



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102202029 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201010138069. 2

(第 3 期),

(22) 申请日 2010. 03. 24

审查员 姜夏英

(73) 专利权人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 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法务部

(72) 发明人 游月意 肖海勇

(74) 专利代理机构 深圳市世纪恒程知识产权代理有限公司
理 事 所 44287

代理人 胡海国

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006. 01)

H04L 25/03 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005/0141625 A1, 2005. 06. 30,

CN 101534281 A, 2009. 09. 16,

张彭等. RLS 自适应滤波的迭代信道估计与符号检测算法. 《应用科学学报》. 2006, 第 24 卷

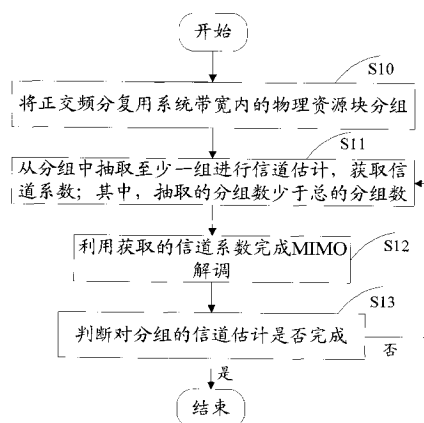
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

正交频分复用系统中的信道估计方法及装置

(57) 摘要

本发明揭示了一种正交频分复用系统中的信道估计方法及装置。所述方法包括步骤:A、将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组;B、从分组中抽取至少一组进行信道估计,获取信道系数;其中,抽取的分组数少于总的分组数;C、利用获取的信道系数完成 MIMO 解调;D、判断对分组的信道估计是否完成,如是,结束;否则,返回步骤B。所述装置通过将正交频分复用系统带宽内的物理资源块 (PRB) 分成若干组,再对每组资源块依次单独信道估计处理,以实现存储共享,从而节省存储量。



1. 一种正交频分复用系统中的信道估计方法,其特征在于,包括步骤:

A、将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组;

B、从物理资源块分组中抽取至少一组进行信道估计,获取信道系数;其中,抽取的分组数少于总的分组数;

C、每进行一次信道估计后,利用获取的信道系数完成 MIMO 解调;

D、判断对分组的信道估计是否完成,如是,结束;否则,返回步骤 B;

其中,所述信道估计包括步骤:

估计参考信号处信道系数;

进行第一次时域插值,将含参考信号的 OFDM 符号上的参考信号密度变为 1/3,计算含参考信号的 OFDM 符号上资源元的信道系数;

对包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值,获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;

进行第二次时域插值,利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数;

或者,

所述信道估计包括步骤:

估计参考信号处信道系数;

对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值,获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;

进行第一次时域插值,修正包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;

进行第二次时域插值,利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

2. 根据权利要求 1 所述的正交频分复用系统中的信道估计方法,其特征在于,所述资源元的信道系数计算包括步骤:

区分资源元的信息,并根据资源元的信息计算资源元的信道系数。

3. 根据权利要求 2 所述的正交频分复用系统中的信道估计方法,其特征在于,所述信道计算根据算式:

$$\tilde{H}_i(l_1, k) = \frac{l_2 - l_1}{l_2 - l_0} H_{i-1}(l_0, k) + H_i(l_1, k) + \frac{l_1 - l_0}{l_2 - l_0} H_i(l_2, k) \text{ 进行};$$

$$\text{其中, } l'_0 = \begin{cases} l_0 & \text{若 } l_0 \geq 0 \\ l_0 + N_{\text{SymDL}} & \text{若 } l_0 < 0 \end{cases}, \quad l'_1 = \begin{cases} l_1 & \text{若 } l_1 < N_{\text{SymDL}} \\ l_1 + N_{\text{SymDL}} & \text{若 } l_1 \geq N_{\text{SymDL}} \end{cases},$$

$$l'_2 = \begin{cases} l_2 & \text{若 } l_2 < N_{\text{SymDL}} \\ l_2 - N_{\text{SymDL}} & \text{若 } l_2 \geq N_{\text{SymDL}} \end{cases}, \quad N_{\text{SymDL}} \text{ 为单个子帧内 OFDM 符号的个数, } \tilde{H}_i(0, k) \text{ 代表修}$$

正后的当前子帧 0#OFDM 符号第 k 个子载波信道估计值;i 表示当前子帧;i-1 表示上一子帧;k 为子载波的排列位置,此处即为 0#OFDM 符号的第 K 个子载波。

4. 根据权利要求 2 所述的正交频分复用系统中的信道估计方法,其特征在于,所述区分资源元的信息,并根据资源元的信息计算资源元的信道系数的步骤包括:

判断是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元；

如是，判断资源元的上一子帧是否为下行子帧；如是，利用所述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值所述资源元的信道系数；否则，利用所述资源元的后两个资源元的信道系数线性预测获得；

否则，利用所述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值所述资源元的信道系数。

5. 一种正交频分复用系统中的信道估计装置，其特征在于，包括：

分组模块，将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组；

抽取估计模块，从物理资源块分组中抽取至少一组进行信道估计，获取信道系数；其中，抽取的分组数少于总的分组数；

检验模块，每进行一次信道估计后，利用获取的信道系数完成 MIMO 解调；

判断模块，判断对分组的信道估计是否完成；在信道估计未完成时，通知抽取估计模块继续抽取分组进行信道估计；

其中，所述抽取估计模块包括：

第一估计单元，估计参考信号处信道系数；

第一时域插值单元，进行第一次时域插值，将含参考信号的 OFDM 符号上的参考信号密度变为 $1/3$ ，计算含参考信号的 OFDM 符号上资源元的信道系数；

第一频域插值单元，对包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值，获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

第二时域插值单元，进行第二次时域插值，利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数，从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数；

或者，所述抽取估计模块包括：

第二估计单元，估计参考信号处信道系数；

第二频域插值单元，对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值，获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

第三时域插值单元，进行第一次时域插值，修正包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

第四时域插值单元，进行第二次时域插值，利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数，从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

6. 根据权利要求 5 所述的正交频分复用系统中的信道估计装置，其特征在于，所述第一时域插值单元包括：

第一判断子单元，判断是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元；

第二判断子单元，判断当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元的上一子帧是否为下行子帧；

第一计算子单元，利用所述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值所述资源元的信道系数；

第二计算子单元，利用所述资源元的后两个资源元的信道系数线性预测获得。

正交频分复用系统中的信道估计方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及到信道估计技术,特别涉及到正交频分复用系统中的信道估计方法及装置。

背景技术

[0002] 在无线通信系统中,信道估计是必不可少的。由于在接收端,无论是信号检测,还是各种参数的测量,都需要首先对信道进行相应估计,然后利用估计出的信道系数进行信号检测等操作。在 3GPP(3rd Generation Partnership Project,第三代合作伙伴计划)LTE(Long Term Evolution,长期演进)系统中,采用 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access,正交频分多址)技术,因此需要对时域和频域的信道进行估计。

[0003] OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing,正交频分复用)系统信道估计在理论上以 2 维维纳估计器为最佳估计器,且可使用估计器对 OFDM 系统所以子载波进行信道估计。

[0004] 目前常用的 LTE 终端信道估计方法主要有两种:

[0005] 一、先时域插值后频域插值;可对每个 OFDM 符号的信道估计通过三倍上采样的频域插值动态计算;此方法由于频域插值次数太多造成计算复杂度非常高。

[0006] 二、先频域插值后时域插值;可对含 RS(reference signal,参考信号)的 OFDM 符号采用 6 倍上采样的频域插值方法,并利用采样结果计算不含 RS 的 OFDM 符号上的信道估计。此方法的缺点在于:其一方面要保存频域插值的结果,存储量较大;另一方面频域插值采用 6 倍上采样的方法,信道估计性能损失较大,特别是在频率选择性强的信道条件下。

发明内容

[0007] 本发明的目的之一为提供一种正交频分复用系统中的信道估计方法及装置,可实现存储共享,节省存储量。

[0008] 本发明提出一种正交频分复用系统中的信道估计方法,包括步骤:

[0009] A、将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组;

[0010] B、从分组中抽取至少一组进行信道估计,获取信道系数;其中,抽取的分组数少于总的分组数;

[0011] C、利用获取的信道系数完成 MIMO 解调;

[0012] D、判断对分组的信道估计是否完成,如是,结束;否则,返回步骤 B。

[0013] 优选地,所述信道估计包括步骤:

[0014] 估计参考信号处信道系数;

[0015] 进行第一次时域插值,将含参考信号的 OFDM 符号上的参考信号密度变为 1/3,计算含参考信号的 OFDM 符号上资源元的信道系数;

[0016] 对包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值,获取包含参考信号的 OFDM

符号上的信道系数；

[0017] 进行第二次时域插值,利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0018] 优选地,所述资源元的信道系数计算包括步骤：

[0019] 区分资源元的信息,并根据资源元的信息计算资源元的信道系数。

[0020] 优选地,所述信道计算根据算式：

$$[0021] \quad \tilde{H}_i(l_1, k) = \frac{l_2 - l_1}{l_2 - l_0} H_{i-1}(l_0, k) + H_i(l_1, k) + \frac{l_1 - l_0}{l_2 - l_0} H_i(l_2, k) \text{ 进行。}$$

[0022] 优选地,所述区分资源元的信息,并根据资源元的信息计算资源元的信道系数的步骤包括：

[0023] 判断是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元；

[0024] 如是,判断资源元的上一子帧是否为下行子帧；如是,利用所述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值所述资源元的信道系数；否则,利用所述资源元的后两个资源元的信道系数线性预测获得；

[0025] 否则,利用所述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值所述资源元的信道系数。

[0026] 优选地,所述信道估计包括步骤：

[0027] 估计参考信号处信道系数；

[0028] 对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值,获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

[0029] 进行第一次时域插值,修正包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

[0030] 进行第二次时域插值,利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0031] 本发明还提出一种正交频分复用系统中的信道估计装置,包括：

[0032] 分组模块,将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组；

[0033] 抽取估计模块,从分组中抽取至少一组进行信道估计,获取信道系数；其中,抽取的分组数少于总的分组数；

[0034] 检验模块,利用获取的信道系数完成 MIMO 解调；

[0035] 判断模块,判断对分组的信道估计是否完成；在信道估计未完成时,通知抽取估计模块继续抽取分组进行信道估计。

[0036] 优选地,所述抽取估计模块包括：

[0037] 第一估计单元,估计参考信号处信道系数；

[0038] 第一时域插值单元,进行第一次时域插值,将含参考信号的 OFDM 符号上的参考信号密度变为 1/3,计算含参考信号的 OFDM 符号上资源元的信道系数；

[0039] 第一频域插值单元,对包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值,获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

[0040] 第二时域插值单元,进行第二次时域插值,利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0041] 优选地,所述抽取估计模块包括：

- [0042] 第二估计单元,估计参考信号处信道系数;
- [0043] 第二频域插值单元,对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值,获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;
- [0044] 第三时域插值单元,进行第一次时域插值,修正包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;
- [0045] 第四时域插值单元,进行第二次时域插值,利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。
- [0046] 本发明的正交频分复用系统中的信道估计方法及装置,是先将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组,再对每组资源块依次单独信道估计处理,以实现存储共享,从而节省存储量;

附图说明

- [0047] 图 1 为本发明一实施例中正交频分复用系统中的信道估计方法的步骤流程示意图;
- [0048] 图 2 为本发明另一实施例中信道估计方法的步骤流程示意图;
- [0049] 图 3 为本发明另一实施例的一实施方式中资源元的信道系数计算的步骤流程示意图;
- [0050] 图 4 为本发明另一实施例中第一次时域插值示意图;
- [0051] 图 5 为本发明又一实施例中信道估计方法的步骤流程示意图;
- [0052] 图 6 为本发明又一实施例中第一次时域插值示意图;
- [0053] 图 7 为本发明一实施例中正交频分复用系统中的信道估计装置的结构示意图;
- [0054] 图 8 为本发明另一实施例中抽取估计模块的结构示意图;
- [0055] 图 9 为本发明又一实施例中抽取估计模块的结构示意图。
- [0056] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0057] 本发明的正交频分复用系统中的信道估计方法及装置,是先将正交频分复用系统带宽内的物理资源块 (PRB) 分成若干组,再对每组资源块依次单独信道估计处理,以实现存储共享,从而节省存储量。另外,对于每组资源块信道估计的方法,一方面优化包含参考信号 (RS) 的 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 正交频分复用技术) 符号信道估计结果,以保证信道估计性能;另一方面只对包含参考信号的 OFDM 符号进行频域插值,减少频域插值次数,从而减少计算复杂度。

[0058] 参照图 1,提出本发明一实施例的一种正交频分复用系统中的信道估计方法,包括:

- [0059] 步骤 S10、将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组;
- [0060] 步骤 S11、从分组中抽取至少一组进行信道估计,获取信道系数;其中,抽取的分组数少于总的分组数;
- [0061] 步骤 S12、利用获取的信道系数完成 MIMO 解调;
- [0062] 步骤 S13、判断对分组的信道估计是否完成,如是,结束;否则,返回步骤 S11。

[0063] 如步骤 S10 所述,可设正交频分复用系统带宽包括 N 个资源块,将该 N 个资源块等分成 M 组,每组包含 K 个连续资源块,其中 $N = M \times K$ 。并对 M 组资源块依次编号为 $1, 2, \dots, M$ 。

[0064] 如步骤 S11 所述,可依次分别对每组资源块进行信道估计,获取信道系数。进行信道估计时,可先从上述分组中抽取至少一组计算信道系数;在信道估计完成后,再抽取其他资源块分组进行信道估计,直至分组信道估计全部完成。且每次抽取的分组数少于总的分组数 (M)。比如可先抽取分组 1 至 M 中的第 I 组进行信道估计,完成后再抽取第 $I+1$ 组进行,如此依次完成分组 1 至 M 的信道估计。此处的信道估计对使用的信道估计方法没有任何限制。

[0065] 如步骤 S12 所述,每进行一次信道估计后,即可利用获取的信道系数完成 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output, 多输入输出)解调,然后丢弃该信道系数。

[0066] 如步骤 S13 所述,在完成一次信道估计,获得信道系数并通过 MIMO 解调后,判断所有分组的信道估计是否都已经完成,如都已经完成,则结束;否则,继续进行分组的信道估计(返回至步骤 S11),循环进行步骤 S11 和 S12 直至信道估计全部结束。

[0067] 本实施例的正交频分复用系统中的信道估计方法,通过将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分成若干组,再对每组资源块依次单独信道估计处理,以实现存储共享,从而节省存储量。

[0068] 参照图 2,提出本发明另一实施例的一种正交频分复用系统中的信道估计方法。其中,上述步骤 S11 中的信道估计可包括:

[0069] 步骤 S110、估计参考信号处信道系数;

[0070] 步骤 S111、进行第一次时域插值,将含参考信号的 OFDM 符号上的参考信号密度变为 $1/3$,计算含参考信号的 OFDM 符号上资源元的信道系数;

[0071] 步骤 S112、对包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值,获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;

[0072] 步骤 S113、进行第二次时域插值,利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0073] 如步骤 S110 所述,首先需估计参考信号 (RS) 处的信道系数。

[0074] 如步骤 S111 所述,第一次时域插值过程中,仅计算含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数。

[0075] 参照图 3,在本实施例的一实施方式中,上述资源元的信道系数计算包括:

[0076] 步骤 S1110、判断是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元;如是,进行步骤 S1111;否则,进行步骤 S1112;

[0077] 步骤 S1111、判断资源元的上一子帧是否为下行子帧;如是,进行步骤 S1112;否则,进行步骤 S1113;

[0078] 步骤 S1112、利用上述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值上述资源元的信道系数;

[0079] 步骤 S1113、利用上述资源元的后两个资源元的信道系数线性预测获得。

[0080] 在计算资源元的信道系数时,可先区分资源元的信息,再根据资源元的信息计算资源元的信道系数。所述信息可包括是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元以及

上一子帧是否为下行子帧等。

[0081] 参照图 4, 第一次时域插值需要计算 0#、4#、7# 以及 11# OFDM 符号上资源元 (RE) 信道系数, 如图 4 中灰色部分所示。若包含灰色部分的当前子帧的上一子帧是下行子帧, 那么时域插值过程如图 4 中实线所示, 利用箭头起始位置 (R_{91} 和 R_{92} 或者 R_{31} 和 R_{32}) 处的参考信号信道系数线性插值箭头指向的资源元处的信道系数。若上一子帧不是下行子帧, 0# OFDM 符号信道系数需要利用虚线箭头起始位置 (R_{91} 和 R_{92} 或者 R_{31} 和 R_{32}) 处的参考信号信道系数线性预测得到, 其余资源元的信道系数的计算与上一子帧是下行帧时一致。

[0082] 如步骤 S112 所述, 可通过包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值, 获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数。该采样可采用 FIR (Finite Impulse Response, 有限长单位冲激响应) 滤波或 IFFT T (Inverse Fast Fourier Transform, 快速傅立叶逆变换) / FFT (Fast Fourier Transform, 快速傅立叶变换) 插值实现。

[0083] 如步骤 S113 所述, 在获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数后, 再进行第二次时域插值, 利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数, 从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0084] 上述时域或者频域插值可参考 LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 协议规定进行。

[0085] 本实施例的正交频分复用系统中的信道估计方法, 通过优化包含参考信号的 OFDM 符号信道估计结果, 以保证信道估计性能。

[0086] 参照图 5, 提出本发明的又一实施例的一种正交频分复用系统中的信道估计方法。其中, 上述信道估计包括:

[0087] 步骤 S120、估计参考信号处信道系数;

[0088] 步骤 S121、对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值, 获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;

[0089] 步骤 S122、进行第一次时域插值, 修正包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;

[0090] 步骤 S123、进行第二次时域插值, 利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数, 从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0091] 如步骤 S120 所述, 首先需估计参考信号 (RS) 处的信道系数。

[0092] 如步骤 S121 所述, 先对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值, 从而获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数。该采样可采用 FIR 滤波或 IFFT/FFT 插值实现。

[0093] 如步骤 S122 所述, 获得包含参考信号的 OFDM 符号上的频域插值结果之后, 开始第一次时域插值, 修正包含参考信号 (0#、4#、7# 以及 11#) 的 OFDM 符号上的信道系数。

[0094] 参照图 6, 在修正当前子帧 0# OFDM 符号信道估计时, 若其上一子帧是下行子帧, 利用上一子帧 11# OFDM 符号和当前子帧 4# OFDM 符号线性插值当前子帧 0# OFDM 符号, 再加上当前子帧 0# OFDM 符号本身的信道估计。若上一子帧不是下行子帧, 利用当前子帧 4# OFDM 符号和当前子帧 11# OFDM 符号线性插值当前子帧 0# OFDM 符号, 再加上当前子帧 0# OFDM 符号本身的信道估计。如算式:

$$[0095] \quad \tilde{H}_i(l_1, k) = \frac{l_2 - l_1}{l_2 - l_0} H_{i-1}(l'_0, k) + H_i(l'_1, k) + \frac{l_1 - l_0}{l_2 - l_0} H_i(l'_2, k) \quad (1)$$

$$[0096] \quad \text{其中, } l'_0 = \begin{cases} l_0 & \text{若 } l_0 \geq 0 \\ l_0 + N_{SymDL} & \text{若 } l_0 < 0 \end{cases}, l'_1 = \begin{cases} l_1 & \text{若 } l_1 < N_{SymDL} \\ l_1 + N_{SymDL} & \text{若 } l_1 \geq N_{SymDL} \end{cases},$$

$$l'_2 = \begin{cases} l_2 & \text{若 } l_2 < N_{SymDL} \\ l_2 - N_{SymDL} & \text{若 } l_2 \geq N_{SymDL} \end{cases}, N_{SymDL} \text{ 为单个子帧内 OFDM 符号的个数, } \tilde{H}_i(0, k) \text{ 代表修正后的}$$

当前子帧 0#OFDM 符号第 k 个子载波信道估计值 ;i 表示当前子帧 ;i-1 表示上一子帧 ;k 为子载波的排列位置,此处即为 0#OFDM 符号的第 K 个子载波。

[0097] 若上一子帧为下行子帧,则令 $l_0 = -3, l_1 = 0, l_2 = 4$,代入算式 (1) 计算信道系数。

[0098] 若上一子帧不为下行子帧,则令 $l_0 = 11, l_1 = 0, l_2 = 4$,代入算式 (1) 计算信道系数。

[0099] 在修正当前子帧 4#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 7#OFDM 符号和当前子帧 0#OFDM 符号线性插值当前子帧 4#OFDM 符号,再加上当前子帧 4#OFDM 符号本身的信道估计,即 $k = 4$ 。可使用算式 (1) 计算信道系数,令 $l_0 = 0, l_1 = 4, l_2 = 7$,代入算式 (1) 计算。

[0100] 在修正当前子帧 7#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 4#OFDM 符号和当前子帧 11#OFDM 符号线性插值当前子帧 7#OFDM 符号,再加上当前子帧 7#OFDM 符号本身的信道估计,即 $k = 7$ 。可使用算式 (1) 计算信道系数令 $l_0 = 4, l_1 = 7, l_2 = 11$,代入算式 (1) 计算。

[0101] 在修正当前子帧 11#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 7#OFDM 符号和下一子帧 0#OFDM 符号线性插值当前子帧 11#OFDM 符号,再加上当前子帧 11#OFDM 符号本身的信道估计,即 $k = 11$ 。可使用算式 (1) 计算信道系数,令 $l_0 = 7, l_1 = 11, l_2 = 14$,代入算式 (1) 计算。

[0102] 在修正下一子帧 0#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 11#OFDM 符号和下一子帧 4#OFDM 符号线性插值下一子帧 0#OFDM 符号,再加上下一子帧 0#OFDM 符号本身的信道估计。可使用算式 (1) 计算信道系数,令 $l_0 = 11, l_1 = 14, l_2 = 18$,代入算式 (1) 计算。

[0103] 如步骤 S123 所述,完成第一次时域插值后,则开始第二次时域插值,可利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不包含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而得到所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0104] 本实施例的正交频分复用系统中的信道估计方法,通过只对包含参考信号的 OFDM 符号进行频域插值,减少频域插值次数,从而减少计算复杂度。

[0105] 参照图 7,提出本发明一实施例的一种正交频分复用系统中的信道估计装置 20,包括:

[0106] 分组模块 21,将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分组;

[0107] 抽取估计模块 22,从分组中抽取至少一组进行信道估计,获取信道系数;其中,抽取的分组数少于总的分组数;

[0108] 检验模块 23,利用抽取估计模块 22 获取的信道系数完成 MIMO 解调;

[0109] 判断模块 24,判断对分组的信道估计是否完成;在信道估计未完成时,通知抽取估计模块 22 继续抽取分组进行信道估计。

[0110] 上述分组模块 21,可设正交频分复用系统带宽包括 N 个资源块,将该 N 个资源块等

分成 M 组, 每组包含 K 个连续资源块, 其中 $N = M \times K$ 。并对 M 组资源块依次编号为 $1, 2, \dots, M$ 。

[0111] 上述抽取估计模块 22, 可依次分别对每组资源块进行信道估计, 获取信道系数。进行信道估计时, 可先从上述分组中抽取至少一组计算信道系数; 在信道估计完成后, 再抽取其他资源块分组进行信道估计, 直至分组信道估计全部完成。且每次抽取的分组数少于总的分组数 (M)。比如可先抽取分组 1 至 M 中的第 I 组进行信道估计, 完成后再抽取第 $I+1$ 组进行, 如此依次完成分组 1 至 M 的信道估计。此处的信道估计对使用的信道估计方法没有任何限制。

[0112] 上述检验模块 23, 在每进行一次信道估计后, 即可利用抽取估计模块 22 获取的信道系数完成 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output, 多输入输出) 解调。

[0113] 上述判断模块 24, 在完成一次信道估计, 获得信道系数并通过 MIMO 解调后, 判断所有分组的信道估计是否都已经完成, 如都已经完成, 则结束; 否则, 继续进行分组的信道估计, 循环进行信道估计以及检验直至信道估计全部结束。

[0114] 上述时域或者频域插值可参考 LTE 协议规定进行。

[0115] 本实施例的正交频分复用系统中的信道估计装置 20, 通过将正交频分复用系统带宽内的物理资源块分成若干组, 再对每组资源块依次单独信道估计处理, 以实现存储共享, 从而节省存储量。

[0116] 参照图 8, 提出本发明另一实施例的一种正交频分复用系统中的信道估计装置 20, 上述抽取估计模块 22 包括:

[0117] 第一估计单元 221, 估计参考信号处信道系数;

[0118] 第一时域插值单元 222, 进行第一次时域插值, 将含参考信号的 OFDM 符号上的参考信号密度变为 $1/3$, 计算含参考信号的 OFDM 符号上资源元的信道系数;

[0119] 第一频域插值单元 223, 对包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值, 获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数;

[0120] 第二时域插值单元 224, 进行第二次时域插值, 利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数, 从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0121] 上述第一估计单元 221, 需估计参考信号 (RS) 处的信道系数。

[0122] 上述第一时域插值单元 222, 在第一次时域插值过程中, 计算含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数。

[0123] 参照图 9, 上述第一时域插值单元 222 可包括第一判断子单元 2221、第二判断子单元 2222、第一计算子单元 2223 以及第二计算子单元 2224; 该第一判断子单元 2221, 判断是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元; 该第二判断子单元 2222, 判断当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元的上一子帧是否为下行子帧; 该第一计算子单元 2223, 利用所述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值所述资源元的信道系数; 该第二计算子单元 2224, 利用所述资源元的后两个资源元的信道系数线性预测获得。

[0124] 可先通过第一判断子单元 2221 判断所计算的资源元是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元; 如是, 再利用第二判断子单元 2222 判断资源元的上一子帧是否为下行子帧; 否则, 通过第一计算子单元 2223 利用上述资源元的前一资源元以及后一资源元的

信道系数线性插值上述资源元的信道系数；在上述资源元的上一子帧为下行子帧时，也可通过第一计算子单元 2223 利用上述资源元的前一资源元以及后一资源元的信道系数线性插值上述资源元的信道系数；否则，通过第二计算子单元 2224 利用上述资源元的后两个资源元的信道系数线性预测获得。

[0125] 在计算资源元的信道系数时，可先区分资源元的信息，再根据资源元的信息计算资源元的信道系数。所述信息可包括是否为当前子帧内第一个 OFDM 符号上的资源元以及上一子帧是否为下行子帧等。

[0126] 参照图 4，第一次时域插值需要计算 0#、4#、7# 以及 11#OFDM 符号上资源元 (RE) 信道系数，如图 4 中灰色部分所示。若包含灰色部分的当前子帧的上一子帧是下行子帧，那么时域插值过程如图 4 中实线所示，利用箭头起始位置 (R_{91} 和 R_{92} 或者 R_{31} 和 R_{32}) 处的参考信号信道系数线性插值箭头指向的资源元处的信道系数。若上一子帧不是下行子帧，0#OFDM 符号信道系数需要利用虚线箭头起始位置 (R_{91} 和 R_{92} 或者 R_{31} 和 R_{32}) 处的参考信号信道系数线性预测得到，其余资源元的信道系数的计算与上一子帧是下行帧时一致。

[0127] 上述第一频域插值单元 223，可通过包含参考信号的 OFDM 符号进行 3 倍上采样频域插值，获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数。

[0128] 上述第二时域插值单元 224，在获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数后，再进行第二次时域插值，利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数，从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0129] 本实施例的正交频分复用系统中的信道估计装置 20，通过优化包含参考信号的 OFDM 符号信道估计结果，以保证信道估计性能。

[0130] 参照图 10，提出本发明又一实施例的一种正交频分复用系统中的信道估计装置 20，上述抽取估计模块 22 包括：

[0131] 第二估计单元 231，估计参考信号处信道系数；

[0132] 第二频域插值单元 232，对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值，获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

[0133] 第三时域插值单元 233，进行第一次时域插值，修正包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数；

[0134] 第四时域插值单元 234，进行第二次时域插值，利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不含参考信号的 OFDM 符号的信道系数，从而获取所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0135] 上述第二估计单元 231，需估计参考信号 (RS) 处的信道系数。

[0136] 上述第二频域插值单元 232，对包含参考信号的 OFDM 符号进行 6 倍上采样频域插值，从而获取包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数。

[0137] 上述第三时域插值单元 233，获得包含参考信号的 OFDM 符号上的频域插值结果之后，开始第一次时域插值，修正包含参考信号 (0#、4#、7# 以及 11#) 的 OFDM 符号上的信道系数。

[0138] 参照图 6，在修正当前子帧 0#OFDM 符号信道估计时，若其上一子帧是下行子帧，利用上一子帧 11#OFDM 符号和当前子帧 4#OFDM 符号线性插值当前子帧 0#OFDM 符号，再加上当前子帧 0#OFDM 符号本身的信道估计。若上一子帧不是下行子帧，利用当前子帧 4#OFDM

符号和当前子帧 11#OFDM 符号线性插值当前子帧 0#OFDM 符号,再加上当前子帧 0#OFDM 符号本身的信道估计。如算式:

$$[0139] \quad \tilde{H}_i(l_1, k) = \frac{l_2 - l_1}{l_2 - l_0} H_{i-1}(l'_0, k) + H_i(l'_1, k) + \frac{l_1 - l_0}{l_2 - l_0} H_i(l'_2, k) \quad (1)$$

$$[0140] \quad \text{其中, } l'_0 = \begin{cases} l_0 & \text{若 } l_0 \geq 0 \\ l_0 + N_{\text{SymDL}} & \text{若 } l_0 < 0 \end{cases}, l'_1 = \begin{cases} l_1 & \text{若 } l_1 < N_{\text{SymDL}} \\ l_1 + N_{\text{SymDL}} & \text{若 } l_1 \geq N_{\text{SymDL}} \end{cases},$$

$$l'_2 = \begin{cases} l_2 & \text{若 } l_2 < N_{\text{SymDL}} \\ l_2 - N_{\text{SymDL}} & \text{若 } l_2 \geq N_{\text{SymDL}} \end{cases}, N_{\text{SymDL}} \text{ 为单个子帧内 OFDM 符号的个数, } \tilde{H}_i(0, k) \text{ 代表修正后的}$$

当前子帧 0#OFDM 符号第 k 个子载波信道估计值; i 表示当前子帧; i-1 表示上一子帧; k 为子载波的排列位置,此处即为 0#OFDM 符号的第 K 个子载波。

[0141] 若上一子帧为下行子帧,则令 $l_0 = -3, l_1 = 0, l_2 = 4$,代入算式 (1) 计算信道系数。

[0142] 若上一子帧不为下行子帧,则令 $l_0 = 11, l_1 = 0, l_2 = 4$,代入算式 (1) 计算信道系数。

[0143] 在修正当前子帧 4#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 7#OFDM 符号和当前子帧 0#OFDM 符号线性插值当前子帧 4#OFDM 符号,再加上当前子帧 4#OFDM 符号本身的信道估计,即 $k = 4$ 。可使用算式 (1) 计算信道系数,令 $l_0 = 0, l_1 = 4, l_2 = 7$,代入算式 (1) 计算。

[0144] 在修正当前子帧 7#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 4#OFDM 符号和当前子帧 11#OFDM 符号线性插值当前子帧 7#OFDM 符号,再加上当前子帧 7#OFDM 符号本身的信道估计,即 $k = 7$ 。可使用算式 (1) 计算信道系数令 $l_0 = 4, l_1 = 7, l_2 = 11$,代入算式 (1) 计算。

[0145] 在修正当前子帧 11#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 7#OFDM 符号和下一子帧 0#OFDM 符号线性插值当前子帧 11#OFDM 符号,再加上当前子帧 11#OFDM 符号本身的信道估计,即 $k = 11$ 。可使用算式 (1) 计算信道系数,令 $l_0 = 7, l_1 = 11, l_2 = 14$,代入算式 (1) 计算。

[0146] 在修正下一子帧 0#OFDM 符号信道估计时,可利用当前子帧 11#OFDM 符号和下一子帧 4#OFDM 符号线性插值下一子帧 0#OFDM 符号,再加上下一子帧 0#OFDM 符号本身的信道估计。可使用算式 (1) 计算信道系数,令 $l_0 = 11, l_1 = 14, l_2 = 18$,代入算式 (1) 计算。

[0147] 上述第四时域插值单元 234,在完成第一次时域插值后,开始第二次时域插值,可利用包含参考信号的 OFDM 符号上的信道系数计算不包含参考信号的 OFDM 符号的信道系数,从而得到所有 OFDM 符号上的信道系数。

[0148] 本实施例的正交频分复用系统中的信道估计装置 20,通过只对包含参考信号的 OFDM 符号进行频域插值,减少频域插值次数,从而减少计算复杂度。

[0149] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

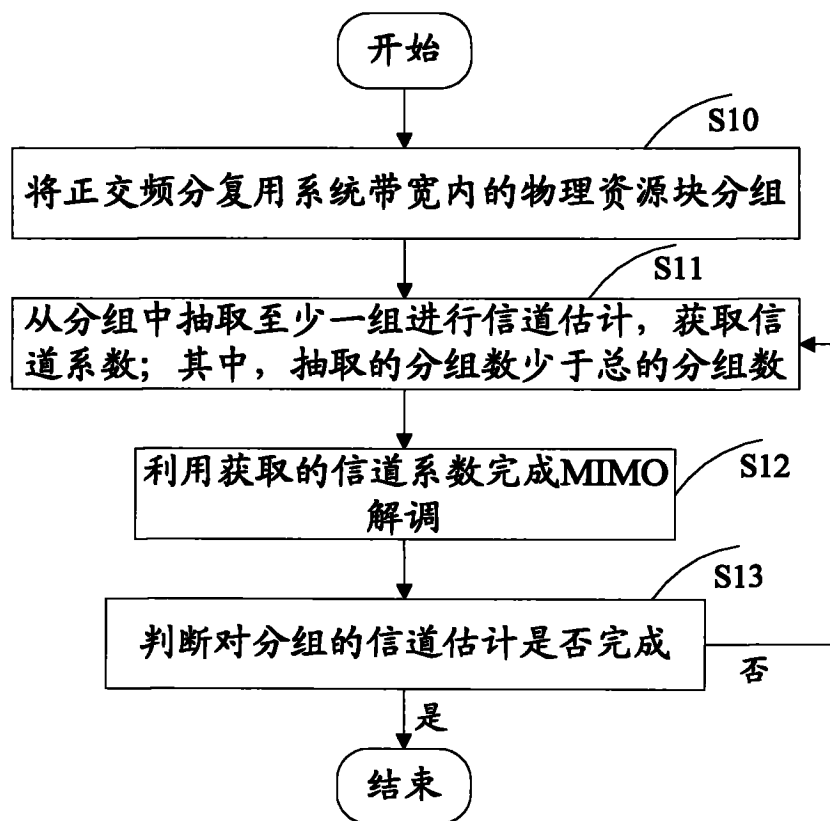


图 1

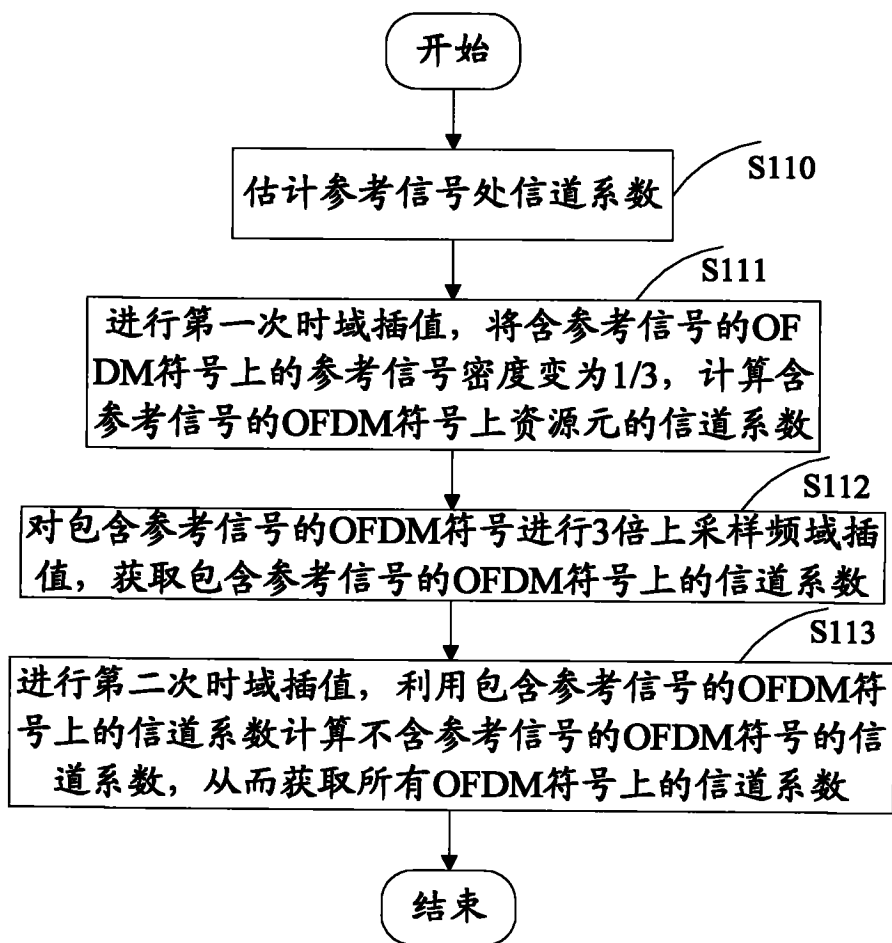


图 2

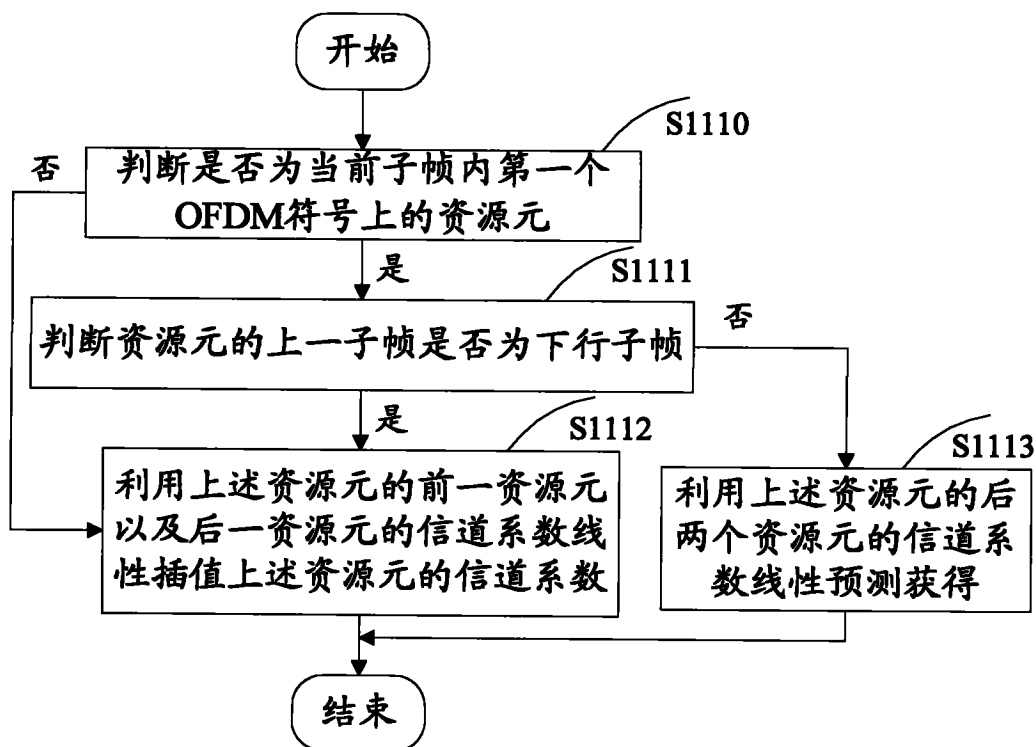


图 3

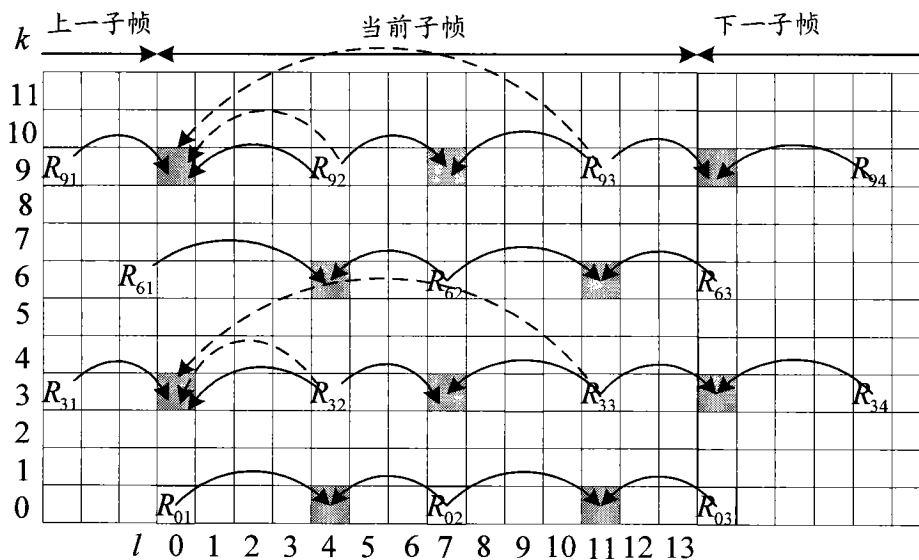


图 4

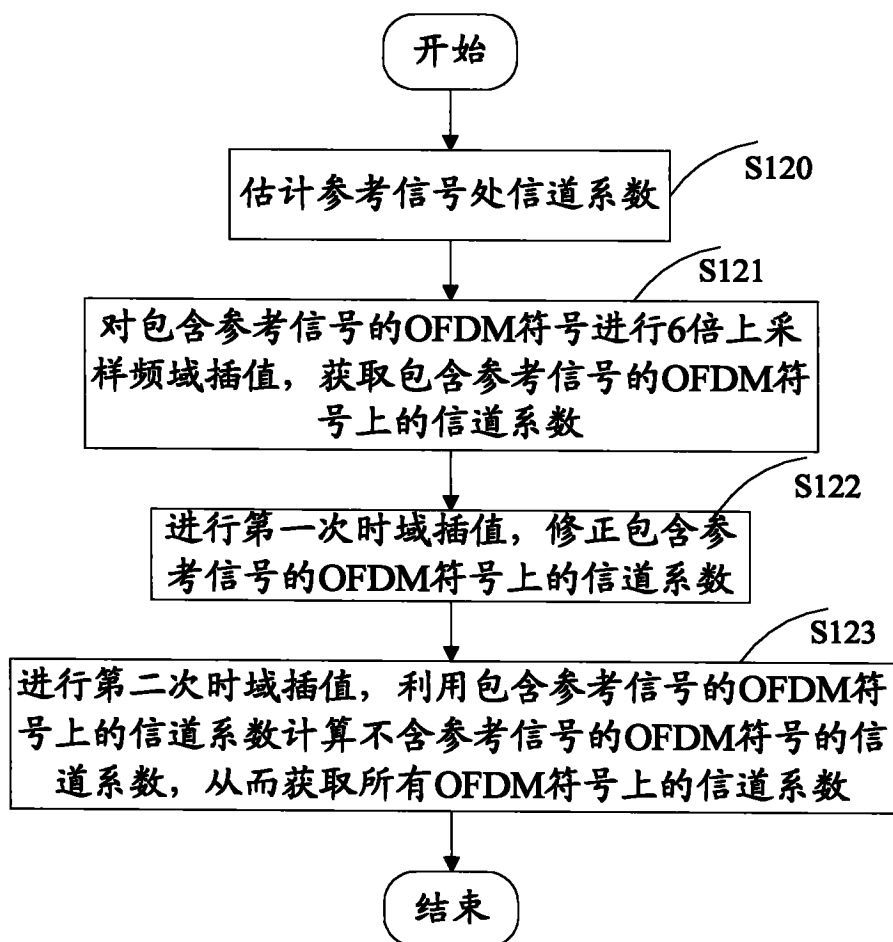


图 5

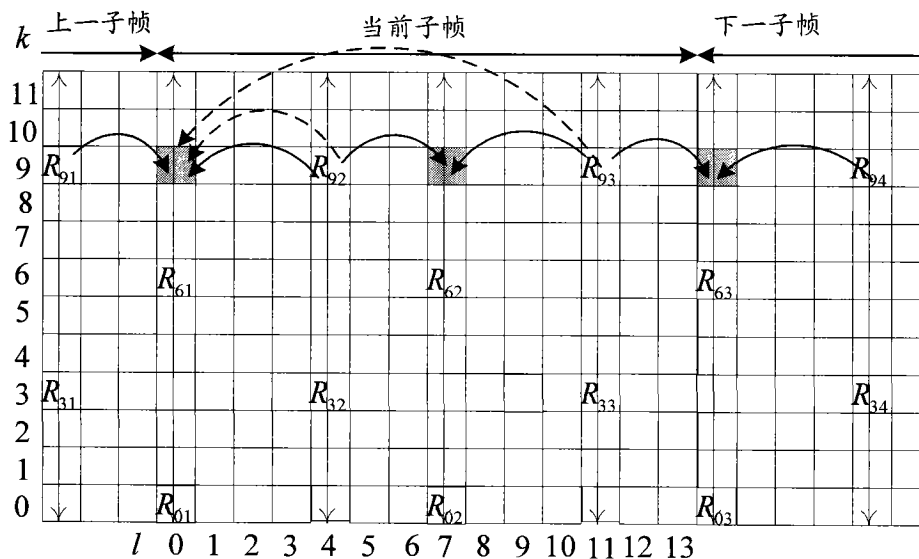


图 6

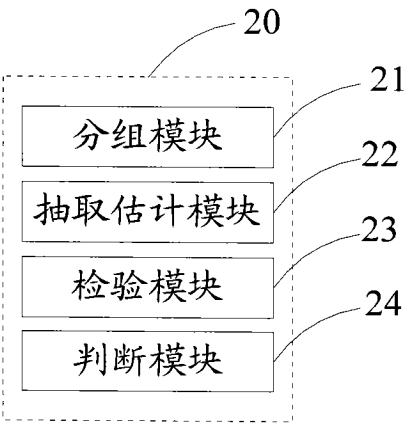


图 7

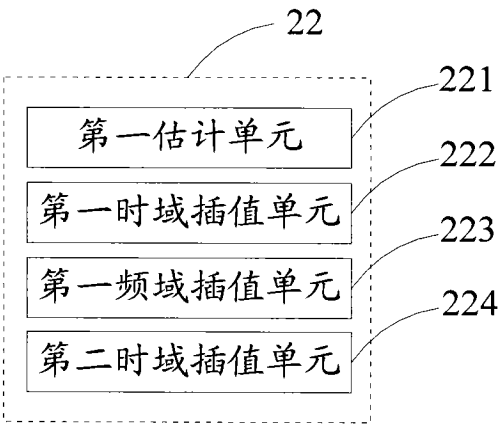


图 8

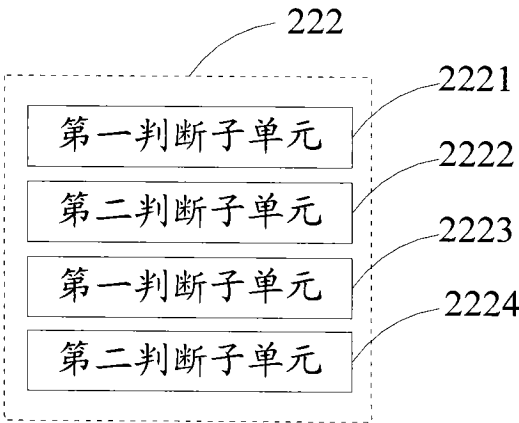


图 9

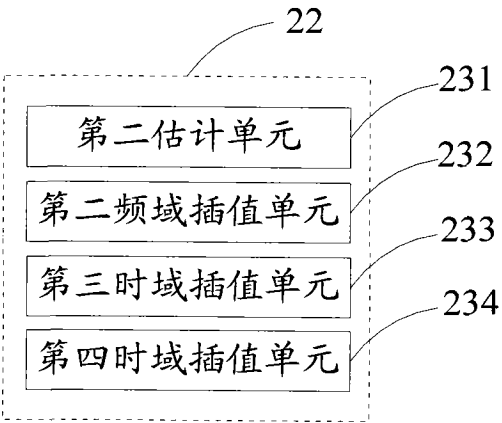


图 10