装置，根据上述图5所述的实施例，该装置还包括:

判断模块400，还设置为判断重新发送的FEC冗余数据的时效性，若满足当前时效要求，则由所述丢包处理模块将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端。具体方案如下:

当所述反馈数据为丢包反馈数据时，丢包处理模块300根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据;

具体地，首先，当接收的上述接收端发送的反馈数据为丢包反馈数据时，发送端根据丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据。

其中，上述重新选择相应级别的FEC冗余数据的方法如下:

1、从当前丢包模型中获取原始分组大小N，原始包与冗余包个数之和K和该组中丢包个数;

2、计算K-N的值，表示单个分组中可抗丢包的个数，由于接收端为丢包状态，故此时该组中丢包个数大于K-N的值;

3、从预设的多个FEC冗余级别中，确定一个使该组中丢包个数小于或等于K-N的值的冗余级别，即将冗余级别提升到能抗该程度丢包的冗余级别;

4、选择该FEC冗余级别中的FEC冗余数据。

判断模块400判断重新发送的FEC冗余数据的时效性。

具体地，发送端在成功重新选择相应FEC冗余数据发送至所述接收端后，对重新发送的FEC冗余数据进行时效性判断。

其中，时效性判断方法为:

定义网络往返时延为TTL，接收端的解码帧缓存单元水位为T（其中，解码帧缓存单元为接收端用于存储解码帧数据而设置的缓存单元），上述重新发送的FEC冗余数据恢复数据和视频解码需要时间为Δt，通过如下公式（2）对时效性进行判断:

$TTL+\Delta t<T$ （2);

若满足公式（2），则认为满足时效性要求，丢包处理模块300将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端；否则，认为不满足时效性要求，丢包处理模块300不发送重新选择的相应的FEC冗余数据至所述接收端。

通过上述方案，本发明提供了一种实时通信过程中出现丢包时进行丢包处理的装置，尽可能地保证了所有丢包都能被恢复，同时减少了FEC数据中冗余的浪费，从而增强了实时通信过程中的抗丢包能力，并减少带宽占用；另外，在发送FEC冗余数据之前，对该FEC冗余数据进行了时效性判断，减少了不必要的网络带宽开销。

如图7所示，本发明第三实施例提出一种实时通信中的抗丢包装置，

根据上述图5所述的实施例，该装置还包括:

解码错误处理模块500，设置为当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端。

具体地，首先，当接收的上述接收端发送的反馈数据为解码错误数据时，解码错误处理模块500根据解码错误数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过关键帧编码器对视频帧数据进行编码，生成可独立解码帧；该可独立解码帧比视频编码器编码后的视频帧数据占用更小带宽。

其中，关键帧编码器的帧率根据网络丢包率动态调整，其方法为：定义视频编码器的帧率为FRA，关键帧编码器的帧率为FRB，网络丢包率为L。关键帧编码器的编码帧率按如下公式（1）确定:

$$FRB=\begin{cases} FRA/3(L\le 10\%) \\ FRA/2(10\%<L\le 20\%) \\ FRA(L>20\%) \end{cases} \quad (1);$$

其中，解码错误模型主要包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置等数据；获取解码错误帧相应的可独立解码帧的方法为:

1、获取视频帧编码器的编码帧率FRA和网络丢包率L，根据公式（1）计算的出关键帧编码器的编码帧率FRB;

2、关键帧编码器的帧序号根据其编码帧率FRB换算，在与视频编码器输出的帧序号对应的基础上，得到关键帧编码器编码的帧序号。

例如：假定FRA=9，L=8%，视频编码器输出的帧序号为(1、2、3、4、5……)，则根据公式（1）可得，FRB=3。那么，关键帧编码器编码的帧序号应该为(1、4、7、10、13……)。

3、根据当前解码错误模型中的解码错误的帧号，获取对应帧号中的可独立解码帧。

解码错误处理模块500在成功获取解码错误帧相应的可独立解码帧后，将该可独立解码帧发送至接收端。

通过上述方案，本发明提供了一种实施通信过程中出现解码错误时的解码错误处理装置，使媒体信息在解码错误后能得到解决，也使媒体信息能得到有效传递。

如图8所示，本发明第四实施例提出一种实时通信中的抗丢包装置，根据上述图5所述的实施例，该装置还包括:

编码模块600，设置为通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，将编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，同时通过关键帧编码器对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧，其中，关键帧编码器生成的帧数据的带宽占用小于视频编码器生成的帧数据的带宽占用。

具体地，编码模块600通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，对编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，再通过网络丢包率，确定一组相应级别的FEC冗余数据，对该FEC冗余数据进行发送。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过视频编码器对视频帧数据进行编码，生成编码后的视频帧数据；同时，通过FEC编码器对视频帧数据进行FEC编码，生成三组冗余级别的FEC冗余数据，再通过网络丢包率，确定相应级别的FEC冗余分组。上述FEC冗余级别的确定，应遵循尽可能保守选择的原则，其目的是为了防止FEC冗余数据量过大时，可能导致网络拥塞，恶化通话质量；同时也尽可能降低网络流量的消耗。

其中，FEC编码采用RS算法，在RS算法中，N表示原始分组大小，K表示原始包与冗余包个数之和，K-N表示单个分组中可抗丢包的个数。在上述生成三组冗余级别的FEC冗余数据中，生成三组冗余的N、K值分别选择{8，9}、{4，5}、{4，6}，三个级别依次定义为级别1、级别2、级别3。

其中，根据网络丢包率确定一组相应级别的FEC冗余级别的方法为，定义网络丢包率为L，冗余级别为Level，通过如下计算公式计算出冗余级别：

$$Level=\begin{cases}1(L\le 10\%)\\2(10\%<L\le 20\%)\\3(L>20\%)\end{cases} \quad (3);$$

同时，编码模块600对采集的视频帧数据进行编码生成可独立解码帧。

其中，发送端采集目标视频的视频帧数据，通过关键帧编码器对视频帧数据进行编码，生成可独立解码帧，该可独立解码帧比视频编码器编码后的视频帧数据占用更小带宽。

其中，关键帧编码器可采用与视频编码器不同的帧率、码率、分辨率、编码方式，或者采用其他策略，以达到较低的编码码率。关键帧编码器的帧率等参数可根据网络状况自适应调整，以使关键帧编码器的帧率低于视频编码器的帧率，减小资源占用。

其中，关键帧编码器的帧率根据网络丢包率动态调整的方法为：定义视频编码器的帧率为FRA，关键帧编码器的帧率为FRB，网络丢包率为L。关键帧编码器的编码帧率按公式（1）确定：

$$FRB=\begin{cases}FRA/3(L\le 10\%)\\FRA/2(10\%<L\le 20\%)\\FRA(L>20\%)\end{cases} \quad (1);$$

通过上述方案，本发明提供了一种生成多组冗余级别的FEC冗余数据和可独立解码帧的装置，为实时通信过程中的丢包处理和解码错误处理的进行提供了保证。

如图9所示，本发明第一实施例提出一种实时通信中的抗丢包系统，结合图10所示的实时通信系统结构示意图，上述实时通信中的抗丢包系统

包括：信息发送端A和接收端B，其中：

发送端A，包括发送模块100、接收模块200、丢包处理模块300、判断模块400、解码错误处理模块500和编码模块600;

其中，发送模块100设置为向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的FEC冗余级别；接收模块200设置为接收所述接收端发送的反馈数据；丢包处理模块300设置为当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端；判断模块400设置为判断重新发送的FEC冗余数据的时效性，若满足当前时效要求，则由所述丢包处理模块将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端；解码错误处理模块500设置为当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端；编码模块600设置为对采集并编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，并对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧。

另外，发送端A还用于初始化视频帧编码器和关键帧编码器；用所述视频帧编码器对采集到的视频帧数据进行编码，得到编码帧数据；发送所述视频帧数据至所述接收端B;

接收端B，用于接收所述发送端发送的网络数据包；对所述网络数据包中的FEC冗余数据进行解析，恢复丢失的所述网络数据包中视频帧数据；判断所有视频帧数据是否恢复，若是，则对所述数据进行解码；否则，发送丢包反馈数据至所述发送端；在解码过程中，判断对所述视频帧数据进行解码时是否发生解码错误，若是，则发送解码错误反馈数据至所述发送端；否则，对解码后的视频帧数据进行缓存；将缓存的解码数据发送至显示设备进行显示。

具体地，在实时通信过程中：

发送端A对视频帧编码器和关键帧编码器进行初始化，初始化参数包

括目标码率、分辨率、帧率等。

然后，发送端A中采集目标视频的视频帧数据；编码模块600中的视频帧编码器对上述视频帧数据进行编码处理，生成相应编码帧数据；将上述编码帧数据发送至接收端B。

然后，发送端A中的编码模块600的FEC编码器对上述编码帧数据进行FEC编码处理，生成多组冗余级别的FEC数据包并保存；从上述的多组冗余级别的FEC冗余数据中选择一组FEC冗余数据，发送至接收端B。

然后，在编码模块600中的视频帧编码器对上述视频帧数据进行编码处理的同时，发送端A中的编码模块600对上述编码帧数据进行关键帧编码处理，生成相应的可独立解码帧。

发送端A中的发送模块100向接收端B发送网络数据包，包括上述视频帧数据进行编码处理后生成的相应编码帧数据和上述FEC冗余数据。

然后，接收端B中的FEC解析器对丢失的媒体数据包进行恢复；判断是否所有媒体数据包都已恢复。

若已全部恢复，则进行解码数据，当发生解码错误时，接收端B向发送端A发送解码错误反馈数据，该解码错误反馈数据中包含当前解码错误模型，当前解码错误模型主要包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置等数据。

否则，接收端B向发送端A发送丢包反馈数据，该丢包反馈数据中包含当前丢包模型，当前丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的FEC包个数和/或丢包序号等数据；若接收端B重新接收的相应级别的FEC冗余数据发生丢包，则发送解码错误反馈数据至发送端A。

若所有媒体数据包都已恢复，没有发生解码错误，则将解析还原网络数据包后得到的解码帧数据进行缓存，再从解码帧缓存中取出相应数据送到显示设备进行显示和播放。

发送端A中的接收模块200接收到解码错误反馈数据后，解码错误处理模块根据上述当前解码错误模型，从预设的独立解码帧中获取相应的可独立解码帧；将相应的可独立解码帧发送至接收端B。

发送端A中的接收模块200接收到丢包反馈数据后，丢包处理模块300根据当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择一组相应级别的FEC冗余数据；判断模块400判断该FEC冗余数据是否满足时效性要求，若满足，则发送至接收端B。

接收端B接收到发送端A发送的相应数据后，再次进行数据包恢复和解码数据包操作，若所有媒体数据包未完全恢复或发生解码错误，则接收端B执行上述对应反馈操作；若所有媒体数据包都已恢复，没有发生解码错误，则将解析还原网络数据包后得到的解码帧数据进行缓存，再从解码帧缓存中取出相应数据送到显示设备进行显示和播放。

另外，参照图11和图12，发送端A还可以包括：视频采集单元，编码器A、FEC编码器、FEC分组缓存单元、编码器B、关键帧缓存单元、发包单元和决策单元；接收端B还可以包括：FEC解析器、解码器、反馈单元、解码帧缓存单元和显示单元。

具体地，在实时通信过程中：

发送端A对视频帧编码器和关键帧编码器进行初始化，初始化参数包括目标码率、分辨率、帧率等。

然后，发送端A的视频采集单元采集目标视频的视频帧数据；编码器A对上述视频帧数据进行编码处理，生成相应编码帧数据。

然后，发送端A的FEC编码器对上述编码帧数据进行FEC编码处理，生成多组冗余级别的FEC数据包并保存至FEC分组缓存单元；从上述的多组冗余级别的FEC冗余数据中选择一组相应的FEC冗余数据。

然后，在编码器A对上述视频帧数据进行编码处理的同时，编码器B对上述编码帧数据进行关键帧编码处理，生成相应的可独立解码帧。

然后，发送端A中的发包单元向接收端B发送网络数据包，包括上述视频帧数据进行编码处理后生成的相应编码帧数据和上述FEC冗余数据。

接收端B中的FEC解析器对丢失的媒体数据包进行恢复；判断是否所有媒体数据包都已恢复。

若已全部恢复，则解码器进行解码数据，当发生解码错误时，反馈单

元向发送端A发送解码错误反馈数据，该解码错误反馈数据中包含当前解码错误模型，当前解码错误模型包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置等数据。

否则，反馈单元向发送端A发送丢包反馈数据，该丢包反馈数据中包含当前丢包模型，当前丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的FEC包个数和/或丢包序号等数据。若接收端B重新接收的相应级别的FEC冗余数据发生丢包，则反馈单元发送解码错误反馈数据至发送端A。

若所有媒体数据包都已恢复，没有发生解码错误，则将解析还原网络数据包后得到的解码帧数据缓存至解码帧缓存单元，再从解码帧缓存单元取出相应数据送到显示单元进行显示和播放。

参照图13，发送端A中的决策单元接收到接收端B发送的反馈数据后，根据反馈数据判断决策类型，当反馈数据为解码错误反馈数据时，响应解码错误请求；当反馈数据为丢包反馈数据时，响应丢包请求。

发送端A中的决策单元接收到解码错误反馈数据后，根据上述当前解码错误模型，从缓存在关键帧缓存单元中的独立解码帧中获取相应的可独立解码帧；发包单元将相应的可独立解码帧发送至接收端B。

发送端A中的决策单元接收到丢包反馈数据后，根据当前丢包模型，从缓存在FEC分组缓存单元中的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择一组相应级别的FEC冗余数据；判断该FEC冗余数据是否满足时效性要求，若满足，则发包单元发送该FEC冗余数据至接收端B。

接收端B接收到发送端A发送的相应数据后，再次进行数据包恢复和解码数据包操作，若所有媒体数据包未完全恢复或发生解码错误，则反馈单元执行上述对应反馈操作；若所有媒体数据包都已恢复，没有发生解码错误，则将解析还原网络数据包后得到的解码帧数据缓存至解码帧缓存单元，再从解码帧缓存单元取出相应数据送到显示设备进行显示和播放。

通过上述方案，本发明提供了一种实时通信中的抗丢包系统，现了在实时通信过程中对数据传输网络中发生的丢包进行自适应处理，增强实时

通信过程中的抗丢包能力。

本发明的实施例还提供了一种存储介质。可选地，在本实施例中，上述存储介质可以被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码:

步骤S1，向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组FEC冗余级别;

步骤S2，接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据;

步骤S3，当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端。

可选地，在本实施例中，上述存储介质可以包括但不限于：U盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。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。本领域普通技术人员可以理解上述方法中的全部或部分步骤可通过程序来指令相关硬件完成，所述程序可以存储于计算机可读存储介质中，如只读存储器、磁盘或光盘等。可选地，上述实施例的全部或部分步骤也可以使用一个或多个集成电路来实现，相应地，上述实施例中的各模块/模块可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。本申请不限制于任何特定形式的硬件和软件的结合。

工业实用性

本发明实施例，应用于通信技术领域，现有技术中在进行实时通信时

对网络丢包的处理无法同时满足高质量和低带宽的需求，抗丢包能力较差的问题。实现了在实时通信过程中对数据传输网络中发生的网络丢包进行自适应处理，增强实时通信过程中的抗丢包能力。

权 利 要 求 书

1、一种实时通信中的抗丢包方法，所述方法包括:

向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和前向纠错 FEC 冗余数据，所述 FEC 冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组 FEC 冗余级别;

接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据;

当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的 FEC 冗余数据中重新选择相应级别的 FEC 冗余数据，发送至所述接收端。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述接收所述接收端发送的反馈数据的步骤之后还包括:

当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述发送端向接收端发送网络数据包的步骤之前还包括:

通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，将编码后的视频帧数据进行 FEC 编码，生成多组冗余级别的 FEC 冗余数据，同时通过关键帧编码器对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧，其中，关键帧编码器生成的帧数据的带宽占用小于视频编码器生成的帧数据的带宽占用。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其中，所述丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的 FEC 包个数和/或丢包序号; 所述解码错误模型包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块

的位置。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述重新选择相应 FEC 冗余数据发送至所述接收端的步骤之前还包括:

判断重新发送的 FEC 冗余数据的时效性，若满足当前时效要求，则执行将重新选择的相应的 FEC 冗余数据发送至所述接收端。

6、一种实时通信中的抗丢包装置，所述装置包括:

发送模块，设置为向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和 FEC 冗余数据，所述 FEC 冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组 FEC 冗余级别;

接收模块，设置为接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据;

丢包处理模块，设置为当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的 FEC 冗余数据中重新选择相应级别的 FEC 冗余数据，发送至所述接收端。

7、据权利要求 6 所述的装置，其中，所述装置还包括:

判断模块，设置为判断重新发送的 FEC 冗余数据的时效性，若满足当前时效要求，则由所述丢包处理模块将重新选择的相应的 FEC 冗余数据发送至所述接收端。

8、据权利要求 6 所述的装置，其中，所述装置还包括:

解码错误处理模块，设置为当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前解码错误模型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端。

9、据权利要求 6 所述的装置，其中，所述装置还包括:

编码模块，设置为通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，将编码后的视频帧数据进行 FEC 编码，生成多组冗余级别的 FEC 冗余数据，同时通过关键帧编码器对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧，其中，关键帧编码器生成的帧数据的带宽占用小于视频编码器生成的帧数据的带宽占用。

10、据权利要求 8 或 9 中所述的装置，其中，所述丢包模型包括当前丢失的媒体包个数、当前丢失的 FEC 包个数和/或丢包序号；所述解码错误模型包括解码错误的帧号、错误宏块的比例和/或错误宏块的位置。

11、一种实时通信中的抗丢包系统，其中，包括：接收端和发送端，其中:

所述发送端包括权利要求 6-10 中任一项所述的装置;

所述接收端，用于接收所述发送端发送的网络数据包；对所述网络数据包中的 FEC 冗余数据进行解析，恢复丢失的所述网络数据包中视频帧数据；判断所有视频帧数据是否恢复，若是，则对所述数据进行解码；否则，发送丢包反馈数据至所述发送端，接收所述发送端在预设的多组冗余级别的 FEC 冗余数据中重新选择的相应级别的 FEC 冗余数据，若重新接收的相应级别的 FEC 冗余数据发生丢包，则发送解码错误反馈数据至所述发送端；否则，对解码后的视频帧数据进行缓存；将缓存的解码数据发送至显示设备进行显示。

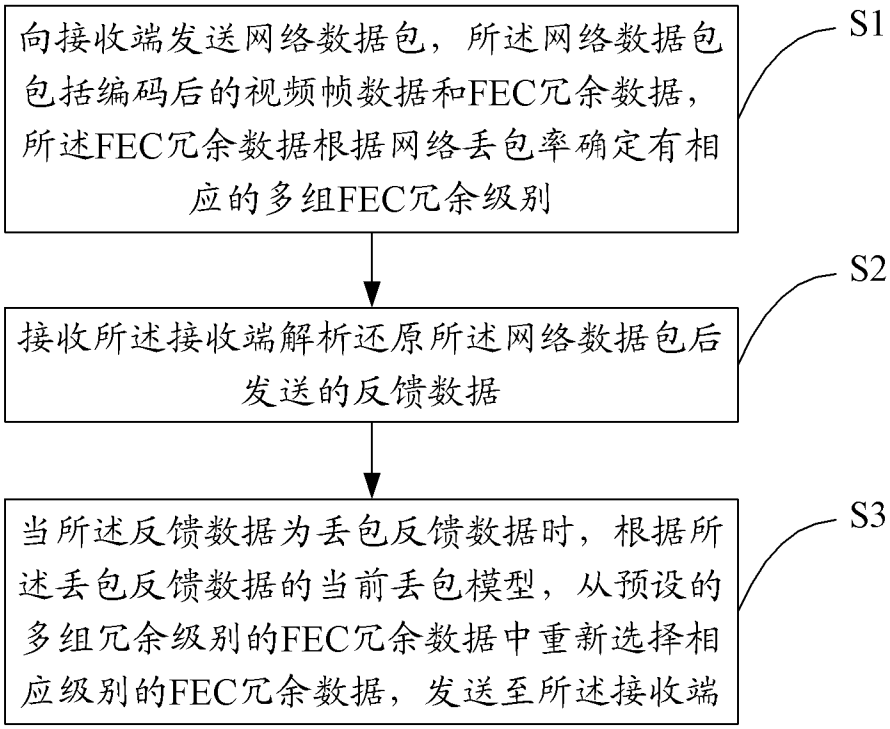

向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的多组FEC冗余级别
S1
接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据
S2
当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端
S3

图 1

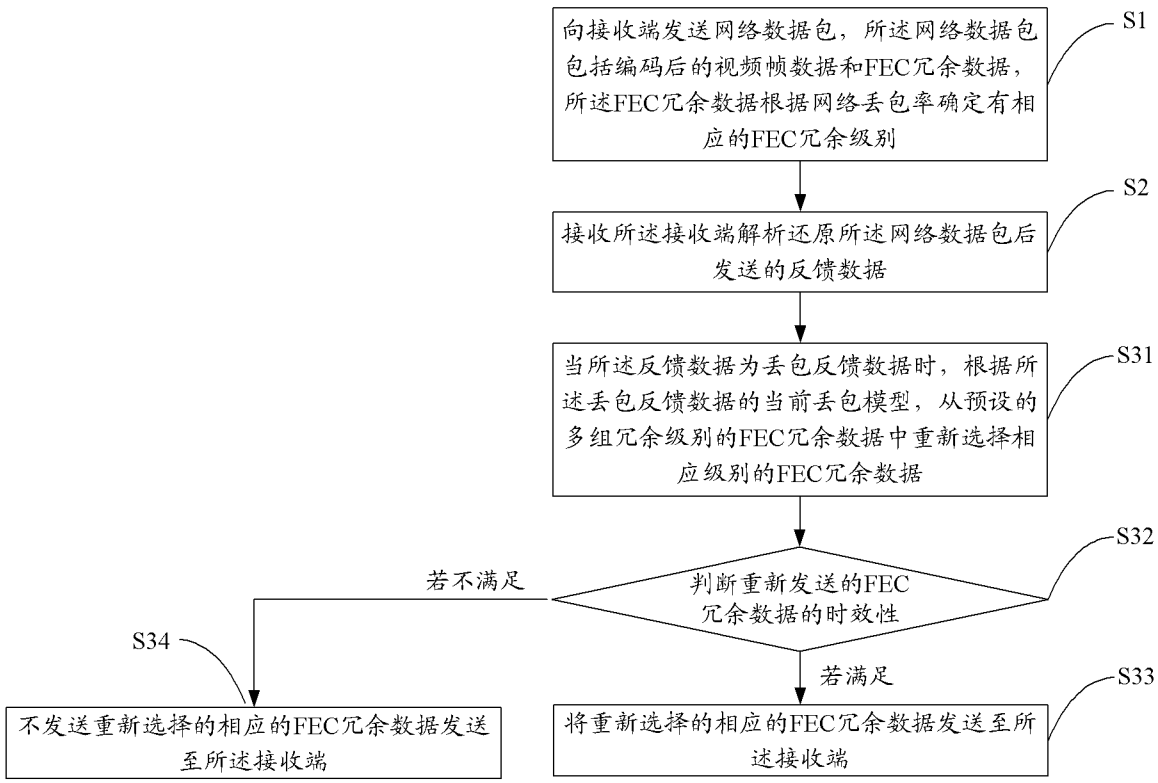

向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的FEC冗余级别
S1
接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据
S2
当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据
S31
判断重新发送的FEC冗余数据的时效性
S32
若不满足
若满足
S34
不发送重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端
将重新选择的相应的FEC冗余数据发送至所述接收端
S33

图 2

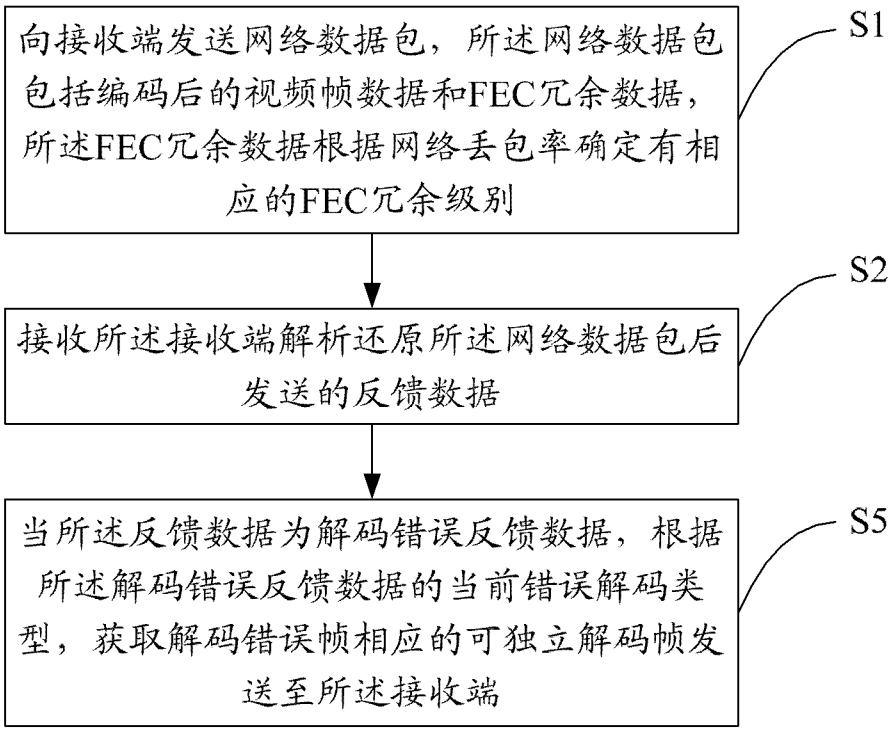

向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的FEC冗余级别
S1
接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据
S2
当所述反馈数据为解码错误反馈数据，根据所述解码错误反馈数据的当前错误解码类型，获取解码错误帧相应的可独立解码帧发送至所述接收端
S5

图 3

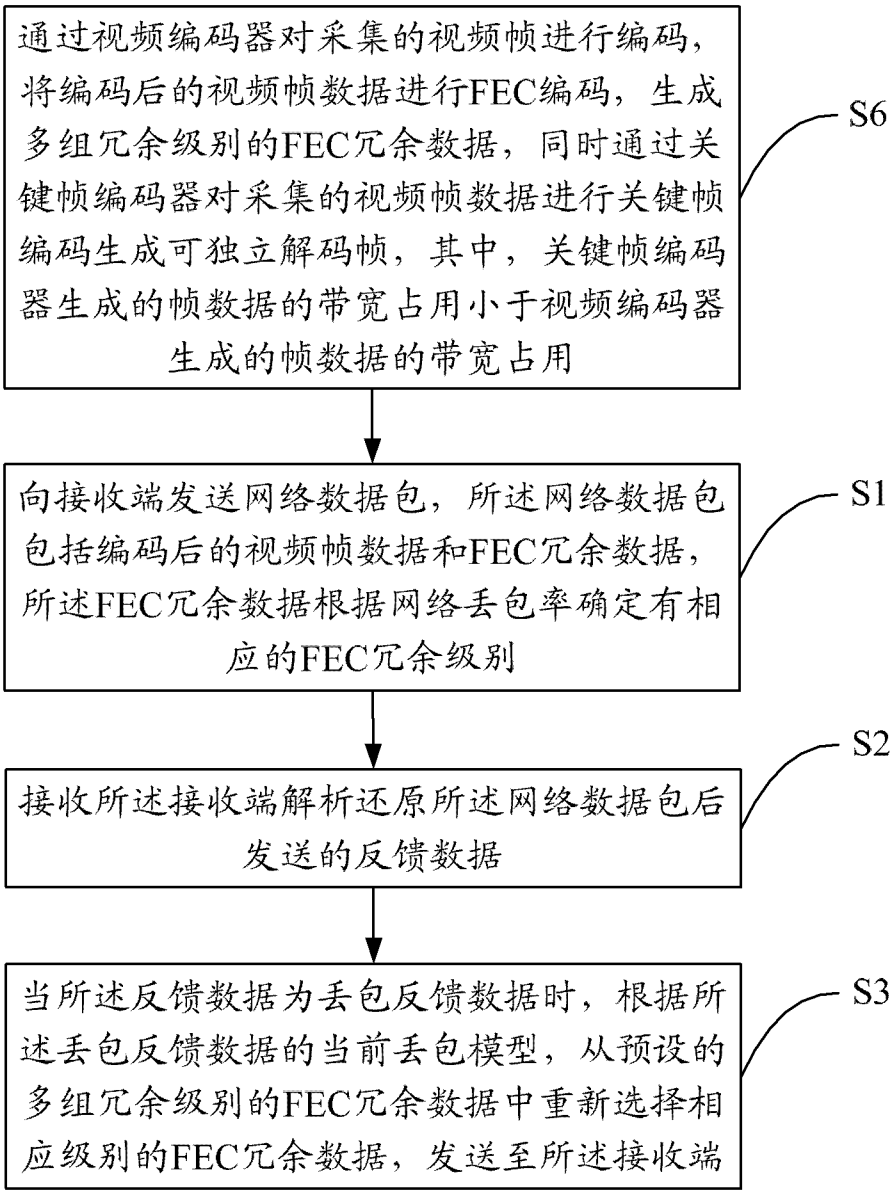

通过视频编码器对采集的视频帧进行编码，将编码后的视频帧数据进行FEC编码，生成多组冗余级别的FEC冗余数据，同时通过关键帧编码器对采集的视频帧数据进行关键帧编码生成可独立解码帧，其中，关键帧编码器生成的帧数据的带宽占用小于视频编码器生成的帧数据的带宽占用
S6
向接收端发送网络数据包，所述网络数据包包括编码后的视频帧数据和FEC冗余数据，所述FEC冗余数据根据网络丢包率确定有相应的FEC冗余级别
S1
接收所述接收端解析还原所述网络数据包后发送的反馈数据
S2
当所述反馈数据为丢包反馈数据时，根据所述丢包反馈数据的当前丢包模型，从预设的多组冗余级别的FEC冗余数据中重新选择相应级别的FEC冗余数据，发送至所述接收端
S3

图 4

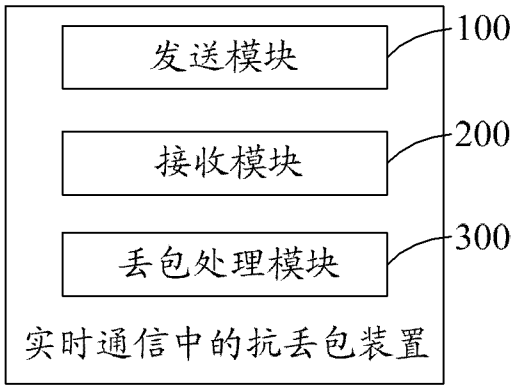

发送模块
100
接收模块
200
丢包处理模块
300
实时通信中的抗丢包装置

图 5

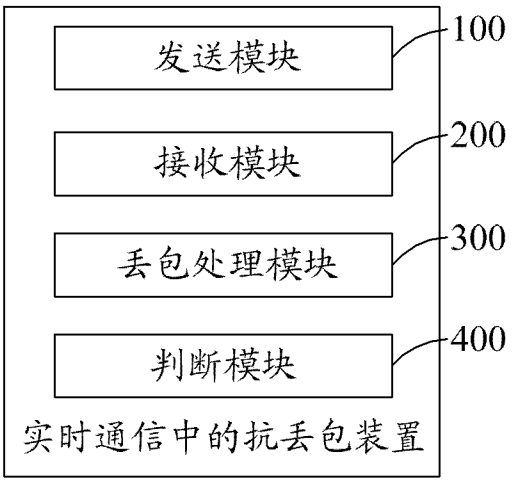

发送模块
100
接收模块
200
丢包处理模块
300
判断模块
400
实时通信中的抗丢包装置

图 6

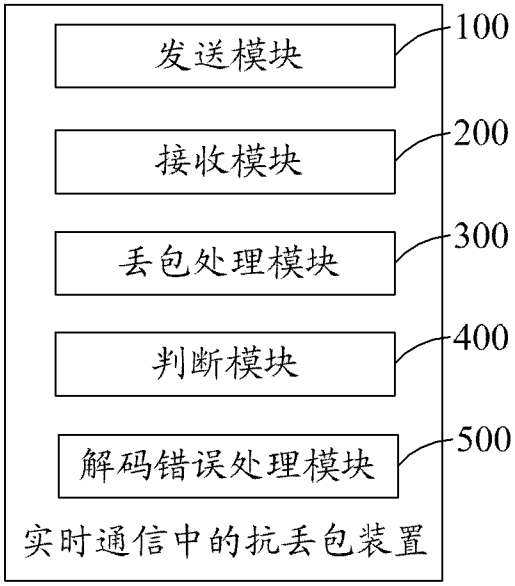

发送模块
100
接收模块
200
丢包处理模块
300
判断模块
400
解码错误处理模块
500
实时通信中的抗丢包装置

图 7

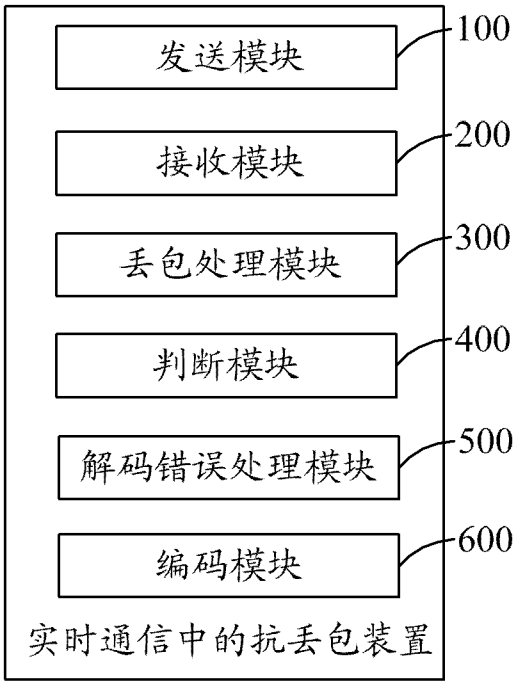

发送模块
100
接收模块
200
丢包处理模块
300
判断模块
400
解码错误处理模块
500
编码模块
600
实时通信中的抗丢包装置

图 8

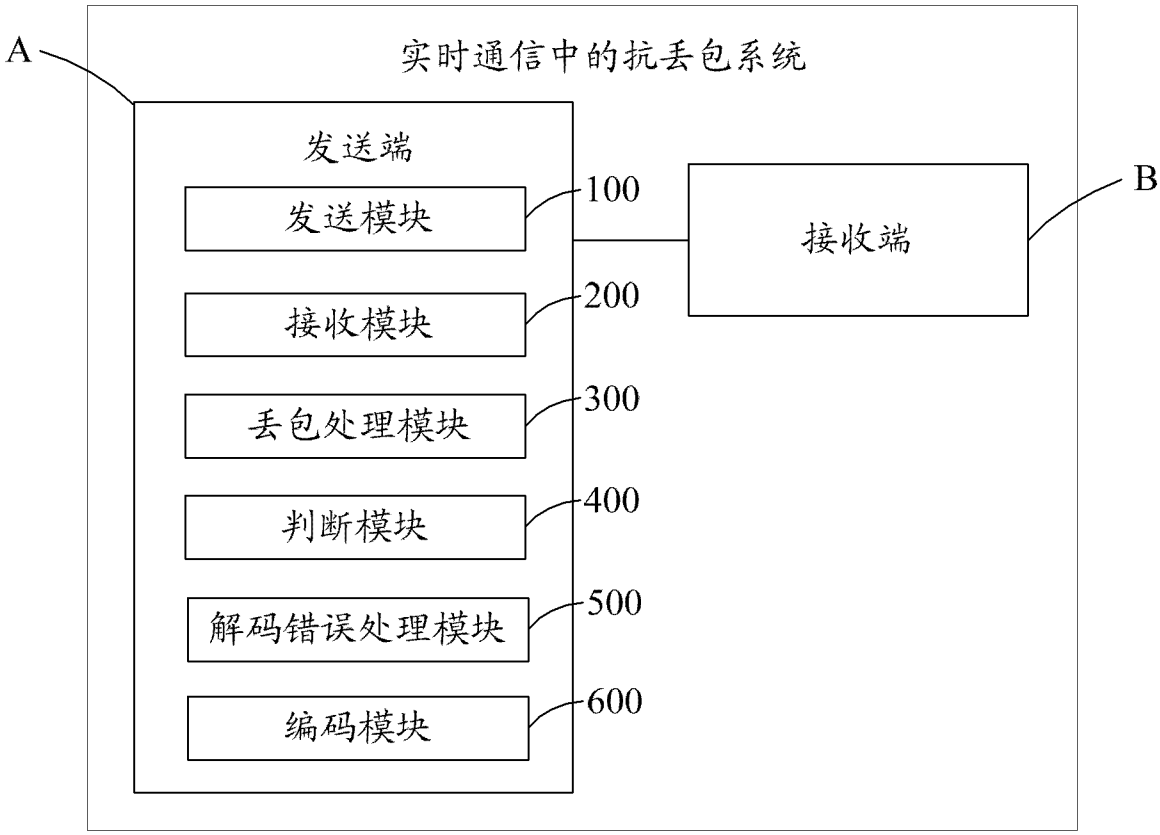

A
实时通信中的抗丢包系统
发送端
发送模块
100
接收模块
200
丢包处理模块
300
判断模块
400
解码错误处理模块
500
编码模块
600
接收端
B

图 9

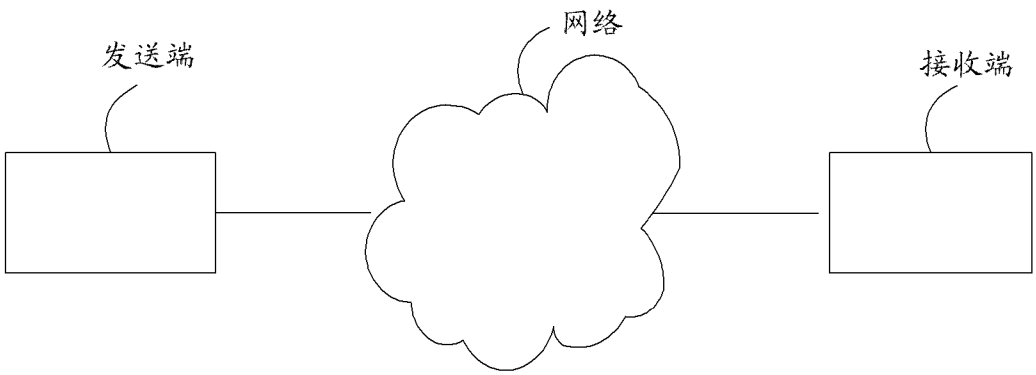

发送端
网络
接收端

图 10

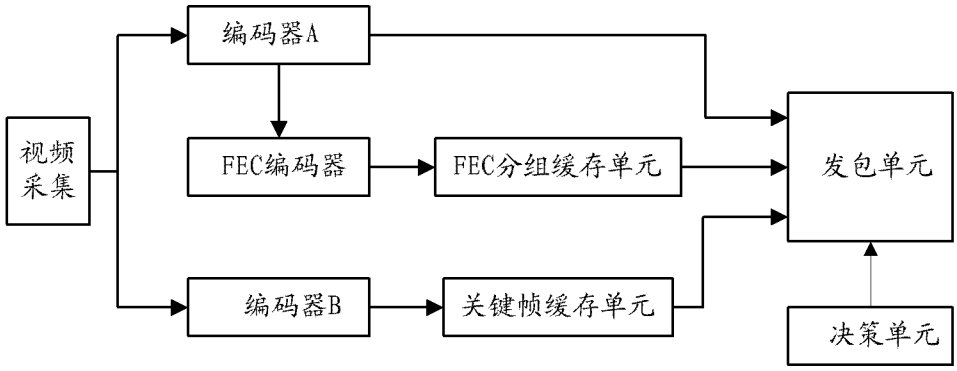

编码器A
视频采集
FEC编码器
FEC分组缓存单元
发包单元
编码器B
关键帧缓存单元
决策单元

图 11

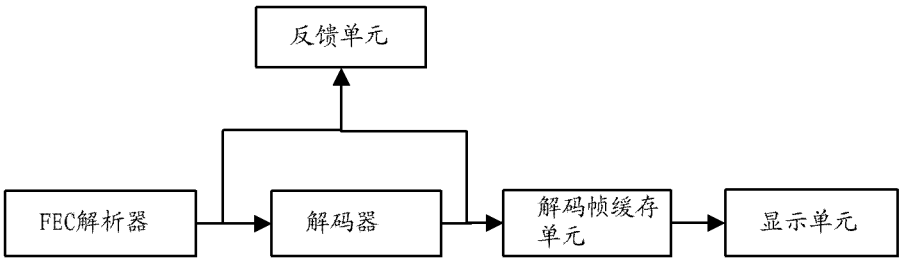

反馈单元
FEC解析器
解码器
解码帧缓存单元
显示单元

图 12

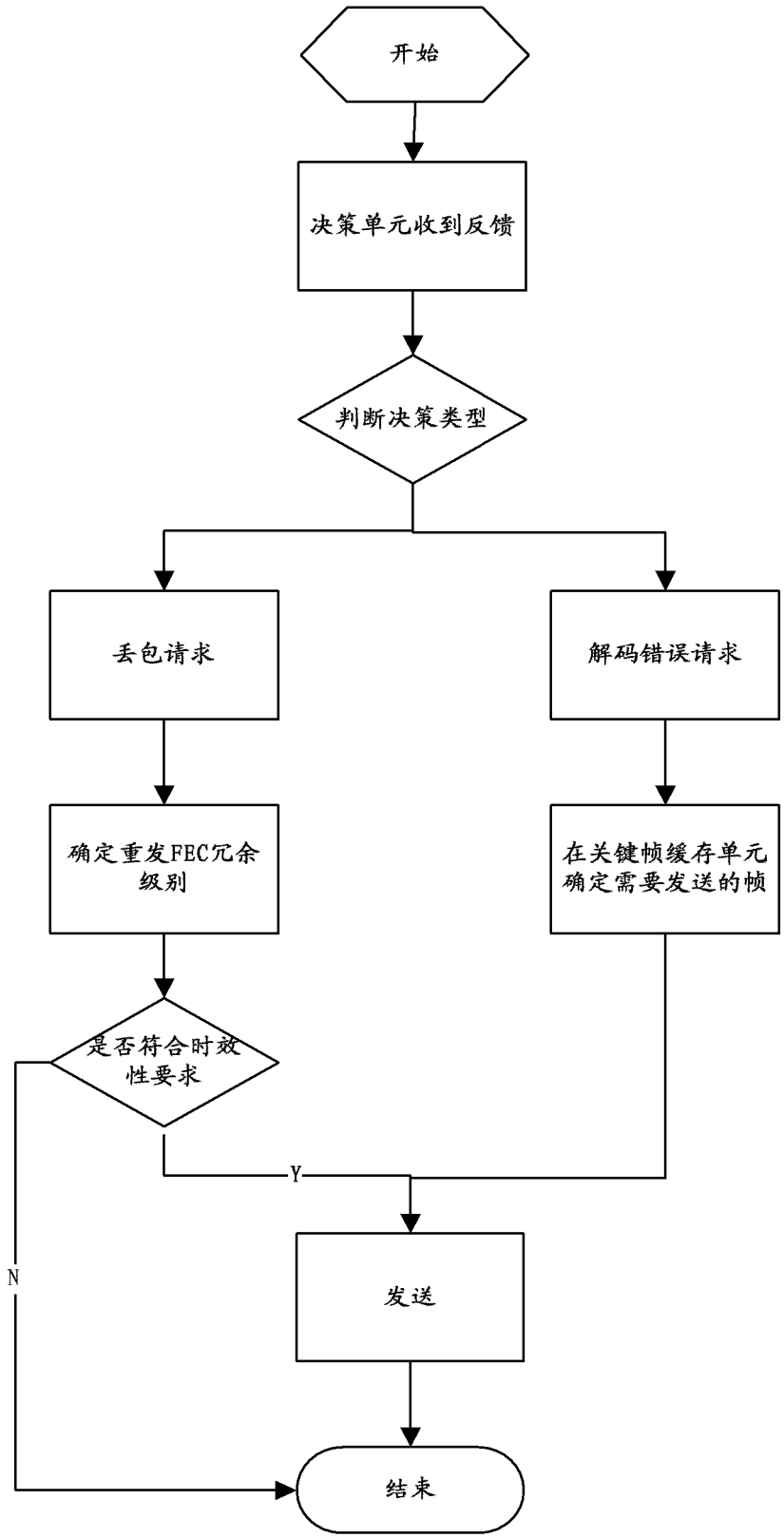

开始
决策单元收到反馈
判断决策类型
丢包请求
解码错误请求
确定重发FEC冗余级别
在关键帧缓存单元确定需要发送的帧
是否符合时效性要求
Y
N
发送
结束

图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/076758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 1/18 (2006.01) i; H04L 1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L; H04N; H04W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT; CNABS; CNKI; VEN: packet loss rate, frame loss rate, loss rate, bit error rate, forward error correction, FEC, redundancy, level, degree, version, loss, fail

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101719809 A (ZTE CORP.), 02 June 2010 (02.06.2010), description, paragraphs [0001] and [0034]-[0065]	1-11
Y	US 2008002565 A1 (SPENCER, P.), 03 January 2008 (03.01.2008), description, paragraphs [0019]-[0039], and figure 2	1-11
A	CN 104620525 A (TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON), 13 May 2015 (13.05.2015), the whole document	1-11
A	CN 101061659 A (THOMSON LICENSING LLC), 24 October 2007 (24.10.2007), the whole document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03 May 2017 (03.05.2017)	**12 May 2017 (12.05.2017)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **LI, Meili** Telephone No.: (86-10) **62089957**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/076758

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101719809 A	02 June 2010	EP 2493105 A1	29 August 2012
		CN 101719809 B	10 October 2012
		WO 2011063693 A1	03 June 2011
		EP 2493105 A4	14 December 2016
		US 2012272124 A1	25 October 2012
US 2008002565 A1	03 January 2008	US 7646701 B2	12 January 2010
CN 104620525 A	13 May 2015	None	
CN 101061659 A	24 October 2007	EP 1817859 A1	15 August 2007
		US 2008134005 A1	05 June 2008
		WO 2006060036 A1	08 June 2006
		JP 5425397 B2	26 February 2014
		US 8015474 B2	06 September 2011
		CN 101061659 B	29 April 2015
		JP 2008522545 A	26 June 2008
		BR PI0516632 A	16 September 2008

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/076758

A. 主题的分类

H04L 1/18(2006.01)i; H04L 1/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H04L; H04N; H04W

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNTXT;CNABS;CNKI;VEN:前向纠错，冗余，级，度，版本，丢包率，丢帧率，丢失率，损失率，误码率，误比特率; forward error correction, FEC, redundancy, level, degree, version, loss, fail

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 101719809 A (中兴通讯股份有限公司) 2010年 6月 2日 (2010-06-02) 说明书第[0001]、[0034]-[0065]段	1-11
Y	US 2008002565 A1 (SPENCER PAUL) 2008年 1月 3日 (2008-01-03) 说明书第[0019]-[0039]段，图2	1-11
A	CN 104620525 A (瑞典爱立信有限公司) 2015年 5月 13日 (2015-05-13) 全文	1-11
A	CN 101061659 A (汤姆逊许可公司) 2007年 10月 24日 (2007-10-24) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2017年 5月 3日	2017年 5月 12日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	李美丽
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62089957

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/076758

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	101719809	A	2010年 6月 2日	EP	2493105	A1	2012年 8月 29日
				CN	101719809	B	2012年 10月 10日
				WO	2011063693	A1	2011年 6月 3日
				EP	2493105	A4	2016年 12月 14日
				US	2012272124	A1	2012年 10月 25日
US	2008002565	A1	2008年 1月 3日	US	7646701	B2	2010年 1月 12日
CN	104620525	A	2015年 5月 13日		无		
CN	101061659	A	2007年 10月 24日	EP	1817859	A1	2007年 8月 15日
				US	2008134005	A1	2008年 6月 5日
				WO	2006060036	A1	2006年 6月 8日
				JP	5425397	B2	2014年 2月 26日
				US	8015474	B2	2011年 9月 6日
				CN	101061659	B	2015年 4月 29日
				JP	2008522545	A	2008年 6月 26日
				BR	PI0516632	A	2008年 9月 16日