

(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:
2003年12月11日(11.12.2003)

PCT

(10) 国际公布号:
WO 03/103185 A1

- (51) 国际分类号⁷: H04B 7/04, H04L 27/06
- (21) 国际申请号: PCT/CN02/00368
- (22) 国际申请日: 2002年5月30日(30.05.2002)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人(对除美国以外的所有指定国): 连宇通信有限公司(LINKAIR COMMUNICATIONS, INC.) [US/US]; 美国加利福尼亚州桑塔克拉拉市塔斯曼路2901号109室, 2901 Tasman Drive, Suite 109, Santa Clara, CA 95054 (US).
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人(仅对美国): 王丹丹(WANG, Dandan) [CN/CN]; 王刚(WANG, Gang) [CN/CN]; 李永会(LI, Yonghui) [CN/CN]; 中国北京市西直门北大街甲43号金运大厦B座908, Beijing 100044 (CN).
- (74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司(BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.); 中国北京市北三环中路40号, Beijing 100088 (CN).

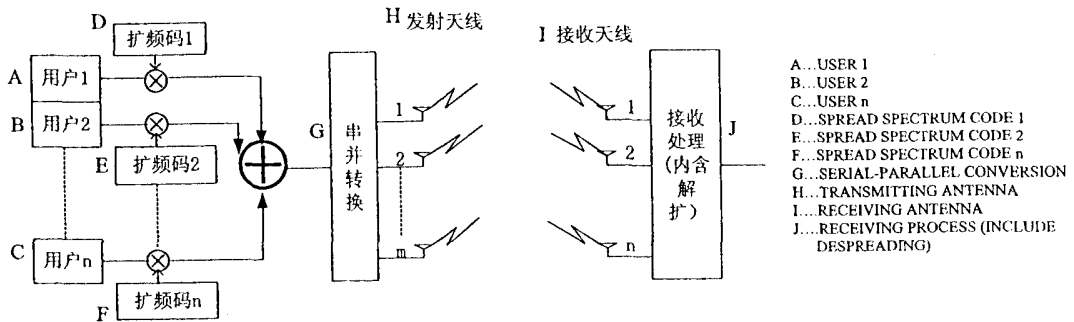
- (81) 指定国(国家): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW
- (84) 指定国(地区): ARIPO专利(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚专利(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲专利(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI专利(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

本国际公布:
— 包括国际检索报告。

所引用双字母代码和其它缩写符号, 请参考刊登在每期PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

(54) Title: A RECEIVING METHOD BASED ON MIMO CDMA

(54) 发明名称: 一种基于MIMO CDMA的接收方法



(57) Abstract: The present invention provides a receiving method based on MIMO CDMA, characterised in, the transmitting terminal sends separated signals by using at least two transmitting antennas; the receiving terminal receives the signals transmitted from the transmitting terminal by using at least two receiving antennas, and resumes the signals transmitted from the transmitting terminal in the light of the maximum-likelihood criterion and the characteristic of MIMO CDMA in the Rayl-fading channel. The present invention is an algorithm with less complexity which performs receiving separately according to the characteristic of the spreaded signals in the multipath channel, and it is used for MIMO CDMA system, and it adapts to both simple carrier wave system and multi-carrier wave system of MIMO CDMA. This invention provides an algorithm with less operational complexity for the combination of MIMO and CDMA, and supports a condition for the application of these two techniques.

[见续页]



WO 03/103185 A1



(57) 摘要

本发明提供了一种基于 MIMO CDMA 的接收方法，其特征在于，发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号；接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收，并且按照 MIMO CDMA 在瑞利衰落信道下的特性、最大似然准则使发射天线发送的信号在接收端得到恢复。本发明用于 MIMO CDMA 系统，利用多径信道下，扩频信号的特性进行分离接收，是一种运算复杂度不大的算法，对于 MIMO CDMA 单载波和多载波系统都适用。本发明为 MIMO 和 CDMA 这两种技术的结合提供了一种运算复杂度不是很高的算法，为这两种技术的应用提供了条件。

一种基于 MIMO CDMA 的接收方法

技术领域

本发明属于通信技术领域，具体的讲其是一种基于 MIMO CDMA 的接收方法。

5 背景技术

随着无线通信的发展，数据传输的地位日益突出。特别是 3G 标准中，都对数据传输作了特别的关注。而第三代移动通信的业务能力将比第二代有明显的改进。它应能支持从语音分组数据到多媒体业务；应能根据需要，提供带宽。ITU（国际电信联盟）规定的第三代移动通信无线传输技术的最低要求中，必须满足在以下三个环境的三种要求。即：快速移动环境，最高速率 144kbit/s；室内环境，最高速率达到 2Mbit/s；室外到室内或步行环境，最高速率达 384kbit/s。而人们预测到了第四代移动通信的速率可以达到 10 Mbps 以上，甚至可能达到 30Mbps ~ 100Mbps。

但无线通信由于其通信传输的媒质的特殊性，频带资源的紧张在高速无线数据传输的面前就显得日益突出。第一代模拟移动通信的频段为几百兆赫兹，第二代数字移动电话系统所用的频段为几百兆到上千兆赫兹，未来的第三代移动通信其频段将在 2 千兆（2GHz）左右。虽然新频段的拓展的工作从来就没有停止过，但面对频谱的紧张和数据以及将来多媒体业务的开展，提高频谱利用率可能是一种更好的方法。如果无线信道是一个多径散射足够丰富，而且采用的技术可以充分的利用这些多径资源的话，信道的容量将是巨大的。在频带宽度不变的情况下，容量越大，频谱效率越高。这样开发新的可以提高频谱利用率的技术就可以在现有频带的基础上，以更高的速率传输数据。在这种技术背景下利用多天线发送以及接收就成为可能。这样就产生了一种多进多出的系统 MIMO（Multiple-Input Multiple-Output）。MIMO 技术是在发送和接收方都有多个 (N) 天线，原则

上可以将峰值容量提高 N 倍, 还可将编码重用和小的调制星座图相结合得到其它中间速率。后来有人将 MIMO 和 CDMA (码分多址) 相结合提出了 MIMO CDMA 系统。码分多址包含两个基本技术, 一个是码分技术, 其基础是扩谱技术; 另一个是多址技术。将这两个基本技术结合在一起, 并吸收其它一些关键技术, 形成了今天码分多址移动通信系统的技术支撑。蜂窝系统向用户提供服务的资源包括时间、频率和编码方式等。一般而言, 不同的系统可以使用不同的通信资源来区分通信对象, 一个这样的信道只容纳一个用户进行通信, 而许多同时通信的用户, 互相以不同的抽象信道的形式来区分, 这就是多址的概念。蜂窝移动通信系统是一个有多个抽象信道同时工作的系统, 同时在下行方向具有广播的特点和大面积覆盖的特点。在利用无线通信环境的电波覆盖区内, 如何建立用户之间的无限信道的连接, 是多址接入方式要解决的问题。解决多址接入问题的方法叫多址接入技术。码分多址使用一组正交 (或准正交) 的伪随机噪声 (PN) 序列 (简称伪随机码) 通过相关处理来实现多个用户共享空间传输的频率资源和同时入网接续的功能。码分多址采用扩频技术。扩频技术的概念就是把原始信息的带宽变换成带宽宽得多的类噪声信号。在发端, 有用信号经扩频处理后, 频谱被展宽; 在收端, 利用伪码的相关性作解扩处理后, 有用信号频谱被恢复成窄带谱。宽带无用信号与本地伪码不相关, 因此不能解扩, 仍为宽带谱; 窄带无用信号则为本地伪码所扩展成为宽带谱。由于无用的干扰信号为宽带谱而有用信号为窄带谱, 我们可以用一个窄带滤波器排除带外的干扰电平, 于是窄带内的信噪比就大大提高了。

MIMO CDMA 系统通过在不同的天线上发送相互独立的扩频信号来增加系统容量, 同一个天线上的信号依靠正交 (或准正交) 的伪随机码进行区分。但由于多天线的引入, 在瑞利衰落信道模型下, CDMA 技术中传统的瑞克接收方案已不再适用, 然而关于在多径信道条件下如何利用 CDMA 信号的特性进行接收的新的方案却一直没有出现。

发明内容

本发明的目的在于，提供一种基于 MIMO CDMA 的接收方法，其利用 MIMO CDMA 系统在瑞利衰落信道下的特性，按照最大似然的原则提出了一种不但适用于单载波的 MIMO CDMA 系统而且对于重叠或不重叠的多载波的接收系统都适用的接收方案，使 MIMO CDMA 系统中不同天线不同载波上的传输信号得到恢复。本发明为 MIMO 和 CDMA 这两种技术的结合提供了一种复杂度不是很高的算法，为这两种技术的应用提供了条件。

本发明的技术方案为：一种基于 MIMO CDMA 的接收方法，其特征在于，发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号；

10 接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收，并且依据 MIMO CDMA 在瑞利衰落信道下的特性、按照最大似然准则使发射天线发送的信号在接收端得到恢复。

所述的发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号是指：发射端可采用两个以上的发射天线发送信号；所述的接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收是指：接收端可采用两个以上的接收天线对发射天线发送的信号进行接收。

所述的发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号是指：发射端可采用两个发射天线发送信号；所述的接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收是指：接收端可采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收。

所述接收端的接收步骤包括：

接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收；

接收端按照 MIMO CDMA 在瑞利衰落信道下的特性和码字的理想自相关、互相关特性得到不同接收天线上收到的不同的分离信号；

25 确定各分离信号的合并系数；

按照最大似然准则使发射天线发送的信号在接收端得到恢复。

当采用两个发射天线和两个接收天线时，所述接收端的接收步骤进一步包括：

接收端采用接收天线 1 和接收天线 2 对发射天线 1 和发射天线 2 发送的信号进行接收；

- 5 设 b_1, b_2 是两个天线上所发送的相互独立的符号信息， H_1, H_2, H_3, H_4 分别是发射天线 1 和接收天线 1、发射天线 2 和接收天线 1、发射天线 1 和接收天线 2、发射天线 2 和接收天线 2 之间的信道特性矢量；

设 r_1 和 r_2 分别是接收天线 1 和接收天线 2 上接收到的信号；以 2 径瑞利衰落信道为例，

$$10 \quad H_1 = [h_{11}, h_{12}], \quad H_2 = [h_{21}, h_{22}], \quad H_3 = [h_{31}, h_{32}], \quad H_4 = [h_{41}, h_{42}].$$

$$\text{则: } \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j} \\ b_2 c_{i,j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j+1} \\ b_2 c_{i,j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

此处， $c_{i,j}$ 是第 i 个用户的扩频伪随机码，它在考察范围内具有理想的自相关和互相关特性，并且可以得到：

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j} \\ b_2 c_{i,j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j+1} \\ b_2 c_{i,j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

- 15 将上式解扩，并利用码字的理想自相关和互相关特性得到：

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11} & g_{21} \\ g_{31} & g_{41} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad \text{和} \quad \begin{bmatrix} y_{12} \\ y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{12} & g_{22} \\ g_{32} & g_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1' \\ n_2' \end{bmatrix}$$

可以看出， y_{11} 和 y_{12} 、 y_{21} 和 y_{22} 分别是接收天线 1，接收天线 2 上接收到的第一径和第二径分离信号；

设 G_1 和 G_2 分别是 y_{11} 和 y_{12} 的合并系数，则按照最大似然准则得到：

- 20 而按照最大似然准则，可得到：

$$b_1 = \frac{y_{11}(g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2) + y_{12}(g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2)}{g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2 + g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2}$$

$$b_2 = \frac{y_{21}(g_{32}g_{32}^*\sigma_1^2 + g_{42}g_{42}^*\sigma_2^2) + y_{22}(g_{31}g_{31}^*\sigma_1^2 + g_{41}g_{41}^*\sigma_2^2)}{g_{31}g_{31}^*\sigma_1^2 + g_{41}g_{41}^*\sigma_2^2 + g_{32}g_{32}^*\sigma_1^2 + g_{42}g_{42}^*\sigma_2^2}$$

发射天线发送的信号 b_1 和 b_2 在接收端得到恢复。

以上步骤可以类推到采用两个以上的发射天线发送信号和采用两个以上的接收天线对发射天线发送的信号进行接收的 MIMO CDMA 中。而且， y_{11} 和 y_{12} , y_{21} 和 y_{22} 的得到并不限于本例中的求逆矩阵，只要得到分离的多径信号即可按此方法进行合并。

本发明的有益效果为：本发明是利用 MIMO CDMA 系统在瑞利衰落信道下的特性，按照最大似然最大似然准则设计的一种接收方法。本发明用于 MIMO CDMA 系统，利用多径信道下，扩频信号的特性进行分离接收再合并，是一种运算复杂度不大的方法，对于 MIMO CDMA 单载波和多载波系统都适用。本发明为 MIMO 和 CDMA 这两种技术的结合提供了一种运算复杂度不是很高的方法，为这两种技术的应用提供了条件。

附图说明

图 1 为 MIMO CDMA 系统框图；

图 2 为 MIMO、多径、误码率仿真曲线，其中 ML 为：最大似然准则，EGC 为：等比增益合并。

具体实施方式

图 1 为 MIMO CDMA 系统框图，其中发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号；接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收，并且按照 MIMO CDMA 在瑞利衰落信道下的特性、最大似然准则使发射天线发送的信号在接收端得到恢复。

下面以两个发射天线和两个接收天线为例阐述本发明的计算方法，其它情况下，可以类推。设 b_1, b_2 是两个天线上所发送的相互独立的符号信息， H_1, H_2, H_3, H_4 分别是发射天线 1 和接收天线 1、发射天线 2 和接收天线 1、发射天线 1 和接收天线 2、发射天线 2 和接收天线 2 之间的信道特性矢量。设 r_1 和 r_2 分别是接收天线 1 和接收天线 2 上接收到的信号。以 2 径瑞利

衰落信道为例:

$$H1 = [h_{11}, h_{12}], H2 = [h_{21}, h_{22}], H3 = [h_{31}, h_{32}], H4 = [h_{41}, h_{42}].$$

$$\text{则: } \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j} \\ b_2 c_{i,j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j+1} \\ b_2 c_{i,j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

此处, $c_{i,j}$ 是第 i 个用户的扩频伪随机码, 它在考察范围内具有理想的自相

5 关和互相关特性, 即:

$$R_{C_{i_1}, C_{i_2}} = \begin{cases} \text{常数} & i_1 = i_2 \\ 0 & i_1 \neq i_2 \end{cases}$$

式(1)两边同乘以 $\begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1}$ 得:

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j} \\ b_2 c_{i,j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j+1} \\ b_2 c_{i,j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\text{设 } \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{21} \\ g_{31} & g_{41} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{21} \end{bmatrix}$$

10 将上式解扩, 并利用码字的理想自相关和互相关特性得

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11} & g_{21} \\ g_{31} & g_{41} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\text{同理: 设 } \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} g_{12} & g_{22} \\ g_{32} & g_{42} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{12} \\ y_{22} \end{bmatrix}$$

$$\text{则: } \begin{bmatrix} y_{12} \\ y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{12} & g_{22} \\ g_{32} & g_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

可以看出, y_{11} 和 y_{12} , y_{21} 和 y_{22} 分别是接收天线 1, 接收天线 2 上接收到的第一

15 径和第二径分离信号。

而按照最大似然准则: $y_1 = y_{11} + y_{12}$

$$p_{b_1}(y_{11}) = \frac{1}{2\pi(g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2)} \exp\left(-\frac{(y_{11} - b_1)^2}{2(g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2)}\right)$$

$$p_{b_1}(y_{12}) = \frac{1}{2\pi(g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2)} \exp\left(-\frac{(y_{12} - b_1)^2}{2(g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2)}\right)$$

则可得到:

$$\frac{(y_{11} - b_i)^2}{(g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2)} + \frac{(y_{12} - b_i)^2}{(g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2)} \leq \frac{(y_{11} - b_m)^2}{(g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2)} + \frac{(y_{12} - b_m)^2}{(g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2)} \quad \forall m \neq i$$

$$b_1 = \frac{y_{11}(g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2) + y_{12}(g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2)}{g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2 + g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2}$$

$$b_2 = \frac{y_{21}(g_{32}g_{32}^*\sigma_1^2 + g_{42}g_{42}^*\sigma_2^2) + y_{22}(g_{31}g_{31}^*\sigma_1^2 + g_{41}g_{41}^*\sigma_2^2)}{g_{31}g_{31}^*\sigma_1^2 + g_{41}g_{41}^*\sigma_2^2 + g_{32}g_{32}^*\sigma_1^2 + g_{42}g_{42}^*\sigma_2^2}$$

图 2 给出了一些仿真特性曲线。图中还给出了等比增益合并 (EGC) 的曲线。

本发明用于 MIMO CDMA 系统, 利用多径信道下, 扩频信号的特性进行分离接收, 是一种运算复杂度不大的算法, 对于 MIMO CDMA 单载波和多载波系统都适用。本发明为 MIMO 和 CDMA 这两种技术的结合提供了一种复杂度不是很高的算法, 为这两种技术的应用提供了条件。

上述具体实施方式仅用于说明本发明, 而非用于限定本发明。

15

20

权 利 要 求

1. 一种基于 MIMO CDMA 的接收方法，其特征在于，发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号；

接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收，并且
5 按照 MIMO CDMA 在瑞利衰落信道下的特性、最大似然准则使发射天线发送的信号在接收端得到恢复。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号是指：发射端可采用两个以上的发射
10 天线发送信号；

所述的接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收
是指：接收端可采用两个以上的接收天线对发射天线发送的信号进行分离
接收。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的发射端至少采用两个发射天线发送彼此相互独立的信号是指：发射端可采用两个发射天线
15 发送信号；

所述的接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收
是指：接收端可采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行分离接收。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述接收端的接收步骤
包括：

20 接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收；

接收端按照 MIMO CDMA 在瑞利衰落信道下的特性和码字的理想自相关、
互相关特性得到不同接收天线上收到的不同的分离信号；

确定各分离信号的合并系数；

按照最大似然准则使发射天线发送的信号在接收端得到恢复。

5. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述接收端的接收步骤包括:

接收端至少采用两个接收天线对发射天线发送的信号进行接收;

接收端按照 MIMO CDMA 在瑞利衰落信道下的特性和码字的理想自相关、互相关特性得到不同接收天线上收到的不同的分离信号;

确定各分离信号的合并系数;

按照最大似然准则使发射天线发送的信号在接收端得到恢复。

6. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 所述接收端的接收步骤进一步包括:

10 接收端采用接收天线 1 和接收天线 2 对发射天线 1 和发射天线 2 发送的信号进行接收;

设 b_1, b_2 是两个天线上所发送的相互独立的符号信息, H_1, H_2, H_3, H_4 分别是发射天线 1 和接收天线 1、发射天线 2 和接收天线 1、发射天线 1 和接收天线 2、发射天线 2 和接收天线 2 之间的信道特性矢量;

15 设 r_1 和 r_2 分别是接收天线 1 和接收天线 2 上接收到的信号; 在 2 径瑞利衰落信道中,

$$H_1 = [h_{11}, h_{12}], H_2 = [h_{21}, h_{22}], H_3 = [h_{31}, h_{32}], H_4 = [h_{41}, h_{42}].$$

$$\text{则: } \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j} \\ b_2 c_{i,j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j+1} \\ b_2 c_{i,j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

此处, $c_{i,j}$ 是第 i 个用户的扩频伪随机码, 它在考察范围内具有理想的

20 自相关和互相关特性, 并且可以得到:

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j} \\ b_2 c_{i,j} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{12} & h_{22} \\ h_{32} & h_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 c_{i,j+1} \\ b_2 c_{i,j+1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{31} & h_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

将上式解扩, 并利用码字的理想自相关和互相关特性得到:

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11} & g_{21} \\ g_{31} & g_{41} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad \text{和} \quad \begin{bmatrix} y_{12} \\ y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{12} & g_{22} \\ g_{32} & g_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$$

可以看出, y_{11} 和 y_{12} , y_{21} 和 y_{22} 分别是接收天线 1, 接收天线 2 上接收到的

第一径和第二径分离信号;

而按照最大似然准则, 可得到:

$$b_1 = \frac{y_{11}(g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2) + y_{12}(g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2)}{g_{11}g_{11}^*\sigma_1^2 + g_{21}g_{21}^*\sigma_2^2 + g_{12}g_{12}^*\sigma_1^2 + g_{22}g_{22}^*\sigma_2^2}$$

$$b_2 = \frac{y_{21}(g_{32}g_{32}^*\sigma_1^2 + g_{42}g_{42}^*\sigma_2^2) + y_{22}(g_{31}g_{31}^*\sigma_1^2 + g_{41}g_{41}^*\sigma_2^2)}{g_{31}g_{31}^*\sigma_1^2 + g_{41}g_{41}^*\sigma_2^2 + g_{32}g_{32}^*\sigma_1^2 + g_{42}g_{42}^*\sigma_2^2}$$

5 发射天线发送的信号 b_1 和 b_2 在接收端得到恢复。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其步骤可以类推到采用两个以上的发射天线发送信号和采用两个以上的接收天线对发射天线发送的信号进行接收的 MIMO CDMA 中。

10

15

20

25

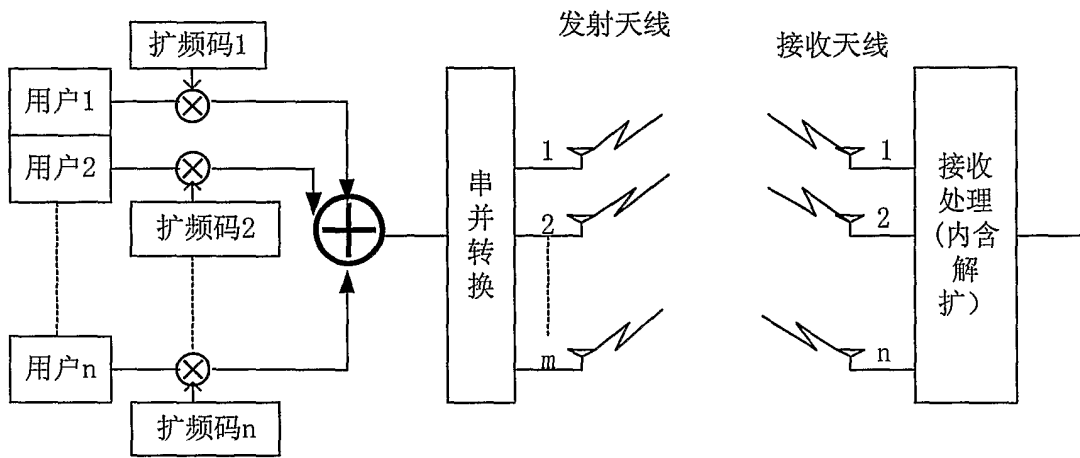


图 1

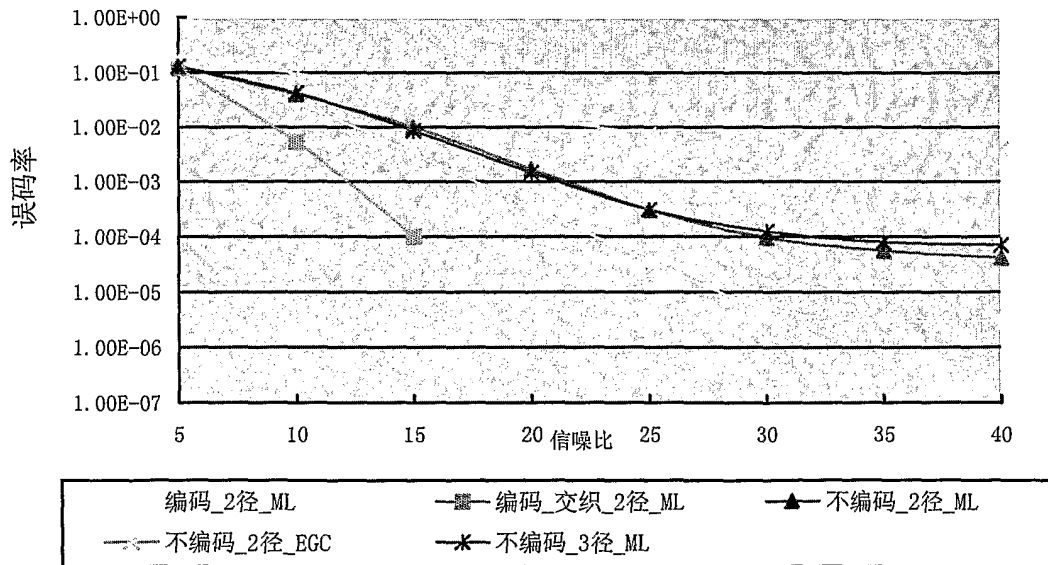


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN 02/00368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁷: H04B 7/04 H04L 27/06

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)

IPC⁷: H04B 1/00 1/707 H04B 7/00 7/04 7/06 7/08 7/26 H04L27/00 27/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

CNPAT

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI、EPODOC、PAJ


C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE A 19953879 (SIEMENS) 13 Jun. 2001 (13.06.01) See Page 1-3 and Fig.3	1-5
Y	JP A 2001267986 (TOSHIBA CORP) 28 Sept. 2001 (28.09.01) See Col. 3,4 and Fig.1	1-5
Y	US A 5,546,429 (MOTOROLA) 13 Aug. 1996 (13.08.96) See Abstract and Fig.1	1-5
A	EP A 1128575 (ERICSSON) 29.Aug. 2001 (29.08.01) See Whole document	1-7

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 <p style="text-align: center;">24. Oct. 2002 (24. 10. 2002)</p>	Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center;">07. NOV 2002 (07. 11. 02)</p>
--	---

Name and mailing address of the ISA/CN 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, 100088 Beijing, China Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer <p style="text-align: right;">LIU XIN </p> Telephone No. 86-10-62093164
---	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information patent family members

Search request No.

PCT/CN02/00368

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19953879 A	13.06.2001	DE 19953879 A	13.06.2001
JP 2001267986 A	28.09.2001	JP 2001267986 A	28.09.2001
US 5,546,429 A	13.08.1996	US 5,546,429 A CA 2108494 A	13.08.1996 10.05.1994
EP 1128575 A	29.08.2001	EP 1128575 A	29.08.2001

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN02/00368

<p>A. 主题的分类</p> <p style="text-align: center;">IPC⁷: H04B 7/04 H04L 27/06</p> <p>按照国际专利分类表(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(标明分类体系和分类号)</p> <p style="text-align: center;">IPC⁷: H04B 1/00 1/707 H04B 7/00 7/04 7/06 7/08 7/26 H04L27/00 27/06</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 style="text-align: center;">CNPAT</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称和, 如果实际可行的, 使用的检索词)</p> <p style="text-align: center;">WPI、EPODOC、PAJ</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%;">相关的权利要求编号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>DE A 19953879 (西门子公司) 13.6 月.2001 (13.06.01) 说明书第 1-3 栏, 图 3</td> <td style="text-align: center;">1-5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>JP A 2001267986 (东芝公司) 28.9 月.2001 (28.09.01) 说明书第 3、4 栏, 图 1</td> <td style="text-align: center;">1-5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>US A 5,546,429 (摩托罗拉公司) 13.8 月.1996 (13.08.96) 说明书摘要及附图 1</td> <td style="text-align: center;">1-5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>EP A 1128575 (爱立信公司) 29.8 月.2001 (29.08.01) 全文</td> <td style="text-align: center;">1-7</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求编号	X	DE A 19953879 (西门子公司) 13.6 月.2001 (13.06.01) 说明书第 1-3 栏, 图 3	1-5	Y	JP A 2001267986 (东芝公司) 28.9 月.2001 (28.09.01) 说明书第 3、4 栏, 图 1	1-5	Y	US A 5,546,429 (摩托罗拉公司) 13.8 月.1996 (13.08.96) 说明书摘要及附图 1	1-5	A	EP A 1128575 (爱立信公司) 29.8 月.2001 (29.08.01) 全文	1-7
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求编号															
X	DE A 19953879 (西门子公司) 13.6 月.2001 (13.06.01) 说明书第 1-3 栏, 图 3	1-5															
Y	JP A 2001267986 (东芝公司) 28.9 月.2001 (28.09.01) 说明书第 3、4 栏, 图 1	1-5															
Y	US A 5,546,429 (摩托罗拉公司) 13.8 月.1996 (13.08.96) 说明书摘要及附图 1	1-5															
A	EP A 1128575 (爱立信公司) 29.8 月.2001 (29.08.01) 全文	1-7															
<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>* 引用文件的专用类型:</p> <p>“A” 明确叙述了被认为不是特别相关的一般现有技术的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先的申请或专利</p> <p>“L” 可能引起对优先权要求的怀疑的文件, 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</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的在后文件, 它与申请不相抵触, 但是引用它是为了解构成发明基础的理论或原理</p> <p>“X” 特别相关的文件, 仅仅考虑该文件, 权利要求所记载的发明就不能认为是新颖的或不能认为是具有创造性</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, 权利要求记载的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利成员的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p style="text-align: center;">24.10 月 2002 (24.10.02)</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p style="text-align: center;">07.11 月 2002 (07.11.02)</p>															
<p>国际检索单位名称和邮寄地址</p> <p style="text-align: center;">ISA/CN 中国北京市海淀区西土城路 6 号(100088)</p> <p>传真号: 86-10-62019451</p>		<p>受权官员</p> <p style="text-align: center;">刘欣科</p> <p>电话号码: 86-10-62093164</p>															

国际检索报告
关于同族专利成员的情报

国际申请号
PCT/CN02/00368

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利成员	公布日期
DE 19953879 A	13.06.2001	DE 19953879 A	13.06.2001
JP 2001267986 A	28.09.2001	JP 2001267986 A	28.09.2001
US 5,546,429 A	13.08.1996	US 5,546,429 A	13.08.1996
		CA 2108494 A	10.05.1994
EP 1128575 A	29.08.2001	EP 1128575 A	29.08.2001