



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102034484 A

(43) 申请公布日 2011.04.27

(21) 申请号 201010208296.8

(22) 申请日 2010.06.18

(30) 优先权数据

12/570,326 2009.09.30 US

(71) 申请人 LSI 公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 刘靖峰 张昊天 宋宏伟 孙凌燕

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 刘倜

(51) Int. Cl.

G11B 5/02 (2006.01)

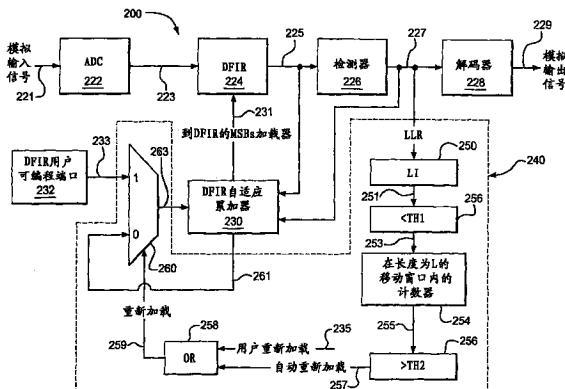
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

自动的滤波器重置机制

(57) 摘要

本发明涉及自动的滤波器重置机制。在一个实施例中，一种(硬盘驱动器)读通道具有其抽头系数自适应地更新的(DFIR均衡)滤波器。重置控制器监视所述滤波器的下游产生的(LLR)信号以自动地确定何时重置所述滤波器，例如，通过重新加载初始的用户指定的抽头系数的集合来重置所述滤波器。对于LLR值，在重置控制器检测到近来过多的LLR值具有过低的置信值时，重置控制器确定将滤波器重置。当在硬盘驱动器读通道中实现时，所述重置控制器可以在硬盘驱动器的扇区内的读操作期间将所述滤波器重置一次或更多次。



1. 一种读通道 (200), 包括 :

滤波器 (224), 其基于自适应地更新的抽头系数 (231) 的集合对信号 (223) 滤波以产生滤波后的信号 (225) ;

系数更新器 (230), 其基于初始抽头系数 (233) 的集合产生所述自适应地更新的抽头系数的集合;以及

重置控制器 (240), 其监视由滤波后的信号获得的下游信号 (227) 以确定何时将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

2. 如权利要求 1 的读通道, 其中该读通道是硬盘驱动器读通道, 以及该重置控制器被配置用于在该硬盘驱动器的扇区内将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置一次或更多次。

3. 如权利要求 1 的读通道, 其中该滤波器是数字有限脉冲响应 DFIR 均衡滤波器, 以及该系数更新器是利用最小均方 LMS 算法自适应地更新抽头系数的 DFIR 自适应累加器。

4. 如权利要求 1 的读通道, 其中所述下游信号包括对数似然比 LLR 值, 每一 LLR 值具有符号比特和多比特的置信值 (251), 以及在重置控制器检测到在具有预先确定的计数大小 (L) 的窗口内 LLR 值中的超过规定计数 (TH2) 的 LLR 值具有比指定的幅度阈值 (TH1) 小的多比特置信值时, 所述重置控制器确定将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

5. 如权利要求 1 的读通道, 其中所述重置控制器通过将所述初始抽头系数的集合重新加载到所述系数更新器中来将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

6. 如权利要求 5 的读通道, 其中所述重置控制器自动地或响应于手动激活的信号重新加载所述初始抽头系数的集合。

7. 如权利要求 1 的读通道, 还包括 :

检测器 (226), 其将所述滤波后的信号转换成对数似然比 LLR 值 (227) ;

解码器 (228), 其解码所述 LLR 值以产生数字输出信号;和

端口 (232), 其用于将所述初始抽头系数的集合提供至所述系数更新器, 其中 :

所述系数更新器使用所述滤波后的信号和所述 LLR 值来基于所述初始抽头系数的集合产生所述自适应地更新的抽头系数的集合;和

所述重置控制器监视由所述滤波后的信号获得的所述 LLR 值, 以确定何时将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

8. 如权利要求 7 的读通道, 其中所述重置控制器利用所述初始抽头系数的集合将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

9. 如权利要求 8 的读通道, 其中所述重置控制器通过自动地或响应于手动激活的信号重新加载所述初始抽头系数的集合来将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

10. 一种机器实现的用于操作读通道 (200) 的方法, 所述方法包括 :

(a) 所述机器基于自适应地更新的抽头系数 (231) 的集合对信号 (223) 滤波 (224) 以产生滤波后的信号 (225) ;

(b) 所述机器基于初始抽头系数 (233) 的集合产生 (230) 所述自适应地更新的抽头系数的集合;以及

(c) 所述机器监视 (240) 由所述滤波后的信号获得的下游信号 (227) 以确定何时将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

自动的滤波器重置机制

技术领域

[0001] 本公开的主题涉及信号处理，并且特别涉及采用自适应均衡滤波器的信号处理。

背景技术

[0002] 图 1 是现有技术的用于硬盘驱动器 (hard drive) 的读通道 100 的框图。读通道 100 接收与硬盘驱动器上存储的数据对应的模拟输入信号 121，并产生表示硬盘驱动器上存储的数据的数字的解码输出信号 129。

[0003] 特别是，模数转换器 (ADC) 122 将模拟输入信号 121 数字化以产生数字输入信号 123。数字有限脉冲响应 (DFIR) 滤波器 124 基于抽头系数 (tap coefficient) 131 的集合对数字输入信号 123 进行均衡，以产生均衡的数字信号 125。检测器 126 将均衡的数字信号 125 转换成多比特对数似然比 (LLR) 值 127，其中每一 LLR 值具有符号比特和多比特置信值。检测器 126 例如实现适当的检测技术，诸如维特比 (Viterbi) 软输出检测或最大后验概率 (maximum a posteriori, MAP) 检测，以产生 LLR 值。解码器 128 对 LLR 值解码以产生解码的输出信号 129。

[0004] DFIR 滤波器 124 是自适应滤波器，通过 DFIR 自适应累加器 (adaptation accumulator) 130 自适应地更新其抽头系数 131。DFIR 自适应累加器 130 经由 DFIR 用户可编程端口 132 接收初始的用户指定的抽头系数 133 的集合，并自适应地更新那些抽头系数以产生抽头系数 131，来使 DFIR 滤波器 124 的操作适应动态信号状态。DFIR 自适应累加器 130 基于 (i) 来自 DFIR 滤波器 124 的均衡的信号 125 以及 (ii) 来自检测器 126 的 LLR 值 127 的符号比特来实现最小均方 (LMS) 算法，以更新抽头系数。

[0005] 在典型的硬盘驱动器读通道操作中，在硬盘驱动器的每一扇区的开始，断言用户重新加载信号 135，以将所述初始的用户指定的抽头系数 133 的集合重新加载到 DFIR 自适应累加器 130 中，以将抽头系数 131 重置。然而，在低信噪比环境中，DFIR 滤波器 124 小小偏离其合适的设置就可以导致信号超出限制且导致失控 (runaway)，从而导致解码的输出信号 129 中的猝发错误，并且可以使得 DFIR 滤波器 124 进一步发散。

发明内容

[0006] 本公开的主题通过提供用于在硬盘驱动器的扇区内的读操作期间，自动将在硬盘驱动器的读通道中的均衡滤波器（诸如，数字有限脉冲响应 (DFIR) 滤波器）重置的机制，解决了当前技术的问题。该机制自适应地调整滤波器系数以跟踪读通道中信号状态变化，但是采用阈值处理来确定在正在被读取的特定扇区内所述系数是否需要被自动地再调整或重置，以避免失控。该机制可以动态地且急速地 (on-the-fly) 执行其操作，而不必重新读取数据。

[0007] 在一个实施例中，本发明是一种读通道，其包括滤波器、系数更新器、以及重置控制器。所述滤波器通过基于自适应地更新的抽头系数的集合来对信号滤波以产生滤波后的信号。所述系数更新器基于初始的抽头系数的集合产生所述自适应地更新的抽头系数的集

合,以及所述重置控制器监视由所述滤波后的信号获得的、用以确定何时将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置的下游信号。该读通道还可以以一个或更多个集成电路实现。

[0008] 另一实施例涉及一种用于操作读通道的方法。所述方法包括基于自适应地更新的抽头系数的集合来对信号滤波以产生滤波后的信号。产生基于初始的抽头系数的集合的自适应地更新的抽头系数的集合,并监视下游信号,所述下游信号由所述滤波后的信号获得用以确定何时将所述自适应地更新的抽头系数的集合重置。

附图说明

[0009] 现在说明附图,其中,相同或相应的数字指示相同或相应的部件。在附图中:

[0010] 图 1 是现有技术的用于硬盘驱动器的读通道的框图;

[0011] 图 2 是本公开主题的用于硬盘驱动器的读通道的框图;以及

[0012] 图 3 是在图 2 的重置控制器内产生的计数器值的图解表示。

具体实施方式

[0013] 图 2 示出了本公开主题的用于硬盘驱动器的读通道 200 的框图。如同图 1 的读通道 100,读通道 200 接收与硬盘驱动器上存储的数据对应的模拟输入信号 221,并产生表示硬盘驱动器上存储的数据的数字的解码输出信号 229。图 2 的元件 222-232 以及信号 221-235 分别类似于图 1 的元件 122-132 以及信号 121-135。

[0014] 读通道 200 还包括重置控制器 240,其确定何时用来自 DFIR 用户可编程端口 232 的用户指定的抽头系数 233 重新加载 DFIR 自适应累加器 230。

[0015] 特别是,幅度检测器 250 确定来自检测器 226 的 LLR 值 227 的幅度,并输出幅度值 251。例如,如果 LLR 值 227 是具有符号比特以及四比特置信值的五比特值,则幅度检测器 250 输出该四比特置信值作为幅度值 251。在读通道 200 的其它实现方式中,具有除了五以外的比特数的 LLR 值是可能的。

[0016] 幅度阈值器 (magnitude threshold) 252 将每一幅度值 251 与指定的 (可编程的) 幅度阈值 TH1 相比较,并输出指示当前幅度值 251 是否小于该幅度阈值 TH1 的一比特的比较信号 253。

[0017] 计数器 254 跟踪对于与 L 个最近来的 LLR 值 227 对应的具有 (可编程的) 长度 L 的移动 (在时间上) 窗口的数字比较信号值 253,并产生计数器值 255,该计数器值 255 指示:对于该移动窗口的当前位置,幅度值 251 中有多少个是小于幅度阈值 TH1 的。

[0018] 计数器阈值器 256 将当前计数器值 255 与指定的 (可编程的) 计数器阈值 TH2 相比较,并输出一比特的自动重新加载信号 257,该自动重新加载信号 257 指示当前计数器值 257 是否大于计数器阈值 TH2。在图 2 的特定实现方式中,如果当前计数器值 257 大于计数器阈值 TH2,则自动重新加载信号 257 被设置为 1 (“高”)。

[0019] 逻辑块 258 对一比特的用户重新加载信号 235 和一比特的自动重新加载信号 257 应用逻辑“或”操作,以产生一比特的重新加载信号 259。如果重新加载信号 235 或 257 为高,则重新加载信号 259 将还是为高。注意,在其它实现方式中,例如,根据二进制的重新加载信号 235 和 257 的逻辑定义以及多路复用器 (mux) 260 的配置,可以由逻辑块 258 执行其它适当类型的逻辑操作 (例如,“异或”)。

[0020] mux 260 (i) 在其“1”输入端处从 DFIR 用户可编程端口 232 接收用户指定的抽头系数 233, 以及 (ii) 在其“0”输入端处从 DFIR 自适应累加器 230 接收自适应地更新的抽头系数 261。如果重新加载信号 259 为低 (“0”), 则 mux 260 将自适应地更新的抽头系数 261 重新应用于 DFIR 自适应累加器 230 (经由信号 263) 以用于在产生用于 DFIR 滤波器 224 的抽头系数 231 的过程中的进一步的自适应更新。另一方面, 如果重新加载信号 259 为高 (“1”), 则 mux 260 将用户指定的抽头系数 233 应用于 DFIR 自适应累加器 230 (经由信号 263), 以对用于 DFIR 滤波器 224 的抽头系数 231 的产生进行重置。注意, 在 DFIR 自适应累加器 230 的一种典型的实现方式中, 每一被应用到 DFIR 滤波器 224 的抽头系数 231 由与累加器 230 在其自适应系数更新处理中产生并重新使用的相应抽头系数 261 的最高有效比特 (MSBs) 对应的比特的子集形成。

[0021] 如所述的, 重置控制器 240 使得能够在两种情形中的任何一个时将 DFIR 滤波器 224 的操作重置。一种情形是由用户经由用户重新加载信号 235 指定的手动重新加载情形。另一种情形是在控制器 240 检测到过多的 LLR 值 227 具有过低的置信值时发生的自动重新加载情形。后一种情形表明读通道可能未以足够精确的方式操作, 这可能是由 DFIR 滤波器 偏离其合适的设置而引起的。为了解决该情形, 将抽头系数重置到其用户指定的值。

[0022] 用户重新加载信号 235 可用于在对每一扇区的读取开始时手动地将抽头系数重置到其用户指定的值, 如在当前技术中所进行的那样。然而, 注意, 重置控制器 240 可以在任何时候 (包括在扇区内的读操作期间一次或更多次地) 经由自动重新加载信号 257 自动地将抽头系数重置到其用户指定的值。

[0023] 注意, 在一种实现方式中, 每当重新加载信号 259 被断言 (“高”) 时, 控制器 240 的处理被重置。将控制器 240 的处理重置可以包括将移动窗口中的所有的值设置为大于所指定的幅度阈值 TH1 的值, 以将计数器值 255 重置到零。这种将控制器 240 的处理重置将可以将用户指定的抽头系数 233 重新加载到累加器 230 中的频率限制为对于每 TH2 个 LLR 值 227 至多一次。

[0024] 图 3 是对于具有四比特置信值的五比特 LLR 值 227 在利用 10 的幅度阈值 TH1 以及 500 的窗口大小 L 的图 2 的重置控制器 240 内产生的计数器值 255 的作为时间函数 (就 LLR 值 227 而言) 的图解表示。这些结果表明可以使用 40 的计数器阈值 TH2 来确定何时重新加载抽头系数。通过对利用标称的信号状态以及标称的 DFIR 设定的、长度为 L 的移动窗口中超过 TH1 的失锁率 (loss of lock rate, LOLR) 发生的次数进行计数, 以及对其增加裕量 (margin), 来获得 TH2。

[0025] 尽管本公开的主题在硬盘驱动器读通道内的对信号进行均衡的数字有限脉冲响应 (DFIR) 滤波器的上下文中进行了讨论, 但是本发明可以被实现用于具有相同或其它类型的均衡滤波器 (诸如, 无限脉冲响应 (DIIR) 滤波器和 / 或模拟自适应 DFIR 滤波器) 的相同或其它类型的读通道。另外, 尽管本公开的主题是在处理 LLR 值以确定何时重新加载抽头系数的重置控制器的上下文中进行了论述, 然而可以利用通过处理其它适当类型的数据 (诸如, 均方误差或解码中的奇偶性违反的数目) 来确定何时重新加载抽头系数的重置控制器来实现本发明。

[0026] 尽管本公开的主题已经在利用 LMS 算法自适应地更新抽头系数的 DFIR 自适应累加器的上下文中进行了论述, 但是本发明不限于此。在其它实现方式中, 可以使用其它适当

类型的自适应算法,诸如迫零(zero forcing)算法。

[0027] 尽管本公开的主题已经在通过重新加载所述初始的用户指定的抽头系数的集合来将抽头系数重置的重置控制器的上下文进行了论述,但是本发明不限于此。例如,在其它实现方式中,重置控制器可以利用其它抽头系数(诸如,先前生成的自适应地产生的抽头系数的集合)来将抽头系数重置。利用这样的抽头系数可以加快自适应处理以对于当前的信道条件收敛在合适的抽头系数上。

[0028] 本发明可以被实现为基于(模拟的、数字的,或模拟和数字两者混合的)电路的处理,包括作为一个或更多个集成电路(诸如ASIC或FPGA)、多芯片模组、单个卡、或多卡电路组件(multi-card circuitpack)的可能的实现方式。如本领域技术人员将清楚知道的,电路元件的多种功能也可以被实现为软件程序中的处理块。这种软件可以被采用在例如数字信号处理器、微控制器、或通用计算机中。

[0029] 上述的包括其各部分的处理可以由软件、硬件及其组合执行。这些处理及其各部分可以由计算机、计算机型装置、工作站、处理器、微处理器、其它电子搜索工具及存储器、以及与其关联的其它存储型装置执行。该处理及其各部分还可以被实施在机器等可读的可编程存储装置(例如,压缩光盘(CD)或其它盘包括磁盘、光盘等等)或其它计算机可用存储介质(包括磁的、光的、或半导体的存储装置,或其他的电子信号源)中。

[0030] 权利要求中附图数字和/或附图参考标记的使用意图是标识所要求保护的主题的一个或更多个可能的实施例,以便于对权利要求的解释。这种使用不应被看作是必然将权利要求的范围限制于相应附图中所示的实施例。

[0031] 在此的对“一个实施例”或“实施例”的引用意味着结合该实施例描述的特定特征、结构或特性可以被包括在本发明的至少一个实施例中。在说明书中多处出现的短语“在一个实施例中”并非都必然全都引用同一实施例,也不是分开的或替代的实施例必然与其它实施例互斥。同样的情况也适用于术语“实现方式”。

[0032] 在此已经示例性地参考具体的硬件和软件描述了该处理(方法)和系统,包括其各组成部分。该处理(方法)已经被描述为示例性的,因此本领域普通技术人员可以省略和/或改变具体的步骤及其次序,以使这些实施例适于实际情况而无需过度的实验。已经在足以使得本领域普通技术人员能够容易地在没有过度的实验并利用传统方法的情况下使可能需要的其它硬件和软件适合将任何实施例应用于实践的意义上描述了该处理(方法)和系统。

[0033] 尽管已经描述了本公开的主题的优选实施例以便于使得本领域技术人员能够实践本公开的主题,但是前面的描述意图仅是示例性的。其不应被用于限制本公开的主题的范围,本公开的主题的范围应该参考下面的权利要求而定。

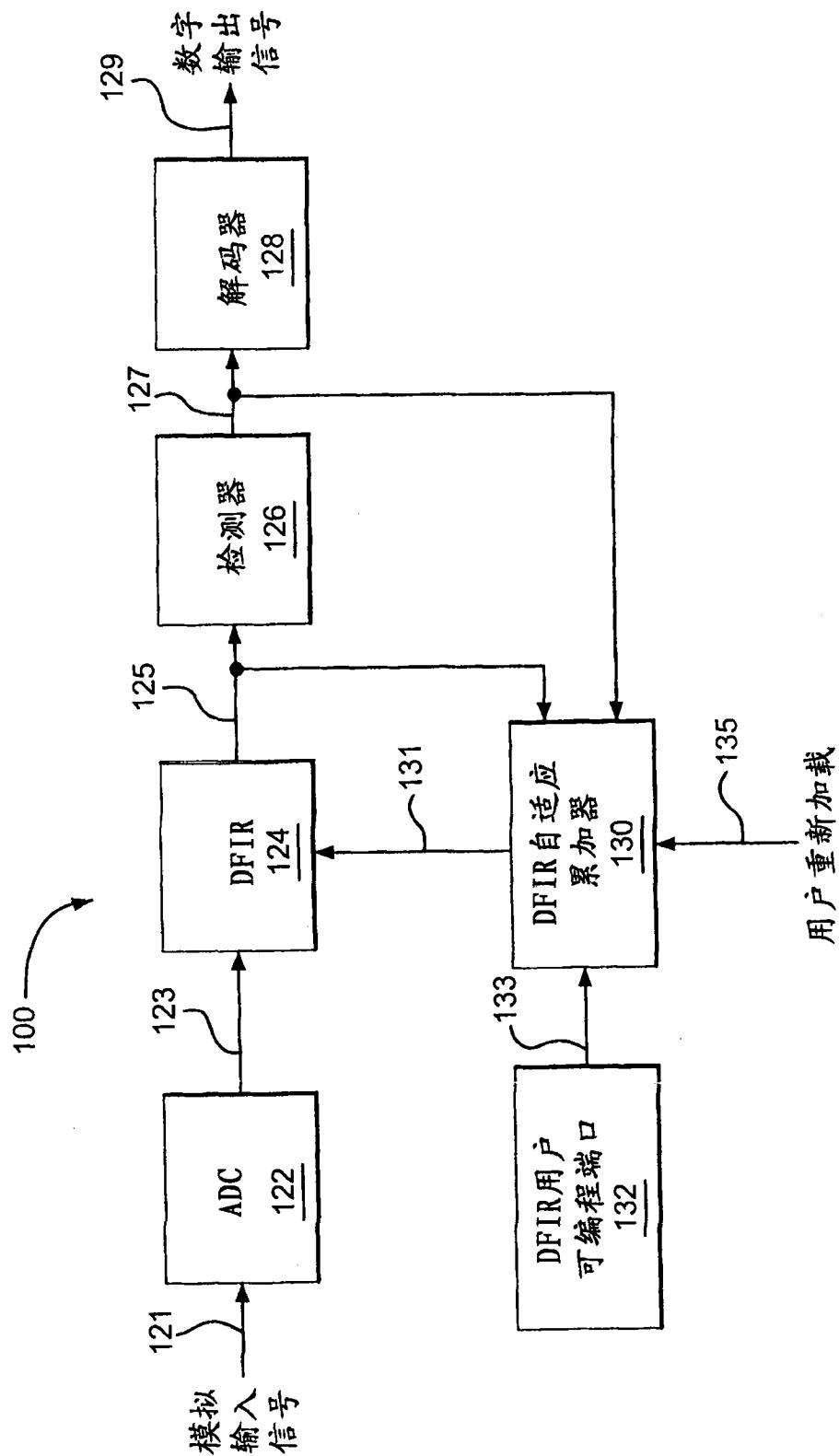


图 1

(现有技术)

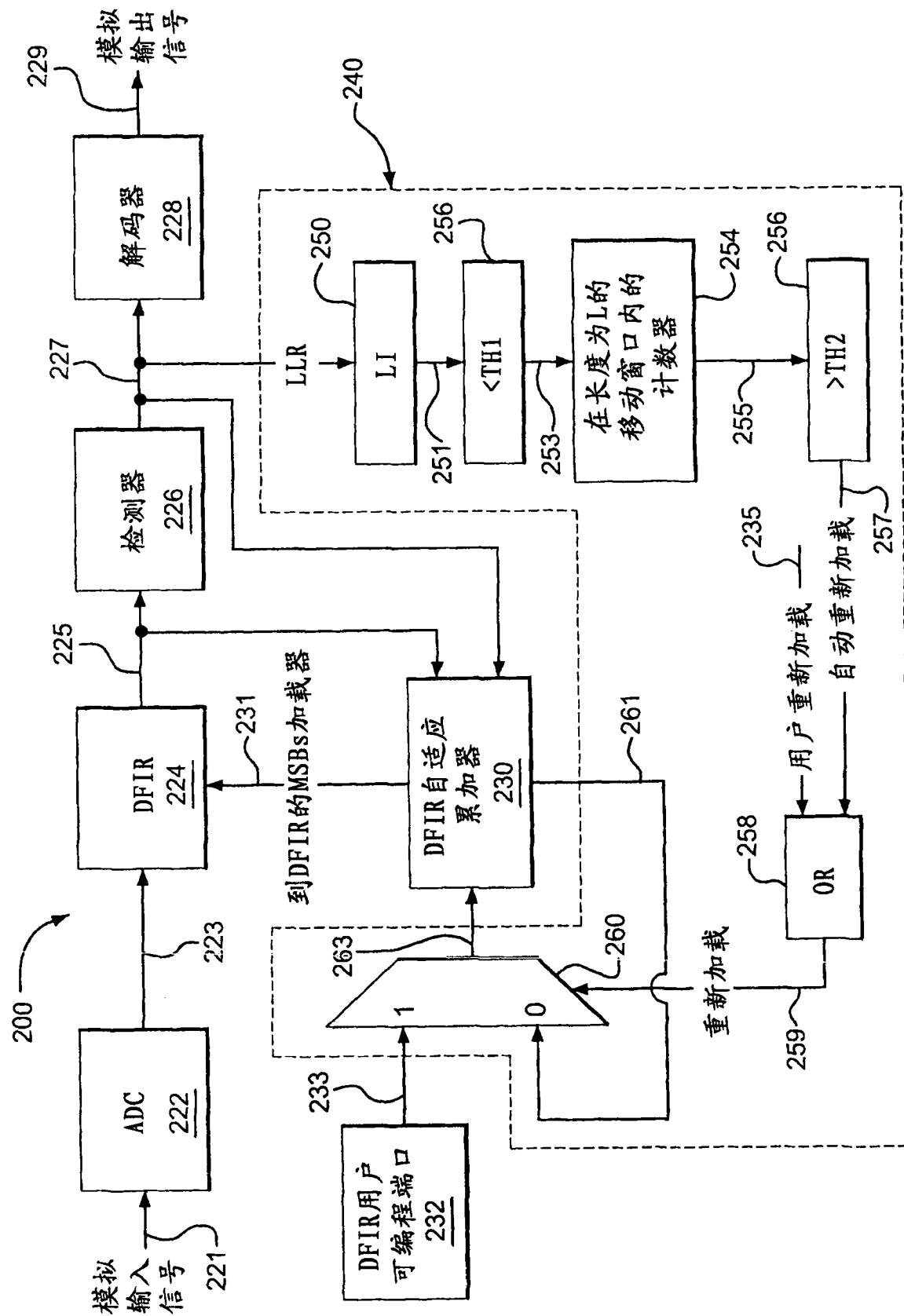


图 2

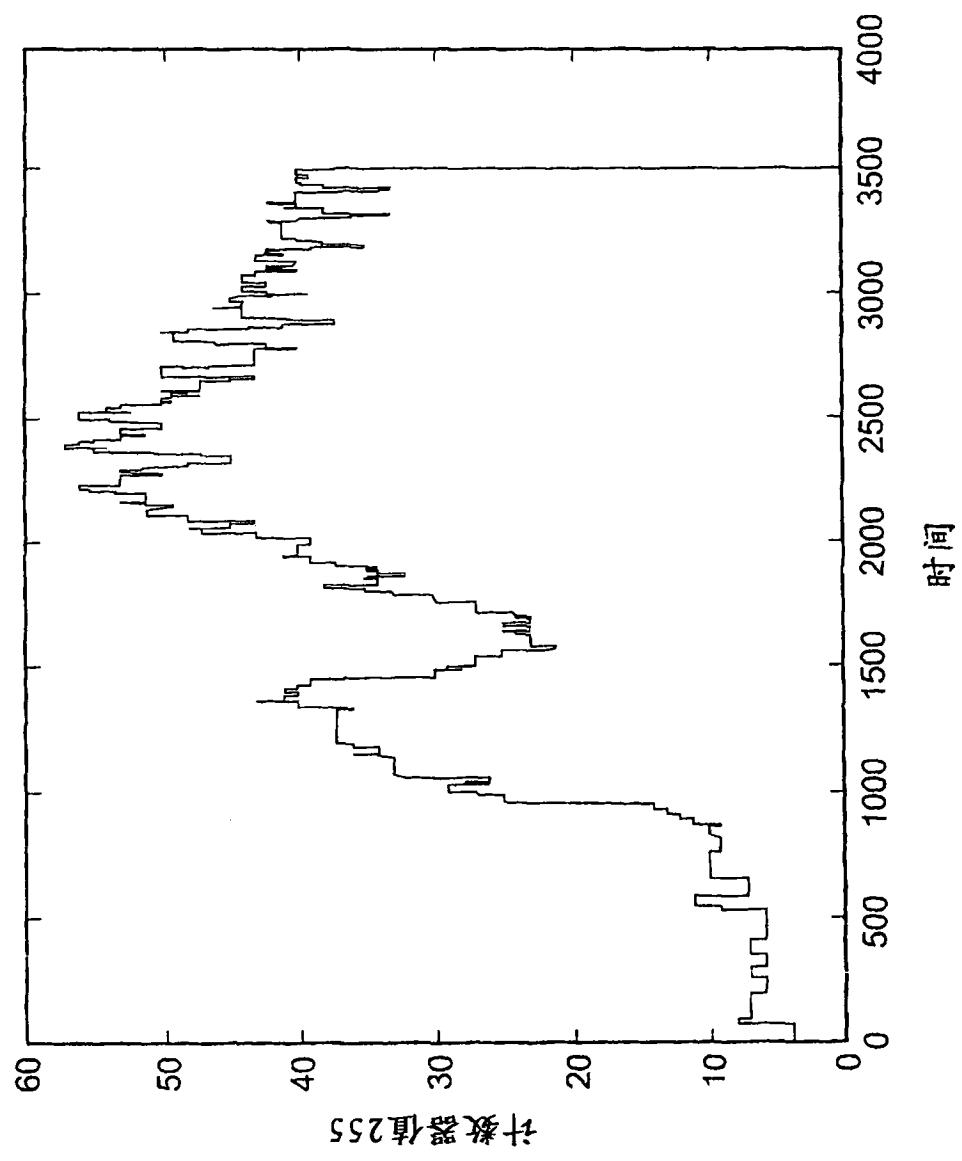


图 3