



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710130517.2

[45] 授权公告日 2009年8月19日

[11] 授权公告号 CN 100530357C

[22] 申请日 2007.7.11

[21] 申请号 200710130517.2

[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 张德军 李立雄

[56] 参考文献

CN1766988A 2006.5.3

CN1547193A 2004.11.17

US2004/0093368A1 2004.5.13

审查员 张仁杰

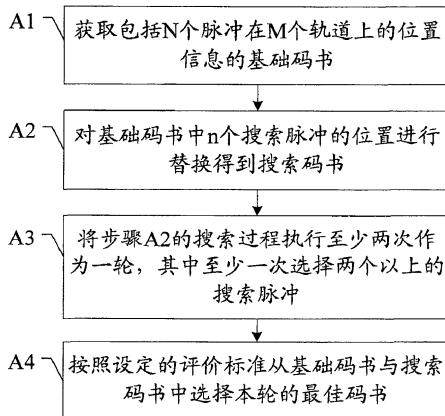
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 5 页

[54] 发明名称

固定码书搜索方法及搜索器

[57] 摘要

本发明公开了一种固定码书搜索方法，从基础码书出发，通过对不同的脉冲组合进行替换搜索的方法选择最佳码书，且其中至少一次搜索对多个脉冲进行。本发明还提供相应的固定码书搜索器。由于最佳码书从多个不同组合的替换中选择获得，能够在尽可能保证搜索的全局性的前提下减少搜索次数；而且由于至少一次搜索对多个脉冲进行，使得脉冲之间的相关性对搜索结果的影响能够被考虑到，进一步保证了搜索结果的质量。



1、一种固定码书搜索方法，其特征在于，包括：

获取基础码书，所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息，N、M为正整数；

从Ns个脉冲中选择n个搜索脉冲，所述Ns个脉冲为所述N个脉冲的全部或部分，Ns为小于等于N的正整数，n为小于Ns的正整数；固定基础码书中除所述n个搜索脉冲外其他脉冲的位置，将所述n个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书；

将包括上述选择和上述替换的搜索过程执行K次作为一轮，K为大于等于2的正整数，其中至少一次搜索过程中选择两个以上的搜索脉冲；

按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索码书中获得本轮的最佳码书。

2、根据权利要求1所述的固定码书搜索方法，其特征在于：

所述从Ns个脉冲中选择n个搜索脉冲为，在每次搜索过程中随机选择n的数值以及搜索脉冲的组合；或者为，确定n的数值，n大于等于2，在每次搜索过程中随机选择搜索脉冲的组合；

所述搜索过程的执行次数为，到设定的K值上限为止；或者为，到确定所选择的搜索脉冲已遍历Ns个脉冲为止；或者为，到确定所选择的搜索脉冲已遍历Ns个脉冲为止但不得大于设定的K值上限。

3、根据权利要求1所述的固定码书搜索方法，其特征在于：

所述从Ns个脉冲中选择n个搜索脉冲为，确定n的数值，n大于等于2，在每次搜索过程中不重复地，顺序或随机地选择全部 C_{Ns}^n 种可能组合中的一种；

所述搜索过程的执行次数为， $K \leq C_{Ns}^n$ 。

4、根据权利要求1所述的固定码书搜索方法，其特征在于，所述将n个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换的步骤为：将n个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的，设定可选范围中的位置逐一进行替换。

5、根据权利要求1所述的固定码书搜索方法，其特征在于，所述获取基础码书的步骤包括：

获取N个脉冲在M个轨道上的数量分布；

随机设置各个轨道上的各个脉冲的位置；或者按照已知的参考信号在各个

轨道上的若干个极值确定相应轨道上的各个脉冲的位置。

6、根据权利要求1所述的固定码书搜索方法，其特征在于，所述获取基础码书的步骤包括：

获取N个脉冲在M个轨道上的数量分布；

按照已知的参考信号在各个轨道上的若干个极值，确定各个轨道的集中搜索范围，所述集中搜索范围至少包括该轨道上的一个位置；

在所述M个轨道的集中搜索范围中按照N个脉冲的数量分布进行全搜索，按照设定的评价标准从所有可能的位置组合中选择基础码书。

7、根据权利要求1~6任意一项所述的固定码书搜索方法，其特征在于，所述 $N_s = N$ ，所述固定码书搜索方法还包括：

以所述最佳码书替换原有基础码书作为新的基础码书，继续搜索新一轮的最佳码书；

重复执行上述以最佳码书替换原有基础码书的过程，直到搜索的轮数G达到设定的G值上限。

8、根据权利要求1~6任意一项所述的固定码书搜索方法，其特征在于，还包括：

以所述最佳码书替换原有基础码书作为新的基础码书，以获得所述最佳码书的那次搜索过程中位置被固定且属于原有 N_s 个脉冲的脉冲作为新的 N_s 个脉冲，继续搜索新一轮的最佳码书；

重复执行上述以最佳码书替换原有基础码书的过程，直到 $N_s = 0$ 或搜索的轮数G达到设定的G值上限。

9、一种固定码书搜索器，其特征在于，包括：

基础码书单元，用于提供基础码书，所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息，N、M为正整数；

次数循环单元，用于在一轮中循环K次执行如下操作：从 N_s 个脉冲中选择n个搜索脉冲，所述 N_s 个脉冲为所述N个脉冲的全部或部分， N_s 为小于等于N的正整数，n为小于 N_s 的正整数；K为大于等于2的正整数，且K次中至少一次选择两个以上的搜索脉冲；

搜索单元,用于按照所述次数循环单元每次的选择,固定基础码书中除所述n个搜索脉冲外其他脉冲的位置,将所述n个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书;

计算单元,用于按照设定的评价标准从所述基础码书与所述搜索单元经过K次循环提供的搜索码书中获得本轮的最佳码书。

10、根据权利要求9所述的固定码书搜索器,其特征在于,所述次数循环单元包括:

组合提供单元,用于提供从 N_s 个脉冲中选择n个搜索脉冲的全部 $C_{N_s}^n$ 种可能组合, n大于等于2;

循环执行单元,用于循环K次,不重复地,顺序或随机地选择所述全部 $C_{N_s}^n$ 种可能组合中的一种, $K \leq C_{N_s}^n$ 。

11、根据权利要求9所述的固定码书搜索器,其特征在于,还包括:

轮数循环单元,用于以所述计算单元得到的本轮的最佳码书替换所述基础码书单元提供的原有基础码书,并触发所述次数循环单元执行下一轮的循环。

12、根据权利要求9~11任意一项所述的固定码书搜索器,其特征在于,所述基础码书单元包括:

码书提供单元,用于提供基础码书;

初始计算单元,用于计算并初始化所述码书提供单元中的基础码书。

固定码书搜索方法及搜索器

技术领域

本发明涉及矢量编码技术，特别是一种固定码书搜索方法及搜索器。

背景技术

在矢量编码技术中，常常使用固定码书中的一种——代数码书对自适应滤波后的残差信号进行量化编码。代数码书关注目标信号的脉冲位置，对脉冲的幅度则默认为1，因此只需要量化脉冲的符号和位置；当然，可以通过在相同的位置叠加多个脉冲来表示不同的幅度。在利用代数码书进行量化编码时，搜索目标信号所对应的最佳代数码书的各个脉冲的位置是非常重要的一个环节。一般而言，在寻找脉冲的最佳位置时，进行全搜索（即遍历所有可能的位置组合情况）的运算复杂度很大，因此需要寻找次优搜索算法。在保证搜索结果质量的前提下，尽量减少搜索次数，降低计算复杂度，是搜索算法研究与发展的主要目标之一。

下面以深度优先树搜索（Depth-First Tree Search Procedure）方法为例，说明现有代数码书脉冲位置搜索所采用的一种次优搜索方法。

假设语音子帧长度为64，根据编码码率不同，需要搜索的脉冲数目也不同，假设为N。如果不加其他限制，在64个位置中搜索N个脉冲则运算复杂度过高。为此，对代数码书的脉冲位置进行约束，将64个位置划分为M个轨道（Track）。一种典型的轨道划分方式如表1所示。

表1

Track	Positions
T0	0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60
T1	1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41, 45, 49, 53, 57, 61
T2	2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46, 50, 54, 58, 62
T3	3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43, 47, 51, 55, 59, 63

表1中，“T0”~“T3”为4个轨道，“Positions”为各个轨道上包含的位置编号。由表1可以看出，64个位置被划分为4个轨道，每个轨道有16个位

置，4个轨道的脉冲位置相互交错，最大限度的保证对各种脉冲位置的组合。

需要搜索的N个脉冲按照一定的数量分布被约束在M=4个轨道上。下面以N=4，每个轨道上搜索1个脉冲的情况来进行说明，其他情况可类推。

假设在T0~T3上搜索的脉冲分别为P0~P3，在搜索过程中，每次搜索相邻两个轨道上的两个脉冲，例如T0-T1, T1-T2, T2-T3, T3-T0。通过四级(Level)搜索得到最终的最佳码书。具体过程如图1所示，包括步骤：

①第一级搜索在T0-T1, T2-T3上进行。首先在T0-T1上搜索P0和P1的位置，其中P0在轨道T0的16个位置中的4个位置进行搜索，这4个位置由已知的参考信号在该轨道上的极值来确定，P1在轨道T1的16个位置中进行搜索；按照设定的评价标准从搜索到的 4×16 种位置组合中确定最佳的P0和P1的位置。然后在T2-T3上搜索P2和P3的位置，其中P2在轨道T2的16个位置中的8个位置进行搜索，这8个位置由已知的参考信号在该轨道上的极值来确定，P3在轨道T3的16个位置中进行搜索，最后确定出最佳的P2和P3的位置，完成这一级的搜索。

②第二级搜索在T1-T2, T3-T0上进行，过程与第一级搜索类似。

③同样在T2-T3, T0-T1上进行第三级搜索，在T3-T0, T1-T2上进行第四级搜索。

④最后，从四级搜索的四个结果中选择一个最优的结果作为最佳代数码书。总共搜索的次数为 $4 \times (4 \times 16 + 8 \times 16) = 768$ 次。

在对现有技术的研究与实践的过程中，本发明的发明人发现，上述搜索算法虽然能在各种码率情况下获得良好的语音质量，但是其搜索次数较多，运算复杂度较大。

发明内容

本发明的目的在于提供一种能够以较低运算复杂度获得较好语音质量的固定码书搜索方法和相应的固定码书搜索器。

一种固定码书搜索方法，包括：获取基础码书，所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息，N、M为正整数；从Ns个脉冲中选择n个搜索脉冲，所述Ns个脉冲为所述N个脉冲的全部或部分，Ns为小于等于N的正整数，n为

小于 N_s 的正整数；固定基础码书中除所述 n 个搜索脉冲外其他脉冲的位置，将所述 n 个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书；将包括上述选择和上述替换的搜索过程执行 K 次作为一轮， K 为大于等于2的正整数，其中至少一次搜索过程中选择两个以上的搜索脉冲；按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索码书中获得本轮的最佳码书。

一种固定码书搜索器，包括：基础码书单元，用于提供基础码书，所述基础码书包括 N 个脉冲在 M 个轨道上的位置信息， N 、 M 为正整数；次数循环单元，用于在一轮中循环 K 次执行如下操作：从 N_s 个脉冲中选择 n 个搜索脉冲，所述 N_s 个脉冲为所述 N 个脉冲的全部或部分， N_s 为小于等于 N 的正整数， n 为小于 N_s 的正整数； K 为大于等于2的正整数，且 K 次中至少一次选择两个以上的搜索脉冲；搜索单元，用于按照所述次数循环单元每次的选择，固定基础码书中除所述 n 个搜索脉冲外其他脉冲的位置，将所述 n 个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书；计算单元，用于按照设定的评价标准从所述基础码书与所述搜索单元经过 K 次循环提供的搜索码书中获得本轮的最佳码书。

上述方法或装置采用从基础码书出发，通过对不同的脉冲组合进行替换搜索的方法选择最佳码书，且其中至少一次搜索对多个脉冲进行。由于最佳码书从多个不同组合的替换中选择获得，能够在尽可能保证搜索的全局性的前提下减少搜索次数；而且由于至少一次搜索对多个脉冲进行，使得脉冲之间的相关性对搜索结果的影响能够被考虑到，进一步保证了搜索结果的质量。

附图说明

图1是现有深度优先树搜索方法示意图；

图2是本发明实施例一固定码书搜索方法流程示意图；

图3是本发明实施例二固定码书搜索方法流程示意图；

图4是本发明实施例三固定码书搜索方法流程示意图；

图5是本发明实施例四固定码书搜索方法流程示意图；

图6是本发明实施例五固定码书搜索方法流程示意图；

图7是本发明实施例六固定码书搜索器逻辑结构示意图；

图8是本发明实施例七固定码书搜索器逻辑结构示意图;

图9是本发明实施例八固定码书搜索器逻辑结构示意图;

图10是本发明实施例九固定码书搜索器逻辑结构示意图。

具体实施方式

本发明实施例提供一种固定码书搜索方法,从基础码书出发,通过对不同的脉冲组合进行替换搜索的方法选择最佳码书,且其中至少一次搜索对多个脉冲进行。本发明实施例还提供相应的固定码书搜索器。以下分别对本发明实施例的方法和装置进行详细说明。

实施例一、一种固定码书搜索方法,如图2所示,包括:

A1、获取基础码书,所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息, N、M为正整数。

本文中所述基础码书是在进行一轮搜索时所使用的作为搜索基础的初始码书。通常,在进行代数码书脉冲位置搜索前,已根据码率等信息确定了需要搜索的脉冲在各个轨道上的数量分布。例如,以语音量化编码中的脉冲搜索为例,假设64个位置按照表1所示的方式划分为M=4个轨道,分别为T0、T1、T2、T3,则根据码率的不同,脉冲数量的分布可能为: N=4,在每个轨道上分别搜索1个脉冲; N=8,在每个轨道上分别搜索2个脉冲;或N=5,在T0、T1、T2上分别搜索1个脉冲,在T3上搜索2个脉冲等。

确定N个脉冲在M个轨道上的数量分布后,获取基础码书就是获取各个轨道上的各个脉冲的初始位置。可通过各种方式来确定脉冲的初始位置,本实施例不作限定。例如可以:

①随机选择脉冲所在轨道上的任意位置作为脉冲的初始位置;

②按照某个已知的参考信号在各个轨道上的若干个极值确定相应轨道上的各个脉冲的位置;

③通过某种计算方式来获得。

其中,一种可选的参考信号为“脉冲位置最大似然函数”(也叫脉冲幅度选择信号),该函数可表示为:

$$b(i) = \sqrt{\frac{E_d}{E_r}} \times r_{LTP}(i) + a \times d(i), \quad i = 0, \dots, 63$$

其中, $d(i)$ 是由待量化的目标信号确定的矢量信号 \mathbf{d} 的各维分量,通常可表现为目标信号与经过预滤波的加权合成滤波器的脉冲响应的卷积; $r_{LTP}(i)$ 为长时预测的残差信号 \mathbf{r} 的各维分量; E_d 是信号 \mathbf{d} 的能量; E_r 是信号 \mathbf{r} 的能量; a 为比例因子,它控制了参考信号 $\mathbf{d}(i)$ 的依赖程度,对于不同的码率其取值可有所不同。可计算出 $b(i)$ 在64个位置上的不同取值,分别选择 $T_0 \sim T_3$ 中 $b(i)$ 取值最大的位置作为脉冲的初始位置。

A2、从 N_s 个脉冲中选择 n 个搜索脉冲,所述 N_s 个脉冲为所述 N 个脉冲的全部或部分, N_s 为小于等于 N 的正整数, n 为小于 N_s 的正整数;固定基础码书中除所述 n 个搜索脉冲外其他脉冲的位置,将所述 n 个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书。

能够被选为搜索脉冲的脉冲可以是所有 N 个脉冲,也可以只是其中的部分,以下将由“能够被选为搜索脉冲的脉冲”组成的集合称为“ N_s 集合”。从含义上看, N 个脉冲中如果有不属于 N_s 集合的脉冲,表明其位置已是优选的位置,可以不再进行搜索。

从 N_s 个脉冲中选择 n 个搜索脉冲,可采用各种选择方法,本实施例中不作限定。例如可以:

①随机选择 n 的数值以及搜索脉冲的组合;

假设 N_s 集合中共有 P_0 、 P_1 、 P_2 共3个脉冲,则可能的选择包括: $n=1$,搜索脉冲为 P_1 ; $n=2$,搜索脉冲为 P_0 、 P_2 ; $n=2$,搜索脉冲为 P_1 、 P_2 等。

②确定 n 的数值, n 大于等于2,随机选择搜索脉冲的组合;

假设 N_s 集合中共有 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 共4个脉冲,且确定 $n=3$,则可能的选择包括:搜索脉冲为 P_0 、 P_1 、 P_2 ;搜索脉冲为 P_0 、 P_2 、 P_3 ;搜索脉冲为 P_0 、 P_1 、 P_3 ;搜索脉冲为 P_1 、 P_2 、 P_3 。

选好搜索脉冲组合后,即用其所在轨道上的其他位置替换基础码书中的对应位置,得到搜索码书。

假设基础码书共有 $N=4$ 个脉冲 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 ,分别位于 $M=4$ 个轨道 T_0 、

T1、T2、T3上，每个轨道上1个脉冲。若在一次搜索过程中选择出的搜索脉冲为P2、P3，则固定基础码书中P0、P1的位置，将P2的位置分别用T2上的其他位置来替换（假设有 t_2 个），将P3的位置分别用T3上的其他位置来替换（假设有 t_3 个），则共可对应 $(t_2 + 1) \times (t_3 + 1) - 1 = t_2 \times t_3 + t_2 + t_3$ 个搜索码书。需要说明的是，被搜索的轨道上用于替换的位置可以是该轨道上的全部位置，也可以仅仅包括设定的可选范围中的位置，例如可以根据某个已知的参考信号的取值从被搜索的轨道中选择一部分位置用于替换。

A3、将步骤A2的搜索过程执行K次作为一轮，K为大于等于2的正整数，其中至少一次搜索过程中选择两个或两个以上的搜索脉冲。

步骤A2循环执行的次数K可以是具体设定的一个上限值，当执行K次搜索过程后即认为完成一轮搜索。K值也可以是不确定的，而由某种搜索终结条件来判断一轮搜索的完成与否，例如当所选择的搜索脉冲已遍历 N_s 集合时，可判断完成一轮搜索。当然，还可以综合上述两种方式，即以搜索终结条件的达成与否来判断一轮搜索是否完成，但同时搜索过程的次数不得大于设定的K值上限，若已达到K值上限则即便搜索终结条件未达成也认为完成一轮搜索。具体规则可根据实际应用的情况设置，本实施例不作限定。

为了使搜索结果体现脉冲之间的关联关系，本实施例要求K次搜索过程中的至少一次对两个或两个以上的脉冲进行，此时所选择的搜索脉冲可以分布在相同或不同的轨道上。

A4、按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索码书中选择本轮的最佳码书。

对搜索码书与基础码书进行比较评价的过程可与步骤A2搜索的过程同步执行。例如，可设置一个“优选码书”，并将其值初始化为基础码书；然后在获得一个搜索码书后，即与当前的优选码书进行比较评价，若确定该搜索码书优于优选码书，就用该搜索码书替换当前的优选码书；直到全部K次搜索过程结束，所得到的优选码书即为本轮的最佳码书。需要注意的是，各次搜索过程的基础仍然是基础码书，只是比较评价的对象为优选码书。

也可以集中对K次搜索过程的结果进行比较评价。例如，可保存每次搜索

过程得到的优选码书，然后集中比较K个优选码书，从中选择本轮的最佳码书。

对搜索码书与基础码书进行比较评价的标准具体可根据应用情况进行确定，本实施例不作限定。例如，可采用通常用来衡量代数码书质量的代价函数（ Q_k ）来进行比较，一般认为 Q_k 值越大，码书质量越好，因此可选择 Q_k 值大的作为优选码书。

本实施例通过对不同的脉冲组合进行替换搜索的方法选择最佳码书，且其中至少一次搜索对多个脉冲进行。由于最佳码书从多个不同组合的替换中选择获得，能够在尽可能保证搜索的全局性的前提下减少搜索次数；而且由于至少一次搜索对多个脉冲进行，使得脉冲之间的相关性对搜索结果的影响能够被考虑到，进一步保证了搜索结果的质量。

实施例二、一种固定码书搜索方法，本实施例在实施例一的基础上提供一种具体的搜索脉冲选择方法。流程如图3所示，包括步骤：

B1、获取基础码书，所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息，N、M为正整数。

此步骤可参照实施例一中的步骤A1执行。

B2、从 N_s 个脉冲中选择 $n = n_0$ 个搜索脉冲； N_s 的含义与实施例一中的相同， n_0 为大于等于2的值，且在当前一轮搜索中保持不变；所选择的 n_0 个搜索脉冲是全部 $C_{N_s}^n$ 种可能组合中的一种，且不重复选择。

假设 N_s 集合中共有P0、P1、P2、P3共4个脉冲，分别位于M = 4个轨道T0、T1、T2、T3上，每个轨道上1个脉冲。确定 $n = n_0 = 2$ ，则从 N_s 集合中选择2个搜索脉冲共有 $C_{N_s}^n = 6$ 种组合，包括：P0、P1；P0、P2；P0、P3；P1、P2；P1、P3；P2、P3。可以随机或顺序的从这6种组合中进行选择；为使得每次的选择不重复，可按组合的变化规律依次进行选择，也可保存全部组合或对全部组合进行编号，将选择过的组合（或编号）删除。

B3、将步骤B2的搜索过程执行K次作为一轮， $2 \leq K \leq C_{N_s}^n$ ，其中至少一次搜索过程中选择两个或两个以上的搜索脉冲。

由于n值固定，且每次选取的搜索脉冲组合均不重复，因此最多搜索 $C_{N_s}^n$ 次就可以遍历 N_s 集合中的全部可能组合。当然，也可以限制K值上限小于 $C_{N_s}^n$ ，

此时将不完全遍历全部可能组合，但所选择的搜索脉冲仍可能遍历 N_s 集合。

B4、按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索码书中选择本轮的最佳码书。

此步骤可参照实施例一中的步骤A4执行。

本实施例采用在一轮搜索中固定 n 值且逐次选取不同搜索脉冲组合的方法，优化了搜索脉冲的选取方式，使得搜索过程更加有效，若进一步能遍历搜索脉冲的全部可能组合，能够进一步增强搜索结果的全局意义，提高搜索结果的质量。

实施例三、一种固定码书搜索方法，本实施例在实施例一和二的基础上提供一种循环多轮执行的方法。流程如图4所示，包括步骤：

C1、获取基础码书，所述基础码书包括 N 个脉冲在 M 个轨道上的位置信息， N 、 M 为正整数。

此步骤可参照实施例一中的步骤A1执行。

C2、 $N_s = N$ ，执行一轮 K 次搜索，获得本轮的最佳码书。

此步骤可参照实施例一中的步骤A2~A4执行，或参照实施例二中的步骤B2~B4执行。由于 $N_s = N$ ，搜索脉冲可在基础码书的全部脉冲中选取。对于实施例二中的方法而言，在不同的轮中，确定的 n 值可以相同也可以不同。

C3、判断搜索的轮数 G 是否达到设定的 G 值上限，若是则执行步骤C5，若否则执行步骤C4。

C4、以所述最佳码书替换原有基础码书作为新的基础码书，返回步骤C2继续搜索新一轮的最佳码书。

C5、获取本轮的最佳码书作为最终最佳码书。

本实施例采用多轮搜索的方法获取最终最佳码书，能进一步提高搜索结果的质量。当然，也可以仅在一轮搜索中使用实施例一或二提供的搜索方法，而在之前或之后的其他轮中采用其他搜索方法。

实施例四、一种固定码书搜索方法，本实施例在实施例一和二的基础上提供另一种循环多轮执行的方法。流程如图5所示，包括步骤：

D1、获取基础码书，所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息，N、M为正整数。

此步骤可参照实施例一中的步骤A1执行。

D2、执行一轮K次搜索，获得本轮的最佳码书。

此步骤可参照实施例一中的步骤A2~A4执行，或参照实施例二中的步骤B2~B4执行。在第一轮搜索中可设置 $N_s = N$ 。

D3、判断搜索的轮数G是否达到设定的G值上限，或者判断下一轮的 N_s 集合是否为空，若是则执行步骤D5，若否则执行步骤D4。

在本实施例中，每一轮的 N_s 集合可根据上一轮的搜索结果来确定，具体确定方式见步骤D4。若 N_s 集合为空，则可认为搜索完成；或者也可以根据设定的G值上限在 N_s 集合非空时判断搜索完成。

D4、以所述最佳码书替换原有基础码书作为新的基础码书，以获得所述最佳码书的那次搜索过程中位置被固定且属于原有 N_s 个脉冲的脉冲作为新的 N_s 个脉冲，返回步骤D2继续搜索新一轮的最佳码书。

假设第一轮搜索中 $N_s = N = 4$ ， N_s 集合中共有P0、P1、P2、P3共4个脉冲，分别位于M=4个轨道T0、T1、T2、T3上，每个轨道上1个脉冲。确定第一轮 $n = n_0 = 2$ ，采用实施例二中的遍历全部搜索脉冲组合的方式进行K=6次搜索。各次组合分别：P0、P1；P0、P2；P0、P3；P1、P2；P1、P3；P2、P3。假设第一轮获得的最佳码书为采用P0、P3组合时搜索得到的，则可知被固定的，且属于第一轮的 N_s 集合的脉冲为P1、P2，因此第二轮的 N_s 集合即为P1、P2。若确定第二轮 $n = n_0 = 2$ ，则需进行K=1次搜索，显然第二轮获得的最佳码书为采用P1、P2组合时搜索得到的，该次搜索被固定的脉冲为P0、P3，但显然这两个脉冲均不属于第二轮的 N_s 集合，因此可判断第三轮的 N_s 集合为空，从而确定搜索完成。

D5、获取本轮的最佳码书作为最终最佳码书。

本实施例采用多轮搜索的方法获取最终最佳码书，能进一步提高搜索结果的质量，且根据上一轮的搜索结果缩小下一轮搜索中 N_s 集合的范围，能有效降低计算量。

实施例五、一种固定码书搜索方法，本实施例在前述各个实施例的基础上提供一种初始的基础码书的具体获取方法。流程如图6所示，包括步骤：

E1、获取N个脉冲在M个轨道上的数量分布。

即根据码率等相关信息，确定需要搜索的脉冲的总数量N以及各个轨道上分布的脉冲数量。

E2、按照已知的参考信号在各个轨道上的若干个极值，确定各个轨道的集中搜索范围，所述集中搜索范围至少包括该轨道上的一个位置。

参考信号可选脉冲位置最大似然函数 $b(i)$ ，可计算出 $b(i)$ 在全部脉冲位置上的不同取值，分别选择各个轨道上 $b(i)$ 取值最大的若干个位置作为各个轨道的集中搜索范围。每个轨道的集中搜索范围所包含的位置数目可以相同也可以不同。

假设共有 $M=4$ 个轨道 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_3 上，每个轨道上的位置划分如表1所示，将每个轨道上的脉冲位置重新按照 $b(i)$ 的绝对值从大到小的顺序进行排序。假设经过排序后的轨道位置为：

$$\{ T_0, T_1, T_2, T_3 \} = \left\{ \begin{array}{l} \{0, 36, 32, 4, 40, 28, 16, 8, 20, 52, 44, 48, 12, 56, 24, 60\}, \\ \{1, 33, 37, 5, 29, 41, 17, 9, 49, 21, 53, 25, 13, 45, 57, 61\}, \\ \{34, 2, 38, 30, 6, 18, 42, 50, 26, 14, 10, 22, 54, 46, 58, 62\}, \\ \{35, 3, 31, 39, 7, 19, 27, 51, 15, 43, 55, 47, 23, 11, 59, 63\} \end{array} \right\}$$

则，若选取每个轨道上 $b(i)$ 的绝对值最大的4个位置为该轨道的集中搜索范围，可得基础码书的集中搜索范围为：

$$\left\{ \begin{array}{l} \{0, 36, 32, 4\}, \\ \{1, 33, 37, 5\}, \\ \{34, 2, 38, 30\}, \\ \{35, 3, 31, 39\} \end{array} \right\}$$

}

E3、在所述M个集中搜索范围中按照N个脉冲的数量分布进行全搜索，按照设定的评价标准从所有可能的位置组合中选择基础码书。

由于集中搜索范围通常较小，因此可在其中进行全搜索以获得较佳的基础码书。例如，假设基础码书共有N=4个脉冲P0、P1、P2、P3，分别位于M=4个轨道T0、T1、T2、T3上，每个轨道上1个脉冲；则对于步骤E2中给出的示例几种搜索范围，共需要搜索 $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 256$ 次即可获得基础码书。

E4、基于所述基础码书进行第一轮K次搜索，获得本轮的最佳码书。

此步骤可参照实施例一中的步骤A2~A4执行，或参照实施例二中的步骤B2~B4执行。

本实施例采用集中搜索的方法获取初始的基础码书，能够得到较高质量的基础码书，进一步提高搜索结果的质量。

应当理解，实现本发明固定码书搜索方法的软件可以存储于计算机可读介质中。该软件在执行时，包括如下步骤：获取基础码书，所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息，N、M为正整数；从Ns个脉冲中选择n个搜索脉冲，所述Ns个脉冲为所述N个脉冲的全部或部分，Ns为小于等于N的正整数，n为小于Ns的正整数；固定基础码书中除所述n个搜索脉冲外其他脉冲的位置，将所述n个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书；将上述搜索过程执行K次作为一轮，K为大于等于2的正整数，其中至少一次搜索过程中选择两个或两个以上的搜索脉冲；按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索码书中选择本轮的最佳码书。所述的可读介质，如：ROM/RAM、磁碟、光盘等。

为更好的理解上述实施例，下面给出一个计算实例。

假设共有N=4个脉冲P0、P1、P2、P3，分别位于M=4个轨道T0、T1、T2、T3上，每个轨道上1个脉冲，每个轨道上的位置划分如表1所示；搜索步骤包括：

①按照实施例五提供的初始基础码书的计算方法，从每个轨道包括4个位

置的集中搜索范围中全搜索出初始的基础码书, 假设为{32, 33, 2, 35}。需要的搜索次数为 $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 256$ 次。

②开始第一轮搜索, 确定第一轮 $n = n_0 = 2$, 采用实施例二中的遍历全部搜索脉冲组合的方式进行 $K = 6$ 次搜索。每次搜索分别在一个轨道的4个位置和另一个轨道的12个位置中进行(所统计位置数已包括基础码书中的脉冲位置, 选择轨道上用于搜索的位置可采用和确定基础码书的集中搜索范围类似的方法)。假定第一轮搜索得到的最佳码书为{32, 33, 6, 35}, 是在固定脉冲为 P_0 、 P_1 时得到该最佳码书的。需要的搜索次数为 $6 \times (4 \times 12) = 288$ 次。

③开始第二轮搜索, 确定第二轮 $n = n_0 = 2$, 固定 P_2 、 P_3 的位置{6, 35}, 对 P_0 、 P_1 组合进行 $K = 1$ 次搜索。该次搜索分别在 T_0 、 T_1 的4个位置中进行。假定第二轮搜索得到的最佳码书为{32, 33, 6, 35}。需要的搜索次数为 $4 \times 4 = 16$ 次。

④判断搜索脉冲集合 N_s 为空, 即所有基础码书脉冲的位置都搜索完成, 因此最终最佳码书即为{32, 33, 6, 35}。总共需要的搜索次数为 $256 + 288 + 16 = 560$ 次。

将上述计算例中的方法应用于对由24个男生序列和24个女生序列组成的测试序列进行语音编码, 将编码结果与现有深度优先树搜索方法的编码结果进行客观语音质量比较, 两种方法获得的语音质量相当。而上述方法的搜索次数为560次, 远小于深度优先树搜索方法的搜索次数768次。

下面对本发明实施例的固定码书搜索器进行详细说明。

实施例六、一种固定码书搜索器10, 如图7所示, 包括:

基础码书单元11, 用于提供基础码书, 所述基础码书包括 N 个脉冲在 M 个轨道上的位置信息, N 、 M 为正整数。

次数循环单元12, 用于在一轮中循环 K 次执行如下操作: 从 N_s 个脉冲中选择 n 个搜索脉冲, 所述 N_s 个脉冲为所述 N 个脉冲的全部或部分, N_s 为小于等于 N 的正整数, n 为小于 N_s 的正整数; K 为大于等于2的正整数, 且 K 次中至少一次选择两个或两个以上的搜索脉冲。

搜索单元13, 用于按照次数循环单元12每次的选择, 固定基础码书单元11提供的基础码书中除所述 n 个搜索脉冲外其他脉冲的位置, 将所述 n 个搜索脉冲

的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书。

计算单元14,用于按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索单元13经过K次循环提供的搜索码书中选择本轮的最佳码书。

本实施例固定码书搜索器可用于执行实施例一提供的固定码书搜索方法。

实施例七、一种固定码书搜索器20,如图8所示,包括:

基础码书单元21,用于提供基础码书,所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息,N、M为正整数。

次数循环单元22,包括:

组合提供单元221,用于提供从 N_s 个脉冲中选择n个搜索脉冲的全部 $C_{N_s}^n$ 种可能组合,n大于等于2;所述 N_s 个脉冲为所述N个脉冲的全部或部分, N_s 为小于等于N的正整数;

循环执行单元222,用于循环K次,不重复地,顺序或随机地选择组合提供单元221提供的全部 $C_{N_s}^n$ 种可能组合中的一种, $2 \leq K \leq C_{N_s}^n$ 。

搜索单元23,用于按照次数循环单元22每次的选择,固定基础码书单元21提供的基础码书中除所述n个搜索脉冲外其他脉冲的位置,将所述n个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书。

计算单元24,用于按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索单元23经过K次循环提供的搜索码书中选择本轮的最佳码书。

本实施例固定码书搜索器可用于执行实施例二提供的固定码书搜索方法。

实施例八、一种固定码书搜索器30,如图9所示,包括:

基础码书单元31,用于提供基础码书,所述基础码书包括N个脉冲在M个轨道上的位置信息,N、M为正整数。

次数循环单元32,用于在一轮中循环K次执行如下操作:从 N_s 个脉冲中选择n个搜索脉冲,所述 N_s 个脉冲为所述N个脉冲的全部或部分, N_s 为小于等于N的正整数,n为小于 N_s 的正整数;K为大于等于2的正整数,且K次中至少一次选择两个或两个以上的搜索脉冲。

搜索单元33,用于按照次数循环单元32每次的选择,固定基础码书单元31

提供的基础码书中除所述 n 个搜索脉冲外其他脉冲的位置,将所述 n 个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书。

计算单元34,用于按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索单元33经过 K 次循环提供的搜索码书中选择本轮的最佳码书。

轮数循环单元35,用于以计算单元34得到的本轮的最佳码书替换基础码书单元31提供的原有基础码书,并触发次数循环单元32执行下一轮的循环。

根据具体模式设置,轮数循环单元在触发次数循环单元执行下一轮的循环时,还可以重新设置次数循环单元中的 N_s 集合,从中删除经过上轮搜索位置已经被确定下来的脉冲。轮数循环单元可以通过 N_s 的数目来确定是否继续触发次数循环单元进入下一轮的循环,也可根据设定的轮数上限值来判断。

本实施例固定码书搜索器可用于执行实施例三或四提供的固定码书搜索方法。

· 实施例九、一种固定码书搜索器40,如图10所示,包括:

基础码书单元41,包括:

码书提供单元411,用于提供基础码书,所述基础码书包括 N 个脉冲在 M 个轨道上的位置信息, N 、 M 为正整数;

初始计算单元412,用于计算并初始化码书提供单元411中的基础码书。

次数循环单元42,用于在一轮中循环 K 次执行如下操作:从 N_s 个脉冲中选择 n 个搜索脉冲,所述 N_s 个脉冲为所述 N 个脉冲的全部或部分, N_s 为小于等于 N 的正整数, n 为小于 N_s 的正整数; K 为大于等于2的正整数,且 K 次中至少一次选择两个或两个以上的搜索脉冲。

搜索单元43,用于按照次数循环单元42每次的选择,固定基础码书单元41提供的基础码书中除所述 n 个搜索脉冲外其他脉冲的位置,将所述 n 个搜索脉冲的位置分别用所在轨道上的其他位置进行替换得到搜索码书。

计算单元44,用于按照设定的评价标准从所述基础码书与搜索单元43经过 K 次循环提供的搜索码书中选择本轮的最佳码书。

本实施例固定码书搜索器可用于执行实施例五提供的固定码书搜索方法。

通过上述实施例可以看出,本发明实施例通过对不同的脉冲组合进行替换

搜索的方法选择最佳码书，且其中至少一次搜索对多个脉冲进行。由于最佳码书从多个不同组合的替换中选择获得，能够在尽可能保证搜索的全局性的前提下减少搜索次数；而且由于至少一次搜索对多个脉冲进行，使得脉冲之间的相关性对搜索结果的影响能够被考虑到，进一步保证了搜索结果的质量。若进一步采用在一轮搜索中固定 n 值且逐次选取不同搜索脉冲组合的方法，优化了搜索脉冲的选取方式，使得搜索过程更加有效，若进一步能遍历搜索脉冲的全部可能组合，能够进一步增强搜索结果的全局意义，提高搜索结果的质量。若进一步采用多轮搜索的方法获取最终最佳码书，能进一步提高搜索结果的质量。当然，也可以仅在一轮搜索中使用实施例一或二提供的搜索方法，而在之前或之后的其他轮中采用其他搜索方法。若进一步在采用多轮搜索的方法获取最终最佳码书时，根据上一轮的搜索结果缩小下一轮搜索中 N_s 集合的范围，能有效降低计算量。若进一步采用集中搜索的方法获取初始的基础码书，能够得到较高质量的基础码书，进一步提高搜索结果的质量。

以上对本发明所提供的固定码书搜索方法及固定码书搜索器进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

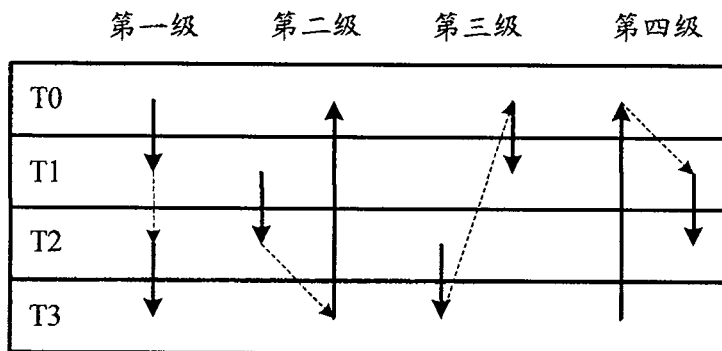


图 1

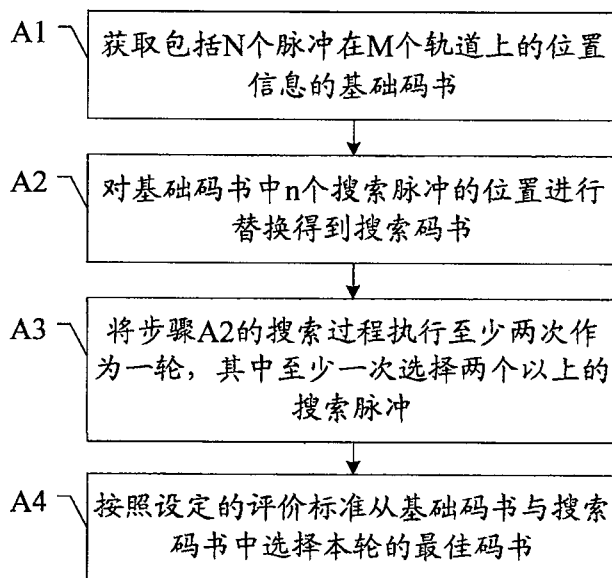


图 2

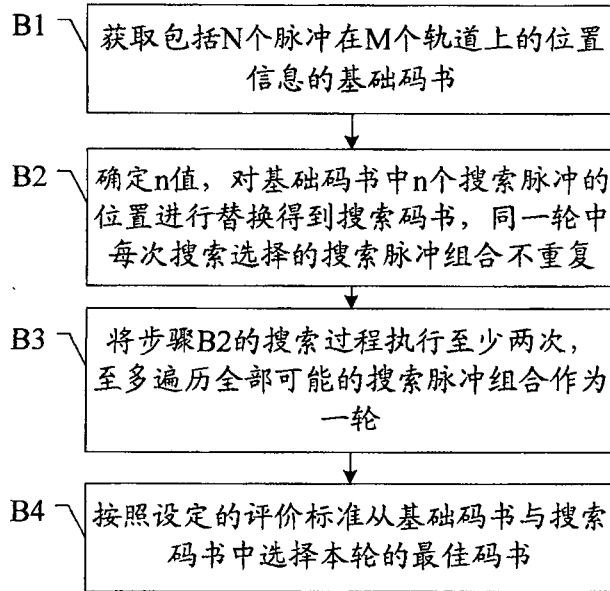


图 3

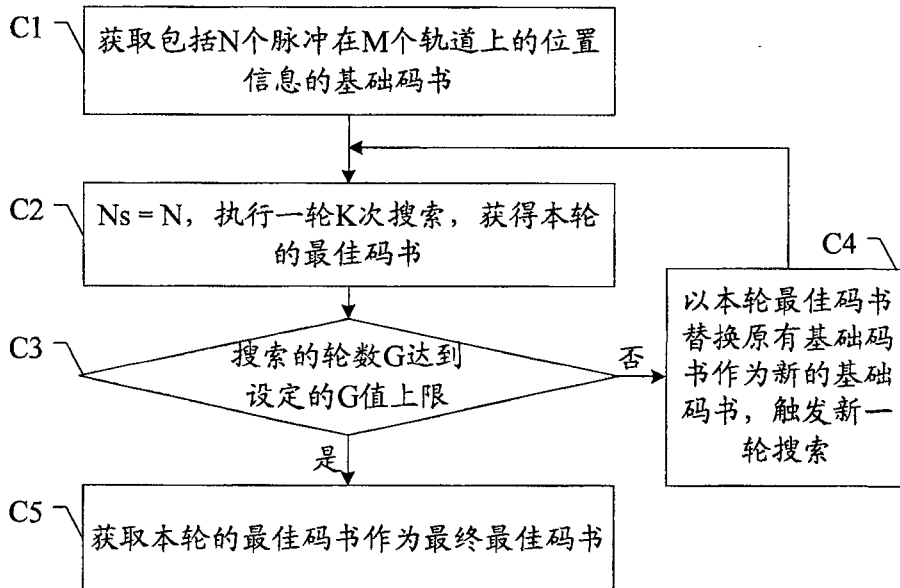


图 4

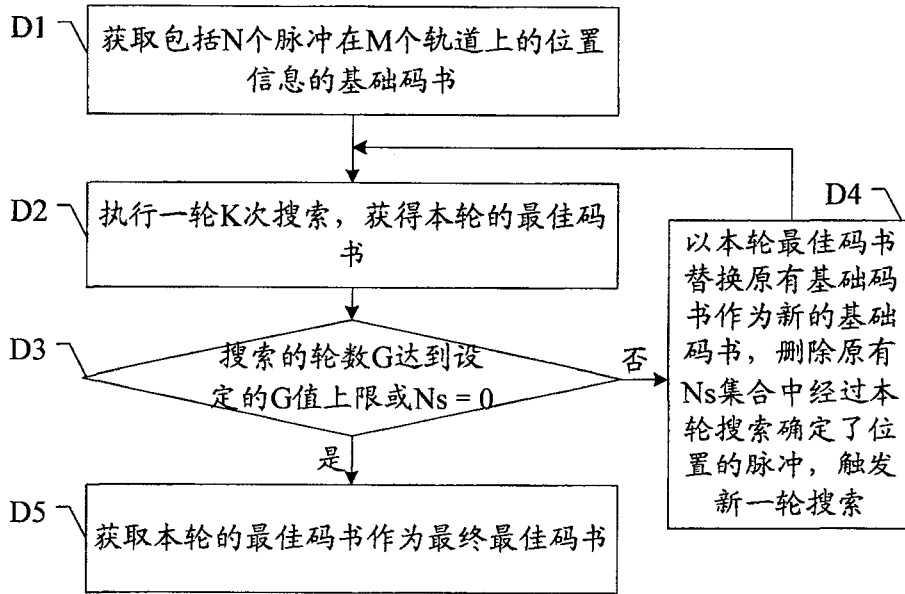


图 5

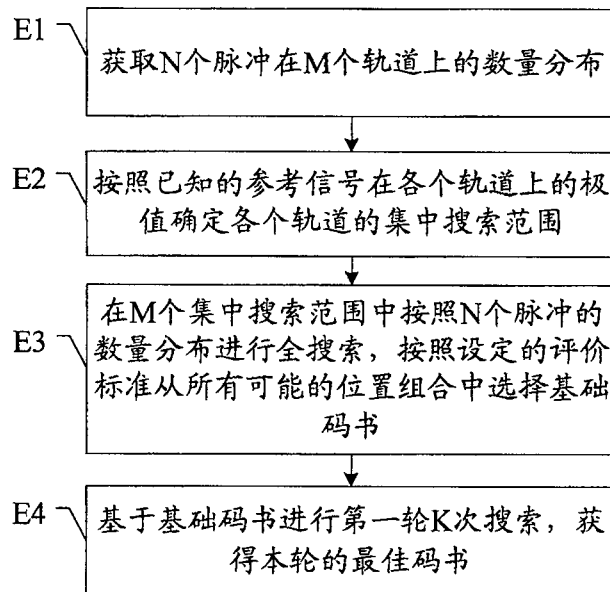


图 6

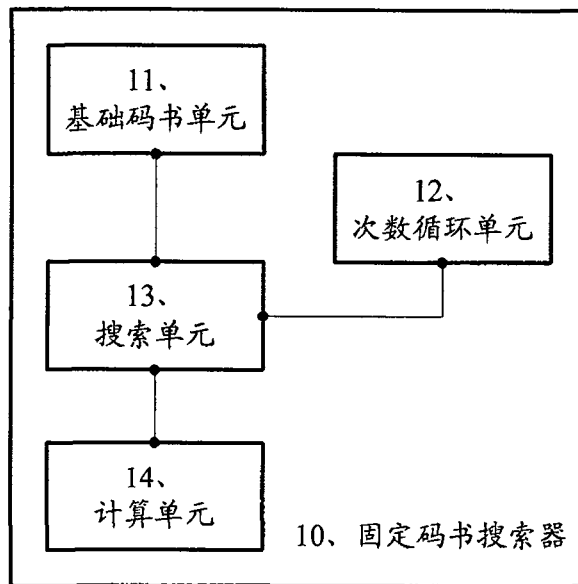


图 7

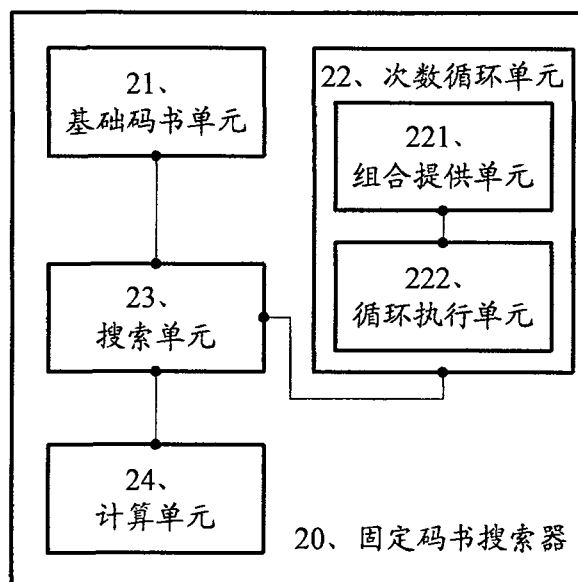


图 8

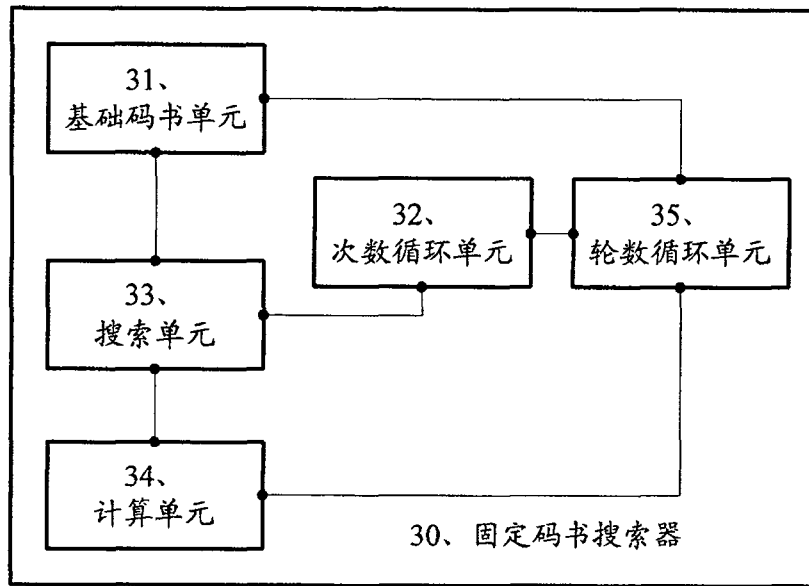


图 9

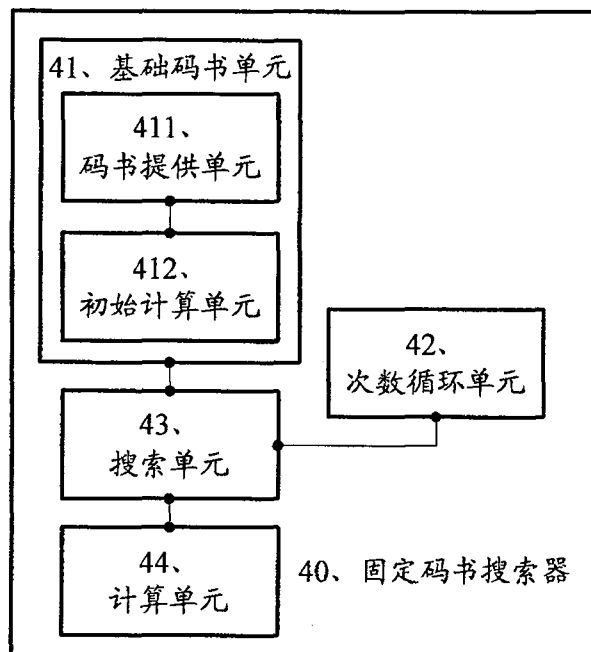


图 10