



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106850138 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201710002205.7

(22)申请日 2017.01.03

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 张朝阳 彭朱炜 朱致焕

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 刘静 邱启旺

(51) Int. Cl.

H04L 1/00(2006.01)

H04W 4/06(2009.01)

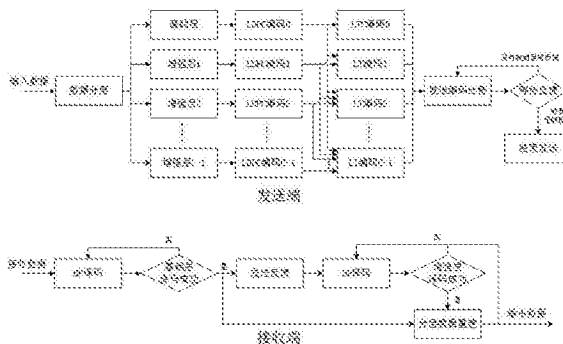
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法。该方法在发送端将分为一个基础层以及多个增强层的数据的每一层的数据比特,单独进行LDPC编码,将编码结果按顺序排列,对所有编码结果进行LT编码并发送编码结果;最初,LT编码时使用的比特只从基础层中选择;随着编码比特不断产生,编码时使用的比特选择范围不断扩展,更多的增强层比特加入编码;接收端可以积累编码比特,并使用普通串行置信度传播的译码方式进行译码;接收机能够自适应接收条件的变化,处理能力越强,就能译出更多增强层数据,还原出更高分辨率的数据。



1. 一种基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 在广播通信系统发送端中依次进行多分辨率LDPC编码以及多分辨率LT编码;

所述多分辨率LDPC编码的步骤为:

A.1 获取已分层的数据,原数据分为C层,其基础层的数据能保证用户的最基本通信质量需求,后续层都是对前一层数据的增强,包含了进一步的细节信息,每层的长度为 K_c , $c \in [0, C-1]$,对于第c层,其中数据比特为 $\mathbf{D}_c = [d_0, d_1, \dots, d_{K_c-1}]$;

A.2 对于每一层,使用PEG算法生成一个 (K_c, N_c) 的系统LDPC码, N_c 为编码结果长度,使用该LDPC码对该层的数据比特进行编码得到该层的编码比特 $\mathbf{E}_c = [e_0, e_1, \dots, e_{N_c-1}]$;

A.3 将每一层的编码比特按顺序排列,获得分层LDPC编码结果 $\mathbf{E} = [E_0 E_1 \dots E_{C-1}]$,E的总长度为 $N = \sum_{c=0}^{C-1} N_c$;

所述多分辨率LT编码的步骤为:

A.4 确定一个度数分布 $\Omega(x) = \sum_{d=1}^{D_{\max}} \Omega_d x^d$,其中, $\sum_{d=1}^{D_{\max}} \Omega_d = 1$, Ω_d 为选择度数d的概率, D_{\max} 是可以选择的最大度数;多分辨率LT编码也分为C层,前C-1层长度分别定义为 L_c , $c \in [0, C-2]$,最后一层长度为无穷大;

A.5 产生一个LT编码比特:首先以上述度数分布确定的概率,使用伪随机方法选择一个度数d,再在E中的前 Q_c 个比特中使用伪随机方法选择d个多分辨率LDPC编码比特,将选择的d个编码比特做异或,获得一个LT编码比特;确定 Q_c 的方法具体为:产生一个第c层的LT编码比特时, $Q_c = \sum_{c'=0}^c N_{c'}$;

A.6 将编码产生的LT编码比特按顺序发送出去,直到接收到所有接收端的反馈,或者发送端超时;

(2) 在广播通信系统接收端中对收到的编码比特进行译码,包括以下步骤:

B.1 将接收到的编码比特送入串行置信度传播译码器,进行译码,接收端已知发送端LT编码时使用的伪随机种子以及LDPC码结构,故可恢复出发送端编码所使用的Tanner图;

B.2 随着译码器的迭代,检查每一层数据部分的LDPC码校验关系是否满足,若译码过程中,某一层的数据满足这一层的LDPC码校验关系,则这一层数据译码成功;

B.3 对于某一个接收端,若第一层,也即基础层数据译码成功,则该接收端的基本需求视为被满足,接收端返回反馈信息给发送端,反馈信息本身无需携带任何接收端信息,发送端通过计数来判断是否所有接收端都已经发送反馈;

B.4 对于未译出基础层数据的接收端,继续接受发送端传来的包含有基础层信息的编码比特,继续译码迭代,在收到足够多的编码比特后,能够以趋近于1的概率译出基础层数据。

B.5 对于已经译出基础层数据的接收端,继续接受发送端传来的编码比特,继续译码迭代,尝试译码更多增强层数据,若增强层数据译码成功,则使用增强层数据增强已获得的数据,从而获得更好的数据质量。

基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域的广播技术,具体涉及一种基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法。

背景技术

[0002] 在下一代无线通信系统的研究中,一个重要的场景就是针对多个接收端的多播、广播传输,而随着接收端数目的增长,发送端需要的传输开销也指数性增长。在无线通信场景下,由于无线信道易受干扰的特性以及不同无线接收端处理能力的巨大差距,很难保证所有用户都获得最优的通信质量,甚至无法保证所有用户都能获得正常的服务;

[0003] 目前实践中,实现这种广播通信的做法有:1. 多个单播,使用最简单的方式,发送端通过建立独立的通信连接与每个接收端实现数据传输;这种情况下,多个接收端互相独立,占用不同信道,将相同的数据在多个连接中重复传输,浪费大量通信资源;2. 简单广播,所有接收端同时使用一个广播信道,使得发送端只需要发送一次原数据,而不需要重复传输;但是,多播机制无法保证每个接收端的通信可靠性,特别是在无线通信场景中,不同接收端信道情况、计算处理能力差异巨大,对条件较好的接收端容易造成资源利用不充分,对于条件较差的接收端,又容易译码失败,造成服务中断,而复杂的反馈信息也会造成反馈洪泛,占用发送端的计算处理能力以及通信资源;3. 对于源数据,发送端准备多个发送数据流,每个数据流使用不同的码率进行编码,使用户主动选择需要的服务质量,从发送端请求相应的编码数据,这样不但造成了用户选择错误或信道发生变化时的服务中断,也造成了发送端的计算、通信资源的极大浪费,此外,这样也需要很大的信令开销来保证多个发送数据流之间的发送同步以及发送端与接收端之间的同步,在直播的场景下,这样的开销尤其大;

[0004] 对于多播、广播中传输的常见流式数据如视频、音频等,其一般都可以分为多层,其基础层的数据能保证用户的最基本通信质量需求,后续层都是对前一层数据的增强,包含了进一步的细节信息,用户获得的增强层数据越多,就能够还原出更高分辨率的数据,获得更好的还原质量;如在灰度图像中,通常使用8比特数据表示某个像素点的灰度,那么一个简单的分层方法是:基础层数据为8比特数据的高2比特,第一增强层为其次2比特,第二增强层为最后4比特;这样,若只有第一层比特,接收端也能大致恢复出该图像;如果收到了第二层数据,与第一层数据组合,恢复精度会提高;如果收到全部三层数据,能够无损地恢复出该图像;

[0005] 无速率编码是一种基于概率分布的随机编码方式,不断地产生编码包发送到信道中。而接收端收集这些编码包,并尝试译码。按照信道容量理论,在接收端收集到了足够多的编码包之后就能以一个趋向于1的概率译码成功。译码成功后就反馈ACK到发送端,译码不成功则继续收集编码包。这就是无速率码特有的桶积水效应。由此可见,信道条件好时,接收端收到较少的编码包就能成功译码,信道条件较差时,接收端会自动收集更多编码包,主动降低码率趋近于理论信道容量值,最终译码成功。由此可见,无速率编码可以主动自适

应信道状态的变化,实现最优码率的逼近,又完全不依赖发送端的信道信息。因为无速率码的这一特性,近年来许多研究人员探索了其在网络传输、多媒体传输、深空通信、高铁通信等多个领域的应用。在广播场景中,无速率码由于其反馈信息少、自适应的特性也备受关注。

发明内容

[0006] 本发明针对流式数据能够分层的性质,设计一种基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 在广播通信系统发送端中依次进行多分辨率LDPC编码以及多分辨率LT编码;

[0009] 所述多分辨率LDPC编码的步骤为:

[0010] (1.1) 获取已分层的数据,原数据分为C层,其基础层的数据能保证用户的最基本通信质量需求,后续层都是对前一层数据的增强,包含了进一步的细节信息,每层的长度为 $K_c, c \in [0, C-1]$,对于第c层,其中数据比特为 $\mathbf{D}_c = [d_0, d_1, \dots, d_{K_c-1}]$;

[0011] (1.2) 对于每一层,使用PEG算法生成一个 (K_c, N_c) 的系统LDPC码, N_c 为编码结果长度,使用该LDPC码对该层的数据比特进行编码得到该层的编码比特 $\mathbf{E}_c = [e_0, e_1, \dots, e_{N_c-1}]$;

[0012] (1.3) 将每一层的编码比特按顺序排列,获得分层LDPC编码结果 $\mathbf{E} = [E_0 E_1 \dots E_{C-1}]$,

的总长度为 $N = \sum_{c=0}^{C-1} N_c$;

[0013] 所述多分辨率LT编码的步骤为:

[0014] (1.4) 确定一个度数分布 $\Omega(x) = \sum_{d=1}^{D_{\max}} \Omega_d x^d$,其中, $\sum_{d=1}^{D_{\max}} \Omega_d = 1$, Ω_d 为选择度数d的概率, D_{\max} 是可以选择的最大度数;多分辨率LT编码也分为C层,前C-1层长度分别定义为 $L_c, c \in [0, C-2]$,最后一层长度为无穷大;

[0015] (1.5) 产生一个LT编码比特:首先以上述度数分布确定的概率,使用伪随机方法选择一个度数d,再在E中的前 Q_c 个比特中使用伪随机方法选择d个多分辨率LDPC编码比特,将选择的d个编码比特做异或,获得一个LT编码比特;确定 Q_c 的方法具体为:产生一个第c层的

LT编码比特时, $Q_c = \sum_{c'=0}^c N_{c'}$;

[0016] (1.6) 将编码产生的LT编码比特按顺序发送出去,直到接收到所有接收端的反馈,或者发送端超时;

[0017] (2) 在广播通信系统接收端中对收到的编码比特进行译码,包括以下步骤:

[0018] (2.1) 将接收到的编码比特送入串行置信度传播译码器,进行译码,接收端已知发送端LT编码时使用的伪随机种子以及LDPC码结构,故可恢复出发送端编码所使用的Tanner图;

[0019] (2.2) 随着译码器的迭代,检查每一层数据部分的LDPC码校验关系是否满足,若译码过程中,某一层的数据满足这一层的LDPC码校验关系,则这一层数据译码成功;

[0020] (2.3) 对于某一个接收端,若第一层,也即基础层数据译码成功,则该接收端的基本需求视为被满足,接收端返回反馈信息给发送端,反馈信息本身无需携带任何接收端信息,发送端通过计数来判断是否所有接收端都已经发送反馈;

[0021] (2.4) 对于未译出基础层数据的接收端,继续接受发送端传来的包含有基础层信息的编码比特,继续译码迭代,在收到足够多的编码比特后,能够以趋近于1的概率译出基础层数据。

[0022] (2.5) 对于已经译出基础层数据的接收端,继续接受发送端传来的编码比特,继续译码迭代,尝试译码更多增强层数据,若增强层数据译码成功,则使用增强层数据增强已获得的数据,从而获得更好的数据质量。

[0023] 本发明的有益效果:采用本发明中提出的基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法,通过多分辨率LDPC编码,将不同分辨率的数据单独进行编码,保证层与层之间的独立性,然后又通过对所有的多分辨率LDPC编码统一进行多分辨率LT编码,在编码的过程中,始终保证基础层数据等效码率最低,越高层码率越高,通过低码率实现更强的编码纠错能力,从而使得接收端在译码过程中,高优先级的数据先被译码成功。同时,本发明中提出的基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法利用了无速率码的桶积水特性,保证无论接收机需要那一层的数据,都可以通过多接收当前发送端发送的编码比特来获得,完成数据质量的自适应,接收机能够自适应接收条件的变化,处理能力越强,就能译出更多增强层数据,还原出更高分辨率的数据,自适应地获得不同质量的数据。此外,接收端反馈给发送端的信息被大大减少,降低了发送端的开销,实现高效数据传输;

附图说明

[0024] 图1是本发明提出的基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法的发送、接收流程图;

[0025] 图2是本发明中设计的多分辨率无速率码的Tanner图示意图。

具体实施方式

[0026] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0027] 图1为本发明提出的基于无速率码的自适应多分辨率数据广播方法的发送、接收流程图,本发明提出的方法分为发送端处理和接收端处理两部分。

[0028] 在广播通信系统发送端中依次进行多分辨率LDPC编码和多分辨率LT编码。

[0029] 多分辨率LDPC编码的步骤为:

[0030] 获取已分层的数据,原数据分为3层,每层的长度分别为 $K_0=300, K_1=375, K_2=525$,其基础层的数据能保证用户的最基本通信质量需求,后续层都是对前一层数据的增强,包含了进一步的细节信息,将增强层的数据与之前层的数据进行组合,能获得更高分辨率的数据,获得更好的还原质量,对于第 c 层,其中数据比特为 $\mathbf{D}_c=[d_0, d_1, \dots, d_{K_c-1}]$, $c \in [0, 2]$;

[0031] 使用PEG算法生成(300, 333)、(375, 417)、(525, 583)的系统LDPC码,其中,括号中的前一个数字为待编码的数据长度,后一个数字为编码结果的长度。使用这些LDPC码对对应的数据比特进行编码得到该层的编码比特 E_c ;

[0032] 图2是本发明中多分辨率无速率码的Tanner图,圆表示数据分层无速率码的变量

节点,方框表示多分辨率无速率码的校验节点。将每一层的编码比特按顺序排列,获得多分辨率LDPC编码结果 $E = [E_0 \ E_1 \ E_2]$,E的总长度为 $N = \sum_{c=0}^{C-1} N_c = 1333$;

[0033] 多分辨率LT编码的步骤为:

[0034] 确定一个度数分布

$$[0035] \quad \Omega(x) = \sum_{d=1}^{66} \Omega_d x^d = 0.015x + 0.495x^2 + 0.167x^3 + 0.082x^4 \\ + 0.071x^5 + 0.049x^8 + 0.048x^9 + 0.05x^{19} + 0.023x^{66}$$

[0036] 多分辨率LT编码也分为3层,前2层长度分别定义为 $L_0=625$, $L_1=833$,最后一层长度为无穷大;

[0037] 首先以上述度数分布确定的概率,使用伪随机方法选择一个度数d,再在E中的前 Q_c 个比特中使用伪随机方法选择d个分层LDPC编码比特,将选择的d个编码比特做异或,获得一个LT编码比特;其中, $Q_0=333$, $Q_1=750$, $Q_2=1333$;

[0038] 将编码产生的LT编码比特按顺序发送出去,直到接收到所有接收端的反馈,或者发送端超时;

[0039] 在广播通信系统接收端中对收到的编码比特进行译码:

[0040] 将接收到的编码比特送入串行置信度传播译码器,进行译码,接收端已知发送端LT编码时使用的伪随机种子以及LDPC码结构,故可恢复出发送端编码所使用的Tanner图;

[0041] 随着译码器的迭代,检查每一层数据部分的LDPC码校验关系是否满足,若译码过程中,某一层的数据满足这一层的LDPC码校验关系,则这一层数据译码成功;

[0042] 对于某一个接收端,若第一层,也即基础层数据译码成功,则该接收端的基本需求视为被满足,接收端返回反馈信息给发送端,反馈信息本身无需携带任何接收端信息,发送端通过计数来判断是否所有接收端都已经发送反馈;

[0043] 对于未译出基础层数据的接收端,继续接受发送端传来的包含有基础层信息的编码比特,继续译码迭代,在收到足够多的编码比特后,能够以趋近于1的概率译出基础层数据。

[0044] 对于已经译出基础层数据的接收端,继续接受发送端传来的编码比特,继续译码迭代,尝试译码更多增强层数据,若增强层数据译码成功,则使用增强层数据增强已获得的数据,从而获得更好的数据质量。

[0045] 以上实施例用于理解本发明的方法和核心思想,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,进行任何可能的变化或替换,均属于本发明的保护范围。

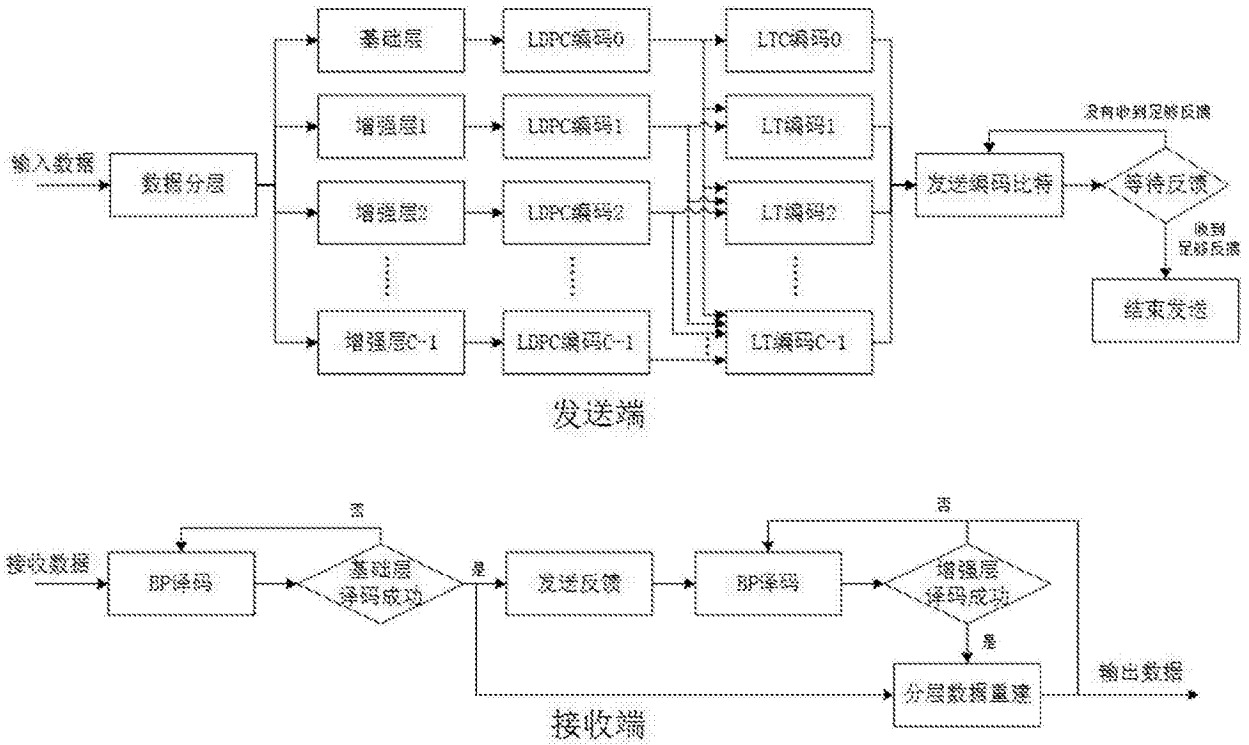


图1

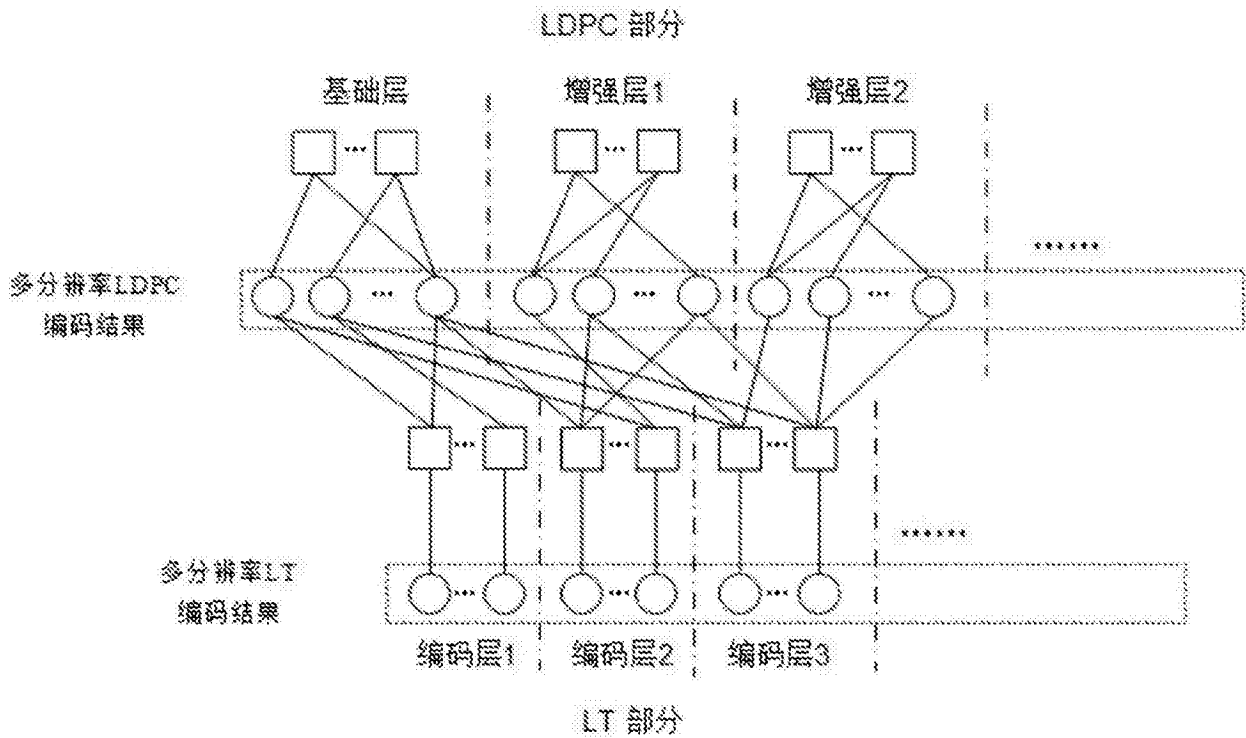


图2