

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H04B 7/26

H04B 7/01

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00106910.1

[43]公开日 2000年11月1日

[11]公开号 CN 1272005A

[22]申请日 2000.4.21 [21]申请号 00106910.1

[30]优先权

[32]1999.4.23 [33]US [31]09/296,409

[71]申请人 朗迅科技公司

地址 美国新泽西州

[72]发明人 R·米歇尔 布厄赫勒尔 刘尚谦

史蒂文·彼德·尼可勒色

[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

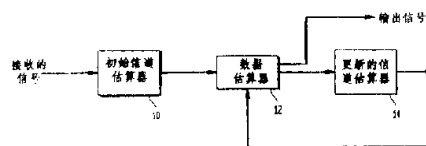
代理人 蒋世迅

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 迭代信道估算以及基于信道估算的补偿

[57]摘要

信道估算的方法从接收信号中的导频信号来生产初始信道估算,并且使用信道估算来估算接收信号中的数据。然后从估算的数据获得一个更新的信道估算。这种估算数据和重新估算信道估算的过程重复所需的次数以改进信道估算的精度。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种用于迭代信道估算的方法，包括：
 - a) 使用接收信号中的导频信号来产生初始信道估算；
 - b) 使用所述初始信道估算来产生与所述导频信号相关的数据信号的估算；以及
 - c) 根据所述估算的数据信号来产生新的信道估算。
2. 如权利要求 1 所述的方法，还包括：
 - d) 根据所述新的信道估算来产生所述数据信号的估算；
 - e) 根据在步骤 d) 中估算的所述数据信号来产生信道估算作为所述新的信道估算。
3. 如权利要求 2 所述的方法，还包括：
 - f) 重复步骤 d) 和 e) 预定的次数。
4. 如权利要求 1 所述的方法，还包括：
 - d) 根据所述初始信道估算和在步骤 c) 产生的所述新的信道估算来自适应地产生信道估算。
5. 如权利要求 4 所述的方法，还包括：
 - f) 根据当前自适应产生的信道估算来产生所述数据信号的估算；
 - g) 根据在步骤 (f) 估算的所述数据信号来产生信道估算；
 - h) 根据在步骤 g) 产生的所述信道估算和所述当前自适应产生的信道估算来自适应地产生信道估算作为所述当前自适应产生的信道估算。
6. 如权利要求 5 所述的方法，还包括：
 - i) 重复步骤 f)、g) 和 h) 预定的次数。
7. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述步骤 d) 根据所述导频信号和所述数据信号的诸信噪比自适应地产生所述信道估算。
8. 如权利要求 5 所述的方法，其中所述步骤 f) 包括：
 - f1) 确定在所述导频信号中 N 个样本块的线性回归系数；以及

f2) 根据对于所述 N 个块的所述线性回归系数来获得信道估算。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述步骤 a) 包括：

a1) 确定在所述导频信号中 N 个样本块的线性回归系数；以及

a2) 根据对于所述 N 个块的所述线性回归系数来获得信道估算。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述步骤 c) 包括：

c1) 确定在所述导频信号中 N 个样本块的线性回归系数；以及

c2) 根据对于所述 N 个块的所述线性回归系数来获得信道估算。

迭代信道估算以及基于信道估算的补偿

本发明涉及无线通讯领域，尤其涉及信道估算以及基于信道估算的补偿的方法。

近几十年来，已经提出了许多新的技术如多载波传输和智能天线算法来增加多用户无线通讯系统的容量。然而，由这些新技术允许的性能改进通常受到信道估算的精度限制。信道估算是一个信号的发射机和接收机之间的失真的估算，这个失真是由发射信号经过的物理信道或介质引入的。使用这种失真估算（即信道估算），接收机可以去除某些这种失真并且改进接收信号的精度。即使在信道补偿中很小的改进也可以为例如多用户技术带来明显的好处。

因为在无线通讯系统中移动站的移动，物理信道经常变化。如果希望对物理信道的失真进行相干检测，则必须跟踪失真的相位。由于跟踪失真相位很困难，当前美国的码分多址CDMA标准IS-95在系统的上行链路（到基站的通讯）使用非相干检测。非相干检测估算接收信号中的数据码元而不用考虑物理信道的失真。

然而，非相干检测就信噪比SNR而论受到不良性能的影响，而SNR性能直接与CDMA系统的容量相关。这样，新一代CDMA标准，CDMA 2000已经提出在系统的上行链路进行相干检测。为了完成相干检测，已经提出将导频信号用在系统的上行链路。因此，使用导频信号，可以完成一种简单形式的称为导频辅助检测的相干检测。

将来自给定移动站的基站的总接收信号表示为：

$$r(t) = \alpha(t) [p(t) + j \cdot s(t)] + n(t) \quad (1)$$

这里 $\alpha(t)$ 是假定为复数高斯随机过程（GRP）的时变复数信道失真， $s(t)$ 是所关心的数据信号， $p(t)$ 是未调制的导频信号，而 $n(t)$ 是假定为GRP的噪声加干扰。另外，定义 $p(t)$ 和 $s(t)$ 使得它们在某些预定间隔即 T_i 上是正交的，

$$\int_0^{T_i} p(t)s(t)dt = 0 \quad (2)$$

和

$$\int_0^{T_i} |p(t)|^2 dt = \varepsilon_p \quad (3)$$

这里 ε_p 是在 T_i 上归一化的导频能量。

假定信道在间隔 $[0, T_p]$ 上是恒定的, 即 $\alpha(t) = \alpha$,

$$\begin{aligned} \hat{\alpha} &= \frac{1}{\varepsilon_p} \int_0^{T_p} r(t)p^*(t)dt \\ &= \alpha + N \quad (4) \end{aligned}$$

这里 * 表示复数共轭, $\hat{\alpha}$ 是 α 的初始估算, 而 $N = \int_0^{T_i} p^*(t)n(t)dt$ 是复数高斯噪声项。

获得信道估算, 就获得了数据信号 $s(t)$ 的估算 $\hat{s}(t)$, 数据信号定义为:

$$s(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} d[i]m_T(t - iT_s) \quad (5)$$

这里 $d[i]$ 是在第 i 个码元间隔期间的数据码元, 而 $m_T(t)$ 是在 $[0, T_s]$ 上定义的脉冲波形, 这里 T_s 是一个码元的持续时间, 使得满足方程式 (2)。数据码元被估算为:

$$\hat{d}[i] = f\left(\Im\left\{\int_{(i-1)T_s}^{iT_s} r(t)m_T^*(t)\hat{\alpha}^* dt\right\}\right) \quad (6)$$

这里 f 表示一个基于调制方案的判定函数, 例如在二相移相键控 (BPSK) 中 $f(x) = \text{sgn}(x)$, $\Im(t)$ 是 x 的虚数部分。方程式 (6) 的估算是导频辅助检测方案中的检测数据。

如前面讨论的, 由于从信道估算中甚至很小的改进也可以获得明显的好处, 所以要求改进导频辅助检测方法。

本发明的信道估算方法使用接收信号中的导频信号来进行初始信道估算, 并且产生接收信号中数据的估算。然后从该估算的数据获得另一个信道估算。这种估算数据和重新估算信道估算的过程要重复所需的次数以改进信道估算的精度。

另外, 在本发明的另一个实施例中, 在从估算的数据产生信道估算之后, 获得一个自适应的信道估算。根据两个最近产生的信道估算产生自适应的信道估算。可以确定自适应级别来进一步改进

信道估算的精度并且减少本发明方法所应用的无线通讯系统中的信噪比。

参照说明的附图和下面给出的详细描述可以很好地理解本发明，其中在不同图中相同的参考标号表示相同的部件，其中：

图1说明了本发明用于产生信道估算和完成信道估算补偿的装置；

图2说明了本发明的信道估算以及补偿方法的第一个实施例的流程图；以及

图3说明了本发明的信道估算方法的第二个实施例的流程图。

图1说明了本发明用于产生信道估算和完成信道估算补偿的装置。如所示，初始信道估算器10接收一个信号，该信号包括了满足方程式(2)的至少一个导频信号和一个数据信号。初始信道估算器10产生和提供到数据估算器12的输出。数据估算器12将输出提供给更新信道估算器14并且接收来自更新信道估算器14的输出。数据估算器12还提供输出信号。

根据图2描述图1中说明的装置的工作。图2说明了本发明的信道估算以及补偿的方法的流程图。如所示，在步骤S20，初始信道估算器10使用接收信号中的导频信号初始估算物理信道中的失真。初始信道估算器10使用任何公知的信道估算方法来产生信道估算，该方法使用如前面描述的导频辅助检测方法中的导频信号。最好但不是必需的，根据块更新的线性回归方法产生初始信道估算，该方法同时由本申请发明人的标题为“信道估算和基于它的补偿的方法”公开，它的专利号还不知道，全部在此作为参考。应该注意在一些标准中，导频信号可以包括功率控制位。最好但不是必需的，在确定初始信道估算时忽略这些位。

接着，在步骤S25，使用初始信道估算，数据估算器12根据方程式(5)和(6)估算数据。对于估算的数据，数据估算器12设置计数值C为零。

在步骤S35，当确定用于估算数据的计数值C小于某一预定门

限值（根据设计者的选择设置的一个设计参数）之后，数据估算器 12 发送估算的数据和相关的计数值 C 到更新信道估算器 14。在步骤 S40，更新信道估算器 14 使用任何公知的信道估算方法，根据从数据估算器 12 接收的估算数据产生一个更新的信道估算。最好但不是必需的，使用上面提到的块更新线性回归方法。另一种情况，根据下面的方程式（7）产生更新的信道估算：

$$\hat{\alpha}' = -j \cdot \frac{1}{k_{da} \varepsilon_s} \int_0^{k_{da} T_s} r(t) \hat{s}^*(t) dt \quad (7)$$

这里 $\hat{\alpha}'$ 是更新的信道估算， k_{da} 是形成估算的数据码元的编号，而 ε_s 是每个码元的能量。

然后在步骤 S45，更新信道估算器 14 将与估算数据相关的计数值 C 加 1，并且发送更新的信道估算和计数值 C 到数据估算器 12。在步骤 S50，数据估算器 12 使用更新的信道估算对估算的数据重新估算。

重复步骤 S35-S50 的处理直到数据估算器 12 确定用于估算数据的计数值 C 超过预定的门限值为止。当超过预定的门限值时，数据估算器 12 输出估算的数据作为输出信号。

图 3 说明了本发明的信道估算方法的第二个实施例的流程图。更准确地说，图 3 示出了对图 2 流程图的修改而得到的第二个实施例。因此，为了简便起见仅对这些修改进行详细的讨论。

如所示，在步骤 S25 之后，在步骤 S27 初始信道估算器 10 将初始信道估算存储在可到达更新信道估算器 14 的存储器（未示出）中。然后如上所述该方法继续步骤 S30。

然后，在步骤 S40 之后，在步骤 S43 更新信道估算器 14 使用在步骤 S40 产生的更新的信道估算和存储的信道估算来产生自适应的信道估算，并且存储自适应的信道估算在存储器（未示出）中。当计数值是零时，存储的信道估算是初始信道估算。然而，当计数值大于零时，存储的信道估算将是先前产生的自适应信道估算。更新信道估算器 14 根据下面的方程式（8）产生自适应的信道估算：

$$\hat{\alpha}[i] = \delta \hat{\alpha}[i-1] + (1-\delta) \hat{\alpha}' \quad (8)$$

这里 $\hat{\alpha}[i]$ 是自适应的信道估算, $\hat{\alpha}[i-1]$ 是存储的信道估算, $\hat{\alpha}'$ 是在步骤 S40 确定的更新的信道估算, 而 δ 是一个指示自适应信道估算的自适应级别的因子。很容易理解如果 δ 选择为零, 则在图 3 说明的第二种方法变得与相对于图 2 讨论的第一种方法相同。因子 δ 是一个设计参数, 它根据设计者的选择设置。

一种设置 δ 的方法是使用一个 δ 值, 该值反映用于估算的两个信号的 SNR, 即

$$\delta = \frac{\gamma_p}{\gamma_p + \gamma_s} \quad (7)$$

这里 γ_p 是导频信号的 SNR 而 γ_s 是数据的 SNR。更准确地说,

$$\gamma_p = \frac{P_p}{\sigma^2/T_p} \quad (8)$$

和

$$\gamma_s = \frac{P_s}{\sigma^2/T_s} \quad (9)$$

这里 P_p 是在导频信号的发射功率, P_s 是在数据信号的发射功率, 而 σ^2 是噪声方差, 这导出了

$$\delta = \frac{\beta k}{1 + \beta k} \quad (10)$$

这里 $\beta = \frac{P_p}{P_s}$ 是导频系数, 而 $k = \frac{T_p}{T_s}$ 是导频滤波器带宽和数据带宽的比。

第二种方法是使用实际信道估算的 SNR, 也就是

$$\delta = \frac{\gamma'(i-1)}{\gamma'(i-1) + \gamma'(i)} \quad (11)$$

$$\gamma'(i) = \frac{E\{\alpha[i]\}^2}{\text{var}\{\alpha[i]\}} \quad (12)$$

这里 $E\{\}$ 是期望值。然而, 最好但不是必需的, 根据经验确定 $\gamma'(i)$ 和 $\gamma'(i-1)$ 。

在步骤 S43 确定了自适应信道估算之后, 在步骤 S45 将计数值 C 加 1。然后自适应信道估算和计数值 C 发送到数据估算器 12。在步骤 S50', 除了自适应信道估算用于估算数据而不是更新的信道估算

以外，数据估算器 12 以相对于图 2 的步骤 S50 中上面描述的相同方式工作。

信道估算的迭代方法还改进了初始信道估算的精度，并且提供了公知的信道估算技术的改进。因此，本发明方法对于例如多用户技术提供了明显的好处。

应该理解本发明方法可以由具有足够存储容量的适当编程的数字信号处理器或 ASIC 实现，并且该数字信号处理器或 ASIC 驻留在发射信号的接收机中。因此，本发明方法可以由使用下行链路导频信号的无线通讯系统的移动站和使用上行链路导频信号的无线通讯系统的基站使用。

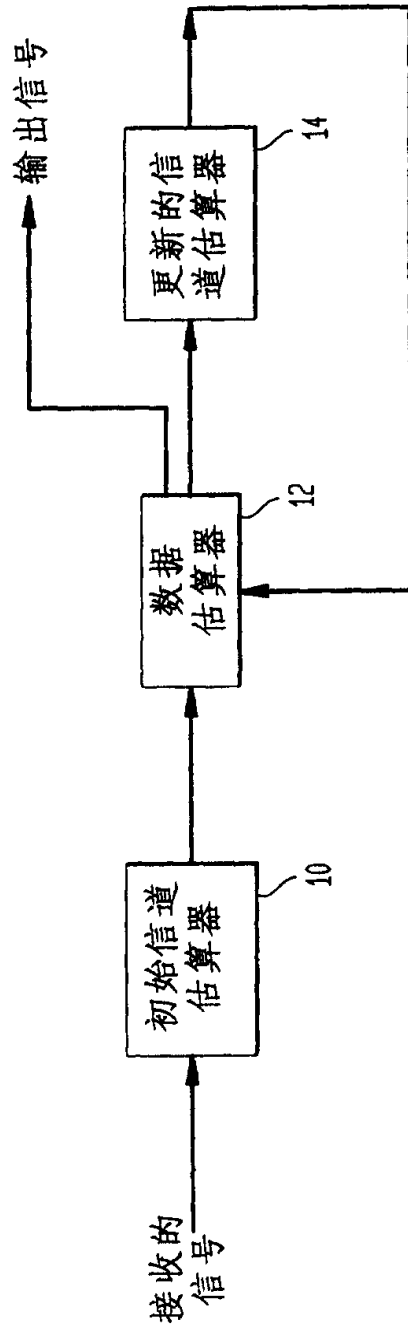


图1

图2

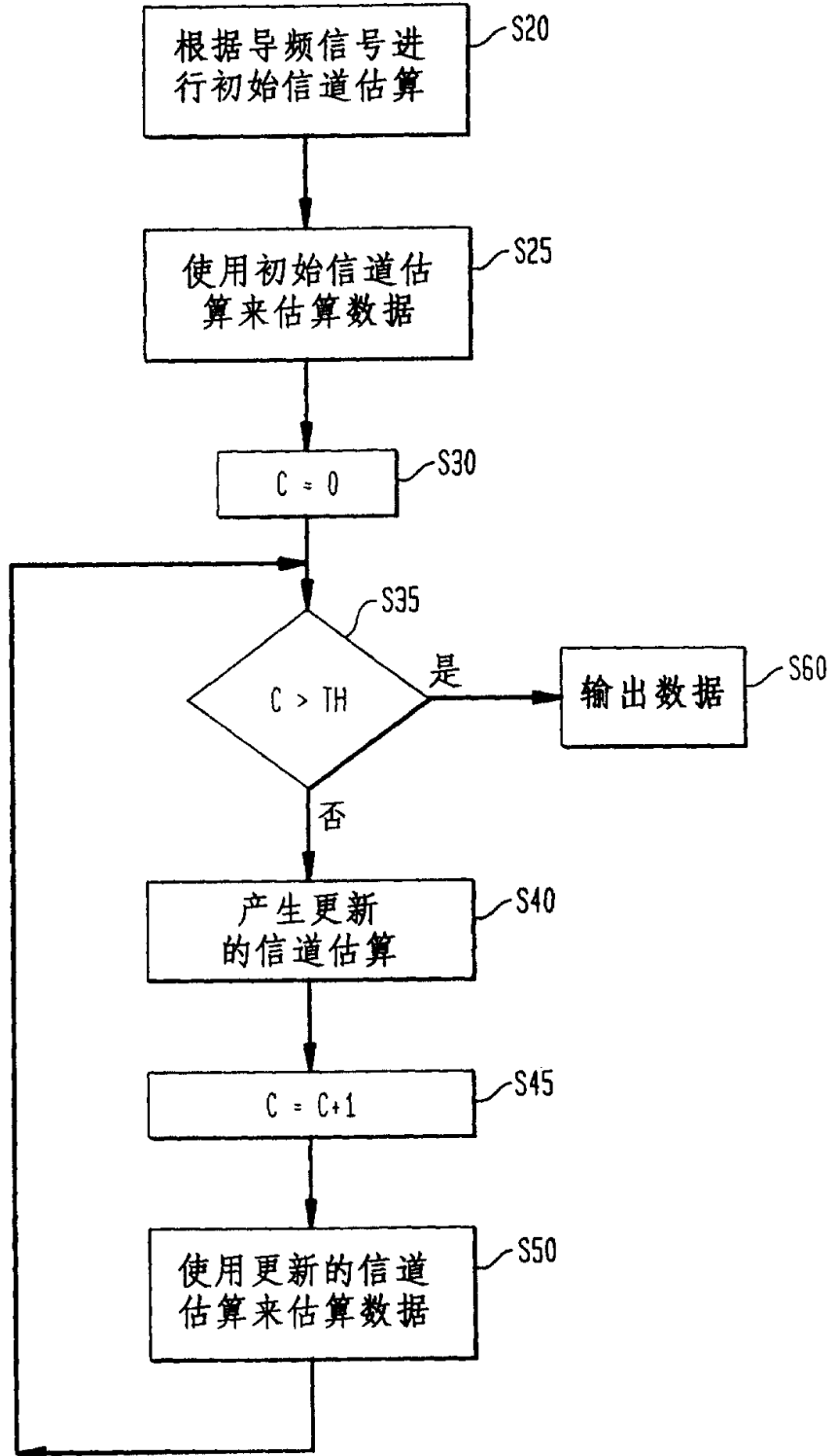


图 3

