

(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
2011年7月21日 (21.07.2011)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2011/085605 A1

- (51) 国际专利分类号:
H03M 13/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2010/077975
- (22) 国际申请日: 2010年10月22日 (22.10.2010)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201010003431.5 2010年1月15日 (15.01.2010) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **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: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **张涛 (ZHANG, Tao)** [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)。 **游月意 (YOU, Yueyi)** [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)。 **曹南山 (CAO, Nanshan)** [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)。
- (74) 代理人: **北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE)**; 中国北京市海淀区学清路8号B座1601A, Beijing 100192 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[见续页]

(54) Title: DECODING METHOD AND DEVICE FOR CONCATENATED CODE

(54) 发明名称: 一种级联码的译码方法及装置

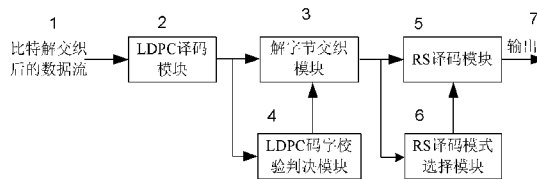
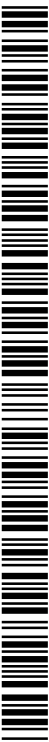


图3 / Fig. 3

- 1 BIT-DEINTERLEAVED DATA STREAM
- 2 LDPC DECODING MODULE
- 3 BYTE-DEINTERLEAVING MODULE
- 4 CHECK DECISION MODULE OF LDPC CODEWORDS
- 5 RS DECODING MODULE
- 6 RS DECODING MODE SELECTING MODULE
- 7 OUTPUT

(57) Abstract: A decoding method and device for concatenated code is disclosed, which are used for decoding the concatenated code made up of Low Density Parity Check (LDPC) codes and Reed-Solomon (RS) codes. The method includes: performing the LDPC soft-decision iterative decoding of bit-deinterleaved data stream, and performing the check decision of the decoded LDPC codewords by utilizing check matrix; performing the byte-deinterleaving of the information bits of the decoded LDPC codewords, and converting the check information of the LDPC codewords into the puncturing information of RS codewords; selecting the decoding mode according to the puncturing information of the RS codewords, and performing RS decoding. By adopting this scheme, the performance of the RS decoding may be improved without increasing the computing complexity, such that the reception performance of China Mobile Multimedia Broadcasting (CMMB) terminal is improved significantly compared with the conventional method.

[见续页]



WO 2011/085605 A1

PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, **本国际公布:**
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, — 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
TG)。

(57) 摘要:

公开了一种级联码的译码方法及装置，用于低密度奇偶校验 (LDPC) 码和里德-索洛蒙 (RS) 码组成的级联码的译码。该方法包括：对比特解交织后的数据流进行 LDPC 软判决迭代译码，并利用校验矩阵对译码得到的 LDPC 码字进行校验判决；对译码得到的 LDPC 码字的信息位进行字节解交织，并将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息；根据 RS 码字的删余信息选择译码模式，进行 RS 译码。采用本方案，可以在不增加计算复杂度的情况下提高 RS 译码的性能，从而使中国移动多媒体广播 (CMMB) 终端接收性能较之传统方法有很大提高。

一种级联码的译码方法及装置

技术领域

5 本发明涉及中国移动多媒体广播（China Mobile Multimedia Broadcasting，
简称为 CMMB）技术领域，尤其涉及一种级联码的译码方法及装置。

背景技术

10 信息传输的有效性和可靠性是评估通信系统的两个主要指标，为了增加
信息传输的可靠性，通常要对信息进行信道编码以增加一定的冗余度，使得
码字具有自动检错和纠错的能力。但是，冗余度并不是越多越好，为了兼顾
信息传输的有效性，人们希望在冗余度一定的情况下，通过设计优秀的编译
码方法，使得在接收端获得良好的译码性能。数字通信系统的仿真模型如图
1 所示。

15 低密度奇偶校验（Low Density Parity Check，简称为 LDPC）码是 1962
年由 Gallager 提出的一种基于稀疏校验矩阵的线性分组码。1996 年，MacKay
和 Neal 对 LDPC 码进行了再发现，证明其具有接近香农限的性能。现有的一
些通信系统，如 DVB（Digital Video Broadcasting，数字视频广播）、WiMAX
（Worldwide Interoperability for Microwave Access，全球微波互联接入）和
CMMB 系统中都采用 LDPC 码作为信道编码。根据 LDPC 码校验矩阵 H 中元
20 素 1 的分布，可以将其生成的 LDPC 码分为规则码与非规则码：如果矩阵 H
中每行有固定 r 个 1，每列有固定 c 个 1，则其生成的 LDPC 码称为(c,r)规则
码；如果 H 的行列中元素 1 的个数不固定，则其生成的 LDPC 码为非规则码。
在 CMMB 系统中，采用了 1/2 码率的(3,6)规则码和 3/4 码率的(3,12)规则码作
为信道编码的一部分，码字长度均为 9216。

25 CMMB 系统中 LDPC 码校验矩阵 H 可以通过一个码表进行循环移位创
建。采用 1/2 码率时，码表为一 18×6 的矩阵，存放的是 H 矩阵前 18 行非零
元素的位置，每隔 18 行可将码表循环右移 36 位得到 H 矩阵其它行的非零元
素位置。采用 3/4 码率时，码表为一 9×12 的矩阵，存放的是 HH 矩阵前 9
行非零元素的位置，每隔 9 行可将码表循环右移 36 位得到 H 矩阵其它行的非

零元素位置。这种结构可以大大减少 H 矩阵的存储空间。

1/2 码率时生成 H 矩阵的码表为:

	0,	6,	12,	18,	25,	30
	0,	7,	19,	26,	31,	5664
5	0,	8,	13,	20,	32,	8270
	1,	6,	14,	21,	3085,	8959
	1,	15,	27,	33,	9128,	9188
	1,	9,	16,	34,	8485,	9093
	2,	6,	28,	35,	4156,	7760
10	2,	10,	17,	7335,	7545,	9138
	2,	11,	22,	5278,	8728,	8962
	3,	7,	2510,	4765,	8637,	8875
	3,	4653,	4744,	7541,	9175,	9198
	3,	23,	2349,	9012,	9107,	9168
15	4,	7,	29,	5921,	7774,	8946
	4,	7224,	8074,	8339,	8725,	9212
	4,	4169,	8650,	8780,	9023,	9159
	5,	8,	6638,	8986,	9064,	9210
	5,	2107,	7787,	8655,	9141,	9171
20	5,	24,	5939,	8507,	8906,	9173

3/4 码率时生成 H 矩阵的码表为:

	0,	3,	6,	12,	16,	18,	21,	24,	27,	31,	34,	7494
	0,	4,	10,	13,	25,	28,	5233,	6498,	7018,	8358,	8805,	9211
	0,	7,	11,	19,	22,	6729,	6831,	7913,	8944,	9013,	9133,	9184
25	1,	3,	8,	14,	17,	20,	29,	32,	5000,	5985,	7189,	7906
	1,	9,	4612,	5523,	6456,	7879,	8487,	8952,	9081,	9129,	9164,	9214
	1,	5,	23,	26,	33,	35,	7135,	8525,	8983,	9015,	9048,	9154
	2,	3,	30,	3652,	4067,	5123,	7808,	7838,	8231,	8474,	8791,	9162
	2,	35,	3774,	4310,	6827,	6917,	8264,	8416,	8542,	8834,	9044,	9089

2, 15, 631, 1077, 6256, 7859, 8069, 8160, 8657, 8958, 9094, 9116

LDPC 的输出码字 $C = \{c_0, c_1, \dots, c_{9215}\}$ 由输入信息比特 $S = \{s_0, s_1, \dots, s_{K-1}\}$ 和校验比特 $P = \{p_0, p_1, \dots, p_{9215-K}\}$ 组成, 如下式所示:

$$c_{COL_ORDER(i)} = \begin{cases} p_i & 0 \leq i \leq 9215 - K \\ s_{i+K-9216} & 9216 - K \leq i \leq 9215 \end{cases}$$

5 式中, $COL_ORDER(i)$ 为码字比特映射向量, K 为信息比特长度 (1/2 码率时 $K = 4608$, 3/4 码率时 $K = 6912$)。

CMMB 系统中同时采用了 RS (Reed Solomon, 里德-索洛蒙) 码作为外码与 LDPC 码组成级联码, 编码流程如图 2 所示。RS 码的每个码元取自有限域 $GF(256)$, 为 $(240, k)$ 的截短码, k 可以取值为 176、192、224 和 240, 根据不同的取值, 可以获得不同纠错能力的 RS 码。

LDPC 码的译码一般采用基于 BP 算法的软判决译码算法, 如归一化的 Min-Sum 算法。RS 码的译码方法一般包括纠错译码和纠错译码, 纠错译码较之纠错译码具有更好的译码性能。目前, 针对 RS 码和 LDPC 码组成的级联码, 传统的译码算法只是将 LDPC 码的译码结果存入字节交织器后直接进行 RS 译码, 因此 RS 码只能做纠错译码, 这在一定程度上影响级联码的译码性能。

发明内容

本发明提供一种级联码的译码方法及装置, 以改善 RS 码和 LDPC 码的级联码的译码性能, 解决现有技术中级联码性能不好的问题。

本发明提供了一种级联码的译码方法, 用于低密度奇偶校验码 (LDPC) 和里德-索洛蒙 (RS) 码组成的级联码的译码, 所述方法包括:

对比特解交织后的数据流进行 LDPC 软判决迭代译码, 并利用校验矩阵对译码得到的 LDPC 码字进行校验判决;

25 对译码得到的 LDPC 码字的信息位进行解字节交织, 并将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息; 以及

根据所述 RS 码字的删余信息选择译码模式, 进行 RS 译码。

利用校验矩阵对译码得到的 LDPC 码字进行校验判决的步骤可以包括：利用校验矩阵 H 与译码得到的硬判决码字 C 的转置矩阵相乘，若乘积为零，则判决码字 C 校验正确，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为正确；若乘积不为零，则判决码字 C 校验错误，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为错误。将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息的步骤可以包括：将每一个 LDPC 码字对应的错误标记重复 L 次作为该 LDPC 码字所对应列的删余信息，其中，L 为该 LDPC 码字的信息位长度与交织器列长度的比值，L 为正整数。根据 RS 码字的删余信息选择译码模式的步骤可以包括：如果 RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围内，则选择纠删译码模式；若待删余位置的个数不在该范围内，则选择纠错译码模式。RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围可以是指：待删余位置的个数小于等于 RS 校验位的个数。

对译码得到的 LDPC 码字进行解字节交织的步骤可以包括：将译码得到的 LDPC 码字按列顺序写入交织器，按行顺序读出。

15 本发明还提供一种级联码的译码装置，包括 LDPC 译码模块、解字节交织模块和 RS 译码模块，所述装置还包括：LDPC 码字校验判决模块和 RS 译码模式选择模块，其中：

LDPC 译码模块设置成：完成 LDPC 码的软判决迭代译码，并将完成译码后的 LDPC 码字的信息位输出给解字节交织模块，将译码后的 LDPC 码字的信息位和校验位输出给 LDPC 码字校验判决模块；

LDPC 码字校验判决模块设置成完成译码后的 LDPC 码字的校验判决，并将 LDPC 码字的校验信息输出给解字节交织模块；

解字节交织模块设置成：将 LDPC 码字的信息位转换为字节的形式解交织输出，并提取 RS 码字给 RS 译码模块，以及，对 LDPC 码字校验信息进行处理，将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息，并输出给 RS 译码模式选择模块；

RS 译码模式选择模块设置成根据解字节交织模块输出的 RS 码字的删余信息完成 RS 译码模式的选择，并将选择结果输出给 RS 译码模块；

RS 译码模块设置成根据 RS 译码模式选择模块输出的选择结果完成 RS 码字的纠错译码或纠删译码。

LDPC 码字校验判决模块可设置成对译码后的 LDPC 码字按照以下方式进行校验判决：利用校验矩阵 H 与译码后的硬判决码字 C 的转置矩阵相乘，
5 若乘积为零，则判决码字 C 校验正确，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为正确；若不为零，则判决码字 C 校验错误，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为错误。解字节交织模块可设置成按照以下方式将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息：将每一个 LDPC 码字对应的错误标记重复 L 次作为该 LDPC 所对应列的删余信息，其中，L 为该 LDPC 码字的信息位长度与交织器列长度的比值，L 为正整数。RS 译码模式选择模块可设置成按照
10 以下方式完成 RS 译码模式的选择：如果 RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围内，则选择纠删译码模式；若待删余位置的个数不在该可纠正范围内，则选择纠错译码模式。其中，RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围内可以是指：待删余位置的个数小于等于 RS 码
15 字的 RS 校验位的个数。

解字节交织模块可设置成按照以下方式将 LDPC 码字的信息位转换为字节的形式解交织输出：将所述 LDPC 码字按列顺序写入交织器，按行顺序读出。

采用本发明所述的 RS 码与 LDPC 码组成的级联码的译码方案，可以在
20 不增加计算复杂度的情况下提高 RS 译码的性能，从而使 CMMB 终端接收性能较之传统方法有很大提高。

附图概述

- 图 1 是现有数字通信系统的仿真模型图；
25 图 2 是现有技术的 CMMB 系统中信道编码流程图；
图 3 是本发明实施例的级联码的译码装置的示意框图；
图 4 是本发明译码方法与传统译码方法的性能对比仿真图。

本发明的较佳实施方式

本发明提供了一种级联码的译码方法，应用于 RS 码和 LDPC 码组成的级联码的译码，可适用于 CMMB 系统中，其主要包括如下步骤：

5 步骤 a，对比特解交织后的数据流进行 LDPC 软判决迭代译码，并利用校验矩阵 H 对译码得到的 LDPC 码字进行校验判决；

步骤 b，对译码得到的 LDPC 码字的信息位进行解字节交织，并将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息；

步骤 c，根据 RS 码字的删余信息选择译码模式，进行 RS 译码。

10 其中，步骤 a 中，LDPC 译码操作可选择基于 BP 算法的软判决译码算法，并可通过模 2 和的运算对译码得到的 LDPC 码字（即硬判决码字 C，包括信息位和校验位）进行奇偶校验：如果校验矩阵 H 与硬判决码字 C 的转置矩阵的乘积为零，则码字 C 校验正确，若该乘积不为零，则码字 C 校验错误。具体地，假设译码后输出的硬判决码字 C 为一长度为 N 的行向量，校验矩阵 H 为 M 行 N 列的矩阵，如果 $H \cdot C^T = 0^T$ ，则码字 C 校验正确，同时将其对应的
15 错误标记 err_flag 设为 0，表示码字 C 译码正确；若上述乘积不为 0，则设 err_flag 的值为 1，表示码字 C 译码错误。

进一步地，步骤 b 中，对 LDPC 码字进行解字节交织是指：将译码得到的 LDPC 码字的信息位转换成字节的形式解交织输出。

20 由于 LDPC 码字在字节交织器中是按列存放的，根据 CMMB 协议可知，每一个 LDPC 码字的信息位长度都是交织器列长度的 L 倍（L 为正整数），因此，可采用如下方式将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息：将每一个 LDPC 码字对应的错误标记 err_flag 重复 L 次作为其所对应列的删余信息。

25 进一步地，步骤 c 中，根据 RS 码字的删余信息选择译码模式的过程包括：如果 RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围内，则选择纠删译码模式；若不在该范围内，则选择纠错译码模式。

其中，RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围是指：待删余位置的个数小于等于 RS 校验位的个数。

进一步地,上述的待删余位置是指通过 err_flag 得到的一个序列中错误标记 (err_flag 为 1) 的位置,而待删余位置的个数则是指这个序列中错误标记的个数。

下面结合附图及具体实施例对本发明技术方案的实施作进一步详细描述。

如图 2 所示,本发明实施例提供的级联码的译码装置包括:

LDPC 译码模块设置成:完成 LDPC 码的软判决迭代译码,并将完成译码后的 LDPC 码字的信息位输出给解字节交织模块,将译码后的 LDPC 码字的信息位和校验位输出给 LDPC 码字校验判决模块;

10 LDPC 码字校验判决模块设置成完成译码后的 LDPC 码字的校验判决,并将 LDPC 码字的校验信息输出给解字节交织模块;

解字节交织模块设置成:将 LDPC 码字的信息位转换为字节的形式解交织输出,并提取 RS 码字给 RS 译码模块,以及,对 LDPC 码字校验信息进行处理,将 LDPC 码字校验信息转换成 RS 码字的删余信息,并输出给 RS 译码
15 模式选择模块;

RS 译码模式选择模块设置成根据解字节交织模块输出的 RS 码字的删余信息完成 RS 译码模式的选择,并将选择结果输出给 RS 译码模块;

RS 译码模块设置成根据 RS 译码模式选择模块输出的选择结果完成 RS 码的纠错或删余译码。

20 其中,上述的 LDPC 译码模块是设置成在接收端的比特解交织输出之后,完成 LDPC 码的软判决迭代译码,并且输出硬判决码字 C。

其中,上述的 LDPC 码字校验判决模块根据 LDPC 译码模块输出的硬判决码字 C 和 LDPC 校验矩阵 H,通过模 2 和计算完成对码字 C 的奇偶校验判决。假设 C 为一长度为 N 的行向量, H 为 M 行 N 列的矩阵,如果 $H \cdot C^T = 0^T$,
25 则码字 C 校验正确,同时将其对应的错误标记 err_flag 设为 0;若上述乘积不为 0,则设 err_flag=1,表示码字 C 译码错误。

其中,上述的解字节交织模块分别与 LDPC 译码模块及 LDPC 码字校验判决模块的输出相连,并设置成将 LDPC 译码结果的信息位转换成字节的形

式解交织输出，同时将 LDPC 码字的检验信息转换成 RS 码字的删余信息输出。由于 LDPC 码字在字节交织器中是按列存放的，根据 CMMB 协议可知，每一个 LDPC 码字的信息位长度都是交织器列长度（即行数）的 L 倍（L 为一整数值），将每一个 LDPC 码字对应的错误标记 `err_flag` 重复 L 次作为其所对应的列的删余信息。

其中，上述的 RS 译码模式选择模块是根据解字节交织模块输出的删余信息进行判断，选择对应的译码模式：如果待删余位置的个数在 RS 纠删译码可纠正范围内，则选择纠删译码模式；若不在该范围内，则选择纠错译码模式。待删余位置的个数在 RS 纠删译码的纠正范围是指 RS 码的待删余位置的个数小于等于 RS 校验位的个数。

其中，上述的 RS 译码模块分别与解字节交织模块和译码模式选择模块相连，RS 译码模块可进行纠错译码及纠删译码两种译码模式，根据 RS 译码模式选择模块的输出决定相应译码模式的运算。

以下将结合具体实施例对本发明的级联码的译码方法作更进一步详细阐述。

本实施例的译码方法可适用于 CMMB 系统，其主要包括以下步骤：

步骤 101，完成比特解交织后数据流的 LDPC 译码操作，并输出硬判决码字 C；

其中，LDPC 译码模块的输入为比特的对数似然比信息，LDPC 译码操作可选择目前已有的基于 BP 算法的软判决译码算法，LDPC 译码完成后输出的硬判决码字 C 的长度为 9216 比特。

步骤 102，利用校验矩阵 H 对硬判决码字 C 进行奇偶校验；

对于 1/2 码率的 LDPC 码，H 为一 4068 行 9216 列的矩阵；对于 3/4 码率的 LDPC 码，H 为一 2304 行 9216 列的矩阵。

如果 $H \cdot C^T = 0^T$ ，则码字 C 校验正确，同时将其对应的错误标记 `err_flag` 设为 0；若上述乘积不为 0，则设 `err_flag=1`，表示码字 C 译码错误。其中，H 与 C 的乘积可以看作一系列模 2 和的运算，其计算方式为：将 H 的每一行非零元素的位置所对应的码字 C 的值求和并做模 2 运算，如果所有行的计算

结果都为 0，则 $H \cdot C^T = 0^T$ ；如果运算过程中出现某一行计算结果不为 0 的情况，则码字 C 译码错误，随之可以停止后续的模式 2 和运算。

步骤 103，将 LDPC 译码结果的信息位转换成字节的形式解交织输出，同时将 LDPC 码字的检验信息转换成 RS 码字的删余信息；

5 其中所述的字节转换方式为：将 LDPC 码字的信息位每 8 比特分为一组，将每一组按照低位优先的次序转换为 GF(256)域中的表示形式。

其中所述的解交织方式为：LDPC 码字按列顺序写入交织器，按行顺序读出。

其中所述的 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息的实现步
10 骤为：设 LDPC 码字的信息位比特长度为 M，则字节长度为 $M/8$ ；设字节交织器的行数为 R，一个 LDPC 所占用的字节交织器的列数为 $L = M/(8R)$ 。将每一个 LDPC 码字对应的错误标记 `err_flag` 重复 L 次作为其所对应列的删余信息。

步骤 104，根据转换的 RS 码字的删余信息进行判断，选择对应的 RS 译
15 码模式；

其实现步骤为：根据上述步骤 103 中得到的错误标记 `err_flag`，计算
20 `err_flag` 为 1 的个数 E，对于系统中使用的 RS 码来说，假设其码长为 N 字节，信息位长度为 K 字节，如果 E 小于或等于 $N - K$ （即 RS 校验位的个数），则输出纠删译码模式选择标志；若 E 大于 $N - K$ ，则输出纠错译码模式选择标志。

步骤 105，根据步骤 103 得到的 RS 码字以及步骤 104 得到的译码模式选
择标志，对 RS 码字进行译码操作。

图 4 中示出了当最大多普勒频移为 100Hz 时，本发明的译码方案与传统
25 方案的性能对比，其中，纵坐标为 BER（Bit Error Rate，误码率），横坐标为 SNR（Signal to Noise Ratio，信噪比），从图 4 中可以看出，与传统方案相比，采用本发明提供译码方案，可将译码性能提高约 0.7dB。

当然，本发明还可以有其他多种实施例，在不违背本发明实质的情况下，熟悉本领域的技术人员可根据本发明做出各种相应的改变和变形，但这些相

应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围内。

工业实用性

与现有技术相比，本发明可以在不增加计算复杂度的情况下提高 RS 译
5 码的性能，从而使 CMMB 终端接收性能较之传统方法有很大提高。

权 利 要 求 书

1、一种级联码的译码方法，其特征在于，该方法用于低密度奇偶校验码 LDPC 和里德-索洛蒙 RS 码组成的级联码的译码，所述方法包括：

对比特解交织后的数据流进行 LDPC 软判决迭代译码，并利用校验矩阵
5 对译码得到的 LDPC 码字进行校验判决；

对译码得到的 LDPC 码字的信息位进行解字节交织，并将所述 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息；以及

根据所述 RS 码字的删余信息选择译码模式，进行 RS 译码。

2、如权利要求 1 所述的方法，其中，利用校验矩阵对译码得到的 LDPC
10 码字进行校验判决的步骤包括：

利用校验矩阵 H 与译码得到的硬判决码字 C 的转置矩阵相乘，若乘积为零，则判决码字 C 校验正确，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为正确；若所述乘积不为零，则判决码字 C 校验错误，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为错误。

3、如权利要求 2 所述的方法，其中，将 LDPC 码字的校验信息转换成
15 RS 码字的删余信息的步骤包括：

将每一个 LDPC 码字对应的错误标记重复 L 次作为该 LDPC 码字所对应列的删余信息，其中， L 为该 LDPC 码字的信息位长度与交织器列长度的比值， L 为正整数。

4、如权利要求 3 所述的方法，其中，根据 RS 码字的删余信息选择译码
20 模式的步骤包括：

如果 RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围内，则选择纠删译码模式；若所述待删余位置的个数不在 RS 纠删译码的可纠正范围内，则选择纠错译码模式。

5、如权利要求 4 所述的方法，其中，RS 码字的待删余位置的个数在 RS
25 纠删译码的可纠正范围内是指：所述待删余位置的个数小于等于 RS 码字的 RS 校验位的个数。

6、如权利要求 1 所述的方法，其中，对译码得到的 LDPC 码字进行解字节交织的步骤为：

将所述译码得到的 LDPC 码字按列顺序写入交织器，按行顺序读出。

7、一种级联码的译码装置，包括低密度奇偶校验码 LDPC 译码模块、解字节交织模块和里德-索洛蒙 RS 译码模块，其特征在于，所述装置还包括 LDPC 码字校验判决模块和 RS 译码模式选择模块，其中：

所述 LDPC 译码模块设置成：完成 LDPC 码的软判决迭代译码，并将译码后的 LDPC 码字的信息位输出给解字节交织模块，将译码后的 LDPC 码字的信息位和校验位输出给 LDPC 码字校验判决模块；

10 所述 LDPC 码字校验判决模块设置成对译码后的 LDPC 码字进行校验判决，并将校验信息输出给解字节交织模块；

所述解字节交织模块设置成：将 LDPC 码字的信息位转换为字节的形式解交织输出，并提取 RS 码字给 RS 译码模块，以及，将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息，并输出给 RS 译码模式选择模块；

15 所述 RS 译码模式选择模块设置成根据解字节交织模块输出的 RS 码字的删余信息完成 RS 译码模式的选择，并将选择结果输出给 RS 译码模块；

所述 RS 译码模块设置成根据 RS 译码模式选择模块输出的选择结果完成 RS 码字的纠错译码或纠删译码。

20 8、如权利要求 7 所述的装置，其中，所述 LDPC 码字校验判决模块是设置成对译码后的 LDPC 码字按照以下方式进行校验判决：

利用校验矩阵 H 与译码后的硬判决码字 C 的转置矩阵相乘，若乘积为零，则判决码字 C 校验正确，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为正确；若乘积不为零，则判决码字 C 校验错误，并记录该码字 C 对应的错误标记的值为错误。

25 9、如权利要求 8 所述的装置，其中，所述解字节交织模块是设置成按照以下方式将 LDPC 码字的校验信息转换成 RS 码字的删余信息：

将每一个 LDPC 码字对应的错误标记重复 L 次作为该 LDPC 码字所对应的删余信息，其中，所述 L 为 LDPC 码字的信息位长度与交织器列长度的

比值，L 为正整数。

10、如权利要求 9 所述的装置，其中，所述 RS 译码模式选择模块设置成按照以下方式完成 RS 译码模式的选择：

5 如果所述 RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围内，则选择纠删译码模式；若所述待删余位置的个数不在所述可纠正范围内，则选择纠错译码模式。

11、如权利要求 10 所述的装置，其中，RS 码字的待删余位置的个数在 RS 纠删译码的可纠正范围内是指：所述待删余位置的个数小于等于 RS 码字的 RS 校验位的个数。

10 12、如权利要求 7 所述的装置，其中，所述解字节交织模块是设置成按照以下方式将 LDPC 码字的信息位转换为字节的形式解交织输出：将所述 LDPC 码字按列顺序写入交织器，按行顺序读出。

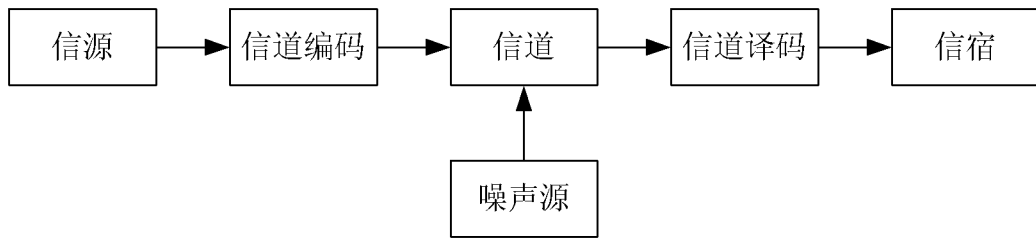


图 1

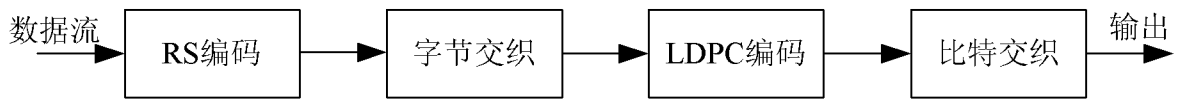


图 2

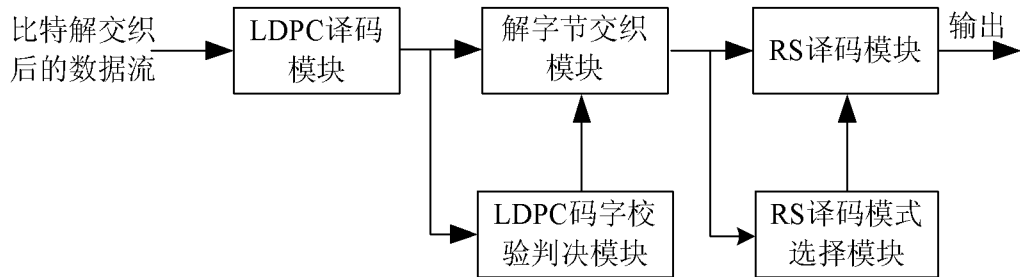


图 3

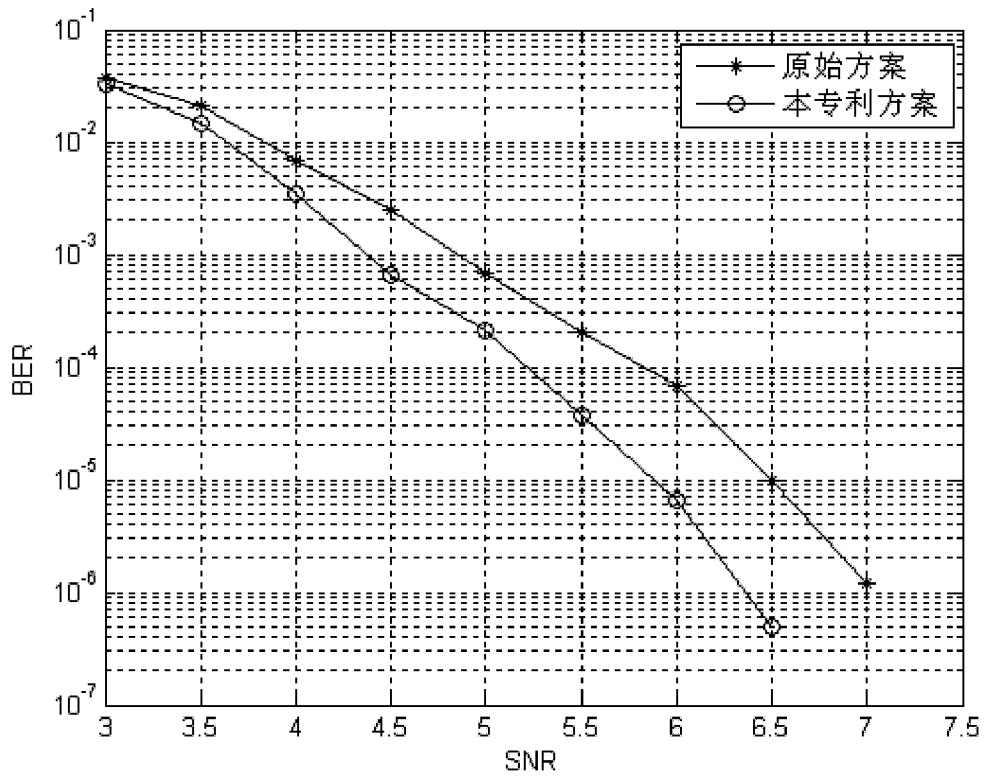


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2010/077975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M 13/00 (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)

IPC: H03M; H04L

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)

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI: concatenated, cascaded, decod+, low w density w parity w check, LDPC, reed, RS,
+interleav+, punctur+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101013931 A (BEIJING CHUANGYI SHITONG TECHNOLOGY CO LTD) 08 August 2007 (08.08.2007) the whole document	1-12
A	CN 101345607 A (UNIV XIAN ELECTRONICS SCI&TECHNOLOGY) 14 January 2009 (14.01.2009) the whole document	1-12
A	CN 101309086 A (UNIV SOUTHEAST) 19 November 2008 (19.11.2008) the whole document	1-12
A	CN 1599262 A (NANJING INST POSTS & TELECOM) 23 March 2005 (23.03.2005) the whole document	1-12
A	US 2004199847 A1 (CALABRO Stefano et al.) 07 October 2004 (07.10.2004) the whole document	1-12
A	US 2006224935 A1 (CAMERON Kelly Brian et al.) 15 October 2006 (15.10.2006) the whole document	1-12

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

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 10 January 2011 (10.01.2011)	Date of mailing of the international search report 20 Jan. 2011 (20.01.2011)
---	--

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer
LIU, Shaopin
Telephone No. (86-10)62411888

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2010/077975

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101013931 A	08.08.2007	CN 100588144 C	03.02.2010
CN 101345607 A	14.01.2009	None	
CN 101309086 A	19.11.2008	None	
CN 1599262 A	23.03.2005	CN 100417031 C	03.09.2008
US 2004199847 A1	07.10.2004	EP 1359672 A1	05.11.2003
US 2006224935 A1	05.10.2006	US 7447981 B2	04.11.2008
		US 2006224934 A1	05.10.2006
		US 7447984 B2	04.11.2008

<p>A. 主题的分类</p> <p style="text-align: center;">H03M 13/00 (2006.01) i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: H03M; H04L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI: 级联、译码、低密度奇偶校验、里德、交织、删余; concatenated, cascaded, decod+, low w density w parity w check, LDPC, reed, RS, +interleav+, punctur+</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">类 型*</th> <th style="width: 60%;">引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th style="width: 30%;">相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 101013931 A (北京创毅视讯科技有限公司) 08.8 月 2007 (08.08.2007) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101345607 A (西安电子科技大学) 14.1 月 2009 (14.01.2009) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101309086 A (东南大学) 19.11 月 2008 (19.11.2008) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1599262 A (南京邮电大学) 23.3 月 2005 (23.03.2005) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004199847 A1 (CALABRO Stefano 等) 07.10 月 2004 (07.10.2004) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006224935 A1 (CAMERON Kelly Brian 等) 05.10 月 2006 (05.10.2006) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 101013931 A (北京创毅视讯科技有限公司) 08.8 月 2007 (08.08.2007) 全文	1-12	A	CN 101345607 A (西安电子科技大学) 14.1 月 2009 (14.01.2009) 全文	1-12	A	CN 101309086 A (东南大学) 19.11 月 2008 (19.11.2008) 全文	1-12	A	CN 1599262 A (南京邮电大学) 23.3 月 2005 (23.03.2005) 全文	1-12	A	US 2004199847 A1 (CALABRO Stefano 等) 07.10 月 2004 (07.10.2004) 全文	1-12	A	US 2006224935 A1 (CAMERON Kelly Brian 等) 05.10 月 2006 (05.10.2006) 全文	1-12
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 101013931 A (北京创毅视讯科技有限公司) 08.8 月 2007 (08.08.2007) 全文	1-12																					
A	CN 101345607 A (西安电子科技大学) 14.1 月 2009 (14.01.2009) 全文	1-12																					
A	CN 101309086 A (东南大学) 19.11 月 2008 (19.11.2008) 全文	1-12																					
A	CN 1599262 A (南京邮电大学) 23.3 月 2005 (23.03.2005) 全文	1-12																					
A	US 2004199847 A1 (CALABRO Stefano 等) 07.10 月 2004 (07.10.2004) 全文	1-12																					
A	US 2006224935 A1 (CAMERON Kelly Brian 等) 05.10 月 2006 (05.10.2006) 全文	1-12																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p style="text-align: center;">10.1 月 2011 (10.01.2011)</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p style="text-align: center;">20.1 月 2011 (20.01.2011)</p>																					
<p>ISA/CN 的名称和邮寄地址:</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p style="text-align: center;">刘邵频</p> <p>电话号码: (86-10) 62411888</p>																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2010/077975

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 101013931 A	08.08.2007	CN 100588144 C	03.02.2010
CN 101345607 A	14.01.2009	无	
CN 101309086 A	19.11.2008	无	
CN 1599262 A	23.03.2005	CN 100417031 C	03.09.2008
US 2004199847 A1	07.10.2004	EP 1359672 A1	05.11.2003
US 2006224935 A1	05.10.2006	US 7447981 B2	04.11.2008
		US 2006224934 A1	05.10.2006
		US 7447984 B2	04.11.2008