

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04Q 7/20 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)

H04B 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03107604.1

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1305324C

[22] 申请日 2003.3.21 [21] 申请号 03107604.1
 [73] 专利权人 乐金电子(中国)研究开发有限公司
 地址 100102 北京市朝阳区望京利泽中园二区 203 号洛娃大厦 B 座

[74] 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司
 代理人 梁 挥 徐金国

[72] 发明人 任育松 杨小勇

[56] 参考文献

W00064113A1 2000.10.26

CN1275272A 2000.11.29

KR2003023140A 2003.3.19

CN1393063A 2003.1.22

CN1383640A 2002.12.4

审查员 杨瑞丽

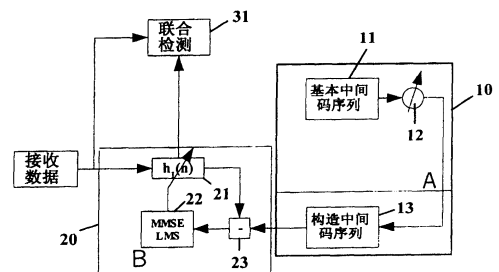
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及一种通信系统中使用构造中间码 (Constructed Midamble) 作为期望信号的自适应下行信道估计的方法和装置。用于无线通信 TD-SCDMA 移动终端侧对无线空中信道的信道估计。该装置包括：构造中间码模块 (10)，用于根据已知用户数目构造中间码 (Constructed Midamble) 作为期望信号；自适应滤波器模块 (20)，用于应用构造的中间码序列输出作为参考信号，采用自适应滤波器方法进行信道估计。本发明的方法及装置可使用在 TD-SCDMA 下行信道的信道估计，联合检测的前端，也适用于基站端对单个用户信道的估计。



1. 一种基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，包括如下步骤：

a) 按照用户数确定基本中间码的偏移量，根据此偏移量对基本中间码进行等幅值加权叠加的方法以获得构造的期望中间码序列，将其作为参考信号输入自适应估计模块；

b) 所述自适应估计模块接收时隙信号的中间码作为输入信号，进行自适应计算，以进行信道的估计。

2. 如权利要求 1 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，其中所述步骤 b) 进一步包括下列步骤：

步骤一，初始化 FIR 滤波器的 $h_1(n)$ 的各个抽头系数为 1；

步骤二，接收一个时隙的信号；

步骤三，将所接收的时隙信号的中间码序列与所构造的中间码序列进行减法计算，得到误差值；

步骤四，将该误差值送入下降算法单元计算；

步骤五，确定所述计算结果是否收敛，如果收敛则输出信道的估计值；

步骤六，根据计算结果，在接收信号的中间码期间内，重新确定滤波器的抽头系数，并返回到步骤二。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，其中等幅值加权叠加方法是按照下列公式进行的：

$$f(n) = \sum_{i=1}^N a_i M(n - i\Delta n)$$

其中， $f(n)$ 为构造的期望中间码序列， $M(n)$ 为 128 位基本中间码， a_i 为对不同用户的加权系数， $i\Delta n$ 表示了在中码中不同用户的不同时间偏移信息， n 表示时域采样， N 表示用户数。

4. 如权利要求 1 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，其中所述步骤 b) 进一步包括下列步骤：

步骤四一，初始化 FIR 滤波器的 $h_1(n)$ 的各个抽头系数为 1；

步骤四二，接收一个时隙的信号；

步骤四三，将所接收的时隙信号的中间码序列与所构造的中间码序列进行减法计算，得到误差值；

步骤四四，将该误差值送入下降算法单元计算；

步骤四五，确定所述计算结果是否收敛，如果收敛则输出信道的估计值；

步骤四六，根据计算结果，在接收信号的中间码期间内，重新确定滤波器的抽头系数，并返回到步骤四二；同时根据计算结果，在码片级与基本中间码做相关滑动，由此得到新的中间码加权值的估计值，基于此加权值对基本中间码进行延时加权并求和，构造新的中间码，并返回步骤四三。

5. 如权利要求 4 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，其中所述滤波器的滤波输出信号与基本中间码序列的滑动步进量为 1，2，4 或者 8 倍采样间隔。

6. 如权利要求 2 或 4 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，其中所述下降算法包括最小均方误差算法和最小均方算法。

7. 如权利要求 1、2 或 4 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，其中所述方法能用于对无线通信系统的上行信道进行估计。

8. 一种基于构造的期望中间码的自适应信道估计装置，它包括自适应信道估计模块 (20)，其特征在于还包括中间码构造模块 (10)，其使用等幅加权叠加来构造期望的中间码序列，并将等幅加权叠加构造的期望中间码序列作为参考信号输入自适应估计模块 (20)，所述自

适应信道估计模块（20）接收时隙信号的中间码为输入信号，并通过下降算法来计算输入信号与参考信号的误差矢量，由此通过多次迭代得到对信道的估计。

9. 如权利要求 8 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计装置，其中所述中间码构造模块（10）包括：

基本中间码单元（11），用于生成基本的中间码；

加权乘法器（12），用于根据输入的基本中间码进行加权；

中间码构造单元（13），用于基于输入的加权中间码，根据用户数来构造中间码。

10. 如权利要求 9 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计装置，其中所述中间码构造模块（10）进一步包括：

相关器（14），其使所述自适应信道估计模块（20）中设置的自适应滤波器的输出信号与所述基本中间码单元（11）所生成的基本中间码做滑动相关，根据所得到的信道估计输出来调整加权乘法器（12），使基本中间码按照所述加权乘法器（12）输出的加权值通过中间码构造单元（13）所构造的中间码进行信道的信道估计。

11. 如权利要求 10 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计装置，其中所述相关器的滑动步进量为码片级，也可采用 1，2，4 或者 8 倍采样间隔。

12. 如权利要求 8 所述的基于构造的期望中间码的自适应信道估计装置，其中自适应信道估计模块（20）为一个维纳滤波器的自适应实现模块或者自适应滤波器仿模结构实现模块。

基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法和装置

技术领域

本发明涉及无线通信领域，特别涉及在 TD-SCDMA（时分-同步码分多址接入）无线通信系统中的无线信道的基于构造的期望的中间码(Midamble)的信道估计方法和装置。

背景技术

在无线通信系统中，信源属于字符映射的数据集合，这种数据集合来自于有限字符集，因而在统计上是非高斯分布的。当信息在接收机接收之前，需要经过无线信道进行传输，会产生码间干扰和信道间干扰。码间干扰和信道间干扰主要来自于有限带宽的发射机，窄带接收机，接收滤波器的非线性，时延与多径传输，终端的移动特性，多址干扰等等。

在理想的，或者说已知信道特性的情况下，针对接收信号所设计的匹配滤波器通常易于解决。但是在实际的无线通信环境下，无线信道的特性通常是未知而且是时变的。对于这样的信道，不可能设计出固定的匹配滤波器。

在第三代移动通信系统中，特别是在 TD-SCDMA 移动通信系统中，为了消除 MAI（多址干扰）和 ISI（符号间干扰）干扰，采用了一种联合检测技术（joint-detection），作为 TD-SCDMA 的核心技术，联合检测提供了良好的检测特性，具有良好的性能。但是联合检测技术需要信道冲击响应作为输入，这就需要在联合检测之前对无线空中信道的特性进行估计，得到信道的冲击响应参数，以便进行联合检测，或者使用该信道冲击响应进行反卷积或者信道均衡。

现有对信道的估计方法，主要包括有相关器估计，盲自适应估计，以及基于各种算法的逆滤波器估计方法，如子空间信道估计等。

但是，这些估计方法主要是基于上行信道的信道估计方法，由于基站具有很强的计算能力，因此可以采用各种估计方法，但这些方法不宜于应用到移动终端侧对下行信道的估计，特别是针对 TD-SCDMA 技术规范设计的下行信道的估计。

现有许多的自适应估计方法，但是由于其基本上都是采用基本中间码的特性来估计信道，没有考虑到 TD-SCDMA 中间码序列的特性，因此实现起来计算量大，且达到所期望的信道估计性能较为困难，不易实现。

发明内容

本发明的目的在于提供一种自适应下行信道的估计方法，其根据无线通信技术 TD-SCDMA 技术规范中下行时隙中间码的特征，构造一期望的中间码来进行自适应的信道估计，以在移动终端侧提供一种简单方便，适合终端使用的无线信道估计方法。

本发明的另一目的在于提供一种自适应下行信道的估计装置，其根据 TD-SCDMA 技术规范中下行时隙中间码的特征，构造一期望的中间码来进行自适应的信道估计，以在移动终端侧提供一种简单方便，适合终端使用的无线信道估计装置，用于进行信号重建和联合检测。

为实现本发明的目的，我们提供一种基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法，包括如下步骤：a) 按照用户数确定基本中间码的偏移量，根据此偏移量对基本中间码进行等幅值加权叠加的方法以获得构造的中间码序列，将其作为参考信号输入自适应估计模块；b) 所述自适应估计模块接收时隙信号的中间码作为输入信号，进行自适应计算，以进行信道的估计。

为实现本发明的另一目的，我们提供一种基于构造的期望中间码的自适应信道估计装置，它包括自适应信道估计模块，其特征在于还包括中间码构造模块，其使用等幅加权叠加来构造中间码，并将等幅加权叠加的中间码序列作为参考信号输入自适应估计模块作为参考信号，所述自适应信道估计模块接收输入信号为接收信号，并通过下降算法来计算输入信号与参考信号的误差矢量，由此通过多次迭代得到对信道的估计。

由此可知，本发明提供自适应信道估计的方法和装置，不同的在于使用移动终端侧自行构造的中间码作为参考信号使用，并可以调整构造系数，适合于终端进行信道估计，方法简单，可以使用硬件实现，也可以使用软件实现，计算量较小，性能良好。

附图说明

- 图 1 是无线通信的下行信道的传输模型；
- 图 2 是本发明第一实施例的自适应信道估计装置的方框图；
- 图 3 是本发明第二实施例的自适应信道估计装置的方框图；
- 图 4 是本发明第三实施例的自适应信道估计装置的方框图；
- 图 5 是实现本发明第一实施例的自适应信道估计方法的流程图；
- 图 6 是实现本发明第三实施例的自适应信道估计方法的流程图。

具体实施方式

下面结合附图来说明本发明的具体实施例。在此需要说明的是，本发明并不限于下面的实施例，下面的实施例只是示例性的说明，例如，我们下面以下行信道作为具体实施例，即以终端装置为例来说明，但本发明的装置及方法还可使用于基站。另外在本发明的各个附图中，相同的模块使用相同的附图标记。

参考图 1，图 1 为下行信道的信道模型：

在下行信道中,基站发送 K 个用户的数据向量 $d^{(k)}$, 其中 $k = 1 \dots K$, K 为最大用户数, 这样, 接收机接收端信号可表示为:

$$r(t) = Ad + n(t) \quad (1)$$

其中: A 为系统矩阵, d 为用户数据向量, 这里

$$d = (d^{(1)}, d^{(2)}, \dots, d^{(k)})^T \quad (2)$$

$n(t)$ 为加性白高斯噪声, 且 $n(t) = \sigma^2 I$ 。

在此模型中, 矩阵 A 可看作是两部分的合成 C_k 和 H_k , 其中包含了特定用户的特征波形 $C^{(k)}$ 和信道冲击响应(CIR), h^K ;

$$\text{所以 } A = H_h C_k \quad (3)$$

则接收端信号为:

$$r = Ad + \sigma^2 I = H_h C_k d + \sigma^2 I \quad (4)$$

这里, σ^2 为方差, I 为单位矢量。

下面详细介绍本发明的基于构造的期望中间码的自适应信道估计方法。同上所述, 在此我们仅描述下行信道的自适应信道估计方法及装置。

在 TD-SCDMA 通信系统中, 使用中间码作为导频信号, 中间码可以作为信道估计信号并用于时间同步检测和调整。

在 TD-SCDMA 系统中, 下行时隙的中间码是使用同一个基本中间码(Basic midamble), 根据用户数目经过不同的时移(MO)构成的叠加序列。在同一个小区内, 同载波上的各用户使用相同的基本中间码序列, 各用户具有不同的时延。终端根据接收的下行信号的中间码可以知道该小区所具有的用户数。但是在终端设备中, 如果仅采用基本中间码作为期望信号来进行自适应信道估计, 则由于该期望值与实际的中间码相差很远, 所以计算的收敛较慢, 计算结果性能差。但由于在发射的基站的下行时隙中, 其中间码部分发射的是一个具有特定时移特征的基本中间码的叠加, 因此, 我们在下行信道的估计中, 根据

TD-SCDMA 技术规范及不同用户数，在移动终端根据基本中间码按照一定规则构造一个中间码序列，并将其作为自适应滤波器的参考信号，对接收到的同步中间码进行自适应估计，将这种自适应估计的结果则作为信道估计结果。

下面从两部分说明该方案原理：

首先，构造中间码序列：

构造期望中间码序列信号的方法为：

$$f(n) = \sum_{i=1}^N a_i M(n - i\Delta n),$$

其中 $M(n)$ 为 128 位基本中间码， a_i 为对不同用户的加权系数， $i\Delta n$ 表示了在中码中不同用户的不同时间偏移信息， n 表示时域采样， N 表示用户数。该式表明，所构造的期望信号(中间码)来自于基本中间码经过用户数的时移，经过加权得到。

具体的期望中间码的构造见附图 2，图 2 是本发明第一实施例的自适应信道估计装置的方框图，在这个基本的装置结构中，包含了两个模块，如图 2 所示，模块 A 为期望中间码的构造模块 10，其使用等幅加权叠加作为构造中间码的基本方式。模块 B 为自适应信道估计模块 20，模块 A 将等幅加权叠加的序列作为参考信号输入自适应估计模块 20。

下面描述自适应滤波器实现的信道估计。如图 2 所示模块 20 为自适应滤波器模块，这是一个维纳滤波器的自适应实现模块，输入信号为接收信号和参考信号。其中参考信号来自于中间码构造模块。首先计算输入信号的中间码与参考信号的误差矢量，根据此误差矢量依靠下降算法使误差收敛，送入 FIR 滤波器，设定该滤波器的抽头系数 $h_1(n)$ 及 $h_1(m)$ ，就可以得到对信道的估计。同时将该结果作为输入信号再与构造的中间码进行比较，将误差矢量送入计算模块，再次得到对信道的估计，该运行经过几次循环，就可以得到比较接近真值的信道估计，可用于对信号重建和进行联合检测。

该自适应滤波器中采用的算法可以是 MMSE(最小均方误差算法)和 LMS (Least Mean Square 最小均方) 算法, 例如使用 LMS 算法实现: 滤波器的下降算法为: $\omega(n) = \omega(n-1) + \mu(n)x(n)e(n)$

其中 $\mu(n)$ 为迭代更新步长, $x(n)$ 为输入信号, n 为叠代次数, $\omega(n)$ 为第 n 次迭代的滤波器系数, $e(n)$ 为期望输出于滤波器实际输出的误差。

下面说明实施本发明的优选实施例。

第一实施例

仍然参考图 2, 从图 2 可以看出, 该自适应信道估计装置包括: 期望中间码的构造模块 10 和自适应信道估计模块 20, 其中中间码构造模块包括: 基本中间码单元 11, 用于生成基本的中间码; 加权乘法器 12, 用于根据输入的基本中间码进行加权; 中间码构造单元 13, 用于基于输入的加权中间码, 根据用户数来构造中间码。所述自适应信道估计模块 20 包括: FIR 滤波器 $h_1(n)$ 21, MMSE/LMS 下降算法单元 22 及减法器 23, 首先将接收的输入信号的中间码与构造模块 10 生成的构造中间码输入减法器, 计算其误差矢量, 将误差矢量输入下降算法单元 22, 将计算得到的 FIR 和 $h_1(n)$ 送入 FIR 滤波器, 得到一个信道的估计, 然后将该信道的估计再输入减法器 23, 重复上述比较及计算过程, 就可以得到实际的接近于下行信道的估计值, 然后将结果送入联合检测单元 31, 就能进行联合检测。

下面结合图 5 的流程图来描述本发明第一实施例的实现步骤:

步骤 S51. 首先初始化 FIR 滤波器的 $h_1(n)$ 的各个抽头系数为 1;

步骤 S52. 中间码构造模块 10 按照用户数确定基本中间码的偏移量, 按照等幅值加权叠加来获得构造的中间码序列, 输入自适应估计模块;

步骤 S53. 接收一个时隙的信号;

步骤 S54. 取接收信号的中间码部分数据作为自适应估计模块的输入, 并与所构造的中间码序列进行减法计算, 得到误差值;

步骤 S55. 将该误差值送入下降算法单元, 按照 LMS 算法来计算 $h_1(n)$, 即 LMS 算法的滤波器系数;

步骤 S56. 确定所述计算是否收敛, 如果不收敛则进入步骤 S58;

步骤 S57. 输出信道的估计值;

步骤 S58. 根据 $h_1(n)$, 在接收信号的中间码期间内, 重新确定滤波器的抽头系数, 并返回到步骤 S54。

在此需要说明的是, 自适应信道估计模块还可以使用现有其他算法, 如 MMSE (最小均方误差) 或者 RLS 等。

第二实施例

图 3 所示为下行信道估计装置的另一种实现方式, 其中自适应信道估计模块是一种自适应仿模结构形式, 但所包括的模块及单元与图 2 所示基本相同, 所进行的步骤也与实施例相同。因此, 在此不再描述各个部分的结构及具体的实现过程。

第三实施例

第三实施例为根据输出信号与基本中间码的相关结果来动态的调整构造模块的参数来实现本发明的例子。

参考图 4, 图 4 是本发明第三实施例的自适应信道估计装置的方框图, 从图 4 可以看出, 可以使用各种方法对中间码构造模块的参数 (指幅值加权等) 进行实时的调整以得到更好的性能。

参考图 4, 从图 4 可以看出, 本实施例的信道自适应估计装置与第一实施例的信道自适应估计装置基本相同, 不同之处在于本实施例的中间码构造模块 10 包括一个相关器 14, 该相关器 14 可使滤波器 21 的输出信号与基本中间码做滑动相关, 即根据自适应滤波器得到的输出信号来调整加权乘法器, 使基本中间码按照加权值通过中间码构造单元 13 所构造的中间码更接近于真实的下行信道的中间码, 亦即使可以加

快运算速度，更快地收敛以得到下行信道的信道估计。该滑动步进量为码片级，也可以为 1, 2, 4 或者 8 倍采样间隔。

下面参考附图 6 的流程图来具体描述本发明的工作步骤：

步骤 S61. 首先初始化 FIR 滤波器的 $h_1(n)$ 的各个抽头系数为 1；

步骤 S62. 中间码构造模块按照用户数确定基本中间码的偏移量，按照等幅值加权叠加来获得构造的中间码序列，输入自适应估计模块；

步骤 S63. 接收一个时隙的信号；

步骤 S64. 取接收信号的中间码部分数据作为自适应估计模块的输入，并与所构造的中间码序列进行减法计算，得到误差值；

步骤 S65. 将该误差值送入下降算法单元，按照 LMS 算法来计算 $h_1(n)$ ，即 LMS 算法的滤波器系数；

步骤 S66. 确定所述计算是否收敛，如果不收敛则进入步骤 S68 和 S69；

步骤 S67. 输出信道的估计值；

步骤 S68. 根据 $h_1(n)$ ，在接收信号的中间码期间内，重新确定滤波器的抽头系数，并返回到步骤 S63；

步骤 S69. 根据 $h_1(n)$ ，在码片级与基本中间码做滑动相关，得到构造中间码模块中所需的加权值的估计量，并返回步骤 S64；

步骤 S70. 对基本中间码进行延时加权并求和，构造新的中间码，并返回步骤 S63。

如上所述，在滤波输出信号与基本中间码序列做滑动相关时，为了得到相应时域的相关输出，为加快运算速度，该相关可以在码片级进行，滑动步进量可以为 1, 2, 4 或者 8 倍采样间隔。

此外，根据时域相关结果在各用户不同的时延点上的模值作为加权系数，对基本中间码进行延时加权并求和，得到构造的参考信号作为更新的参考信号，存储在参考信号存储器（未给出）中。

在此需要说明的是，本发明的方法和装置虽然是针对下行信道来使用的，但是该方法和装置同样可以使用于上行信道，也就是说，该装置不仅可以使用在终端，而且也可以使用在基站。

综上所述，本发明的描述，详细说明和以上提到的附图并不是用来限制本发明的。对本领域的普通技术人员来说，在本发明的教导下可以进行各种相应的修改而不会超出本发明的精神和范围，但是这种变化应包含在本发明的权利要求及其等效范围之内。

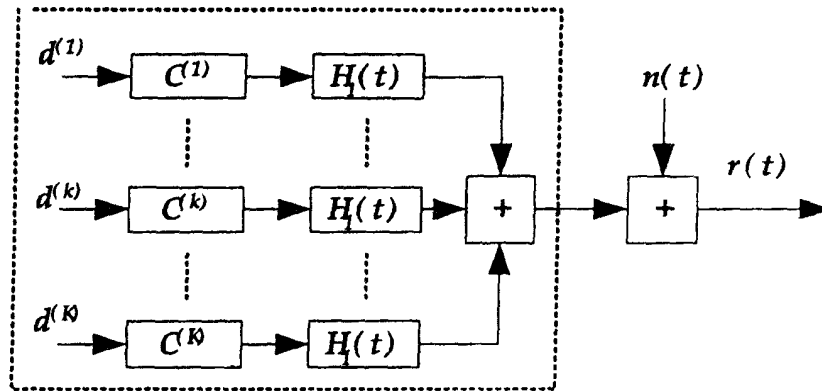


图1

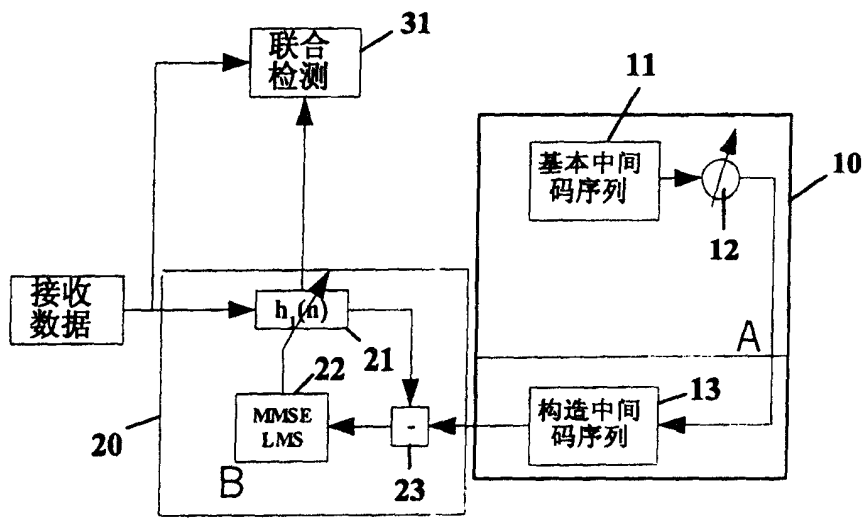


图2

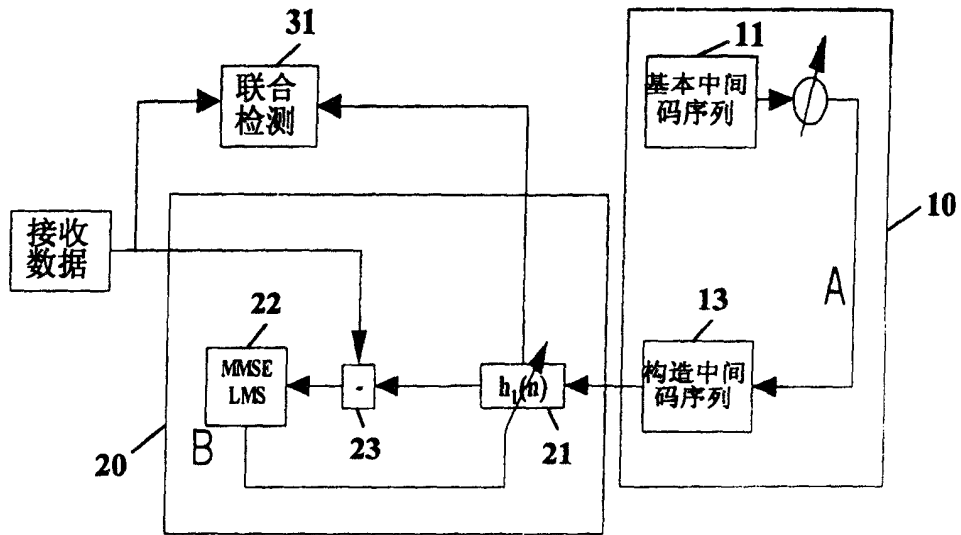


图3

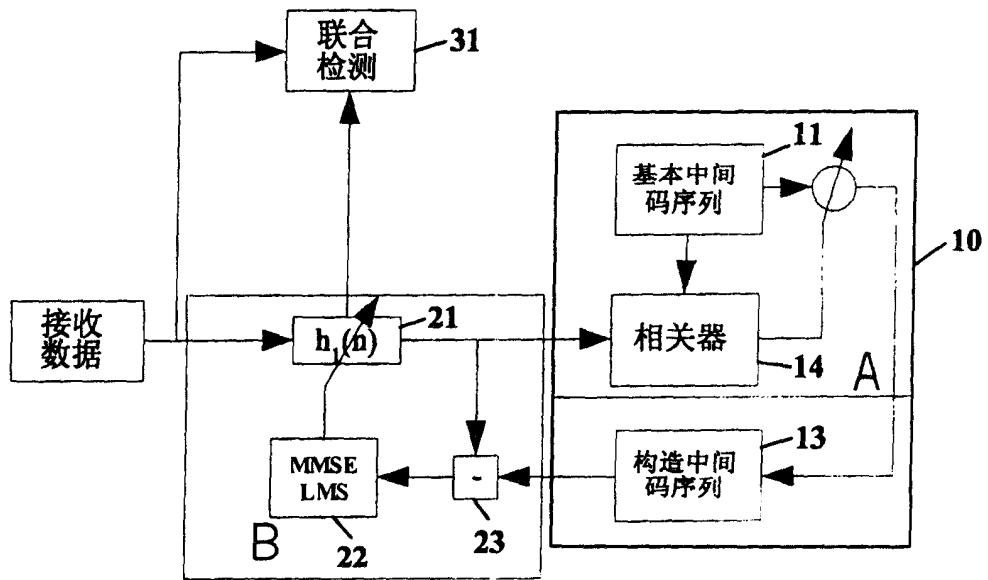


图4

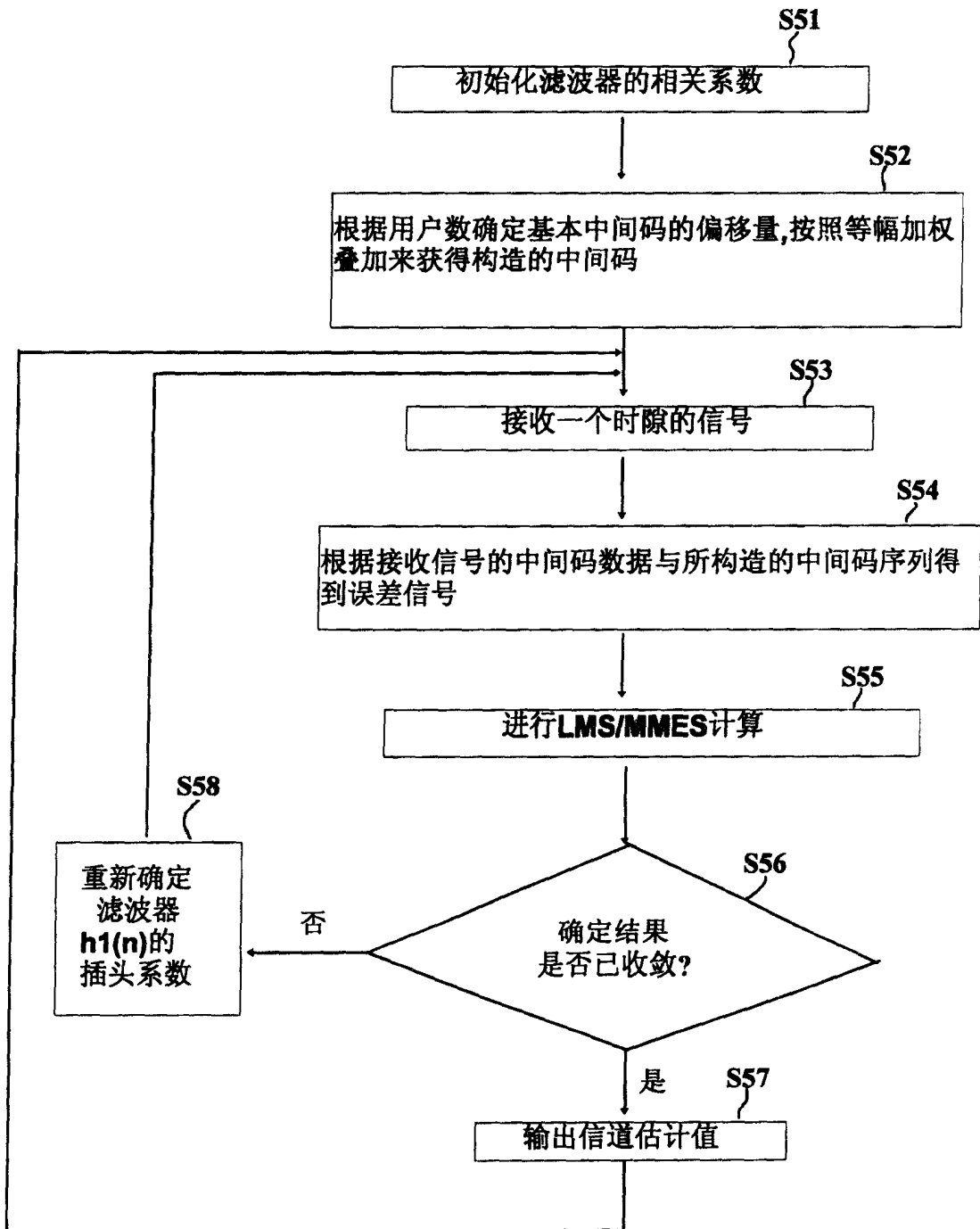


图5

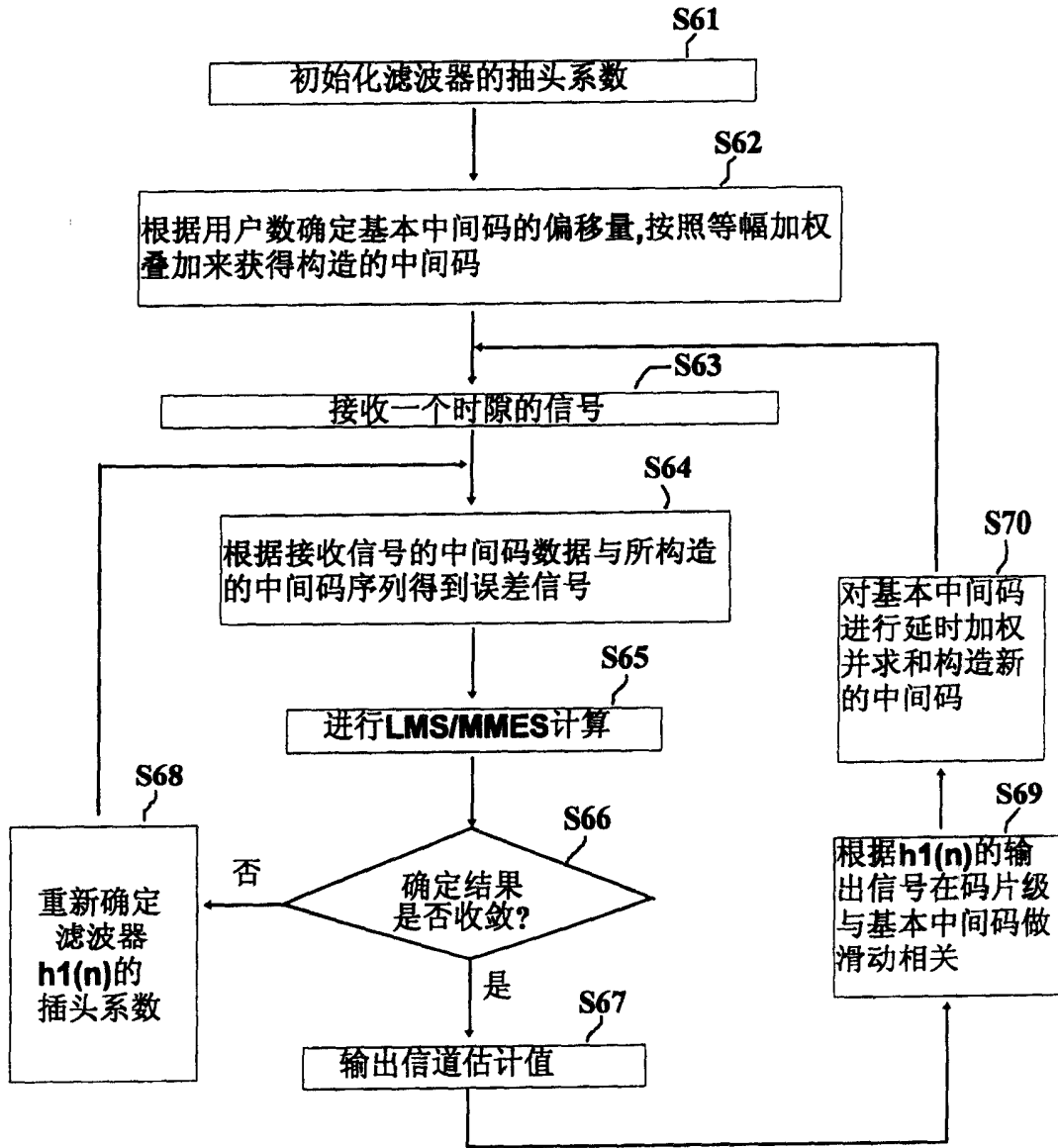


图6