



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106664267 B

(45)授权公告日 2020.07.24

(21)申请号 201480080189.8

(22)申请日 2014.06.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106664267 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.12.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2014/081321 2014.06.30

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/000197 ZH 2016.01.07

(73)专利权人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 何高宁 张舜卿 陈雁

(74)专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理有限公司 11329

代理人 时林 毛威

(51)Int.Cl.
H04L 25/03(2006.01)

(56)对比文件
CN 101005302 A,2007.07.25,
CN 1992696 A,2007.07.04,
CN 101616106 A,2009.12.30,
Wen Che et. al.“performance of Low Density Parity Check Code Applied in WiBro System”.《IEEE》.2007,
Hosein Nikopour and Hadi Baligh.“Sparse Code Multiple Access”.《IEEE》.2013,

审查员 吴晗

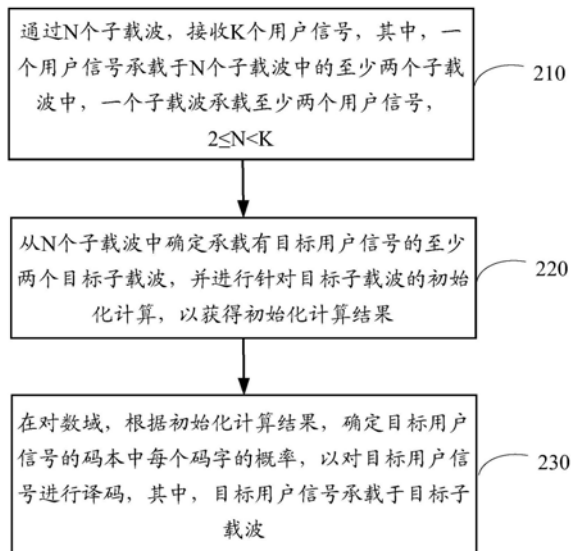
权利要求书6页 说明书26页 附图7页

(54)发明名称

用于译码的方法和装置

(57)摘要

本发明实施例提供一种用于译码的方法和装置,该方法包括:通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于该N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载该K个用户信号中的至少两个用户信号, $2 \leq N < K$;从该N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对该目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果;在对数域,根据该初始化计算结果,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率,以对该目标用户信号进行译码。本方法能够在对数域进行译码,复杂度低。



1. 一种用于译码的方法,其特征在于,包括:

通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于所述N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载所述K个用户信号中的至少两个用户信号, $2 \leq N < K$;

从所述N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对所述目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果;

在对数域,根据所述初始化计算结果,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,以对所述目标用户信号进行译码;

其中,所述在对数域,根据所述初始化计算结果,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:

根据所述目标子载波,获取第一概率,所述第一概率包括关联用户信号的码本中的每个码字的概率,其中,所述关联用户信号为承载于所述目标子载波的用户信号中除所述目标用户信号之外的所有用户信号;

在对数域,根据所述初始化计算结果以及所述第一概率,确定第二概率,所述第二概率包括所述目标用户信号的码本中的每个码字的针对各所述目标子载波的概率;

根据所述第二概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号 q_a 在所述K个用户信号中序号为a,第二关联用户信号 q_b 在所述K个用户信号中序号为b,所述目标用户信号 q_k 在所述K个用户信号中的序号为k,以及

所述在对数域,根据所述初始化计算结果以及所述第一概率,确定第二概率,包括:

根据以下公式确定所述第二概率:

$$\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|, n \in Z(k)$$

其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于所述至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 的所述目标用户信号 q_k 的码本中的第i个码字的概率,n为所述目标子载波 c_n 在所述N个子载波中的序号,Z(k)表示各所述目标子载波在所述N个子载波中的序号的集合,a表示所述第一关联用户信号的码本中的码字序号,b表示所述第二关联用户信号的码本中的码字序号,i表示所述目标用户信号的码本中的码字序号,f(.)表示针对所述目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示所述第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对所述目标子载波 c_n 的概率, $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示所述第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对所述目标子载波 c_n 的概率, $|C_k|$ 表示所述目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量; $|C_a|$ 表示所述第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量; $|C_b|$ 表示所述第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在确定所述第二概率之后,所述方法还包括:

根据所述目标子载波,在对数域,对所述第一概率进行更新;

在对数域,根据更新后的第一概率,更新所述第二概率;以及

所述根据所述第二概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:

根据所述更新后的第二概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述目标子载波,在对数域,对所述第一概率进行更新,包括:

从承载于所述至少两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中,确定第三关联用户信号;

根据所述第三关联用户信号,确定关联子载波,所述关联子载波是所述N个子载波中除所述第一目标子载波以外的承载有所述第三关联用户信号的子载波;

根据所述关联子载波,基于根据以下公式,对所述第三关联用户信号的码本中的每个码字的概率进行更新:

$$\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{!n \in W(a)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示所述第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对所述至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示所述第一目标子载波在所述N个子载波中的序号, a 表示所述第三关联用户信号 q_a 在所述K个用户信号中的序号, α 表示所述第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示所述关联子载波在所述N个子载波中的序号的集合, $!n$ 表示关联子载波 c_n 在所述N个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于所述关联子载波 c_n 计算得到的所述第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $|C_a|$ 表示所述第三关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述目标用户信号 q_k 在所述K个用户信号中的序号为 k , 以及

所述根据所述更新后的第二概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:

根据以下公式确定所述目标用户信号 q_k 的码本中每个码字的概率 $Q_k^{\log}(i)$:

$$Q_k^{\log}(i) = \sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i), i = 1, \dots, |C_k|$$

其中, i 表示所述目标用户信号的码本中的码字序号, n 为所述至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 在所述N个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各所述目标子载波在所述N个子载波中的序号的集合, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后基于对所述目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, $|C_k|$ 表示所述目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

在对数域,根据所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述目标用户信号 q_k 在所述K个用户信号中的序号为 k , 以及

所述确定所述目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR,包括:

根据以下公式确定所述目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的每一位的比特值的LLR,以确定所述目标用户信号的码本中第 i 个码字对应的LLR:

$$LLR_x = \max_{i:u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i:u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), x = 1, \dots, X$$

其中, LLR_x 表示所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值的LLR, X 表示所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的比特值的位数, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于所述至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为所述目标子载波 c_n 在所述 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各所述目标子载波在所述 N 个子载波中的序号的集合, i 表示所述目标用户信号的码本中的码字序号, $u_{i,x}$ 表示所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值。

8. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 从所述 N 个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波, 并进行针对所述目标子载波的初始化计算, 以获得初始化计算结果, 包括:

根据所述目标子载波上的接收信号和针对所述目标子载波的信道估计进行针对所述目标子载波的初始化计算, 其中, 所述接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其特征在于, 所述关联用户信号的数量为两个, 且第一关联用户信号在所述 K 个用户信号中序号为 a , 第二关联用户信号在所述 K 个用户信号中序号为 b , 所述目标用户信号在所述 K 个用户信号中的序号为 k , 以及

所述根据所述目标子载波上的接收信号和针对所述目标子载波的信道估计进行针对所述目标子载波的初始化计算, 以获得初始化计算结果, 包括:

根据以下公式进行初始化计算, 以获得所述初始化计算结果 $f(\cdot)$:

$$\begin{aligned} f(\cdot) &= f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n) \\ &= \left\| y_{n,r1} - (h_{n,a,r1} C_a(\alpha) + h_{n,b,r1} C_b(\beta) + h_{n,k,r1} C_k(i)) \right\| \\ &\quad - \left\| y_{n,r2} - (h_{n,a,r2} C_a(\alpha) + h_{n,b,r2} C_b(\beta) + h_{n,k,r2} C_k(i)) \right\| \end{aligned}$$

其中, n 表示所述至少两个目标子载波中的第一目标子载波在所述 N 个子载波中的序号, y_n 表示所述第一目标子载波上的接收信号, α 表示所述第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示所述第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示所述目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对所述第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对所述第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $y_{n,r1}$ 表示通过第 $r1$ 根接收天线接收到的所述第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 $r2$ 根接收天线接收到的所述第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示所述第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为所述第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表示所述第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为所述第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示所述第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为所述第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示所述第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为所述第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示所述第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为所述目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示所述第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为所述目标用户信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示所述第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示所述第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示所述目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述在对数域,根据所述初始化计算结果,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:

基于雅克比对数式,根据所述初始化计算结果,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率。

11. 一种用于译码的装置,其特征在于,包括:

接收单元,用于通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于所述N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载所述K个用户信号中的至少两个用户信号, $2 \leq N < K$;

初始化单元,用于从所述N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对所述目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果;

第一确定单元,用于在对数域,根据所述初始化计算结果,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,以对所述目标用户信号进行译码;

其中,所述第一确定单元具体用于根据所述目标子载波,获取第一概率,所述第一概率包括关联用户信号的码本中的每个码字的概率,其中,所述关联用户信号为承载于所述目标子载波的用户信号中除所述目标用户信号之外的所有用户信号;在对数域,根据所述初始化计算结果以及所述第一概率,确定第二概率,所述第二概率包括所述目标用户信号的码本中的每个码字的针对各所述目标子载波的概率;根据所述第二概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号 q_a 在所述K个用户信号中序号为a,第二关联用户信号 q_b 在所述K个用户信号中序号为b,所述目标用户信号 q_k 在所述K个用户信号中的序号为k,以及

所述第一确定单元根据以下公式确定所述第二概率:

$$\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|, n \in Z(k)$$

其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于所述至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的所述目标用户信号 q_k 的码本中的第i个码字的概率,n为所述目标子载波 c_n 在所述N个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各所述目标子载波在所述N个子载波中的序号的集合, α 表示所述第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示所述第二关联用户信号的码本中的码字序号,i表示所述目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对所述目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示所述第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对所述目标子载波 c_n 的概率, $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示所述第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对所述目标子载波 c_n 的概率, $|C_k|$ 表示所述目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量; $|C_a|$ 表示所述第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量; $|C_b|$ 表示所述第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

13. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,在确定所述第二概率之后,所述装置还包括:

更新单元,用于根据所述目标子载波,在对数域,对所述第一概率进行更新;在对数域,根据更新后的第一概率,更新所述第二概率;以及

所述第一确定单元根据所述更新后的第二概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,

所述更新单元从承载于所述至少两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中,确定第三关联用户信号;根据所述第三关联用户信号,确定关联子载波,所述关联子载波是所述N个子载波中除所述第一目标子载波以外的承载有所述第三关联用户信号的子载波;根据所述关联子载波,基于根据以下公式,对所述第三关联用户信号的码本中的每个码字的概率进行更新:

$$\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{!n \in W(a)} \mathbf{I}_{c_{!n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示所述第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对所述至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示所述第一目标子载波在所述N个子载波中的序号, a 表示所述第三关联用户信号 q_a 在所述K个用户信号中的序号, α 表示所述第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示所述关联子载波在所述N个子载波中的序号的集合, $!n$ 表示关联子载波 $c_{!n}$ 在所述N个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_{!n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于所述关联子载波 $c_{!n}$ 计算得到的所述第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $|C_a|$ 表示所述第三关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

15. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述目标用户信号 q_k 在所述K个用户信号中的序号为 k , 以及

所述第一确定单元根据以下公式确定所述目标用户信号 q_k 的码本中每个码字的概率 $Q_k^{\log}(i)$:

$$Q_k^{\log}(i) = \sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i), i = 1, \dots, |C_k|$$

其中, i 表示所述目标用户信号的码本中的码字序号, n 为所述至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 在所述N个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各所述目标子载波在所述N个子载波中的序号的集合, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后的基于所述目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, $|C_k|$ 表示所述目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量。

16. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,还包括:

第二确定单元,用于在对数域,根据所述目标用户信号的码本中每个码字的概率,确定所述目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR。

17. 根据权利要求16所述的装置,其特征在于,所述目标用户信号 q_k 在所述K个用户信号中的序号为 k , 以及

所述第二确定单元根据以下公式确定所述目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的每一位的比特值的LLR,以确定所述目标用户信号的码本中第 i 个码字对应的LLR:

$$LLR_x = \max_{i: u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i: u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), x = 1, \dots, X$$

其中, LLR_x 表示所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位

的比特值的LLR, X 表示所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的比特值的位数, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于所述至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为所述目标子载波 c_n 在所述 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各所述目标子载波在所述 N 个子载波中的序号的集合, i 表示所述目标用户信号的码本中的码字序号, $u_{i,x}$ 表示所述目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值。

18. 根据权利要求11所述的装置, 其特征在于,

所述初始化单元根据所述目标子载波上的接收信号和针对所述目标子载波的信道估计进行针对所述目标子载波的初始化计算, 其中, 所述接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

19. 根据权利要求18所述的装置, 其特征在于, 所述关联用户信号的数量为两个, 且第一关联用户信号在所述 K 个用户信号中序号为 a , 第二关联用户信号在所述 K 个用户信号中序号为 b , 所述目标用户信号在所述 K 个用户信号中的序号为 k , 以及

所述初始化单元根据以下公式进行初始化计算, 以获得所述初始化计算结果 $f(\cdot)$:

$$\begin{aligned} f(\cdot) &= f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n) \\ &= \left\| y_{n,r1} - (h_{n,a,r1} C_a(\alpha) + h_{n,b,r1} C_b(\beta) + h_{n,k,r1} C_k(i)) \right\| \\ &\quad - \left\| y_{n,r2} - (h_{n,a,r2} C_a(\alpha) + h_{n,b,r2} C_b(\beta) + h_{n,k,r2} C_k(i)) \right\| \end{aligned}$$

其中, n 表示所述至少两个目标子载波中的第一目标子载波在所述 N 个子载波中的序号, y_n 表示所述第一目标子载波上的接收信号, α 表示所述第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示所述第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示所述目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对所述第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对所述第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $y_{n,r1}$ 表示通过第 r_1 根接收天线接收到的所述第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 r_2 根接收天线接收到的所述第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示所述第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为所述第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表示所述第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为所述第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示所述第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为所述第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示所述第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为所述第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示所述第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为所述目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示所述第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为所述目标用户信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示所述第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示所述第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示所述目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

20. 根据权利要求11所述的装置, 其特征在于,

所述第一确定单元基于雅克比对数式, 根据所述初始化计算结果, 确定所述目标用户信号的码本中每个码字的概率。

用于译码的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及通信技术领域,并且更具体地,涉及一种用于译码的方法和装置。

背景技术

[0002] 在LTE系统中,多用户共享系统资源采用的是一种“正交”的方式。这里“正交”指的是一个系统资源块(RE)只能最多分配给一个用户(或虚拟用户)使用,因此不同用户对于频率资源的占用方式是“正交”的。这种正交的资源分配方式有其实用的一面,但从频谱效率和信道容量的角度来看远非最优。近来,“非正交”式的空口接入方式逐渐成为国际学者热议的话题,并似乎正在成为下一代蜂窝通信技术(5G,第5代通信技术)的焦点话题之一。所谓“非正交”即指的是多用户可以通过非正交的方式共享频谱等系统资源。

[0003] 具体地,现有的非正交的空口接入允许多个码字在一个系统资源块上进行叠加传输。码字通过类LDPC(Low Density Parity Check Code,低密度奇偶校验码)稀疏矩阵的方式进行叠加,在接收端采用译码器将多个码字的信息进行译码从而恢复原始信息。

[0004] 然而,现有译码方法比较复杂,对硬件要求较高。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供一用于种译码的方法和装置,能够在对数域进行译码,复杂度低。

[0006] 第一方面,提供了一用于种译码的方法,该方法包括:通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于该N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载该K个用户信号中的至少两个用户信号, $2 \leq N < K$;从该N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对该目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果;在对数域,根据该初始化计算结果,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率,以对该目标用户信号进行译码。

[0007] 结合第一方面,在第一种可能的实现方式中,该在对数域,根据该初始化计算结果,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:根据该目标子载波,获取第一概率,该第一概率包括关联用户信号的码本中的每个码字的概率,其中,该关联用户信号为承载于该目标子载波的用户信号中除该目标用户信号之外的所有用户信号;在对数域,根据该初始化计算结果以及该第一概率,确定第二概率,该第二概率包括该目标用户信号的码本中的每个码字的针对各该目标子载波的概率;根据该第二概率,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0008] 结合第一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,该关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号 q_a 在该K个用户信号中序号为a,第二关联用户信号 q_b 在该K个用户信号中序号为b,该目标用户信号 q_k 在该K个用户信号中的序号为k,以及该在对数域,根据该初始化计算结果以及该第一概率,确定第二概率,包括:根据以下公式确定该第

二概率：

$$[0009] \quad \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|, n \in Z(k)$$

[0010] 其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于该至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 的该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为该目标子载波 c_n 在该 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各该目标子载波在该 N 个子载波中的序号的集合, α 表示该第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示该第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对该目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示该第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对该目标子载波 c_n 的概率, $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示该第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对该目标子载波 c_n 的概率, $|C_k|$ 表示该目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量; $|C_a|$ 表示该第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量; $|C_b|$ 表示该第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

[0011] 结合第一或第二种可能的实现方式, 在第三种可能的实现方式中, 在确定该第二概率之后, 该方法还包括: 根据该目标子载波, 在对数域, 对该第一概率进行更新; 在对数域, 根据更新后的第一概率, 更新该第二概率; 以及该根据该第二概率, 确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率, 包括: 根据该更新后的第二概率, 确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0012] 结合第三种可能的实现方式, 在第四种可能的实现方式中, 该根据该目标子载波, 在对数域, 对该第一概率进行更新, 包括: 从承载于该至少两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中, 确定第三关联用户信号; 根据该第三关联用户信号, 确定关联子载波, 该关联子载波是该 N 个子载波中除该第一目标子载波以外的承载有该第三关联用户信号的子载波; 根据该关联子载波, 基于根据以下公式, 对该第三关联用户信号的码本中的每个码字的概率进行更新:

$$[0013] \quad \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{l_n \in W(a)} \mathbf{I}_{c_{l_n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

[0014] 其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示该第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对该至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示该第一目标子载波在该 N 个子载波中的序号, a 表示该第三关联用户信号 q_a 在该 K 个用户信号中的序号, α 表示该第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示该关联子载波在该 N 个子载波中的序号的集合, l_n 表示关联子载波 c_{l_n} 在该 N 个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_{l_n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于该关联子载波 c_{l_n} 计算得到的该第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $|C_a|$ 表示该第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

[0015] 结合第三或第四种可能的实现方式, 在第五种可能的实现方式中, 该目标用户信号 q_k 在该 K 个用户信号中的序号为 k , 以及该根据该更新后的第二概率, 确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率, 包括: 根据以下公式确定该目标用户信号 q_k 的码本中每个码字的概率 $Q_k^{\log}(i)$:

$$[0016] \quad Q_k^{\log}(i) = \sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i), i = 1, \dots, |C_k|$$

[0017] 其中, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, n 为该至少两个目标子载波中

的一个目标子载波 c_n 在该 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各该目标子载波在该 N 个子载波中的序号的集合, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后基于对该目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, $|C_k|$ 表示该目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量。

[0018] 结合第一方面或第一至第五种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式,在第六种可能的实现方式中,还包括:在对数域,根据该目标用户信号的码本中每个码字的概率,确定该目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR。

[0019] 结合第六种可能的实现方式,在第七种可能的实现方式中,该目标用户信号 q_k 在该 K 个用户信号中的序号为 k ,以及该确定该目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR,包括:根据以下公式确定该目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的每一位的比特值的LLR,以确定该目标用户信号的码本中第 i 个码字对应的LLR:

$$[0020] \quad LLR_x = \max_{i|u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i|u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), x = 1, \dots, X$$

[0021] 其中, LLR_x 表示该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值的LLR, X 表示该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的比特值的位数, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于该至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为该目标子载波 c_n 在该 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各该目标子载波在该 N 个子载波中的序号的集合, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, $u_{i,x}$ 表示该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值。

[0022] 结合第一方面或第一至第七种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式,在第八种可能的实现方式中,从该 N 个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对该目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果,包括:根据该目标子载波上的接收信号和针对该目标子载波的信道估计进行针对该目标子载波的初始化计算,其中,该接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

[0023] 结合八种可能的实现方式,在第九种可能的实现方式中,该关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号在该 K 个用户信号中序号为 a ,第二关联用户信号在该 K 个用户信号中序号为 b ,该目标用户信号在该 K 个用户信号中的序号为 k ,以及该根据该目标子载波上的接收信号和针对该目标子载波的信道估计进行针对该目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果,包括:根据以下公式进行初始化计算,以获得该初始化计算结果 $f(\cdot)$:

$$[0024] \quad f(\cdot) = f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n)$$

$$[0025] \quad = \left| \left| y_{n,r1} - (h_{n,a,r1}C_a(\alpha) + h_{n,b,r1}C_b(\beta) + h_{n,k,r1}C_k(i)) \right| \right|$$

$$[0026] \quad - \left| \left| y_{n,r2} - (h_{n,a,r2}C_a(\alpha) + h_{n,b,r2}C_b(\beta) + h_{n,k,r2}C_k(i)) \right| \right|$$

[0027] 其中, n 表示该至少两个目标子载波中的第一目标子载波在该 N 个子载波中的序号, y_n 表示该第一目标子载波上的接收信号, α 表示该第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示该第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对该第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对该第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $y_{n,r1}$ 表示通过第 r_1 根接收天线接收到的该第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 r_2 根接收天线接收到的该第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示该第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为该第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表

示该第一目标子载波上和第r2根接收天线为该第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示该第一目标子载波上和第r1根接收天线为该第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示该第一目标子载波上和第r2根接收天线为该第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示该第一目标子载波上和第r1根接收天线为该目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示该第一目标子载波上和第r2根接收天线为该目标信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示该第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示该第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示该目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

[0028] 结合第一方面或第一至第九种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式,在第十种可能的实现方式中,该在对数域,根据该初始化计算结果,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:基于雅克比对数式,根据该初始化计算结果,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0029] 第二方面,提供了一种用于译码的装置,包括:接收单元,用于通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于该N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载该K个用户信号中的至少两个用户信号, $2 \leq N < K$; 初始化单元,用于从该N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对该目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果;第一确定单元,用于在对数域,根据该初始化计算结果,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率,以对该目标用户信号进行译码。

[0030] 结合第二方面,在第一种可能的实现方式中,该第一确定单元根据该目标子载波,获取第一概率,该第一概率包括关联用户信号的码本中的每个码字的概率,其中,该关联用户信号为承载于该目标子载波的用户信号中除该目标用户信号之外的所有用户信号;在对数域,根据该初始化计算结果以及该第一概率,确定第二概率,该第二概率包括该目标用户信号的码本中的每个码字的针对各该目标子载波的概率;根据该第二概率,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0031] 结合第二方面的第一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,该关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号 q_a 在该K个用户信号中序号为a,第二关联用户信号 q_b 在该K个用户信号中序号为b,该目标用户信号 q_k 在该K个用户信号中的序号为k,以及该第一确定单元根据以下公式确定该第二概率:

[0032]
$$\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|, n \in Z(k)$$

[0033] 其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 基于该至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的, n 为该目标子载波 c_n 在该N个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各该目标子载波在该N个子载波中的序号的集合, α 表示该第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示该第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对该目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示该第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对该目标子载波 c_n 的概率, $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示该第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对该目标子载波 c_n 的概率, $|C_k|$ 表示该目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量; $|C_a|$ 表示该第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量; $|C_b|$ 表示该第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

[0034] 结合第二方面的第一或第二种可能的实现方式,在第三种可能的实现方式中,在

确定该第二概率之后,该装置还包括:更新单元,用于根据该目标子载波,在对数域,对该第一概率进行更新;在对数域,根据更新后的第一概率,更新该第二概率;以及该第一确定单元根据该更新后的第二概率,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0035] 结合第二方面第三种可能的实现方式,在第四种可能的实现方式中,该更新单元从承载于该至少两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中,确定第三关联用户信号;根据该第三关联用户信号,确定关联子载波,该关联子载波是该N个子载波中除该第一目标子载波以外的承载有该第三关联用户信号的子载波;根据该关联子载波,基于根据以下公式,对该第三关联用户信号的码本中的每个码字的概率进行更新:

$$[0036] \quad \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{l_n \in W(a)} \mathbf{I}_{c_{l_n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

[0037] 其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示该第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对该至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示该第一目标子载波在该N个子载波中的序号, a 表示该第三关联用户信号 q_a 在该K个用户信号中的序号, α 表示该第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示该关联子载波在该N个子载波中的序号的集合, l_n 表示关联子载波 c_{l_n} 在该N个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_{l_n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于该关联子载波 c_{l_n} 计算得到的该第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $|C_a|$ 表示该第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

[0038] 结合第二方面的第三或第四种可能的实现方式,在第五种可能的实现方式中,该目标用户信号 q_k 在该K个用户信号中的序号为 k , 以及该第一确定单元根据以下公式确定该目标用户信号 q_k 的码本中每个码字的概率 $Q_k^{\log}(i)$:

$$[0039] \quad Q_k^{\log}(i) = \sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i), \quad i = 1, \dots, |C_k|$$

[0040] 其中, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, n 为该至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 在该N个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各该目标子载波在该N个子载波中的序号的集合, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后的基于该目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, $|C_k|$ 表示该目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量。

[0041] 结合第二方面或第二方面的第一至第五种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式,在第六种可能的实现方式中,还包括:第二确定单元,用于在对数域,根据该目标用户信号的码本中每个码字的概率,确定该目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR。

[0042] 结合第二方面的第六种可能的实现方式,在第七种可能的实现方式中,该目标用户信号 q_k 在该K个用户信号中的序号为 k , 以及该第二确定单元根据以下公式确定该目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的每一位的比特值的LLR, 以确定该目标用户信号的码本中第 i 个码字对应的LLR:

$$[0043] \quad LLR_x = \max_{i u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), \quad x = 1, \dots, X$$

[0044] 其中, LLR_x 表示该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值的LLR, X 表示该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的比特值的位数, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的针对该至少两个目标

子载波中的一个目标子载波 c_n 的概率, n 为该目标子载波 c_n 在该 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各该目标子载波在该 N 个子载波中的序号的集合, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, $u_{i,x}$ 表示该目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值。

[0045] 结合第二方面或第二方面的第一至第七种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式,在第八种可能的实现方式中,该初始化单元根据该目标子载波上的接收信号和针对该目标子载波的信道估计进行针对该目标子载波的初始化计算,其中,该接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

[0046] 结合第二方面的八种可能的实现方式,在第九种可能的实现方式中,该关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号在该 K 个用户信号中序号为 a ,第二关联用户信号在该 K 个用户信号中序号为 b ,该目标用户信号在该 K 个用户信号中的序号为 k ,以及该初始化单元根据以下公式进行初始化计算,以获得该初始化计算结果 $f(\cdot)$:

[0047] $f(\cdot) = f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n)$

[0048] $= ||y_{n,r1} - (h_{n,a,r1}C_a(\alpha) + h_{n,b,r1}C_b(\beta) + h_{n,k,r1}C_k(i)) ||$

[0049] $- ||y_{n,r2} - (h_{n,a,r2}C_a(\alpha) + h_{n,b,r2}C_b(\beta) + h_{n,k,r2}C_k(i)) ||$

[0050] 其中, n 表示该至少两个目标子载波中的第一目标子载波在该 N 个子载波中的序号, y_n 表示该第一目标子载波上的接收信号, α 表示该第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示该第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示该目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对该第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对该第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $y_{n,r1}$ 表示通过第 r_1 根接收天线接收到的该第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 r_2 根接收天线接收到的该第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示该第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为该第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表示该第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为该第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示该第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为该第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示该第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为该第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示该第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为该目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示该第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为该目标信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示该第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示该第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示该目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

[0051] 结合第二方面或第二方面的第一至第九种可能的实现方式中的任一种可能的实现方式,在第十种可能的实现方式中,该第一确定单元基于雅克比对数式,根据该初始化计算结果,确定该目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0052] 基于上述技术方案,可以通过对承载有目标用户信号的目标子载波进行初始化计算,然后根据初始化计算结果在对数域确定出目标用户信号的码本中每个码字的概率,降低了算法复杂度,能够降低对硬件的要求。

附图说明

[0053] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于

本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0054] 图1是根据本文所述的各个实施例的无线通信系统的示图。
- [0055] 图2是根据本发明一个实施例的用于译码的方法的示意性流程图。
- [0056] 图3是根据本发明一个实施例的SCMA编码示意图。
- [0057] 图4是根据本发明另一实施例的SCMA编码示意图。
- [0058] 图5是根据本发明另一实施例的用于译码的方法的示意性流程图。
- [0059] 图6是根据本发明另一实施例的用于译码的方法的示意性流程图。
- [0060] 图7是根据本发明另一实施例的用于译码的方法的示意性流程图。
- [0061] 图8是基于本发明实施例的译码的方法的性能仿真结果的示意图。
- [0062] 图9是基于本发明实施例的译码的方法的译码时间仿真结果的示意图。
- [0063] 图10是根据本发明一个实施例的用于译码的装置的示意性框图。
- [0064] 图11是根据本发明另一实施例的用于译码的装置的示意性框图。

具体实施方式

[0065] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应属于本发明保护的范围。

[0066] 现在参照附图描述多个实施例,其中用相同的附图标记指示本文中的相同元件。在下面的描述中,为便于解释,给出了大量具体细节,以便提供对一个或多个实施例的全面理解。然而,很明显,也可以不用这些具体细节来实现所述实施例。在其它例子中,以方框图形式示出公知结构和设备,以便于描述一个或多个实施例。

[0067] 在本说明书中使用的术语“部件”、“模块”、“系统”等用于表示计算机相关的实体、硬件、固件、硬件和软件的组合、软件、或执行中的软件。例如,部件可以是但不限于,在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、执行线程、程序和/或计算机。通过图示,在计算设备上运行的应用和计算设备都可以是部件。一个或多个部件可驻留在进程和/或执行线程中,部件可位于一个计算机上和/或分布在2个或更多个计算机之间。此外,这些部件可从在上面存储有各种数据结构的各种计算机可读介质执行。部件可例如根据具有一个或多个数据分组(例如来自与本地系统、分布式系统和/或网络间的另一部件交互的二个部件的数据,例如通过信号与其它系统交互的互联网)的信号通过本地和/或远程进程来通信。

[0068] 此外,结合接入终端描述了各个实施例。接入终端也可以称为系统、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理、用户装置或UE (User Equipment, 用户设备)。接入终端可以是蜂窝电话、无绳电话、SIP (Session Initiation Protocol, 会话启动协议) 电话、WLL (Wireless Local Loop, 无线本地环路) 站、PDA (Personal Digital Assistant, 个人数字处理)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备。此外,结合基站描述了各个实施例。基站可用于与移动设备通信,基站可以是GSM (Global System of Mobile communication, 全球移动通讯) 或CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址) 中的

BTS (Base Transceiver Station, 基站), 也可以是WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access, 宽带码分多址) 中的NB (NodeB, 基站), 还可以是LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 中的eNB或eNodeB (Evolutional Node B, 演进型基站), 或者中继站或接入点, 或者未来5G网络中的基站设备等。

[0069] 此外, 本发明的各个方面或特征可以实现成方法、装置或使用标准编程和/或工程技术的制品。本申请中使用的术语“制品”涵盖可从任何计算机可读器件、载体或介质访问的计算机程序。例如, 计算机可读介质可以包括, 但不限于: 磁存储器件 (例如, 硬盘、软盘或磁带等), 光盘 (例如, CD (Compact Disk, 压缩盘)、DVD (Digital Versatile Disk, 数字通用盘) 等), 智能卡和闪存器件 (例如, EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory, 可擦写可编程只读存储器)、卡、棒或钥匙驱动器等)。另外, 本文描述的各种存储介质可代表用于存储信息的一个或多个设备和/或其它机器可读介质。术语“机器可读介质”可包括但不限于, 无线信道和能够存储、包含和/或承载指令和/或数据的各种其它介质。

[0070] 现在, 参照图1, 示出根据本文所述的各个实施例的无线通信系统100。无线通信系统100包括基站102, 基站102可包括多个天线组。每个天线组可以包括一个或多个天线, 例如, 一个天线组可包括天线104和106, 另一个天线组可包括天线108和110, 附加组可包括天线112和114。图1中对于每个天线组示出了2个天线, 然而可对于每个组使用更多或更少的天线。基站102可附加地包括发射机链和接收机链, 本领域普通技术人员可以理解, 它们均可包括与信号发送和接收相关的多个部件 (例如处理器、调制器、复用器、解调器、解复用器或天线等)。

[0071] 基站102可以与一个或多个接入终端 (例如接入终端116和接入终端122) 通信。然而, 可以理解, 基站102可以与类似于接入终端116或122的任意数目的接入终端通信。接入终端116和122可以是例如蜂窝电话、智能电话、便携式电脑、手持通信设备、手持计算设备、卫星无线电装置、全球定位系统、PDA和/或用于在无线通信系统100上通信的任意其它适合设备。如图所示, 接入终端116与天线112和114通信, 其中天线112和114通过前向链路118向接入终端116发送信息, 并通过反向链路120从接入终端116接收信息。此外, 接入终端122与天线104和106通信, 其中天线104和106通过前向链路124向接入终端122发送信息, 并通过反向链路126从接入终端122接收信息。在FDD (Frequency Division Duplex, 频分双工) 系统中, 例如, 前向链路118可利用与反向链路120所使用的不同频带, 前向链路124可利用与反向链路126所使用的不同频带。此外, 在TDD (Time Division Duplex, 时分双工) 系统中, 前向链路118和反向链路120可使用共同频带, 前向链路124和反向链路126可使用共同频带。

[0072] 被设计用于通信的每组天线和/或区域称为基站102的扇区。例如, 可将天线组设计为与基站102覆盖区域的扇区中的接入终端通信。在基站102通过前向链路118和124分别与接入终端116和122进行通信的过程中, 基站102的发射天线可利用波束成形来改善前向链路118和124的信噪比。此外, 与基站通过单个天线向它所有的接入终端发送信号的方式相比, 在基站102利用波束成形向相关覆盖区域中随机分散的接入终端116和122发送信号时, 相邻小区中的移动设备会受到较少的干扰。

[0073] 在给定时间, 基站102、接入终端116或接入终端122可以是无线通信发送装置和/或无线通信接收装置。当发送数据时, 无线通信发送装置可对数据进行编码以用于传输。具

体地,无线通信发送装置可获取(例如生成、从其它通信装置接收、或在存储器中保存等)要通过信道发送至无线通信接收装置的一定数目的数据比特。这种数据比特可包含在数据的传输块(或多个传输块)中,传输块可被分段以产生多个码块。

[0074] 图2是根据本发明一个实施例的用于译码的方法的示意性流程图。该方法由接收机执行,具体地,该接收机可以为基站,也可以为接入端等,本发明实施例并不对此做限定。如图2所示,该方法在对数域进行,该方法包括:

[0075] 210,通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载至少两个用户信号, $2 \leq N < K$ 。

[0076] 例如,4个子载波承载6个用户信号,一个用户信号承载于该4个子载波中的两个子载波中,一个子载波承载该6个用户信号中的3个用户信号。

[0077] 220,从N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果。

[0078] 应理解,目标用户信号为K个用户信号中的一个用户信号,目标子载波为承载有目标用户信号的载波,包括至少两个子载波。具体地,根据接收到的目标子载波传输的稀疏编码多址接入SCMA(Sparse Code Multiple Access, SCMA)信号,进行初始化计算,得到对应于目标子载波的初始化计算结果。

[0079] 230,在对数域,根据初始化计算结果,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率,以对目标用户信号进行译码,其中,目标用户信号承载于目标子载波。

[0080] 换句话说,根据初始化计算结果在对数域采用信息传递算法确定SCMA信号对应的多个用户信号中的每个用户信号的码本中每个码字的概率。

[0081] 也就是,根据初始化计算结果在对数域确定K个用户信号中的第k个用户信号的码本中每个码字的概率,这里K个用户信号中的第k个用户信号为目标用户信号,其中 $k = 1, \dots, K$ 。

[0082] 应理解,本发明实施例中的用户信号可以为稀疏编码多址接入SCMA信号。本发明实施例采用的在对数域中的信息传递算法(log-MPA)对收到的SCMA的信号中恢复出每个用户的原始发送信息的过程。本发明实施例的译码方式可以看做是一种消息传递的过程,这里的“消息”指的是对目标用户信号的一种猜测。本发明实施例的用于译码的方法可以看成是一种迭代译码算法,利用变量节点(VN)和功能节点(FN)之间的多次信息传递迭代从而达到收敛译码。

[0083] 应理解,上述FN和VN可以是接收机内部的实际节点也可以是逻辑上的节点,本发明实施例并不对此做限定,FN的个数与系统资源或者子载波的个数相等,并且一个FN对应一个子载波,VN的个数与用户信号的个数相等,并且一个VN对应一个用户信号。

[0084] 因此,本发明实施例基可以通过对承载有目标用户信号的目标子载波进行初始化计算,然后根据初始化计算结果在对数域确定出目标用户信号的码本中每个码字的概率,降低了算法复杂度,能够降低对硬件的要求。

[0085] 可选地,作为另一实施例,本发明实施例方法还包括:在对数域,根据目标用户信号的码本中每个码字的概率,确定目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR。

[0086] 换句话说,根据每个用户信号的码本中每个码字的概率,确定每个码字对应的对数似然比LLR。

[0087] 具体地,根据log-MPA的译码结果,确定每个码字对应的LLR值,并传递给特伯(Turbo)译码器作为输入,经过特伯译码器得到用户信号的原始发送信息。

[0088] 换句话说,接收端对信号的译码过程即是从收到的SCMA的信号中恢复出每个用户的原始发送信息的过程。Log-MPA的译码可以是一种消息传递的过程,这里的“消息”指的是对目标解码信号的一种猜测。MPA是一种迭代译码算法,它利用变量节点(VN)和功能节点(FN)之间的多次信息传递迭代从而达到收敛译码的效果。最后在迭代结束后需要进行LLR的计算并将计算得到的LLR值输出给Turbo译码器。

[0089] 因此,本发明实施例可以通过对承载有目标用户信号的目标子载波进行初始化计算,然后根据初始化计算结果在对数域确定出目标用户信号的码本中每个码字的概率,降低了算法复杂度,能够降低对硬件的要求。换句话说本发明实施例可以通过在对数域采用信息传递算法对接收到的多个子载波传输的SCMA信号进行译码,复杂度低,降低了对硬件的要求,提升了译码性能。

[0090] 应理解,上述FN和VN可以是接收机内部的实际节点也可以是逻辑上的节点,本发明实施例并不对此做限定,FN的个数与系统资源或者子载波的个数相对应,VN的个数与用户信号的个数相对应。

[0091] 还应理解,本发明实施例中的用户信号可以为信号流,该信号流可以为一个或多个用户或用户设备发送的信号流,本发明实施例中的用户可以为虚拟用户,本发明实施例并不对此做限定。

[0092] 可选地,作为另一实施例,在220中,可以根据目标子载波上的接收信号、针对目标子载波的信道估计和噪声估计进行针对目标子载波的初始化计算,其中,接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

[0093] 例如,可以根据接收信号 y_n ,信道估计 H_n 和噪声估计 $N_{o,n}$ 进行初始化计算,然后将初始化计算结果 $f(\cdot)$ 进行存储,以便于后续更新时使用。

[0094] 具体地,当关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号在K个用户信号中序号为a,第二关联用户信号在K个用户信号中序号为b,目标用户信号在K个用户信号中的序号为k时,可以根据以下公式进行初始化计算:

$$\begin{aligned}
 f(\cdot) &= f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n) \\
 [0095] \quad &= \frac{1}{N_{o,n,r1}} \left\| y_{n,r1} - (h_{n,a,r1} C_a(\alpha) + h_{n,b,r1} C_b(\beta) + h_{n,k,r1} C_k(i)) \right\| \\
 &\quad - \frac{1}{N_{o,n,r2}} \left\| y_{n,r2} - (h_{n,a,r2} C_a(\alpha) + h_{n,b,r2} C_b(\beta) + h_{n,k,r2} C_k(i)) \right\|
 \end{aligned}$$

[0096] 其中,n表示至少两个目标子载波中的第一目标子载波在N个子载波中的序号, y_n 表示第一目标子载波上的接收信号, α 表示第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示第二关联用户信号的码本中的码字序号,i表示目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $N_{o,n}$ 表示第n个子载波上的噪声, $N_{o,n,r1}$ 表示第n个子载波和第 r_1 根接收天线上的噪声, $N_{o,n,r2}$ 表示第n个子载波和第 r_2 根接收天线上的噪声, $y_{n,r1}$ 表示通过第 r_1 根接收天线接收到的第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 r_2 根接收天线接收到的第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为第一关联用户信号提供的

上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为目标信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

[0097] 应理解, 本发明实施例中的一个子载波可以承载多个用户信号, 例如, 一个子载波可以承载2个、3个或4个用户信号等, 上述本发明实施例中为一个子载波承载3个用户信号的情形, 本发明实施例并不限于此。

[0098] 还应理解, 本发明实施例中的天线也可以为一个或多个, 上述本发明实施例中仅给出了两个天线的情形, 本发明实施例并不对此做限定。

[0099] 可替代地, 根据根据目标子载波上的接收信号和针对目标子载波的信道估计进行初始化计算, 其中, 接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

[0100] 换句话说, 如果所有天线上的噪声能量相同, 由于在后续对数域运算下噪声能量的缩放不会改变LLR的输出值。本发明实施例方法可以不需要进行噪声能量的估计, 也就是说可以根据对应于每个子载波的接收信号和信道估计进行针对目标子载波的初始化计算,。

[0101] 具体地, 当关联用户信号的数量为两个, 且第一关联用户信号在 K 个用户信号中序号为 a , 第二关联用户信号在 K 个用户信号中序号为 b , 目标用户信号在 K 个用户信号中的序号为 k 时,

[0102] 可以根据以下公式进行初始化计算:

[0103] $f(\cdot) = f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n)$

[0104] $= || y_{n,r1} - (h_{n,a,r1}C_a(\alpha) + h_{n,b,r1}C_b(\beta) + h_{n,k,r1}C_k(i)) ||$

[0105] $- || y_{n,r2} - (h_{n,a,r2}C_a(\alpha) + h_{n,b,r2}C_b(\beta) + h_{n,k,r2}C_k(i)) ||$

[0106] 其中, n 表示至少两个目标子载波中的第一目标子载波在 N 个子载波中的序号, y_n 表示第一目标子载波上的接收信号, α 表示第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $y_{n,r1}$ 表示通过第 $r1$ 根接收天线接收到的第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 $r2$ 根接收天线接收到的第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为目标信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

[0107] 可选地, 作为另一实施例, 在230中, 可以根据目标子载波, 获取第一概率, 第一概率包括关联用户信号的码本中的每个码字的概率, 其中, 关联用户信号为承载于目标子载

波的用户信号中除目标用户信号之外的所有用户信号；在对数域，根据初始化计算结果以及第一概率，确定第二概率，第二概率包括目标用户信号的码本中的每个码字的针对各目标子载波的概率；根据第二概率，确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0108] 具体地，具体地，可以从N个子载波中，确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波中的一个子载波；根据至少两个目标子载波中的一个子载波，获取第一概率，第一概率包括关联用户信号的码本中对应于该至少两个目标子载波中的一个子载波的每个码字的概率，其中，关联用户信号为承载于至少两个目标子载波中的一个子载波的用户信号中除目标用户信号之外的所有用户信号；在对数域，根据初始化计算结果以及第一概率，确定第二概率，第二概率包括目标用户信号的码本中的每个码字在至少两个目标子载波中每一个子载波中的概率；根据第二概率，确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0109] 换句话说，在对数域根据初始化计算结果与N个子载波中的第n个子载波传输的Z个用户信号中除第z个用户信号之外的Z-1个用户信号的码本中的每个码字的第一概率，确定第z个用户信号的码本中的每个码字的第二概率；在对数域根据与K个用户信号中的第k个用户信号对应的G个子载波中除第g个子载波之外的G-1个子载波分别对应的第k个用户信号的码本中的每个码字的第二概率，对第k个用户信号对应于第g个子载波的第k个用户信号的码本中的每个码字的第一概率进行更新；在满足预设条件时，根据与第k个用户信号对应的G个子载波分别对应的第k个用户信号的码本中的每个码字的第二概率确定第k个用户信号的码本中每个码字的概率。

[0110] 具体地，在230中，可以根据雅克比对数式，根据初始化计算结果在对数域确定K个用户信号中的目标用户信号的码本中每个码字的概率

[0111] 其中雅克比对数式为：

$$[0112] \quad \log\left(\sum_{i=1}^M \exp(f_i)\right) \approx \max\{f_1, f_2, \dots, f_M\}$$

[0113] 其中M为大于1的整数， f_i 为任意实数。

[0114] 进一步地，当关联用户信号的数量为两个，且第一关联用户信号 q_a 在K个用户信号中序号为a，第二关联用户信号 q_b 在K个用户信号中序号为b，目标用户信号 q_k 在K个用户信号中的序号为k时，

[0115] 可以根据以下公式确定第二概率：

$$[0116] \quad \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|, n \in Z(k)$$

[0117] 其中， $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示目标用户信号 q_k 的码本中的第i个码字的针对至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 的概率，n为目标子载波 c_n 在N个子载波中的序号， $Z(k)$ 表示各目标子载波在N个子载波中的序号的集合， α 表示第一关联用户信号的码本中的码字序号， β 表示第二关联用户信号的码本中的码字序号，i表示目标用户信号的码本中的码字序号， $f(\cdot)$ 表示针对目标子载波 c_n 的初始化计算的结果， $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率， $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率， $|C_k|$ 表示目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量； $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量； $|C_b|$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

[0118] 应理解,上述过程可以为本发明实施例迭代过程的第一次迭代,在第一次迭代时,第一概率可以为预设的概率,或根据经验而确定的概率。

[0119] 当迭代次数只有一次时,可以根据上式第一次迭代后确定的第二概率 $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0120] 可选地,作为另一实施例,在确定第二概率之后,本发明实施例方法还包括:根据目标子载波,在对数域,对第一概率进行更新;在对数域,根据更新后的第一概率,更新第二概率;以及根据第二概率,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:根据更新后的第二概率,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0121] 具体地,在对数域,对第一概率进行更新,包括:

[0122] 从承载于至少两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中,确定第三关联用户信号;

[0123] 根据第三关联用户信号,确定关联子载波,关联子载波是N个子载波中除第一目标子载波以外的承载有第三关联用户信号的子载波;

[0124] 根据关联子载波,基于根据以下公式,对第三关联用户信号的码本中的每个码字的概率进行更新:

$$[0125] \quad \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{l_n \in W(a)} \mathbf{I}_{c_{!n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

[0126] 其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示第一目标子载波在N个子载波中的序号, a 表示第三关联用户信号 q_a 在K个用户信号中的序号, α 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示关联子载波在N个子载波中的序号的集合, $!n$ 表示关联子载波 $c_{!n}$ 在N个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_{!n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于关联子载波 $c_{!n}$ 计算得到的第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对第一目标子载波 c_n 的概率, $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

[0127] 应理解,在实际应用中,本发明实施例中的第三关联用户信号和第一关联用户信号可以为同一个用户信号,也可以为不同的用户信号。

[0128] 进一步地,根据更新后的第一概率,更新第二概率,与上述根据第一概率确定第二概率的公式相同,区别在于,上述公式中的第一概率为更新后的第一概率。为避免重复,不在详述。

[0129] 可选地,作为另一实施例,可以根据更新后的第二概率,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率,包括:

[0130] 可以根据以下公式确定目标用户信号的码本中每个码字的概率:

$$[0131] \quad Q_k^{\log}(i) = \sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i), i = 1, \dots, |C_k|$$

[0132] 其中,目标用户信号 q_k 在K个用户信号中的序号为 k , i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后基于目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为目标子载波 c_n 在N个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各目标子载波在N个子载波中的序号的集合, $|C_k|$ 表示目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量。

[0133] 应理解,该更新后的第二概率为迭代收敛时的第二概率,或者经过预设迭代次数最后一次迭代中的第二概率。

[0134] 当迭代次数只有一次时,可以根据第一次迭代后确定的第二概率,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。同样可以根据上式计算。区别在于,该第二概率为首次迭代得到的第二概率。

[0135] 可选地,作为另一实施例,可以根据以下公式确定目标用户信号的码本中的第*i*个码字对应的调制符号中的每一位的比特值的LLR,以确定目标用户信号的码本中第*i*个码字对应的LLR:

$$[0136] \quad LLR_x = \max_{i:u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i:u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), x = 1, \dots, X$$

[0137] 其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后的基于至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为目标子载波 c_n 在 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示目标子载波在 N 个子载波中的序号的集合, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, X 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的比特值的位数, LLR_x 表示第 k 个用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值的LLR, $u_{i,x}$ 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值。

[0138] 例如,调制符号为四相位调制符号QPSK时,调制符号可以为00,01,11,或10, $X=2$, x 等于1或2。

[0139] 下面结合具体例子,更加详细地描述本发明实施例。应注意,图2的例子仅仅是为了帮助本领域技术人员理解本发明实施例,而非要将本发明实施例限于所例示的具体数值或具体场景。本领域技术人员根据所给出的图3的例子,显然可以进行各种等价的修改或变化,这样的修改或变化也落入本发明实施例的范围内。

[0140] 具体地,例如,可以采用稀疏编码多址接入(Sparse Code Multiple Access, SCMA)技术进行编码传输,具体地,SCMA是将原始信号“稀疏地”扩展到频域上,一般情况下,每路信号扩频到小于或者等于总RE的一半的RE上称为稀疏扩频。例如,6个用户的调制信号经过4个RE进行传输,可以将每个用户(每路)的调制信号扩到两个(4/2个)RE上传输,在SCMA编码中这种扩展可以通过对传统的调制进行相位旋转或者功率分配来实现。具体地,结合图3具体例子进行说明,图3是根据本发明一个实施例的SCMA编码示意图。如图3所示,为6个用户的QPSK调制信号分别用独立的码本扩频到4个RE进行传输的情形。具体地, s_1-s_6 各表示一个用户的QPSK调制信号, RE_1-RE_4 各表示一系统资源, y_1-y_4 各表示与 RE_1-RE_4 系统资源对应的子载波上传输的信号。图3所示每个调制信号分别用独立的码本扩频到2个RE上进行传输,例如,如图3所示,用户的调制信号 s_1 通过SCMA编码器的编码为 x_1 码本在系统资源 RE_2 和系统资源 RE_4 上传输。

[0141] 换句话说,如图4所示,图3实施例中的SCMA编码是将是将用户 k 的输入信号集 s_k 映射成矩阵 X_k , 即 $f_k: s_k \rightarrow X_k$, 其中 X_k 称为用户 k 的SCMA码本。

[0142] 例如,以图3中的用户和RE对应关系为例,一种标准QPSK星座点下的用户码本可以为

$$[0143] \quad C_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1+i & -1+i & -1-i & 1-i \\ 1-i & 1+i & -1+i & -1-i \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$[0144] \quad C_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1+i & -1+i & -1-i & 1-i \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1-i & 1-i & 1+i & -1+i \end{bmatrix}$$

$$[0145] \quad C_3 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} -1-i & 1-i & 1+i & -1+i \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1+i & -1-i & 1-i & 1+i \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$[0146] \quad C_4 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1+i & -1-i & 1-i & 1+i \\ -1-i & 1-i & 1+i & -1+i \end{bmatrix}$$

$$[0147] \quad C_5 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1-i & 1-i & 1+i & -1+i \\ 1+i & -1+i & -1-i & 1-i \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$[0148] \quad C_6 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1-i & 1-i & 1+i & -1+i \\ 1+i & -1+i & -1-i & 1-i \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0149] 其中, C1-C6分别为第一个到第6个用户的调制信号的码本。其中每一个用户信号的码本中的码字为矩阵的一列,例如,比如C1码本

$$[0150] \quad C_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1+i & -1+i & -1-i & 1-i \\ 1-i & 1+i & -1+i & -1-i \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0151] 中第2个码字为 $C_1(2) = [0 \ -1+i \ 1+i \ 0]^T$, 对应C1码本中的第2列。

[0152] 接收机对信号的译码过程是从收到的SCMA的信号中恢复出每个用户的原始发送信息的过程。如图5所示,接收机将收到的四个子载波上传输的编码信号y1-y4,通过解码恢复出用户的原始发送的信息s1-s6。

[0153] 具体地,根据图5的例子,如图6所示,定义4个子载波分别对应4个功能节点(Function Node, FN),分别为F1-F4;6个用户分别对应6个变量节点(Variable Node, VN),分别为V1-V6,由于一个FN对应3个VN,换句话说一个VN对应2个FN,定义在译码时,对应的FN和VN之间有一条边(edge),如图6所示存在12条边。一个FN通过3个边与3个VN对应,一个VN通过2个边与2个FN对应。

[0154] 应理解,图6中的FN和VN可以是接收机内部的实际节点也可以是逻辑上的节点,本发明实施例并不对此做限定, FN的个数与系统资源或者子载波的个数相对应, VN的个数与用户信号相对应。

[0155] 具体地,根据图5和图6所示的场景结合图7进行详细说明,图7是根据本发明另一实施例的用于译码的方法的示意性流程图。应理解,在本发明实施例中, VN的个数为6个换句话说 $K=6$, 表示共有6个用户信号; FN的个数为4个, 换句话说 $N=4$, 表示共有4个子载波, N个子载波中的第n个子载波,例如,可以选定一个FN进行举例说明,例如,当目标用户信号为第2个用户信号V2时,也就是说第k个用户信号为第2个用户信号时,目标子载波可以为第4个子载波和第6个子载波,那么目标子载波中的一个子载波(第n个子载波)可以为第一个子

载波F1,那么与第n个子载波(FN,F1)相对应的V2、V3和V6分别为第k个用户信号(VNk)、第a个用户信号(VNa)和第b个用户信号(VNb)。如图7所示,该译码方法包括:

[0156] 701,开始译码。

[0157] 702,初始化设置。

[0158] 具体地,可以设置初始每个码字的第一概率。例如,每个码字的第一概率都为1/M,这里可以初始设置每个码字的概率为1/4。

[0159] 703,初始化计算。

[0160] 具体地,可以根据以下公式进行初始化计算:

$$\begin{aligned}
 f(\cdot) &= f(y_n, \alpha, \beta, i, N_{o,n}, H_n) \\
 [0161] \quad &= \frac{1}{N_{o,n,r1}} \left\| y_{n,r1} - (h_{n,a,r1} C_a(\alpha) + h_{n,b,r1} C_b(\beta) + h_{n,k,r1} C_k(i)) \right\|^2 \\
 &\quad - \frac{1}{N_{o,n,r2}} \left\| y_{n,r2} - (h_{n,a,r2} C_a(\alpha) + h_{n,b,r2} C_b(\beta) + h_{n,k,r2} C_k(i)) \right\|^2
 \end{aligned}$$

[0162] 其中,n表示至少两个目标子载波中的第一目标子载波在N个子载波中的序号, y_n 表示第一目标子载波上的接收信号, α 表示第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $N_{o,n}$ 表示第n个子载波上的噪声, $N_{o,n,r1}$ 表示第n个子载波和第 r_1 根接收天线上的噪声, $N_{o,n,r2}$ 表示第n个子载波和第 r_2 根接收天线上的噪声, $y_{n,r1}$ 表示通过第 r_1 根接收天线接收到的第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 r_2 根接收天线接收到的第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 r_1 根接收天线为目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 r_2 根接收天线为目标信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

[0163] 要计算得到初始化计算结果 $f(\cdot)$ 需要三个输入,分别为:接收信号 y_n ,信道估计 H_n 和噪声估计 $N_{o,n}$ 。这里需要将在计算好的 $f(\cdot)$ 进行存储,以便后迭代更新时使用

[0164] 704判断 i_{inter} 是否小于迭代次数 N_{iter} 。

[0165] 其中, i_{inter} 为当前迭代次数, N_{iter} 为迭代总数。具体地,在初始时 $i_{\text{inter}}=0$,如果 i_{inter} 小于迭代总数 N_{iter} ,则执行步骤705,否则,则执行步骤710。

[0166] 705,判断 j_{edge} 是否小于边的总数 N_{edge} 。

[0167] 换句话说,判断是否完成了所有的FN的更新,或者,判断是否遍历了所有的边进行FN更新。其中, j_{edge} 表示当前已更新的边数, N_{edge} 表示总边数。具体地,如果 j_{edge} 小于边的总数 N_{edge} ,则执行步骤706,否则执行步骤707。

[0168] 706,进行FN更新。

[0169] 换句话说,根据初始化计算结果确定与每个子载波对应的Z个用户信号中除第z个

用户信号中的Z-1个用户信号的码本中的每个码字的第一概率,确定第Z个用户信号的码本中的每个码字的第二概率。例如,本发明实施例中Z=3,如果对F1对应的V2进行更新,则第Z个用户信号对应V2,Z-1个用户信号对应V3和V6。

[0170] 具体地,可以根据以下公式确定第二概率:

$$[0171] \quad \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|$$

[0172] 其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为目标子载波 c_n 在 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各目标子载波在 N 个子载波中的序号的集合, α 表示第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率, $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率, $|C_k|$ 表示目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量; $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量; $|C_b|$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

[0173] 在本发明实施例中 $|C_a|$ 、 $|C_k|$ 和 $|C_b|$ 均等于4。

[0174] 具体地,在本发明实施例方法中,可以运用雅克比对数式 (Jacobi's logarithm) 的近似关系:

$$[0175] \quad \log\left(\sum_{i=1}^N \exp(f_i)\right) \approx \max\{f_1, f_2, \dots, f_N\}$$

[0176] 其中 f_i 为任意实数。为保证近似的准确性 f_i 需要满足一定的条件 (如 $|f_i| > 1$)

[0177] 那么可以根据雅克比对数式令:

$$[0178] \quad \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \log(\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}(i)),$$

$$[0179] \quad \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \log(\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}(\alpha)),$$

$$[0180] \quad \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta) = \log(\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}(\beta)).$$

[0181] 根据以上等式,本发明实施例中的 $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 可根据以下公式推导而来:

$$[0182] \quad \begin{aligned} & \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\} \\ & = \log \sum_{\alpha=1}^{|C_a|} \sum_{\beta=1}^{|C_b|} \phi_n(y_n, \alpha, \beta, i, N_{o,n}, H_n) (\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)) \\ & = \log \sum_{\alpha=1}^{|C_a|} \sum_{\beta=1}^{|C_b|} \exp(f(y_n, \alpha, \beta, i, N_{o,n}, H_n)) \phi_n + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta) \\ & \approx \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\} \end{aligned}$$

[0183] 其中,函数 $\phi_n(\cdot)$ 表示 $C_k(i)$ 的条件信道概率 CCP (Conditional Channel Probability) 其中,

$$\begin{aligned}
& \phi_n(y_n, \alpha, \beta, i, N_{o,n}, H_n) \\
& = \exp(f(y_n, \alpha, \beta, i, N_{o,n}, H_n)) \\
[0184] \quad & = \exp\left(\frac{1}{N_{o,n,r1}} \left\| y_{n,r1} - (h_{n,a,r1} C_a(\alpha) + h_{n,b,r1} C_b(\beta) + h_{n,k,r1} C_k(i)) \right\|^2 \right. \\
& \quad \left. - \frac{1}{N_{o,n,r2}} \left\| y_{n,r2} - (h_{n,a,r2} C_a(\alpha) + h_{n,b,r2} C_b(\beta) + h_{n,k,r2} C_k(i)) \right\|^2 \right)
\end{aligned}$$

[0185] 根据以上方法,确定每个子载波对应的多个用户信号中的每个用户信号的码本中的每个码字的第二概率。

[0186] 换句话说,在上述公式中,遍历 $n=1, \dots, N$,完成对所有子载波的更新,并且,将目标用户信号遍历第1至6个用户信号之后,才完成FN的一次更新。其中, N 表示子载波的个数,本发明实施例中, $N=4$ 表示共有4个子载波。

[0187] 707,判断 $j_{\text{edge}2}$ 是否小于边的总数 N_{edge} 。

[0188] 换句话说,判断是否完成了所有的VN的更新,或者,判断是否遍历了所有的边进行VN更新。其中, $j_{\text{edge}2}$ 表示当前已更新的边数, N_{edge} 表示总边数。具体地,如果 $j_{\text{edge}2}$ 小于边的总数 N_{edge} ,则执行步骤706,否则执行步骤707。

[0189] 708,VN更新。

[0190] 换句话说,根据与所有用户信号中的每个用户信号对应的 G 个子载波中除第 g 个子载波中的 $G-1$ 子载波分别对应的每个用户信号的码本中的每个码字的第二概率对每个用户信号对应于第 g 个子载波的每个用户信号的码本中的每个码字的第一概率进行更新。例如,本发明实施例中 $G=2$,如果对V1对应的F1更新,则第 g 个子载波对应F1, $G-1$ 个子载波对应F3。

[0191] 具体地,在完成一次FN更新后,VN需要根据(与之相连的)FN传递来的第二概率,在对数域,对第一概率进行更新,然后将第一概率传递给对应的FN。

[0192] 具体地,从承载于两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中,确定第三关联用户信号;根据第三关联用户信号,确定关联子载波,关联子载波是 N 个子载波中除第一目标子载波以外的承载有第三关联用户信号的子载波;

$$[0193] \quad \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{l_n \in W(a)} \mathbf{I}_{c_{l_n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

[0194] 其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示第一目标子载波在 N 个子载波中的序号, a 表示第三关联用户信号 q_a 在 K 个用户信号中的序号, α 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示关联子载波在 N 个子载波中的序号的集合, l_n 表示关联子载波 c_{l_n} 在 N 个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_{l_n} \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于关联子载波 c_{l_n} 计算得到的第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对第一目标子载波 c_n 的概率, $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

[0195] 应注意,第三关联用户信号和第一关联用户信号为同一个用户信号,例如,当目标用户信号为第2个用户信号,目标子载波为第一个子载波时,第一关联用户信号和第三关联用户信号均为第3个用户信号,关联子载波为第二个子载波。

[0196] 根据上述实施例,由于与第3个用户信号对应的子载波为第一个子载波和第2个子载波,则可以得出,

$$[0197] \quad \mathbf{I}_{c_1 \rightarrow q_3}^{\log}(i) = \mathbf{I}_{c_2 \rightarrow q_3}^{\log}(i)$$

[0198] 同样地,可以根据以上实施例的方法,确定每个子载波对应的多个用户信号中的每个用户信号的码本中的每个码字的概率。

[0199] 换句话说,在上述公式中,遍历 $n=1, \dots, N$,完成对所有子载波的更新。并且,将目标用户信号遍历第1至6个用户信号之后,才完成VN的一次更新。

[0200] 也就说,每完成一次FN和VN更新之后,才完成一次迭代过程,然后重复以上过程,在完成预设迭代次数 N_{iter} 后,例如 N_{iter} 等于3、4或5等,停止迭代,进行LLR输出,具体可参见步骤709。

[0201] 709,计算LLR。

[0202] 在迭代收敛时,或迭代次数达到 N_{iter} 时。停止迭代,进行LLR输出,然后将LLR输出结果作为特伯(Turbo)译码器的输入,通过特伯译码器获取每个用户的信号。

[0203] 应理解,在本发明实施例中可以在迭代收敛时停止迭代,也可预设迭代次数,在达到迭代次数后,停止迭代,例如迭代次数为3次、4次或5次等,之后将迭代结果进行LLR输出。

[0204] 根据以下公式确定目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的每一位的比特值的LLR:

$$[0205] \quad LLR_x = \max_{i:u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i:u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), x = 1, \dots, X$$

[0206] 其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后的基于至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为目标子载波 c_n 在 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示目标子载波在 N 个子载波中的序号的集合, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, X 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的比特值的位数, LLR_x 表示第 k 个用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值的LLR, $u_{i,x}$ 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值。

[0207] 具体地,由于整个算法是在对数域操作的,因此译码输出时需要将对数域的值还原到概率域,可以再次利用雅克比对数式的近似关系。令

$$[0208] \quad Q_k^{\log}(i) = \log(Q_k(i))$$

[0209] 根据以上等式,本发明实施例中的 LLR_x 可以根据以下公式推导而来。

$$[0210] \quad \begin{aligned} LLR_x &= \log \left(\sum_{i:u_{i,x}=0} Q_k(i) \right) - \log \left(\sum_{i:u_{i,x}=1} Q_k(i) \right) \\ &= \log \left(\sum_{i:u_{i,x}=0} \exp(Q_k^{\log}(i)) \right) - \log \left(\sum_{i:u_{i,x}=1} \exp(Q_k^{\log}(i)) \right) \\ &\approx \max_{i:u_{i,x}=0} (Q_k^{\log}(i)) - \max_{i:u_{i,x}=1} (Q_k^{\log}(i)) \\ &= \max_{i:u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i:u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) \end{aligned}$$

[0211] 在完成步骤709后,需要将 i_{iter} 的值增加1,继续步骤704。

[0212] 710,译码完成。

[0213] 应理解,本发明实施例图7中仅给出6个用户信号承载于4个子载波的情形,但本发

明实施例并不限于此,本领域技术人员根据所给出的图的例子,显然可以进行各种等价的修改或变化,这样的修改或变化也落入本发明实施例的范围内。

[0214] 图8是基于本发明实施例的译码的方法的性能仿真结果的示意图。其中,图8中示出了4个子载波,6个用户信号的例子中现有方法和本发明实施例中在对数域的MPA的译码方法的误码率的比对结果。其中包括在理想信道估计ICE的比对和真实信道估计RCE的比对结果。如图8所示,本发明实施例的译码的方法能够提升译码的性能。

[0215] 图9是基于本发明实施例的译码的方法的译码时间仿真结果的示意图。如图9所示,本发明实施例方法基本没有乘法运算MUL,增加了加法运算ADD。并且,本发明实施例方法以最大值运算MAX取代了指数运算EXP。由于,乘法的复杂度远大于加法(一般乘法的复杂度为加法的3倍)而EXP的复杂度也远高于MAX运算。因此,本发明实施例方法大大简化了算法,降低复杂度,从图9也可以看出,本发明实施例方法能够看出本发明实施例方法能够大大简化算法,降低复杂度,降低了对硬件的要求。

[0216] 上文中,结合图1至图9详细描述了本发明实施例的用于译码的方法,下面将结合图10和图11详细描述本发明实施例的译码装置。

[0217] 图10是根据本发明一个实施例的用于译码的装置的示意性框图。用于译码的装置可以为接收器、译码器、基站或接入端等,如图10所示的装置1000包括:接收单元1010、初始化单元1020和第一确定单元1030。

[0218] 具体地,接收单元1010,用于通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载K个用户信号中的至少两个用户信号, $2 \leq N < K$;初始化单元1020,用于从N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波,并进行针对目标子载波的初始化计算,以获得初始化计算结果;确定单元1030,用于在对数域,根据初始化计算结果,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率,以对目标用户信号进行译码。

[0219] 因此,因此,本发明实施例基可以通过对承载有目标用户信号的目标子载波进行初始化计算,然后根据初始化计算结果在对数域确定出目标用户信号的码本中每个码字的概率,降低了算法复杂度,能够降低对硬件的要求。

[0220] 图10用于译码的装置能够实现图5至图9中各个实施例中预测类别的方法的各个过程,为避免重复,此处不再详述。

[0221] 可选地,作为另一实施例,第一确定单元根据目标子载波,获取第一概率,第一概率包括关联用户信号的码本中的每个码字的概率,其中,关联用户信号为承载于目标子载波的用户信号中除目标用户信号之外的所有用户信号;在对数域,根据初始化计算结果以及第一概率,确定第二概率,第二概率包括目标用户信号的码本中的每个码字的针对各目标子载波的概率;根据第二概率,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0222] 可选地,作为另一实施例,关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号 q_a 在K个用户信号中序号为a,第二关联用户信号 q_b 在K个用户信号中序号为b,目标用户信号 q_k 在K个用户信号中的序号为k,以及第一确定单元1030根据以下公式确定第二概率:

$$[0223] \quad \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|, n \in Z(k)$$

[0224] 其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的目

标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为目标子载波 c_n 在 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各目标子载波在 N 个子载波中的序号的集合, α 表示第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率, $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率, $|C_k|$ 表示目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量; $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量; $|C_b|$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

[0225] 可选地,作为另一实施例,本发明实施例装置还包括:更新单元1040,用于根据目标子载波,在对数域,对第一概率进行更新;在对数域,根据更新后的第一概率,更新第二概率;以及第一确定单元根据更新后的第二概率,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0226] 可选地,作为另一实施例,更新单元1040从承载于至少两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中,确定第三关联用户信号;根据第三关联用户信号,确定关联子载波,关联子载波是 N 个子载波中除第一目标子载波以外的承载有第三关联用户信号的子载波;根据关联子载波,基于根据以下公式,对第三关联用户信号的码本中的每个码字的概率进行更新:

$$[0227] \quad \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{ln \in W(a)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

[0228] 其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示第一目标子载波在 N 个子载波中的序号, a 表示第三关联用户信号 q_a 在 K 个用户信号中的序号, α 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示关联子载波在 N 个子载波中的序号的集合, ln 表示关联子载波 c_{ln} 在 N 个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于关联子载波 c_{ln} 计算得到的第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

[0229] 可选地,作为另一实施例,目标用户信号 q_k 在 K 个用户信号中的序号为 k ,以及第一确定单元1030根据以下公式确定目标用户信号 q_k 的码本中每个码字的概率 $Q_k^{\log}(i)$:

$$[0230] \quad Q_k^{\log}(i) = \sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i), i = 1, \dots, |C_k|$$

[0231] 其中, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, n 为至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 在 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各目标子载波在 N 个子载波中的序号的集合, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示更新后的基于目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, $|C_k|$ 表示目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量。

[0232] 可选地,作为另一实施例,本发明实施例装置还包括:第二确定单元1050,用于在对数域,根据目标用户信号的码本中每个码字的概率,确定目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比LLR。

[0233] 可选地,作为另一实施例,目标用户信号 q_k 在 K 个用户信号中的序号为 k ,以及第二确定单元1050根据以下公式确定目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的

每一位的比特值的LLR,以确定目标用户信号的码本中第*i*个码字对应的LLR:

$$[0234] \quad LLR_x = \max_{i|u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i|u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), x = 1, \dots, X$$

[0235] 其中,LLR_x表示目标用户信号q_k的码本中的第*i*个码字对应的调制符号中的第*x*位的比特值的LLR,X表示目标用户信号q_k的码本中的第*i*个码字对应的调制符号中的比特值的位数, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于至少两个目标子载波中的一个目标子载波c_n计算得到的目标用户信号q_k的码本中的第*i*个码字的概率,n为目标子载波c_n在N个子载波中的序号,Z(k)表示各目标子载波在N个子载波中的序号的集合,i表示目标用户信号的码本中的码字序号,u_{i,x}表示目标用户信号q_k的码本中的第*i*个码字对应的调制符号中的第*x*位的比特值。

[0236] 可选地,作为另一实施例,初始化单元1020根据目标子载波上的接收信号和针对目标子载波的信道估计进行针对目标子载波的初始化计算,其中,接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

[0237] 可选地,作为另一实施例,关联用户信号的数量为两个,且第一关联用户信号在K个用户信号中序号为a,第二关联用户信号在K个用户信号中序号为b,目标用户信号在K个用户信号中的序号为k,以及初始化单元1020根据以下公式进行初始化计算,以获得初始化计算结果f(.):

$$[0238] \quad f(.) = f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n)$$

$$[0239] \quad = \left| \left| y_{n,r1} - (h_{n,a,r1}C_a(\alpha) + h_{n,b,r1}C_b(\beta) + h_{n,k,r1}C_k(i)) \right| \right|$$

$$[0240] \quad - \left| \left| y_{n,r2} - (h_{n,a,r2}C_a(\alpha) + h_{n,b,r2}C_b(\beta) + h_{n,k,r2}C_k(i)) \right| \right|$$

[0241] 其中,n表示至少两个目标子载波中的第一目标子载波在N个子载波中的序号,y_n表示第一目标子载波上的接收信号,α表示第一关联用户信号的码本中的码字序号,β表示第二关联用户信号的码本中的码字序号,i表示目标用户信号的码本中的码字序号,f(.)表示针对第一目标子载波c_n的初始化计算的结果,H_n表示针对第一目标子载波c_n的信道估计矩阵,y_{n,r1}表示通过第r₁根接收天线接收到的第一目标子载波上接收信号,y_{n,r2}表示通过第r₂根接收天线接收到的第一目标子载波上的接收信号,h_{n,a,r1}表示第一目标子载波上和第r₁根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道,h_{n,a,r2}表示第一目标子载波上和第r₂根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道,h_{n,b,r1}表示第一目标子载波上和第r₁根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道,h_{n,b,r2}表示第一目标子载波上和第r₂根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道,h_{n,k,r1}表示第一目标子载波上和第r₁根接收天线为目标用户信号提供的上行信道,h_{n,k,r2}表示第一目标子载波上和第r₂根接收天线为目标信号提供的上行信道,C_a(α)表示第一关联用户信号的码本中的第α个码字,C_b(β)表示第二关联用户信号的码本中的第β个码字,C_k(i)表示目标用户信号的码本中的第i个码字。

[0242] 可选地,作为另一实施例,第一确定单元1030基于雅克比对数式,根据初始化计算结果,确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0243] 图11是根据本发明另一实施例的用于译码的装置的示意性框图。图11的装置1100包括处理器1110、存储器1120、总线系统1130和收发器1140。处理器1110、存储器1120和收发器1140通过总线系统1130相连。

[0244] 具体地,收发器1140用于通过N个子载波,接收K个用户信号,其中,一个用户信号承载于N个子载波中的至少两个子载波中,一个子载波承载K个用户信号中的至少两个用户

信号, $2 \leq N < K$; 处理器1110用于通过总线系统1130调用存储在存储器1120中的代码, 从N个子载波中确定承载有目标用户信号的至少两个目标子载波, 并进行针对目标子载波的初始化计算, 以获得初始化计算结果; 在对数域, 根据初始化计算结果, 确定目标用户信号的码本中每个码字的概率, 以对目标用户信号进行译码。

[0245] 因此, 因此, 本发明实施例基可以通过对承载有目标用户信号的目标子载波进行初始化计算, 然后根据初始化计算结果在对数域确定出目标用户信号的码本中每个码字的概率, 降低了算法复杂度, 能够降低对硬件的要求。

[0246] 上述本发明实施例揭示的方法可以应用于处理器1110中, 或者由处理器1110实现。处理器1110可能是一种集成电路芯片, 具有信号的处理能力。在实现过程中, 上述方法的各步骤可以通过处理器1110中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器1110可以是通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现成可编程门阵列(Field Programmable Gate Array, FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成, 或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)、闪存、只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器1120, 处理器1110读取存储器1120中的信息, 结合其硬件完成上述方法的步骤, 该总线系统1130除包括数据总线之外, 还可以包括电源总线、控制总线和状态信号总线等。但是为了清楚说明起见, 在图中将各种总线都标为总线系统1130。

[0247] 图11用于译码的装置能够实现图5至图9中各个实施例中预测类别的方法的各个过程, 为避免重复, 此处不再详述。

[0248] 可选地, 作为另一实施例, 处理器1110根据目标子载波, 获取第一概率, 第一概率包括关联用户信号的码本中的每个码字的概率, 其中, 关联用户信号为承载于目标子载波的用户信号中除目标用户信号之外的所有用户信号; 在对数域, 根据初始化计算结果以及第一概率, 确定第二概率, 第二概率包括目标用户信号的码本中的每个码字的针对各目标子载波的概率; 根据第二概率, 确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0249] 可选地, 作为另一实施例, 关联用户信号的数量为两个, 且第一关联用户信号 q_a 在K个用户信号中序号为a, 第二关联用户信号 q_b 在K个用户信号中序号为b, 目标用户信号 q_k 在K个用户信号中的序号为k, 以及

[0250] 处理器1110根据以下公式确定第二概率:

$$[0251] \quad \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) = \max_{\alpha, \beta} \{f(\cdot) + \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) + \mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)\}, i = 1, \dots, |C_k|, \alpha = 1, \dots, |C_a|, \beta = 1, \dots, |C_b|, n \in Z(k)$$

[0252] 其中, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第i个码字的概率, n为目标子载波 c_n 在N个子载波中的序号, Z(k)表示各目标子载波在N个子载波中的序号的集合, a表示第一关联用户信号的码本中的码字序号, b表示第二关联用户信号的码本中的码字序号, i表示目标用户信号的码本中的码字

序号, $f(\cdot)$ 表示针对目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率, $\mathbf{I}_{q_b \rightarrow c_n}^{\log}(\beta)$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本中的第 β 个码字的针对目标子载波 c_n 的概率, $|C_k|$ 表示目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量; $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量; $|C_b|$ 表示第二关联用户信号 q_b 的码本包括的码字的数量。

[0253] 可选地, 作为另一实施例, 处理器 1110 还用于根据目标子载波, 在对数域, 对第一概率进行更新; 在对数域, 根据更新后的第一概率, 更新第二概率; 以及根据更新后的第二概率, 确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0254] 可选地, 作为另一实施例, 处理器 1110 从承载于至少两个目标子载波中的第一目标子载波的至少两个关联用户信号中, 确定第三关联用户信号; 根据第三关联用户信号, 确定关联子载波, 关联子载波是 N 个子载波中除第一目标子载波以外的承载有第三关联用户信号的子载波; 根据关联子载波, 基于根据以下公式, 对第三关联用户信号的码本中的每个码字的概率进行更新:

$$[0255] \quad \mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha) = \sum_{l \in W(a)} \mathbf{I}_{c_l \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha), \alpha = 1, \dots, |C_a|$$

[0256] 其中, $\mathbf{I}_{q_a \rightarrow c_n}^{\log}(\alpha)$ 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的针对至少两个目标子载波中的第一目标子载波 c_n 的概率, n 表示第一目标子载波在 N 个子载波中的序号, a 表示第三关联用户信号 q_a 在 K 个用户信号中的序号, α 表示第三关联用户信号 q_a 的码本中的码字序号, $W(a)$ 表示关联子载波在 N 个子载波中的序号的集合, l 表示关联子载波 c_l 在 N 个子载波中的序号, $\mathbf{I}_{c_l \rightarrow q_a}^{\log}(\alpha)$ 表示基于关联子载波 c_l 计算得到的第三关联用户信号 q_a 的码本中的第 α 个码字的概率, $|C_a|$ 表示第一关联用户信号 q_a 的码本包括的码字的数量。

[0257] 可选地, 作为另一实施例, 处理器 1110 目标用户信号 q_k 在 K 个用户信号中的序号为 k , 处理器 1110 用于根据以下公式确定目标用户信号 q_k 的码本中每个码字的概率 $Q_k^{\log}(i)$:

$$[0258] \quad Q_k^{\log}(i) = \sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i), i = 1, \dots, |C_k|$$

[0259] 其中, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, n 为至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 在 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各目标子载波在 N 个子载波中的序号的集合, $\mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于目标子载波 c_n 计算得到的更新后的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, $|C_k|$ 表示目标用户信号 q_k 的码本包括的码字的数量。

[0260] 可选地, 作为另一实施例, 处理器 1110 还用于在对数域, 根据目标用户信号的码本中每个码字的概率, 确定目标用户信号的码本中每个码字对应的对数似然比 LLR。

[0261] 可选地, 作为另一实施例, 目标用户信号 q_k 在 K 个用户信号中的序号为 k , 以及

[0262] 处理器 1110 根据以下公式确定目标用户信号的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的每一位的比特值的 LLR, 以确定目标用户信号的码本中第 i 个码字对应的 LLR:

$$[0263] \quad LLR_x = \max_{i u_{i,x}=0} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right) - \max_{i u_{i,x}=1} \left(\sum_{n \in Z(k)} \mathbf{I}_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i) \right), x = 1, \dots, X$$

[0264] 其中, LLR_x 表示目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值的 LLR, X 表示目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的比特值

的位数, $I_{c_n \rightarrow q_k}^{\log}(i)$ 表示基于至少两个目标子载波中的一个目标子载波 c_n 计算得到的目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字的概率, n 为目标子载波 c_n 在 N 个子载波中的序号, $Z(k)$ 表示各目标子载波在 N 个子载波中的序号的集合, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, $u_{i,x}$ 表示目标用户信号 q_k 的码本中的第 i 个码字对应的调制符号中的第 x 位的比特值。

[0265] 可选地, 作为另一实施例, 处理器 1110 根据目标子载波上的接收信号和针对目标子载波的信道估计进行针对目标子载波的初始化计算, 其中, 接收信号包括目标用户信号和关联用户信号。

[0266] 可选地, 作为另一实施例, 关联用户信号的数量为两个, 且第一关联用户信号在 K 个用户信号中序号为 a , 第二关联用户信号在 K 个用户信号中序号为 b , 目标用户信号在 K 个用户信号中的序号为 k , 以及

[0267] 处理器 1110 根据以下公式进行初始化计算, 以获得初始化计算结果 $f(\cdot)$:

[0268] $f(\cdot) = f(y_n, \alpha, \beta, i, H_n)$

[0269] $= ||y_{n,r1} - (h_{n,a,r1}C_a(\alpha) + h_{n,b,r1}C_b(\beta) + h_{n,k,r1}C_k(i)) ||$

[0270] $- ||y_{n,r2} - (h_{n,a,r2}C_a(\alpha) + h_{n,b,r2}C_b(\beta) + h_{n,k,r2}C_k(i)) ||$

[0271] 其中, n 表示至少两个目标子载波中的第一目标子载波在 N 个子载波中的序号, y_n 表示第一目标子载波上的接收信号, α 表示第一关联用户信号的码本中的码字序号, β 表示第二关联用户信号的码本中的码字序号, i 表示目标用户信号的码本中的码字序号, $f(\cdot)$ 表示针对第一目标子载波 c_n 的初始化计算的结果, H_n 表示针对第一目标子载波 c_n 的信道估计矩阵, $y_{n,r1}$ 表示通过第 $r1$ 根接收天线接收到的第一目标子载波上接收信号, $y_{n,r2}$ 表示通过第 $r2$ 根接收天线接收到的第一目标子载波上的接收信号, $h_{n,a,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,a,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为第一关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,b,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为第二关联用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r1}$ 表示第一目标子载波上和第 $r1$ 根接收天线为目标用户信号提供的上行信道, $h_{n,k,r2}$ 表示第一目标子载波上和第 $r2$ 根接收天线为目标信号提供的上行信道, $C_a(\alpha)$ 表示第一关联用户信号的码本中的第 α 个码字, $C_b(\beta)$ 表示第二关联用户信号的码本中的第 β 个码字, $C_k(i)$ 表示目标用户信号的码本中的第 i 个码字。

[0272] 可选地, 作为另一实施例, 处理器 1110 基于雅克比对数式, 根据初始化计算结果, 确定目标用户信号的码本中每个码字的概率。

[0273] 说明书通篇中提到的“一个实施例”或“一实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此, 在整个说明书各处出现的“在一个实施例中”或“在一实施例中”未必一定指相同的实施例。此外, 这些特定的特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。

[0274] 应理解, 本文中术语“和/或”, 仅仅是一种描述关联对象的关联关系, 表示可以存在三种关系, 例如, A 和/或 B , 可以表示: 单独存在 A , 同时存在 A 和 B , 单独存在 B 这三种情况。另外, 本文中字符“/”, 一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0275] 应理解, 在本发明的各种实施例中, 上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后, 各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定, 而不对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0276] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0277] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0278] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0279] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0280] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0281] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0282] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

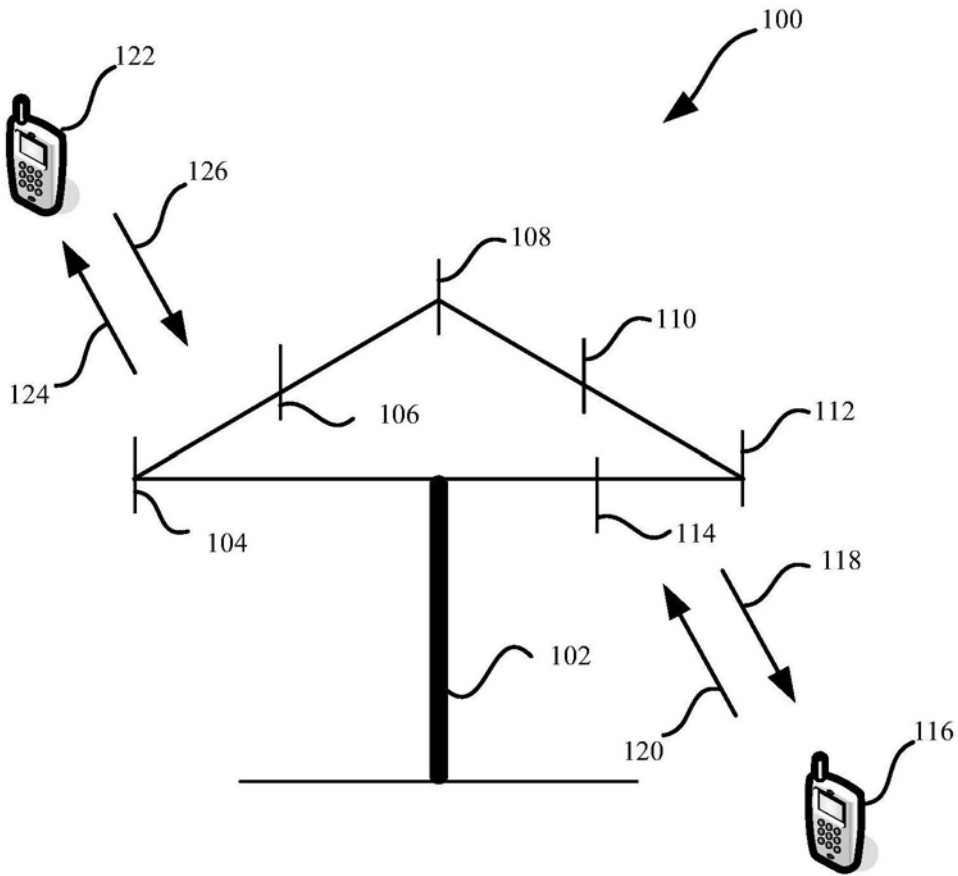


图1

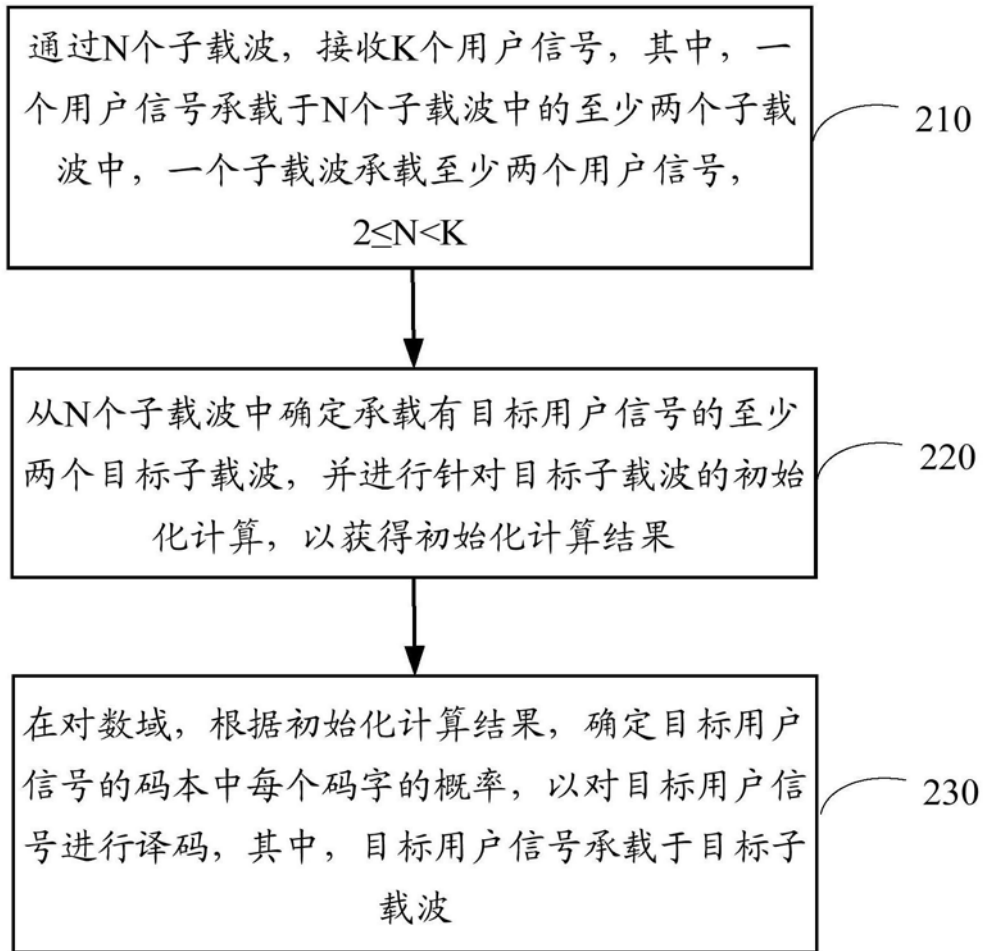


图2

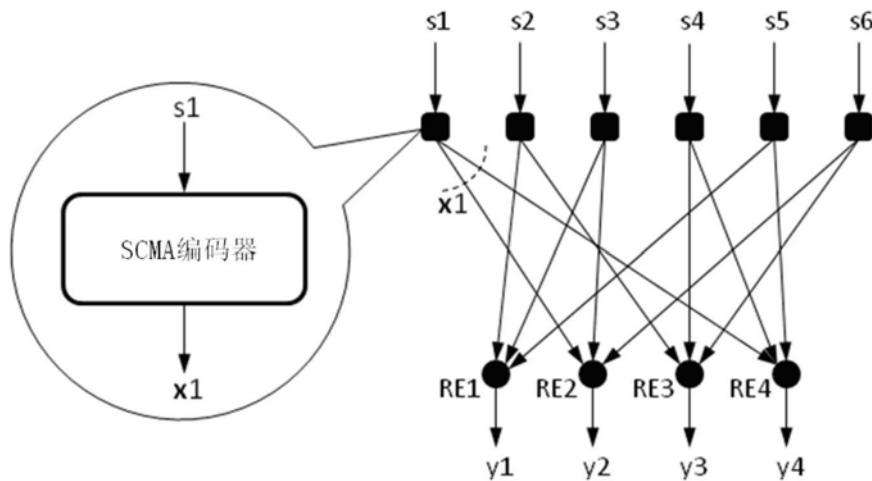


图3

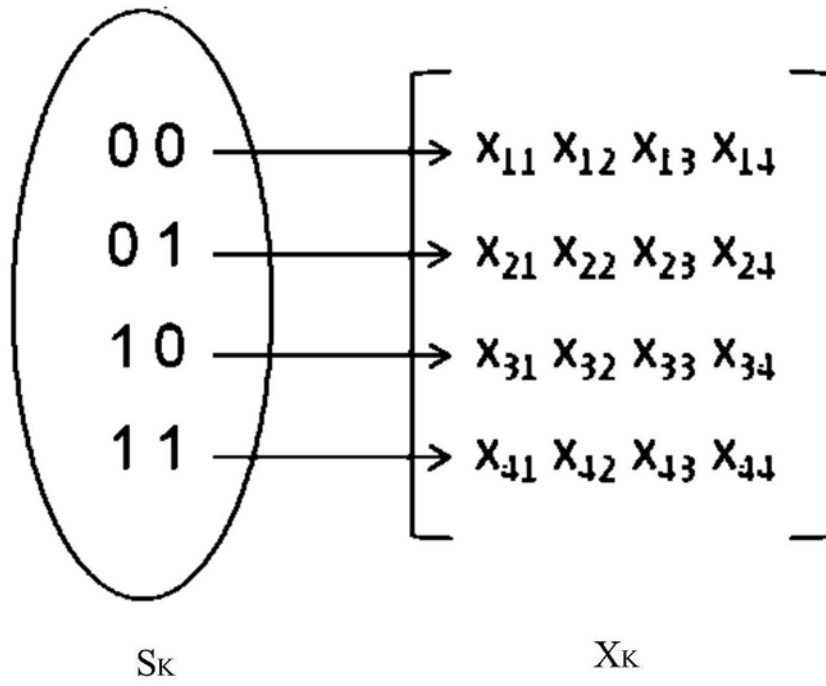


图4

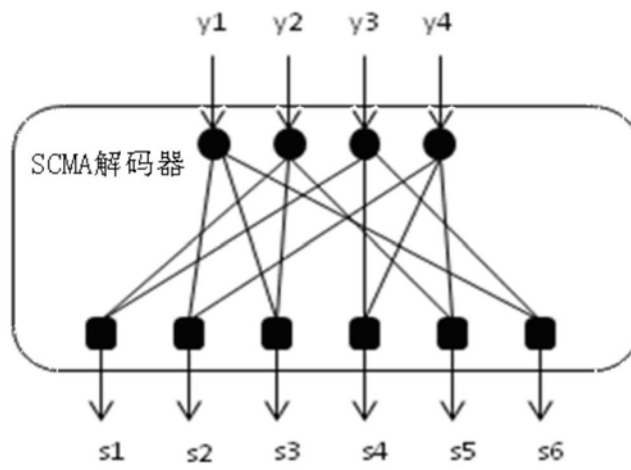


图5

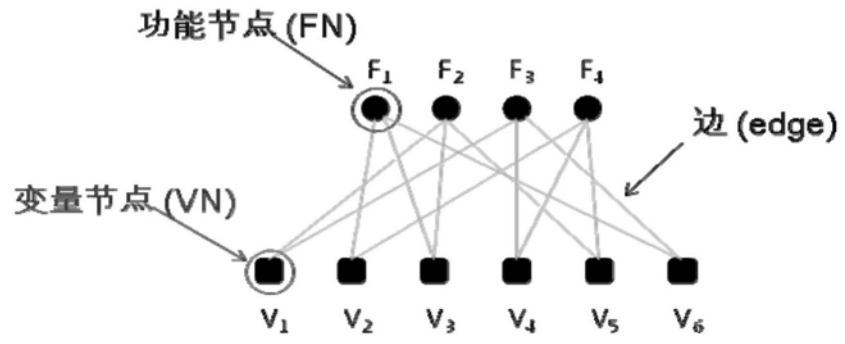


图6

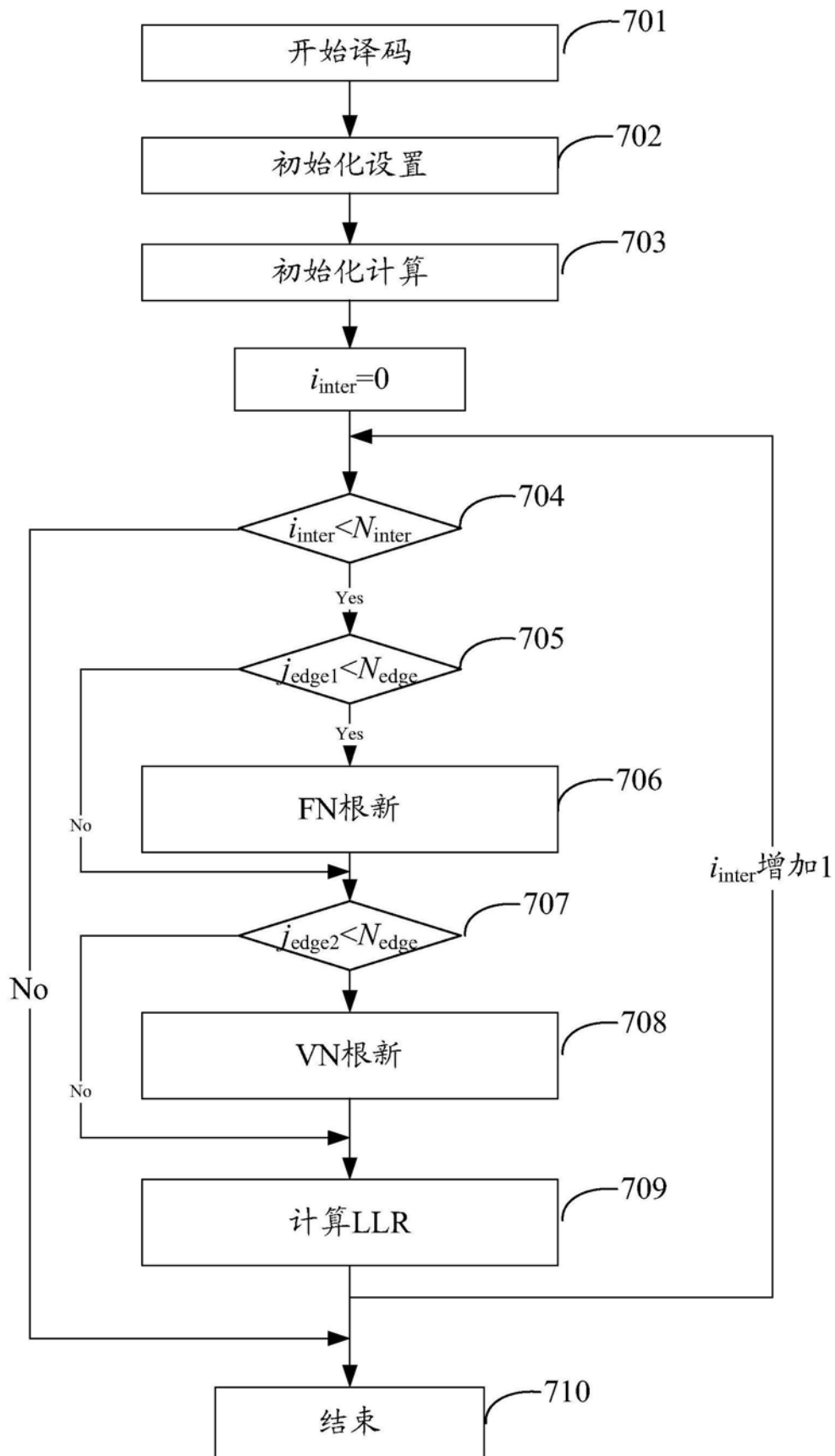


图7

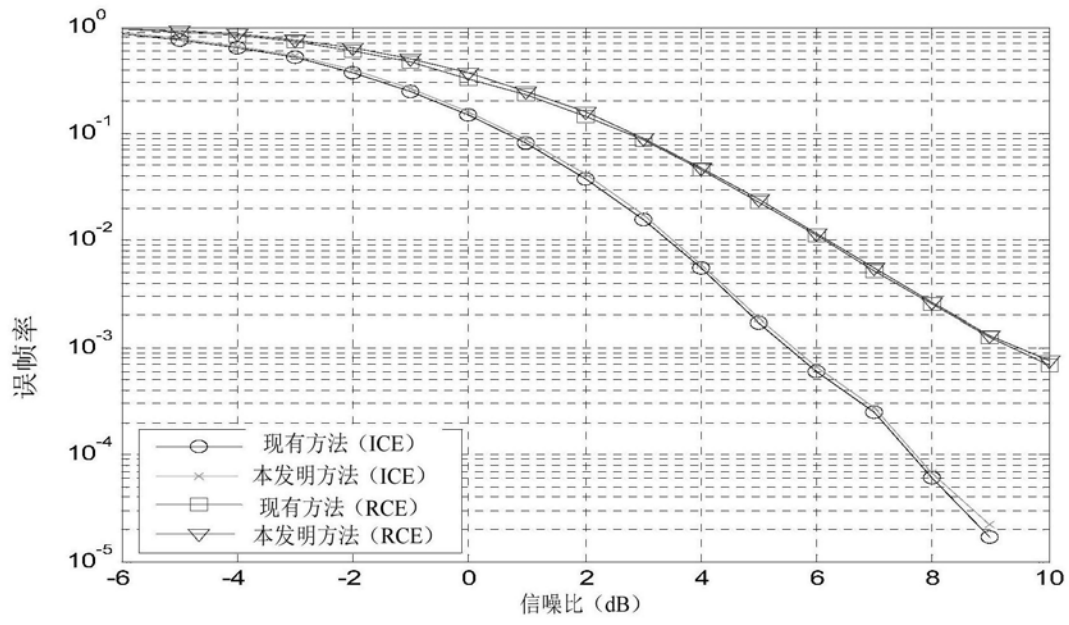


图8

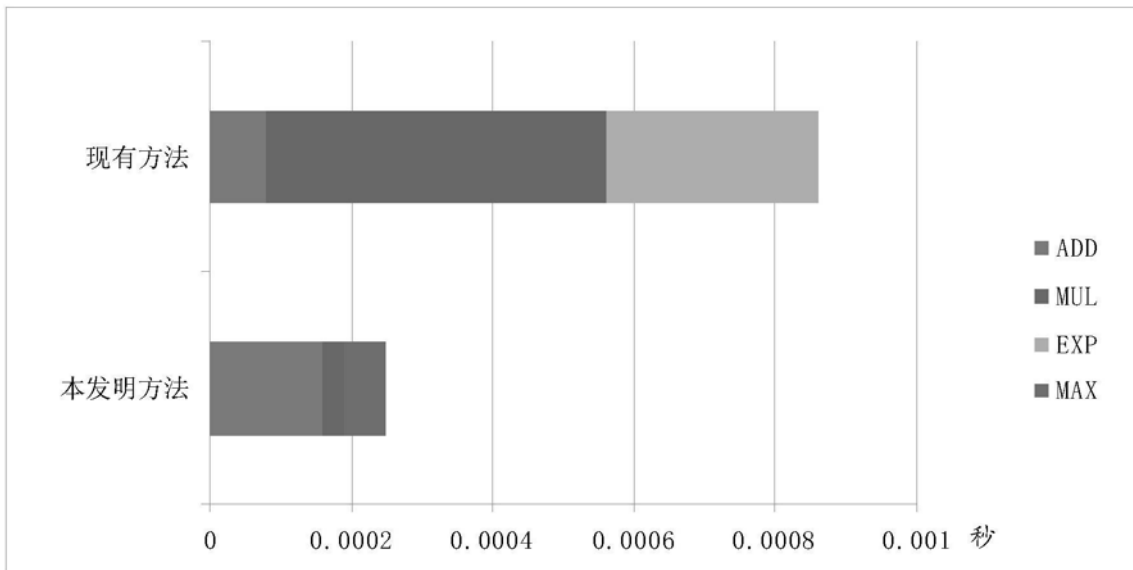


图9

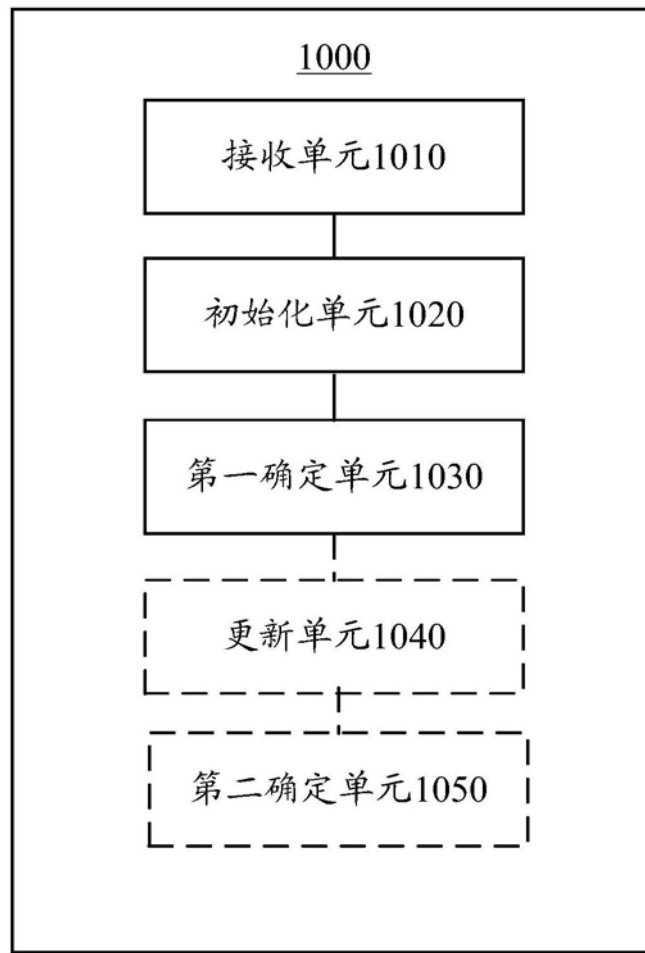


图10

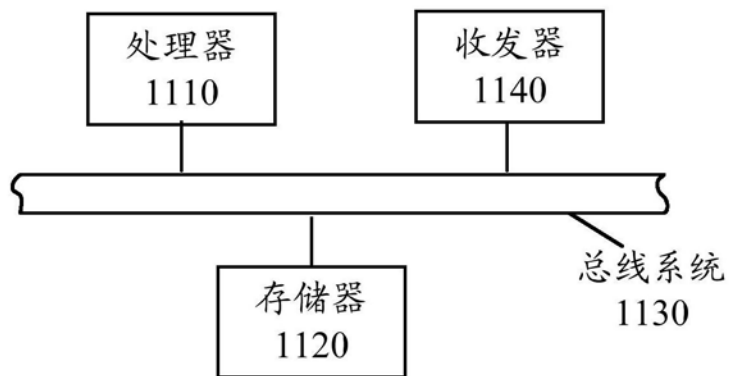


图11