



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108111251 B

(45) 授权公告日 2020.11.06

(21) 申请号 201611060218.1

CN 103580699 A, 2014.02.12

(22) 申请日 2016.11.24

CN 103401653 A, 2013.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104393876 A, 2015.03.04

申请公布号 CN 108111251 A

CN 105659931 B, 2012.09.19

(43) 申请公布日 2018.06.01

CN 101340192 A, 2009.01.07

(73) 专利权人 上海交通大学

CN 104811266 A, 2015.07.29

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

WO 2014172874 A1, 2014.10.30

(72) 发明人 张文军 张根宁 王延峰 何大治

DVB.《Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television

徐胤 刘宜璠 钱程 熊帅 赵康

broadcasting system (DVB-T2)》.《ETSI EN

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限

302755 v1.4.1》.2015, Yeong-Hyeon Kwon; Mi-

公司 31236

Kyung Oh; Dong-Jo Park.《A new LDPC

代理人 郭国中

decoding algorithm aided by segmented

(51) Int. Cl.

cyclic redundancy checks for magnetic

H04L 1/00 (2006.01)

recording channels》.《IEEE Transactions on

(56) 对比文件

Magnetics 》.2005,

CN 103095311 A, 2013.05.08

审查员 张小倩

US 2006020872 A1, 2006.01.26

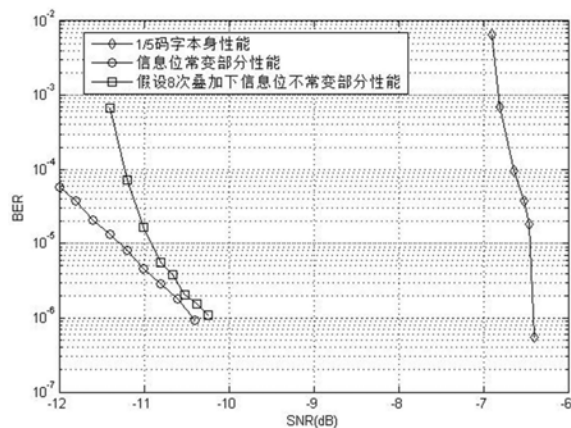
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

应用于广播通信系统的信令码编码方法及对应的译码方法

(57) 摘要

本发明提供了一种应用于广播通信系统的信令码编码方法及对应的译码方法,其中所使用的信令码编码码字是码长为N、信息比特长为K的raptor-like结构的LDPC码字。一般系统中的信令码在噪声超过码字本身能够译码的门限时,完全无法正常工作,系统会处于不能工作的状态,但本发明中提供的应用于广播通信系统的信令码编码方法及对应的译码方法,可以在噪声超过码字本身能够译码的门限时,启动叠加译码,并在叠加译码成功译码后,根据不常变比特再译码常变比特,最终可以成功将所有码字译出。虽然这样会导致系统在接收到开始几帧数据时不能正常工作,但经过足够的帧后,系统便可以正常工作了,大幅改善了系统的抗噪性能。



1. 一种应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于,所述信令码编码方法,包括以下步骤:

步骤S1:将待编码码字分为常变部分和不常变部分;

步骤S2:

对常变部分进行CRC编码,获得CRC校验位1,并将校验位1拼接到常变部分之后,获得信息位常变部分;

对不常变部分进行CRC编码,获得CRC校验位2,并将校验位2拼接到不常变部分之后,获得信息位不常变部分;

步骤S3:将信息位常变部分和信息位不常变部分分别放在信令码信息位中的对应位置;

步骤S4:对步骤S3中得到的信令码信息位进行LDPC编码和交织;

步骤S5:按照要求对步骤S4中得到的编码后的LDPC码字进行截取;

所述译码方法,包括以下步骤:

步骤A1:将截取掉的比特填零;

步骤A2:对接收到的软值信息进行解交织和LDPC译码;

步骤A3:判断CRC校验位1和CRC校验位2是否通过,若CRC校验位2未通过,则进行步骤A4,同时无论CRC校验位1是否通过,均输出译码未成功标识;若CRC校验位2通过,则进行步骤A6,此时若CRC校验位1未通过,输出译码未成功标识,若CRC校验位1通过,将译码码字输出;

步骤A4:将信息位不常变部分对应的比特和只与信息位不常变部分相关的校验位比特的软值信息保留,将其他位置的软值信息清零,然后将下一帧的软值信息直接叠加到保留的软值信息上;

步骤A5:对叠加后的软值信息进行解交织和LDPC译码,然后进行步骤A3;

步骤A6: CRC校验位2通过,说明信息位不常变部分已经正确译码,将信息位不常变部分的比特当做已知比特,将对应位置的软值信息根据正确码字置为无穷,将其他位置的软值信息清零;

步骤A7:将下一帧的软值信息中,信息位不常变部分对应比特的软值舍弃掉,然后将剩余的软值信息加到步骤A6中保留的软值信息上进行译码,判断CRC校验位1是否通过,若通过则输出译码结果,若不通过则说明此时信道极端恶劣,译码器无法正常工作;

步骤A8:重复步骤A7直到译码器接收到信息位不常变部分在下一帧会发生改变的信令,此时,回到步骤A1。

2. 如权利要求1所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述步骤A4中:

所述只与信息位不常变部分相关的校验位是指当信息位不常变部分未发生改变时,无论信息位常变部分如何改变,比特值都不会发生变化的校验位;不常变部分的位置由叠加译码对应位置表给出;LDPC码字总长度为N,信息位长度为K,子块大小为 $Q*Q$,因此每个LDPC码字包含 N/Q 个子块,其中信息位为前 K/Q 个子块,后 $(N-K)/Q$ 个子块为校验位,将这些子块按照1至 N/Q 编号,根据叠加译码对应位置表,将解交织前对应位置的软值信息保留下来。

3. 如权利要求2所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特

征在于:所述LDPC码字总长度为7200,信息位长度为1440,子块大小为120*120,每个LDPC码字包含7200/120=60个子块,其中前面1440/120=12个子块为信息位,后面60-12=48个子块为校验位,即编号1~12为信息位,编号13~60为校验位,所述叠加译码对应位置表为:

叠加译码对应位置表

| |
|--|
| 叠加译码保留子块编号 |
| 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,18,22,24,46,48,49,50,51,53,55,57 |

4.如权利要求1所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述步骤A6中:

所述信息位不常变部分位置与信息位常变部分与不常变部分对应位置表中的信息位不常变部分位置相同。

5.如权利要求1所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述步骤S1中:

所述不常变部分是指信令码中连续几帧都不变的比特,所述常变部分是指除了不常变比特的其他比特。

6.如权利要求1所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述步骤S3具体为:

LDPC码字信息位长度为K,子块大小为Q*Q,因此每个LDPC码字的信息位包含K/Q个子块,将这些子块按照1至K/Q编号,根据信息位常变部分与不常变部分对应位置表,将信息位常变部分和信息位不常变部分分别放到对应的块的位置上。

7.如权利要求6所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述LDPC码字信息位长度为1440,子块大小为120*120,每个LDPC码字的信息位包含1440/120=12个子块,所述信息位常变部分与不常变部分对应位置表为:

信息位常变部分与不常变部分对应位置表

| | |
|---------|-------------------------|
| 信息位常变部分 | 信息位不常变部分 |
| 12 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 |

8.如权利要求1所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述步骤S4中:

所用的LDPC码字为码长为N、信息比特长为K的raptor-like结构的LDPC码字,编码时根据LDPC编码码表进行编码。

9.如权利要求8所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述LDPC码字具体为,码率为1/5,码长为7200,子矩阵大小为120*120,所述LDPC编码码表为:

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 13 | 91 | 332 | 1920 | 2051 | 2628 | 2905 | 4133 | 4825 | 5354 | 5712 |
| 86 | 289 | 428 | 729 | 1103 | 1828 | 3252 | 3826 | 4082 | 4392 | 4444 |
| 39 | 226 | 345 | 510 | 741 | 1762 | 1968 | 2047 | 3246 | 5516 | 5631 |
| 103 | 348 | 466 | 1833 | 2254 | 2881 | 3077 | 3845 | 3974 | 4510 | 5755 |
| 198 | 268 | 445 | 1736 | 2732 | 3213 | 3608 | 4183 | 4648 | 4677 | 4935 |
| 301 | 398 | 415 | 819 | 1106 | 1609 | 2736 | 2739 | 3506 | 4727 | 5489 |
| 322 | 415 | 432 | 661 | 1071 | 2852 | 4105 | 4211 | 4998 | 5330 | 5610 |
| 21 | 130 | 375 | 941 | 1235 | 1252 | 1660 | 2154 | 3304 | 3673 | 4380 |
| 55 | 88 | 294 | 852 | 1137 | 1353 | 2590 | 2601 | 3379 | 4078 | 5453 |
| 216 | 249 | 382 | 1651 | 2894 | 2975 | 3309 | 3916 | 4385 | 4543 | 5678 |
| 115 | 120 | 449 | 535 | 1216 | 1403 | 2388 | 2780 | 3847 | 5631 | 5745 |
| 391 | 437 | 448 | 656 | 763 | 1094 | 2811 | 3406 | 3970 | 4805 | 5734 |
| 724 | 1142 | 1857 | 2862 | 3599 | 4396 | 4741 | 4803 | 5154 | 5601 | |
| 747 | 1166 | 1644 | 1872 | 2943 | 4195 | 4255 | 4757 | 4895 | 5644 | |
| 621 | 684 | 950 | 1060 | 2166 | 2275 | 2481 | 3426 | 4364 | 4990 | |
| 762 | 991 | 1558 | 2548 | 2633 | 2645 | 3036 | 3048 | 5169 | 5519 | |

10. 如权利要求1所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述步骤S5具体为:

LDPC码字总长度为N,信息位长度为K,子块大小为 $Q*Q$,因此每个LDPC码字包含 N/Q 个子块,将这些子块按照1至 N/Q 编号,按照要求的截取位置对LDPC码字进行截取。

11. 如权利要求10所述的应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,其特征在于:所述LDPC码字总长度为7200,子块大小为 $120*120$,每个LDPC码字包含 $7200/120=60$ 个子块,所述截取位置为第16个块的最后32个比特,截取后码字长度为7168个比特。

应用于广播通信系统的信令码编码方法及对应的译码方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信编码技术领域,具体地,涉及一种应用于广播通信系统的信令码编码方法及对应的译码方法。

背景技术

[0002] 随着广播系统应用的不断发展,目前的物理层信号的设计需要满足不同的应用需求,如适配不同的终端和提供各类质量的视频服务等。因此,在数据信息之前需要添加信令信息来指示接收机的参数配置。信令信号一般由两部分构成,一是类似于DVB-T2的P1信号或ATSC3.0的Bootstrap信号,该类信号一方面用于时频同步和信号检测,另一方面则是用于少量的信令传输。该信号的特点是具有极强的鲁棒性,因此所携带的信令信息具有最高的优先级,如指示带宽信息和基带采样率等。然而该信号的信令传输效率很低,一个符号只能携带个位数的信息比特,远远不能满足系统需求。因此需要设计能高效且稳定地传输信息的信令信号,如DVB-T2的P2信号和ATSC3.0的preamble信号。该类信令信号的设计思想与数据部分相似,但由于其携带的信息决定了接收机的重要配置,因此比数据部分信号要求更强的鲁棒性,需要采用特定的保护措施,如低码率编码,低阶调制和特殊设计的交织等。通常情况下,对于信令信息比特的编码也需要单独设计,称为信令码。信令信息包含两大类信息,一种信息基本不随时间改变,如标准版本号,射频中心频率和MIMO信息等;另一种信息则会经常随时间改变,如UTC时间等。可以利用信令信息的以上特点,对信令码的设计进行优化,或专门针对该特点进行设计。

[0003] LDPC码字自从1963年由Gallager博士首次提出以来,经过了近60年的发展,它的理论基础确实已经逐渐完善。目前研究人员已经可以设计出具备逼近香农限,并且实现复杂度低的LDPC码字。为了能够适应未来系统高速数据传输和高性能的要求,针对LDPC码字的研究已经逐渐从纯理论转移到理论结合应用需求的领域。针对特定的应用场景和应用需求,就要设计特定的LDPC码字,以满足需求。针对上文所述的信令码中部分信息基本不随时间改变,部分信息经常随时间改变这一特点,可以设计专门应用于信令码的LDPC码字,使其在普通的噪声环境下不损失性能的同时,可以在更为恶劣的噪声环境下经过特殊的编译码处理,也能正常工作。

[0004] 信令码具有以下特点:部分比特基本不随时间变化,部分比特经常随时间改变。但并没有根据这个特点设计优化的信令码编译码方法。

[0005] 目前没有发现同本发明类似技术的说明或报道,也尚未收集到国内外类似的资料。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的上述不足,本发明的目的在于为广播通信系统中的信令码提供抗噪性能更好的编译码方法,即提供一种应用于广播通信系统的信令码编码方法及对应的译码方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明是通过以下技术方案实现的。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供一种应用于广播通信系统的信令码编码方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤S1:将待编码码字分为常变部分和不常变部分;

[0010] 步骤S2:

[0011] 对常变部分进行CRC编码,获得CRC校验位1,并将校验位1拼接 to 常变部分之后,获得信息位常变部分;

[0012] 对不常变部分进行CRC编码,获得CRC校验位2,并将校验位2拼接 to 不常变部分之后,获得信息位不常变部分;

[0013] 步骤S3:将信息位常变部分和信息位不常变部分分别放在信令码信息位中的对应位置;

[0014] 步骤S4:对步骤S3中得到的信令码信息位进行LDPC编码和交织;

[0015] 步骤S5:按照要求对步骤S4中编码后的LDPC码字进行截取。

[0016] 可选地,其中,在步骤S1中:不常变部分是指信令码中连续几帧都不变的比特,常变部分是指除了不常变比特的其他比特。

[0017] 可选地,其中,在步骤S3中,LDPC码字信息位长度为K,子块大小为 $Q*Q$,因此每个LDPC码字的信息位包含 K/Q 个子块,将这些子块按照1至 K/Q 编号,根据信息位常变部分与不常变部分对应位置表,将信息位常变部分和信息位不常变部分放到对应的块的位置上。

[0018] 可选地,LDPC码字信息位长度为1440,子块大小为 $120*120$,每个LDPC码字的信息位包含 $1440/120=12$ 个子块,信息位常变部分与不常变部分对应位置表为:

[0019] 信息位常变部分与不常变部分对应位置表

| | | |
|--------|---------|-------------------------|
| [0020] | 信息位常变部分 | 信息位不常变部分 |
| | 12 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 |

[0021] 可选地,其中,在步骤S4中,所用的LDPC码字为码长为N、信息比特长为K的raptor-like结构的LDPC码字,编码时需要根据LDPC编码码表进行编码。

[0022] 可选地,LDPC码字的码率为 $1/5$,码长为 $K=7200$,子矩阵大小为 $Q*Q=120*120$,LDPC编码码表为:

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 13 | 91 | 332 | 1920 | 2051 | 2628 | 2905 | 4133 | 4825 | 5354 | 5712 |
| | 86 | 289 | 428 | 729 | 1103 | 1828 | 3252 | 3826 | 4082 | 4392 | 4444 |
| | 39 | 226 | 345 | 510 | 741 | 1762 | 1968 | 2047 | 3246 | 5516 | 5631 |
| | 103 | 348 | 466 | 1833 | 2254 | 2881 | 3077 | 3845 | 3974 | 4510 | 5755 |
| | 198 | 268 | 445 | 1736 | 2732 | 3213 | 3608 | 4183 | 4648 | 4677 | 4935 |
| | 301 | 398 | 415 | 819 | 1106 | 1609 | 2736 | 2739 | 3506 | 4727 | 5489 |
| | 322 | 415 | 432 | 661 | 1071 | 2852 | 4105 | 4211 | 4998 | 5330 | 5610 |
| | 21 | 130 | 375 | 941 | 1235 | 1252 | 1660 | 2154 | 3304 | 3673 | 4380 |
| [0023] | 55 | 88 | 294 | 852 | 1137 | 1353 | 2590 | 2601 | 3379 | 4078 | 5453 |
| | 216 | 249 | 382 | 1651 | 2894 | 2975 | 3309 | 3916 | 4385 | 4543 | 5678 |
| | 115 | 120 | 449 | 535 | 1216 | 1403 | 2388 | 2780 | 3847 | 5631 | 5745 |
| | 391 | 437 | 448 | 656 | 763 | 1094 | 2811 | 3406 | 3970 | 4805 | 5734 |
| | 724 | 1142 | 1857 | 2862 | 3599 | 4396 | 4741 | 4803 | 5154 | 5601 | |
| | 747 | 1166 | 1644 | 1872 | 2943 | 4195 | 4255 | 4757 | 4895 | 5644 | |
| | 621 | 684 | 950 | 1060 | 2166 | 2275 | 2481 | 3426 | 4364 | 4990 | |
| | 762 | 991 | 1558 | 2548 | 2633 | 2645 | 3036 | 3048 | 5169 | 5519 | |

[0024] 可选地,其中,在步骤S5中,LDPC码字总长度为N,子块大小为Q*Q,因此每个LDPC码字包含N/Q个子块,将这些子块按照1至N/Q编号,按照要求的截取位置对LDPC进行截取。

[0025] 可选地,LDPC码字总长度为7200,子块大小为120*120,每个LDPC码字包含7200/120=60个子块,截取位置为第16个块的最后32个比特,截取后码字长度为7168个比特。

[0026] 根据本发明的第二方面,提供一种应用于广播通信系统的信令码编码方法对应的译码方法,包括以下步骤:

[0027] 步骤A1:将截取掉的比特填零;

[0028] 步骤A2:对接收到的软值信息进行解交织和LDPC译码;

[0029] 步骤A3:判断CRC校验位1和CRC校验位2是否通过,若CRC校验位2未通过,进行步骤A4,同时无论CRC校验位1是否通过,均输出译码未成功标识;若CRC校验位2通过,进行步骤A6,此时若CRC校验位1未通过,输出译码未成功标识,若CRC校验位1通过,将译码码字输出。

[0030] 步骤A4:将信息位不常变部分对应的比特和只与信息位不常变部分相关的校验位比特的软值信息保留,将其他位置的软值信息清零,然后将下一帧的软值信息直接加到保留的软值信息上;

[0031] 步骤A5:对叠加后的软值信息进行解交织和LDPC译码,然后进行步骤A3;

[0032] 步骤A6: CRC校验位2通过,说明信息位不常变部分已经正确译码,将信息位不常变部分的比特当做已知比特,将对应位置软值信息根据正确码字置为无穷,将其他位置软值信息清零;

[0033] 步骤A7:将下一帧的软值信息中,信息位不常变部分对应比特的软值舍弃掉,然后将剩余的软值信息加到步骤A6中保留的软值信息上进行译码,判断CRC校验位1是否通过,若通过则输出译码结果,若不通过则说明此时信道极端恶劣,译码器无法正常工作;

[0034] 步骤A8:重复步骤A7直到译码器接收到信息位不常变部分在下一帧会发生改变的

信令,此时,回到步骤A1。

[0035] 可选地,其中,在步骤A4中:所述的只与信息位不常变部分相关的校验位是指当信息位不常变部分未发生改变时,无论信息位常变部分如何改变,比特值都不会发生变化的校验位。不常变部分的位置由叠加译码对应位置表给出。LDPC码字总长度为N,信息位长度为K,子块大小为Q*Q,因此每个LDPC码字包含N/Q个子块,其中信息位为前K/Q个子块,后(N-K)/Q个子块为校验位,将这些子块按照1至N/Q编号,根据叠加译码对应位置表,将解交织前对应位置的软值信息保留下来。

[0036] 可选地,LDPC码字总长度为7200,信息位长度为1440,子块大小为120*120,每个LDPC码字包含7200/120=60个子块,其中前面1440/120=12个子块为信息位,后面60-12=48个子块为校验位,即编号1~12为信息位,编号13~60为校验位,叠加译码对应位置表为:

[0037] 叠加译码对应位置表

| | |
|--------|---|
| [0038] | 叠加译码保留子块编号 |
| | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18, 22, 24, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 57 |

[0039] 可选地,其中,在步骤A6中:信息位不常变部分位置与信息位常变部分与不常变部分对应位置表中的信息位不常变部分位置相同。

[0040] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0041] 一般系统中的信令码在噪声超过码字本身能够译码的门限时,完全无法正常工作,系统会处于不能工作的状态,但本发明中提供的应用于广播通信系统的信令码编码方法及对应的译码方法,可以在噪声超过码字本身能够译码的门限时,启动叠加译码,并在叠加译码成功译码后,根据不常变比特再译码常变比特,最终可以成功将所有码字译出。虽然这样会导致前几帧系统不能正常工作,但经过足够的帧后,系统便可以正常工作了,大幅改善了系统的抗噪性能。

附图说明

[0042] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0043] 图1为本发明实施例在假设进行了8次叠加情况下的性能仿真图。

具体实施方式

[0044] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0045] 本实施例针对现有技术中没有根据信令码随时间变化特点设计优化的信令码编译码方法,提供了一种应用于广播通信系统中的信令码编码方法及对应的译码方法,下面对编、译码方法进行详细的说明。

[0046] 实施例1

[0047] 本实施例提供了一种应用于广播通信系统的信令码编码方法,包括以下步骤:

[0048] 步骤S1:将待编码码字分为常变部分和不常变部分;

[0049] 步骤S2:

[0050] 对常变部分进行CRC编码,获得CRC校验位1,并将校验位1拼接到常变部分之后,获得信息位常变部分;

[0051] 对不常变部分进行CRC编码,获得CRC校验位2,并将校验位2拼接到不常变部分之后,获得信息位不常变部分;

[0052] 步骤S3:将信息位常变部分和信息位不常变部分放在信令码信息位中的对应位置;

[0053] 步骤S4:对信息位进行LDPC编码和交织;

[0054] 步骤S5:按照要求对编码后的LDPC码字进行截取。

[0055] 对上述步骤S1,进行如下具体描述:不常变部分是指信令码中连续几帧都不变的比特,一般这些比特包含信令中基本不随时间变化的信息以及他们的CRC校验比特。常变部分是指除了不常变比特的其他比特,一般这些比特包含信令中经常随时间变化的信息,以及他们的CRC校验比特。

[0056] 对上述步骤S3,进行如下具体描述:本实施例中使用的LDPC码字信息位长度为 $K=1440$,子块大小为 $Q*Q=120*120$,因此每个LDPC码字的信息位包含 $K/Q=12$ 个子块。将这些子块按照1至12编号,根据信息位常变部分与不常变部分对应位置表,将信息位常变部分和信息位不常变部分放到对应的块的位置上。信息位常变部分与不常变部分对应位置表为:

[0057] 信息位常变部分与不常变部分对应位置表

| 信息位常变部分 | 信息位不常变部分 |
|---------|-------------------------|
| 12 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 |

[0059] 对上述步骤S4,进行如下具体描述:所用的LDPC码字码率为 $1/5$ 、码长为7200、信息比特长为1440的raptor-like结构的LDPC码字,子块大小为 $120*120$,编码时需要根据LDPC编码码表进行编码,LDPC编码码表为:

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 13 | 91 | 332 | 1920 | 2051 | 2628 | 2905 | 4133 | 4825 | 5354 | 5712 |
| | 86 | 289 | 428 | 729 | 1103 | 1828 | 3252 | 3826 | 4082 | 4392 | 4444 |
| | 39 | 226 | 345 | 510 | 741 | 1762 | 1968 | 2047 | 3246 | 5516 | 5631 |
| | 103 | 348 | 466 | 1833 | 2254 | 2881 | 3077 | 3845 | 3974 | 4510 | 5755 |
| | 198 | 268 | 445 | 1736 | 2732 | 3213 | 3608 | 4183 | 4648 | 4677 | 4935 |
| [0060] | 301 | 398 | 415 | 819 | 1106 | 1609 | 2736 | 2739 | 3506 | 4727 | 5489 |
| | 322 | 415 | 432 | 661 | 1071 | 2852 | 4105 | 4211 | 4998 | 5330 | 5610 |
| | 21 | 130 | 375 | 941 | 1235 | 1252 | 1660 | 2154 | 3304 | 3673 | 4380 |
| | 55 | 88 | 294 | 852 | 1137 | 1353 | 2590 | 2601 | 3379 | 4078 | 5453 |
| | 216 | 249 | 382 | 1651 | 2894 | 2975 | 3309 | 3916 | 4385 | 4543 | 5678 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 115 | 120 | 449 | 535 | 1216 | 1403 | 2388 | 2780 | 3847 | 5631 | 5745 |
| | 391 | 437 | 448 | 656 | 763 | 1094 | 2811 | 3406 | 3970 | 4805 | 5734 |
| | 724 | 1142 | 1857 | 2862 | 3599 | 4396 | 4741 | 4803 | 5154 | 5601 | |
| [0061] | 747 | 1166 | 1644 | 1872 | 2943 | 4195 | 4255 | 4757 | 4895 | 5644 | |
| | 621 | 684 | 950 | 1060 | 2166 | 2275 | 2481 | 3426 | 4364 | 4990 | |
| | 762 | 991 | 1558 | 2548 | 2633 | 2645 | 3036 | 3048 | 5169 | 5519 | |

[0062] 步骤S4的具体步骤如下:

[0063] 步骤S41、对校验位 p_i ($i=0,1,2,\dots,5759$) 进行初始化。即令 $p_0=p_1=p_2=\dots=p_{5759}=0$;

[0064] 步骤S42、根据上述码率为1/5、码长为7200的LDPC码字的编码码表,将信息位循环累加到校验位上。根据编码码表,将第一个信息位的比特值 i_0 累加到地址为码表第一行数字的校验位,将接下来的119个信息位比特值 $i_m, m=1,2,3,\dots,119$ 累加到地址为:

[0065] $(x+(m \bmod 120)*4) \bmod 480, x < 480$

[0066] $480+(x-480+(m \bmod 120)*44) \bmod 5280, 480 \leq x < 5760$

[0067] 的校验位上,其中 x 代表码表第一行的数字。以120个信息比特为一个循环块进行循环,之后每个循环块都进行一次上述操作,但是每个循环块对应码表中的一行,即第1~120信息比特对应码表第一行,第121~240信息比特对应码表第二行,以此类推,直到处理完成所有信息位后;

[0068] 步骤S43、对前480个校验位进行累加。即 p_0 维持不变,从 $i=1$ 开始,依次进行下述操作:

[0069] $p_i = p_i \oplus p_{i-1}, i = 1, 2, \dots, 479;$

[0070] 步骤S44、对前480个校验位列进行交织。以如下方式进行交织,等式右边为未交织时校验比特的位置,等式左边是交织后对应的位置:

[0071] $p_{120*t+s} = p_{4*s+t}, 0 \leq s < 120, 0 \leq t < 4;$

[0072] 其中,变量 s 和 t 仅用于计算交织前后的位置对应,无具体物理意义。

[0073] 步骤S45、根据上述的LDPC编码码表将前480个校验位循环累加到其他校验位上。累加方式与步骤S42类似,从第1个校验比特开始,每120个比特对应编码码表的新的一行,第1~120个校验比特对应编码码表第13行,将第1个校验比特 p_0 累加到编码码表第13行数字代表的校验位,将接下来的119个校验比特 $p_m, m=1,2,3,\dots,119$ 累加到地址为

[0074] $480+(x-480+(m \bmod 120)*44) \bmod 5280, 480 \leq x < 5760$

[0075] 的校验位上,其中, x 代表码表对应行中的数字。以120个校验比特为一个循环块进行循环,之后每个循环块都进行一次上述操作,直到处理完成前480个校验位后,此时码表中不会出现小于480的地址;

[0076] 步骤S46、对后5280个校验位列进行交织,即如下式方式进行交织,等式右边为交织前校验比特的位置,等式左边是交织后对应的位置:

[0077] $p_{480+120*t+s} = p_{480+44*s+t}, 0 \leq s < 120, 0 \leq t < 44;$

[0078] 其中,变量 s 和 t 仅用于计算交织前后的位置对应,无具体物理意义。

[0079] 对上述步骤S5,进行如下具体描述:本实施例中使用的LDPC码字总长度为 $N=7200$,子块大小为 $Q*Q=120*120$,因此每个LDPC码字包含 $N/Q=60$ 个子块。将这些子块按照1

至60编号,截取位置为第16个块的最后32个比特,截取后码字长度为7168个比特。

[0080] 实施例2

[0081] 本实施例提供了一种实施例1中信令码编码方法对应的译码方法,包括以下步骤:

[0082] 步骤A1:将截取掉的比特填零;

[0083] 步骤A2:对接收到的软值信息进行解交织和LDPC译码;

[0084] 步骤A3:判断CRC校验位1和CRC校验位2是否通过,若CRC校验位2未通过,进行步骤A4,同时无论CRC校验位1是否通过,均输出译码未成功标识;若CRC校验位2通过,进行步骤A6,此时若CRC校验位1未通过,输出译码未成功标识,若CRC校验位1通过,将译码码字输出;

[0085] 步骤A4:将信息位不常变部分对应的比特和只与信息位不常变部分相关的校验位比特的软值信息保留,将其他位置的软值信息清零,然后将下一帧的软值信息直接加到保留的软值信息上;

[0086] 步骤A5:对叠加后的软值信息进行解交织和LDPC译码,然后进行步骤A3;

[0087] 步骤A6: CRC校验位2通过,说明信息位不常变部分已经正确译码,将信息位不常变部分的比特当做已知比特,将对应位置软值信息根据正确码字置为无穷,将其他位置软值信息清零;

[0088] 步骤A7:将下一帧的软值信息中,信息位不常变部分对应比特的软值舍弃掉,然后将剩余的软值信息加到步骤A6中保留的软值信息上进行译码,判断CRC校验位1是否通过,若通过则输出译码结果,若不通过则说明此时信道极端恶劣,译码器无法正常工作;

[0089] 步骤A8:重复步骤A7直到译码器接收到信息位不常变部分在下一帧会发生改变的信令,此时,回到步骤A1。

[0090] 对上述步骤A3,进行如下具体描述:

[0091] 判断CRC校验位1和CRC校验位2是否通过实际上是在判断该信令码在当前噪声条件下能否正常工作,若通过就说明可以正常工作,直接输出译码,若未通过就说明不能正常工作,一般编译码方法此时就一直无法正常工作了,但本实施例中的译码方法此时会开始进行软值叠加译码。

[0092] 对上述步骤A4,进行如下具体描述:

[0093] 只与信息位不常变部分相关的校验位是指当信息位不常变部分未发生改变时,无论信息位常变部分如何改变,比特值都不会发生变化的校验位。不常变部分的位置由叠加译码对应位置表给出。LDPC码字总长度为 $N=7200$,信息位长度为 $K=1440$,子块大小为 $Q*Q=120*120$,因此每个LDPC码字包含 $7200/120=60$ 个子块,其中信息位为前 $1440/120=12$ 个子块,后 $(7200-1440)/120=48$ 个子块为校验位,将这些子块按照1至 $7200/120=60$ 编号,根据叠加译码对应位置表,将解交织前对应位置的软值信息保留下来。叠加译码对应位置表为:

[0094] 叠加译码对应位置表

[0095] 叠加译码保留子块编号

| |
|---|
| 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 18, 22, 24, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 57 |
|---|

[0096] 对上述步骤A5,进行如下具体描述:此时就是当一般编译码方法无法正常工作时,启动软值叠加译码。即将多帧信息位不常变部分和对应的不变的校验位的软值比特叠加在一起,进行LDPC译码,理论上经过足够多的叠加,就能够大幅改善译码性能。

[0097] 对上述步骤A6,进行如下具体描述:

[0098] 由于信息位不常变部分基本不随时间改变,因此当CRC校验位2通过时,确认这部分已经正确译码,便可以认为之后的帧这部分的正确值均已知,因此将这些位置的软值信息对应置无穷。其中,信息位不常变部分位置与信息位常变部分与不常变部分对应位置表中的信息位不常变部分位置相同。

[0099] 对上述步骤A7,进行如下具体描述:

[0100] 此时就是认为信息位不常变部分已经正确译码,使用这部分已知信息去译码信息位常变部分,CRC校验位1是用来检验此时译码器可否正常工作,一般情况下此时的译码性能对比正常译码性能会有大幅提高。

[0101] 图1是本实施例在假设进行了8次叠加情况下的性能仿真图。

[0102] 由图1可以看出启动叠加译码后,译码性能获得了大幅提高。

[0103] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

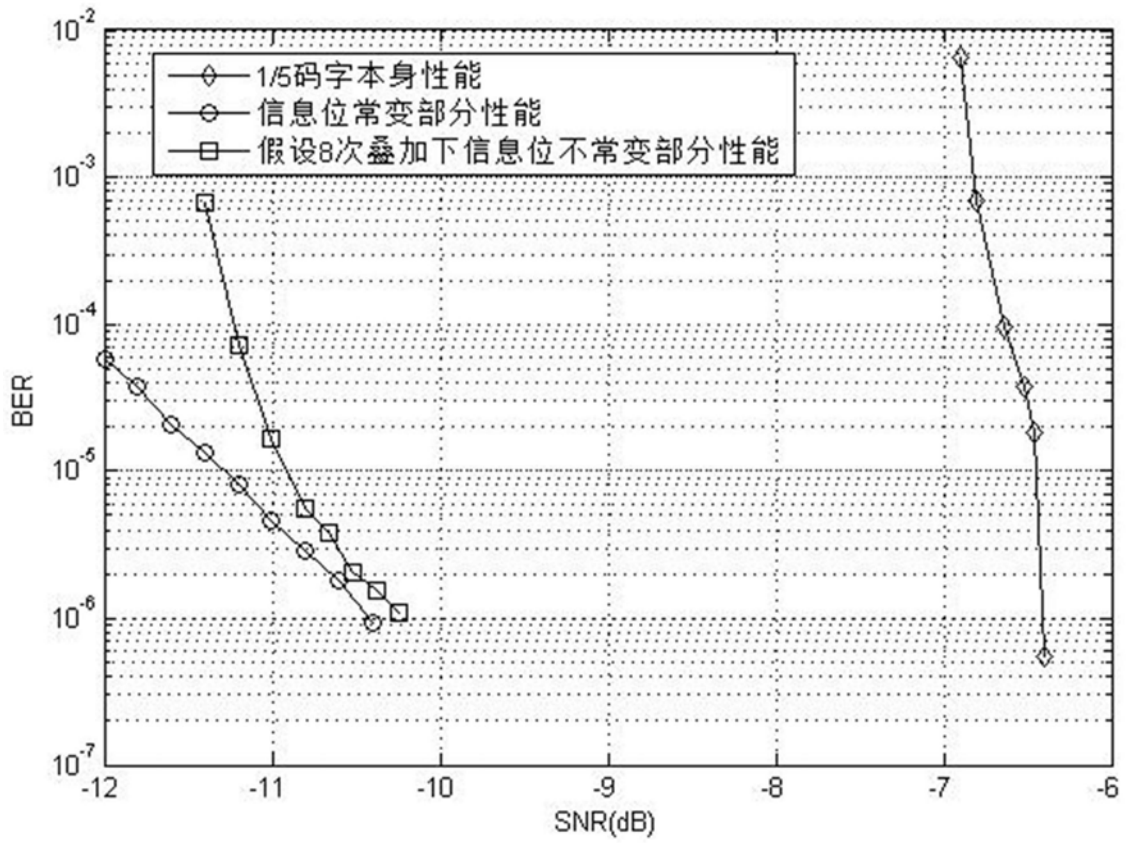


图1