

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101242539 B

(45) 授权公告日 2010.08.25

(21) 申请号 200710037249.X

US 2004/0062279 A1, 2004.04.01, 全文.

(22) 申请日 2007.02.07

US 5956377 A, 1999.09.21, 全文.

(73) 专利权人 卓胜微电子(上海)有限公司

US 5646966 A, 1997.07.08, 全文.

地址 201203 上海市浦东新区龙东大道  
3000 号张江集电港 5 号楼 701B 室

CN 1564505 A, 2005.01.12, 全文.

审查员 金晶

(72) 发明人 蒋朱成 吴涛 张帆 冯晨晖  
周立丰

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 王关根

(51) Int. Cl.

H04N 7/54 (2006.01)

H04N 7/52 (2006.01)

H04L 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1719821 A, 2006.01.11, 全文.

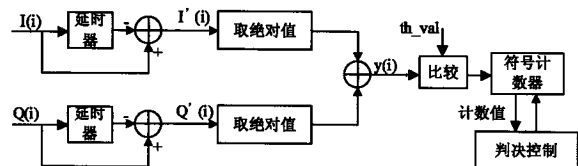
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

T-DMB 系统接收机帧同步装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 T-DMB 系统接收机帧同步装置及方法,该装置包括:加法器一、延时器一、加法器二、延时器二、加法器三、一比较器、一符号计数器和一判决控制状态机,其中:加法器一、二,延时器一、二用于接受输入信号作隔点差分运算后送入加法器三;加法器三将处理结果送入比较器比较后送入符号计数器,符号计数器将计数值送入判决控制状态机并接受判决控制状态机反馈。该帧同步方法利用接受信号幅度与设定阈值的差的符号进行计数,进而判定 null 区间,该方法快速、高效;并且由于没有采用滤波器,仅仅用一些控制状态机和简单的加法单元就可以实现,能够减少硬件实现开销,有效地克服时域脉冲的干扰。



1. 一种 T-DMB 系统接收机帧同步装置,其特征在于,包括:加法器一、加法器二、加法器三、延时器一、延时器二、一比较器、一符号计数器和一判决控制状态机,其中:经过调谐器和 AD 采样后的两路输入数据  $I(i)$  和  $Q(i)$  分别对应输入到所述延时器一和延时器二进行两拍延时,分别得到延时后的数据  $I(i-2)$  和  $Q(i-2)$ ,再将两路输入数据和延时后的数据分别对应输入到加法器一和加法器二求差,得到两路数据  $I'(i)$  和  $Q'(i)$ ,  $I'(i) = I(i) - I(i-2)$ ,  $Q'(i) = Q(i) - Q(i-2)$ ,再对  $I'(i)$  和  $Q'(i)$  求绝对值;所述加法器三对  $I'(i)$  和  $Q'(i)$  的绝对值求和,得到信号幅度  $y(i)$ ;所述比较器将  $y(i)$  和设定的阈值进行比较,并将比较后的结果送入符号计数器计数,若  $y(i)$  大于设定的阈值,则符号计数器的值加 1,否则就减 1;所述符号计数器将计数值送入所述判决控制状态机并接受判决控制状态机反馈;

所述判决控制状态机判断符号计数器每次的计数值是否小于上一次的计数值,如果不小于则继续重复判断,若小于,则判断小于的情况是否经过连续的常数次,若是则取第一个小于的点为符号计数器的最大值点;从最大值点开始启动累加器对信号幅度  $y(i)$  和设定的阈值之差进行累加,当累加值大于零时达到退出点条件,找到符号计数器在达到退出点条件之前的最小值点;所述符号计数器确定了最大值点和最小值点,就找到了 null 符号的起始点和结束点,也就确定了帧头的位置;将所述符号计数器的最大值点和最小值点之间的差值与标准长度进行比较,判别出传输模式,并将符号计数器的最小值点作为下一个 null 符号的起始点;重复以上过程,若两次得到的结果一致则说明同步正确,即帧头位置和传输模式正确,否则取符号计数器的最大值点和最小值点的差值大的一次判断出的帧头位置和传输模式的结果作为正确结果。

2. 一种 T-DMB 系统接收机帧同步方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、对于经过调谐器和 AD 采样后的两路输入数据  $I(i)$  和  $Q(i)$ ,分别进行隔点差分,即将输入数据  $I(i)$  和  $Q(i)$  进行两拍延时得到  $I(i-2)$  和  $Q(i-2)$ ,再分别求差得到数据  $I'(i)$  和  $Q'(i)$ :

$$I'(i) = I(i) - I(i-2), Q'(i) = Q(i) - Q(i-2);$$

步骤二、通过求所述两路数据  $I'(i)$  和  $Q'(i)$  的绝对值和来表示信号幅度,即  $y(i) = |I'(i)| + |Q'(i)|$ ;

步骤三、启动符号计数器;将步骤二所得  $y(i)$  和设定的阈值比较,若  $y(i)$  大于设定的阈值,则符号计数器的值加 1,否则就减 1;

步骤四、判断步骤三所得的符号计数器的值是否小于上一次的符号计数器的值,如果不小于则继续重复判断,若小于,则判断小于的情况是否经过连续的常数次,若是则取第一个小于的点为符号计数器的最大值点;

步骤五、从所述最大值点开始启动累加器对  $y(i)$  和设定的阈值的差进行累加,当累加值大于零的时候,则达到退出点条件,同时找到符号计数器在达到退出点条件之前的最小值点;所述符号计数器确定了最大值点和最小值点,就找到了 null 符号的起始点和结束点,也就确定了帧头的位置;

步骤六、将所述符号计数器的最大值点和最小值点的差值与标准长度进行比较,判别出传输模式;且符号计数器的最小值点即为下一个 null 符号的起始点;

步骤七、重复步骤一至步骤六,若与上次结果一致则说明同步正确,即帧头位置和传输

模式正确,否则取符号计数器的最大值点和最小值点的差值大的一次判断出的帧头位置和传输模式的结果作为正确结果。

3. 根据权利要求 2 所述的 T-DMB 系统接收机帧同步方法,其特征在于:步骤六中当符号计数器最大值点和最小值点的差值与标准长度之间的差在规定的判定范围之内,则判定搜索到的最大值点和最小值点的差值为正确。

## T-DMB 系统接收机帧同步装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种 T-DMB 标准数字电视广播接收系统中的帧同步装置；本发明还涉及 T-DMB 系统接收机帧同步方法。

### 背景技术

[0002] T-DMB 是韩国推出的地面数字多媒体广播标准,该标准是基于欧洲数字广播标准 DAB 基础上做了一些修改而成的,以便向手机、PDA 和便携电视等手持设备传送无线数字电视节目。

[0003] T-DMB 数字电视标准的传输帧结构如图 1 所示,每个帧分为三部分:同步信道(Synchronization Channel),快速信息信道(Fast Information Channel)和主服务信道(Main Service Channel)。其中同步信道处在每个帧的开头部分,占两个符号长度,起到接受端帧同步的作用。在同步信道的两个符号里,第一个是 null 符号,即空符号,它的符号长度规定为  $T_{null}$ ,在四种不同的传输模式下, $T_{null}$  长度也不同,如表 1(注:表中  $T = 1/f_s$ ,为系统采样周期, $T = 1/2048000$  秒),在这个符号时间里,发送端不发送任何信号,因此接受端在这个符号时间里接受到的信号要比正常信号幅度低很多,可以利用这个特性来进行同步;第二个是 PRS(Phase Reference Symbol) 符号,即相位参考符号,这个符号既作为 DQPSK(差分正交相移键控调制)的相位参考,同时 PRS 序列的相关特性也可以用来做初始同步。

[0004]

传输模式	I	II	III	IV
$T_{null}$ 长度	2656T (1297 $\mu$ s)	664T (324 $\mu$ s)	345T (168 $\mu$ s)	1328T (648 $\mu$ s)

[0005] 表 1 四种传输模式下的  $T_{null}$  长度

[0006] 因此,在目前的 T-DMB 帧同步技术中,大致分为两种,一种利用 PRS 符号进行同步,即对接受到的信号进行滑动相关求相关峰的方法,这种方法优点在于利用相关增益,可以有效抵抗信号衰落,提高检测成功率,但是计算量比较大,消耗资源也多。而另一种相对简单的方法是检测 null 符号,通过设定的门限值来找到 null 符号的边界,这种方法通常需要对信号进行低通滤波,然后检测滤波后的波形,但是合适的门限值比较难选,在不同的信道环境下要更换不同的门限值,而另一方面想要抵抗信号的随机衰落,则又要提高低通滤波器的阶数,因此消耗的存储资源也随之变大。

### [0007] 发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是提供一种 T-DMB 系统接收机帧同步装置,它稳定可靠、检测成功率高且节省资源;为此,本发明还要提供一种 T-DMB 系统接收机帧同步方法。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明的 T-DMB 系统接收机帧同步装置包括:加法器一、延时器一、加法器二、延时器二、加法器三、一比较器、一符号计数器和一判决控制状态机,其中:经过调谐器和 AD 采样后的两路输入数据  $I(i)$  和  $Q(i)$  分别对应输入到所述延时器一和延时器二进行两拍延时,分别得到延时后的数据  $I(i-2)$  和  $Q(i-2)$ ,再将两路输入数据和

延时后的数据分别对应输入到加法器一和加法器二求差,得到两路数据  $I'(i)$  和  $Q'(i)$ ,  $I'(i) = I(i) - I(i-2)$ ,  $Q'(i) = Q(i) - Q(i-2)$ , 再对  $I'(i)$  和  $Q'(i)$  求绝对值;所述加法器三对  $I'(i)$  和  $Q'(i)$  的绝对值求和,得到信号幅度  $y(i)$ ;所述比较器将  $y(i)$  和设定的阈值进行比较,并将比较后的结果送入符号计数器,若  $y(i)$  大于设定的阈值,则符号计数器的值加 1,否则就减 1;符号计数器将计数值送入判决控制状态机并接受判决控制状态机反馈;

[0010] 所述判决控制状态机判断符号计数器每次的计数值是否小于上一次的计数值,如果不小于则继续重复判断,若小于,则判断小于的情况是否经过连续的常数次,若是则取第一个小于的点为符号计数器的最大值点;从最大值点开始启动累加器对信号幅度  $y(i)$  和设定的阈值之差进行累加,当累加值大于零时达到退出点条件,找到符号计数器在达到退出点条件之前的最小值点;将所述符号计数器的最大值点和最小值点之间的差值与标准长度进行比较,判别出传输模式;并将符号计数器的最小值点作为下一个符号的起始点,即帧头位置;重复以上过程,若两次得到的结果一致则说明同步正确,即帧头位置和传输模式正确,否则取符号计数器的最大值点和最小值点的差值大的一次判断出的结果作为正确结果。

[0011] 本发明的 T-DMB 系统接收机帧同步方法包括如下步骤:

[0012] 步骤一、对于经过调谐器和 AD 采样后的两路输入数据  $I(i)$  和  $Q(i)$ , 分别进行隔点差分,即,将输入数据  $I(i)$  和  $Q(i)$  进行两拍延时得到  $I(i-2)$  和  $Q(i-2)$ , 再分别求差得到数据  $I'(i)$  和  $Q'(i)$ ;

[0013]  $I'(i) = I(i) - I(i-2)$ ,  $Q'(i) = Q(i) - Q(i-2)$ ;

[0014] 步骤二、通过求所述两路数据  $I'(i)$  和  $Q'(i)$  的绝对值和来表示信号幅度,即  $y(i) = |I'(i)| + |Q'(i)|$ ;

[0015] 步骤三、启动符号计数器;将步骤二所得  $y(i)$  和设定的阈值比较,若  $y(i)$  大于设定的阈值,则符号计数器的值加 1,否则就减 1;

[0016] 步骤四、判断步骤三所得的符号计数器的值是否小于上一次的符号计数器的值,如果不小于则继续重复判断,若小于,则判断小于的情况是否经过连续的常数次,若是则取第一个小于的点为符号计数器的最大值点;

[0017] 步骤五、从所述最大值点开始启动累加器对  $y(i)$  和设定的阈值的差进行累加,当累加值大于零的时候,则达到退出点条件,同时找到符号计数器在达到退出点条件之前的最小值点;

[0018] 步骤六、将所述符号计数器的最大值点和最小值点的差值,与标准长度进行比较,判别出传输模式;且符号计数器的最小值点即为下一个符号的起始点;

[0019] 步骤七、重复步骤一至步骤六,若与上次结果一致则说明同步正确,否则取符号计数器的最大值点和最小值点的差值大的一次判断出的帧头位置和传输模式的结果作为正确结果。

[0020] 本发明由于利用接受信号幅度与设定阈值的差的符号进行计数,进而判定 null 区间,平均同步时间仅需要用 1.5 帧的时间,最慢也不会超过 3 帧;也即是说,在表 1 所示传输模式二(二)的情况下,平均仅需要  $24\text{ms} \times 1.5 = 36\text{ms}$  左右的时间就可以确定帧头位置。而在帧长最长的传输模式一(一),也只需要  $96\text{ms} \times 1.5 = 144\text{ms}$  左右,最慢不超过 288ms;而经过实地

测试,在信号灵敏度 $\geq -100\text{dbm}$ 的情况下,检测成功率可以达到可靠的99.99%以上,对于一般手机以秒为单位计算的开机时间来说,是相当快速和高效的。另一方面,在资源消耗和复杂度上,由于没有采用滤波器,减少了大部分的存储资源,仅仅用一些控制状态机和简单的加法单元就可以实现,大大减少了硬件实现开销,并且可以有效地克服时域脉冲的干扰。

#### [0021] 附图说明

[0022] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细的说明:

[0023] 图1是现有的T-DMB数字电视标准的传输帧结构示意图;

[0024] 图2是本发明的方法中符号计数值变化示意图;

[0025] 图3是本发明的帧同步装置结构示意图;

[0026] 图4是本发明的帧同步装置中判决控制状态机控制流程图。

#### [0027] 具体实施方式

[0028] 对于同步信道的null符号来说,虽然发送端信号为0,但是通过信道干扰后,还是存在比较大的噪声;因此简单的门限值设定在检测中常常会失效,为了能检测到null符号,本发明引入了一个符号计数器。其基本思想为,求信号幅度M与固定阈值T的差,对这个差值的符号位S进行计数,在非null的符号里,S应该大部分为1,在null的符号里,则S为-1,所以这个符号计数器的计数值就会出现类似z字型的变化趋势(其形状可参考图2),只要确定了这个计数值变化的两个折点,就找到了null符号的起始点和结束点,从而也就确定了帧头的位置。

[0029] 本发明具体实现的同步过程如下:

[0030] 1、对于经过调谐器和AD采样后的两路输入数据I(i)和Q(i),分别进行隔点差分,即: $I'(i) = I(i) - I(i-2)$ 和 $Q'(i) = Q(i) - Q(i-2)$ 。

[0031] 2、通过求所述两路数据I'(i)和Q'(i)的绝对值和来表示信号幅度,即 $y(i) = |I'(i)| + |Q'(i)|$ 。

[0032] 所述的隔点差分是指,将输入数据I(i)和Q(i)进行两拍延时得到I(i-2)和Q(i-2),再分别求差得到数据I'(i)和Q'(i),以消除混在信号里的直流分量。

[0033] 3、选定一个阈值th\_val,将每一个步骤2得到的y(i)值与其进行比较,当选定的这个阈值在一个合适的范围里时,可以使得除了在Tnull这段期间的数据之外的大部分的y(i)值都大于这个阈值。因此再设定一个符号计数器,如果接受的y(i)大于阈值th\_val,则符号计数器的值加1,否则就减1。符号计数器的变化趋势如图2。

[0034] 4、找到符号计数器最大值点,如图2,在进入Tnull区间之前的一点,符号计数器值会上升到一个最大值点,这里为了确定这个最大值点并不是由于衰落等其他原因造成,在一段范围内进行比较。如果在一段范围内这个点都是最大的,那么就确定是由于Tnull造成的最大值点。

[0035] 5、找到退出点和最小值点。找到最大值点后,再找退出点,这里需要启动一个累加器, $Tnull\_acc = \sum (y(i) - th\_val)$ 。这个累加器从最大值点往后开始累加,在Tnull区间里,这个累加器的值都是负的,而当退出Tnull区间的时候,y(i)的值远远大于th\_val,因此累加器也会很快回到正值。在累加器回到正值的点,也就是退出点。同时,在这段区间里,也可以找到符号计数器的最小值点(在找最大值的同时也在进行最小值的寻找)。

[0036] 6、判别传输模式和确定同步点。找到了最小值点和最大值点,可以得到它们之间

的差值,即搜索到的  $T_{null}$  长度,用它与标准  $T_{null}$  长度(参考附表 1)进行比较,可以判别出传输模式。这里规定了一个判定范围  $T_{null\_range}$ ,当搜索到的  $T_{null}$  长度与标准  $T_{null}$  长度之间的差小于这个判定范围,则判定这次搜索正确。而最小值点即为  $T_{null}$  的结束和下一个符号的起始点。

[0037] 7、重复一次上面步骤 1~6,再找一次帧头位置和判定一次传输模式作为确认,两次找到的结果一致则说明帧头及传输模式准确,否则取  $T_{null}$  长度大的一次作为正确结果。

[0038] 如图 3 所示,本发明的帧同步装置包括加法器一、延时器一、加法器二、延时器二、加法器三、一比较器、一符号计数器和一判决控制状态机,其中:输入数据为前端经过调谐器和 AD 采样后的两路数据  $I(i)$  和  $Q(i)$ ,分别经过延时器一,二后进行两拍延时得到  $I(i-2)$  和  $Q(i-2)$ ,加法器一,二再分别对两者求差,得到序列  $I'(i)$  和  $Q'(i)$ ,然后加法器三求这两个序列绝对值的和,得到  $y(i)$  序列,将  $y(i)$  和设定阈值  $th\_val$  通过比较器进行比较,得出的符号进行计数,即可得到图 2 所示波形。符号计数器将计数值送入判决控制状态机并接受判决控制状态机反馈。

[0039] 判决控制状态机内部流程如图 4,同步过程开始启动后,首先清零符号计数器,让其重新开始计数,然后判断每次的计数器值是否小于上一次的计数值;如果出现小于的情况,则继续判断,如果经过连续的  $n$  次都是小于的情况( $n$  可以选择配置,这里可以设为常数),则认为第一个小于的点就是最大值点。这时启动累加器,对  $(y(i)-th\_val)$  进行累加,当累加器的累加值大于零的时候,则认为达到退出点条件,一次同步的过程结束,计算最小值点和最大值点之间的差值,判决传输模式。最后,重复一下以上过程作为确认,经过两次同步后,即可退出该控制状态机。

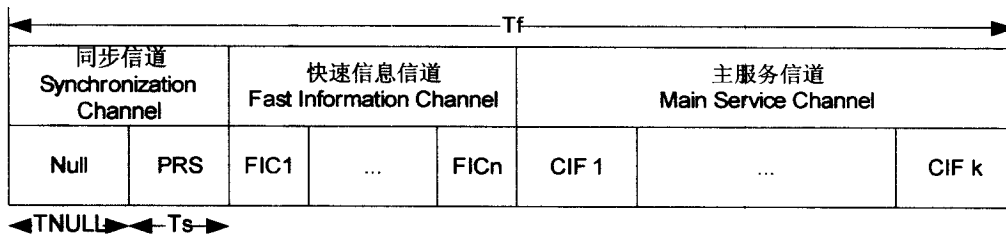


图 1

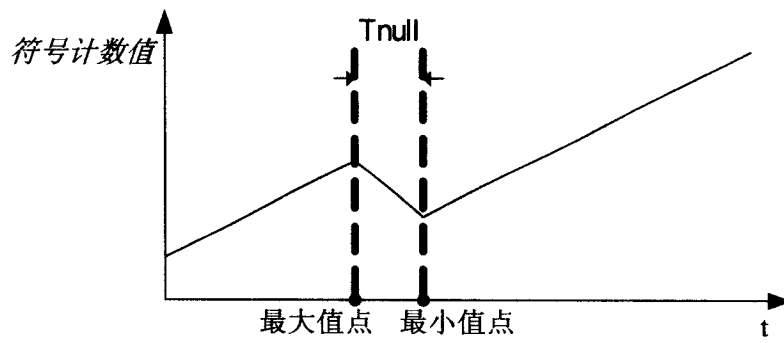


图 2

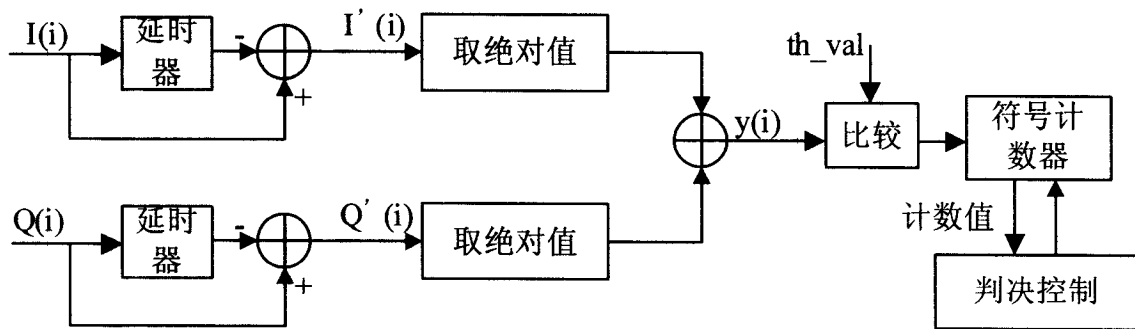


图 3

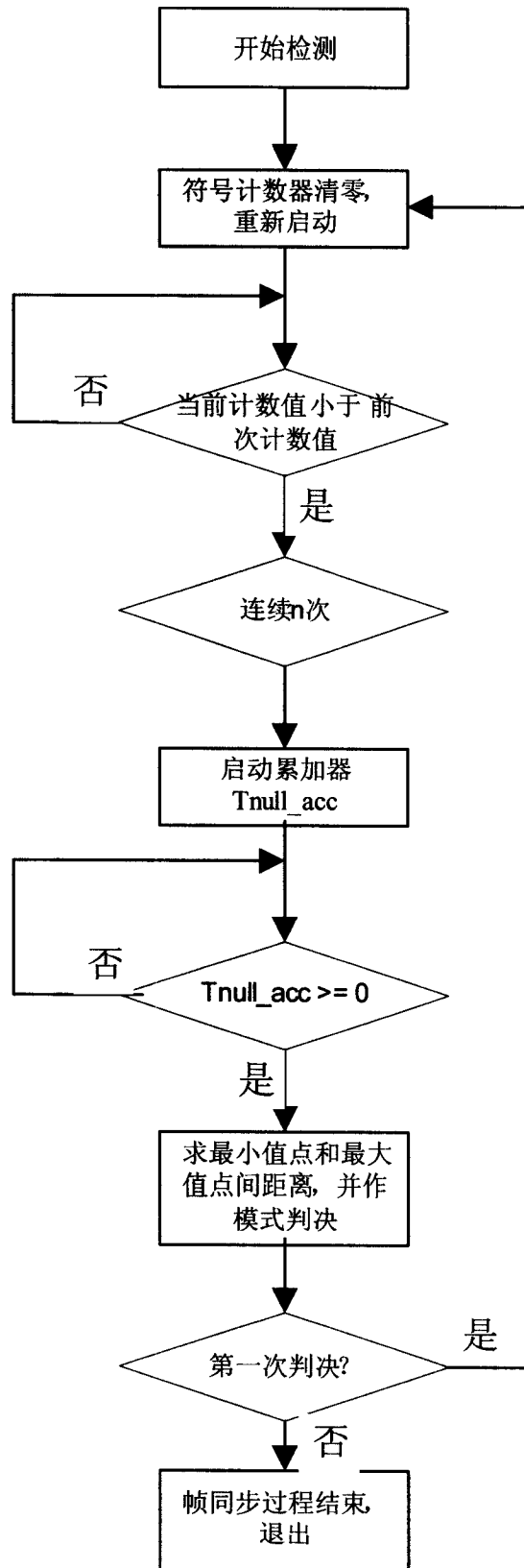


图 4