[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 1/00 (2006.01)
H04B 1/707 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99117927.7

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100425016C

[22] 申请日 1999.8.18 [21] 申请号 99117927.7

[30] 优先权

[32] 1998. 8.21 [33] EP [31] 98306720.8

[73] 专利权人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西

[72] 发明人 斯蒂芬·T·布林克

[56] 参考文献

EP－0818901A2 1998.1.14

DE－19717546A 1998.6.10

审查员 吴志彪

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

代理人 马 浩

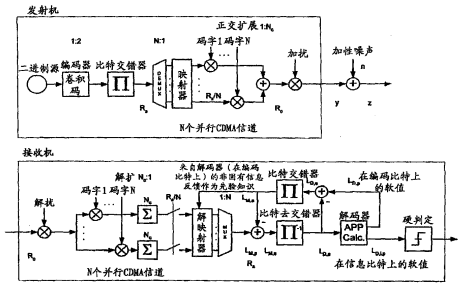
权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

码分多址系统

[57] 摘要

本发明涉及一个 CDMA 系统，包括一个发射机和接收机，例如用于数字无线通信系统中，特别涉及用于映射和解映射 CDMA 信号的方法和装置。CDMA 系统包括一个发射机和一个接收机。 该发射机包括用于处理被传送的所述 CDMA 信号的一个编码器和一个比特交错器，与该编码器和比特交错器串联连接的一个映射器，以及用于传送所述处理的 CDMA 信号的装置。 该接收机包括用于接收所述传送的 CDMA 信号的装置，用于处理所述接收的 CDMA 信号的一个比特去交错器和一个解码器，以及与该比特去交错器和解码器串联连接的一个解映射器。 在该接收机中通过将该解码器的输出传送回到该解映射器可以执行迭代解映射。 还公开了一种对应的方法。



1. 一种码分多址系统，包括一个发射机和一个接收机，

所述发射机包括：

一个第一编码器，用于对信号进行编码，

一个交织器，用于对编码后的信号进行交织，和

一个第二编码器，用于对交织后的信号进一步进行编码，

第二编码器包括：

映射器装置，用于将交织后的信号的各分量映射到映射后的信号的各分量，从而所述映射器装置执行不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射操作；和

扩展装置，用于以各正交扩展码扩展每个映射后的分量；

所述接收机包括：

解扩展装置，用于使接收的信号与所述正交扩展码相乘，以提供被接收的信号的分量，

解映射器装置，用于逆换所述不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射和估计所述被接收的信号的分量的似然值，

一个去交织器，用于对估计的分量值去交织，该去交织器耦接到一个解码器，该解码器用于对所述第一编码器提供的编码操作进行解码操作，和

一个从解码器到解映射器装置的反馈通路，包括一个交织器，以使所述接收机执行迭代解码。

2. 如权利要求 1 所述的系统，包括一个多路分解器，用于将被交织的信号的分量分离到并行通路上，映射器装置可操作地将所述映射的分量映射到所述并行通路上，并且所述扩展装置在每个并行通路上包括用于以各正交扩展码扩展映射后的各分量的装置。

3. 如权利要求 2 所述的系统，包括用于组合扩展后的信号分量的装置，和用于在被组合的信号发送之前对其加扰的加扰装置。

4. 如权利要求 1 所述的系统，其中第一编码器提供数字比特形式的

一个编码后的信号，所述发射机中所包括的所述交织器是一个比特交织器，所述映射器装置用于将交织后的信号的矢量分量映射到映射后的信号的映射后的矢量分量。

5. 如权利要求 1 所述的系统，其中接收机包括解扰装置，用于对加扰的接收信号进行解扰。

6. 如权利要求 1 所述的系统，所述解扩展装置包括多个并行通路，每个通路具有乘法装置，用于使接收的信号与各正交码相乘。

7. 如权利要求 6 所述的系统，其中所述解映射器装置具有耦接到所述各并行通路上的各输入，以提供各信号分量的似然值的估计，所估计的值被提供给一个多路复用器装置以便被发送到所述去交织器。

8. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述解码器包括一个后验概率计算器用于提供软判决，和一个用于提供硬判决的装置。

9. 一种用于码分多址系统的发射机，包括:

一个第一编码器，用于对信号进行编码；一个交织器，用于对编码后的信号进行交织；和一个第二编码器，用于对交织后的信号进一步进行编码，

所述第二编码器包括：映射器装置，用于将交织后的信号的各分量映射到一个映射后的信号的映射后的各分量，从而所述映射器装置执行不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射操作；和扩展装置，用于以一个正交扩展码扩展每个映射后的分量。

10. 如权利要求 9 所述的发射机，包括一个多路分解器，用于将被交织的信号的分量分离到并行通路上，映射器装置可操作地将所述映射的分量映射到所述并行通路上，并且所述扩展装置在每个并行通路上包括用于以各正交扩展码扩展映射后的各分量的装置。

11. 如权利要求 10 所述的发射机，包括用于组合扩展后的信号分量的装置，和用于在被组合的信号发送之前对其加扰的加扰装置。

12. 如权利要求 9 所述的发射机，其中第一编码器提供数字比特形式的一个编码后的信号，所述交织器是一个比特交织器，所述映射器装置用于将交织后的信号的矢量分量映射到映射后的信号的映射后的矢量分

量.

13. 一种用于码分多址系统的接收机，用于接收被连续编码的信号，所述连续编码的信号具有后跟有交织的第一编码、和带有不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射和正交扩展码的一个第二编码，所述接收机包括:

解扩展装置，用于使所述接收的信号与所述正交扩展码相乘，以提供接收的信号的分量;

解映射器装置，用于逆换所述不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射并且用于估计接收的信号的分量的似然值;

去交织器，用于对接收的信号的分量的估计值去交织;

解码器，用于对接收的信号的第一编码操作进行解码操作；和

一个从解码器到解映射器装置的反馈通路，包括一个交织器，以使所述接收器执行迭代解码.

14. 如权利要求 13 所述的接收机，其中接收机包括解扰装置，用于对加扰的接收信号进行解扰.

15. 如权利要求 13 所述的接收机，包括解扩展装置，它包括多个并行通路，每个通路具有乘法装置，用于使接收的信号与各正交码相乘.

16. 如权利要求 15 所述的接收机，其中所述解映射器装置具有耦接到所述各并行通路上的各输入，以提供各信号分量的似然值的估计，所估计的值被提供给一个多路复用器装置以便被发送到所述去交织器.

17. 如权利要求 13 所述的接收机，其中所述解码器包括一个后验概率计算器用于提供软判决，和一个用于提供硬判决的装置.

18. 一种用于发送码分多址信号的方法，包括:

对信号执行第一编码，对编码后的信号进行交织，和对交织后的信号执行第二编码;

第二编码包括将交织后的信号的分量映射到映射后的信号的各映射后的分量，从而所述映射执行不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射操作，和

用一个正交扩展码扩展每个映射后的分量.

19. 一种用于接收码分多址信号的方法，包括:

接收一被连续编码的信号，所述连续编码的信号具有后跟有交织的第一编码，和带有不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射和正交扩展码的第二编码;

通过使接收的信号与所述正交扩展码相乘来执行对接收的信号的解扩展，以提供接收的信号的分量;

对接收的信号进行解映射，包括逆换所述不同于恒等映射的 N 比特对 N 比特映射和估计接收的信号的分量的似然值;

对接收的信号的分量的估计值进行去交织;

对接收的信号的所述第一编码操作进行解码操作；和

将解码的值作为先验知识反馈给所述解映射操作，使得能够执行迭代解码.

码分多址系统

本发明涉及码分多址（CDMA）系统,包括一个发射机和接收机,例如用在数字无线通信系统中．特别本发明涉及映射和解映射 CDMA 信号的方法和装置．

近来迭代译码算法已经变成数字通信中的一个重要的研究领域．适合于迭代解码的首先发现和仍然最流行的编码方案是两个递归的系统的卷积码也称为‘涡轮代码（Turbo Code）’的并行链接,正如 1997 年 9 月在法国 Brest 的关于涡轮码讨论会 J. Hagenauer 的文章“The Turbo Principle: Tutorial Introduction and State of the Art”中描述的．在过去几年中已经找到涡轮原理(Turbo Principle)的其它应用，例如 1997 年 10 月在德国波恩的 EPMCC'97 论文集第 307-312 页中 G. Bauch, H.Khorram, J.Hagenauer 的文章“Iterative Equalization and Decoding in Mobile Communications Systems”．

信道编码用于使得传送的数字信息信号更能抵抗噪声．为此在发射机通过信道编码来编码信息比特序列和在接收机由信道解码器解码．在该编码器中,冗余信息加到信息比特序列，以便便于在解码器中差错校正．例如,在系统的信道编码方案中，冗余信息加到信息比特序列，正象另外插入‘编码的’比特．在非系统的编码方案中,输出的比特是所有的编码比特,和没有“无保护的”（‘naked’）信息比特被剩余．在编码器输入的比特(信息比特)数量小于输出的比特(信息比特加上插入编码比特,或者所有的编码比特)的数量．输入/输出比特的比值称为‘码率 R’(典型地 R = 1/2).

链接编码方案应用于至少两个并行或者串行链接的编码器．迭代译码算法用于并行或者串行链接编码系统，而传统的‘涡轮’码是并行链接码．

图 1 表示在一个方框一个方框基础上执行具有该传输的真正的串

行链接编码方案．信号序列以串行方式在该发射机中被编码两次．来自数字源(例如利用来自麦克风的模拟输入信号的模拟－数字转换器)的二进制信号首先由外部的编码器编码．外部编码器的输出通过一个交错器，它改变输入比特符号的顺序，使得信号更随机的出现给下列处理级．在交错器之后信号由“内部编码器”第二次编码．相应地,在接收机处该信号首先由内部的解码器解码,去交错和由该外部的解码器解码．来自外部的解码器软的值（soft value）被反馈作为另外的‘优先’输入给该内部的解码器．该软的值是解码信号的质量的可靠性值．这些值的反馈有助于减少在外部的解码器的输出还是在迭代解码步骤中的硬判定值 0,1 的误码率．特定传送序列的迭代解码利用一个任意的终止标准停止,例如在迭代的固定数目之后或者直到到达确定的误码率(终止标准对于本发明根本是不重要的)．应该注意，对于传送比特序列的最先解码(‘第 0 次迭代’)，输入给内部解码器的‘优先’软值置“0”．

内部的和外部的二进制码可以是任何类型：系统的或者非系统的块码或者卷积码．

在该接收机两个解码器是软入/软出（soft-in/soft-out）解码器(SISO 解码器)．软值表示相应的位符号(O 或者 1)的比特判断的可靠性．软入解码器接收输入比特符号的软的可靠性值．软出解码器提供关于输出的比特符号的软的可靠性输出值．软出可靠性值通常比软入可靠性值更精确，因为它们可以在译码过程期间基于冗余信息即在该发射机在每个编码步骤加上而改进．

迭代地解映射（demapping）信号的方法和装置在 1998 年 4 月 3 日提交的欧洲专利申请号 98302653.5 中描述,其内容引用在这里供参考．

CDMA(码分多址)系统具有由不同的码分开的多个用户．用户 k 的每个传送比特由称为‘片’的短比特号码 N_C 代替,它们是根据特定用户 k 的信道化代码选择的．在‘替代’之后，因为占用带宽扩展 N_C 倍，这个过程称为‘扩展’,和 CDMA 系统常常称为‘扩频系统’．在扩展之后，用于每个用户的信号占用全部可用带宽 B．在接收机通

过与适当的信道化代码的相关性检测有用的用户.

多码 CDMA 是在 CDMA 系统中提供更高的数据率给单个用户的一种方法. 特定的用户被分配 N 个信道化代码,而在常规的 CDMA 系统中仅仅具有一个信道化代码. 因此多码用户可以在比‘单个码’用户 N 倍高的数据速率传送. 在多码发射机 N 个二进制对映(antipodal)码相加形成一个 N+1 级调幅的信号,代替单码情况的二进制对映的信号.

图 2 表示一个常规的多码 CDMA(M-CDMA)单用户发送机/接收机. 来自数字源(例如具有来自麦克风的模拟输入信号的模-数变换器)的二进制信号首先由信道编码器编码. 信道编码器的输出通过一个交错器, 该交错器改变输入比特符号的顺序, 使得该信号更随机的出现在随后的处理级. 在该交错器之后, 编码的比特流由一个多路分解器(demux)(串行并行转换)分成 N 个并行比特流. 每个比特流 1,...,N 由一个长度 N_C 片的二进制对映信道化代码(码字 1, …, N)扩展(即相乘). 典型地,N 信道化代码是正交的. 在扩展之后 N 个二进制对映片流在片速率上相加形成调幅的(N+1 级)片符号. 因此 N 个编码比特符号产生 N_C 个片符号.每块的 N_C 片符号被称为一个合成的多码 CDMA 符号. 作为选择,在该片速率加扰可以适用于更加使该信号随机化. 典型地加扰序列是一个二进制对映的伪随机序列. 然后合成的信号被放在传输信道上.

为了清楚起见, 图 2 仅仅表示基波处理, 而对射频的上变频等等被省略了. 为了描述简单, 我们假定一个实际的信号处理. 然而,实际的信道化代码也可以是复杂的信道化代码,或者可以是一个复杂加扰序列.

关于该信道, 该信号被加性噪声或者任何其它噪声形式失真了.

相应地,在该接收机, 该信号被解扰(作为选择)并与 N 个信道化代码(码字 1,.., N)相关. 该相关包括与相应的信道化代码相乘和在 N_C 片上累加. 在多路复用(并行串行变换)和去交错之后, N 个相关结果放到信道解码器. 最后,信息比特分别在该解码器的输出或者硬判断设备是

可用的.

正如在上面描述的，常规的 CDMA 和 M-CDMA 系统例如虽然迭代解码,但是并没有减少误码率(BER).这样对于CDMA或者M-CDMA系统有一个要求，其中可以实现改进的 BER.

根据本发明的第一方面提供一个 CDMA 系统，包括：一个发射机，它包括用于处理传送的所述 CDMA 信号的一个编码器和一个比特交错器；用于传送所述处理的 CDMA 信号的装置；用于接收所述传送的 CDMA 信号的装置；一个接收机，它包括用于处理所述接收的 CDMA 信号的一个比特去交错器和一个解码器；和其特征在于该发射机包括与该编码器以及比特交错器串联连接的一个映射器，和该接收机包括与比特去交错器以及解码器串联连接的一个解映射器.

根据本发明的第二方面提供一个 CDMA 发射机，包括：用于处理传送的所述 CDMA 信号的一个编码器和一个比特交错器；用于传送所述处理的 CDMA 信号的装置；其特征在于该发射机包括与该编码器以及比特交错器串联连接的一个映射器.

根据本发明的第三方面提供一个 CDMA 接收机，包括：用于接收所述传送的 CDMA 信号的装置；用于处理所述接收的 CDMA 信号的一个比特去交错器和一个解码器；以及其特征在于该接收机包括与该比特去交错器以及解码器串联连接的一个解映射器.

在该接收机中，通过将该解码器的输出传送回到解映射器执行迭代解映射. 该系统可以是一个多用户 CDMA 系统，其中 N 个并行信道化代码被认为是最多 N 个不同的用户的信道化代码. 该系统可以是一个多代码 CDMA 系统，其中 N 个信道化代码属于至少一个用户.

根据本发明的第四方面提供传送 CDMA 信号的一种方法，包括步骤：产生传送的 CDMA 信号；编码和比特交错所述 CDMA 信号；传送所述编码和交错的 CDMA 信号；和其特征在于在被传送之前编码和交错的 CDMA 信号被映射.

而且提供正如在上面描述的接收所传送的 CDMA 信号的一种方法，包括接收传送的 CDMA 信号；比特去交错和解码接收的 CDMA

信号；和其特征在于在去交错和解码之前解映射接收的 CDMA 信号.

CDMA 信号通过重复比特去交错、解码和解映射步骤迭代地解映射.

通过在常规的发射机的多路分解器和 N 个并行 CDMA 信道的正交的扩展之间插入一个映射器,在该接收机可以实现通过迭代解码减少误码率. 为此,在解扩展之后该接收机必须执行解映射操作. 解映射器可以使用通过信道译码器获得的先验知识，使能够迭代的解映射和解码.

‘修改的’映射可以是任意的和仅仅需要不同于该‘相同的’映射. 然而,能实现的性能坚决取决于选择的‘修改的’映射. 映射器不加冗余给该信号并且可以翻译为一个二进制块编码器与正交的 CDMA 扩展组合的速率. 然而,该扩展不必是正交的.

迭代解映射和解码减少了使用普通的信道编码的多码 CDMA 的误码率.

迭代解映射和解码用于 CDMA 工作，只要在编码器和扩展/映射之间至少有一个比特符号交错器.

因为保持展开码的正交性,这种方法例如适合于在无线通信链路(基站到移动终端,多用户发射机)中同步的多用户下行链路通信，以及用于异步的上行链路通信(移动终端到基站，单个用户发射机).

本发明的一个实施例在下面和参见下列附图描述，其中:

图 1 表示使用串行链接编码方案的一个发射机和接收机;

图 2 表示常规的多码 CDMA(M-CDMA)单个用户发射机和接收机;

图 3 表示根据本发明的多码 CDMA(M-CDMA)单个用户发射机和接收机.

在图 3 的发射机 10,二进制随机信号卷积地编码 11 和馈送给随机比特交错器 12，该随机比特交错器 12 交错比特符号(可以使用任何信道代码和任何编码率,不仅仅卷积码). 在交错器之后，编码的比特流由一个多路分解器 13 分成 N 个并行比特流，该多路分解器 13 执行串行

并行转换.

映射器 14 执行 N 比特对 N 比特映射操作. 在映射之后,由长度 N_C 片的二进制对映信道化代码(码字 1,...,N)扩展(即乘以乘数 15_1 至 15_N)每个比特流 1,...,N. 典型地,N 个信道化代码是正交的. 在扩展之后, 码字由加法器 16 以片速率相加. 作为选择二进制对映加扰序列可以应用(17)于更加使信号随机化.

关于该信道,该符号被加性噪声(由加法器 18 示出)或者任何其它噪声形式失真.

在接收机 20, 该信号被解扰 21(可选择的)并与 N 个信道化代码(码字 1,...,N)相关. 该相关包括由乘数 22_1 至 22_N 与相应的信道化代码相乘和在累加器 23_1 至 23_N 中在 N_C 片上累加. N 个相关结果由解映射器 24 用于计算 N 个多码 CDMA 信道的传送的编码比特 $x_{0,..,N-1}$ 的对数似然比 (也称为 L 值).

对数似然比在多路复用器 25 多路复用,由比特去交错器 26 去交错和放到后验概率计算器 27(APP),或者任何其它 SISO 解码器. 在解码之后, 关于发送信息比特的估计在硬判断设备的输出通过取该信息比特的 APP 软输出值是可用的.

在迭代解映射/解码路径中, '非固有的信息' 通过该比特交错器 28 和在输入 29 作为先验知识反馈给该解映射设备 24. '非固有的' 信息是在该解码器的软输入/软输出值的差和描述通过该译码过程获得的新的、在统计上独立的信息(至少用于第一迭代). 该解映射设备可以利用来自解码器的先验知识用于进一步迭代解码步骤净化它的输出.

注意, 在比特速率而不是片速率执行迭代解码,因此复杂性低.

为了简单起见,下列描述假定实际的信号处理,单个传播路径和附加噪声. 扩充到复杂信号处理,多路径传播和其它噪声形式是简单的. 考虑一个特定的合成多码 CDMA 符号 Z(具有 N_C 单元的矢量)的信号处理.

注意: 黑体字表示矢量.

在该发射机:

N:N 映射器执行 N 编码比特(矢量 x)映射到映射的编码比特矢量 $x_M=map(x)$, $x=(x_0,\ldots,x_{N-1})$,

$x_M=(x_{M,0},\ldots,x_{M,N-1})$; x_i, $x_{M,i} \in \{-1,+1\}$

比特矢量 x, x_M 被看作为具有从 0 到 2^N-1 范围内的值的整数和例如对于 x 根据 $\sum_{i=0}^{N-1}\frac{(x_i+1)}{2}\cdot 2^i$（分别对于 x_M）计算，则对于 N=3，任意的映射可以由以下定义:

输入 x	映射输出 x_M
0	5
1	2
2	7
3	1
4	0
5	6
6	3
7	4

在映射以后,以沃尔什（Walsh）码矩阵 $W=(w_0,\ldots,w_{N-1})$正交扩展和以序列 s 进行加扰. 该传送信号是

$y=(x_M \bullet W)\circ s$

其中:

行矢量 w_i 表示利用长度 N_C 片的 Walsh 矢量,i=0...N-1;

通常，‘循环乘法’表示两个矢量的逐个分量的方式乘法;

s 是加扰序列矢量;

在信道输出接收的噪声影响的合成的多码 CDMA 符号是:

$z=(x_M \bullet W)\circ s+n$

具有噪声矢量 n.

在该接收机:

对于以该合成的多码 CDMA 符号 z 传送的每个编码比特 $x_0,\ldots,x_{N-1}$, 解映射器计算关于 z 条件的相应比特的对数似然比(L 值). L 值的绝对值表示比特判断的可靠性. 例如对于比特 x_k,该解映射器软输出是 L 值

$$L(x_k|z)=L_a(x_k)+\ln\frac{\sum_{i=0}^{2^{N-1}-1}p\left(z|x_k=1,x_{j,j=0..N-1,j\neq k}\equiv \mathrm{bin}(i)\right)\cdot\exp\sum_{\substack{j=0,j\neq k\\ \mathrm{btst}(i,\tilde{j})=1}}^{N-1}L_a(x_j)}{\sum_{i=0}^{2^{N-1}-1}p\left(z|x_k=0,x_{j,j=0..N-1,j\neq k}\equiv \mathrm{bin}(i)\right)\cdot\exp\sum_{\substack{j=0,j\neq k\\ \mathrm{btst}(i,\tilde{j})=1}}^{N-1}L_a(x_j)}$$

在此 $x_{j,j=0..N-1,j\neq k}\equiv \mathrm{bin}(i)$表示根据 i 的二进制分解,变量 $x_{j,j=0..N-1,j\neq k}$ 的联合事件取值 0,1. 例如对于 N=4,k=1,i=5, 我们得到 $x_3=1,x_2=0$ 和 $x_0=1$. 如果在 i 的二进制分解中设置比特号 $\tilde{j}$ 函数 btst(i,$\tilde{j}$)取值 '1', 否则它是 '0',具有

$$\tilde{j}=\begin{cases}j & ,j<k\\ j-1 & ,j\geq k\end{cases}$$

对于实际加性白色高斯噪声信道

$$p(z|\hat{x})=\exp\left[\frac{1}{\sigma^2}\cdot\hat{x}_M\cdot\mathrm{corr}\right]$$

因此

$$\mathrm{corr}=(z\circ s)\cdot W^T=x_M\cdot W\cdot W^T+(n\circ s)\cdot W^T=N_c\cdot x_M+\tilde{n}$$

表示在接收机输入到解映射器的矢量 N 相关结果.

注意: $\hat{x}_M=\mathrm{map}(\hat{x})$是考虑的多码 CDMA 符号的假设的接收映射编码比特矢量,并且 $x_M=\mathrm{map}(x)$, 实际传送的码.

进一步表示:

σ^2是在信道上的加性噪声的功率.

'ln' 表示自然对数, 'exp' 表示指数函数.

例如对于未映射的编码比特 x_k, 先验的 L 值是

$$L_a(x_k)=\ln\frac{P[x_k=1]}{P[x_k=0]}$$

注意, 在第一解码通过之后, 比特 $x=(x_0,\ldots,x_{N-1})$ 的 '先验' L 值由 SISO 解码器提供作为软解映射设备的输入. 对于第一解码通过这些值置 0.

在 $L_a(x_k)$减法之后(参见图 3)仅仅所谓的解映射器的 '非固有的信

息’被传送到去交错器和信道 SISO 解码器.

对复杂信号处理的扩充(I-/Q-信道)是简单的. 信道化代码不需要是正交的.

此外,在多路径信道环境(典型的对于无线通信信道)中的应用对于本领域技术人员是显而易见. 应用一个瑞克接收机以便补偿多路径传播. 用于相干检测的瑞克接收机包括许多指形相关器(finger-corelator)(理想地,每个多路径分量一个指状物). 然后指形相关器的输出在一个‘最大比合并器’中合并. 然后在最大比合并器对‘合并的’相关结果处理之后执行解映射.

分别在多码 CDMA 信号或者多用户 CDMA 信号中 N 个并行 CDMA 信道数目不必等于执行映射的比特数目. 而且,映射比特数目可以比 N 小或者大. 数学描述和图的适当的改变对于本领域的技术人员是显而易见的.

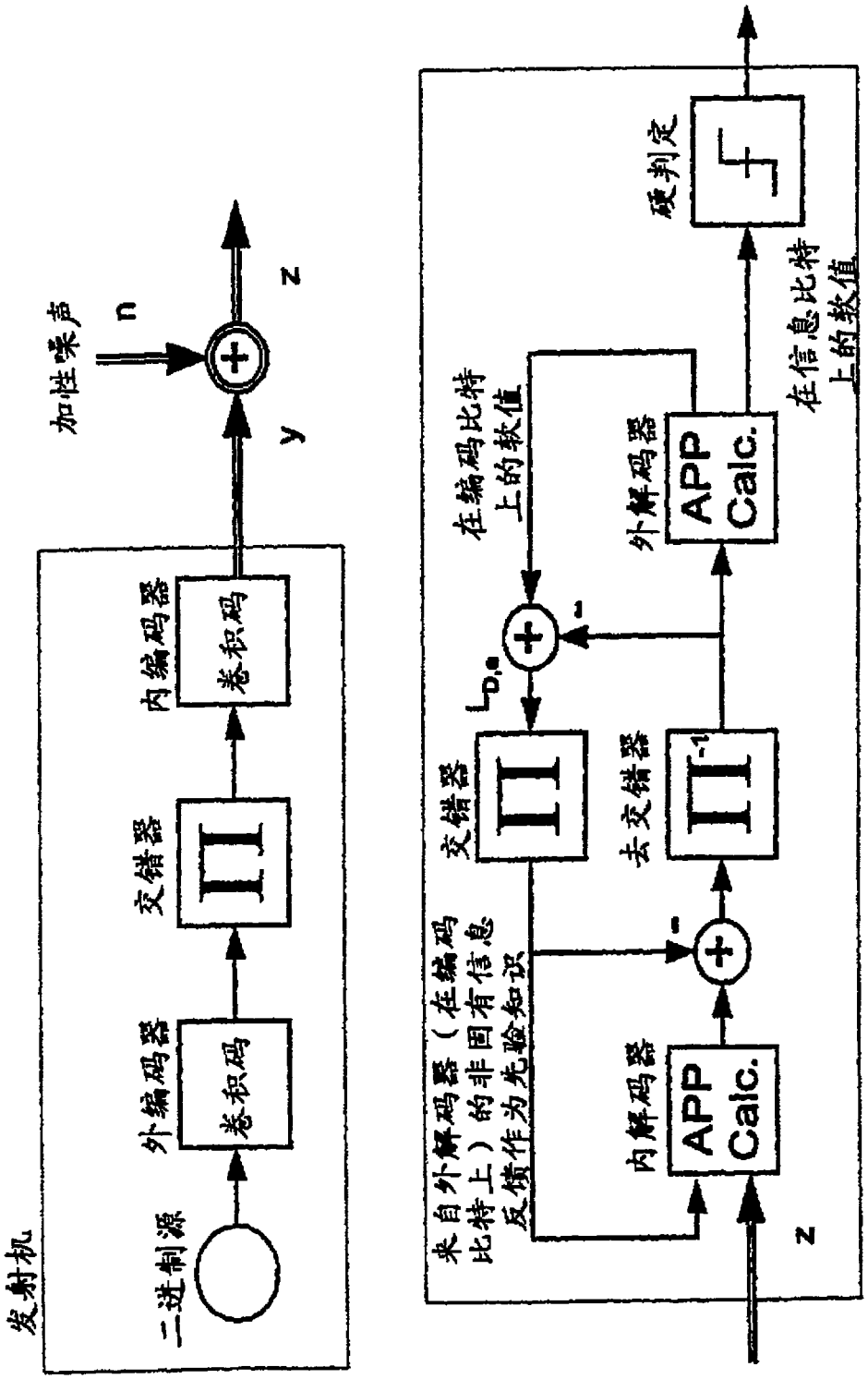

发射机
二进制源
外编码器
卷积码
交错器
Π
内编码器
卷积码
加性噪声
n
y
z
来自外解码器（在编码比特上）的非固有信息反馈作为先验知识
内解码器
APP Calc.
交错器
Π
去交错器
Π-1
外解码器
APP Calc.
在编码比特上的软值
硬判定
在信息比特上的软值
z

图1

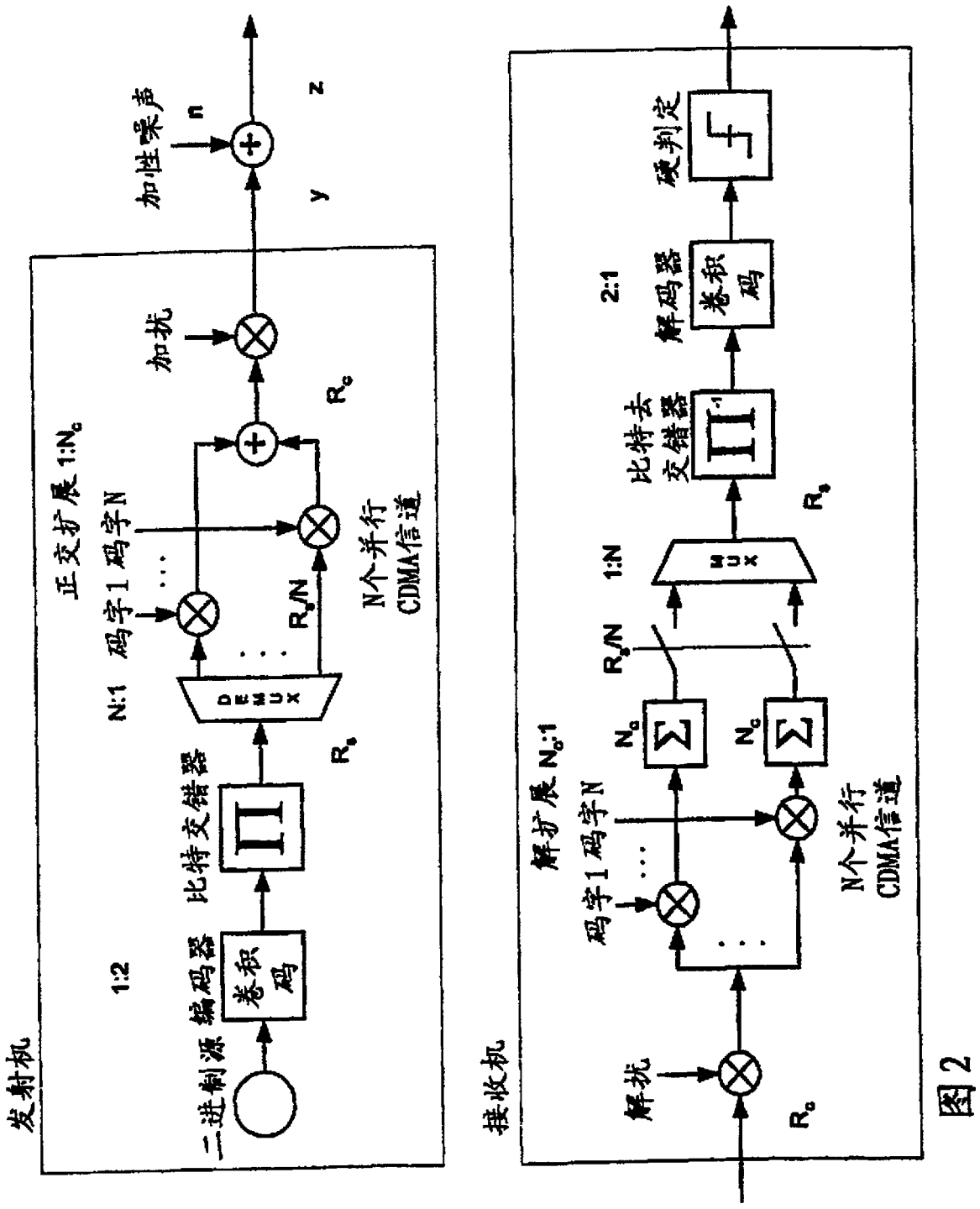

发射机
二进制源
编码器
卷积码
1:2
比特交错器
Π
R_s
DEMUX
N:1
码字1
码字N
正交扩展 1:N_c
R_s/N
N个并行
CDMA信道
R_c
加扰
加性噪声
n
y
z
接收机
解扰
R_c
码字1
码字N
解扩展 N_c:1
N_c
N_c
R_s/N
N个并行
CDMA信道
1:N
MUX
R_s
比特去
交错器
Π^{-1}
2:1
解码器
卷积码
硬判定

图2

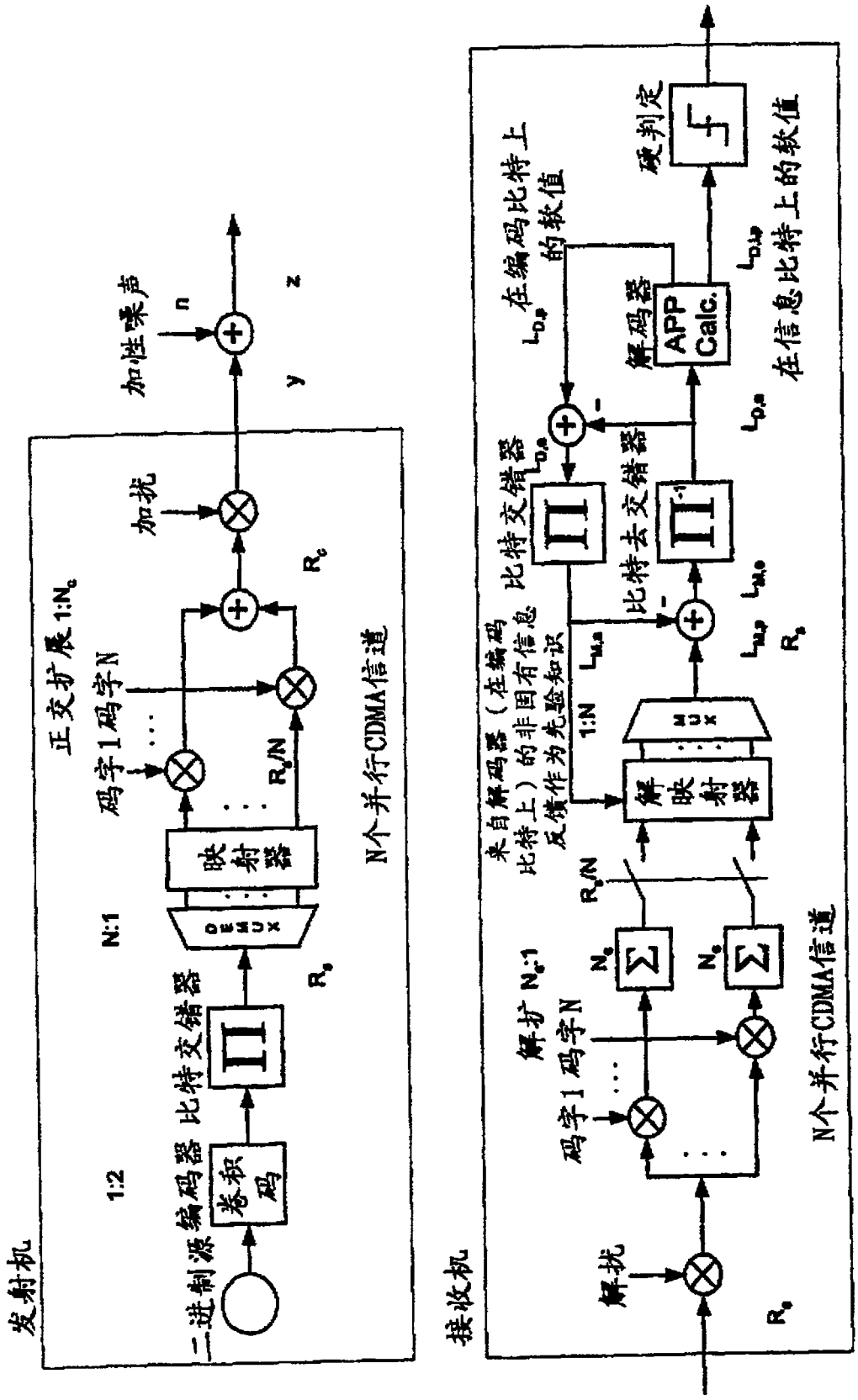

发射机
二进制源
编码器
卷积码
1:2
比特交错器
Π
DEMUX
N:1
映射器
码字1 码字N
正交扩展 1:Nc
Rs/N
Rs
Rc
加扰
加性噪声
n
y
z
N个并行CDMA信道
接收机
解扰
解扩 Nc:1
码字1 码字N
Nc
Σ
Rs/N
解映射器
MUX
来自解码器（在编码比特上）的非固有信息反馈作为先验知识
1:N
比特交错器
Π
比特去交错器
Π-1
解码器
APP Calc.
在编码比特上的软值
硬判定
在信息比特上的软值
N个并行CDMA信道

图 3