



(45)授权公告日 2018.05.08

梁 贤 九

11105

代理人 蔡军红

H04L 1/00(2006.01)

H03M 13/29(2006.01)

НОЗМ 13/37(2006.01)

(56)对比文件

KR 20080084369 A, 2008.09.19,

CN 101047470 A, 2007.10.03.

US 2009/0193314 A1, 2009.07

CN 101785305 A, 2010.07.21,

KR 20080084369 A, 2008.09.19,

US 2010/0050055 A1, 2010.02.25,

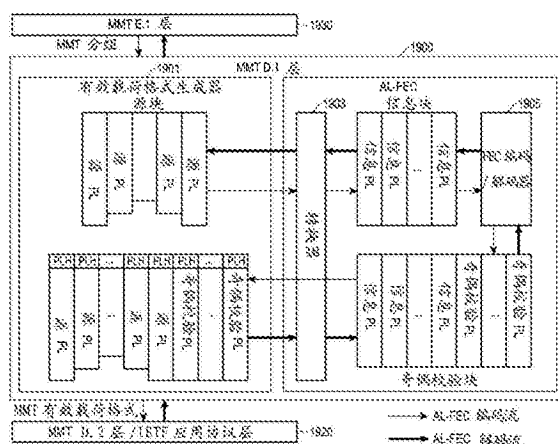
US 2006/0156198 A1, 2006.07.13.

审查员 王淑婷

权利要求书2页 说明书17页 附图22页

广播和通信系统中用于发送和接收分组的
装置和方法

提供了用于在广播和通信系统中发送和接收分组的方法和装置。该方法和装置使得接收器能够识别由于在网络中发生的数据丢失而丢失的分组中的数据。为此,生成前向纠错(FEC)控制有关的信息,生成包括所生成的FEC控制有关的信息的分组,并且发送该分组。FEC控制有关的信息包括FEC配置有关的信息和FEC编码配置有关的信息中的至少一种。



1. 一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务的广播系统中配置源分组块的方法，该方法包括：

将输入的源块划分成至少两个子块；

如果所述至少两个子块中包括的至少一个源有效载荷的长度不同于所述至少两个子块中包括的源有效载荷，则通过向所述至少一个源有效载荷添加填充数据，将所述至少两个子块分别转换为至少两个信息块；

使用第一编码对信息块的每个编码；以及

使用第二编码对全部信息块编码。

2. 一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务的广播系统中接收前向纠错FEC分组的方法，该方法包括：

接收FEC分组，通过以下步骤通过发送器生成所述FEC分组：将输入的源块分组划分成至少两个子块，如果所述至少两个子块中包括的至少一个源有效载荷的长度不同于所述至少两个子块中包括的源有效载荷，则通过向所述至少一个源有效载荷添加填充数据，分别将所述至少两个子块转换成至少两个信息块，使用第一编码对所述信息块的每个编码，并且使用第二编码对全部信息块编码，以及

解码所述FEC。

3. 根据权利要求1所述的方法，进一步包括：

发送包括编码结构信息的前向纠错FEC配置信息，所述编码结构信息指示对相关关联的输入源块应用的编码结构，

其中，所述FEC配置信息包括关于FEC编码的信息。

4. 根据权利要求2所述的方法，进一步包括：

接收包括编码结构信息的FEC配置信息，所述编码结构信息指示对相关关联的输入源块应用的编码结构，

其中，所述FEC配置信息包括关于FEC编码的信息。

5. 一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务的广播系统中配置源分组块的装置，该装置包括：

传输协议分组化器，配置为将输入的源分组块划分成至少两个子块，并且如果所述至少两个子块中包括的至少一个源有效载荷的长度不同于所述至少两个子块中包括的源有效载荷，则通过向所述至少一个源有效载荷添加填充数据，分别将该至少两个子块转换为至少两个信息块；

第一编码器，配置为使用第一编码对所述信息块的每个编码；以及

第二编码器，配置为使用第二编码对全部信息块编码。

6. 一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务的广播系统中接收前向纠错FEC分组的装置，该装置包括：

接收器，配置为接收FEC分组，通过以下步骤生成FEC分组：将输入的源块分组划分成至少两个子块，如果所述至少两个子块中包括的至少一个源有效载荷的长度不同于所述至少两个子块中包括的源有效载荷，则通过向所述至少一个源有效载荷添加填充数据，分别将该至少两个子块转换成至少两个信息块，使用第一编码对所述信息块的每个编码，并且使用第二编码对全部信息块编码；以及

解码器,配置为对所述FEC分组解码。

7.根据权利要求5所述的装置,进一步包括:

发送器,配置为发送包括编码结构信息的前向纠错FEC配置信息,所述编码结构信息指示对相关联的输入源块应用的编码结构,

其中,所述FEC配置信息包括关于FEC编码的信息。

8.根据权利要求6所述的装置,其中所述接收器进一步配置为接收包括编码结构信息的FEC配置信息,所述编码结构信息指示对相关联的输入源块应用的编码结构,

其中,所述FEC配置信息包括关于FEC编码的信息。

广播和通信系统中用于发送和接收分组的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明一般涉及广播和通信系统。更具体地,本发明涉及用于发送和接收分组的装置和方法。

背景技术

[0002] 作为内容类型增加和诸如高清(HD)内容和超高清(UHD)内容的高容量内容增加的结果,与网络通信量相关的数据拥塞正在变差。因此,由发送者(例如,主机A)发送的内容可能不能被正常地传递到接收器(例如,主机B),并且一些内容可能在路途中丢失。

发明内容

[0003] 技术问题

[0004] 通常,基于分组发送数据。如此,数据丢失可能基于分组出现。因此,由于网络中的数据丢失,接收器不能接收到分组。因此,接收器不能接收到或找到在丢失的分组中的数据,从而导致各种用户不便,诸如音频恶化、视频恶化、屏幕裂纹、字幕丢失、文件丢失等等。出于这些原因,需要恢复在网络中发生的数据丢失的方法。

[0005] 因此,需要下述系统和方法,其在没有当从计算机或用户界面手动选择自诊断时导致的不便的情况下执行设备的自诊断。

[0006] 上述信息被提供作为背景信息,仅仅是帮助对本公开的理解。没有确定和声明以上的任何是否可以应用作为本发明的现有技术。

[0007] 技术方案

[0008] 本发明的各方面解决至少上述问题和/或缺点,以及提供至少下述优点。因此,本发明的示范性实施例的一方面是提供广播和通信系统中的用于恢复网络中发生的数据丢失的分组发送/接收装置和方法。

[0009] 本发明的示范性实施例的另一方面是提供用于在广播和通信系统中发信号通知指示第一和第二前向纠错(FEC)的每一个的应用与否的信息或者其他编码配置有关的信息的装置和方法。

[0010] 本发明的示范性实施例的另一方面是提供广播和通信系统中用于依赖于网络状态或服务的质量(QoS)而选择性地应用FEC的分组发送/接收装置和方法。

[0011] 本发明的示范性实施例的另一方面是提供广播和通信系统中的用于当服务已在进行中时允许新的接收器预先获得FEC有关的信息的分组发送/接收装置和方法。

[0012] 根据本发明的一方面,提供了一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务的广播系统中配置分组的方法。该方法包括:将输入的源块划分成至少一个子块;将至少一个子块的每个转换为包括具有相同长度的信息有效载荷的信息块;通过对至少一个子块的每个的信息块编码来生成第一奇偶校验块;以及向包括至少一个子块的全部的源块添加第二奇偶校验块。

[0013] 根据本发明的另一个方面,提供了一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务

的广播系统中配置分组的装置。该装置包括：传输协议分组化器，用于将输入的源块划分成至少一个子块，并且将至少一个子块的每个转换成包括具有相同长度的信息有效载荷的信息块；第一编码器，用于通过对至少一个子块的每个的信息块编码来生成第一奇偶校验块；以及第二编码器，用于向包括至少一个子块的全部的源块添加第二奇偶校验块。

[0014] 根据本发明的又一方面，提供了一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务的广播系统中接收分组的方法。该方法包括：解调从发送器发送的信号；从解调的信号中提取第二奇偶校验位块；以及基于所提取的第二奇偶校验位块来解码分组。通过将输入的源块划分成至少一个子块，将至少一个子块的每个转换成包括具有相同长度的信息有效载荷的信息块，通过对至少一个子块的每个的信息块编码来生成第一校验块，并且向包括至少一个子块的全部的源块添加第二奇偶校验块来生成第二奇偶校验位块。

[0015] 根据本发明的仍一方面，提供了一种用于在支持基于因特网协议的多媒体服务的广播系统中接收分组的装置。该装置包括：解调器，用于解调从发送器发送的信号；控制器，用于从解调的信号中提取第二奇偶校验位块；以及解码器，用于基于所提取的第二奇偶校验位块来解码分组。通过将输入的源块划分成至少一个子块，将至少一个子块的每个转换成包括具有相同长度的信息有效载荷的信息块，通过对至少一个子块的每个的信息块编码来生成第一校验块，并且向包括至少一个子块的全部的源块添加第二奇偶校验块来生成第二奇偶校验位块。

[0016] 从以下结合附图公开本发明的示范性实施例的详细描述中，本发明的其他方面、优点和显著特征将对本领域技术人员变得明显。

附图说明

[0017] 从以下结合附图的描述，本发明的某些示范性实施例的以上和其他方面、特征和优点将变得更加明显，附图中：

[0018] 图1示出根据本发明的实施例的网络拓扑和数据流；

[0019] 图2a和2b分别图示了对于M=1和M=8的根据本发明的示范性实施例的前向纠错(FEC)编码方法；

[0020] 图3示出根据本发明的示范性实施例的用于带外信令的FEC控制分组的结构；

[0021] 图4示出根据本发明的示范性实施例的用于带内信令的FEC控制分组的结构；

[0022] 图5示出根据本发明的示范性实施例的用于带外信令的系统配置；

[0023] 图6示出根据本发明的示范性实施例的用于带内信令的系统配置；

[0024] 图7是示出根据本发明的示范性实施例的发送方法的流程图；

[0025] 图8是示出根据本发明的示范性实施例的接收方法的流程图；

[0026] 图9示出根据本发明的示范性实施例的MPEG媒介传输(MMT)系统结构；

[0027] 图10示出根据本发明的示范性实施例的用于带内信令的FEC控制分组的结构；

[0028] 图11示出根据本发明的示范性实施例的两态Gilbert-Elliott擦除信道(GEEC)模型的示例；

[0029] 图12a和12b示出根据本发明的示范性实施例的一级和两级FEC编码结构；

[0030] 图13至18示出根据本发明的示范性实施例的在随机+重复电脉冲噪音(REIN)信道上的两级FEC编码结构和一级FEC编码结构的仿真结果；

- [0031] 图19示出根据本发明的示范性实施例的对其应用了MPEG媒介传输 (MMT) 系统的应用层前向纠错 (AL-FEC) 编码/解码流的概念;
- [0032] 图20a和20b示出根据本发明的示范性实施例的一级和两级FEC编码结构;
- [0033] 图21示出根据本发明的示范性实施例的FEC传递块和FEC传递簇的配置;
- [0034] 图22至24示出根据本发明的示范性实施例的将源块映射到信息块的过程的示例;
- [0035] 图25示出根据本发明的示范性实施例的RS帧的结构;
- [0036] 图26示出根据本发明的示范性实施例的低密度奇偶校验 (LDPC) 帧的结构;
- [0037] 图27示出根据本发明的示范性实施例的用于里德所罗门 (RS) 奇偶校验符号的奇偶校验块映射;
- [0038] 图28示出根据本发明的示范性实施例的用于LDPC奇偶校验符号的奇偶校验块映射;
- [0039] 图29示出根据本发明的示范性实施例的H矩阵的结构;以及
- [0040] 图30示出根据本发明的示范实施例的FEC分组块和FEC分组簇配置。
- [0041] 遍及附图,相同的附图参考数字将被理解为指代相同的元件、特征和结构。

具体实施方式

[0042] 提供参照附图的下面描述来帮助对如权利要求及其等同内容所限定的本发明的示范性实施例的全面理解。它包括各种特定的细节来帮助理解,但是这些应被认为仅是示范性的。因此,本领域普通技术人员将认识到,在不脱离本发明的范围和精神的情况下,可以对在此描述的实施例进行各种改变和修改。此外,为了清楚和简明,可以省略在公知功能和结构的描述。

[0043] 在下面的描述和权利要求中使用的术语和词汇不限于字面意义,而是仅由发明人用来使得能够清楚和一致地理解本发明。因此,对本领域技术人员来说应该显然的是,提供本发明的示范性实施例的以下描述仅用于说明性目的,而不是为了限制如所附权利要求及其等同内容所限定的发明的目的。

[0044] 要理解,单数形式“一”、“一个”和“该”包括复数指代,除非上下文另外清楚地规定。因而,例如,提及“一个组件表面”包括提及一个或多个这样的表面。

[0045] 下面将描述前向纠错 (FEC) 编码方法,但是这种方法不限于使用里德所罗门 (RS) 码、低密度奇偶校验 (LDPC) 码、Turbo码、Raptor码、异或、前MPEG FEC码的编码方法。

[0046] 本发明的示范性实施例提供了能够取决于网络状态或服务的质量 (QoS) 而选择性地应用FEC的方法。作为示例,如在此使用的术语“网络状态”可以指代分组丢失是高还是低 (例如,分组丢失率是高还是低),或者分组丢失是随机发生还是突发方式。

[0047] 对于文件数据,一些数据在其传输期间不应该被丢失。例如,与文件数据相关的一些数据的丢失可能使得难以读或执行文件数据。相反,对于音频/视频 (AV) 数据,即使与AV数据相关的一些数据在其传输期间丢失了,也可能重放AV数据。如在此使用的术语“QoS”可以指代文件数据和AV数据的所要求的特征不同的情况。因而,通常,文件数据比AV数据要求更高的FEC性能。

[0048] 图1示出根据本发明的实施例的网络拓扑和数据流。

[0049] 参考图1中的网络拓扑,发送器 (例如,主机A) 通过若干路由器120和130向最终接

收器(主机B)110发送因特网协议(IP)分组。由发送器105发送的IP分组可能不总是按它们的发送次序(例如,发送器105发送IP分组所按的次序)到达最终接收器110。因此,在AV内容流传输期间指示发送顺序是很重要的。此外,在数据流中表示此发送顺序。

[0050] 参考图1中的数据流,在应用级140中,图1中的数据150被认为是通过使用实时传输协议(RTP)(见IETF RFC3550和RFC3984)将在AV编解码级中压缩的数据分组化生成的RTP分组数据,或者是通过应用级140中的传输协议分组化的数据,诸如下面参照图9描述的MPEG媒体传输(MMT)传输分组数据。

[0051] 在此使用的术语可以概述如下。

[0052] -FEC:用于纠错的纠错码或擦除符号。

[0053] -FEC帧:通过要保护的通过FEC编码信息生成的码字。FEC帧包括信息部分和奇偶校验(修复)部分。

[0054] -符号:数据单位。它的位尺寸被称为符号尺寸。

[0055] -源符号:包括在FEC帧的信息部分中的未受保护的数据符号。

[0056] -编码符号:通过对源符号进行FEC编码生成的FEC帧。

[0057] -修复符号:通过FEC编码从源符号生成的FEC帧的奇偶校验部分。例如,对于在通过FEC编码期间保持源符号的系统编码,编码符号=源符号+修复符号。

[0058] -分组:包括首标和有效载荷的传输单位。

[0059] -有效载荷:要从发送器发送并且位于分组中的一片用户数据。

[0060] -分组首标:包括有效载荷的分组的的首标。

[0061] -源块:包括一个或多个源符号的一组符号。

[0062] -修复块:包括一个或多个修复符号的一组符号。

[0063] -FEC块:一组FEC帧。

[0064] -FEC分组:用于FEC块的传输的分组。

[0065] -源分组:用于源块的传输的分组。

[0066] -修复分组:用于修复块的传输的分组。

[0067] -FEC控制分组:用于控制FEC分组的分组。

[0068] 图2a和2b分别图示了对于M=1和M=8的根据本发明的示范性实施例的FEC编码方法。具体地,图2a示出对于M=1的编码结构,而图2b示出对于M=8的编码结构。

[0069] 参照图2b,提出的用于恢复网络中丢失的数据的FEC编码方法和基于其上的带内信令方法生成了包括第一修复符号的第一编码符号,所述第一修复符号是通过将预定数目的符号划分成M个第一源符号(其中M是大于1的整数)并对第一源符号的每个执行第一FEC编码而生成的。之后,该方法生成包括第二修复符号201的第二编码符号203,所述第二修复符号是通过将M个编码符号划分成第二源符号202并对其执行第二FEC编码而生成的。

[0070] 根据本发明的示范性实施例,第一和第二FEC可以使用相同的纠错码或者不同的纠错码。它们的候选码将不限于诸如RS码、LDPC码、Turbo码、Raptor码和异或码的特定码。

[0071] 当发送器向接收器发送应用了FEC的内容时,接收器应该具有FEC配置有关的信息(例如,诸如由发送器应用的FEC的类型和结构),以便当执行解码时,通过基于由发送器应用的FEC编码方案来执行解码,而恢复丢失的数据。因此,本发明的示范性实施例包括用于发送FEC配置有关的信息的方法。此外,本发明的示范性实施例包括使接收器能够确定所接

收的分组是源符号的有效载荷还是修复符号的有效载荷的分组辨别方法。

[0072] 为此,本发明的示范性实施例定义了包括FEC配置有关信息、第一FEC编码配置和第二FEC编码配置的FEC控制信息。例如,FEC控制信息可以包括在分组中,或者在用于控制分组的FEC控制分组中。在带外信令的情况下,使用RTP协议发送应用了FEC的内容,而使用不同于用于内容传递的协议的RTP控制协议(RTCP)协议来发送FEC控制信息。然而,在带内信令的情况下,通过存储在用于应用了FEC的内容的RTP分组中来发送FEC控制信息,所以对于它的传输不使用不同的协议。

[0073] 根据本发明的示范性实施例的FEC配置有关的信息的描述提供在下。

[0074] (1) 编码结构

[0075] -FEC结构:第一和/或第二FEC的应用与否

[0076] -FEC块边界有关的信息(下文中称为“FEC块边界信息”):它指示FEC块的开始/结束位置信息。

[0077] 在带外信令的情况下,FEC块边界信息指的是在FEC配置有关的信息的发送之后的第一FEC块的开始/结束位置信息。如在此使用的术语“位置”可以指代网络中的位置。换言之,当使用网络中的号码确定了用于每个分组的发送顺序时,该号码对应于位置。

[0078] 在带内信令的情况中,FEC块边界信息存储在携带FEC块的分组当中的至少一个分组中,或者为了健壮性而存储在所有分组中。具体地,FEC块分界信息优先地在如图10中所示的下述分组首标中发送。

[0079] (2) 第一FEC编码(编码符号1)配置

[0080] -FEC类型有关的信息(下文中称为“FEC类型信息”):表示诸如GF(2^n)上的RS(N,K)码、GF(2^n)上的LDPC(N,K)码、GF(2^n)上的Turbo(N,K)码或者GF(2^n)上的Raptor(N,K)码的FEC码(其中N表示码长,K表示信息长度,并且 2^n 表示符号尺寸),或者表示异或方法。根据本发明的示范性实施例,FEC类型信息可以包括指示FEC码的类型的ID信息(例如,0=RS,1=LDPC并且2=Raptor)以及关于N和K的信息。

[0081] -缩短有关的信息:指示缩短的符号的数目,以及关于缩短图案的信息(缩短的符号的位置)。如果缩短图案是固定的,则省略关于缩短图案的信息。如果实际发送的信息的长度是 $K-s$,则在向其添加了s个填充符号之后编码信息,并且在N个编码的符号当中,不需要发送s个填充的符号,所以仅发送(N-s)个符号。在这种情况下,出现了s个符号的缩短。根据本发明的示范性实施例,接收器可以具有FEC类型有关的信息,基于FEC类型有关的信息的、关于实际发送的信息的长度的信息,以及关于码中的缩短位置的信息。另外,根据本发明的示范性实施例,缩短有关的信息指示实际发送的信息的长度, $K-s$,以及关于缩短图案的信息(例如,缩短的符号的位置信息)。举例来说,如果缩短图案是固定的,则省略关于缩短图案的信息。

[0082] -穿孔(puncture)有关的信息:指示穿孔的符号数目,以及关于穿孔图案的信息(例如,穿孔的符号的位置信息)。如果穿孔的图案是固定的,则省略关于穿孔图案的信息。如果在传输期间丢失了编码的码字的N-K个奇偶校验位中的p个符号时,p个符号的穿孔出现了。根据本发明的示范性实施例,接收器可以具有FEC类型有关的信息,基于FEC类型有关的信息的、关于实际发送的奇偶校验(例如,修复)符号数目的信息,以及关于码中的穿孔位置的信息。另外,根据本发明的示范性实施例,穿孔有关的信息指示实际发送的奇偶校验位

的长度, $N-K-p$, 以及关于穿孔图案的信息(穿孔的符号的位置信息)。举例来说, 如果穿孔图案是固定的, 则省略关于穿孔图案的信息。

[0083] 根据码长和FEC类型有关的信息的信息长度以及缩短/穿孔有关的信息, 可以分别确定实际发送的编码符号、源符号和修复符号的数目。已经从码字的视角描述了FEC类型有关的信息和缩短/穿孔有关的信息, 但是它们不限于此。优选地, FEC类型有关的信息和缩短/穿孔有关的信息可以看作是基于本发明的示范性实施例的精神的信息。例如, FEC类型有关的信息和缩短/穿孔有关的信息可以看作是携带FEC块的源块的分组数目($=K-s$), 和携带奇偶校验块的分组数目($=N-K-p$)。

[0084] -运送(lifting)有关的信息: 指示FEC码的增加或减少的值。如在此使用的术语“运送”可以指代通过调整QC-LDPC的置换块的尺寸来扩展或减小码长。根据本发明的示范性实施例, 在一般的奇偶校验矩阵H中, 通过将每一项改变为置换块来扩展矩阵也可以落在“运送”之内。如果应用到N个编码符号1的每个的第一FEC的编码配置有关的信息不同, 则对于每个编码符号1都需要第一FEC编码配置。

[0085] 在这种情况下, 它可以表示为“for ($i=1; i < N; i++$) {ith Encoding Symbols1 configuration (第i编码符号1配置)}”。

[0086] (3) 第二FEC编码(编码符号2)配置

[0087] -根据本发明的示范性实施例, 第二FEC编码配置可以与第一FEC编码配置相同。

[0088] 下面提供根据本发明的示范性实施例的分组辨别方法的描述。

[0089] RTP协议的首标包括有效载荷类型字段和序号字段。当使用具有有效载荷类型字段和序号字段的RTP协议或它的类似的传输协议时, 向每个FEC分组连续且顺序地分配号码, 使得序号可以逐一增加。因此, 基于FEC配置有关的信息和接收的分组的序号, 不但可以确定分组是源分组、修复-1分组还是修复-2分组, 还可以准确地确定哪个分组是丢失的分组。另一方面, 基于图10中的FEC分组首标1010中的有效载荷类型信息字段1012, 可以确定FEC分组中的有效载荷是源有效载荷、修复-1分组还是修复-2分组。

[0090] 图10中的FEC分组首标1010的分组长度字段1015可以被配置为指示由分组实际携带的分组数据的尺寸。可以使用分组长度字段1015来确定分组之间的边界, 因此可以正确地接收连续的分组长流。即使丢失了分组, 也可以通过FEC解码首先恢复丢失的分组的的首标信息来确定分组的长度, 使得可以正确地确定分组的长度。

[0091] 下面提供根据本发明的示范性实施例的带外信令方法的描述。

[0092] 在发送器和接收器之间的内容传送中, 将分组划分成用于传递内容的分组和用于控制这些分组的控制分组。带外信令指的是使用用于控制发送FEC块的分组(下文中, FEC分组)的FEC控制分组, 来传递用于FEC分组的FEC配置有关的信息。在向接收器传递内容之前, 发送器发送FEC配置有关的信息从而使得接收器预先得到应用于内容的FEC配置有关的信息。当FEC配置有关的信息改变时就应该发送此信息。此外, 在存在很多接收器的情况中, 如多播或广播中, 可以在FEC控制分组中发送FEC配置有关的信息, 所以所有的接收器可以通过识别应用于内容的FEC配置有关的信息来执行FEC解码。另外, 为了健壮性, 可以定期重复发送FEC配置有关的信息。

[0093] 所提出的带外信令的主要目的是允许接收器基于FEC控制信息(例如, FEC配置有关的信息或编码配置有关的信息)确定第一FEC的应用与否和/或第二FEC的应用与否, 这是

用于来解码FEC块的最少信息。因此,发送器确定或选择四种情况之一:不应用FEC,仅应用第一FEC,仅应用第二FEC以及应用第一和第二FEC两者,将它与FEC控制信息一起发送给接收器,然后通过应用所确定的FEC方法来传递内容。

[0094] 根据本发明的示范性实施例,FEC控制信息可以进一步包括诸如FEC块的开始/结束位置信息的块边界信息。如果预先确定了FEC方法,则接收器可以获得仅具有开始/结束位置信息就足够的全部FEC块边界信息,这是因为它可以确定FEC块的尺寸或长度。

[0095] 根据本发明的示范性实施例,如果存在许多类型的第一FEC,或者如果存在许多类型的第二FEC,则FEC控制信息可以优选地包括第一FEC类型信息和第二FEC类型信息。

[0096] 当发送器为其有效传输应该执行缩短或穿孔时,FEC控制信息可以优选地包括缩短和/或穿孔有关的信息。

[0097] 优选地,可以定期发送FEC控制信息。例如,可以重复地定期发送FEC控制信息。

[0098] 图3示出根据本发明的示范性实施例的用于带外信令的FEC控制分组的结构。

[0099] 如图3中所示,FEC控制分组300包括用于编码配置有关的信息的FEC控制分组(例如,有效载荷)及其首标(未示出)。

[0100] 当向接收器发送基于会话描述协议(SDP)的发送器报告时可以包括FEC控制信息,或者当如果使用RTP则基于RTCP协议发送RTP控制信息时可以包括FEC控制信息。可以在电子服务指南(ESG)的传输期间包括FEC控制信息,或者如果使用ISO基本媒介文件格式则在其传输期间可以在“fpar”盒(box)和“fecr”盒中包括FEC控制信息,并且取决于传递的内容的类型、网络环境以及使用的传输协议,FEC控制信息的可能类型是不同的。FEC控制信息可以包括在如图3中所示的FEC控制有效载荷中,但是它不限于此。在带外信令的情况下,FEC控制信息包括被包括在编码结构字段310中的FEC配置有关的信息、第一FEC编码配置320和第二FEC编码配置330。

[0101] FEC配置有关的信息包括指示第一和/或第二FEC的应用与否的信息310a。用FEC结构=00(例如,对应于不编码)、FEC结构=01(例如,对应于仅应用第一FEC)、FEC结构=10(例如,对应于仅应用第二FEC)以及FEC结构=11(例如,对应于应用第一和第二FEC两者),来表示FEC配置有关的信息。可以用一个字段值来表示仅施加两种FEC(第一和第二FEC)之一。

[0102] FEC配置有关的信息包括FEC块边界信息310b。

[0103] 第一FEC编码配置320包括FEC类型有关的信息320a、运送有关的信息320b、穿孔有关的信息320c和缩短有关的信息320d。

[0104] 运送有关的信息使能码的扩展或减小,而缩短/穿孔有关的信息使能在给定的码中匹配各种长度的源符号和奇偶校验符号。

[0105] 第二FEC编码配置330在结构上与第一FEC编码配置320相同。

[0106] 下面提供根据本发明的示范性实施例的带内信令方法的描述。

[0107] 图4示出根据本发明的示范性实施例的用于带内信令的FEC控制分组的结构。

[0108] FEC控制分组包括FEC有效载荷400和首标410。虽然在图4中示出修复分组,但是FEC控制分组不限于此。换言之,为了健壮性,可以向FEC分组应用图4中的FEC控制分组。虽然FEC控制信息包括在图4中的首标410中,但是FEC控制分组不限于此。换言之,为了健壮性,在用于FEC块的传输的所有分组的传输期间,用于带内信令的FEC控制信息可以存储在用于FEC块的传输的所有分组中。可以仅包括FEC结构所需的信息,来改善传输效率。

[0109] 不同于在可区分于用于内容传递的分组的单独的控制分组中发送FEC配置有关的信息的带外信令,带内信令在用于内容传递的分组中发送FEC配置有关的信息,使得可以最小化由于FEC控制分组的定期重复的发送产生的开销。此外,带内信令有利的地方在于即使在FEC控制分组传输时段中间,接收器也可以快速获得应用于内容的FEC配置有关的信息。

[0110] 所提出的带内信令的主要目的是在FEC分组的传输期间在FEC分组中存储指示第一FEC的应用与否和/或第二FEC的应用与否的FEC配置有关的信息(这是用于解码FEC块的最少信息),使得接收器可以获得该信息。因此,当确定或选择四种情况之一:不应用FEC,仅应用第一FEC,仅应用第二FEC以及应用第一和第二FEC两者,依赖于所确定的FEC方法来对内容FEC编码,然后发送FEC分组时,发送器在如图4的示例中所示发送的FEC分组中存储FEC配置有关的信息。

[0111] 根据本发明的示范性实施例,FEC信息包括序号411、编码结构字段412和FEC编码配置字段413。

[0112] FEC配置有关的信息包括指示第一和/或第二FEC应用与否的信息412a。用FEC结构=00(对应于不编码)、FEC结构=01(对应于仅应用第一FEC)、FEC结构=10(对应于仅应用第二FEC)以及FEC结构=11(对应于应用第一和第二FEC两者)来表示FEC配置有关的信息。具体地,在其传输期间,FEC配置有关的信息存储在用于FEC块的至少一个FEC分组中。更具体地,对于针对分组丢失的健壮性,在其传输期间,FEC配置有关的信息可以存储在所有分组中或者在修复分组或者源分组中。例如,在其传输期间,FEC配置有关的信息可以存储在分组首标中,或者更具体地,在其传输期间,存储在修复分组首标中。当在其传输期间FEC配置有关的信息存储在修复分组中时,源分组可以在没有应用FEC的情况下保持与现有系统的兼容性,因为它们可以按发送源符号的现有分组形式发送,就像没有应用FEC的情况。

[0113] 优选地,FEC配置有关的信息可以进一步包括诸如FEC块的开始/结束位置信息的FEC块边界信息412b。如果预先确定了FEC方法,则接收器可以获得仅具有开始/结束位置信息就足够的全部FEC块边界信息,这是因为它可以确定FEC块的尺寸或长度。

[0114] 优选地,FEC配置有关的信息可以包括FEC配置连续标记412c,它包括在编码结构字段412中,并且指示用于下一FEC块的FEC配置有关的信息是否从当前FEC块的FEC配置有关的信息改变。

[0115] 根据本发明的示范性实施例,FEC编码配置有关的信息413可以包括被包括在FEC编码配置字段中的FEC类型信息413a,并且当存在若干第一FEC类型或若干第二FEC类型时包括第一FEC类型信息和第二FEC类型信息。

[0116] 根据本发明的示范性实施例,FEC编码配置有关的信息可以包括运送有关的信息413b,以便对于给定的FEC类型信息,在码传输期间扩展或减小该码。

[0117] 根据本发明的示范性实施例,当发送器执行缩短或穿孔用于有效的传输时,FEC编码配置有关的信息可以包括缩短有关的信息413c和/或穿孔有关的信息413d。

[0118] 运送有关的信息413b使得能够扩展/减小码,而缩短/穿孔有关的信息使得能够在给定的码中匹配各种长度的源符号和奇偶校验符号。

[0119] 图5示出根据本发明的示范性实施例的用于带外信令的系统配置。

[0120] 使用数码相机捕获的原始AV流1被操作性地存储为原始AV内容501。向AV编解码器的编码器503发送原始AV内容501(例如,原始AV流1)。

[0121] AV编解码器的编码器503通过使用音频编解码器的编码器和视频编解码器的编码器压缩输入的原始AV流1来生成AV流2,并且向传输协议分组化器505输出AV流2。

[0122] 传输协议分组化器502通过将压缩的AV流2划分成有效载荷并且向每个有效载荷添加分组首标,来产生分组化的流。当应用FEC时,依赖于相关的编码结构和/或编码配置有关的信息,传输协议分组化器505将分组流划分成预定数目的源分组。之后,传输协议分组化器505向FEC编码器507输入包括除了源分组的首标之外的源有效载荷的源块3。

[0123] FEC编码器507对源块3编码以与编码结构和/或编码配置有关的信息匹配,并且向传输协议分组化器505输出FEC块4。

[0124] 传输协议分组化器505通过向输入FEC块4中的有效载荷的每个添加分组首标来发送FEC编码的分组流7,并且在FEC控制分组中(在其有效载荷或首标中)存储用于带外信令的FEC配置有关的信息,如图3中所述。

[0125] 应用于内容的编码结构和FEC编码配置有关的信息存储在FEC控制分组5中,并且在内容传递之前预先发送到接收器,从而使得接收器获得要应用于内容的FEC结构和/或FEC编码配置有关的信息。

[0126] 根据本发明的示范性实施例,为在FEC控制分组中的FEC结构和在修复分组首标中的FEC结构分配两位,从而b0表示第一FEC的应用与否,而b1表示第二FEC的应用与否。换言之,用FEC结构=00对应于不编码、FEC结构=01对应于仅应用第一FEC、FEC结构=10对应于仅应用第二FEC以及FEC结构=11对应于应用第一和第二FEC两者来表示所述位。

[0127] 在其传输期间,FEC块边界信息为正在FEC控制分组发送之后发送的FEC编码块的第一有效载荷指定分组序号。

[0128] 传输协议去分组化器509接收FEC控制分组6,并且基于要接收的内容的FEC配置有关的信息准备FEC解码。加入了服务期间的服务的接收器从所接收的分组的修复分组首标获得FEC配置有关的信息,并且基于其执行FEC解码。

[0129] 传输协议去分组化器509按它们的发送次序重排来自所接收的分组流的分组,然后从分组移除首标,产生有效载荷流。当应用了FEC时,传输协议去分组化器509基于应用于内容的FEC配置有关的信息,从所接收的FEC编码的分组流8获得丢失的分组的位置信息和FEC块边界信息。基于丢失的分组的位置信息和FEC块边界信息,传输协议去分组化器509向FEC解码器511输入每个FEC块的丢失的有效载荷的位置信息和所接收的FEC块9。

[0130] 如在分组辨别方法中那样,如果在传输分组的首标中配置了序号字段,并且在分组传输期间按分组发送次序对其连续地分配号码,则传输协议去分组化器509可以在接收期间基于序号按次序重排传输分组并且确定丢失的分组的位置(例如,号码)。

[0131] FEC解码器511通过经由FEC解码从丢失的有效载荷的位置信息和所接收的FEC块恢复丢失的有效载荷来复原源块10,并且将它们输入到传输协议去分组化器509。

[0132] 传输协议去分组化器509将输入的源块转换为流11,并且将流11输入到AV编解码器的解码器513。

[0133] AV编解码器的解码器513使用音频编解码器的解码器和视频编解码器的解码器来解码AV内容,并且将解码的AV内容作为流12输入到显示器515。

[0134] 显示器515显示解码的AV内容。

[0135] 根据本发明的示范性实施例,如果不应用FEC(即,FEC结构=“不编码”),则省略传

输协议分组化器505向FEC编码器507输入源块3的过程1、FEC编码器507对源块编码以与编码结构和/或编码配置有关的信息匹配并且向传输协议分组化器505输入FEC块4的过程2、以及接收器中的过程1和2的逆过程。

[0136] 在内容传递期间重复地定期发送FEC控制分组5和6。如果应用了FEC,则包括在FEC配置有关的信息中的FEC块边界信息为正好在FEC控制分组发送之后发送的FEC编码块的第一有效载荷指定分组序号。

[0137] 在分组首标7和8中的FEC块边界信息为FEC块的传输期间的FEC块的第一有效载荷指定分组的序号。

[0138] 对于FEC块边界信息和FEC编码配置有关的信息,如果发送器和接收器彼此同意(例如,FEC的FEC类型在发送器和接收器之间达成一致,并且运送值、传输信息符号的长度和修复符号的长度是固定的),则可以省略其传输。

[0139] 根据本发明的示范性实施例,如果基于FEC类型信息的每个码使用奇偶校验矩阵,则预先对矩阵达成一致,并且如果使用RS码,则假设它的生成多项式是预先预定的。例如,如果FEC类型信息表示“GF(2)上的LDPC(8000,6400)码”,则假定发送器和接收器彼此共享码的矩阵H。当FEC类型信息表示“GF(2^8)上的RS(255,51)码”,则假定发送器和接收器彼此共享RS码的生成多项式 $g(x)$ 。这些假定因为在发送器和接收器之间的协议或规范中定义而是可能的。

[0140] 图6示出根据本发明的示范性实施例的用于带内信令的系统配置。

[0141] 根据本发明的示范性实施例,在图6的用于带内信令的系统中,省略过程5和6,并且图5中的过程7至12分别对应于图6中的过程5至10,并且与之相同。然而,在图6中的过程5和6中,所提出的FEC配置信息在其传输期间存储在FEC分组的分组首标中。

[0142] 已在源分组的有效载荷是受FEC保护的假设下描述了本发明的示范性实施例,但是它不限于此,并且包括对源分组执行FEC编码,通过向修复块添加首标来生成FEC分组,并且发送FEC分组。例如,在这种情况下,传输分组化器在用于源块的分组首标中存储FEC控制信息,对其执行编码,并且甚至在修复块的分组的首标中存储相同信息或需要的信息。

[0143] 虽然已经参照图5和6描述了AV数据,但是本发明的示范性实施例不限于此。当如在混合内容传递中一起发送AV数据和文件数据时,可以应用本发明的示范性实施例。在这种情况下,源块包括AV数据和文件数据。

[0144] 图7是示出根据本发明的示范性实施例的发送方法的流程图。

[0145] 在步骤701中,根据本发明的示范性实施例发送器生成FEC控制信息。根据本发明的示范性实施例,FEC控制信息包括FEC配置有关的信息、第一FEC编码配置有关的信息和第二FEC编码配置有关的信息。然而,本发明的示范性实施例不限于此。在带外信令的情况中,FEC配置有关的信息、第一FEC编码配置有关的信息和第二FEC编码配置有关的信息包括在FEC控制分组300中,如图3中所示。然而,在带内信令的情况中,FEC配置有关的信息、第一FEC编码配置有关的信息和第二FEC编码配置有关的信息包括在修复分组中(例如,在其首标和有效载荷两者中),如图4中所示。

[0146] 在步骤703中,发送器生成包括所生成的FEC配置有关的信息、第一FEC编码配置有关的信息和第二FEC编码配置有关的信息的分组,并且向接收器发送分组。

[0147] 图8是示出根据本发明的示范性实施例的接收方法的流程图。

[0148] 在步骤801中,接收器从发送器接收分组并且解调所接收的分组。在步骤803中,接收器从解调的分组(FEC控制分组或修复分组)获得FEC配置有关的信息、第一FEC编码配置有关的信息和第二FEC编码配置有关的信息,并且基于其识别所接收的分组有关的信息。分组有关的信息包括丢失的有效载荷的位置信息和所接收的与每个FEC块对应的FEC块信息。因此,基于分组信息,接收器可以确定所接收的分组是用于源符号的分组还是用于修复符号的分组。此外,接收器可以确定由发送器应用的FEC的类型和结构。在步骤805中,接收器解码分组。

[0149] 本发明的示范性实施例在传递的内容(包括AV数据、文件、文本等)中包括指示第一FEC的应用与否和第二FEC的应用与否的FEC配置有关的信息。在带外信令的情况中,用于FEC配置有关的信息的协议优选地可区别于用于内容传输的协议。如果使用RTP协议传递应用了FEC的内容,则使用不同于用于内容传递的RTP协议的RTCP协议来发送FEC控制信息。然而,在带内信令的情况下,FEC控制信息在其传输期间存储在用于应用了FEC的内容的RTP分组中,所以它没有使用不同的协议来发送。当使用MMT传输协议来发送时,通过MMT传输控制协议来发送用于带外信令的FEC控制信息。

[0150] 根据本发明的示范性实施例中,FEC配置有关的信息可以包括通过将内容划分成有效载荷并且对它们FEC编码而获得的FEC块的块边界信息。在带外信令的情况下,FEC块边界信息包括正好在FEC配置信息的发送之后发送的第一FEC块的开始/结束分组的号码。FEC配置有关的信息包括FEC类型有关的信息、运送有关的信息、缩短有关的信息和穿孔有关的信息中的至少一个。用于第一FEC的FEC类型信息和用于第二FEC的FEC类型信息的一个包括 $GF(2^n)$ 上的 $RS(N,K)$ 、 $GF(2)$ 上的 $LDPC(N,K)$ 、 $GF(2)$ 上的 $Turbo(N,K)$ 、 $GF(2)$ 上的 $Raptor(N,K)$ 和 $GF(2^m)$ 上的 $RaptorQ(N,K)$ 中的至少一个,其中 n 和 m 是大于1的整数。

[0151] 在带内信令的情况中,在其传输期间,FEC配置有关的信息存储在受到FEC保护(包括“不编码”)的用于内容的传递的分组中。作为用于指示是否向传递的内容应用了第一FEC或者向内容应用了第二FEC的FEC配置有关的信息的协议,可以使用可区别于用于应用了FEC的内容(包括“不编码”)的协议的协议,或者相同的协议。在用于应用了FEC的内容的传递的分组中发送FEC配置有关的信息。

[0152] 图9示出根据本发明的示范性实施例的MMT系统结构。

[0153] 图9的左侧示出MMT系统结构,而其右侧示出传递功能的详细结构。

[0154] 媒介编码层905压缩音频和/或视频数据,并且向封装功能层910发送压缩的数据。

[0155] 封装功能层910以类似于文件格式的形式打包或分组化压缩的音频/视频数据,并且向传递功能920输出分组化的数据。

[0156] 传递功能920将封装功能层910的输出转换为MMT有效载荷格式,对其添加MMT传输分组首标,并且以MMT传输分组的形式将它输出到传输协议930,或者使用现有的RTP协议以RTP分组的形式将封装功能层910的输出输出到传输协议930。之后,传输协议930将它的输入转换为UDP和TCP传输协议之一,并且将它发送到因特网协议940。

[0157] 最后,因特网协议940将传输协议930的输出转换为IP分组。

[0158] 所提出的FEC分组可以以MMT有效载荷格式、MMT传输分组和RTP分组中的至少一个的格式发送。

[0159] 图10示出根据本发明的示范性实施例的用于带内信令的FEC控制分组的结构。

[0160] 在带内信令的情况中,FEC控制信息存储在携带FEC块的至少一个分组中,或者为了健壮性存储在所有分组中。如图10中所示,FEC控制信息可以优选地在分组首标1010中发送,但是不限于此。

[0161] FEC控制分组包括用于编码配置有关的信息的FEC控制有效载荷1000及其相关的首标1010,如图10中所示。

[0162] 分组首标1010包括有效载荷类型1012、序号1014、分组长度1015、编码结构字段1016和FEC编码配置字段1018。

[0163] 有效载荷类型1012指示FEC分组中的有效载荷是源有效载荷、修复-1分组还是修复-2分组。

[0164] 序号1014表示逐一增加的、连续且顺序地分配给每个FEC分组的号码。

[0165] 分组长度1015表示该分组实际携带的分组数据的尺寸。在带内信令的情况中,不同于带外信令的情况中,添加了FEC分组首标的分组长度字段1015。使用分组长度1015,可以确定分组之间的边界,使得可以正确地接收连续的分组流。此外,使用分组长度1015,即使丢失了分组,也可以首先通过FEC解码恢复丢失的分组的首标信息,依赖于首标信息确定分组的长度,并且得到分组的长度信息。

[0166] 编码结构字段1016包括指示第一FEC的应用与否和/或第二FEC的应用与否的FEC配置有关的信息1016a、FEC块边界有关的信息1016b和FEC配置连续标记1016c。

[0167] FEC编码配置字段1018包括FEC类型有关的信息1018a、运送有关的信息1018b、缩短有关的信息1018c和穿孔有关的信息1018d。

[0168] 下面将描述根据本发明的示范性实施例的应用层前向纠错(AL-FEC)信令方法。

[0169] 1. 丢失模型

[0170] 关于用于AL-FEC的信道模型,两种类型的丢失模型可以假设如下。

[0171] 正常地,网络中的擦除不仅随机发生而且以突发方式发生,所以优选的是假设随机+突发的擦除信道模型

[0172] 可以将DVB AL-FEC蓝皮书中规定的REIN擦除信道与随机探险信道组合。重复电脉冲噪声(REIN)信道可能导致数字用户线(DSL)线中的8ms的固定时间突发擦除。

[0173] 1.1随机+REIN擦除信道模型

[0174] -重复电脉冲噪声(REIN):固定的时间突发擦除(8ms)

[0175] 图11示出根据本发明的示范性实施例的两态GEEC模型的示例。

[0176] 两态Gilbert-Elliot擦除信道模型包括好状态1100和坏状态1200,如图11中所示。在图11中,好状态1100表示低丢失状态而坏状态1200表示导致突发擦除的高丢失状态。

[0177] 1.2两态Gilbert-Elliot信道(GEEC)模型

[0178] -好状态:随机擦除信道(低丢失状态)

[0179] -坏状态:突发擦除信道(高丢失状态)

[0180] 2. 两态FEC编码结构上的仿真

[0181] 图12a和12b示出根据本发明的示范性实施例的一级和两级FEC编码结构。更具体地,图12a示出根据本发明的示范性实施例的一级FEC编码结构,而图12b示出两级FEC编码结构。

[0182] 一级FEC编码结构向每个子块添加与 $P=P_1+P_2$ 对应的FEC奇偶校验位。

[0183] 另一方面,两级FEC编码结构向每个子块添加P1FEC奇偶校验位,并且向包括所有M个子块的源块添加P2FEC奇偶校验位。

[0184] 图13至18示出根据本发明的示范性实施例的在随机+REIN信道上的两级FEC编码结构和一级FEC编码结构的仿真结果。

[0185] 在例如在相同流中发送AV流传输和文件传递的混合传递服务中,如图中所示一起发送它们的AV数据和文件数据。正常地,如果对于AV数据需要与P1对应的FEC奇偶校验,则文件数据要求比AV数据高的FEC性能。所以,当AV数据和文件数据同时进行流传输时,需要与 $P=P1+P2$ 对应的FEC奇偶校验来与文件数据要求的性能匹配。然而,虽然在随机擦除发生的信道环境中这是有效的,但是因为无效性,所以在突发擦除发生的信道环境中需要更有效的方法。正常地,用于纠正突发擦除的方法可以通过使用非常长的码或者通过交织将突发擦除切换为随机擦除来增加解码性能。然而,通过使用非常长的码或者通过交织来纠正突发擦除可能最终导致AV数据的增加。因此,需要当在突发擦除发生的环境中进行混合传递服务时有效的方法。

[0186] 图13至18示出在向用于一级FEC编码结构的每个子块添加与 $P=P1+P2$ 对应的FEC奇偶校验,并且在向用于两级FEC编码结构的每个子块添加P1个FEC奇偶校验位以及向包括M个子块的源块添加P2个FEC奇偶校验位之后在随机+REIN信道环境下执行的仿真的结果。

[0187] 以下是仿真参数的概要。

[0188] 2.1 仿真参数

[0189] -数据速率:8Mbps

[0190] -有效载荷尺寸:1000字节

[0191] -码:理想代码

[0192] -整体开销:20% ($P=P1+P2$)

[0193] -一级P:20%

[0194] -两级P1-P2:15%-5%

[0195] -子块长度(K):200,400

[0196] -子块数目(M):对于K=200为32而对于K=400为16

[0197] -块持续时间:对于子块长度200为200ms而对于子块长度400为400ms

[0198] -随机擦除:分组擦除速率(PER)=0~20%

[0199] -突发擦除:REIN(8ms),分组擦除速率(PER)=0.0001,0.001,0.01

[0200] 如在此使用的术语“子块长度”可以指代构成子块的有效载荷的数目。当有效载荷的尺寸被设置为1000个字节时,200的子块长度在要求8Mbps的数据速率的服务中具有约200ms的FEC块持续时间,并且400的子块长度具有400ms的FEC块持续时间。根据这些情形,可以计算当REIN(8ms)突发擦除出现一次时,从FEC块擦除了多少有效载荷。按这种方式执行仿真。

[0201] 图13至15示出根据本发明的示范性实施例的对于K=200的两级FEC编码结构的效果。

[0202] 图13示出当分配 $P1=15%$ ($P2=0$) 的突发时,在经历一级FEC编码结构的FEC解码之后的FEC-1块(子块200+P115%奇偶校验块)的误帧率(PER)。在随机擦除环境中,在没有突发擦除的情况下约4.4%的随机擦除时,显示约 10^{-7} 的PER性能。然而,因为在 10^{-4} 、 10^{-}

3)、 10^{-2} 的PER添加了突发长度=8个分组的突发擦除,它在约 $P1=15\%$ 处工作正常,但是由于突发擦除的出现而出现显著的性能下降。图14示出当添加了 $P2=5\%$ 时,即,当向一级FEC编码结构添加 $P=P1+P2$ (20%)时的PER性能。如图示,当添加除了 10^{-4} 的突发擦除之外的 10^{-3} 、 10^{-2} 的突发擦除时性能下降可能出现,显示在突发擦除发生的信道环境中使用一级FEC编码结构难以实现目标性能。正常地,将AV数据的PER性能设置为 10^{-7} 。在这种情况下,文件数据要求比这个低的PER性能。这是因为虽然AV数据允许一些分组丢失,但是文件数据一旦分组丢失就没用了。因此,当突发擦除发生时,在一级FEC编码结构中不能避免文件数据的丢失。

[0203] 图15示出对于两级FEC编码结构,当向每个子块添加 $P1=15\%$ 的开销并且向32个子块(即,源块)添加 $P2=5\%$ 的开销时FEC-1块的PER性能。如图示,在 10^{-4} 、 10^{-3} 和 10^{-2} 的突发擦除的情况下,在所有区域中显示优秀的性能。

[0204] 基于这些结果,优选的是通过向每个子块分配约 $P1=15\%$ 的突发来以与子块持续时间对应的延迟(在这个实验中为200ms)播放AV数据,并且向用户提供AV数据。在延迟相对来说不是大问题的文件数据的重放中,优选的是在FEC-1块解码失败时基于FEC-2块来执行解码。通过这样做,即使在突发擦除发生的环境中,也能不仅保证AV数据的重放而且保证文件数据的重放。正常地,突发擦除不可预知地且不经常发生,所以允许一定程度的分组丢失对于AV数据来说不是致命的。然而,即使突发擦除不经常发生,一旦发生也不能播放不允许分组丢失的文件数据,这对用户造成不便并且降低了系统效率。然而,根据本发明的示范性实施例,AV数据可以被设计为引起如子块一样的小延迟,因为它易受延迟的影响。例如,如果使用一级FEC编码结构对整个源块进行FEC编码,则相比于当使用两级FEC编码结构对其进行FEC编码时的PER性能可能更好。但是,当使用一级FEC编码结构对它进行FEC编码时,AV数据的延迟可能达到 $200\text{ms} \times 32 = 6.4$ 秒,导致过度的延迟,所以它不是优选的,尤其是对于直播流。

[0205] 图16至18示出根据本发明的示范性实施例的对于 $K=400$ 的两级FEC编码结构和一级FEC编码结构的性能。图16至18显示与对于 $K=200$ 的相同趋势。换言之,在突发擦除发生的环境中,图18中的两级FEC编码结构在FER性能方面优于图16和17中的一级FEC编码结构。

[0206] 图19示出根据本发明的示范性实施例的对其应用MMT系统的AL-FEC编码/解码流的概念。

[0207] 参照图19,MMT系统包括MMT D.1层1900、MMT E.1层1930和MMTD.2层/IETF应用协议层1920。

[0208] MMT D.1层1900包括有效载荷格式生成器1901、AL-FEC模块转换器1903和FEC编码器/解码器1905。

[0209] 在编码期间,MMT D.1层1900从MMT E.1层1930接收MMT分组(例如,为了在存储器中存储AV数据、文件、文本等或者考虑到其传输而产生的格式),并且利用有效载荷格式生成器1901将MMT分组划分成用于传输的源有效载荷,这生成了源块。AL-FEC模块转换器1903将源块转换成信息块,该信息块是包括具有相同长度的信息有效载荷的二维阵列。FEC编码器1095通过使用给定的FEC码对信息块进行FEC编码而从信息块生成奇偶校验块,并且将奇偶校验块发送到有效载荷格式生成器1901。有效载荷格式生成器1901通过向源块添加奇偶校验块并且向每个有效载荷添加有效载荷首标(PLH)用于分组化,来生成MMT有效载荷格

式,并且将MMT有效载荷格式发送到MMT D.2层/IETF应用协议层1920。在传输期间,通过诸如UDP的传输协议添加UDP首标,并且再添加IP首标。

[0210] 接下来,将对当使用诸如RS码和LDPC (或Raptor/RaptorQ) 码的FEC码时的两级FEC编码结构的示例进行描述。

[0211] 在通过两级FEC编码方案来恢复其传输期间的丢失的下面四种情况中保护包括预定数目的源有效载荷的源块。

[0212] -情况0:对应于没有编码结构

[0213] -情况1:对应于FEC-1编码结构(例如,一级FEC编码结构)

[0214] -情况2:对应于FEC-2编码结构(例如,一级FEC编码结构)

[0215] -情况3:对应于FEC-1和FEC-2编码结构(例如,两级FEC编码结构)

[0216] RS码和LDPC (或Raptor/RaptorQ) 用于FEC-1码和FEC-2码。

[0217] 对于情况0,跳过了FEC-1和FEC-2编码,并且对于一级FEC编码结构将M设置为1。对于情况1,跳过了FEC-1编码,并且对于情况2,跳过了FEC-2编码。

[0218] 对于两级FEC编码结构,源块包括M个子块,并且通过FEC-1码对每个子块编码,而通过FEC-2码对源块编码。

[0219] 下面的表1示出用于两级FEC编码结构的RS码和LDPC码的可能组合。根据本发明的示范性实施例,可用Raptor或RaptorQ代替LDPC。

[0220] **【表1】**

[0221]

FEC-1码	FEC-2码	允许与否
RS	RS	允许
RS	LDPC	允许
LDPC	LDPC	允许
LDPC	RS	不允许

[0222] 因此,对于可用于包括一级FEC编码结构的两级FEC编码方案的FEC编码结构,下面六种情况是可能的。根据本发明的示范性实施例,可用Raptor或RaptorQ代替LDPC。

[0223] -不编码

[0224] -RS编码(一级)

[0225] -LDPC编码(一级)

[0226] -RS-RS编码(两级)

[0227] -RS-LDPC编码(两级)

[0228] -LDPC-LDPC编码(两级)

[0229] 应当注意到,情况1用于包括相对小数目的源有效载荷的源块,而情况2用于包括相对大数目的源有效载荷的源块。如果用于源/子块的源有效载荷的数目和要通过FEC码添加的奇偶校验有效载荷的数目少于或等于255,则使用RS码。否则,使用LDPC码。类似的,如果用于源/子块的源有效载荷的数目被分类为200或以下、400、800、1600、3200和6400,并且与其对应,则对于200或以下,使用RS码对源有效载荷编码,而对于400或更多,使用LDPC码(或Raptor/RaptorQ)对它们编码。

[0230] 图20a和20b示出根据本发明的示范性实施例的一级和两级FEC编码结构。更具体

地,图20a示出一级FEC编码结构,而图20b示出两级FEC编码结构。

[0231] 参照图20a,一级FC编码结构向一个子块添加与P1对应的FEC奇偶校验。

[0232] 相反,参照图20b,两级FEC编码结构向每个子块添加P1FEC奇偶校验,并且向包括所有M个子块的源块添加P2FEC奇偶校验。

[0233] 图21示出根据本发明的示范性实施例的FEC传递块和FEC传递簇的配置。

[0234] 参照图21,图21中源块的源有效载荷可以在长度上都相同,或者可以如图21中所示彼此不同。在后一情况中,通过如图22中所示向每个源有效载荷添加填充数据生成具有相同长度的二维阵列(例如,信息块)。

[0235] 图22至24示出根据本发明的示范性实施例的将源块映射到信息块的过程的示例。

[0236] 更具体地,图22示出将源块映射到信息块的过程。

[0237] 如果根据信息块K是200或以下,则可以如图23中所示通过将源块映射到信息块来生成用于RS编码的信息符号,或者可以如图24中所示来生成用于LDPC编码的信息符号。

[0238] 图25示出根据本发明的示范性实施例的RS帧的结构。图26示出根据本发明的示范性实施例的低密度奇偶校验(LDPC)帧的结构。

[0239] 参照图25和26,通过分别对如图25和26中所示的信息符号执行RS和LDPC编码来生成奇偶校验符号。虽然在图26的情况中未示出缩短和穿孔,但是使用具有对于各种K和P的预定长度的LDPC码,通过如在图25的情况中那样执行缩短和穿孔可以生成奇偶校验符号。可选地,可以仅执行缩短或仅执行穿孔。

[0240] 图27示出根据本发明的示范性实施例的用于里德所罗门(RS)奇偶校验符号的奇偶校验块映射。图28示出根据本发明的示范性实施例的用于LDPC奇偶校验符号的奇偶校验块映射。

[0241] 参照图27和28,从生成的奇偶校验符号生成RS奇偶校验块和LDPC奇偶校验块,如图27和28中所示。

[0242] 以下表示RS码和LDPC码的规范。

[0243] 在有限域 $GF(2^8)$ 上的RS(N,K)码的原始多项式被定义为,

[0244] $p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

[0245] 在 $GF(2^8)$ 上的符号可以被表示为 $(\alpha^7, \alpha^6, \alpha^5, \alpha^4, \alpha^3, \alpha^2, \alpha, 1)$,其中 $\alpha = 00000010$ (二进制)。

[0246] 每个RS码字(rsc)是有限域 $GF(2^8)$ 上的具有200字节的信息和40字节的奇偶校验位的RS(240,40)码,当用矢量表示时其被表示为 $rsc = (e_0, e_1, \dots, e_{199}, p_{200}, \dots, p_{239})$ 。

[0247] 有限域 $GF(2)$ 上的LDPC(K+P,K)码具有包括K个信息位和P个奇偶校验位的QC-LDPC结构,其中 $K = L \times 400$ 并且 $P = L \times 80$, $L = 1, 2, 4, 8$ 或16。

[0248] 具体地,LDPC码的奇偶校验部分具有如图29中所示的近似三角矩阵的形式。

[0249] 图29示出根据本发明的示范性实施例的H矩阵的结构。图30示出根据本发明的示范实施例的FEC分组块和FEC分组群配置。

[0250] 参照图29, $K=400$ 和 $P=L \times 80$ ($L=1, 2, 4, 8$ 或16)。

[0251] 以下表示FEC分组块。

[0252] 参照图30,在如图30中所示的包括源/子块和奇偶校验块的FEC传递块/簇的每个有效载荷的头部分配FEC分组首标(有效载荷首标(PLH)),并且在包括FEC分组的FEC分组

块/簇中发送。

[0253] 接下来,将描述存储并携带FEC配置信息的FEC分组首标格式。

[0254] 具体地,它表示发送器向其应用了AL-FEC的编码结构的类型。

[0255] 换言之,FEC分组首标格式包括fec_structure (FEC结构) 字段,并且其定义如下。

[0256] fec_structure:它表示选择来生成FEC块(或奇偶校验块)的编码结构。

[0257] fec_structure的第一种情况如下。

[0258] b000:没有编码结构

[0259] b001:RS编码结构

[0260] b010:LDPC编码结构

[0261] b011:RS-RS两级编码结构

[0262] b100:RS-LDPC两级编码结构

[0263] b101:LDPC-LDPC两级编码结构

[0264] 其他:保留

[0265] fec_structure的第二种情况如下。

[0266] b000:没有编码结构

[0267] b001:RS编码结构

[0268] b010:LDPC编码结构

[0269] b101:RS-RS两级编码结构

[0270] b110:LDPC-LDPC两级编码结构

[0271] b111:RS-LDPC两级编码结构

[0272] 其他:保留

[0273] 在第二种情况中,b2=1指示应用两级编码结构,b1=1指示应用LDPC码,并且b0=1指示应用RS码。可以用Raptor或RaptorQ代替LDPC。

[0274] 用于fec_structure的信号可以存储在FEC分组首标中并且作为带内信号发送,或者可以存储在FEC控制分组中或在其传输期间存储在诸如RTCP的RTP控制分组的首标或有效载荷中,使得接收器有可能获得fec_structure信息。

[0275] 根据上述描述显然的是,通过发信号通知并向接收器发送包括指示第一和第二FEC的每个的应用与否的信息或者其他编码配置有关的信息的FEC配置有关的信息,发送器可以选择性地传递应用了FEC的内容。

[0276] 本发明的示范性实施例可以依赖于网络状态或内容的QoS,选择性地应用FEC。

[0277] 通过定期且重复地发送包括指示第一和第二FEC的每个的应用与否的信息的FEC配置有关的信息或者包括其他编码配置有关的信息的FEC控制信息,或者通过用所提出的带内信令方法发送FEC配置有关的信息,本发明的示范性实施例可以允许甚至新的接收器在服务已在进行中的情形下获得FEC配置有关的信息,所以甚至新的接收器也可以通过执行FEC解码来恢复丢失的数据,从而向用户提供质量服务。

[0278] 虽然已经参照示范性实施例示出和描述了本发明,但是本领域技术人员将理解,在不脱离由所附权利要求及其等同内容所限定的本发明的精神和范围的情况下可以在此进行形式和细节上的各种改变。

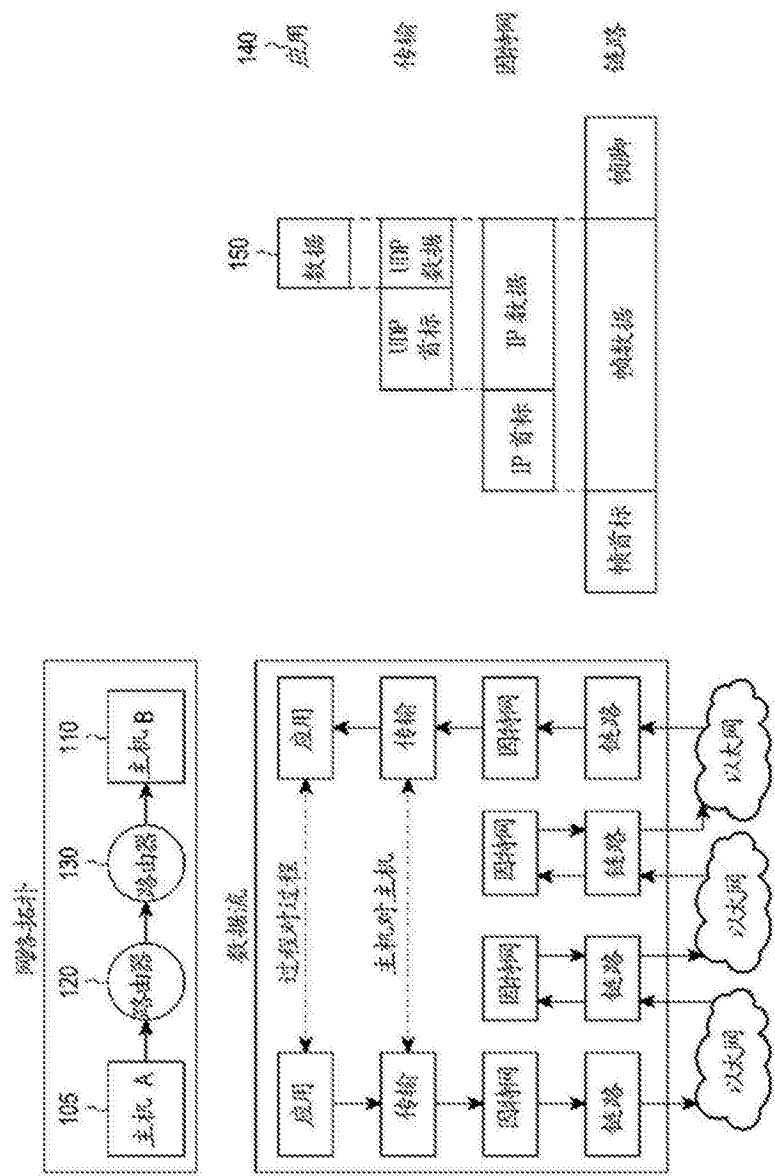


图1

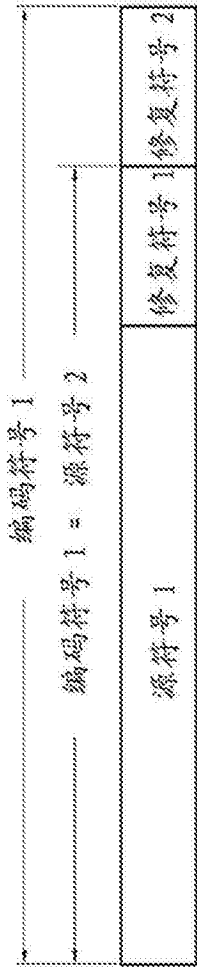


图2a

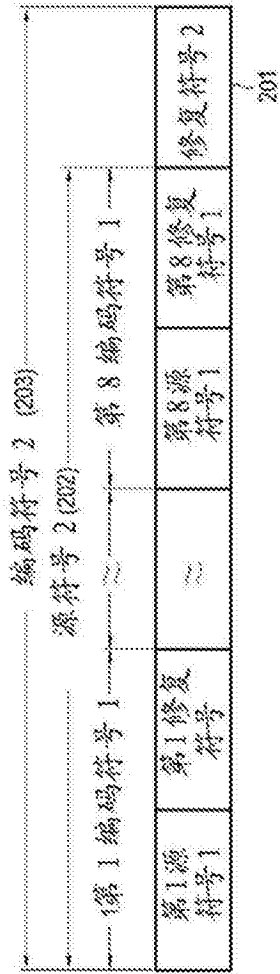


图2b

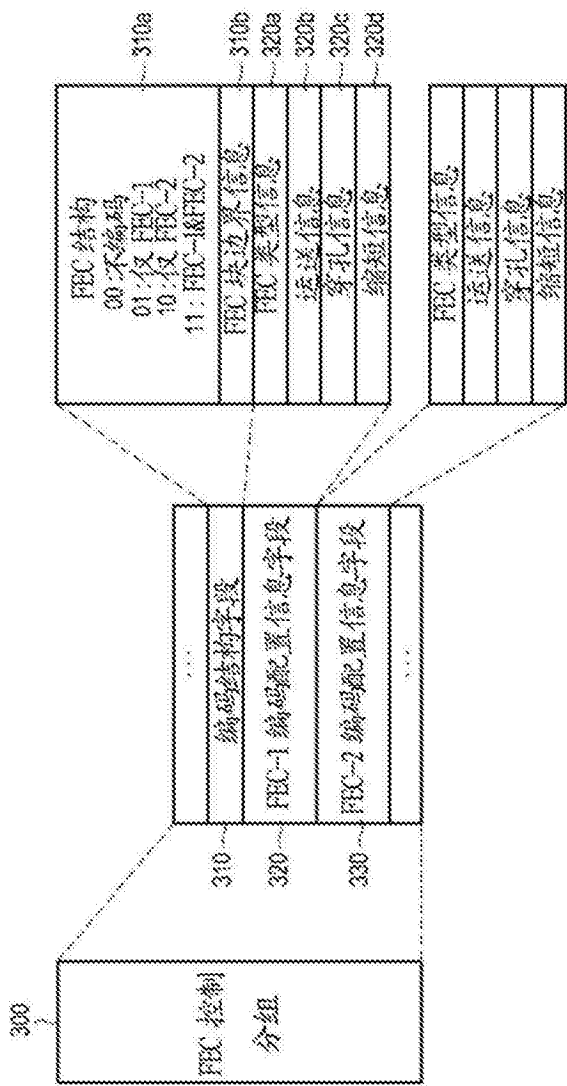


图3

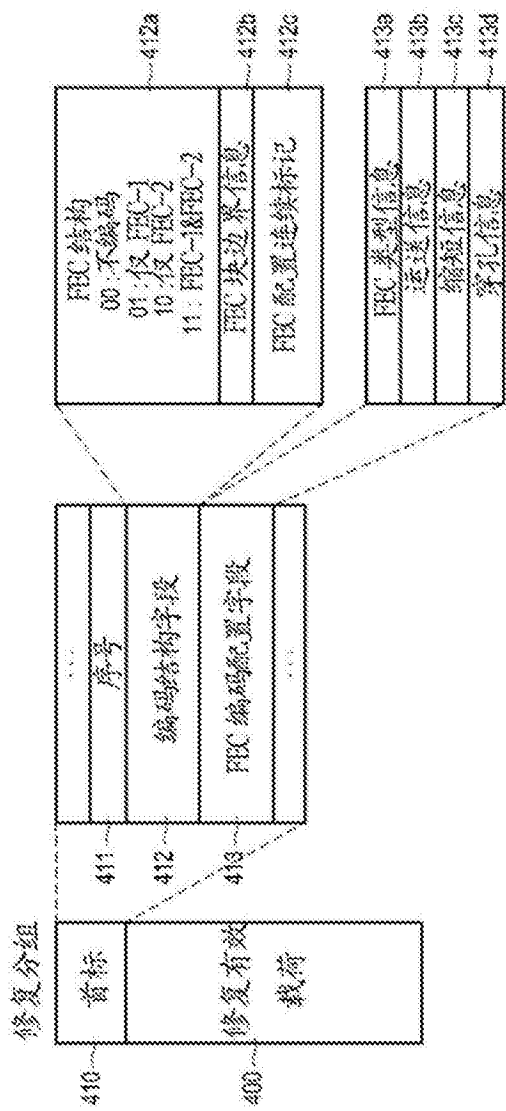


图4

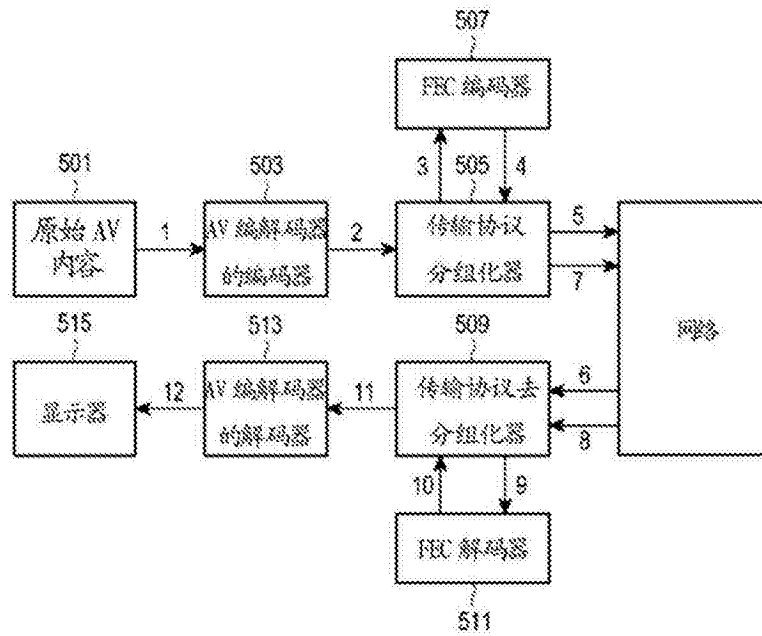


图5

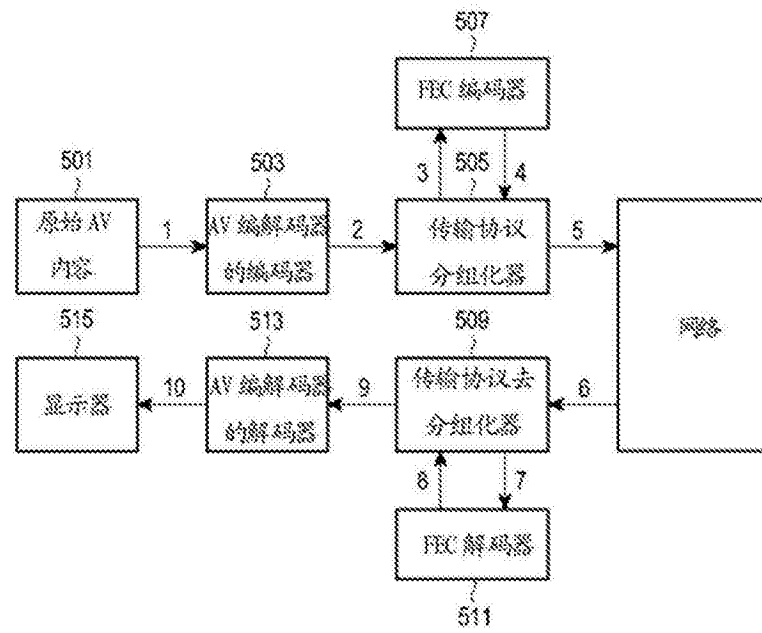


图6

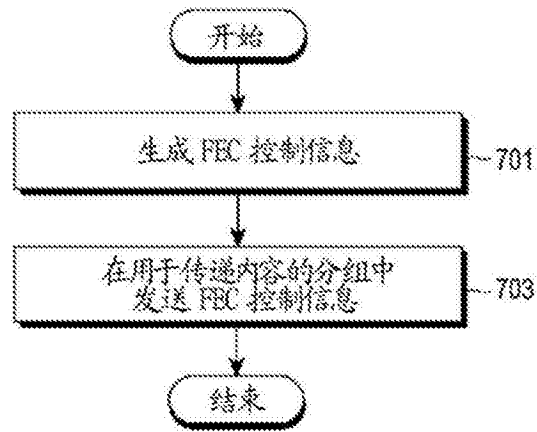


图7

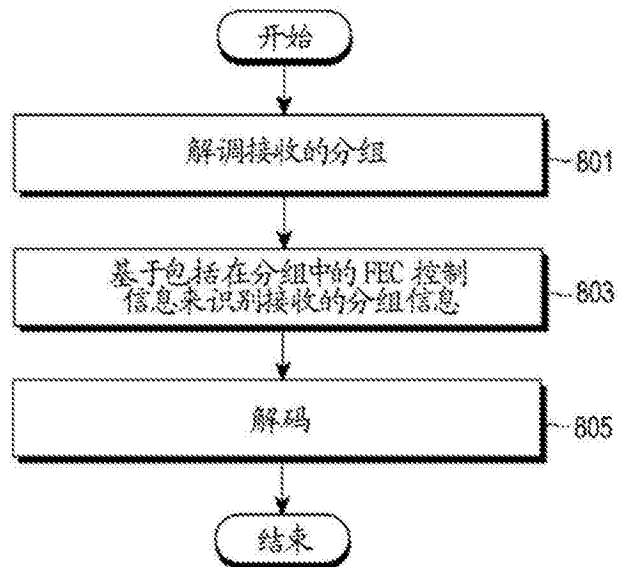


图8

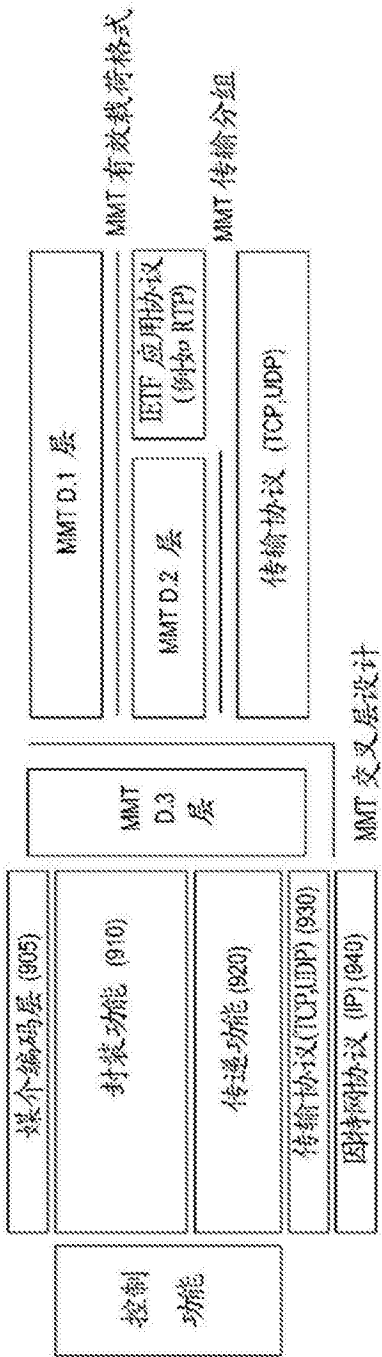


图9

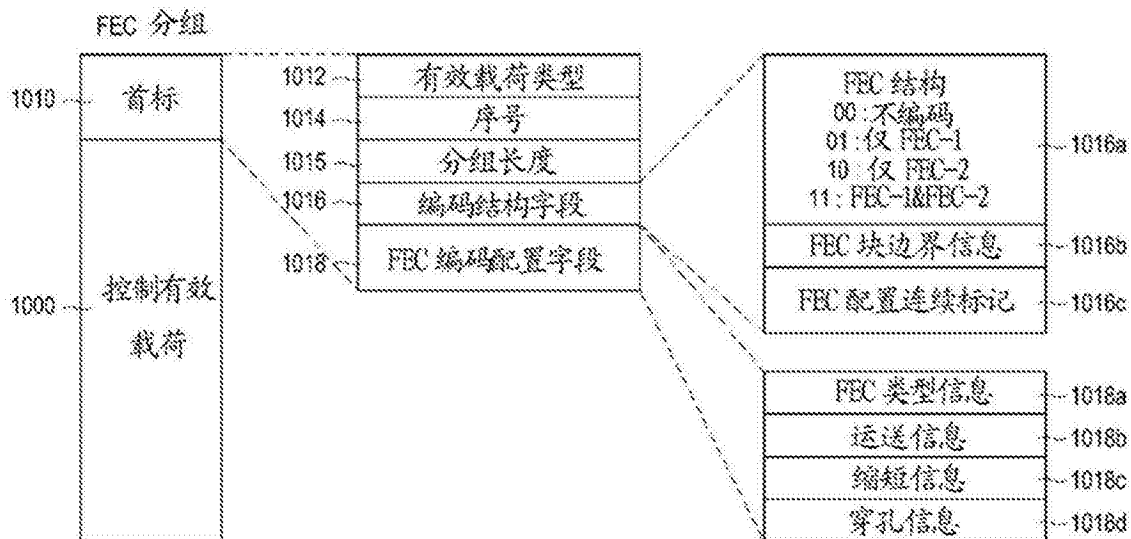


图10

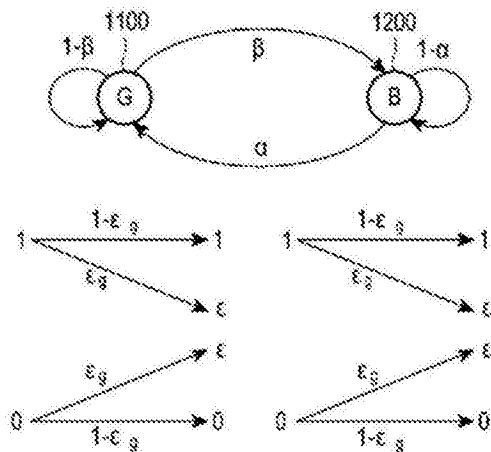


图11

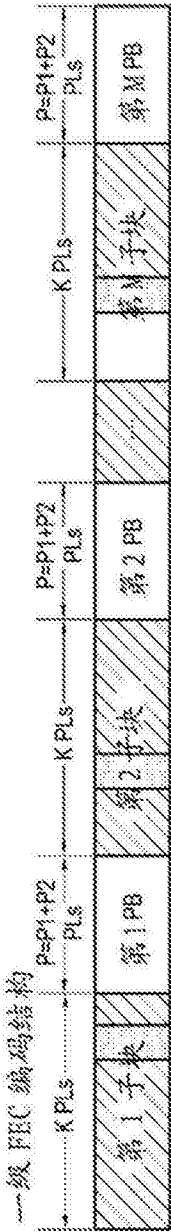


图12a

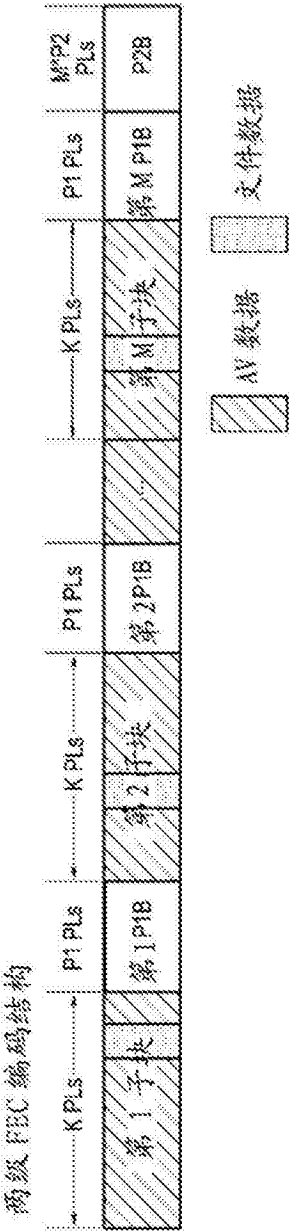


图12b

FEC1 块的 FER (K=200, 突发长度=8 个分组)

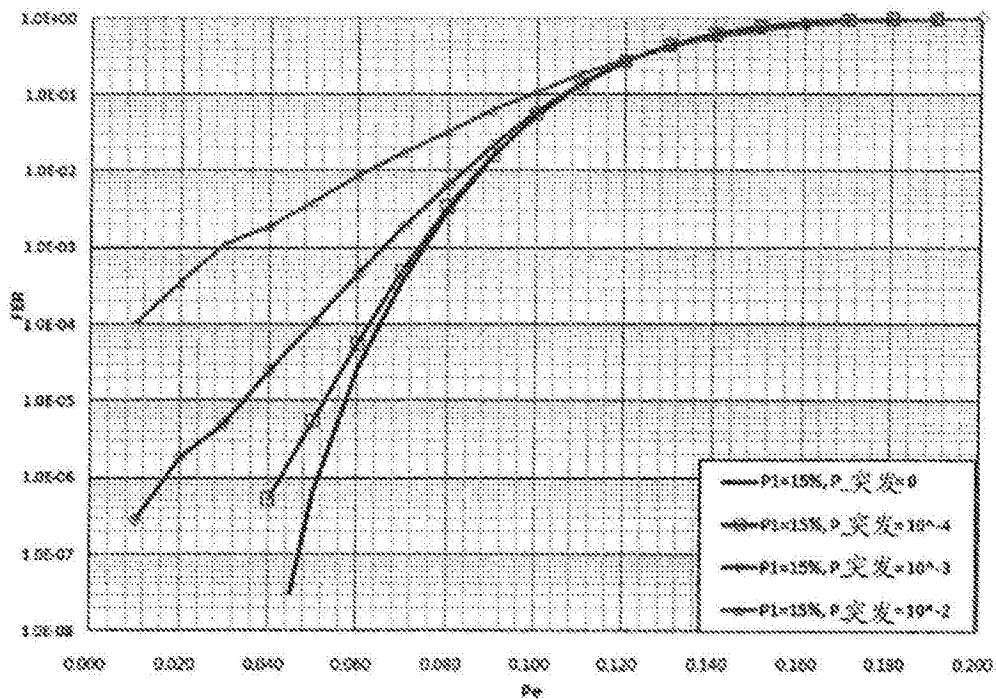


图13

FEC1 块的 FER (K=200, 突发长度=8 个分组)

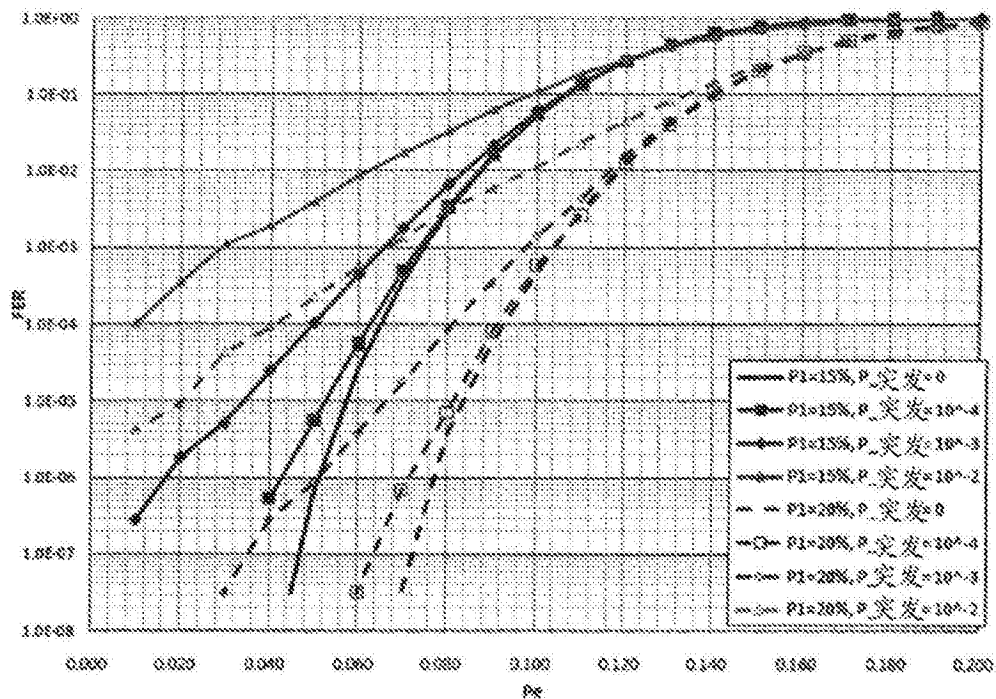


图14

使用两级方案的 FEC1 块的 FER ($K=200$,
突发长度 = 8 个分组, FEC2 块 = 32 FEC1 块)

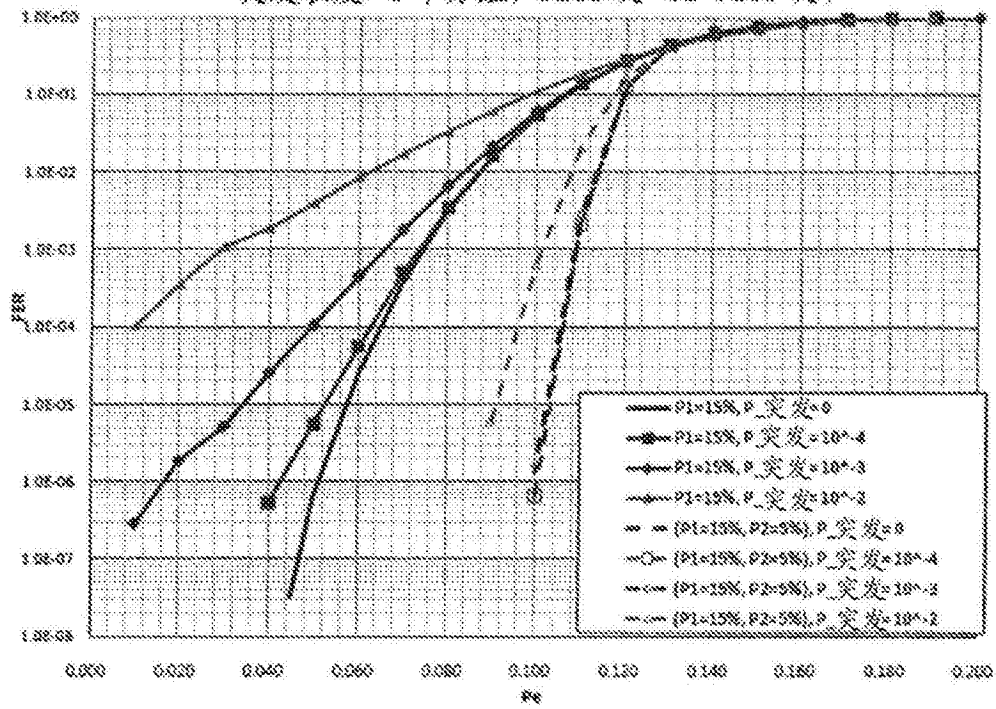


图15

FEC1 块的 FER ($K=400$, 突发长度 = 8 个分组)

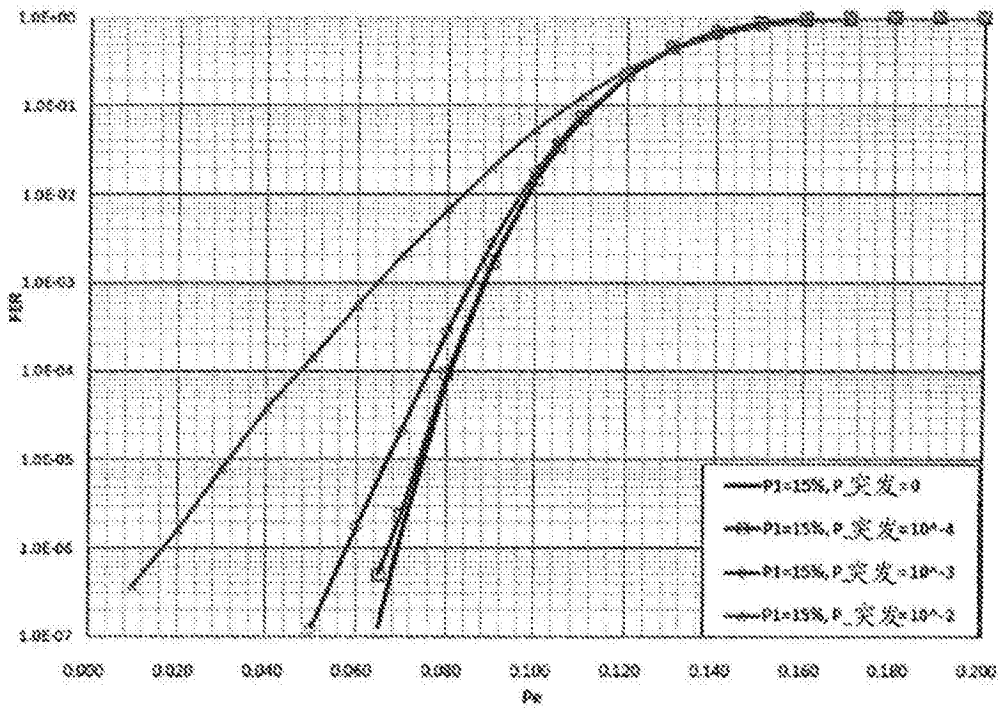


图16

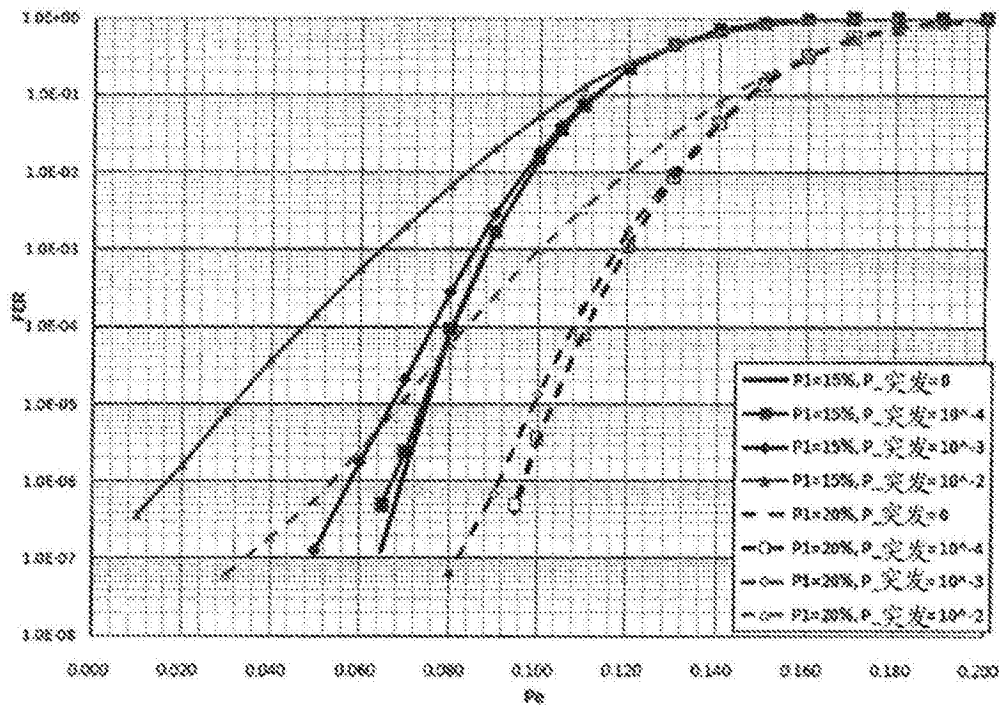
FEC1 块的 FER ($K=200$, 突发长度=8 个分组)

图17

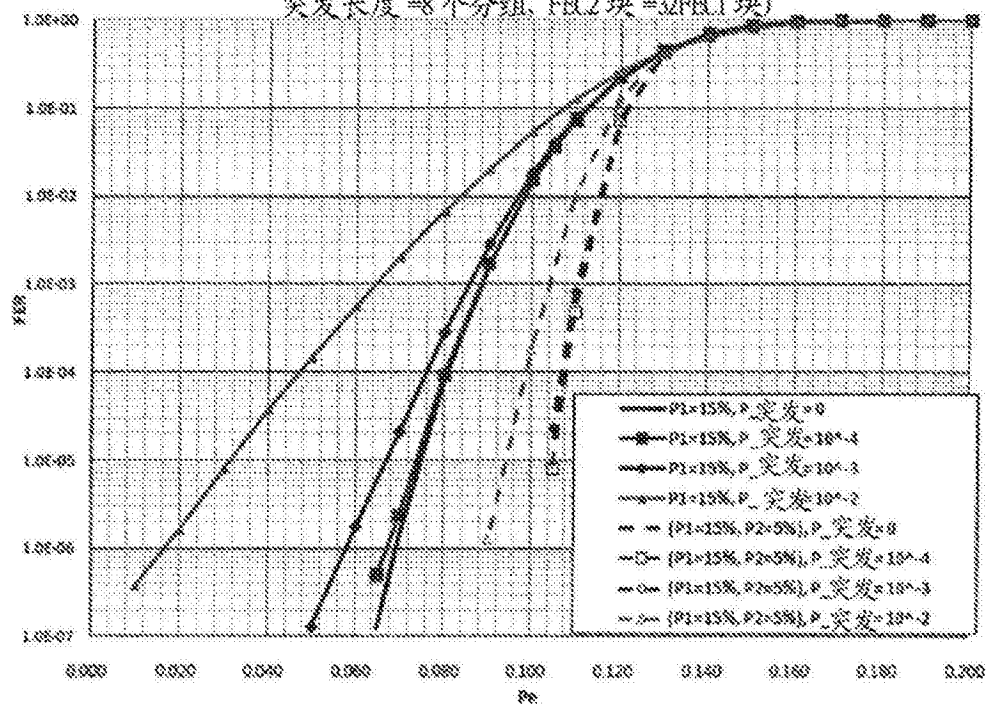
使用两级方案的 FEC1 块的 FER ($K=400$,
突发长度=8 个分组, FEC2 块=32FEC1 块)

图18

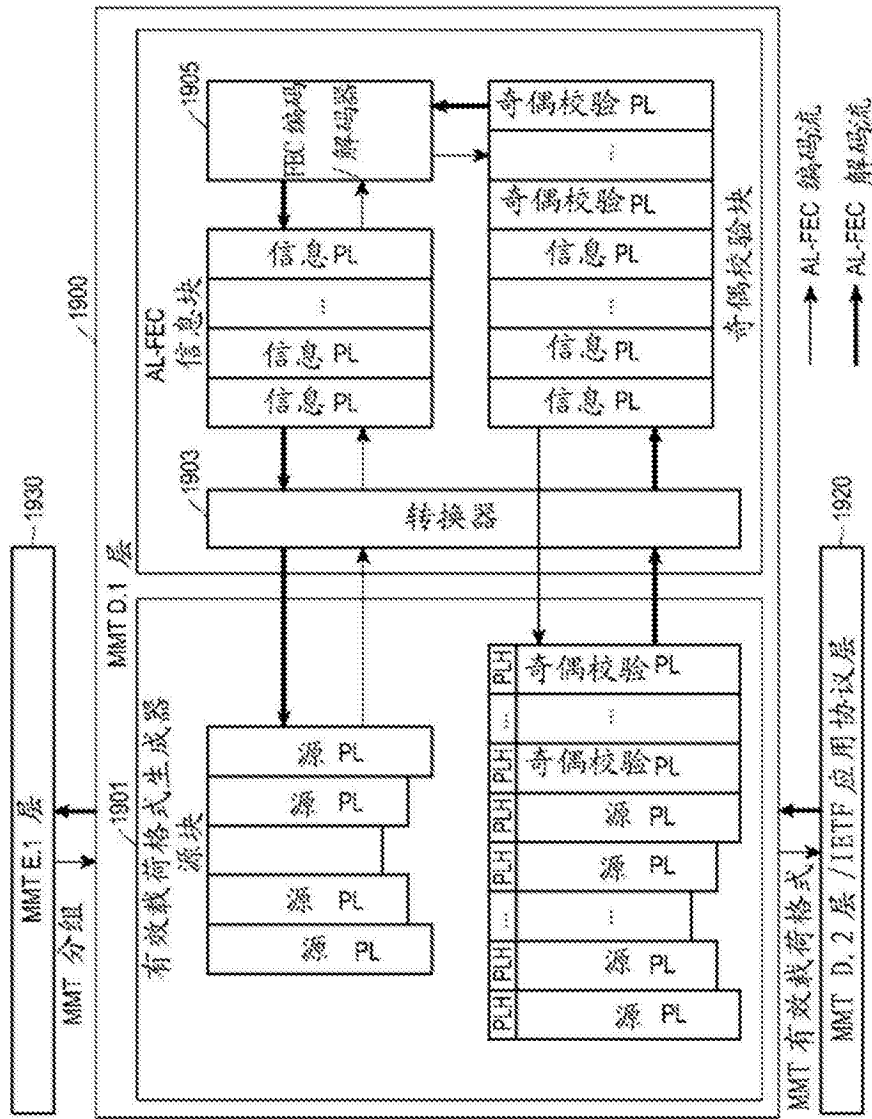


图19

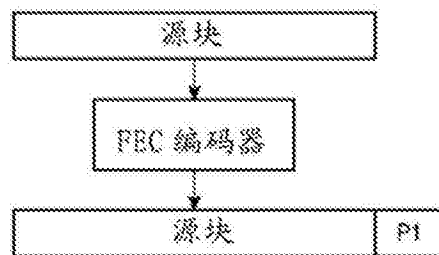


图20a

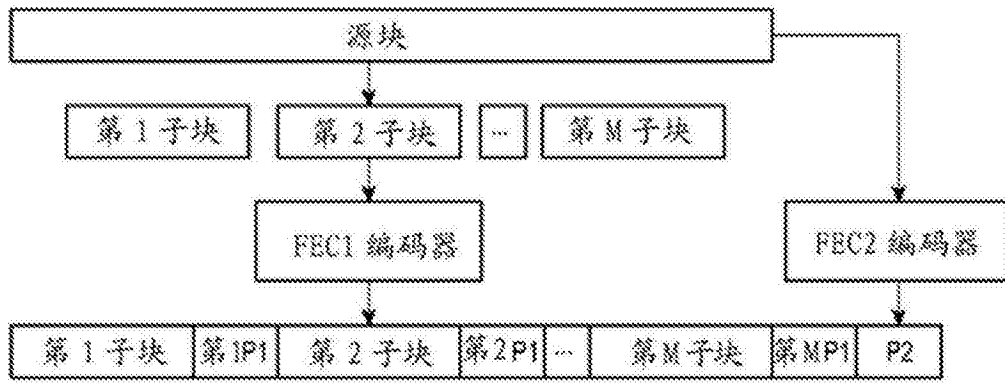


图20b

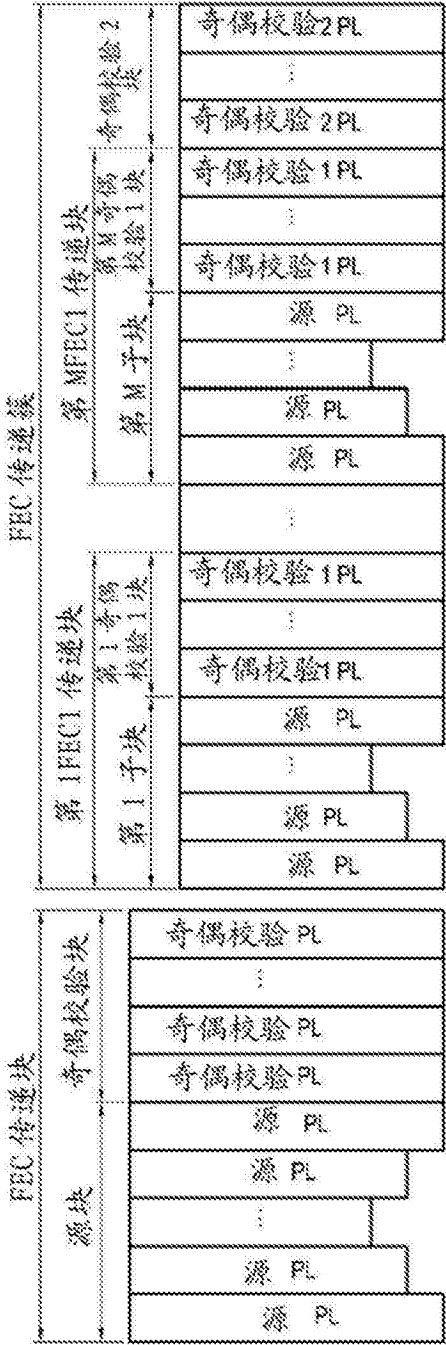


图21

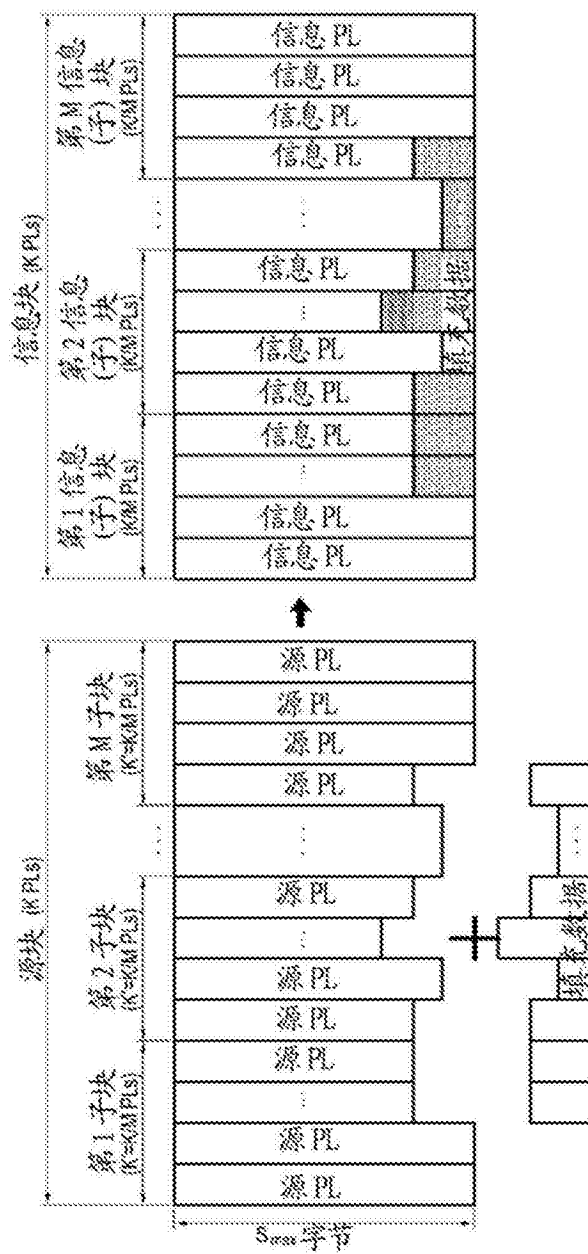


图 22

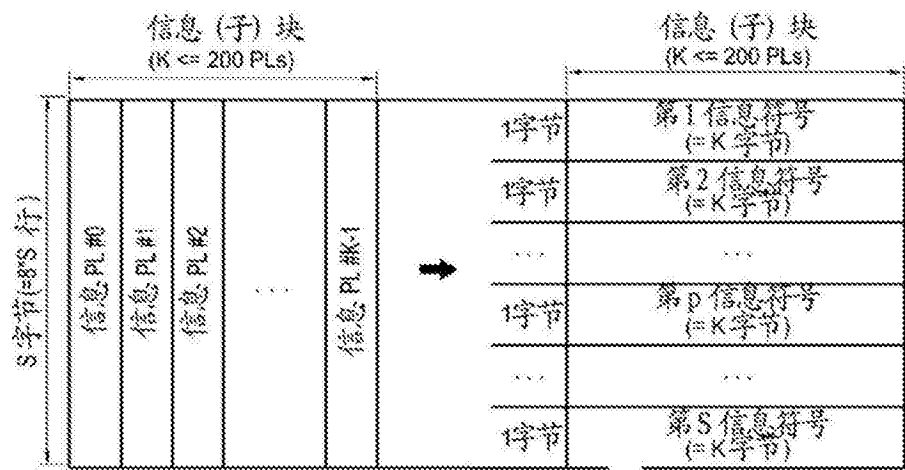


图 23

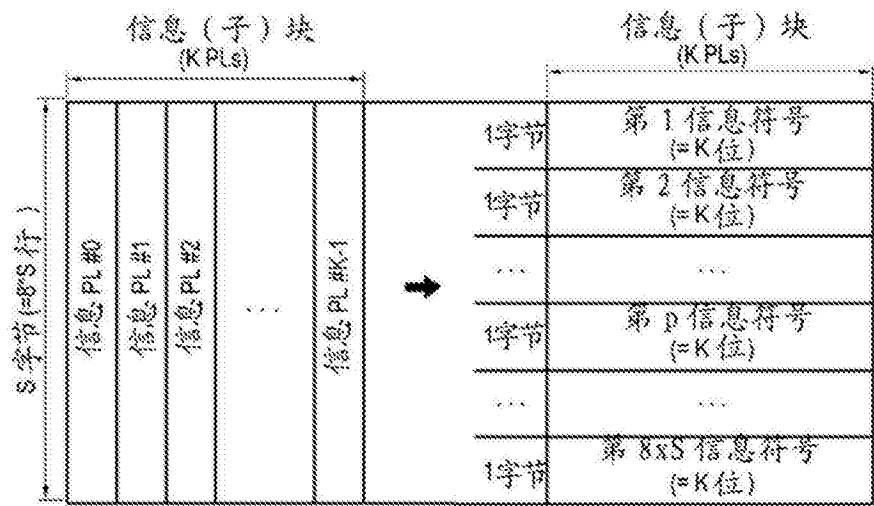


图 24

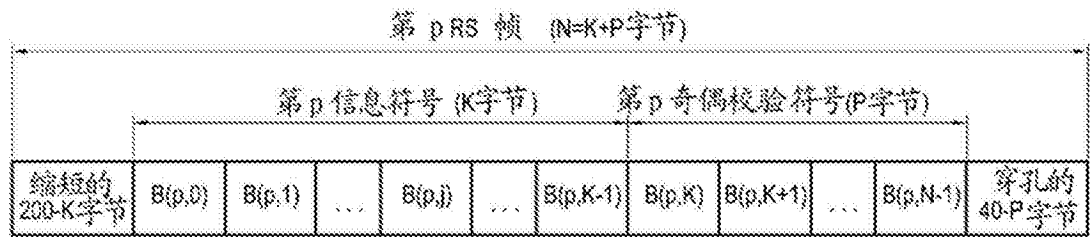


图 25

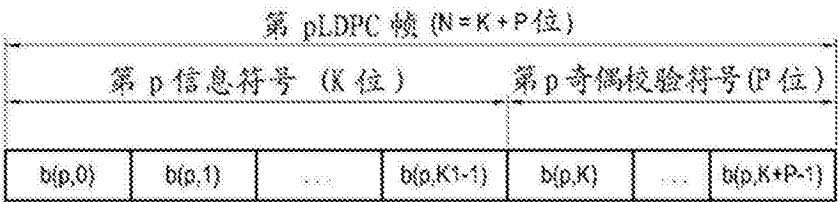


图26

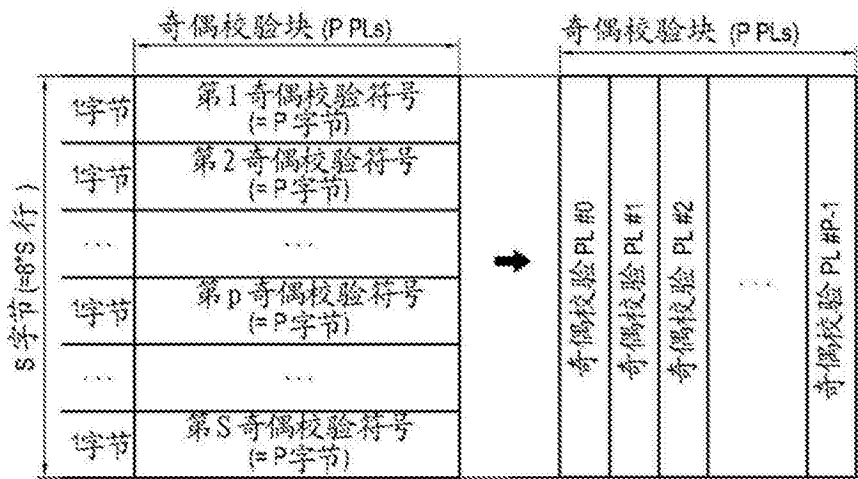


图27

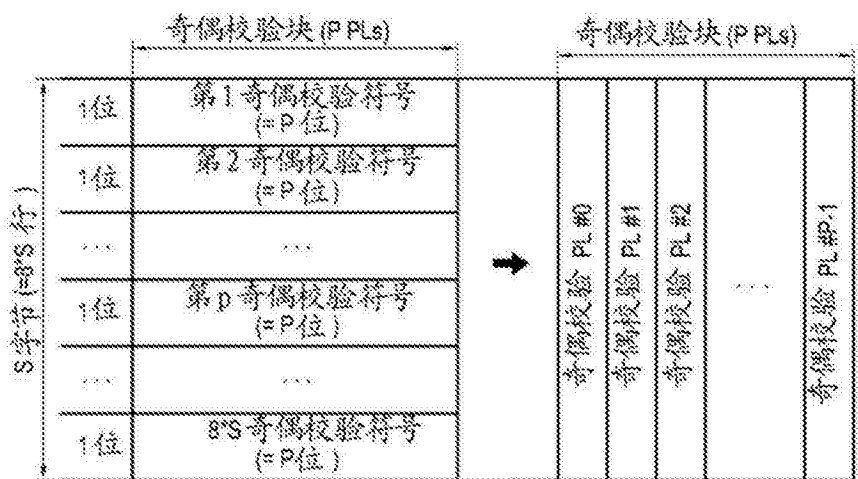


图28

$$H = [H_i \quad H_p]$$

$$= H_i \begin{bmatrix} P & I & O & \cdots & O & O \\ O & I & I & \cdots & O & O \\ \vdots & O & I & \cdots & O & O \\ I & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & I & O \\ O & O & O & \cdots & I & I \\ P & O & O & \cdots & O & I \end{bmatrix}, \quad P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

图29

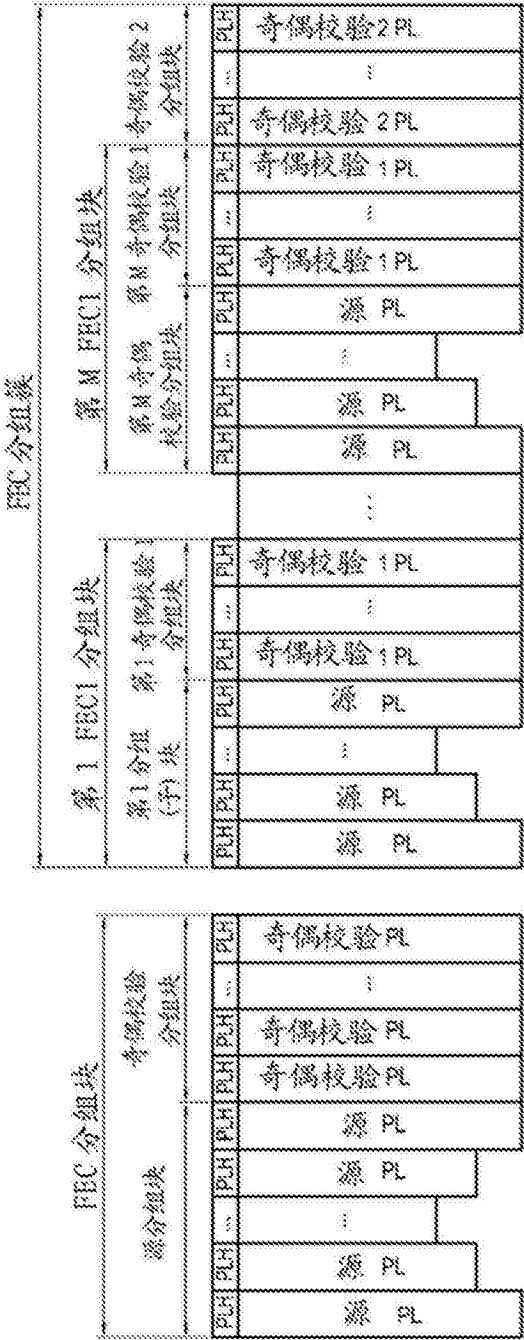


图30