



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104468441 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201310418725. 8

(22) 申请日 2013. 09. 13

(71) 申请人 福建联拓科技有限公司

地址 362000 福建省泉州市丰泽区高新技术产业园区内

申请人 北京联拓恒芯科技发展有限公司

(72) 发明人 张凌雁 胡赛桂 李晓晶 唐胜志 王香利

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 黄志华

(51) Int. Cl.

H04L 27/12(2006. 01)

H04L 27/14(2006. 01)

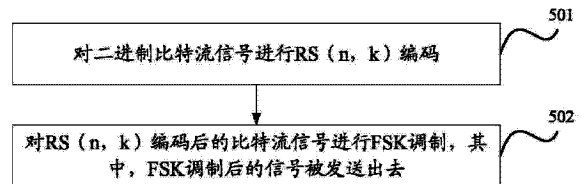
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

数字对讲机的信号编码调制 / 解调译码方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种数字对讲机的信号编码调制 / 解调译码方法及装置,用以解决现有采用 FSK 调制的数字对讲机解决突发错误的技术中存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。在本发明中,在发送端的数字对讲机中,对比特流进行 RS 编码和 FSK 调制,在接收端的数字对讲机中,对接收到的信号进行 FSK 解调和 RS 译码,由于 RS 编 / 译码技术适合于纠正突发错误,能够有效地纠正集中在一个二进制线性分组码的码块内的多个突发错误,故不需要采用交织技术使突发错误随机化和均匀化,从而在数字对讲机中不需要设置进行交织 / 解交织处理的功能模块,能够纠正突发错误,减少存储开销和处理延迟,能够降低实现成本。



1. 一种数字对讲机的信号编码调制方法,其特征在于,包括:

对二进制比特流信号进行里德-索洛蒙 RS (n, k) 编码;

对 RS (n, k) 编码后的比特流信号进行频移键控 FSK 调制,其中,FSK 调制后的信号被发送出去。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,对二进制比特流信号进行 RS (n, k) 编码,具体包括:

对输入的二进制比特流按 $k \times m$ 比特分组,每组包括 k 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是编码前的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;

根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G, 按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则, 计算 n-k 位监督符号 P; 其中, k 是编码前的信息符号数, n 是编码后的输出符号数;

将监督符号 P 按顺序放置在信息符号之后, 得到 n 个符号的 RS 码码字 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0) = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0, p_{n-k-1}, p_{n-k-2}, \dots, p_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是编码后的码符号, 由 m 个二进制比特组成, p_i $i = 0, \dots, n-k-1$ 是编码后的监督符号, 由 m 个二进制比特组成;

将包含 n 个符号的 RS 码码字还原成 $n \times m$ 比特的二进制比特流。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,对 RS (n, k) 编码的比特流信号进行 FSK 调制,具体包括:

对 RS 编码的比特流信号进行比特到符号的映射得到多电平符号流;

对多电平符号流通过低通滤波进行波形成形得到连续的输入信号;

用连续输入信号对本地载波进行频率调制。

4. 一种数字对讲机的信号编码调制装置,其特征在于,包括:

编码模块,用于对二进制比特流信号进行里德-索洛蒙 RS 编码;

调制模块,用于对所述编码模块进行 RS 编码后的比特流信号进行频移键控 FSK 调制,其中,FSK 调制后的信号被发送出去。

5. 根据权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述编码模块,具体用于:

对输入的二进制比特流按 $k \times m$ 比特分组,每组包括 k 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是编码前的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;

根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G, 按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则, 计算 n-k 位监督符号 P; 其中 k 是编码前的信息符号数, n 是编码后的输出符号数;

将监督符号 P 按顺序放置在信息符号之后, 得到 n 个符号的 RS 码码字 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0) = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0, p_{n-k-1}, p_{n-k-2}, \dots, p_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是编码后的码符号, 由 m 个二进制比特组成, p_i $i = 0, \dots, n-k-1$ 是编码后的监督符号, 由 m 个二进制比特组成;

将包含 n 个符号的 RS 码码字还原成 $n \times m$ 比特的二进制比特流。

6. 根据权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述调制模块,具体用于:

对 RS 编码的比特流信号进行比特到符号的映射得到多电平符号流；
对多电平符号流通过低通滤波进行波形成形得到连续的输入信号；
用连续输入信号对本地载波进行频率调制。

7. 一种数字对讲机的信号解调译码方法，其特征在于，包括：

对接收到的信号进行频移键控 FSK 解调；
对解调后的二进制比特流信号进行里德 - 索洛蒙 RS 译码。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，对接收到的信号进行 FSK 解调，具体包括：

对接收到的信号进行鉴频检测；
对鉴频输出信号进行匹配滤波；
对匹配滤波后的连续信号进行抽样判决得到离散的多电平符号；
对多电平符号进行符号到比特映射得到二进制比特流。

9. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，对解调后的二进制比特流进行 RS 译码，具体包括：

对接收到的二进制比特流按 $n \times m$ 比特分组，每组包括 n 个符号，每个符号由 m 个二进制比特组成，得到 n 个符号的 RS 码码块 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0)$ ，其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是译码前的码符号，由 m 个二进制比特组成， n 是译码前的符号数；

按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则，根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G ，计算伴随式 $S(X)$ ，确定错误位置多项式 $\sigma(X)$ ，寻找错误位置；

计算错误位置的错误值；根据错误值进行纠错，得到译码后的信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$ ，其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是译码后的信息符号，每个信息符号由 m 个二进制比特组成；

将包含 k 个符号的信息符号块转变成 $k \times m$ 比特的二进制信息流，其中， k 是译码后的信息符号数，每个信息符号由 m 个二进制比特组成。

10. 一种数字对讲机的信号解调译码装置，其特征在于，包括：

解调模块，用于对接收到的信号进行频移键控 FSK 解调；
译码模块，用于对所述解调模块解调后的二进制比特流信号进行里德 - 索洛蒙 RS 译码。

11. 根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述解调模块，具体用于：

对接收到的信号进行鉴频检测；
对鉴频输出信号进行匹配滤波；
对匹配滤波后的连续信号进行抽样判决得到离散的多电平符号；
对多电平符号进行符号到比特映射得到二进制比特流。

12. 根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述译码模块，具体用于：

对接收到的二进制比特流按 $n \times m$ 比特分组，每组包括 n 个符号，每个符号由 m 个二进制比特组成，得到 n 个符号的 RS 码码块 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0)$ ，其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是译码前的码符号，由 m 个二进制比特组成， n 是译码前的符号数；

按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则，根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G ，计算伴随

式 $S(X)$, 确定错误位置多项式 $\sigma(X)$, 寻找错误位置;

计算错误位置的错误值; 根据错误值进行纠错, 得到译码后的信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是译码后的信息符号, 每个信号符号由 m 个二进制比特组成;

将包含 k 个符号的信息符号块转变成 $k \times m$ 比特的二进制信息流, 其中, k 是译码后的信息符号数, 每个信号符号由 m 个二进制比特组成。

数字对讲机的信号编码调制 / 解调译码方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及数字对讲机领域,特别涉及一种数字对讲机的信号编码调制 / 解调译码方法及装置。

背景技术

[0002] 数字对讲机是一种无线且可在移动中使用的一点对多点进行通信的终端设备,属于专用数字无线通信技术领域,由于其具有即时沟通、运营成本低、设备体积小、使用方便、话音质量高等特点,得到了广泛的应用。目前国际上应用比较广泛的数字对讲机标准有 ETSI(European Telecommunications Standards Institute,欧洲电信标准化协会)的 DPMR(Digital Private Mobile Radio,数字个人移动无线电)/DMR(Digital Mobile Radio,数字移动无线电);美国的 P25 等标准。目前 DPMR/DMR 标准已逐步成为国际数字对讲机主流技术标准。

[0003] 在 DPMR/DMR 标准中所采用的信道编码方案如图 1 所示,在发送端,对二进制比特流进行信道编码、交织和 FSK(Frequency-shift keying,频移键控)调制后发送出去。如图 2 所示,在接收端,对接收到的信号进行 FSK 解调、解交织和译码后得到二进制比特流。

[0004] 在发送端,采用 FSK 调制技术将数字对讲机物理信道上传输的二进制数据流映射到调制符号上。其调制原理请参阅图 3,首先,将输入的二进制序列按奇位、偶位进行串并转换;再根据 DPMR/DMR 标准中符号和信息比特的映射关系进行比特到符号映射,即将二进制的 0、1 序列映射为相应的四电平符号流;然后,对这些符号流进行处理并经过 $H(f)$ 滤波器进行成形滤波平滑处理,得到连续的输入调制信号;最后,将输入调制信号输入频率调制器进行 FM(Frequency Modulation,频率调制)调制,得到 FSK 调制输出信号。

[0005] 在接收端,采用 FSK 解调技术将接收到的信号进行 FSK 解调得到比特流。其解调原理如图 4 所示,首先,鉴频器检出调制信号,通过匹配滤波器滤波、抽样判决后获得四电平符号,再通过符号到比特映射将四电平符号映射为二进制比特流。

[0006] 在上述方案中,由于接收端的鉴频器是一个非线性信号处理模块,来自信道的高斯白噪声经过鉴频器的非线性处理后,其结果是有色噪声,其对有用信号的干扰效果是非均匀的,呈突发干扰的特点。另外在衰落信道环境,干扰也具有突发错误的特点。信道编码一般采用卷积码或二进制线性分组码。针对错误均匀的信道环境,卷积码是一种非常有效的纠错编码,但对于突发错误,卷积码具有错误传播的特性。对于二进制线性分组码来说,为了综合考虑译码性能和实现复杂度之间的平衡,与所要传输的数据帧长度相比,二进制线性分组码的码长相对较短,通常一个数据帧由几个二进制线性分组码码块组成,如果上述突发错误集中在一个二进制线性分组码的码块内,将导致其纠错能力大大下降。为了解决上述突发错误导致的系统性能下降,在现有技术中通常采用交织技术使突发错误随机化和均匀化,从而提高编解方案的纠错能力。由于采用了交织技术,系统将需要增加存储开销和处理延迟,增加了系统实现的成本。

[0007] 可见,目前解决突发错误的技术方案,存在纠错能力有限、且存储开销和处理延迟

大、系统实现成本高的问题。

发明内容

[0008] 本发明实施例提供一种数字对讲机的信号编码调制 / 解调译码方法及装置,用以解决现有采用 FSK 调制的数字对讲机解决错误突发的技术中存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0009] 本发明实施例技术方案如下:

[0010] 一种数字对讲机的信号编码调制方法,包括:对二进制比特流信号进行里德-索洛蒙 RS (n, k) 编码;对 RS (n, k) 编码后的比特流信号进行频移键控 FSK 调制,其中,FSK 调制后的信号被发送出去。

[0011] 其中,对二进制比特流信号进行 RS (n, k) 编码,具体包括:对输入的二进制比特流按 $k \times m$ 比特分组,每组包括 k 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是编码前的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G,按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则,计算 n-k 位监督符号 P;其中, k 是编码前的信息符号数, n 是编码后的输出符号数;将监督符号 P 按顺序放置在信息符号之后,得到 n 个符号的 RS 码码字 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0) = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0, p_{n-k-1}, p_{n-k-2}, \dots, p_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是编码后的码符号,由 m 个二进制比特组成, p_i $i = 0, \dots, n-k-1$ 是编码后的监督符号,由 m 个二进制比特组成;将包含 n 个符号的 RS 码码字还原成 $n \times m$ 比特的二进制比特流。

[0012] 其中,对 RS (n, k) 编码的比特流信号进行 FSK 调制,具体包括:对 RS 编码的比特流信号进行比特到符号的映射得到多电平符号流;对多电平符号流通过低通滤波进行波形成形得到连续的输入信号;用连续输入信号对本地载波进行频率调制。

[0013] 一种数字对讲机的信号编码调制装置,包括:编码模块,用于对二进制比特流信号进行里德-索洛蒙 RS 编码;调制模块,用于对所述编码模块进行 RS 编码后的比特流信号进行频移键控 FSK 调制,其中,FSK 调制后的信号被发送出去。

[0014] 其中,所述编码模块,具体用于:对输入的二进制比特流按 $k \times m$ 比特分组,每组包括 k 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是编码前的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G,按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则,计算 n-k 位监督符号 P;其中 k 是编码前的信息符号数, n 是编码后的输出符号数;将监督符号 P 按顺序放置在信息符号之后,得到 n 个符号的 RS 码码字 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0) = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0, p_{n-k-1}, p_{n-k-2}, \dots, p_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是编码后的码符号,由 m 个二进制比特组成, p_i $i = 0, \dots, n-k-1$ 是编码后的监督符号,由 m 个二进制比特组成;将包含 n 个符号的 RS 码码字还原成 $n \times m$ 比特的二进制比特流。

[0015] 其中,所述调制模块,具体用于:对 RS 编码的比特流信号进行比特到符号的映射得到多电平符号流;对多电平符号流通过低通滤波进行波形成形得到连续的输入信号;用连续输入信号对本地载波进行频率调制。

[0016] 一种数字对讲机的信号解调译码方法,包括:对接收到的信号进行频移键控 FSK 解调;对解调后的二进制比特流信号进行 RS 译码。

[0017] 其中,对接收到的信号进行 FSK 解调,具体包括:对接收到的信号进行鉴频检测;对鉴频输出信号进行匹配滤波;对匹配滤波后的连续信号进行抽样判决得到离散的多电平符号;对多电平符号进行符号到比特映射得到二进制比特流。

[0018] 其中,对解调后的二进制比特流进行 RS 译码,具体包括:对接收到的二进制比特流按 $n \times m$ 比特分组,每组包括 n 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到 n 个符号的 RS 码码块 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是译码前的码符号,由 m 个二进制比特组成, n 是译码前的符号数;按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则,根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G , 计算伴随式 $S(X)$, 确定错误位置多项式 $\sigma(X)$, 寻找错误位置;计算错误位置的错误值;根据错误值进行纠错,得到译码后的信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是译码后的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;将包含 k 个符号的信息符号块转变成 $k \times m$ 比特的二进制信息流,其中, k 是译码后的信息符号数,每个信号符号由 m 个二进制比特组成。

[0019] 一种数字对讲机的信号解调译码装置,包括:解调模块,用于对接收到的信号进行频移键控 FSK 解调;译码模块,用于对解调后的二进制比特流信号进行 RS 译码。

[0020] 其中,所述解调模块,具体用于:对接收到的信号进行鉴频检测;对鉴频输出信号进行匹配滤波;对匹配滤波后的连续信号进行抽样判决得到离散的多电平符号;对多电平符号进行符号到比特映射得到二进制比特流。

[0021] 其中,所述译码模块,具体用于:对接收到的二进制比特流按 $n \times m$ 比特分组,每组包括 n 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到 n 个符号的 RS 码码块 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是译码前的码符号,由 m 个二进制比特组成, n 是译码前的符号数;按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则,根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G , 计算伴随式 $S(X)$, 确定错误位置多项式 $\sigma(X)$, 寻找错误位置;计算错误位置的错误值;根据错误值进行纠错,得到译码后的信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是译码后的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;将包含 k 个符号的信息符号块转变成 $k \times m$ 比特的二进制信息流,其中, k 是译码后的信息符号数,每个信号符号由 m 个二进制比特组成。

[0022] 根据本发明实施例提供的技术方案,由于 RS 编码和译码技术适合于纠正突发错误,能够有效地纠正集中在一个二进制线性分组码的码块内的多个错误突发,故不需要采用交织技术使突发错误随机化和均匀化,从而在发送端的数字对讲机中仅对信号进行 RS 编码和 FSK 调制就能将信号发送出去,在接收到的数字对讲机中仅对信号进行 FSK 解调和 RS 译码就能得到有效的信号,从而在数字对讲机中不需要设置进行交织或解交织处理的功能模块,能够显著地减少存储开销和处理延迟,能够降低实现成本,从而能够解决现有的针对突发错误的解决方案所存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0023] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变

得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

- [0024] 图 1 为现有技术中在数字对讲机中进行编码调制的原理框图；
 [0025] 图 2 为现有技术中在数字对讲机中进行解调译码的原理框图；
 [0026] 图 3 为现有技术中在数字对讲机中进行 FSK 调制的原理框图；
 [0027] 图 4 为现有技术中在数字对讲机中进行 FSK 解调的原理框图；
 [0028] 图 5 为本发明实施例提供的数字对讲机的信号编码调制方法的工作流程图；
 [0029] 图 6 为本发明实施例提供的数字对讲机的信号编码调制装置的结构框图；
 [0030] 图 7 为本发明实施例提供的数字对讲机的信号编码调制方法的另一工作流程图；
 [0031] 图 8 为本发明实施例提供的数字对讲机的信号编码调制装置的另一结构框图。

具体实施方式

[0032] 以下结合附图对本发明的实施例进行说明,应当理解,此处所描述的实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0033] 针对现有的针对数字对讲机的突发错误解决方案所存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题,本发明实施例提供了一种数字对讲机的信号编码调制/解调译码方法及装置,用以解决该问题。

[0034] 在本发明实施例的技术方案中,在发送端的数字对讲机中,对比特流进行 RS 编码和 FSK 调制,在接收端的数字对讲机中,对接收到的信号进行 FSK 解调和 RS 译码,由于 RS 编码和译码技术适合于纠正突发错误,能够有效地纠正集中在一个二进制线性分组码的码块内的多个错误突发,故不需要采用交织技术使错误突发随机化和均匀化,从而在数字对讲机中不需要设置进行交织或解交织处理的功能模块,能够有效和显著地纠正突发错误,能够显著地减少存储开销和处理延迟,能够降低实现成本,从而能够解决现有的针对突发错误的解决方案存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0035] 下面对本发明实施例的技术方案进行详细说明

[0036] 图 5 示出了本发明实施例提供的数字对讲机的信号编码调制方法的工作流程图,该方法包括:

[0037] 步骤 501、对二进制比特流信号进行 RS (n, k) 编码;

[0038] 其中,进行 RS 编码的具体过程包括:

[0039] 对输入的二进制比特流按 $k \times m$ 比特分组,每组包括 k 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是编码前的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;

[0040] 根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G,按伽罗华域 $GF(2^m)$ 上的运算规则,计算 n-k 位监督符号 P;其中, k 是编码前的信息符号数, n 是编码后的输出符号数;

[0041] 将监督符号 P 按顺序放置在信息符号之后,得到 n 个符号的 RS 码码字 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0) = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0, p_{n-k-1}, p_{n-k-2}, \dots, p_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是编码后

的码符号,由 m 个二进制比特组成, p_i $i = 0, \dots, n-k-1$ 是编码后的监督符号,由 m 个二进制比特组成;

[0042] 将包含 n 个符号的 RS 码码字还原成 $n \times m$ 比特的二进制比特流;

[0043] 步骤 502、对 RS (n, k) 编码后的比特流信号进行 FSK 调制,其中,FSK 调制后的信号被发送出去。

[0044] 具体地,进行 FSK 调制的过程包括:对 RS 编码的比特流信号进行比特到符号的映射得到多电平符号流;对多电平符号流通过低通滤波进行波形成形得到连续的输入信号;用连续输入信号对本地载波进行频率调制。其中,FSK 调制可以包括 2FSK、4FSK、MFSK (通常 $M = 2^n$, n 为大于 1 的正整数) 或者 MSK。

[0045] 根据上述处理过程,在发送端的数字对讲机中,对比特流进行 RS 编码和 FSK 调制,由于 RS 编码技术适合于纠正突发错误,能够有效地纠正集中在一个二进制线性分组码的码块内的多个突发错误,故不需要采用交织技术使突发错误随机化和均匀化,从而在数字对讲机中不需要设置进行交织处理的功能模块,能够有效和显著地纠正突发错误,能够显著地减少存储开销和处理延迟,能够降低实现成本,从而能够解决现有的针对突发错误的解决方案所存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0046] 相应地,基于相同的发明构思,本发明实施例还提供了一种数字对讲机的信号编码调制装置,该装置位于发送端的数字对讲机中,如图 6 所示,该装置包括:

[0047] 编码模块 61,用于对二进制比特流信号进行 RS 编码;

[0048] 具体地,编码模块 61 对输入的二进制比特流按 $k \times m$ 比特分组,每组包括 k 个符号,每个符号由 m 个二进制比特组成,得到信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是编码前的信息符号,每个信号符号由 m 个二进制比特组成;

[0049] 根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G ,按 $GF(2^m)$ 上的运算规则,计算 $n-k$ 位监督符号 P ;其中 k 是编码前的信息符号数, n 是编码后的输出符号数;

[0050] 将监督符号 P 按顺序放置在信息符号之后,得到 n 个符号的 RS 码码字 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0) = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0, p_{n-k-1}, p_{n-k-2}, \dots, p_0)$, 其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是编码后的码符号,由 m 个二进制比特组成, p_i $i = 0, \dots, n-k-1$ 是编码后的监督符号,由 m 个二进制比特组成;

[0051] 将包含 n 个符号的 RS 码码字还原成 $n \times m$ 比特的二进制比特流;

[0052] 调制模块 62,连接至编码模块 61,用于对所述编码模块 61 进行 RS 编码后的比特流信号进行频移键控 FSK 调制,其中,FSK 调制后的信号被发送出去;

[0053] 具体地,调制模块 62 对 RS 编码的比特流信号进行比特到符号的映射得到多电平符号流;对多电平符号流通过低通滤波进行波形成形得到连续的输入信号;用连续输入信号对本地载波进行频率调制。

[0054] 通过上述装置,也能够在发送端的数字对讲机中,对比特流进行 RS 编码和 FSK 调制,不需要设置进行交织处理的功能模块,能够有效和显著地纠正突发错误,能够显著地减少存储开销和处理延迟,能够降低实现成本,从而能够解决现有的针对突发错误的解决方案所存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0055] 图 7 示出了本发明实施例提供的数字对讲机的信号解调译码方法的工作流程图,

该方法包括：

[0056] 步骤 701、对接收到的信号进行 FSK 解调；

[0057] 具体地，进行 FSK 解调的过程包括：对接收到的信号进行鉴频检测；对鉴频输出信号进行匹配滤波；对匹配滤波后的连续信号进行抽样判决得到离散的多电平符号；对多电平符号进行符号到比特映射得到二进制比特流；

[0058] 步骤 702、对解调后的二进制比特流信号进行 RS 译码；

[0059] 具体地，进行 RS 译码的过程包括：

[0060] 对接收到的二进制比特流按 $n \times m$ 比特分组，每组包括 n 个符号，每个符号由 m 个二进制比特组成，得到 n 个符号的 RS 码码块 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0)$ ，其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是译码前的码符号，由 m 个二进制比特组成， n 是译码前的符号数；

[0061] 按 $GF(2^m)$ 上的运算规则，根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G ，计算伴随式 $S(X)$ ，确定错误位置多项式 $\sigma(X)$ ，寻找错误位置；

[0062] 计算错误位置的错误值；根据错误值进行纠错，得到译码后的信息符号块 $\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$ ，其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是译码后的信息符号，每个信息符号由 m 个二进制比特组成；

[0063] 将包含 k 个符号的信息符号块转变成 $k \times m$ 比特的二进制信息流，其中， k 是译码后的信息符号数，每个信息符号由 m 个二进制比特组成。

[0064] 根据上述处理过程，在接收端的数字对讲机中，对比特流进行 FSK 解调和 RS 译码，由于 RS 编码技术适合于纠正突发错误，能够有效地纠正集中在一个二进制线性分组码的码块内的多个突发错误，故在数字对讲机中不需要设置进行解交织处理的功能模块，能够有效和显著地纠正突发错误，能够显著地减少存储开销和处理延迟，能够降低实现成本，从而能够解决现有的针对突发错误的解决方案所存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0065] 相应地，基于相同的发明构思，本发明实施例还提供了一种数字对讲机的信号解调译码装置，该装置位于接收端的数字对讲机中，如图 8 所示，该装置包括：

[0066] 解调模块 81，用于对接收到的信号进行 FSK 解调；

[0067] 具体地，解调模块 81 对接收到的信号进行鉴频检测；对鉴频输出信号进行匹配滤波；对匹配滤波后的连续信号进行抽样判决得到离散的多电平符号；对多电平符号进行符号到比特映射得到二进制比特流；

[0068] 译码模块 82，连接至解调模块 81，用于对解调模块 81 解调后的二进制比特流信号进行 RS 译码；

[0069] 具体地，译码模块 82 对接收到的二进制比特流按 $n \times m$ 比特分组，每组包括 n 个符号，每个符号由 m 个二进制比特组成，得到 n 个符号的 RS 码码块 $\vec{c} = (c_{n-1}, c_{n-2}, \dots, c_0)$ ，其中 c_i $i = 0, \dots, n-1$ 是译码前的码符号，由 m 个二进制比特组成， n 是译码前的符号数；

[0070] 按 $GF(2^m)$ 上的运算规则，根据相应 RS (n, k) 所对应的生成矩阵 G ，计算伴随式 $S(X)$ ，确定错误位置多项式 $\sigma(X)$ ，寻找错误位置；

[0071] 计算错误位置的错误值；根据错误值进行纠错，得到译码后的信息符号块

$\vec{a} = (a_{k-1}, a_{k-2}, \dots, a_0)$, 其中 a_i $i = 0, \dots, k-1$ 是译码后的信息符号, 每个信号符号由 m 个二进制比特组成;

[0072] 将包含 k 个符号的信息符号块转变成 $k \times m$ 比特的二进制信息流, 其中, k 是译码后的信息符号数, 每个信号符号由 m 个二进制比特组成。

[0073] 通过上述装置, 也能够在接收端的数字对讲机中, 对接收到的信号进行 FSK 解调和 RS 译码, 不需要设置进行交织处理的功能模块, 能够有效和显著地纠正突发错误, 能够显著地减少存储开销和处理延迟, 能够降低实现成本, 从而能够解决现有的针对突发错误的解决方案所存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0074] 上述分别提供了在发送端的数字对讲机中进行编码调制的方法和装置, 以及在接收端的数字对讲机中进行解调译码的方法和装置, 在具体应用的过程中, 可以在同一个数字对讲机中分别应用上述编码调制 / 解调译码的方法, 以及在共同设置上述编码调制 / 解调译码的装置, 以满足实际应用的需要。

[0075] 综上所述, 在本发明实施例的技术方案中, 在发送端的数字对讲机中, 对比特流进行 RS 编码和 FSK 调制, 在接收端的数字对讲机中, 对接收到的信号进行 FSK 解调和 RS 译码, 由于 RS 编码和译码技术适合于纠正突发错误, 能够有效地纠正集中在一个二进制线性分组码的码块内的多个突发错误, 故不需要采用交织技术使突发错误随机化和均匀化, 从而在数字对讲机中不需要设置进行交织或解交织处理的功能模块, 能够有效和显著地纠正突发错误, 能够显著地减少存储开销和处理延迟, 能够降低实现成本, 从而能够解决现有的针对突发错误的解决方案所存在的纠错能力有限、存储开销和处理延迟大、系统实现成本高的问题。

[0076] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成, 所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中, 该程序在执行时, 包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0077] 另外, 在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中, 也可以是各个单元单独物理存在, 也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现, 也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用, 也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

[0078] 本领域内的技术人员应明白, 本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0079] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能

的装置。

[0080] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0081] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0082] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

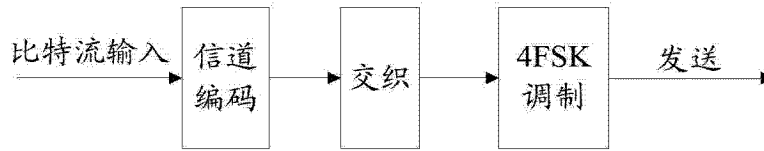


图 1

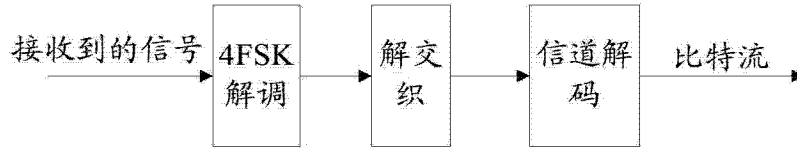


图 2

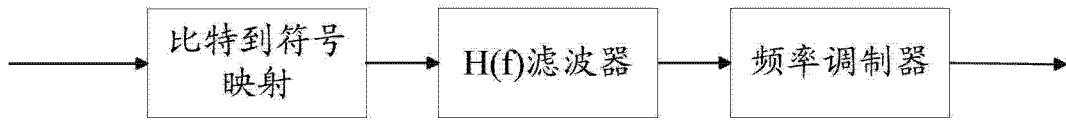


图 3

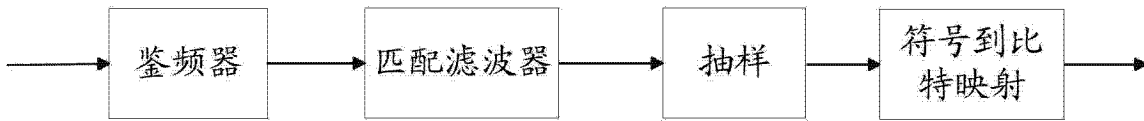


图 4

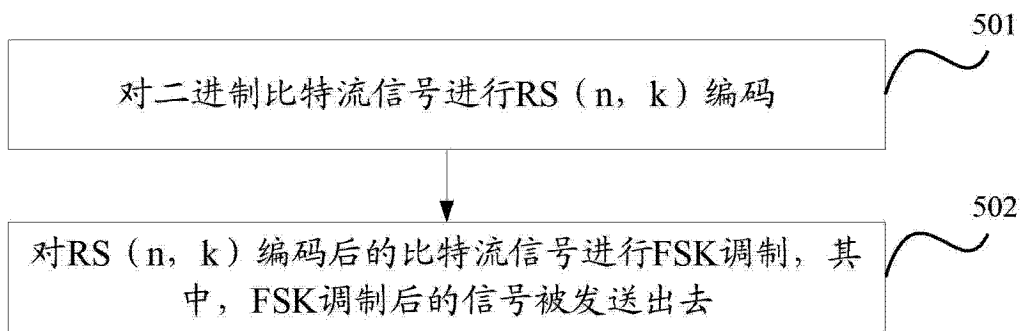


图 5

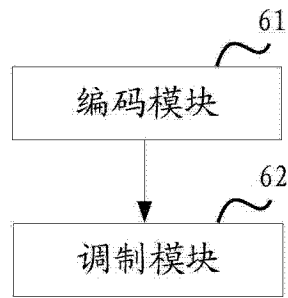


图 6

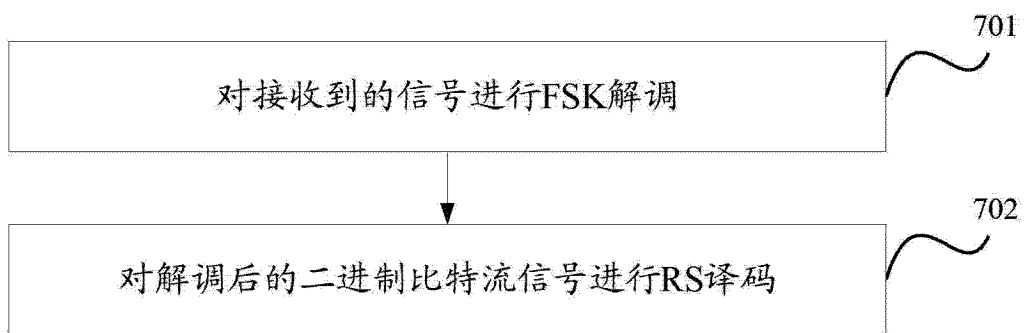


图 7

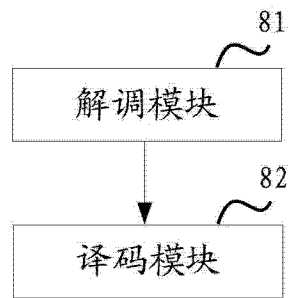


图 8