



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104917588 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201510171793. 8

(22) 申请日 2015. 04. 13

(71) 申请人 李焱

地址 214000 江苏省无锡市滨湖区滴翠路  
100号A幢1206室

(72) 发明人 李焱 黄锋

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所  
(普通合伙) 32249

代理人 朱亮淞

(51) Int. Cl.

H04L 1/00(2006. 01)

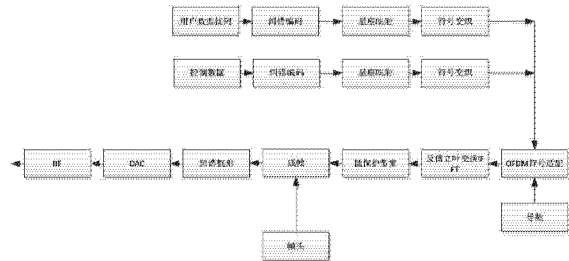
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

提高非视距毫米波室内通信系统传输可靠性  
信道编码方法

(57) 摘要

本发明公开了一种提高非视距毫米波室内通信系统传输可靠性的信道编码方法,提出使用变码长的低密度校验码来提高毫米波通信系统的通信可靠性,主要采用纠错系统在同一编码速率下可以对不同比特数的用户数据产生不同长度的冗余数据,将用户数据与冗余数据结合形成不同码长的纠错码,并在信令域中使用至少1个比特的控制信息指示当前传输所选择的码长,发射机根据各通信信道和传输信号的质量,选用能提供保证通信可靠性的码长,并通过控制信息将码长信息传送给接收机,接收机根据收到的控制信息使用对应码长的纠错码对数据进行解码。本发明的信道编码方法有效地提高了毫米波无线通信系统对传输信道变化的适应性,从而提高系统的传输可靠性。



1. 一种提高非视距毫米波室内通信系统传输可靠性的信道编码方法,其特征在于:毫米波通信系统中发射机的纠错系统在同一编码速率下根据可以对不同比特数的用户数据产生不同长度的冗余数据,将用户数据与冗余数据结合形成不同码长的纠错码,并在信令域中使用至少 1 个比特的控制信息来协同发射机与接收机,控制信息指示当前传输所选择的码长,发射机根据各通信信道和信号的质量,选用能提供保证通信可靠性的码长,并通过控制信息将码长信息传送给接收机,接收机根据收到的控制信息使用对应码长的纠错码对数据进行解码。

2. 根据权利要求 1 所述的提高非视距毫米波通信系统传输可靠性的信道编码方法,其特征在于:控制信息的比特数取大于或等于  $\log_2(t)$  的最小整数,  $t$  为可选码长的个数。控制信息可以放在物理层帧头里传输。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的提高非视距毫米波通信系统传输可靠性的信道编码方法,其特征在于:所述纠错码为准循环低密度校验码,所述准循环低密度校验码由基矩阵与子矩阵定义;对于不同码长的纠错码,采用同一个基矩阵和不同尺寸的子矩阵定义,码长最小的纠错码的子矩阵尺寸为最小尺寸,其余码长的纠错码的子矩阵的尺寸是最小尺寸的整数倍,所述矩阵尺寸即为矩阵的行数或者列数。

4. 根据权利要求 3 所述的提高非视距毫米波通信系统传输可靠性的信道编码方法,其特征在于:使用码长为 672、1344 和 2016 三种码长的准循环低密度校验码,可选编码速率包括  $1/2$ 、 $5/8$ 、 $3/4$  和  $13/16$ ,并在信令域中使用 2 个比特来标识当前传输所选择的码长,00、01、10、11 中的三个编号分别指示 672、1344 和 2016 三种码长的准循环低密度校验码中的一种,余下的一个编号为保留位。

5. 根据权利要求 3 所述的提高非视距毫米波通信系统传输可靠性的信道编码方法,其特征在于:使用码长为 672 和 2016 两种码长的准循环低密度校验码,可选编码速率包括  $1/2$ 、 $5/8$ 、 $3/4$  和  $13/16$ ,并在信令域中使用 1 个比特来标识当前传输所选择的码长,0、1 分别指示 672 和 2016 两种码长的准循环低密度校验码中的一种。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的提高非视距毫米波通信系统传输可靠性的信道编码方法,其特征在于:室内毫米波通信系统基于 IEEE802. 11aj 通信标准。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的提高非视距毫米波通信系统传输可靠性的信道编码方法,其特征在于:室内毫米波通信系统基于中国 45GHz 室内个域网通信国家标准。

## 提高非视距毫米波室内通信系统传输可靠性信道编码方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种信道编码方法,特别是一种提高非视距毫米波通信系统可靠性的信道编码方法

### 背景技术

[0002] 在无线通信领域中,毫米波的频率在 30GHz 以上,相对于频率较低的频段,毫米波频段具有丰富的带宽资源,因此毫米波通信系统可以通过扩大通信信道带宽来提高通信系统的数据传输速率。但毫米波因为其频率较高,在传输中会有较大的空气衰减以及传输衰减,信号的波长较短造成信号传输中特别是室内非视距传输中绕射能力差和容易被散射。这些都造成毫米波无线通信系统的通信信道衰落和接收信号能量波动大,对通信可靠性影响大。毫米波通信系统采用的提高传输可靠性的技术包括:正交多载波调制 (OFDM)、先进的纠错码(如低密度校验码-LDPC)、波束成形 (beam forming),自适应调制编码 (adaptive modulation and coding) 等。在现有的毫米波无线通信系统中,信号因为传输衰减大,信号绕射能力差,天线有效接收面积小,在非视距通信条件下通信可靠性容易受影响。

### 发明内容

[0003] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种新型的信道编码方案和构造变码长准循环低密度校验码的方法,可以有效的提高毫米波无线通信系统的传输可靠性。

[0004] 技术方案:为实现上述目的,本发明的提高非视距毫米波通信系统传输可靠性的信道编码方法是让毫米波通信系统中发射机的纠错系统在同一编码速率下根据可以对不同比特数的用户数据产生不同长度的冗余数据,将用户数据与冗余数据结合形成不同码长的纠错码,并在信令域中使用至少 1 个比特的控制信息来协同发射机与接收机,控制信息指示当前传输所选择的码长,发射机根据各通信信道和信号的质量,选用能提供保证通信可靠性的码长,并通过控制信息将码长信息传送给接收机,接收机根据收到的控制信息使用对应码长的纠错码对数据进行解码。

[0005] 作为本发明技术方案的进一步改进,上述控制信息的比特数取大于或等于  $\log_2(t)$  的最小整数,  $t$  为可选码长的个数。控制信息可以放在物理层帧头里传输。

[0006] 作为本发明技术方案的进一步改进,所述纠错码为准循环低密度校验码,所述准循环低密度校验码由基矩阵与子矩阵定义;对于不同码长的纠错码,采用同一个基矩阵和不同尺寸的子矩阵定义,码长最小的纠错码的子矩阵尺寸为最小尺寸,其余码长的纠错码的子矩阵的尺寸是最小尺寸的整数倍,所述矩阵尺寸即为矩阵的行数或者列数。

[0007] 作为本发明技术方案的进一步改进,优先使用码长为 672、1344 和 2016 三种码长的准循环低密度校验码,可选编码速率包括  $1/2$ 、 $5/8$ 、 $3/4$  和  $13/16$ ,并在信令域中使用 2 个比特来标识当前传输所选择的码长,00、01、10、11 中的三个编号分别指示 672、1344 和 2016 三种码长的准循环低密度校验码中的一种,余下的一个编号为保留位。

[0008] 作为本发明技术方案的进一步改进, 优先使用码长为 672 和 2016 两种码长的准循环低密度校验码, 可选编码速率包括  $1/2$ 、 $5/8$ 、 $3/4$  和  $13/16$ , 并在信令域中使用 1 个比特来标识当前传输所选择的码长, 0、1 分别指示 672 和 2016 两种码长的准循环低密度校验码中的一种。

[0009] 作为本发明技术方案的进一步改进, 毫米波通信系统基于 IEEE802. 11aj 通信标准。

[0010] 作为本发明技术方案的进一步改进, 毫米波通信系统基于中国 45GHz 室内个域网通信国家标准。

[0011] 有益效果: 本发明提出在毫米波通信系统中同一编码速率下可使用不同码长的纠错系统, 可以在通信系统通信过程中, 发射机根据通信信道和传输信号的质量, 选用能保证通信可靠性的码长, 并通过控制信息将码长信息传送给接收机, 接收机根据收到的控制信息使用对应码长的纠错码对数据进行解码, 从而有效地提高毫米波无线通信系统对传输信道变化的适应性, 从而提高系统的传输可靠性。

### 附图说明

[0012] 附图 1 为一种典型的毫米波无线通信系统发射器;

[0013] 附图 2 为在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $1/2$ , 码长为 762 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能对比图, 其中纵坐标为编码错误率, 横坐标为码字错误率;

[0014] 附图 3 为在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $5/8$ , 码长为 762 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能对比图, 其中纵坐标为编码错误率, 横坐标为码字错误率;

[0015] 附图 4 为在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $3/4$ , 码长为 762 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能对比图, 其中纵坐标为编码错误率, 横坐标为码字错误率;

[0016] 附图 5 为在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $13/16$ , 码长为 762 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能对比图, 其中纵坐标为编码错误率, 横坐标为码字错误率。

### 具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0018] 典型的毫米波无线通信系统发射器如图 1 所示。在图 1 所示的发射器中的纠错编码用于提高通信可靠性,  $(n, k)$  的纠错码根据  $k$  比特用户数据产生  $m$  比特的冗余数据,  $k$  比特用户数据和  $m$  比特冗余数据组成一个  $n$  比特的码字, 编码速率是  $k/n$ 。如果  $(n, k)$  码的纠错能力是  $d$ , 则一个码字在传输过程中  $d$  个比特发生错误的情况下, 所有  $n$  个比特的数据也能被完全恢复。纠错码的纠错能力同多种因素有关, 其中的一个因素是码字的长度  $n$ , 在码率固定的条件下, 通常  $n$  越大, 码字的纠错能力越强。上述  $k$ 、 $m$ 、 $n$ 、 $d$  均为正整数。

[0019] 针对毫米波室内无线通信系统可靠性容易受环境影响的特性, 本发明提出在毫米波通信系统中同一编码速率下可使用不同码长的纠错系统, 即纠错系统根据  $k_1$ 、 $k_2$ …… $k_t$  比特用户数据, 可产生  $t$  ( $t$  是可用码长的个数, 为正整数) 个长度为  $m_1$ 、 $m_2$ …… $m_t$  的冗余数据, 从而生成  $t$  个长度分别为  $n_1$ 、 $n_2$ …… $n_t$  长的纠错码。通信系统一般通过控制信道协同发射端和接收端的控制信息的交换从而保证两端使用相同的配置参数进行通信。在同一编码速率下, 当有多个可用码长的时候, 需要在解码解调之前使用至少 1 个比特的控制信息

来协同发射端和接收端,所需比特数取大于或等于  $\log_2(t)$  的最小整数,  $t$  是可用码长的个数。上述  $k_1, k_2, \dots, k_t, t, m_1, m_2, \dots, m_t$  以及  $n_1, n_2, \dots, n_t$  均为正整数。

[0020] 通信系统在通信过程中,发射机根据通信信道和信号质量,选用能保证通信可靠性的码长,并通过控制信息将码长信息传送给接收机,接收机根据收到的控制信息使用对应码长的纠错码对数据进行解码。

[0021] 根据上述的使用变码长的 LDPC 来提高毫米波通信系统的通信可靠性的方法,一种设计是使用码长为 672、1344 和 2016 的 QC-LDPC 码 (Quasi-cyclic LDPC, 准循环低密度校验码),可选编码速率包括  $1/2, 5/8, 3/4$  和  $13/16$ 。在信令域 (signaling field) 中使用 2 个比特来标识当前传输所选择的码长,00、01、10、11 中的三个编号分别指示 672、1344 和 2016 三种码长的准循环低密度校验码中的一种,余下的一个编号为保留位。

[0022] 第二种设计是系统可以使用码长为 672 和 2016 的 QC-LDPC 码,可选编码速率包括  $1/2, 5/8, 3/4$  和  $13/16$ 。在信令域中使用 1 个比特来标识当前传输所选择的码长,0、1 分别指示 672 和 2016 两种码长的准循环低密度校验码中的一种。

[0023] 本发明尤其适用于基于 IEEE802. 11aj 通信标准和未来中国 45GHz 室内个域网通信国家标准的毫米波室内通信系统。

[0024] QC-LDPC 一般是由一个  $(J, L)$  的基矩阵 (base matrix) 和子矩阵尺寸定义。

$$[0025] \quad H = \begin{bmatrix} a_{0,0} & a_{0,1} & \dots & a_{0,L-1} \\ a_{1,0} & a_{1,1} & \dots & a_{1,L-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{J-1,0} & a_{J-1,1} & \dots & a_{J-1,L-1} \end{bmatrix}$$

[0026] 一个子矩阵尺寸为  $p$  的基矩阵的格式如下,其中  $a_{i,j}$  代表一个  $p \times p$  的循环移位矩阵,  $a_{i,j} = 0$  代表  $p \times p$  单位矩阵,  $a_{i,j} > 0$  代表  $p \times p$  循环移位矩阵的偏移量,  $a_{i,j} = -1$  代表  $p \times p$  零矩阵。

[0027] 一种构造变码长的 QC-LDPC 的方法是设计一个基矩阵,如  $(J, L)$  的基矩阵,最小子矩阵尺寸是  $p$ ,最小码长  $N = L \times p$ 。2 倍码长使用相同基矩阵,子矩阵尺寸为  $2p$ ,码长为  $2N$ 。3 倍码长使用相同基矩阵,子矩阵尺寸为  $3p$ ,码长为  $3N$ ,通过这种方式可以有效使用一个解码器来解不同码长的码。

[0028] 基于 IEEE802. 11aj 和未来中国 45GHz 室内个域网通信国家标准,编码速率为  $1/2$  的 QC-LDPC 的基矩阵可以为:

[0029]

-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
0	-1	-1	34	-1	12	-1	36	18	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
8	-1	0	-1	0	-1	0	-1	-1	13	0	-1	-1	-1	-1	-1
-1	16	40	-1	32	-1	22	-1	-1	-1	19	0	-1	-1	-1	-1
-1	20	-1	22	-1	2	-1	28	32	-1	-1	21	0	-1	-1	-1

30	-1	18	-1	-1	14	-1	30	-1	37	-1	-1	31	0	-1	-1
40	-1	12	-1	38	-1	6	-1	-1	-1	26	-1	-1	13	0	-1
-1	24	-1	20	10	-1	2	-1	-1	-1	-1	18	-1	-1	5	0

[0030]  $p = 42$  定义了 (672, 366) 的 QC-LDPC 码,  $p = 126$  定义了 (2016, 1008) 的 QC-LDPC 码。

[0031] 编码速率 5/8 的 QC-LDPC 的基矩阵可以为：

[0032]

-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1
0	-1	0	-1	32	-1	22	-1	18	0	19	0	-1	-1	-1	-1
8	16	40	34	-1	12	-1	36	32	-1	-1	21	0	-1	-1	-1
30	20	18	22	38	-1	6	-1	-1	13	-1	-1	31	0	-1	-1
-1	24	-1	20	-1	2	-1	28	16	37	-1	-1	-1	13	0	-1
40	-1	12	-1	10	14	2	30	-1	19	-1	-1	-1	-1	5	0

[0033]  $p = 42$  定义了 (672, 420) 的 QC-LDPC 码,  $p = 126$  定义了 (2016, 1260) 的 QC-LDPC 码。

[0034] 编码速率 3/4 的 QC-LDPC 的基矩阵可以为：

[0035]

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1
8	16	40	34	32	12	22	36	18	13	19	0	-1	0	-1	-1
30	20	18	22	38	2	6	28	32	37	26	21	31	-1	0	-1
40	24	12	20	10	14	2	30	16	19	34	18	-1	13	5	0

[0036]  $p = 42$  定义了 (672, 504) 的 QC-LDPC 码,  $p = 126$  定义了 (2016, 1512) 的 QC-LDPC 码。

[0037] 编码速率 13/16 的 QC-LDPC 的基矩阵可以为：

[0038]

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1
30	20	18	22	38	2	6	28	32	37	26	21	34	-1	0	-1
40	24	12	20	10	14	2	30	16	19	34	18	8	13	5	0

[0039]  $p = 42$  定义了 (672, 546) 的 QC-LDPC 码,  $p = 126$  定义了 (2016, 1638) 的 QC-LDPC 码。

码。

[0040] 在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $1/2$ , 码长为 672 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能如图 2 所示, 可见与码长 672 相比, 码长为 2016 的 QC-LDPC 性能提高  $0.6 \sim 0.8$  dB

[0041] 在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $5/8$ , 码长为 672 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能如图 3 所示, 可见与码长 672 相比, 码长为 2016 的 QC-LDPC 性能提高  $0.4 \sim 0.6$  dB。

[0042] 在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $3/4$ , 码长为 672 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能如图 4 所示, 可见与码长 672 相比, 码长为 2016 的 QC-LDPC 性能提高  $0.2 \sim 0.5$  dB。

[0043] 在 QPSK 调制模式下, 编码速率  $13/16$ , 码长为 672 和码长为 2016 的 QC-LDPC 的纠错性能如图 5 所示, 可见与码长 672 相比, 码长为 2016 的 QC-LDPC 性能提高约  $0.2$  dB。

[0044] 由数据可见, 本发明可以有效地提高毫米波室内无线通信系统对传输信道变化的适应性, 从而提高系统的传输可靠性。

[0045] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出: 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

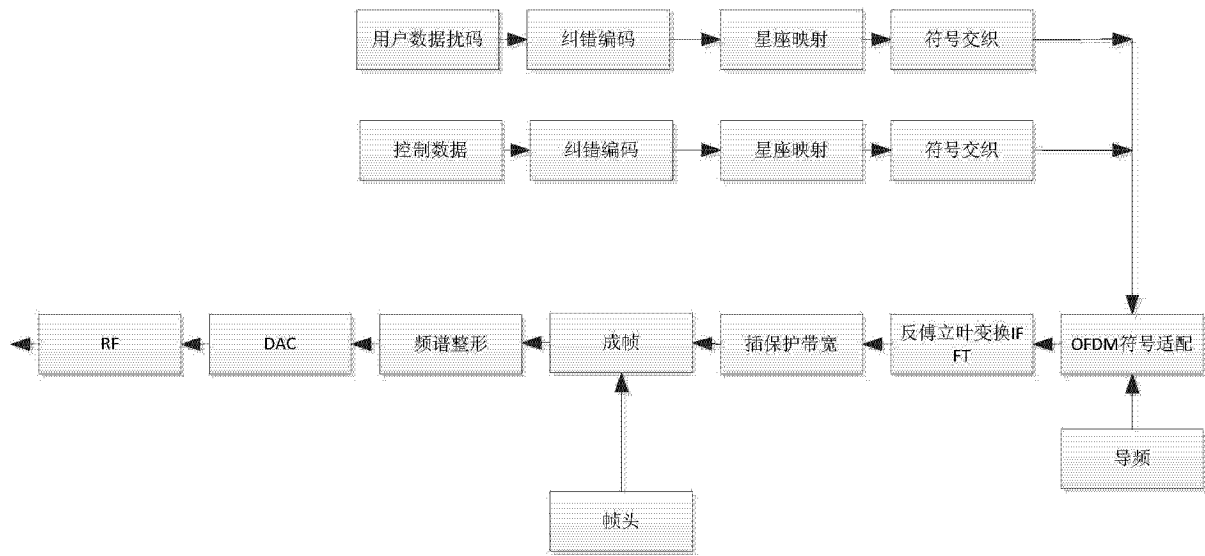


图 1

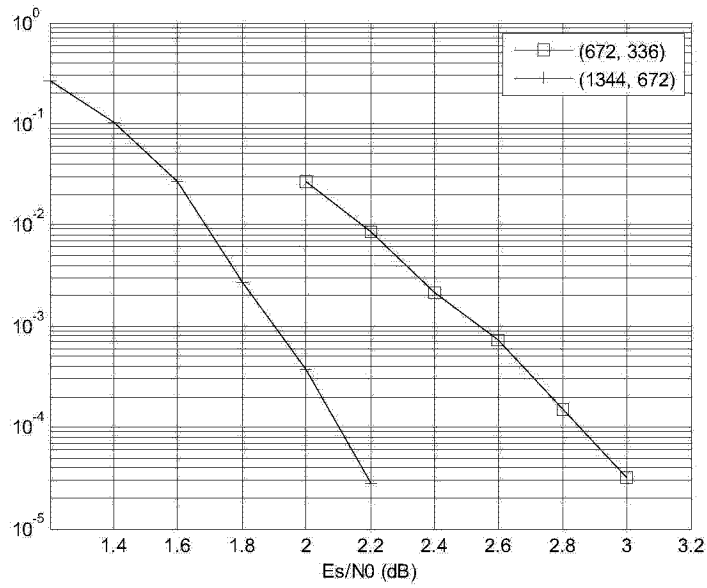


图 2



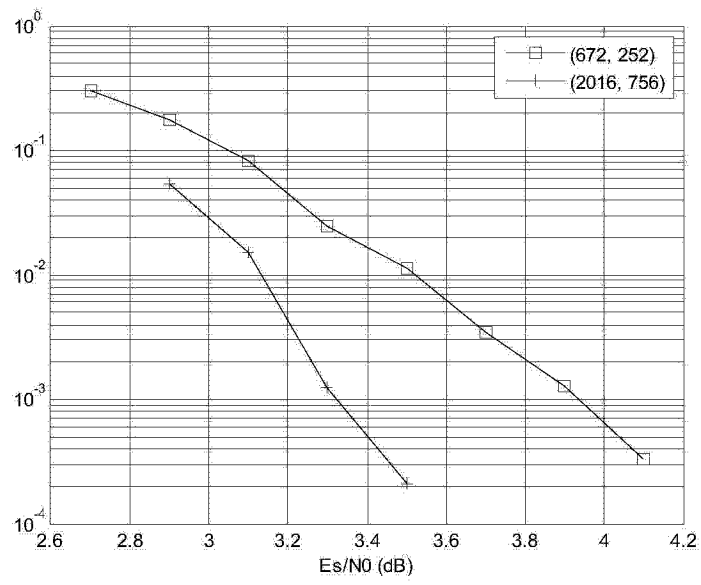


图 3

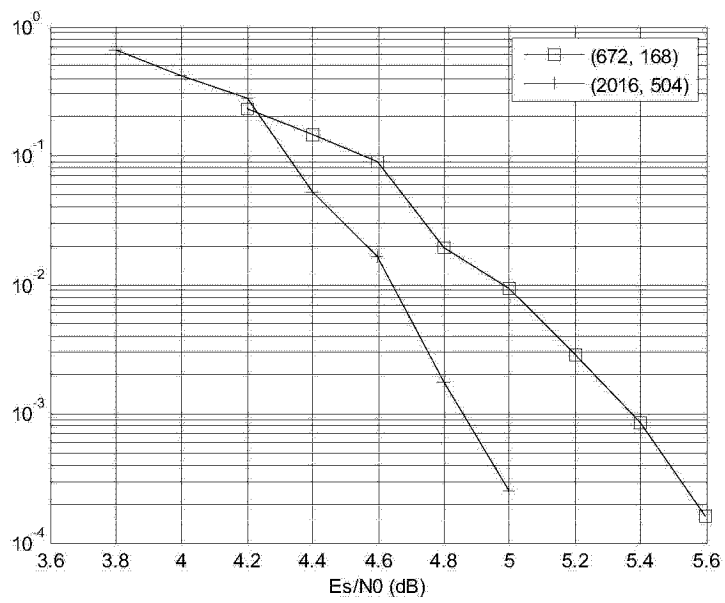


图 4

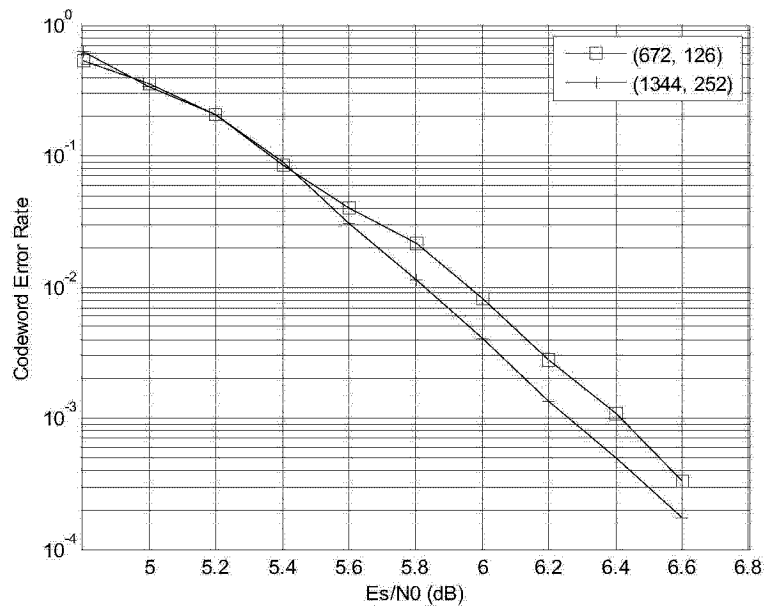


图 5