



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102740355 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201110396120. 4

(22) 申请日 2011. 12. 02

(30) 优先权数据

10-2011-0030618 2011. 04. 04 KR

(71) 申请人 三星电机株式会社

地址 韩国京畿道

申请人 高丽大学校产学协力团

(72) 发明人 朴俊燮 朴哲均 白尚宪 高在德

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

H04W 28/04 (2009. 01)

H04L 1/16 (2006. 01)

H04L 1/00 (2006. 01)

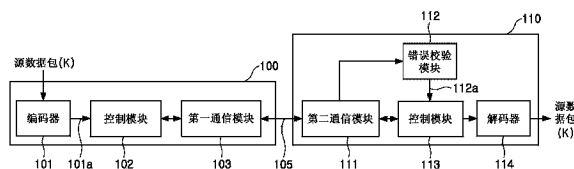
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

减少数据帧的重发的方法及其接收节点

(57) 摘要

提供了一种减少数据帧的重发的方法及其接收节点。该方法包括：连续接收通过纠错编码法编码 K 个源数据包而生成的 N 个数据帧，校验所收到的 N 个数据帧中的错误，以及根据所收到的 N 个数据帧中的错误校验结果，当不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于源数据包的数量 (K) 时，发送一个 ACK 消息告知源数据包能够被恢复，并且当不含错误的数据帧的数量 (R) 小于源数据包的数量 (K) 时，发送一个包括被请求重发的数据帧的数量 (X) 的 ACK 消息，由此即便在数据帧中的一些出现错误的情况下，不必请求重发数据帧也可恢复数据。



1. 一种减少数据帧的重发的方法,所述方法包括:

连续接收通过纠删编码法编码 K 个源数据包而获得的 N 个数据帧;

校验收到的 N 个数据帧中的错误;以及

根据校验结果,当不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于所述源数据包的数量 (K) 时,发送一个 ACK 消息告知所述源数据包能够被恢复,而当所述不含错误的数据帧的数量 (R) 小于所述源数据包的数量 (K) 时,发送一个包括被请求重发的数据帧的数量 (X) 的 ACK 消息。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述被请求重发的数据帧的数量 (X) 满足 $K-R < X < N-R$, 其中, N 表示经过编码的数据帧的数量, R 表示所述不含错误的数据帧的数量, 并且 K 表示所述源数据包的数量。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述被请求重发的数据帧的数量 (X) 通过推导满足下面的方程的最小值而获得的 α 值来确定:

$$F(\alpha) = \sum_{k=0}^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} k \cdot \binom{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor}{k} (1-p)^k p^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor - k} + (1-p)^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} \geq K-R$$

其中, N 表示所述经过编码的数据帧的数量, R 表示所述不含错误的数据帧的数量, K 表示所述源数据包的数量, 并且 p 表示数据帧的接收失败率。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中, ACK 消息的发送进一步包括:

当所述不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于所述源数据包的数量 (K) 时,仅从所述不含错误的数据帧来恢复所述源数据包。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中, ACK 消息的发送进一步包括:

从基于发送的 ACK 消息而收到的数据帧和所述不含错误的数据帧来恢复所述源数据包。

6. 一种用于减少数据帧的重发的接收节点,所述接收节点包括:

通信模块,连续接收通过纠删编码法编码 K 个源数据包而获得的 N 个数据帧;

错误校验模块,校验收到的 N 个数据帧中的错误;以及

控制模块,根据校验结果,当不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于所述源数据包的数量 (K) 时,发送一个 ACK 消息告知所述源数据包能够被恢复,而当所述不含错误的数据帧的数量 (R) 小于所述源数据包的数量 (K) 时,发送一个包括被请求重发的数据帧的数量 (X) 的 ACK 消息。

7. 根据权利要求 6 所述的接收节点,其中,所述被请求重发的数据帧的数量 (X) 满足 $K-R < X < N-R$, 其中, N 表示经过编码的数据帧的数量, R 表示所述不含错误的数据帧的数量, 并且 K 表示所述源数据包的数量。

8. 根据权利要求 7 所述的接收节点,其中,所述被请求重发的数据帧的数量 (X) 通过推导满足下面的方程的最小值而获得的 α 值来确定:

$$F(\alpha) = \sum_{k=0}^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} k \cdot \binom{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor}{k} (1-p)^k p^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor - k} + (1-p)^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} \geq K-R$$

其中, N 表示所述经过编码的数据帧的数量, R 表示所述不含错误的数据帧的数量, K 表

示所述源数据包的数量,并且 p 表示数据帧的接收失败率。

9. 根据权利要求 6 所述的接收节点,进一步包括解码器,所述解码器在所述不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于所述源数据包的数量 (K) 时,仅从所述不含错误的数据帧来恢复所述源数据包。

10. 根据权利要求 6 所述的接收节点,进一步包括解码器,所述解码器从收到的数据帧和所述不含错误的数据帧来恢复所述源数据包。

减少数据帧的重发的方法及其接收节点

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请主张享有于 2011 年 4 月 4 日在韩国知识产权局提交的韩国专利申请第 10-2011-0030618 号的优先权,其公开通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及数据通信,更具体地,涉及一种减少数据帧的重发的方法及其接收节点。

背景技术

[0004] IEEE 802.15.3 无线个人局域网 (WPAN) 是一种在 10 米左右的无线网络环境中用于实时传输诸如多媒体之类的高质量大规模数据的技术标准。为了克服支持非常有限的数据传输的 IEEE 802.15.1 标准的不足,并且为了支持能够发送多媒体数据的设备之间以点对点 (Ad-hoc) 形式进行连接,IEEE 802.15.3 标准应运而生。

[0005] 作为 IEEE 802.15.3 媒体存取控制 (MAC) 中使用的应答帧 (ACK) 模式,共有三种 ACK 模式,包括:不使用 ACK 的无 ACK 模式,一个数据帧中使用一个 ACK 的立即 ACK (Imm-ACK) 模式,以及几个数据帧中共用一个 ACK 的延迟 ACK (Dly-ACK) 模式。

[0006] 其中,Dly-ACK 模式是接收节点在连续收到几个数据帧后发出一个 ACK 帧的一种模式。因此,与针对每个所收到的数据帧都要发送 ACK 帧的 Imm-ACK 模式相比,Dly-ACK 模式可减少由 ACK 帧带来的系统开销。

[0007] 然而,当连续接收到的数据帧中的一些出现错误(即,发送失败)时,接收节点需请求发送节点重发含有错误的数据帧,则网络的整体性能可能由于从发送节点重发的数据帧而导致劣化。

发明内容

[0008] 本发明的一个方面提供了一种减少数据帧的重发的方法及其接收节点,其中,当通过 Dly-ACK 模式发送或接收数据帧时即便在由发送节点发送的数据帧中的一些出现错误的情况下,不必请求重发数据帧也可恢复出源数据。

[0009] 本发明的另一个方面提供了一种减少数据帧的重发的方法及其接收节点,其中,源数据可在短时间内被恢复且可减少不必要的带宽浪费。

[0010] 根据本发明的一个方面,提供了一种减少数据帧的重发的方法,该方法包括:连续接收通过纠删编码 (erasure coding) 法编码 K 个源数据包而生成的 N 个数据帧;校验所收到的 N 个数据帧中的错误;以及,根据校验结果,当不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于源数据包的数量 (K) 时,发送一个 ACK 消息告知该源数据包能够被恢复,而当不含错误的数据帧的数量 (R) 小于源数据包的数量 (K) 时,则发送一个包括被请求重发的数据帧的数量 (X) 的 ACK 消息。

[0011] 被请求重发的数据帧的数量 (X) 可满足 $K-R < X < N-R$,其中 N 表示经过编码的数

据帧的数量, R 表示不含错误的数据帧的数量, 而 K 表示源数据包的数量。

[0012] 被请求重发的数据帧的数量 (X) 可通过推导满足如下方程的最小值而获得的 α 值来确定:

[0013]

$$F(\alpha) = \sum_{k=0}^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} k \cdot \binom{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor}{k} (1-p)^k p^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor - k} + (1-p)^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} (N-R)\alpha - \lfloor (N-R)\alpha \rfloor \geq K-R$$

[0014] 其中 N 表示经过编码的数据帧的数量, R 表示不含错误的数据帧的数量, K 表示源数据包的数量, 并且 p 表示数据帧的接收失败率, 其中, 该接收失败率 (p) 可根据通过其发送数据帧的信道的状态来确定。

[0015] ACK 消息的发送可进一步包括: 当不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于源数据包的数量 (K) 时, 仅从不含错误的数据帧来恢复源数据包。

[0016] 该 ACK 消息的发送还可进一步包括: 从基于所发送的 ACK 消息而接收到的数据帧以及不含错误的数据帧来恢复源数据包。

[0017] 根据本发明的另一个方面, 提供了一种用于减少数据帧的重发的接收节点, 该接收节点包括: 通信模块, 连续接收通过纠错编码法编码 K 个源数据包而生成的 N 个数据帧; 错误校验模块, 校验所收到的 N 个数据帧中的错误; 以及控制模块, 根据校验结果, 当不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于源数据包的数量 (K) 时, 发送一个 ACK 消息告知该源数据包能够被恢复, 而当不含错误的数据帧的数量 (R) 小于源数据包的数量 (K) 时, 发送一个包括被请求重发的数据帧的数量 (X) 的 ACK 消息。

[0018] 被请求重发的数据帧的数量 (X) 可满足 $K-R < X < N-R$, 其中 N 表示经过编码的数据帧的数量, R 表示不含错误的数据帧的数量, 并且 K 表示源数据包的数量。

[0019] 被请求重发的数据帧的数量 (X) 可通过推导满足如下方程的最小值而获得的 α 值来确定:

[0020]

$$F(\alpha) = \sum_{k=0}^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} k \cdot \binom{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor}{k} (1-p)^k p^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor - k} + (1-p)^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} (N-R)\alpha - \lfloor (N-R)\alpha \rfloor \geq K-R$$

[0021] 其中, N 表示经过编码的数据帧的数量, R 表示不含错误的数据帧的数量, K 表示源数据包的数量, 并且 p 表示数据帧的接收失败率。

[0022] 接收节点可进一步包括解码器, 该解码器在不含错误的数据帧的数量 (R) 等于或大于源数据包的数量 (K) 时, 仅从不含错误的数据帧来恢复源数据包。

[0023] 该接收节点可进一步包括解码器, 该解码器从所收到的数据帧和不含错误的数据帧来恢复源数据包。

附图说明

[0024] 结合附图从下文的详细描述中将会对本发明的上述和其他方面、特征以及其他优势有更加清晰的理解, 其中:

[0025] 图 1 是示出根据本发明实施方式的包括接收节点的整个系统的结构的视图;

[0026] 图 2 是描述根据本发明实施方式的减少数据帧的重发的方法的流程图;

[0027] 图 3 是描述根据本发明实施方式的纠删编码的概念性示图。

具体实施方式

[0028] 将参照附图对本发明的各种实施方式进行详细描述。然而,本发明的实施方式可被进行多种不同形式的修改,并且本发明的范围不应局限于此处所列出的实施方式。提供本发明的这些实施方式以更完整地向本领域技术人员描述本发明。因此,需要注意的是,为了提供更清晰的描述,附图中所示组件的形状和尺寸可能被进行了放大。

[0029] 图 1 是示出根据本发明实施方式的包括接收节点的用于减少数据帧的重发的整个系统的结构的视图。参照图 1,整个系统可包括发送节点 100 和接收节点 110。发送节点 100 可包括编码器 101、控制模块 102 以及第一通信模块 103。接收节点 110 可包括第二通信模块 111、错误校验模块 112、控制模块 113 以及解码器 114。图 3 是描述根据本发明实施方式的纠删编码的概念性示图。

[0030] 参照图 1,发送节点 100 的编码器 101 可通过纠删编码法对 K 个源数据包进行编码从而生成 N 个数据帧 (其中 $K \leq N$)。所生成的 N 个数据帧可被传送至控制模块 102。这里的“纠删编码法”是指为 K 个源数据包增加附加位从而生成 N 个新数据帧的一种方法。所生成的 N 个数据帧可被称作一个“传输组”。下文中,将参照图 3 对该“纠删编码法”进行描述。

[0031] 参照图 1 和图 3,当发送节点 100 要发送的源数据包的数量为 K 时,这些源数据包经过发送节点 100 的编码器 101 并随后可生成 N 个数据帧 101A。所生成的 N 个数据帧 101A 可通过第一通信模块 103 被发送至接收节点 110。此时,根据信道 105 的状态, N 个数据帧 101A 中的一些可能在传输过程中被丢失,且接收节点 110 可能实际上只成功收到这 N 个数据帧 101A 中的 R 个数据帧 112A。与常规编码方法不同,采用根据本发明实施方式的纠删编码法,接收节点 110 的解码器 114 可仅从实际收到的 R 个数据帧 112A 完全恢复出这 K 个源数据包。如上所述,在本发明的实施方式中,使用纠删编码法,由此即便在从发送节点 100 发送的数据帧中的一些出现错误的情况下,不必请求重发数据帧也可恢复出源数据。

[0032] 再来参照图 1,发送节点 100 的控制模块 102 可将从编码器 101 传送的 N 个数据帧 101A 传送至第一通信模块 103。同时,根据本发明的实施方式,为执行 D1y-AC 模式,控制模块 102 可通过第一通信模块 103 发送一个“D1y-ACK 帧”至接收节点 110。“D1y-ACK 帧”是指请求接收节点 110 的缓冲器信息 (例如,缓冲器大小),并同时告知接收节点 110 数据将通过 D1y-ACK 模式发送的一种帧。

[0033] 同时,当接收到响应于“D1y-ACK 帧”的来自接收节点 110 的 ACK 帧时,发送节点 100 的控制模块 102 可基于包含在 ACK 帧中的接收节点 110 的缓冲器信息,来确定一次发送源数据的脉冲 (burst) 的大小,而且编码器 101 可基于所确定的该脉冲的大小,从 K 个源数据包中生成预定数量 (这里是 N) 的数据帧。随后,这 N 个数据帧可被连续发送至接收节点 110。同时,这 N 个数据帧中的最后一个数据帧可包括告知下个脉冲发送请求的信息和告知当前脉冲结束的信息。

[0034] 最终,发送节点 100 的第一通信模块 103 在控制模块 102 的控制下通过信道 105 将 N 个数据帧 101A 发送至接收节点 110。

[0035] 同时,在控制模块 113 的控制下,接收节点 110 的第二通信模块 111 可连续接收从

发送节点 100 发送的 N 个数据帧,并将收到的 N 个数据帧传送至错误校验模块 112。

[0036] 在控制模块 113 的控制下,接收节点 110 的错误校验模块 112 可校验 N 个数据帧中的错误,并同时将从第二通信模块 111 传送的 N 个数据帧存储到错误校验模块 112 内的缓冲器(未示出)中。校验结果可被传送至控制模块 113。作为校验数据帧中的错误的一种方法,例如,可采用奇偶码校验法,校验和校验法,循环冗余校验(CRC)法等。在这些方法中,不同于奇偶码校验法或校验和校验法,循环冗余校验(CRC)法即使在面临一次有数个位发生错误的情况下,也可以检测错误,而且占用的系统开销比奇偶码校验法以及校验和校验法都小。根据本发明的实施方式,尽管数据帧中的错误可采用循环冗余校验(CRC)法来进行校验,但本发明不必局限于此。数据帧中的错误也可通过采用奇偶码校验法或校验和校验法来进行校验。

[0037] 当不含错误的数据帧的数量(R)等于或大于源数据包的数量(K)时,接收节点 110 的控制模块 113 可通过第二通信模块 111 发送一个 ACK 消息至发送节点 100 告知源数据包可恢复,而当不含错误的数据帧的数量(R)小于源数据包的数量(K)时,接收节点 110 的控制模块 113 可通过第二通信模块 111 发送一个包括被请求重发的数据帧的数量(X)的 ACK 消息至发送节点 100。另外,控制模块 113 可将从错误校验模块 112 传送的数据帧传送至上层的解码器 114。

[0038] 同时,被请求重发的数据帧的数量(X)可满足下面的方程 1。

[0039] [方程 1]

[0040] $K-R < X < N-R$

[0041] 其中,N 可表示经过编码的数据帧的数量,R 可表示不含错误的数据帧的数量,并且 K 可表示源数据包的数量。

[0042] 可选地,被请求重发的数据帧的数量(X)可被确定为满足下面的方程 2 的最小值。

[0043] [方程 2]

[0044] $F(\alpha) \geq K-R$

[0045] 也就是说,被请求重发的数据帧的数量(X)可通过推导满足方程 2 的最小值而获得的 α 值来确定,N-R 个发送失败的数据帧中的每一个被重发的概率为 α 。也即,平均有 $(N-R)\alpha$ 个数据帧被重发。

[0046] 其中, $F(\alpha)$ 表示当数据帧被重发的概率为 α 时预期被成功接收的数据帧的数量,并可通过下面的方程 3 来计算。

[0047] [方程 3]

[0048]

$$F(\alpha) = \sum_{k=0}^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} k \cdot \binom{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor}{k} (1-p)^k p^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor - k} + (1-p)^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} (N-R)\alpha - \lfloor (N-R)\alpha \rfloor$$

[0049] 其中,N 可表示经过编码的数据帧的数量,R 可表示不含错误的数据帧的数量,K 可表示源数据包的数量,并且 p 可表示数据帧的接收失败率。同时,接收失败率 p 可根据信道 105 的状态而改变。

[0050] 同时,接收节点 110 的解码器 114 将从控制模块 113 传送的数据帧恢复成源数据包。根据本发明的实施方式,当不含错误的数据帧的数量(R)等于或大于源数据包的数量(K)时,解码器 114 可仅从不含错误的数据帧来恢复源数据包。根据本发明的另一实施方

式,当不含错误的数据帧的数量(R)小于源数据包的数量(K)时,解码器114可从另外收到的数据帧以及已收到的不含错误的数据帧来恢复源数据包。

[0051] 源数据包可仅从不含错误的数据帧而被恢复。

[0052] 图2是描述根据本发明实施方式的减少数据帧的重发的方法的流程图。

[0053] 下文中,将参照图1至图3对根据本发明的实施方式的操作进行详细描述。

[0054] 参照图1至图3,在操作S200中,发送节点100的控制模块102可发送“Dly-ACK帧”至接收节点110。“Dly-ACK帧”是指请求接收节点110的缓冲器信息(例如,缓冲器大小)并同时告知接收节点110数据将采用Dly-ACK模式发送的一种帧。

[0055] 随后,在操作S201中,接收节点110的控制模块113可生成包括接收节点110的缓冲器信息的ACK帧,并将该ACK帧发送至发送节点100。

[0056] 在操作S202中,发送节点100的控制模块102可基于包含在ACK帧中的接收节点110的缓冲器信息,来确定一次发送源数据包的脉冲的大小,并且编码器101可基于所确定的该脉冲的大小,通过“纠删编码”法编码K个源数据包来生成N个数据帧。

[0057] 在操作S203中,发送节点100的控制模块102可通过信道105连续发送经过编码的N个数据帧至接收节点110。

[0058] 在操作S204中,接收节点110的错误校验模块112可校验经过编码的N个数据帧中的错误。校验结果可被传送至接收节点110的控制模块113。根据本发明的实施方式,尽管错误校验模块112可采用循环冗余校验(CRC)法来校验数据帧中的错误,但本发明不必局限于此。错误校验模块112也可采用奇偶码校验法或校验和校验法来校验数据帧中的错误。

[0059] 之后,在操作S205中,接收节点110的控制模块113可基于从错误校验模块112传送的错误校验结果,来判断成功接收到的数据帧(即,不含错误的数据帧)的数量(R)是否等于或大于源数据包的数量(K)。根据判断结果,当成功接收到的数据帧的数量(R)等于或大于源数据包的数量(K)时,处理进行至操作S206,而当成功接收到的数据帧的数量(R)小于源数据包的数量(K)时,处理进行至操作S208。

[0060] 在操作S206中,成功接收到的数据帧(即,不含错误的数据帧)的数量(R)等于或大于源数据包的数量(K),从而接收节点110的解码器114可仅从成功接收到的数据帧来恢复源数据包。在该方式中,根据本发明的实施方式,采用纠删编码法,由此即便在从发送节点100发送的数据帧中的一些出现错误的情况下,不必请求重发数据帧也可恢复出源数据包。

[0061] 接下来,在操作S207中,当不含错误的数据帧的数量(R)等于或大于源数据包的数量(K)时,接收节点110的控制模块113通过第二通信模块111发送ACK消息至发送节点100告知源数据包可恢复。

[0062] 同时,在操作S208中,当成功接收到的数据帧(即,不含错误的数据帧)的数量(R)小于源数据包的数量(K)时,接收节点110的控制模块113可基于下面的方程1来确定被请求重发的数据帧的数量(X)。

[0063] 同时,被请求重发的数据帧的数量(X)可满足下面的方程1。

[0064] [方程1]

[0065] $K-R < X < N-R$

[0066] 其中, N 可表示经过编码的数据帧的数量, R 可表示不含错误的数据帧的数量, 并且 K 可表示源数据包的数量。

[0067] 可选地, 被请求重发的数据帧的数量 (X) 可被确定为满足下面的方程 2 的最小值。

[0068] [方程 2]

[0069] $F(\alpha) \geq K-R$

[0070] 也就是说, 被请求重发的数据帧的数量 (X) 可通过推导满足方程 2 的最小值而获得的 α 值来确定, N-R 个发送失败的数据帧中的每一个被重发的概率为 α 。也即, 平均有 (N-R) α 个数据帧被重发。

[0071] 其中, $F(\alpha)$ 表示当数据帧被重发的概率为 α 时预期被成功接收的数据帧的数量, 并可通过下面的方程 3 来计算。

[0072] [方程 3]

[0073]

$$F(\alpha) = \sum_{k=0}^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor} k \cdot \binom{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor}{k} (1-p)^k p^{\lfloor (N-R)\alpha \rfloor - k} + (1-p) \cdot (N-R)\alpha - \lfloor (N-R)\alpha \rfloor$$

[0074] 其中, N 可表示经过编码的数据帧的数量, R 可表示不含错误的数据帧的数量, K 可表示源数据包的数量, 并且 p 可表示数据帧的接收失败率。同时, 接收失败率 p 可根据信道 105 的状态而改变。

[0075] 然而, 当信道 105 的状态恶化时, 由此不能满足最小需求量 (K-R), 则发送过程中丢失的所有数据帧的数量 (N-R) 可被设定为 X。

[0076] 如上所述, 在数据帧被请求重发的情况下, 请求发送恢复所需的最小数量的数据帧, 由此源数据包可在短时间内被恢复且可减少不必要的带宽浪费。

[0077] 随后, 在操作 S209 中, 接收节点 110 的控制模块 113 可发送包括被请求重发的数据帧的数量 (X) 的 ACK 帧至发送节点 110。

[0078] 在操作 S210 中, 发送节点 100 的控制模块 102 可将请求重发的 X 个数据帧发送至接收节点 110。

[0079] 之后, 在操作 S211 中, 接收节点 110 的解码器 114 可从另外收到的数据帧以及在操作 S203 中收到的不含错误的数据帧来恢复源数据包。

[0080] 最终, 在操作 S212 中, 接收节点 110 的控制模块 113 可通过第二通信模块 111 发送 ACK 消息至发送节点 100 告知源数据包可被恢复。

[0081] 如上所述, 根据本发明的实施方式, 采用纠删编码法对数据进行编码, 由此即便在从发送节点发送的数据帧中的一些出现错误的情况下, 不必请求重发数据帧也可恢复源数据。

[0082] 另外, 根据本发明的实施方式, 即便在数据帧被请求重发的情况下, 也仅请求发送恢复所需的最小数量的数据帧, 由此源数据可在短时间内被恢复且可减少不必要的带宽浪费。

[0083] 尽管结合其实施方式对本发明进行了描述, 但可进行各种修改和变更, 而不脱离本发明的范围。因此, 本发明的范围不应被解释为仅局限于所描述的实施方式, 而应由所附权利要求及其等价物来限定。

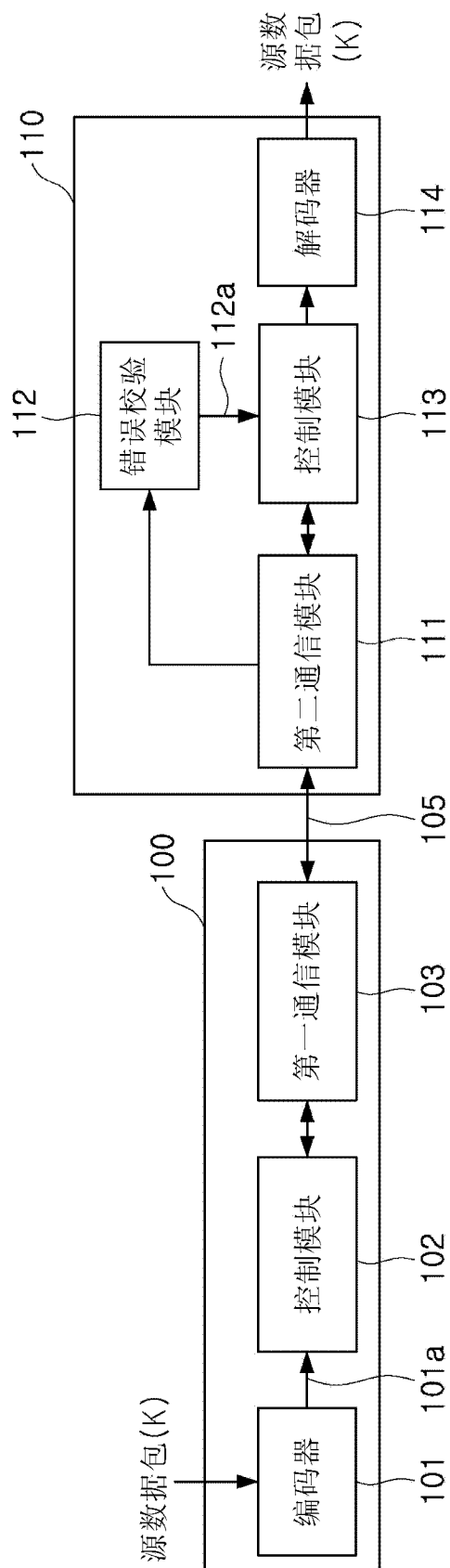


图 1

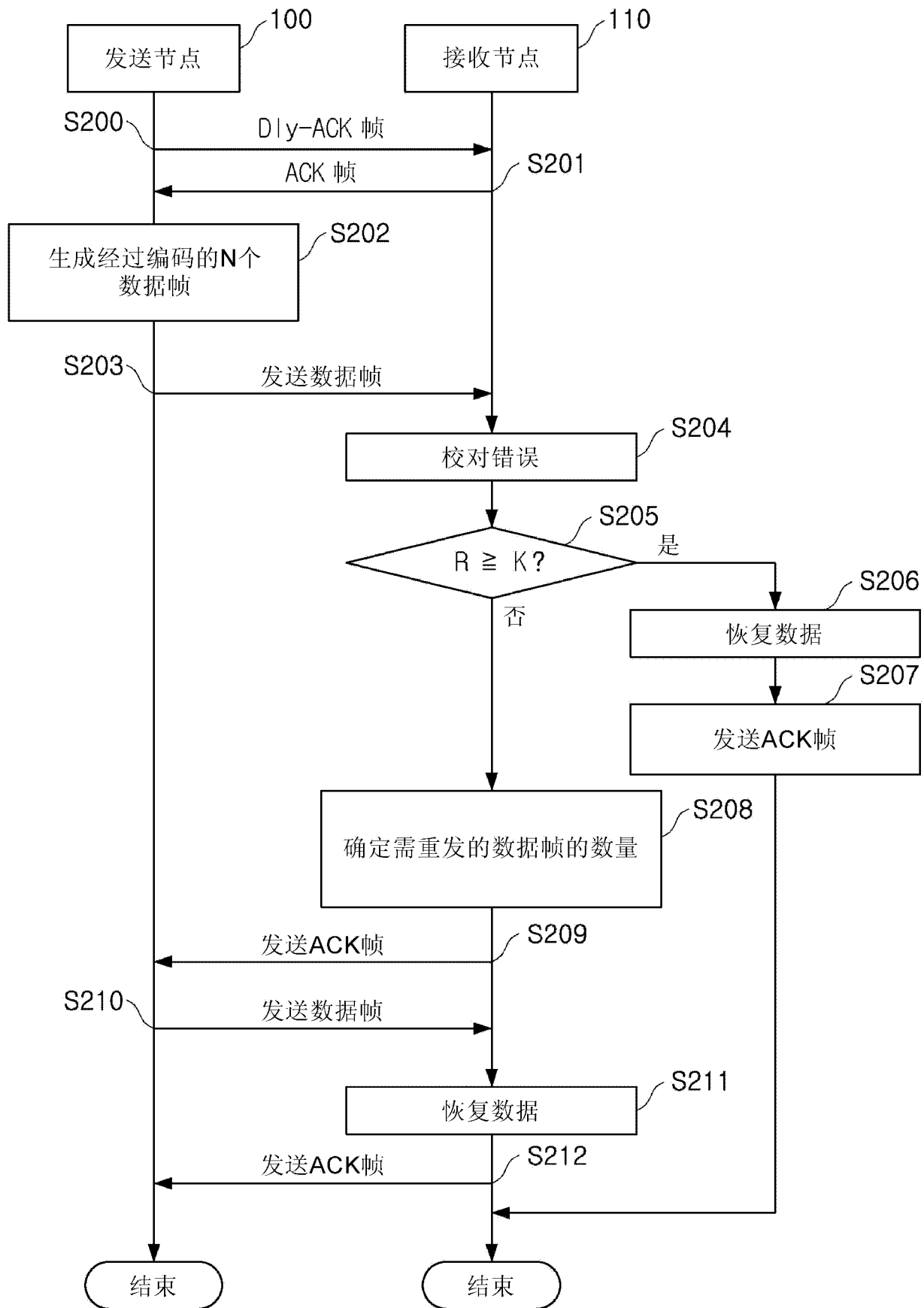


图 2

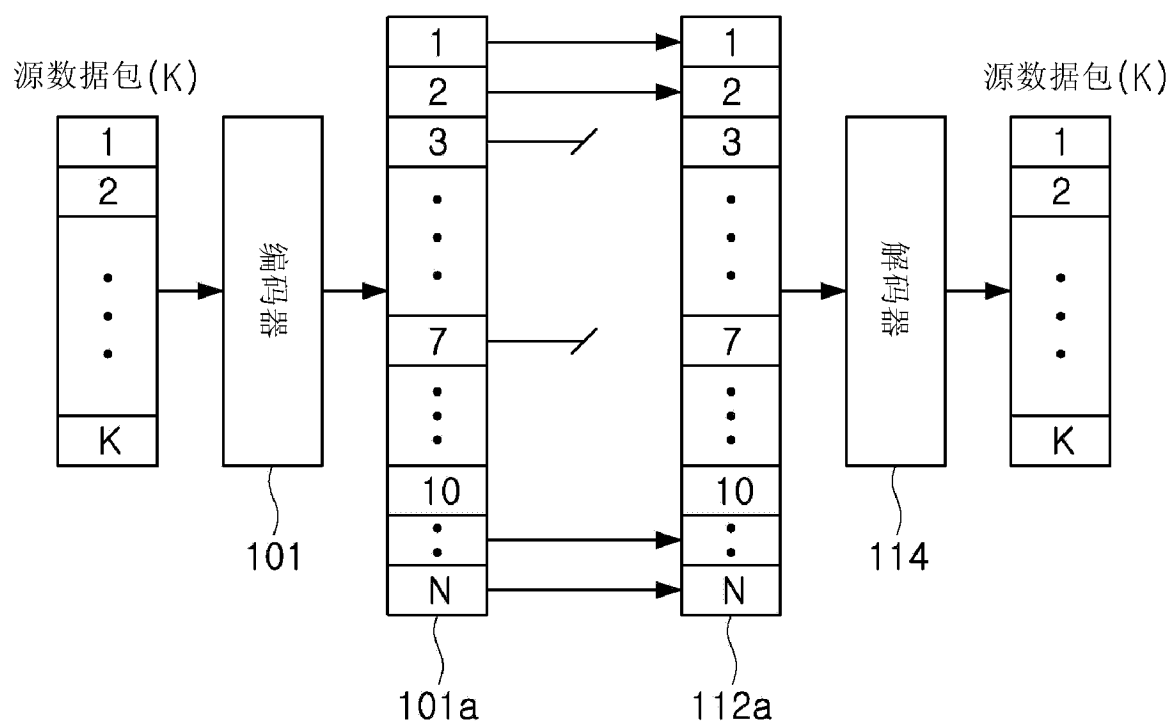


图 3