



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102215088 B

(45) 授权公告日 2015.04.29

(21) 申请号 201110149027.3

V2.0.0》.1999,

(22) 申请日 2000.09.19

3GPP TSG RAN WG1.Multiplexing and

(30) 优先权数据

channel coding(FDD).《3GPP TS 25.212

99119188.3 1999.10.07 EP

V2.0.0》.1999,

(62) 分案原申请数据

审查员 李晓

00816900.4 2000.09.19

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 B·拉尔夫

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李家麟

(51) Int. Cl.

H04L 1/00(2006.01)

H04L 1/08(2006.01)

(56) 对比文件

EP 0912009 A2, 1999.04.28,

3GPP TSG RAN WG1.Multiplexing and
channel coding(FDD).《3GPP TS 25.212

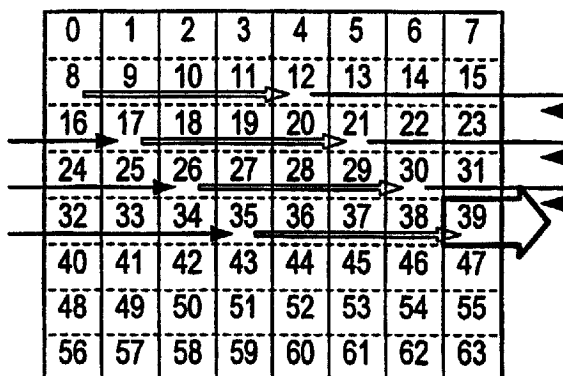
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

匹配数据速率的方法

(57) 摘要

本发明涉及传输数据帧的方法和装置以及匹配数据速率的方法和装置,其中用交织器把需传输的单元分布到多个无线帧上并进行重复,其中如此来实现所述的重复,使得当重复样式与交织之前的原始单元排列相关联时,该样式将避免两个任意的相继重复的单元之间的间隔远远大于平均重复间隔。



1. 在 UMTS 系统中的数据速率的匹配方法,

其中,需传输的数据以比特的形式通过第一交织器被分布到一组帧上,

其中,在所述的交织之后,为进行数据速率匹配而如此地执行一种重复方法,使得在每个帧内重复相同数量的比特,

其中,一个帧内所使用的重复样式在偏移之后还被应用到该组帧的其它帧中,以及

其中,通过包括如下步骤的方法来获得需重复的比特:

a) 利用下式确定所述平均重复距离的整数部分 q ,

$q = \lceil N_c / (N_i - N_c) \rceil$, 其中 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整, N_i 和 N_c 表示速率匹配之后和之前的比特数目;

b) 选出第一列中需要重复的比特;

c) 从前一列中最后一个需重复的比特出发,按照如下方式选出下一列中接着要重复的比特,即只要不导致从一个列重复另一个比特,则总是从所述最后一个需重复的比特开始并参考原始的顺序选择出间隔为 q 的下一比特,否则就利用不同于 q 的间隔选出一个比特;

d) 重复步骤 c),直到从所有的列都已一次地重复了一个比特,

其中,通过如下方法来获得所述的重复样式被应用到第 k 个帧上的偏移 $S(k)$:

- 如果 q 为偶数,则用 $q = q + \text{lcd}(q, F) / F$ 计算所述的平均的重复距离 q ,

其中, $\text{lcd}(q, F)$ 表示 q 与 F 的最大公约数,其中, F 是帧数目,

- 其中,利用下式计算 $S(k)$ 作为第 k 列的偏移:

对于 $i = 0$ 至 $F-1$, $S(\lfloor i * q \rfloor \bmod F) = (\lfloor i * q \rfloor \text{ div } F)$,

其中 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。

2. 在 UMTS 系统中的数据速率的匹配方法,

其中,需传输的数据以比特的形式通过第一交织器被分布到一组帧上,

其中,在所述的交织之后,为进行数据速率匹配而如此地执行一种重复方法,使得在每个帧内重复相同数量的比特,

其中,一个帧内所使用的重复样式在偏移之后还被应用到该组帧的其它帧中,以及

其中,通过包括如下步骤的方法来获得需重复的比特:

a) 利用下式确定所述平均重复距离的整数部分 q ,

$q = \lceil N_c / (N_i - N_c) \rceil$, 其中 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整, N_i 和 N_c 表示速率匹配之后和之前的比特数目;

b) 选出第一列中需要重复的比特;

c) 从前一列中最后一个需重复的比特出发,按照如下方式选出下一列中接着要重复的比特,即只要不导致从一个列重复另一个比特,则总是从所述最后一个需重复的比特开始并参考原始的顺序选择出间隔为 q 的下一比特,否则就利用不同于 q 的间隔选出一个比特;

d) 重复步骤 c),直到从所有的列都已一次地重复了一个比特,

其中,通过如下方法来获得所述的重复样式被应用到第 k 个帧上的偏移 $S(k)$:

- 计算出平均的重复距离

$$q = \lceil N_c / ((N_i - N_c / 2) \bmod N_c - N_c / 2) \rceil,$$

其中, $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上一较大的整数取整,

- 其中, 如果 q 为偶数, 则用 $q' = q + \text{lcd}(|q|, F) / F$ 计算平均的重复距离,

其中, lcd 表示最大公约数,

其中, $||$ 表示绝对值, 并且其中, q' 是 $1/8$ 的倍数, 或是 F 的倍数, 其中, F 是帧数目,

- 其中, 对于所有其他情况则 $q' = q$

- 其中, 利用下式计算 $S(k)$ 作为第 k 列的偏移:

对于 $i = 0$ 至 $F-1$,

$$S(\lfloor i * q' \rfloor \bmod F) = (\lfloor i * q' \rfloor \div F),$$

其中, $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。

3. 如权利要求 2 所述的方法,

其中, 只要使用间隔 q 会导致一列被双重重复, 则选取间隔 $q+1$ 来确定所述的下一比特。

匹配数据速率的方法

[0001] 本申请是已于 2000 年 9 月 19 日提交的以下国际发明专利申请的分案申请, 国际申请号 :PCT/EP00/09174、国家申请号 :00816900. 4、发明名称 :“传输数据帧的方法和装置以及匹配数据速率的方法和装置”

技术领域

[0002] 本发明涉及一种传输数据帧的方法和装置以及一种尤其通过重复需传输的比特而匹配数据速率的方法和装置。

背景技术

[0003] 数字通信系统被设计成利用如下形式的数据表示来传输数据, 即该数据表示可以简化数据经通信介质的传输。譬如, 在无线传输情况下, 数据被表示为无线信号而在通信系统的发信机与收信机之间进行传输。在宽带电信网络中, 数据可以表示为光, 并譬如通过光纤网络而在系统的发信机和收信机之间传输。

[0004] 在数据传输期间, 被传输的数据比特或符号可能发生讹误, 这便带来了如下后果, 即在收信机内不能正确地确定所述的比特或符号。因此, 数据通信系统通常包含有助于缓和这种在传输期间出现的数据讹误的装置。有一种这样的装置在于, 为系统的发信机装配多个编码器, 以便在传输之前根据出错控制码对数据进行编码。如此来设计所述的出错控制码, 使得其能够以可控的方式给所述的数据加入冗余。在收信机内, 可以通过如下方式来校正在传输期间所出现的错误, 即对所述的出错控制码进行解码, 由此恢复原始的数据。这种解码是通过使用一种与收信机已知的上述出错控制码相对应的出错解码算法来进行作用的。

[0005] 在数据被编码之后, 经常还需要在传输该数据之前为进行速率匹配而对编码数据块中的数据比特或符号进行穿孔或重复。在此, 概念“穿孔”/“重复”是指从编码数据块中去掉或清空比特的处理, 使得被穿孔的比特不再随同该数据块一起传输, 或者是指重复一个编码数据块中的比特的处理, 使得需重复的比特多次随该数据块一起传输。即便下文经常只使用概念“穿孔”或“重复”, 但本发明显然也可以用于另一情况“重复”或“穿孔”。

[0006] 譬如, 对于被用来通过数据运载介质传输数据的多路接入方法, 由于其需要用预定的大小把所述的数据格式化多个块, 而该预定的大小与所述编码数据帧的大小不一致, 所以需要执行上述的穿孔。

[0007] 因此, 为了在预定大小的传送数据块内装入所述的编码数据帧, 需要从该编码数据帧中穿孔一些数据比特, 以便譬如在编码数据帧大于所述传送块的大小时缩小该编码数据块的大小, 或者, 如果编码数据帧小于传送块的预定大小, 则重复所述编码数据帧的比特。在数据帧小于传送数据块的情况下, 所述的数据比特或符号以一种为了填充传送数据块的其余部分所必需的规模进行重复。

[0008] 本领域技术人员都知道, 对编码数据帧进行穿孔的影响在于降低了正确地恢复原始数据的可能性。此外, 当因高斯噪声引起在数据传输期间所出现的错误时, 已知的出错控

制码和该出错控制码的解码器的性能是最好的,因为这会使错误互不相关地分布到传送数据块上。如果需要对编码数据帧进行穿孔,则在该编码数据帧内,被穿孔的比特附近的位置应该尽可能地相互隔开。在这方面,所述的穿孔位置应均匀地分布在所述的数据帧上。尤其在不采用交织的无线通信系统中,由于在传输期间经常是突发性地产生出错,而且由于利用比特的重复并不是在该数据帧的某一区域特别地提高质量,而是尽量均匀地提高质量,因此,应该还要在编码和非编码的数据帧内如此来安排需要重复的数据比特的比特位置,使得它们在整个数据帧内均匀地相互隔开。

[0009] 对于从编码数据帧中选择需要穿孔或重复的比特或符号位置的已知方法,它包括:用需要穿孔或重复的比特或符号数除一个帧内的比特或符号数,然后根据该除法选出具有整数值的比特位置。但是,如果需穿孔的比特数没有把该数据帧的比特数整除,那么就会使被穿孔或重复的比特位置产生不均匀的间隔,由此带来如下的缺点,即某些比特位置相互之间要比该整数更近,或相隔得远于该整数(部分地甚至非常远),在某些情况下甚至是紧挨着。

[0010] 在多路复用传输方法中,交织通常是以两个步骤执行的。如果在第一交织器之后执行所述的穿孔,那么执行穿孔/重复的不同解决方案便具有某些确定的结论,就如同为UMTS系统所设定的一样。此处尤其必须注意的是,如果使用具有列交换的块交织器-譬如在UMTS中所使用的FS-MIL(FS多级交织器)-作为上行链路多路复用方法(图1)中的交织器,而且结合速率匹配算法,那么就可能使所述的性能变差。在所述的第一交织器之后,被分配给一个帧的比特还要通过第二交织器进行交织,该第二交织器譬如在TS25.212(详细说明参见下文)的章节“4.2.11 第二交织”中讲述过。但该第二交织器对穿孔/重复的特征没有影响,因此在下文不再考虑它;它在本发明中是没有意义的。所以上述的第一交织器在本文献中也被经常简单地称为交织器。

[0011] 具有列交换的块交织器的功能如下:首先把比特逐行地写入到一个矩阵中。该矩阵由F列组成,其中F为帧(下文也经常称之为无线帧或列)的数目,向这些帧分配一个数据帧的数据。也可以参见TS25.212(详细说明参见下文)的章节“4.2.5 第一交织”。

[0012] 在UMTS标准的目前版本(3GPP TSG RAN WG1;多路复用和信道编码(FDD);TS25.212V2.3.0(1999-10))的章节“4.2.7 速率匹配”,尤其是章节“4.2.7.1.2 用于计算速率匹配样式的参数确定”中讲述过一种方法,这种方法在文章R1-99641(西门子;Properties of optimized puncturing scheme(最佳穿孔方案的特性);TSG-RAN WG1#5,6月1-4日,Cheju,韩国)也曾介绍过。该方法如此尽可能均匀地分配被穿孔的比特,并尤其避免了穿孔相邻比特的情况。这也是针对如下情况来实现的,即所采用的穿孔是在(帧间)交织器之后进行的。同样的方法也可以应用于重复的情况,并同样能带来好的结果。

[0013] 在上述文章R1-99641中还对速率匹配方法建议了如下改进:

[0014] 通过给所有的帧采用共同的样式来利用穿孔/重复样式进行速率匹配,其中在各个帧中偏移所述的样式。由简单的计算规则给出所述偏移的计算,该计算规则考虑了通过所述交织器(譬如FS-MIL)进行列交换(在这里用概念“列交换”来替代“逐行处理”,部分地也称为列随机化)的效果。

[0015] 通过用公式考虑所述的列交换过程,可以取得与在交织器的列交换之前执行速率匹配相同的效果,而由于实际的原因它必须在这之后执行。这通过如下方式来实现,即在公

式中采用列交换规则 – 准确地说是其逆转 RF (或 R_p 或 $RF(k)$) – 来计算 S (每个列或帧的样式偏移) 或 $e_{\text{偏移}}$ (下文所介绍的每个帧所执行的速率匹配算法所采用的参数)。类似的处理也适用于穿孔和重复, 其中本发明尤其涉及重复的情况。在此, 因其它预给定而需要在第一交织器之后执行速率匹配将需要最佳地产生穿孔和重复样式。

[0016] 好的重复方法的目的在于, 尽可能均匀地分布被重复的比特。好的穿孔方法同样也是这样。在上述文章 R1-99641 中所介绍的方法的工作如下 (出于简化的原因, 下文不再提及“穿孔 / 重复”, 而是只提及其中的一个, 但该实施方案显然也适用于另一个): 当重复每第 n 个比特时可以实现最均匀的分布。如果重复速率或 n 不是整数, 则必须改变所述的间隔, 也即有时候必须重复第 n 个比特, 有时候必须重复第 $n+1$ 个比特。当在第一交织器之后使用所述的重复时, 也可以尝试使用该原理, 但在该情况下存在一个附加条件: 被重复的比特必须均匀地分布到所有的无线帧上。

[0017] 作为实施例, 在图 4 中假定采取 80ms 的交织间隔和 1 : 6 的穿孔速率。粗体字是表示需重复的比特。如果穿孔每第 6 个比特, 那么只穿孔第 0、2、4、6 列而不穿孔第 1、3、5、7 列, 这会导致把重复比特非均匀地分布到无线帧上。为了分布到所有的列上, 有时改变所述的重复间隔 (在此例中是一次), 以避免总是穿孔相同的列。这如图 4 所示。细轮廓线的窄水平箭头示出了为 6 的重复间隔, 而粗轮廓线的宽水平箭头示出了与之不同的重复间隔 5, 以避免过早地第二次重复所述的第一列。在每列被重复一次之后, 重复样式可以向下偏移 6 行, 以确定接下来需要被重复的比特 (在 48 开始), 并依此类推。显然如下方案也是等效的, 即穿孔一行中的每第 6 个比特, 并在不同的列中相互偏移该穿孔样式。

[0018] 下面借助穿孔的实施例来讲述用于最佳方法的公式或计算方法, 该最佳方法在上述文章 R1-99641 中定义过并最佳地适用于穿孔情况。

[0019] 设定 N_c 为速率匹配之前每个帧的比特数, N_i 为速率匹配之后每个帧的比特数, m_j 为第一列 ($k = 0$) 内被穿孔 / 重复的比特的指数或位置, k 为帧号, 以及 F 为被交织的帧数。主要考察 $N_c > N_i$ 、也即穿孔的情形。但该公式也可适用于重复。在该例子中适用于如下的第一组参数, 即 $N_c = 20$, $N_i = 16$, $m_1 = 4$, $m_2 = 9$, $m_3 = 14$, $m_4 = 19$, $k = 0 \dots 7$ 以及 $F = 8$ 。于是可以利用如下的公式来实现穿孔样式的偏移。在此和在整个申请范围内, 在双划线“—”之后跟随了相应步骤的注释。

[0020] — 计算出平均的穿孔间隔

[0021] $q := (\lfloor N_c / (|N_i - N_c|) \rfloor) \bmod F$ — $\lfloor \rfloor$ 表示向下取整, 而 $||$ 表示绝对值。

[0022]

$$Q := (\lfloor N_c / (|N_i - N_c|) \rfloor) \operatorname{div} F$$

[0023] 如果 q 为偶数 — 处理特殊情况:

[0024] 则 $q = q - 1 \operatorname{cd}(q, F) / F$

[0025] — 此处 $1 \operatorname{cd}(q, F)$ 表示 q 与 F 的最大公约数,

[0026] — 如果 F 为 2 的幂, 则该最大公约数可以轻易地通过比特处理计算出来。

[0027] — 出于同样的原因, 该计算可以利用 p 轻易地通过二进制定点运算来实现 (或可选地通过整数算术而采用移位运算)。

[0028] 如果语句结束

[0029] -- 计算 S 和 T ;S 表示所述的行在 mod F 之后的偏移,而 T 则表示 div F 的偏移值 ;
也就是说, S 表示所述的行相对于 q(也即 mod F) 的偏移,而 T 则表示相对于 Q(也即 div F) 的偏移值 ;

[0030] 对于 $i = 0$ 至 $F-1$,

[0031] $S(RF(\lceil i * q \rceil \bmod F)) = (\lceil i * q \rceil \operatorname{div} F)$ -- 其中 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整。

[0032] $T(RF(\lceil i * q \rceil \bmod F)) = i$ -- RF(k) 把所述的交织器逆转过来。

[0033] 循环语句结束

[0034] 在实际的实施中,该公式可以象 5 所示一样用参考用表的形式来实现。该表格另外还包括用 RF(k) 考虑的列交换的作用。很明显, S 也可以作为另一实施选项从 T 中计算出来。

[0035] 然后,用下式计算出 $e_{\text{偏移}}$:

[0036] $e_{\text{偏移}}(k) = ((2 * S) + 2 * T * Q + 1) * y + 1 \bmod 2N_c$

[0037] 于是,在 UMTS 的速率匹配方法中用 $e_{\text{偏移}}(k)$ 预装一个 e。很明显,这种选择 $e_{\text{偏移}}$ 的作用是使各列的穿孔样式相互之间、或相对于用 $k = 0$ 表示的列而偏移一个值 $S + T * Q$ 。

[0038] 有时 $e_{\text{偏移}}$ 也被称作 e_{init} 。这种在各个帧内所采用的、用于 UMTS 的速率匹配方法曾在 TS25. 212(详见上文所述)、章节 4. 2. 7. 4 “速率匹配样式的确定”中讲述过。该文献讲述的是一种基于误差控制的穿孔或重复方法。此处再次来讲述该方法 :

[0039] 在速率匹配之前,用 $X_{i,1}, X_{i,2}, X_{i,3}, X_{i,4}, \dots, X_{i,N}$ 来称呼所述的比特,其中 i 是表示传输信道的号 (TrCH 号), N 是在 TS25. 212 的章节 4. 2. 7. 2 中所定义参数。

[0040] 速率匹配方法的工作如下 :

[0041] 如果需要执行穿孔 :

[0042] 则 $e = e_{\text{ini}}$ -- 实际和理想的穿孔速率之间的起始误差

[0043] $m = 1$ -- 当前被处理的比特的指数

[0044] 当 $m \leq N$ 时执行

[0045] $e = e - e_{\text{负}}$ -- 误差值匹配

[0046] 如果 $e \leq 0$ 则 -- 询问是否应该穿孔第 m 比特

[0047] 穿孔第 $X_{i,m}$ 比特

[0048] $e = e + e_{\text{正}}$ -- 误差值匹配

[0049] 如果语句结束

[0050] $m = m + 1$ -- 下一比特

[0051] 执行语句结束

[0052] 否则

[0053] $e = e_{\text{ini}}$ -- 实际和理想的穿孔速率之间的起始误差

[0054] $m = 1$ -- 当前被处理的比特的指数

[0055] 当 $m \leq N$ 时执行

[0056] $e = e - e_{\text{负}}$ -- 误差值匹配

[0057] 当 $e \leq 0$ 时执行 -- 询问是否应该重复第 m 比特

[0058] 重复第 $X_{i,m}$ 比特

[0059] $e = e + e_{\text{正}}$ -- 误差值匹配

[0060] 执行语句结束

[0061] $m = m + 1$ -- 下一比特

[0062] 执行语句结束

[0063] 如果语句结束

[0064] 如果重复一个比特,则直接在原来存在的比特之后加入它。

[0065] 下面讲述一种简化的表示,它是从如下方面简单地得出的,即在用 F 和 F 的倍数进行相除时,不是分开地为所述的余数执行 q 和 Q 的计算,而是组合地为该两部分执行的。同样也可以不分开地为 q 和 Q 计算 S 和 T ,而是同样组合地进行计算。由代换 $q + K * Q \rightarrow q$ 和 $S + Q * T \rightarrow S$ 得出下面的等效表示。按照实施的详细情况,可以有利地执行一个或其它的计算方法(或与此同样等效的其它方法)。

[0066] -- 计算出平均的穿孔距离

[0067] $q := \lfloor N_c / (|N_i - N_c|) \rfloor$ -- 其中 $\lfloor \rfloor$ 表示向下取整,而 $||$ 表示绝对值。

[0068] 如果 q 为偶数 -- 特殊情况处理:

[0069] 则 $q = q - \text{lcd}(q, F) / F$ -- 其中 $\text{lcd}(q, F)$ 表示 q 与 F 的最大公约数,

[0070] -- 值得注意的是, lcd 可以轻易地通过比特处理计算出来,因为 F 为 2 的幂。

[0071] -- 出于同样的原因,利用 q 的计算可以轻易地通过二进制固定小数点算术(或整数算术和一些移位运算)来实现。

[0072] 如果语句结束

[0073] -- 计算第 k 列偏移的 $S(k)$;

[0074] 对于 $i = 0$ 至 $F - 1$,

[0075] $S(RF(\lceil i * q \rceil \bmod F)) = (\lceil i * q \rceil \text{div } F)$ -- 其中 $\lceil \rceil$ 表示向上取整。

[0076] -- $RF(k)$ 把所述的交织器逆转过来。

[0077] 循环语句结束

[0078] 然后用下式计算出 $e_{\text{偏移}}$:

[0079] $e_{\text{偏移}}(k) = ((2 * S) * y + 1) \bmod 2N_c$

[0080] 于是利用 $e_{\text{偏移}}(k)$ 预先在速率匹配方法中对 e 进行初始化。

[0081] 专业人员知道,在 $e_{\text{偏移}}$ 的上述定义中所采用的恒值 1 也可以用其它的任意值来代替,其条件是它对所有的列或帧都相等。出于简化说明的原因,下文对此不再展开明确的讨论。另外,人们也可以对上面所介绍的方法进行进一步改进或扩展,但继续保留了所述的基本假定。

[0082] 如果穿孔速率为非偶数分之一(即具有非偶数的分母),譬如 $1:5$ 或 $1:9$,那么由该已知方法可以产生同样的完美穿孔样式,该穿孔样式本来是直接在交织之前由所述的穿孔通过使用速率匹配方法而采用的。在其它情况下,相邻的比特决不穿孔,但被穿孔的比特之间的距离可以以最大为 $\text{lcd}(q, F) + 1$ 的值大于其它的距离。该方法也可相应地应用于比特重复。尽管相邻比特的这种重复不会象在相邻比特穿孔中那样严重地损害出错校正码的性能,但重复的比特可以尽可能均匀地进行分布,这是有利的。

[0083] 该方法的基本目的在于,按原始的顺序在被穿孔的比特之间实现均匀的间隔,但

其中考虑了如下限制,即在各个帧内需要穿孔相同数量的比特。这可以通过在某些情况下将所述的穿孔距离减 1 来实现。在这方面,如果所减小的距离不大于 1 且只在必要时进行减小,则该介绍的方法是最优的。在上述的限制下,这可以得出尽可能最好的穿孔样式。

[0084] 下面的实施例示出了第一组参数 ($N_c = 20$, $N_i = 16$, $m_1 = 4$, $m_2 = 9$, $m_3 = 14$, $m_4 = 19$, $k = 0 \dots 7$ 以及 $F = 8$)、也即 1 : 5 穿孔的使用 (图 6)。该优化的算法显然既可以避免相邻的比特被穿孔,又可以以原始的顺序用相同的间隔分布被穿孔的比特。事实上它可以实现同样的性能,就好像是在交织之前且直接在编码之后所执行的穿孔一样。

[0085] 现在来考察下一种情况,即 1 : 8 的穿孔 (见图 7)。相邻比特的穿孔也被避免了。在该情形下不可能实现间隔均匀的穿孔,因为否则的话,单个帧的所有比特都将被穿孔,这是完全不能接受的。在该情形下,相邻比特之间的距离大多都是 7 (只比最佳分布时小 1)。为此,有些距离比较大 (每第 8 个)。

[0086] 但已经表明,迄今所建议的解决方案、也即应用中所建议的穿孔样式和重复样式并不是在所有情况下都是最佳的。本发明所基于的任务是减少现有技术中的这些缺点。本发明的任务尤其在于提供如下技术理论,它尤其可以在采取重复比特的情况下在收信机内实现较好质量的解码。

发明内容

[0087] 该任务由以下所讲述的技术方案来完成。本发明的扩展方案由本申请文件的其余部分给出。

[0088] 据此,本发明基于的是如下知识,即收信机内的解码结果取决于发信机内的重复样式,而对于好的穿孔样式和好的重复样式,其准则是互不相同的。对于重复的情况,通过特殊地考虑在确定重复样式时对好的重复样式较为重要的准则,可以比 R1-99641 中所介绍的样式能实现更好的性能。

[0089] 根据本发明的在 UMTS 系统中的数据速率的匹配方法,其中,需传输的数据以比特的形式通过第一交织器被分布到一组帧上,

[0090] 其中,在所述的交织之后,为进行数据速率匹配而如此地执行一种重复方法,使得在每个帧内重复相同数量的比特,

[0091] 其中,一个帧内所使用的重复样式在偏移之后还被应用到该组帧的其它帧中,以及

[0092] 其中,通过包括如下步骤的方法来获得需重复的比特:

[0093] a) 利用下式确定所述平均重复距离的整数部分 q ,

[0094] $q = \lceil N_c / (N_i - N_c) \rceil$, 其中 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整, N_i 和 N_c 表示速率匹配之后和之前的比特数目;

[0095] b) 选出第一列中需要重复的比特;

[0096] c) 从前一列中最后一个需重复的比特出发,按照如下方式选出下一列中接着要重复的比特,即只要不导致从一个列重复另一个比特,则总是从所述最后一个需重复的比特开始并参考原始的顺序选择出间隔为 q 的下一比特,否则就利用不同于 q 的间隔选出一个比特;

[0097] d) 重复步骤 c),直到从所有的列都已一次地重复了一个比特,

- [0098] 其中,通过如下方法来获得所述的重复样式被应用到第 k 个帧上的偏移 $S(k)$:
- [0099] - 如果 q 为偶数,则用 $q = q + 1cd(q, F) / F$ 计算所述的平均的重复距离 q ,
- [0100] 其中, $1cd(q, F)$ 表示 q 与 F 的最大公约数,其中, F 是帧数目,
- [0101] - 其中,利用下式计算 $S(k)$ 作为第 k 列的偏移:
- [0102] 对于 $i = 0$ 至 $F-1$, $S([i * q] \bmod F) = ([i * q] \div F)$,
- [0103] 其中 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。
- [0104] 根据本发明的改进方案,所述重复速率不是整数分之一,或者所述重复速率的倒数和帧数目 F 没有公约数,而且根据下一更低的、且是整数分之一的重复速率的相对偏移来实现所述重复样式被应用到帧上的偏移,其中所述重复速率的倒数和帧数目 F 没有公约数。

附图说明

- [0105] 借助附图仅以实施例的形式来讲述本发明的实施方案。其中:
- [0106] 图 1 示出了一种在应用本发明的实施例中所得出的 1 : 4 重复样式;
- [0107] 图 2 示出了一种移动通信系统的框图;
- [0108] 图 3 示出了一种数据通信装置的框图,该通信装置在图 2 所示通信网的移动台和基站之间建立了一个链路;
- [0109] 图 4 示出了最佳穿孔方案原理的实施例(现有技术);
- [0110] 图 5 示出了查询表(现有技术);
- [0111] 图 6 示出了 80ms 和 1 : 5 穿孔的第一交织(现有技术);
- [0112] 图 7 示出了具有 R1-99641 所建议的方法的 1 : 8 穿孔(现有技术);
- [0113] 图 8 示出了具有 R1-99641 所建议的方法的 1 : 4 穿孔(现有技术)。

具体实施方式

[0114] 参考移动通信系统来讲述本发明的实施例。移动通信系统装配了多路接入系统,该多路接入系统譬如按照时间多路复用(TDMA)的多路接入进行工作,如同譬如已在全球移动无线系统(GSM,一种由欧洲电信标准组织标准化的移动无线通信标准)中所使用的一样。作为替换方案,所述的移动通信系统也可以装配一种按照代码多路复用(CDMA)中的多路接入进行工作的多路接入系统,譬如为第 3 代通用移动通信系统所建议的 UMTS 系统。但可以看出,为了说明本发明的实施例,可以采用任意的数据通信系统,譬如本地数据网或按照异步传输模式工作的宽带电信网。这种示例的数据通信系统的特征尤其在于,数据是以帧、包或块进行传输的。在移动通信系统的情况下,所述的数据是以运载数据的无线信号帧进行传送的,且所述的无线信号表现为预定的数据大小。这种移动通信系统的例子如图 2 所示。

[0115] 图 2 示出了三个基站 BS,它们在由小区 1 构成的无线覆盖区内与移动台 MS 交换无线信号,其中所示的小区用划线 2 标示。基站 BS 与网络中继系统 NET 耦合在一起。移动台 MS 和基站 BS 按如下方式交换数据,即它们在移动台 MS 及基站 BS 所连接的天线 6 之间传输用 4 标出的无线信号。通过采用数据通信装置来在移动台 MS 和基站 BS 之间传输数据,其中数据在所述的数据通信装置内被转换成无线信号 4,该无线信号 4 再被传输给识别出该

无线信号的接收天线 6。由收信机从所述的无线信号中恢复数据。

[0116] 图 3 示出了一种数据通信装置的实施例,该数据通信装置在移动台 MS 之一和基站 BS 之一间构成了一个无线通信链路,其中在图 2 中示出的部分在此也具有相同的数字符号。

[0117] 在图 3 中,由数据源 10 产生具有由数据类型确定的速率的数据帧 8,且所述的数据类型也由所述的源产生。由源 10 产生的数据帧 8 被输至用来把数据帧 8 转换成传送数据块 14 的速率转换器 12 中。如此来设计传送数据块 14,使得其大小基本相等,且具有可以由运载数据的无线信号帧进行携带的预定大小和数据量,利用所述的无线信号可以经过由一对发信机 18 和收信机 22 构成的无线接口传输数据。

[0118] 所述的数据传送块 14 被输入到无线接入处理器 16 中,该处理器的作用是对传送数据块 14 经无线接入接口的传输进行过程控制。所述的传送数据块 14 在一个相应的时间点上由无线接入处理器 16 输入到发信机 18 中,该发信机的作用是把所述的传送数据块转换成运载数据的无线信号帧,而所述的无线信号是在给该发信机指定的时间间隔内传输的,以便促使该无线信号的传输。在收信机 22 内,该收信机的天线 6 识别出所述的无线信号,并对输至无线接入的过程控制逆转装置 24 中的数据帧执行下行转换和下行恢复。在多路接入的过程控制逆转装置 24 的控制下,无线接入的过程控制逆转装置 24 把所接收的数据传送块输入到速率转换逆转装置 26 中,其中所述的控制是通过导线 28 进行作用的。此后,所述的速率转换逆转装置 26 把恢复的数据帧 8 的表示输入到该数据帧 8 的目标或信宿中,该目标或信宿在图中是用块 30 标示的。

[0119] 如此来设计所述的速率转换器 12 和速率转换逆转装置 26,使得它们尽可能最佳地利用所述传送数据块 14 中可用的数据运载容量。根据本发明的该实施例,这是通过速率匹配转换器 12 来进行作用的,该速率匹配转换器被用来对所述数据帧进行编码,并随后对从该编码数据帧中选出的数据比特或符号进行穿孔或重复,其结果是产生与该数据块 14 相匹配的传送数据块。所述的速率转换器 12 具有一个编码器和穿孔器。输入编码器的数据帧 8 被编码,以便产生输入到穿孔器中的编码数据帧。然后,所述的编码数据帧利用穿孔器进穿孔,以便产生所述的数据传送块 14。

[0120] 通过如下方式来实现穿孔或重复,即在不同的帧内相互偏移地使用共同的穿孔样式或重复样式。尽管是在“(无线帧间)交织器”之后使用穿孔/重复,但可以与在列交换之前使用穿孔/重复的情况实现相同的效果,也即取得相同的穿孔/重复样式。

[0121] 但令人惊讶的是还可以针对所述重复情况来改善上述的方法。这是可能的,因为在好的重复样式和穿孔样式之间存在某些区别:在穿孔的情况下,穿孔相继的比特是非常不利的。此外,还应该避免相继被穿孔的比特之间的间隔远远小于平均穿孔间隔。其原因在于,强烈地或以较短的间隔执行穿孔将会局部超比例地提高比特差错率,这会损害整个性能。

[0122] 下面来讲述所进行的一些变化,以针对重复的情况来改善上述和前文所述的方法。前文所述的方法显然能实现穿孔比特的最佳均匀分布。

[0123] 重复相继的比特不会导致大大损害解码结果。一般来说,当相继重复的间隔远远小于平均重复间隔时,也不会大大损害所述的性能。但是,如果所述的间隔局部过大,则在该区域不能产生由重复所实现的改善解码性能;这也意味着会象上述不利的穿孔情况一样

产生较高的比特出错率。因此经常优选地采用增加得较小的重复间隔,而相应很少地采用增加得较大的间隔。为了满足该优化准则,按如下方式对上述方法进行修改,以确定所述重复样式在各个列中的偏移:

[0124] - 当计算平均穿孔间隔 q 时,不往下向下一较小的整数取整,而是往上向上一较大的整数取整(只要 q 自身还不是整数)。

[0125] - 如果 q 是偶数,则它不是被减小而是被增加。

[0126] 可以对上述简单形式的公式或所讲述的简化计算方法进行如下修改(显然也可以在所介绍的第一种形式的公式中或在任意其它的表示中执行相应的修改,以便为重复实现所需的匹配):

[0127] $q = \lceil N_c / (N_i - N_c) \rceil$ -- 在此 $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整,而 $||$ 表示绝对值。

[0128] -- 避免过早地第二次重复相同的列:

[0129] 如果 q 为偶数,

[0130] 则 $q = q + \text{lcd}(q, F) / F$

[0131] -- 在此 $\text{lcd}(q, F)$ 表示 q 与 F 的最大公约数,

[0132] -- 如果 F 为 2 的幂,则所述的最大公约数可以轻易地通过比特处理计算出来。

[0133] -- 出于同样的原因,利用 p 的计算可以轻易地通过二进制固定小数点运算来实现(或选择地通过移位运算而采取整数算术)。

[0134] 如果语句结束

[0135] -- 计算 S , S 表示每列的样式偏移。

[0136] 对于 $i = 0$ 至 $F-1$,

[0137] $S(RF([i * q] \bmod F)) = ([i * q] \div F)$ -- 其中 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。

[0138] -- $R_F(k)$ 是第一交织器的逆转,准确地说是逆转第一交织器的列交换运算。对于正在研制的 UMTS 系统的情况,该函数是自反的。

[0139] 循环语句结束

[0140] 然后用下式计算出参数 $e_{\text{偏移}}$:

[0141] $e_{\text{偏移}}(k) = ((2 * S(k) * |N_i - N_c|) + 1) \bmod 2N_c$

[0142] 各个列 k 的穿孔/重复样式被相互偏移数值 $S(k)$ 。如果为计算需穿孔/重复的比特而采用所谓的误差分布算法,则可以通过如下方式来实现该偏移,即象上文所述那样预装一个初始误差值。显然,为实现该偏移也可以采取其它的实施方案,尤其在一个列内应用其它穿孔方法时便是这样。

[0143] 在穿孔和重复之间还存在其它的区别。从理论上讲,穿孔速率显然无论如何也不能超过 100% (这意味着每个比特都被穿孔)。在实践中,当穿孔速率大于约 20% 时(在特殊情况下可能为 50%),解码性能将会大大受到损害,以至于人们必须避免这种高的穿孔速率。而对于重复速率则不存在这种限制。100% 的重复速率(也即每个比特被传输两次)可能是很好的,甚至可以有更高的重复速率。每个比特可以被重复多次。重复发送越多,正确解码的概率就越高。

[0144] 80% 的重复速率(也即 80% 的比特被双重传输,而 20% 的比特只被传输一次(即不重复))也可以作如下解释,即:虽然每个比特被重复(也即被传输两次),但 20% 的比特

(准确地说是在加倍之前的 20 % 的原始比特) 被穿孔。于是, 20 % 的比特以低于其余比特的能量进行传输, 由此以更低的可靠性进行传输。这与穿孔 20 % 的比特是非常相似的。

[0145] 在上述两种情况下, 20 % 的比特都是以低于其余比特的可靠性进行传输的。但穿孔时的可靠性差异(在被穿孔的比特上不存在信息)要大于排除重复的情况, 在那儿有关比特的信息的质量总还有其它比特的一半好。

[0146] 由于 20 % 穿孔和 80 % 重复的这种等效性, 所以如果采取如下的替换, 则一个对 20 % 穿孔为最佳的穿孔样式对于 80 % 的重复也是最佳的:

[0147]

20%穿孔	80%重复
被穿孔的比特	不重复的比特
不穿孔的比特	被重复的比特

[0148] 如果在第一交织器之前执行所述的穿孔, 则穿孔或重复方法也将上述两种情况下产生等效的样式, 这种穿孔或重复方法已在上文已讲述过并被设定用于 TS25. 212 (详见上文) 中的 UMTS; 在所有情况下都把所述的样式互相偏移一个恒定值。但如果只有在第一交织器(帧间交织器)之后才执行所述的穿孔, 那么还需要对该方法进行修改。该修改是针对上述文章 R1-99641 中的穿孔情况(穿孔样式的最佳偏移)来讲述的, 并已在上文针对重复的情况讲述过(重复所采用的最佳样式偏移)。

[0149] 穿孔或重复速率可以被描述成

[0150] $r = (N_i - N_c) / N_c$,

[0151] 其中, N_c 为速率匹配之前的比特数, N_i 为速率匹配之后的比特数。在此, 我们针对重复(也即 $N_i > N_c$) 的情况定义一个“等效”速率:

[0152] $r_e = ((N_i - N_c) / 2) \bmod N_c - N_c / 2 / N_c$

[0153] 涉及各列之间的最佳样式偏移的 20 % 穿孔速率等效于重复速率 80 %、180 %、280 % 等等。同样, 30 % 重复速率等效于重复速率 130 %、230 %、330 % 等等。

[0154] 在此, 本发明的另一方面还在于如下知识, 即各列中的相对穿孔样式偏移还可以根据所述的有效重复速率 r_e 而不是根据实际的重复速率计算出来。为此, 根据 r_e 是否大于或小于 0 来使用所述用于计算穿孔偏移的公式和所述用于计算重复偏移的公式。

[0155] 作为另一实施例, 所述的变量 q 也可以作为 r_e 的倒数而被计算如下:

[0156] $q = N_c / ((N_i - N_c) / 2) \bmod N_c - N_c / 2$ 。

[0157] 若 N_c 为奇数, 则存在多种可能性以用于计算 $N_c / 2$ 。人们可以向上取整、向下取整, 或也可以利用分数值继续计算, 也即不采用取整。根据该计算方法, 所述 q 的正负符号承载了如下信息, 即: 是必须执行重复还是必须执行穿孔。也就是说, 在把 q 应用到相应的公式中之前, 可能需要首先计算其绝对值。

[0158] 作为另一实施例, 也可以按如下方式来计算所述用于计算样式偏移的公式。该表达式有个附加的优点, 就是无须区分穿孔和重复, 而用相同的公式覆盖了两情况。在专业事务的范围内也可以给出其它公式, 由它们通过考虑上述原理来定义所述穿孔样式的偏移。

[0159]

$$q := \lceil N_c / (((N_i - N_c) / 2) \bmod N_c - N_c / 2) \rceil$$

[0160] -- 在此, $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上一较大的整数取整, 譬如 $\lceil 1.5 \rceil = 2$, $\lceil -1.5 \rceil = 1$ 。

[0161] 如果 q 为偶数, -- 避免过早地第二次重复或穿孔

[0162] 则 $q' = q + 1 \text{cd}(|q|, F) / F$

[0163] -- 在此, gcd 表示最大公约数。

[0164] -- 如果 F 为 2 的幂, 则所述的最大公约数可以轻易地通过比特处理计算出来。

[0165] -- q' 不是整数, 而是 $1/8$ 的倍数, 或通常是 F 的倍数。

[0166] -- $||$ 表示绝对值。

[0167] 否则

[0168] $q' = q$

[0169] 如果语句结束

[0170] -- 计算 $S(k)$, S 表示第 k 帧的每列的样式偏移。 $S(k)$ 可以象上文所述一样被用来在上文所引用的速率匹配算法中计算初始误差值 e , 正如其在 UMTS 规范 TS25. 212 中所讲述的一样。

[0171] 对于 $i = 0$ 至 $F-1$,

[0172]

$$S(R_F(\lfloor |i * q'| \rfloor \bmod F)) = \lfloor |i * q'| \rfloor \text{div } F$$

[0173] -- 在此 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示向下取整。

[0174] 循环语句结束

[0175] 在上面的实施例中, 通过模运算来计算等效的穿孔 / 重复速率 re 。作为替换方案, 人们也可以只使用模运算, 以考虑速率中的 100% 的倍数, 并通过询问来判断所述的速率是否大于或小于 50%。同时总是以带有正负符号的量来计算 q , 以获得上述实施例的优点, 即统一地计算穿孔和重复。为了避免除以 0, 必要时可能需要对这种不必执行匹配的情况进行特殊地处理。由此可以得出如下的等效公式:

[0176] $R = (N_i - N_c) \bmod N_c$

[0177] -- 在此, $x \bmod N_c$ 位于范围 $0 \sim N_c - 1$, 也即 $-1 \bmod 10 = 9$

[0178] -- 因此 R 等于所述的等效重复速率 (位于范围 $0 \sim 50\%$) 乘以 N_c 。如果 $R \neq 0$ 且 $2 * R \leq N_c$

[0179] -- 若所述的等效重复速率小于 50%, 则出现重复, 于是 $q > 0$ 。

[0180] 则 $q = \lceil N_c / R \rceil$

[0181] 否则

[0182] -- 否则出现穿孔, 于是 $q < 0$ 。

[0183]

$$q = \lceil N_c / (R - N_c) \rceil$$

[0184] 如果语句结束

[0185] -- 在此 q 是一个具有正负符号的量。

[0186] 如果 q 为偶数

[0187] 则 $q' = q + 1 \text{cd}(|q|, F) / F$ -- 其中, $\text{gcd}(|q|, F)$ 表示 $|q|$ 与 F 的最大公约数。

[0188] -- q' 为非整数, 而是 $1/8$ 或 $1/F$ 的多倍。

[0189] 否则

[0190] $q' = q$

[0191] 如果语句结束

[0192] 对于 $k = 0$ 至 $F-1$,

[0193]

$$S(RF([|k * q'| \bmod F])) = (|k * q'| \div F)$$

[0194] 循环语句结束

[0195] 正如上文所多次讲述的一样,在上述公式中考虑了交织器内的列交换的效果。出于完整性的原因,需指出的是,用上述公式描述的原理也可以通过等效的表示法来描述,它们将会导致等效的结果。一种变化的表示法的例子被简写如下:

[0196] $N_c \rightarrow N_{i,j}$

[0197] $N_i - N_c \rightarrow \Delta N_{i,j}$

[0198] $S[k] \rightarrow S(P1_{Fi}(n_i)) = S(RF(x))$

[0199] $F \rightarrow F_i$ 。

[0200] 图 1 示出了为重复速率 1 : 4 所建议的重复样式的结果样式。粗体数字或者箭头开始或结束处的数字是表示需重复的比特。细轮廓线箭头 (譬如从 8 至 12 的箭头) 表示了相邻重复的比特之间的间隔为 4,细箭头 (譬如从 12 至 17 的箭头) 表示了间隔为 5,而粗轮廓线箭头 (譬如从 39 至 40 的箭头) 表示了间隔为 1。

[0201] 为了进行比较,图 8 示出了迄今所采用的重复方法的相同情况,这种方法譬如在 R1-99641 中讲述过。细轮廓线箭头 (譬如从 8 至 12 的箭头) 表示了相邻重复的比特之间的间隔为 4,细箭头 (譬如从 12 至 15 的箭头) 表示了间隔为 3,而粗轮廓线箭头 (譬如从 33 至 40 的箭头) 表示了间隔为 7。

[0202] 通过比较两个附图可以看出,本发明的重复样式避免了被重复的比特之间的大间隔 (图 8 中的 7 个间隔)。由于位于重复之间的大间隔尤其会导致损害性能,而本发明的方法避免了这种大间隔,所以应用本发明方法是非常有利的。

[0203] 因此,如果在第一交织器之后应用所述的速率匹配,则利用本发明的重复方法实际上可以产生最佳的重复样式。该方法在这方面不怎么复杂,且每个无线帧只须应用一次,而不是每个比特都必须执行。

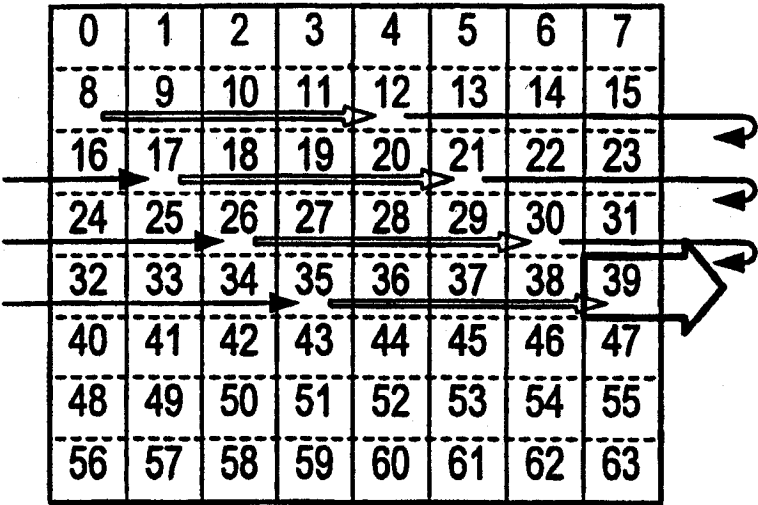


图 1

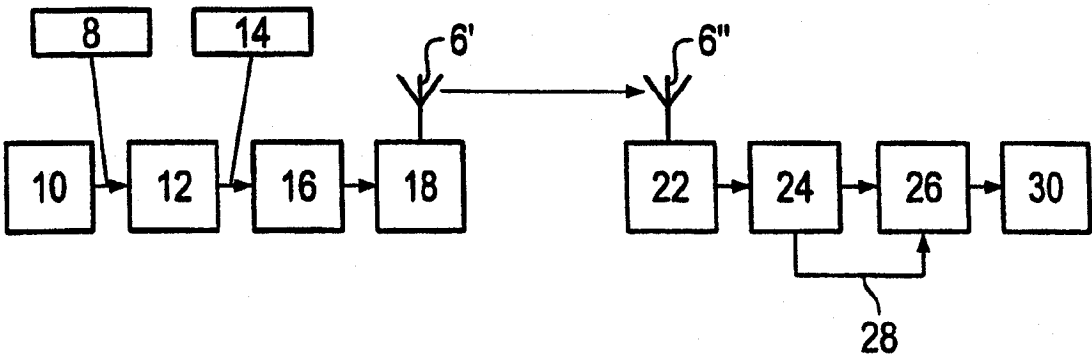


图 3

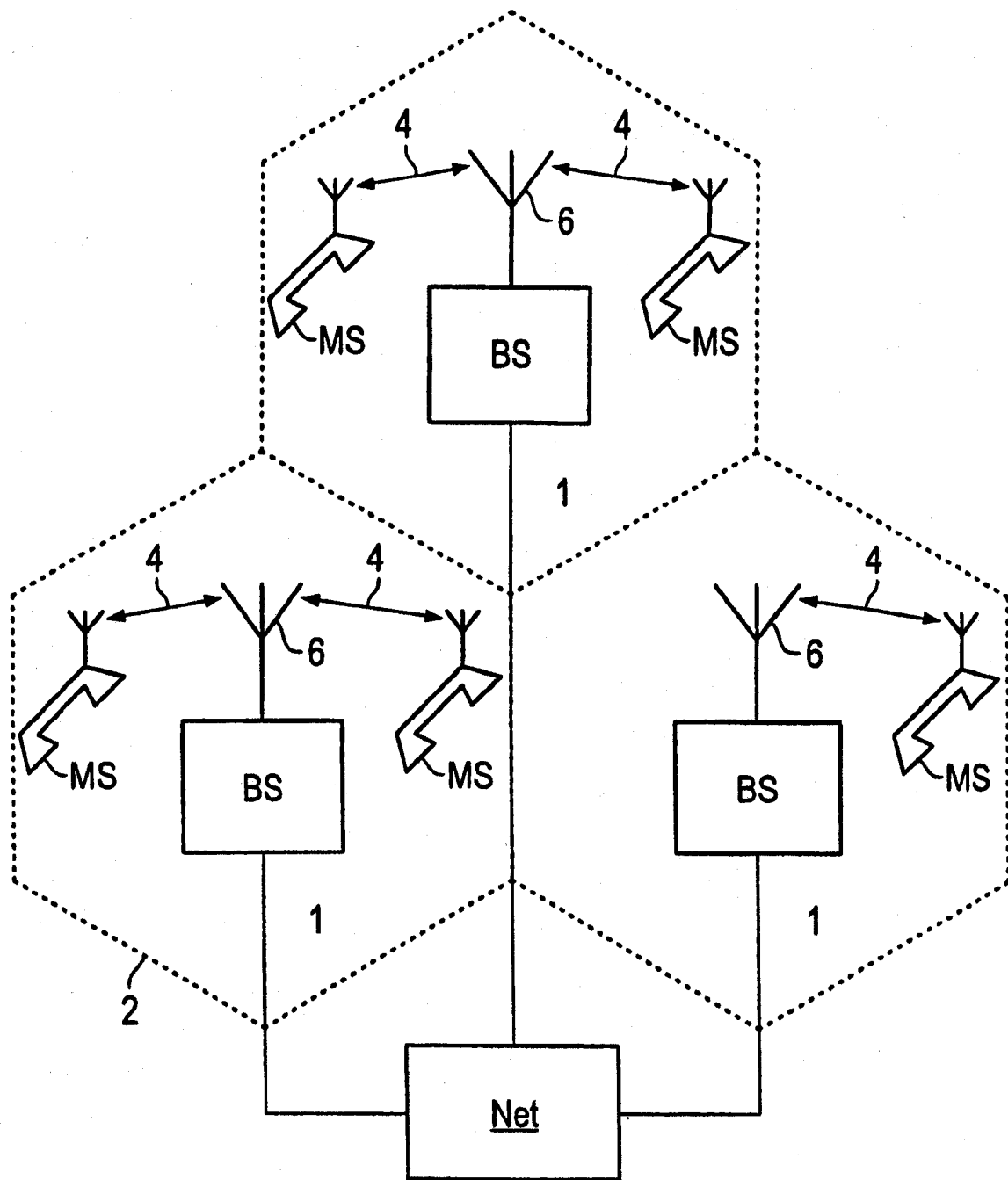


图 2

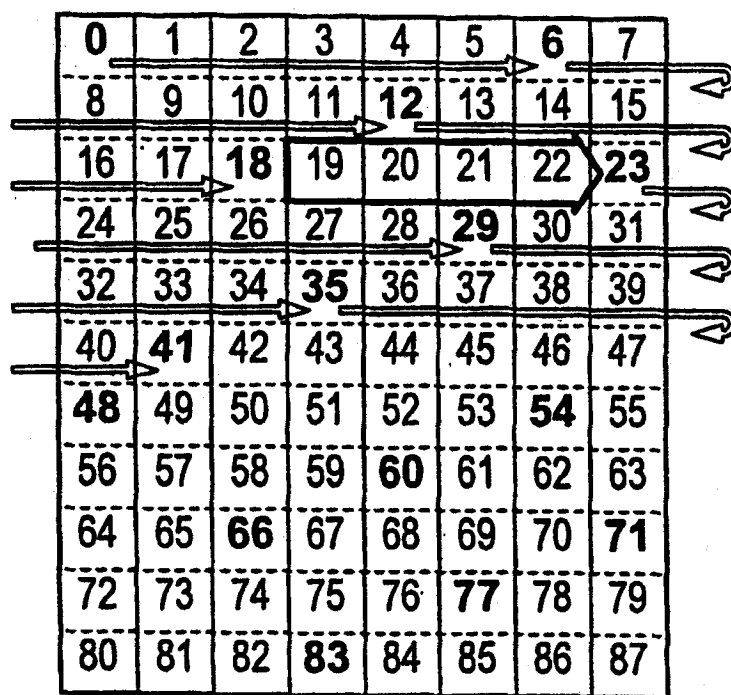


图 4

S · T	K	1	2		4				8							
	k	0	0	1	0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6	7
Q	1	0; 0	0; 0	0; 1	0; 0	0; 2	0; 1	0; 3	0; 0	0; 4	0; 2	0; 6	0; 1	0; 5	0; 3	0; 7
	2		0; 0	1; 1	0; 0	0; 1	1; 3	0; 2	0; 0	0; 2	0; 1	0; 3	1; 5	1; 7	1; 6	0; 4
	3				0; 0	1; 2	2; 3	0; 1	0; 0	1; 4	2; 6	0; 2	1; 3	2; 7	0; 1	1; 5
	4				0; 0	1; 2	2; 3	0; 1	0; 0	0; 1	2; 5	1; 4	3; 7	2; 6	1; 3	0; 2
	5								0; 0	3; 4	2; 2	4; 6	4; 5	1; 1	5; 7	2; 3
	6								0; 0	1; 2	2; 3	0; 1	5; 7	3; 5	4; 6	2; 4
	7								0; 0	3; 4	5; 6	1; 2	6; 7	2; 3	4; 5	0; 1
	8								0; 0	3; 4	5; 6	1; 2	6; 7	2; 3	4; 5	0; 1

图 5

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71
72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103
104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151
152	153	154	155	156	157	158	159

图 6

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71
72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103
104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127

图 7

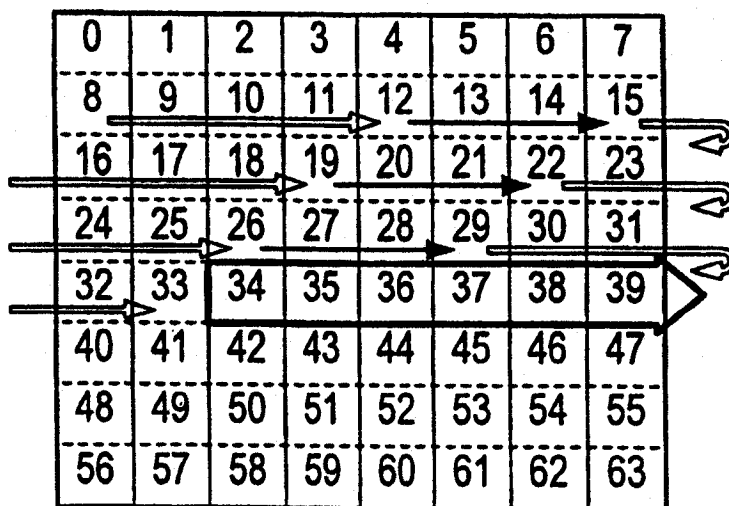


图 8