

(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
2006 年 5 月 4 日 (04.05.2006)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2006/045226 A1

(51) 国际专利分类号⁷: **H04Q 7/20**

[CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2004/001241

(22) 国际申请日: 2004 年 10 月 29 日 (29.10.2004)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中兴通讯股份有限公司(ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人; 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 熊岗(XIONG, Gang)

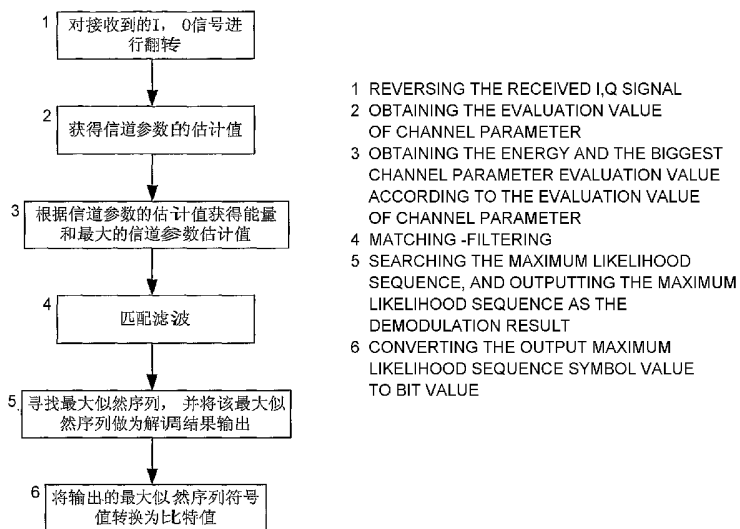
(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司(LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区花园路 13 号道隆商务会馆, Beijing 100088 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, 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, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: METHOD AND EQUIPMENT ADAPTED TO 8PSK EQUALIZATION DEMODULATION IN EDGE SYSTEM

(54) 发明名称: 一种适用于EDGE系统的8PSK均衡解调的方法及装置



(57) Abstract: A method and equipment adapted to 8 PSK equalization demodulation in EDGE system, said method includes: reversing the received I,Q signal with $e^{-j3h1 \text{ I8}}$; relating the reversed signal to obtain the evaluation value of channel parameter; according to the evaluation value of channel parameter, performing delay synchronization and determining the time advance and energy, as well as the biggest channel parameter evaluation value; matching-filtering the evaluation value of channel parameter with the reversed and synchronized signal; by using the channel parameter evaluation value and matching-filtered signal, searching the maximum likelihood sequence and outputting the maximum likelihood sequence as demodulation result; converting the output maximum likelihood sequence to bit value. The present invention also discloses an equipment adapted to 8PSK equalization demodulation in EDGE system. By reducing the state number, selecting the maximum likelihood sequence from all the possible sequence as the output sequence, under the premise of meeting the EDGE protocol specification, the present invention reduces the calculation complexity, and guarantees the performance of base band demodulation.

[见续页]



(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (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。

所引用双字母代码及其它缩写符号, 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”。

(57) 摘要: 本发明公开了一种适用于EDGE系统的8PSK均衡解调的方法及装置, 所述的方法包括: 对接收到的I, Q信号采用进行翻转; 对翻转后的信号进行相关获得信道参数的估计值; 根据信道参数的估计值, 进行时延同步, 确定时间提前量和能量和最大的信道参数估计值; 将信道参数的估计值与翻转及同步后的信号进行匹配滤波; 利用信道参数的估计值和匹配滤波后的信号, 寻找最大似然序列, 并作将该最大似然序列作为解调结果输出; 将输出的最大似然序列符号值转换为比特值。本发明还公开了一种适用于EDGE系统的8PSK均衡解调的装置。通过减少状态数目, 从所有可能的序列中选出最大似然序列作为输出的序列, 在满足EDGE协议规范的前提下, 可以大大降低计算复杂度, 并同时保证基带解调系统的性能。

一种适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法及装置

技术领域

本发明涉及移动通讯领域中均衡解调的方法和装置，尤其涉及一种适用于 EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) 系统的 8PSK 均衡解调的方法及装置。

背景技术

作为第二代移动蜂窝通信系统的 GSM 系统，在全世界范围内已经得到了广泛的应用。但随着移动通信技术的发展和业务的多样化，人们对数据业务的需求不断增加。为了满足人们的需求，以支持语音业务为主的 GSM 系统在其 PHASE2 和 PHASE2+ 规范中提出了两种高速数据业务的模型，即基于高速数据比特率和电路交换的 HSCSD (高速电路交换数据) 和基于分组交换数据的 GPRS (通用分组无线业务)。虽然 HSCSD 和 GPRS 采用了多时隙的操作模式，已在一定程度上提高了数据传输速率，不过其仍然采用的是 GMSK (高斯最小频移键控) 的调制方式，与第三代移动通信系统的 384kbit/s 数据速率的广域覆盖和大约 2Mbit/s 数据率的局域覆盖还想去甚远，因此有必要采用更为先进的通信和信号处理技术，以进一步扩大 GSM 系统的容量。ETSI (欧洲电信标准协会) 已决定发展增强数据速率的 GSM 演进方案—EDGE 作为 GSM 未来的演进方向。于是 EDGE 由此应运而生。

图 1 是移动通信系统的信道模型基本示意图。基带接收机接收经过无线信道口传来的数据，该数据首先由解调模块对接收到的基带 I, Q 信号进行解调，解调后的结果再送至信道译码模块进行信道的译码。对于控制信道来说，至此可以直接得到系统的发送信息；而对于业务信道则不同，还需要进行信源译码，才能够得到系统所发送的语音和数据。在通信系统的信道模型中，解调模块位于接收机的前端，可以看出，解调性能的好坏直

接决定了整个移动通信系统的性能的好坏。

为了在现有蜂窝系统中提供更高的数据通信速率, EDGE 引入了多电平数字调制方式——8PSK 调制。由于 8PSK 调制是一种线性调制, 3 个连续比特映射到 I/Q 坐标的一个符号, 从而能提供更高的比特率和频谱效率, 且实现复杂度属于中等。GSM 系统中使用的 GMSK 的调制方式也是 EDGE 调制方式的一部分。两种调制方式的符号速率都是 271kbit/s, 每时隙的净比特率分别为 22.8kbit/s (GMSK) 和 69.2kbit/s (8PSK)。8PSK 调制用于用户的数据通道, GMSK 调制用于 GPRS 的 200kHz 载波上的所有控制信道。

在移动通信中, 无线信道的信道特性是非常恶劣的, 主要表现为多径衰落和多普勒衰落。多径衰落会使信号产生码间干扰, 接收端必须采用均衡技术来消除信道的影响。均衡通过在接收机内的均衡器对信道中幅度和延迟进行补偿, 来达到消除码间干扰的目的。解调器必须在收到的受干扰的信号中最大可能地估计出原调制数据, 为使解调器完成此项工作, 在每个突发脉冲序列中都含有一个接收机能识别的预定序列, 即训练序列, 以便接收机能估计由传播引起的信号失真。

均衡技术通常可分为线性均衡法、非线性均衡法和最大似然序列均衡法 (MLSE)。相对于一些次优的均衡技术来说, 最大似然序列均衡法作为一种在具有码间干扰的信道中最优的序列估计方法, 常被用于移动无线信道的均衡器中。在 GSM 系统中, 普遍采用基于 Viterbi 算法的均衡器来实现 MLSE, 在采用最优的 MLSE 算法时, 信道的总状态数为 M^{L-1} , 其中 M 为信号的调制符号表的大小, L 为信道的弥散长度。换句话说, 基于 Viterbi 算法的 MLSE 算法的计算复杂度取决于 M 和 L , 当 M 比较大的时候, 即使在 L 比较小的情况下, 计算复杂度仍然非常高。

在 GSM 系统中, 由于采用 GMSK 二进制调制, 一般可以使用最优的 Viterbi 算法作解调, 而信道中的弥散长度在系统中一般取 $L=6$, 这样运算复杂度不是很高。而在 EDGE 系统中, 如图 2 所示, 图 2 为 EDGE 协议中

规定的 8PSK 的星座图。在 EDGE 系统中信号的调制符号表的大小是 $M=8$ ，可以看出，如果沿用在 GMSK 调制中实现的基于 Viterbi 的 MLSE 方法，8PSK 解调时的总状态数为 $8^5=32768$ ，其复杂度将大大的增加。对于基带解调系统来说，这是不可能采用软件无线电的方式来实现的。所以需要找到一种合适的方法来实现均衡解调，不仅运算复杂度低，同时还要保证解调的性能。

在专利号为 6,707,849 的美国专利 “Methods, Receivers and Equalizers Having Increased Computational Efficiency” 中，采用了联合最大似然序列估计法 (MLSE) 和判决反馈法 (DFSE) 的技术，提出了一种有效的减少复杂度的方法。此专利将信道弥散长度分为两个部分，一部分用于 MLSE 算法，另一部分用于 DFSE 算法，网格图中的状态数可以根据用于 MLSE 算法的弥散长度而定，这样就减少了 MLSE 算法的状态数目。同时在计算分支度量的时候，将所有状态移入的不同的部分与相同的部分分开计算，这样可以进一步减少计算复杂度。但是当用于 MLSE 算法的弥散长度比较大的时候，整个系统的计算复杂度仍然很高。另外采用 DFSE 技术在解调均衡的时候会造成误差累积。

在专利号为 5,644,603 的美国专利 “Maximum Likelihood Sequence Estimator with Variable Number of States” 中，采用训练序列估计信道参数，并根据所估计的信道参数来确定 Viterbi 算法的状态数目，得到均衡解调的输出结果。此专利需要对不同的状态数目进行不同的处理，那么相应的程序空间需要增加，资源的消耗比较大。另外当信号的调制符号表比较大的时候，系统的复杂度呈指数上升，不适合在 EDGE 系统中采用。

中国专利 01112664.7 针对第三代移动通信系统中的 EDGE 技术，提出了一种与之相适应的 8PSK 调制的均衡解调实现方法，首先将翻转后的信号进行匹配滤波，将输出的结果再进行相干解调，并判断解调后的符号，然后根据相干解调后的数据，进行 N_d 次迭代路径搜索 (N_d 为迭代次数，一般

为 1 或者 2)，从所有可能的序列中选出具有最大似然函数值的序列作为输出序列。采用此种方法，使得计算复杂度降为 $N_d \times 3 \times 2^{L-1}$ 。此发明虽然计算量小，系统可实现性强，但是经过仿真验证，其均衡解调的算法性能并不能满足 EDGE 协议中的规定，不适合在实际 EDGE 系统中实现。

发明内容

本发明的目的是，针对现有技术的不足，提出一种适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法及装置，通过减少状态数目，从所有可能的序列中选出最大似然序列作为输出的序列，在满足 EDGE 协议规范的前提下，可以大大降低计算复杂度，并同时保证基带解调系统的性能。

为了实现上述目的，本发明提供了一种适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，包括以下步骤：

步骤 1、对接收到的 I，Q 信号采用 $e^{-j3\pi k/8}$ 进行翻转；

步骤 2、对翻转后的信号进行相关获得信道参数的估计值；

步骤 3、根据信道参数的估计值，确定时间提前量及能量和最大的信道参数估计值；

步骤 4、根据能量和最大的信道参数的估计值对翻转后的信号进行匹配滤波；

步骤 5、利用能量和最大的信道参数的估计值和匹配滤波后的信号，寻找最大似然序列，并作将该最大似然序列输出；

步骤 6、将输出的最大似然序列符号值转换为比特值。

所述的步骤 5 中用于寻找最大似然序列的算法为采用次优的寻找最大似然序列的算法，所述的次优的寻找最大似然序列的算法包括如下步骤：

步骤 51、从时间单位 $k=L$ 开始，计算匹配滤波后输出的信号的各个状态对应长为 L 段分支的序列的度量，存储各个状态对应的幸存序列和幸存的序列度量；

步骤 52、 $k=k+1$, 把此节点进入每个状态的分支和这些分支相连的前一节点相连, 得到 2^L 条路径; 在状态转移时, 计算每一转移路径的次分支度量;

步骤 53、从计算出的次分支度量中选择最大的次分支度量, 保存这个最大次分支度量作为状态转移的分支度量, 同时保存该分支度量的符号值;

步骤 54、将每条路径中的分支度量与其对应的前一级状态中存储的以前路径的幸存度量值相加得到四条路径的累积度量值;

步骤 55、从 2 条进入该状态的路径中选取并存储一条具有最大累积度量的路径作为新的幸存路径, 最大度量作为该状态的幸存度量, 同时删除其他所有的非幸存路径;

步骤 56、若 $k <$ 待解调序列的长度, 则转向步骤 52; 否则, 比较各个状态的幸存度量, 得到最大幸存度量, 所述的最大幸存度量所对应的幸存序列即为最大似然序列。

本发明还提供了一种适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的装置, 包括: 信号翻转模块, 信道估计模块, 时延同步模块和匹配滤波模块, 还包括均衡解调模块, 符号转换模块, 其中所述的信号翻转模块, 其输入端与接收机端的信号采样输出端连接, 用于将采样得到的 8PSK 信号采用 $e^{-j3\pi k/8}$ 进行翻转, 并将翻转后的信号同时输出到信道估计模块和匹配滤波模块;

所述的信道估计模块, 用于将输入的训练序列与翻转后的信号进行相关来获得信道参数的估计值, 并将得到的信道参数的估计值输出到时延同步模块;

所述的时延同步模块, 用于根据输入的信道参数的估计值获得时间的提前量, 同时确定能量最大的信道参数估计值, 并将该能量最大的信道参数估计值同时输入到匹配滤波模块和均衡解调模块;

所述的匹配滤波模块, 用于将从时延同步模块输出的能量最大的信道参数估计值与从信号翻转模块输出的翻转后的信号进行匹配滤波, 并将匹

配滤波后的信号输出到均衡解调模块；

所述的均衡解调模块，用于根据输入的匹配滤波后的信号及能量最大的信道参数估计值寻找最大似然序列，将得到的符号值输出到符号转换模块；

所述的符号转换模块，用于将输入的符号值转换成与之对应的比特值。

本发明采用了减少状态的 Viterbi 算法对输入的基带数字 I, Q 信号进行均衡解调，从所有可能的序列中选出最大似然序列作为输出的序列，在满足 EDGE 协议规范的前提下，可以大大降低计算复杂度，解决了 EDGE 系统中信号在无线信道中的各种畸变，如信道特性出现零点等，尤其是由于多径效应而产生的码间干扰。

附图说明

图 1 为现有移动通信系统的信道模型基本示意图；

图 2 为现有 EDGE 协议中的 8PSK 的星座图；

图 3 为本发明所述方法的流程图；

图 4 为本发明中网格转移的碟形运算图；

图 5 为本发明中的 8PSK 子集分割的示意图；

图 6 为本发明所述装置的结构图。

具体实施方式

本发明所述的方法适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调，通过减少状态数目，从所有可能的序列中选出最大似然序列作为输出的序列，在满足 EDGE 协议规范的前提下，可以大大降低计算复杂度，具体的，该方法的流程如图 3 所示，包括如下步骤：

步骤 1、对接收到的 I, Q 信号采用 $e^{-j3\pi k/8}$ 进行翻转；

步骤 2、对翻转后的信号进行相关获得信道参数的估计值；

步骤 3、根据信道参数的估计值，获得时间提前量及能量和最大的信道参数估计值，以此来进行时延同步；由于在空间信号传输有一定的时间延迟，需要将发送信号和接收信号在时间上同步起来，获取时间提前量就是为了实现这个同步，保证解调的正确性。

步骤 4、将信道参数的估计值与翻转及同步后的信号进行匹配滤波；

步骤 5、利用信道参数的估计值和匹配滤波后的信号，寻找最大似然序列，并作将该最大似然序列作为解调结果输出；

步骤 6、将输出的最大似然序列符号值转换为比特值。

对于上述每一步骤具体详述如下，

在步骤 1 中，由于根据 EDGE 的协议规定，8PSK 的基带调制需要进行符号旋转，即

$$\hat{s}_k = s_k \cdot e^{jk3\pi/8}$$

其中 k 表示调制符号的索引，每一次调制的旋转角度为 $3k\pi/8$ 。

在解调 8PSK 时，需要进行相位反旋转的运算，按下面公式进行相位反旋转的运算：

$$y'_j(k) = y_j(k) \cdot e^{-jk3\pi/8} = y_j(k) \cdot \left[\cos\left(\frac{3k\pi}{8}\right) - j \sin\left(\frac{3k\pi}{8}\right) \right] \quad (1)$$

公式展开后：

$$\begin{cases} I'_j(k) = I_j(k) \cos\left(\frac{3k\pi}{8}\right) + Q_j(k) \sin\left(\frac{3k\pi}{8}\right) \\ Q'_j(k) = Q_j(k) \cos\left(\frac{3k\pi}{8}\right) - I_j(k) \sin\left(\frac{3k\pi}{8}\right) \end{cases} \quad (2)$$

其中， $y_j(k)$ 为第 k 个符号上第 j 个采样点位置上接收信号， $I_j(k)$ 和 $Q_j(k)$ 分别为接收信号 $y_j(k)$ 的实部和虚部； $y'_j(k)$ 为翻转后的信号， $I'_j(k)$ 和 $Q'_j(k)$ 分别为翻转后的信号 $y'_j(k)$ 的实部和虚部。

本发明采用查表的方法来获得 $\frac{3k\pi}{8}$ 的正弦和余弦值。因为它是以 2π 为周

期, 所以, 在一个变化周期里 ($k = 0, 1 \dots 15$), $\cos\left(\frac{3k\pi}{8}\right)$ 和 $\sin\left(\frac{3k\pi}{8}\right)$ 的值可以分为 16 对, 计算出这 16 对的数据, 建立两张表, 完成相位反旋转的运算。其中, 这两张表中, 一张表存 $\cos\left(\frac{3k\pi}{8}\right)$ 的值, 另外一张存 $\sin\left(\frac{3k\pi}{8}\right)$ 的值。所述的式 (9) 中的实部和虚部通过对这两个表进行查询来获得, 这样得到各个翻转后的信号 $y'_j(k)$ 。

所述步骤 2 中, 通过训练序列与翻转后的信号进行相关来获得信道参数的估计值。EDGE 系统中, 每一突发脉冲 156.25 符号, 占一个时隙, 约 $577 \mu s$, 与信道衰落周期相比很小, 因此可以认为一时隙内信道时变影响不大。因为在无线通讯中, 信号在空中传播, 会有信道来影响它。如果移动台在运动的话, 这个信道将会发生变化, 但是由于一个时隙的时间非常短, 那么就可以认为这个信道的变化可以忽略不计。训练序列为 26 符号 (约 $96.2 \mu s$), 放在突发脉冲中间, 这样更可认为信道参数在一个时隙内不变。这里采用滑动相关的方法, 利用训练序列的正交特性来获取信道的参数。

通过训练序列与翻转后的信号滑动相关得到的信道参数的估计值可以表示为:

$$\hat{h}_j(k) = \frac{1}{16} \sum_{n=0}^{15} a^*(n) \cdot y'_j(n+k) \quad (3)$$

其中 $k = 0, 1, \dots, N$, N 取决于搜索的范围, $a(n)$ 是训练序列的符号值, $\hat{h}_j(k)$ 表示第 k 个符号上第 j 个采样点位置上的信道参数估计值, $y'_j(k)$ 表示为翻转后的信号。

在步骤 3 中, 根据上一步骤中得到的信道参数估计值找到时间的提前量, 同时确定能量和最大的信道参数估计值, 作为均衡、解调的基本信道参数和匹配滤波器的系数。时延同步的过程就是信道参数估计值中寻找最大能量和的过程。时间提前量的计算公式为:

$$TA = \arg \max_{j,m} \left\{ \sum_{k=m}^{m+L-1} |\hat{h}_j(k)|^2 \right\}$$

最终（即能量和最大）的信道参数估计值可以通过时间提前量获得：

$$g_j(k) = \hat{h}_j(k+TA) \quad k=0,1,\dots,L-1$$

其中 $g_j(k)$ 为第 k 个符号上第 j 个采样点位置上的最终的信道参数估计值。

其中，时间提前量是通过寻找最大能量和的方式得到的，例如，参数估计值为 a, b, c, d, e ，那么不同位置上的能量和为

$(|a|^2+|b|^2), (|b|^2+|c|^2), (|c|^2+|d|^2), (|d|^2+|e|^2)$ ，从中找到最大的值，

比如第二个值最大。即为最大的能量和，这样 $TA=2$ 。得到的时间提前量，

即可通过公式 $g_j(k) = \hat{h}_j(k+TA) \quad k=0,1,\dots,L-1$ 得到能量和最大的信道参数估计值 $g_j(k)$ 。

在步骤 4 中，步骤 3 中输出的信道参数估计值作为匹配滤波模块的输入，与翻转后的信号进行匹配滤波。另外需要注意的是匹配滤波器的系数，也就是说，对信号进行滤波的时候所需要的系数（FIR 滤波器），其与能量和最大的信道参数估计值为共轭关系。

在步骤 5 中，根据步骤 3 中输出的信道参数估计值和匹配滤波后输出的信号来寻找最大似然序列，同时输出解调的结果。

在这一步中，用于寻找最大似然序列的算法为采用次优的寻找最大似然序列的算法，本发明主要侧重于减少解调均衡实现的复杂度，基本原理基于 Viterbi 算法。具体地，所述的次优的寻找最大似然序列的算法包括如下步骤：

步骤 51、首先需要初始化，从时间单位 $k=L$ 开始，计算匹配滤波后输出的信号的各个状态对应长为 L 段分支的序列的度量，存储各个状态对应的幸存序列和幸存的序列度量；

步骤 52、 $k=k+1$ ，把此节点进入每个状态的分支和这些分支相连的前一节点相连，得到 2^L 条路径；在状态转移时，计算每一转移路径的次分支度量，所述的次分支度量的计算公式为：

$$Sub_Branch_Metric = \text{Re} \left\{ r_k^* \left(Z_k - \sum_{l=1}^5 S_l \tilde{r}_{k-l} \right) \right\}$$

其中, $\tilde{r}_{k-l}$ 为幸存路径中的符号估计值;

S_l 为合成信道的自相关函数;

r_k^* 为发送信号的符号的共轭值;

步骤 53、从计算出的次分支度量中选择最大的次分支度量, 保存这个最大次分支度量作为状态转移的分支度量, 同时保存该最大次分支度量的符号值;

步骤 54、将每条路径中的分支度量与其对应的前一级状态中存储的以前路径的幸存度量值相加得到四条路径的累积度量值; 在所述步骤 54 之前或之后, 还可以保存每个状态幸存符号路径历史表, 所述的幸存符号路径历史表为一个长度为 5 的数组, 保存的为过去 5 个时刻的幸存路径上的符号估计值;

步骤 55、从 2 条进入该状态的路径中选取并存储一条具有最大累积度量的路径作为新的幸存路径, 最大度量作为该状态的幸存度量, 同时删除其他所有的非幸存路径;

步骤 56、若 $k <$ 待解调序列的长度, 则转向步骤 52; 否则, 停止迭代, 比较各个状态的幸存度量, 最大幸存度量所对应的幸存序列即为最大似然序列。

上述步骤 52-55 的过程可由图 4 表示, 图 4 为本发明所涉及到的网格转移的碟形运算图。其中, 箭头表示分支, 状态 $2i$ 和 $2i+1$ 为转移前的两个状态, 状态 i 和 $i+16$ 为转移后的两个状态。对前一级的两个相邻状态 $2i$ 和 $2i+1$, 一共有四条支路, 在每个支路中, 都需要计算 4 个次分支度量, 并从次分支度量中选择最大的一个做为分支度量, 每一分支度量再与其前一级状态 $2i$ 或 $2i+1$ 中存储的以前路径的累计度量值相加得到四条路径 Branch-Up0, Branch-Up1, Branch-Down0 与 Branch-Down1 的累积度量值。

(需要注意的是,这四条路径中的分支度量为 4 条次分支度量中的最大值。)然后在对应的两个当前状态 i 和 $i+16$ 下两两比较,每个当前状态都留下累积度量值较大的一条路径作为幸存路径,同时将当前状态的度量值做为幸存度量值以及与幸存路径对应的输入比特存入相应的缓冲区,准备下一级计算。

如图所示,对于下一个时刻的状态 (i) 来说,输入的是图 5 中所示的子集 0 中的符号值。幸存度量的值是比较 Branch-Up0 与 Branch-Up1 中的累计度量的最大的值。同样,对于下一个时刻的状态 ($i+16$) 来说,输入的是图 5 中所示的子集 1 中的符号值。幸存度量的值是比较 Branch-Down0 与 Branch-Down1 中的累计度量的最大的值。

图 5 为本发明中 8PSK 子集分割的示意图,将 8PSK 信号分割为数目较少的状态,并根据此状态来创建如图 4 所示的网格转移的碟形运算图。如图所示,将 8PSK 分成两个子集,分别表示为子集 0 和子集 1。子集 0 包含了符号 1, 3, 5, 7; 而子集 1 包含了符号 0, 2, 4, 6。于是在 Viterbi 算法中的网格图中的状态转移可以看作是子集 0 和子集 1 的转移,而不是每个符号的转移。在图 4 中可以看出,每个状态中 $\{a_{k-1}, a_{k-2}, a_{k-3}, a_{k-4}, a_{k-5}\}$ 代表的是每个子集 0 或者 1, 而不是符号值。但是其对应的符号值需要存储在幸存符号路径历史表,在计算次分支度量时需要利用到它。所以,整个状态的个数为 $2^5 = 32$ 而不是 $8^5 = 32768$, 这样,计算复杂度大大降低了。

本发明还提供了适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的装置,该装置的结构图如图 5 所示,该装置包括:信号翻转模块 301,信道估计模块 302,时延同步模块 303,匹配滤波模块 304、均衡解调模块 305 和符号转换模块 306。信号翻转模块 301 的输入端与接收机端的信号采样输出端连接,用于将采样得到的 8PSK 信号采用 $e^{-j3\pi k/8}$ 进行翻转,并将翻转后的信号同时输出到信道估计模块 302 和匹配滤波模块 304;

信道估计模块 302 用于将输入的训练序列与翻转后的信号进行相关来

获得信道参数的估计值，并将得到的信道参数的估计值输出到时延同步模块 303；

时延同步模块 303 用于根据输入的信道参数的估计值获得时间的提前量，同时确定能量最大的信道参数估计值，并将该能量最大的信道参数估计值同时输入到匹配滤波模块 304 和均衡解调模块 305；

匹配滤波模块 304 用于将从时延同步模块 303 输出的能量最大的信道参数估计值与从信号翻转模块 301 输出的翻转后的信号进行匹配滤波，并将匹配滤波后的信号输出到均衡解调模块 305；

均衡解调模块 305 用于根据输入的匹配滤波后的信号及能量最大的信道参数估计值寻找最大似然序列，将得到的符号值输出到符号转换模块 306；

符号转换模块 306 用于将输入的符号值转换成与之对应的比特值。

其中，均衡解调模块 305 是该装置的核心，其用于寻找最大似然序列，均衡解调模块 305 将估计的信道参数值，以及匹配滤波器的输出作为均衡解调的输入，来寻找最大似然序列，同时输出解调的结果。另外需要注意的是当采用定点 DSP 来实现均衡解调时，DSP 中数值的取值范围有限。当实现 Viterbi 算法中的度量更新时，保存的度量值极有可能溢出，从而超出 DSP 的表示范围。所以在采用 DSP 实现时需要保证运算过程中不发生溢出，另外能够适应较大的动态范围。

均衡解调模块 305 的实现方法在图 4 和图 5 中进一步说明。图 5 是 8PSK 子集分割的示意图。将 8PSK 信号分割为数目较少的状态，并根据此状态来创建网格图。如图所示，将 8PSK 分成两个子集，分别表示为子集 0 和子集 1。子集 0 包含了符号 1, 3, 5, 7；而子集 1 包含了符号 0, 2, 4, 6。于是在 Viterbi 算法中的网格图中的状态转移可以看作是子集 0 和子集 1 的转移，而不是每个符号的转移。另外，其对应的符号值需要存储在幸存符号路径历史表，在计算次分支度量时需要利用到符号值。

图 4 为本发明所涉及到的网格转移的碟形运算图。对前一级的两个相邻状态 $2i$ 和 $2i+1$ ，一共有四条支路，在碟形运算中，需要计算出四条支路与接收信号的分支度量（请先说明次分支度量是如何计算的，从次分支度量中选择最大的一个做为分支度量），每一分支度量再与其前一级状态 $2i$ 或 $2i+1$ 中存储的以前路径的累计度量值相加得到四条路径 Branch-Up0, Branch-Up1, Branch-Down0 与 Branch-Down1 的累积度量值。（需要注意的是，这四条路径中的分支度量为 4 条次分支度量中的最大值。）然后在对应的两个当前状态 i 和 $i+16$ 下两两比较，每个当前状态都留下累积度量值较大的一条路径作为幸存路径，同时将当前状态的度量值做为幸存度量值以及与幸存路径对应的输入比特存入相应的缓冲区，准备下一级计算。

另外，为了得到训练序列，所述的装置还包括训练序列模块，所述的训练序列模块用于向所述的信道估计模块输出用于与翻转后的信号进行相关的训练序列。

本发明所述方法综合考虑了均衡解调方法的性能、复杂度、稳定性和运算速度，采用了减少状态的 Viterbi 算法对输入的基带数字 I, Q 信号进行均衡解调，来解决 EDGE 系统中信号在无线信道中的各种畸变，如信道特性出现零点等，尤其是由于多径效应而产生的码间干扰。

最后所应说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

权利要求书

1、一种适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1、对接收到的 I，Q 信号采用 $e^{-j3\pi k/8}$ 进行翻转；

步骤 2、对翻转后的信号进行相关获得信道参数的估计值；

步骤 3、根据信道参数的估计值，确定时间提前量及能量和最大的信道参数估计值；

步骤 4、根据能量和最大的信道参数的估计值对翻转后的信号进行匹配滤波；

步骤 5、利用能量和最大的信道参数的估计值和匹配滤波后的信号，寻找最大似然序列，并将该最大似然序列输出；

步骤 6、将输出的最大似然序列符号值转换为比特值。

2、根据权利要求 1 所述的适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，其特征在于，所述步骤 2 中，对翻转后的信号进行相关的过程为：利用训练序列对翻转后的信号进行滑动相关。

3、根据权利要求 1 所述的适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，其特征在于，所述步骤 3 的所述的时间提前量通过以下公式确定：

$$TA = \arg \max_{j,m} \left\{ \sum_{k=m}^{m+L-1} |\hat{h}_j(k)|^2 \right\}$$

其中， $\hat{h}_j(k)$ 表示第 k 个符号上第 j 个采样点位置上的信道参数估计值；

所述的能量和最大的信道参数估计值通过以下公式获得：

$$g_j(k) = \hat{h}_j(k + TA) \quad k = 0, 1, \dots, L-1$$

4、根据权利要求 1 所述的适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，其特征在于，所述步骤 5 中用于寻找最大似然序列的算法为采用次优的寻找最大似然序列的算法。

5、根据权利要求 4 所述的适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，其特征在于，所述的次优的寻找最大似然序列的算法包括以下步骤：

步骤 51、从时间单位 $k=L$ 开始，计算匹配滤波后输出信号的各个状态对应长为 L 段分支的序列的度量，存储各个状态对应的幸存序列和幸存的序列度量；

步骤 52、 $k=k+1$ ，把此节点进入每个状态的分支和这些分支相连的前一节点相连，得到 2^L 条路径；计算每一转移路径的次分支度量；

步骤 53、从计算出的次分支度量中选择最大的次分支度量，保存这个最大次分支度量作为状态转移的分支度量，同时保存该分支度量的符号值；

步骤 54、将每条路径中的分支度量与其对应的前一级状态中存储的以前路径的幸存度量值相加得到四条路径的累积度量值。

步骤 55、从 2 条进入待进入状态的路径中选取并存储一条具有最大累积度量的路径作为新的幸存路径，最大度量作为该状态的幸存度量，同时删除其他所有的非幸存路径。

步骤 56、若 $k <$ 待解调序列的长度，则转向步骤 52；否则，比较各个状态的幸存度量，得到最大幸存度量，所述的最大幸存度量所对应的幸存序列即为最大似然序列。

6、根据权利要求 5 所述的适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，其特征在于，所述步骤 52 中的次分支度量通过以下的公式获得：

$$Sub_Branch_Metric = \text{Re} \left\{ r_k^* \left(Z_k - \sum_{i=1}^5 S_i \tilde{r}_{k-i} \right) \right\}$$

其中， $\tilde{r}_{k-i}$ 为幸存路径中的符号估计值；

S_i 为合成信道的自相关函数；

r_k^* 为发送信号的符号的共轭值。

7、根据权利要求 5 所述的适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的方法，其特征在于，在所述步骤 54 之前或之后，保存每个所述状态的幸存符号路

径历史表，所述的幸存符号路径历史表为一个长度为 5 的数组，所述数组用于保存过去 5 个时刻的幸存路径上的符号估计值。

8、一种适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的装置，包括：信号翻转模块，信道估计模块，时延同步模块和匹配滤波模块，其特征在于，还包括均衡解调模块，符号转换模块，其中所述的信号翻转模块，其输入端与接收机端的信号采样输出端连接，用于将采样得到的 8PSK 信号采用 $e^{-j3\pi k/8}$ 进行翻转，并将翻转后的信号同时输出到信道估计模块和匹配滤波模块；

所述的信道估计模块，用于将输入的训练序列与翻转后的信号进行相关来获得信道参数的估计值，并将得到的信道参数的估计值输出到时延同步模块；

所述的时延同步模块，用于根据输入的信道参数的估计值获得时间的提前量，同时确定能量最大的信道参数估计值，并将该能量最大的信道参数估计值同时输入到匹配滤波模块和均衡解调模块；

所述的匹配滤波模块，用于将从时延同步模块输出的能量最大的信道参数估计值与从信号翻转模块输出的翻转后的信号进行匹配滤波，并将匹配滤波后的信号输出到均衡解调模块；

所述的均衡解调模块，用于根据输入的匹配滤波后的信号及能量最大的信道参数估计值寻找最大似然序列，将得到的符号值输出到符号转换模块；

所述的符号转换模块，用于将输入的符号值转换成与之对应的比特值。

9、根据权利要求 8 所述的适用于 EDGE 系统的 8PSK 均衡解调的装置，其特征在于，还包括训练序列模块，所述的训练序列模块用于向所述的信道估计模块输出用于与翻转后的信号进行相关的训练序列。

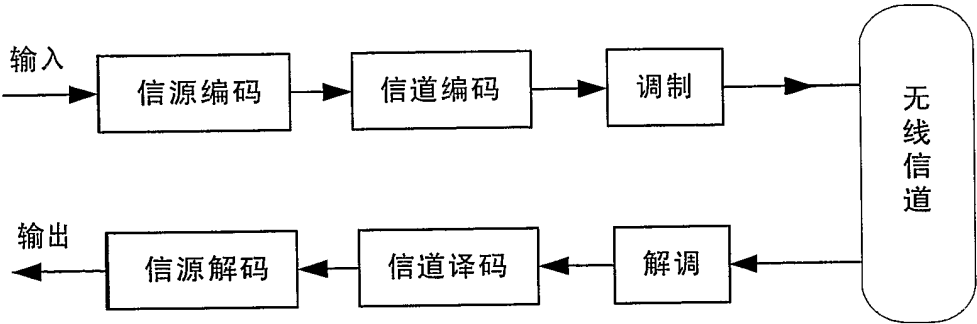


图 1

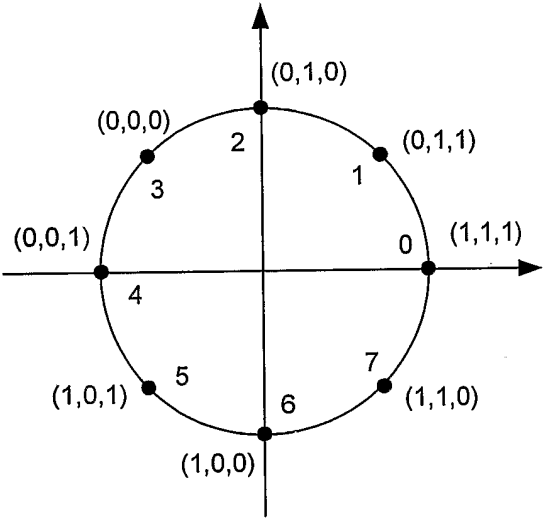


图 2

2/3

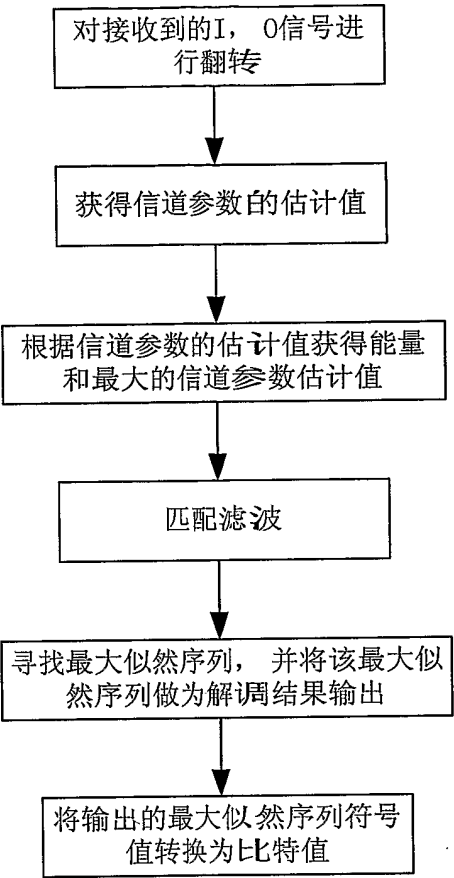


图 3

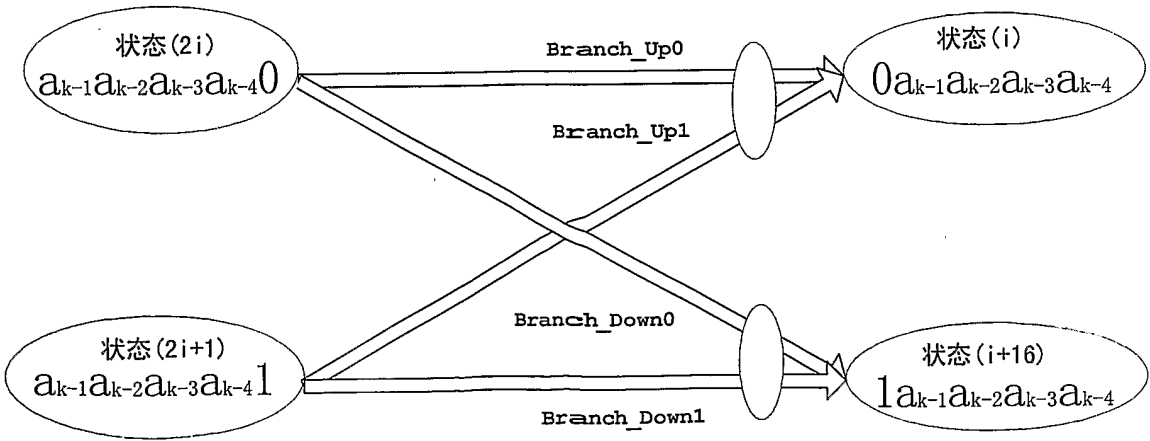


图 4

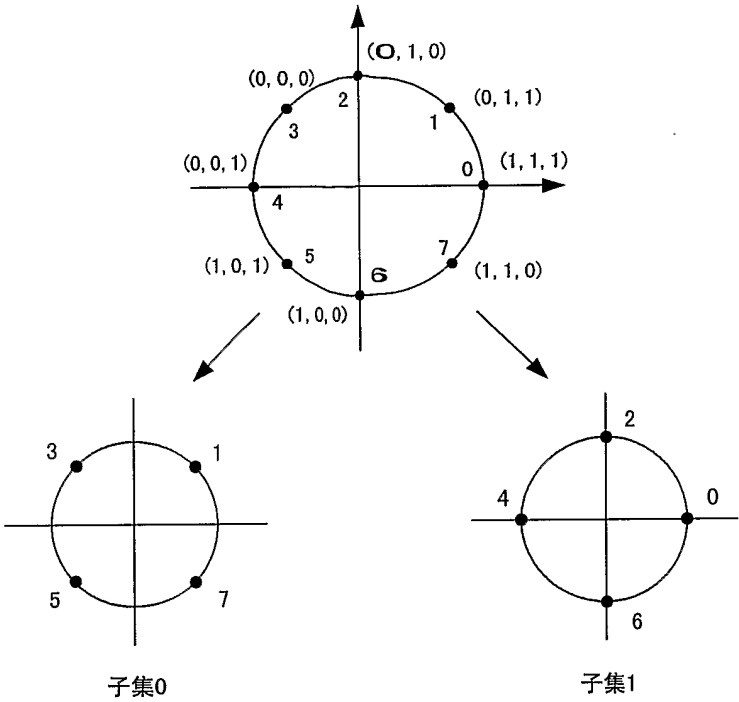


图 5

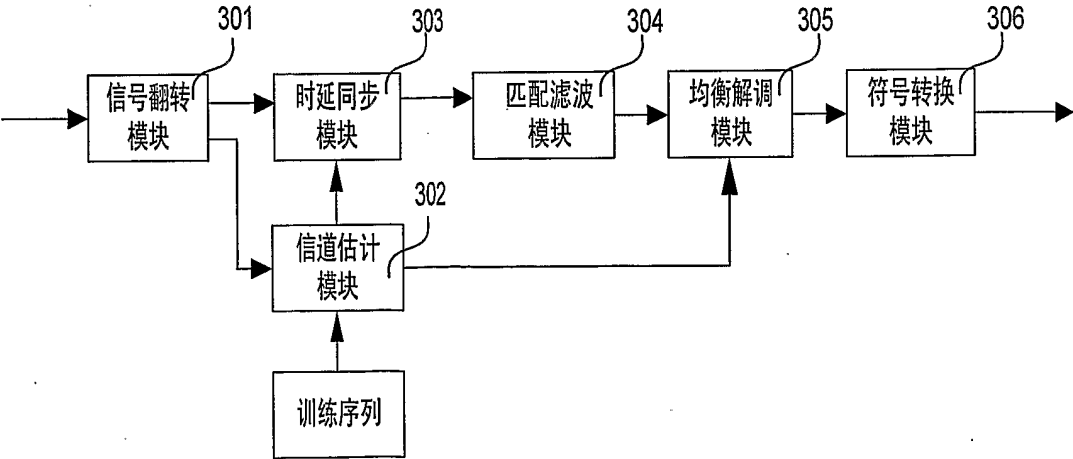


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2004/001241

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7: H04Q7/20

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: H04Q

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

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

CNPAT,WPI,EPODOC,PAJ,CNKI:

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN1381995 A (SHANGHAI DATANG MOBILE COMMUNICATION EQUIP CO LTD) 27 November.2002(27.11.2002) whole document.	1-9
A	CN1443011 A(ZHONGXING COMMUNICATION CO LTD SHENZHEN) 17 September 2003 (17.09.2003) whole document.	1-9
A	CN1389994 A(SHANGHAI DATANG MOBILE COMMUNICATION EQUIP CO LTD) 08 January 2003 (08.01.2003) whole document.	1-9
A	CN1394048 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD)29 January 2003 (29.01.2003) whole document.	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&”document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15. 06.2005 (15. 06. 2005)

Date of mailing of the international search report

30 · JUN 2005 (30 · 06 · 2005)

Name and mailing address of the ISA/CN

The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088

Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

Wu Xingqiang

Telephone No. (86-10)62084574



INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2004/001241

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1381995 A	2002.11.27	none	
CN1443011 A	2003.09.17	none	
CN1389994 A	2003.01.08	none	
CN1394048 A	2003.01.29	EP1324624 A1	2003.07.02
		CN1394049 A	2003.01.29
		AU200214922 A	2002.04.08
		CN1340975 A	2002.03.20
		WO0228126 A1	2002.04.04
		US2003174785 A1	2003.09.18

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2004/001241

A. 主题的分类

IPC7: H04Q7/20

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC7: H04Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT,WPI,EPODOC,PAJ,CNKI:

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN1381995 A (上海大唐移动通信设备有限公司) 27.11 月 2002 (27.11.2002) 全文。	1-9
A	CN1443011 A (深圳中兴通讯股份有限公司上海第二研究所)17.9 月 2003 (17.09.2003) 全文。	1-9
A	CN1389994 A(上海大唐移动通信设备有限公司) 08.1 月 2003 (08.01.2003) 全文。	1-9
A	CN1394048 A (华为技术有限公司) 29.1 月 2003 (29.02.2003) 全文。	1-9

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或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

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“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, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

15. 6 月 2005 (15.06.2005)

国际检索报告邮寄日期

30 - 6 月 2005 (30 - 06 - 2005)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

吴兴强



电话号码: (86-10)62084574

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2004/O01241

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1381995 A	2002.11.27	无	
CN1443011 A	2003.09.17	无	
CN1389994 A	2003.01.08	无	
CN1394048 A	2003.01.29	EP1324624 A1	2003.07.02
		CN1394049 A	2003.01.29
		AU200214922 A	2002.04.08
		CN1340975 A	2002.03.20
		WO0228126 A1	2002.04.04
		US2003174785 A1	2003.09.18