

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 8/06 (2006.01)
H04R 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710124511.4

[43] 公开日 2009 年 5 月 13 日

[11] 公开号 CN 101427930A

[22] 申请日 2007.11.9

[21] 申请号 200710124511.4

[71] 申请人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南 12 路迈瑞大厦

[72] 发明人 皮兴俊

[74] 专利代理机构 深圳市睿智专利事务所
代理人 陈鸿荫

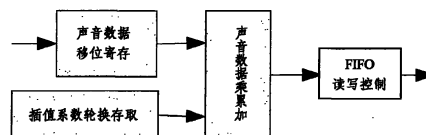
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法

[57] 摘要

一种用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法，基于用数字信号处理器完成对超声回波信号的前期处理，DSP 器件将声音信号逐批发给可编程器件，可编程芯片对数据完成串并变换，恢复出正向、反向血流的声音数据，每相邻的数据补 7 个零，用一个 63 阶的 FIR 来完成升采样滤波，用到可编程芯片的 8 个专门乘法器，被插值的点用 8 个原始点数据和插值系数相乘累加后得到，轮流切换系数，切换 8 次后刚好所有的系数用到，最终得到 8 个升采样滤波数据。将升采样后滤波数据存入 FIFO，然后匀速输出送给 DAC 芯片。本发明用可编程芯片将部分声音信号进行升采样处理，在不增加缓存的情况下，提高较低 PRF 下的采样效率，减少 DAC 的带内高频信号的失真，以改善多普勒声音质量。



1. 一种用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法，基于用数字信号处理器完成对超声回波信号的前期处理，从中分离出正反方向血流的声音数据；其特征在于包括如下步骤：
 - A. 采用可编程器件逐批接收所述正反方向血流的声音数据，对所述数据完成串并变换，恢复出正向、反向血流的声音数据；
 - B. 在所述可编程器件中构建 $N \times M - 1$ 阶有限冲击响应滤波器作升采样运算， M 和 N 都是自然数；该滤波器包括 M 个乘法器，通常 $M \geq 8$ ， N 是滤波器中乘法器被复用的次数，通常也是 $N \geq 8$ ；
 - C. 在所述声音数据低位补入 $N - 1$ 个 0；对每一个声音数据都执行如下 D 至 F 的步骤；
 - D. 读入一个声音数据，该声音数据经过 M 次移位形成 M 个原始点数据；
 - E. 用所述 M 个原始点数据和插值系数相乘累加，轮流切换所述插值系数，实现系数滚翻；而切换 N 次后所有的插值系数都用到，最终形成 N 个升采样滤波数据；
 - F. 根据声音数据的采样频率，将所述 N 个升采样滤波数据有选择地输入至存储器，存储经改善的声音数据，匀速地从所述存储器读出经改善的声音数据。
2. 根据权利要求 1 所述用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法，其特征在于：

所述步骤 E 包括如下的步骤：

 - E1. 配置 N 个插值系数组，每个插值系数组包括 M 个插值系数；
 - E2. 重复执行 N 次步骤 E3 至 E4，得到 N 个升采样滤波数据；
 - E3. 将所述 M 个原始点数据同一个插值系数组中的 M 个插值系数相乘累加形成 M 个插值数据，将所述 M 个数据累加并截去低位，最终形成一个升采样滤波数据；
 - E4. 切换下一个插值系数组，并重复执行步骤 E3。
3. 根据权利要求 1 所述用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法，其特征在于：

所述步骤 F 包括如下的步骤：

 - F1. 根据所述声音数据的采样频率将所述 N 个升采样滤波数据有选择地输入所述存储器，
对于所述采样频率小于 2K 的声音数据，所述 N 个升采样滤波数据全部写入所述存储器；

对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据,每隔一个升采样滤波数据写入所述存储器;

对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据,每隔四个升采样滤波数据写入所述存储器;

对于采样频率大于 8K 的声音数据,每隔 N 个升采样滤波数据写入所述存储器;
F2. 配置脉冲重复频率 PRF 的周期指示计数,根据声音数据的采样频率调整计数周期,并且令 X 是 $N/2$ 的整数部分, Y 是 $N/4$ 的整数部分,

对于采样频率小于 2K 的声音数据,计数周期调整为 $1/N$ 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据,计数周期调整为 $1/X$ 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据,计数周期调整为 $1/Y$ 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于 8K 的声音数据,计数周期调整为 1 个声音数据的采样周期;
调整计数周期后,每个计数周期读出一个升采样滤波数据。

4. 根据权利要求 1、2 或者 3 所述用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法,其特征在于:

所述 $N = M = 8$ 。

5. 根据权利要求 1 或者 3 所述用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法,其特征在于:
所述存储器是先入先出 FIFO 存储器。

6. 根据权利要求 1 所述用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法,其特征在于:
所述声音数据的位数是 12。

7. 根据权利要求 1 所述用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法,其特征在于:

在执行步骤 C 之后、步骤 D 之前,将补 0 后的正向血流声音数据和反向血流声音数据复用成一个声音数据;相应地,在执行步骤 E 之后、步骤 F 之前,经过解复用,形成正向血流升采样滤波数据和反向血流升采样滤波数据。

用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法

技术领域

本发明涉及医疗超声成像系统，尤其涉及用多普勒效应检测血流速度并将其变换为声音信号的方法，特别是涉及在较低的扫描速度下，改善血流声音质量的方法。

背景技术

在超声成像系统中，多普勒效应被广泛应用于血流的检测。在应用超声多普勒效应检查动静脉血流，需要将血流速度转化为另外一种直观的方式表示出来，比如：声音、图谱等等。一般来说，超声换能器发射超声波到受试者体内，接收从受试者体内返回的超声回波。在血管中，运动的红细胞对超声波散射，这种散射会使得超声回波的频率发生偏移。频率偏移的大小和发射的超声波中心频率，以及红细胞的运动速度相关。因此，只要测量出超声回波频率偏移，就可以测量出红细胞的运动情况。将回波频率的偏移以声音方式播放出来，通过声音判断血流的运动情况，从而对器官的健康状况作出评估。

图1展示传统的超声多普勒声音分析系统的基本信号处理流程。超声回波信号经过波束合成后形成射频回波信号，该射频回波信号是经多普勒频移后的带通信号，将所述经多普勒频移后的带通信号作频移和低通滤波后得到基带的频移信息；选通血流的信息累加，将累加的结果完成壁滤波处理。壁滤波是一个采样频率为扫描发射频率的高通滤波器，其功能是去掉低频的组织运动部分，保留血流运动部分。为了将血流信息以图像以及声音的形式显示出来，壁滤波后的信息分为两路，一路做谱图处理，另外一路做声音信号处理。由于存在频谱混叠，为了防止把较高频率的正向血流当作负向血流播放出来，在声音信号处理中，首先升一倍采样完成基线频移，滤除镜像后反移回去，通过希尔伯特 HILBERT 变换完成正反方向血流声音数据的分离，然后逐批送出正反方向血流声音数据。整个处理过程在数字信号处理器 Digital Signal Processor，简称 DSP 的芯片中完成。此后所述正反方向血流声音数据输出给数字-模拟转换器 Digital to Analog Converter，简称 DAC 的芯片，最终将声音播放出来。

由于 DAC 输出结果是对数据的采样保持，保持的时间长度取决于采样率，相当于在时域上原始采样数据和宽度为采样时间的矩形函数卷积，时域上卷积，相当于在频域上相乘。图 2 是 DAC 变换前的离散信号频谱分析示意图，图 3 是采样时间矩形函数的频谱，原始采样数据的周期谱和 SINC 函数相乘后，如图 4 的 DAC 输出结果的频谱图所示，在 $kF_s \pm f$ 之间存在逐渐衰减的信号镜像频谱，同时带内存在 SINC 失真，式中 k 为非 0 的整数， F_s 为采样频率， f 为音频信号的最高频率成分。镜像频谱成分可以通过加模拟低通抗混叠滤波器消除。从频谱图中可以看出，带内频率越高的成分，失真越大。人耳能感受到的音频范围为 20Hz 至 20KHz，假设 F_s 较小，如 1.5K，信号充满整个频段，带内高频失真大；假设 F_s 较大，如 16K，信号的高频含量少，带内高频较大的失真不影响信号本身；因此，如果要求高质量的声音效果，对于较低的采样率来说，DAC 引起的带内高频失真是不可忽视的。

现有两种不同的硬件方式来实现改善声音质量：一种是用专门的高性能音频芯片来实现音频信号的增强、声音去噪，比如在专用集成电路 Application Specific Integrated Circuit，简称 ASIC 的音频芯片中完成自适应滤波和升采样的功能。同时也降低 DAC 的带外量化噪声，以达到和 CD 差不多的音质。但这种方法依赖于价格较为昂贵的专用音频芯片，灵活性差。另一种方式是在 DSP 芯片中完成所有的声音信号处理，包括音质的改善。但由于 DSP 芯片处理能力有限，还要花大量时间来处理声谱图，如果选用性价比高的 DSP 芯片实现，声音信号的处理能力就大受限制了。

发明内容

本发明要解决的技术问题在于避免现有技术的不足之处而提出一种改善声音质量的方法，将部分声音信号处理的功能用可编程芯片来实现，对多普勒声音信号作升采样处理，在不增加缓存的情况下，提高较低脉冲重复频率 Pulse Repetition Frequency，简称 PRF 下的采样效率，减小较低采样频率下的声音信号数字-模拟转换的带内失真。

本发明解决所述技术问题可以通过采用以下技术方案来实现：

提出一种用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法，基于用数字信号处理器完成对超声回波信号的前期处理，从中分离出正反方向血流的声音数据；尤其是包括如下步骤：

- A. 采用可编程器件逐批接收所述正反方向血流的声音数据，对所述数据完成串并变换，恢复出正向、反向血流的声音数据；

- B. 在所述可编程器件中构建 $N \times M - 1$ 阶有限冲击响应滤波器作升采样运算, M 和 N 都是自然数; 该滤波器包括 M 个乘法器, 通常 $M \geq 8$, N 是滤波器中乘法器被复用的次数, 通常也是 $N \geq 8$;
- C. 在所述声音数据低位补入 $N - 1$ 个 0; 对每一声音数据都执行如下 D 至 F 的步骤;
- D. 读入一个声音数据, 该声音数据经过 M 次移位形成 M 个原始点数据;
- E. 用所述 M 个原始点数据和插值系数相乘累加, 轮流切换所述插值系数, 实现系数滚翻; 而切换 N 次后所有的插值系数都用到, 最终形成 N 个升采样滤波数据;
- F. 根据声音数据的采样频率, 将所述 N 个升采样滤波数据有选择地输入至存储器, 存储经改善的声音数据, 匀速地从所述存储器读出经改善的声音数据。

上述步骤 E 包括如下步骤:

- E1. 配置 N 个插值系数组, 每个插值系数组包括 M 个插值系数;
- E2. 重复执行 N 次步骤 E3 至 E4, 得到 N 个升采样滤波数据;
- E3. 将所述 M 个原始点数据同一个插值系数组中的 M 个插值系数相乘累加形成 M 个插值数据, 将所述 M 个数据累加并截去低位, 最终形成一个升采样滤波数据;
- E4. 切换下一个插值系数组, 并重复执行步骤 E3。

上述步骤 F 包括如下的步骤:

- F1. 根据所述声音数据的采样频率将所述 N 个升采样滤波数据有选择地输入所述存储器,
- 对于所述采样频率小于 2K 的声音数据, 所述 N 个升采样滤波数据全部写入所述存储器;
- 对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据, 每隔一个升采样滤波数据写入所述存储器;
- 对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据, 每隔四个升采样滤波数据写入所述存储器;
- 对于采样频率大于 8K 的声音数据, 每隔 N 个升采样滤波数据写入所述存储器;
- F2. 配置脉冲重复频率 PRF 的周期指示计数, 根据声音数据的采样频率调整计数周期, 并且令 X 是 $N/2$ 的整数部分, Y 是 $N/4$ 的整数部分,

对于采样频率小于 2K 的声音数据, 计数周期调整为 $1/N$ 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据, 计数周期调整为 $1/X$ 个声音数

据的采样周期;

对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据,计数周期调整为 $1/Y$ 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于 8K 的声音数据,计数周期调整为 1 个声音数据的采样周期;

调整计数周期后,每个计数周期读出一个升采样滤波数据。

在所述滤波器性能和消耗乘法器之间取折中,所述 $N = M = 8$ 。

所述存储器是先入先出 FIFO 存储器。

另外,在执行步骤 C 之后、步骤 D 之前,将补 0 后的正向血流声音数据和反向血流声音数据复用成一个声音数据;相应地,在执行步骤 E 之后、步骤 F 之前,经过解复用,形成正向血流升采样滤波数据和反向血流升采样滤波数据。

同现有技术相比较,本发明“用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法”的有益效果在于:

本发明用可编程器件来完成声音信号的协处理,在 DSP 芯片完成声音信号正反向血流数据的分离后,对低采样率的声音数据作升采样处理却并不增加缓存,以减小在低采样率下,因 DAC 器件引起的量化噪声,从而改善了多普勒声音的质量。

本发明对 DSP 器件发送的批量非匀速声音数据进行了匀速处理,使得所述声音数据满足 DAC 器件的输入要求。

附图说明

图 1 是现有技术超声系统的多普勒信号处理流程图;

图 2 是数字-模拟转换前的离散信号频谱图;

图 3 是采样时间矩形函数频谱实验图;

图 4 是所述 DAC 输出结果的频谱图;

图 5 是声音增强的硬件实现流程图;

图 6 是本发明优选实施例声音数据移位寄存的硬件实现图;

图 7 是本发明优选实施例声音数据移位寄存的时序图;

图 8 是本发明优选实施例插值系数轮换复用图;

图 9 是本发明优选实施例插值系数输出时序图;

图 10 是本发明优选实施例乘累加硬件图;

图 11 是本发明优选实施例乘累加时序图；

图 12 是本发明优选实施例 FIFO 存储器读写时序图。

具体实施方式

以下结合附图所示优选实施例作进一步详述。

本发明用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法，基于用数字信号处理器完成对超声回波信号的前期处理，从中分离出正反方向血流的声音数据；尤其是包括如下步骤：

- A. 采用可编程器件逐批接收所述正反方向血流的声音数据，对所述数据完成串并变换，恢复出正向、反向血流的声音数据；
- B. 在所述可编程器件中构建 $N \times M - 1$ 阶有限冲击响应滤波器作升采样运算， M 和 N 都是自然数；该滤波器包括 M 个乘法器，通常 $M \geq 8$ ， N 是滤波器中乘法器被复用的次数，通常也是 $N \geq 8$ ；
- C. 在所述声音数据低位补入 $N - 1$ 个 0；对每一声音数据都执行如下 D 至 F 的步骤；
- D. 读入一个声音数据，该声音数据经过 M 次移位形成 M 个原始点数据；
- E. 用所述 M 个原始点数据和插值系数相乘累加，轮流切换所述插值系数，实现系数滚翻；而切换 N 次后所有的插值系数都用到，最终形成 N 个升采样滤波数据；
- F. 根据声音数据的采样频率，将所述 N 个升采样滤波数据有选择地输入至存储器，存储经改善的声音数据，匀速地从所述存储器读出经改善的声音数据。

上述步骤 E 包括如下的步骤：

- E1. 配置 N 个插值系数组，每个插值系数组包括 M 个插值系数；
- E2. 重复执行 N 次步骤 E3 至 E4，得到 N 个升采样滤波数据；
- E3. 将所述 M 个原始点数据同一个插值系数组中的 M 个插值系数相乘累加形成 M 个插值数据，将所述 M 个数据累加并截去低位，最终形成一个升采样滤波数据；
- E4. 切换下一个插值系数组，并重复执行步骤 E3。

上述步骤 F 包括如下的步骤：

- F1. 根据所述声音数据的采样频率将所述 N 个升采样滤波数据有选择地输入所述存储器，

对于所述采样频率小于 2K 的声音数据，所述 N 个升采样滤波数据全部写入所述存储器；

对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据，每隔一个升采样滤波数据写入

所述存储器;

对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据,每隔四个升采样滤波数据写入所述存储器;

对于采样频率大于 8K 的声音数据,每隔 N 个升采样滤波数据写入所述存储器;

F2. 配置脉冲重复频率 PRF 的周期指示计数,根据声音数据的采样频率调整计数周期,并且令 X 是 N/2 的整数部分, Y 是 N/4 的整数部分,

对于采样频率小于 2K 的声音数据,计数周期调整为 1/N 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据,计数周期调整为 1/X 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据,计数周期调整为 1/Y 个声音数据的采样周期;

对于采样频率大于 8K 的声音数据,计数周期调整为 1 个声音数据的采样周期;

调整计数周期后,每个计数周期读出一个升采样滤波数据。

本优选实施例,上述 $N=M=8$,即在可编程芯片中配置 63 阶有限冲击响应 FIR 滤波器,该 FIR 滤波器包括 8 个乘法器,所述插值系数轮流切换 8 次。所述存储器是先入先出 FIFO 存储器。

在执行步骤 C 之后、步骤 D 之前,将补 0 后的正向血流声音数据和反向血流声音数据复用成一个声音数据;相应地,在执行步骤 E 之后、步骤 F 之前,经过解复用,形成正向血流升采样滤波数据和反向血流升采样滤波数据。

如图 5 所示,改善声音数据质量需要经过数据移位寄存、插值系数轮换存取、声音数据乘累加、FIFO 读写控制。

本优选实施例中,声音数据的移位寄存是一个 8 阶的移位寄存器,声音数据的位数为 12 比特,对于正反向血流的声音数据来说,一共需要 $8 \times 12 \times 2 = 192$ 个寄存器。由于输入的声音数据的速率远远低于系统时钟速率,仅仅在当前的输入数据指示为有效时,才实现移位操作的功能,系统时钟远高于声音数据的采样速率,可以将正反方向血流的声音数据复用后进行移位输出和系数相乘,用一套滤波器的资源来完成两路数据的滤波。图 6 是移位寄存的硬件实现图,图 7 是移位寄存的时序图。

升采样运算过程如下:在原始相邻数据中间补 7 个 0,然后用补 0 后的数据和所有的滤波

器系数乘累加。为了降低乘法器的消耗，将信号多相分解。先补 0，然后通过一个滤波器，等同于先通过一个降阶的滤波器，然后插值。

滤波器的阶数不一定是 63 阶，系数量化的位数也不一定是 8 比特，视可编程器件的乘法器资源而定，通常在滤波器的性能和消耗的乘法器之间取折中。本优选实施例，滤波器的阶数为 63，系数用 8 比特有符号数来量化。系数翻滚是一个系数轮流输出的装置，仅用到 64 个寄存器以及 8 个 8 选 1 的复用器。假设 63 阶滤波器的系数为：

$h(0)$ 、 $h(1)$ 、 $h(2)$ 、-----、 $h(62)$ 、 $h(63)$

一共 64 个系数，每 8 个一组， $h(0)$ 至 $h(7)$ 一组，如此类推，共分为 8 组，当有新的声音数据进来后，启动复用装置，每两个时钟从每组的 8 个系数中取出一个系数，每次取出 8 个系数，第一次取出 $h(0)$ 、 $h(8)$ 、 $h(16)$ 、 $h(24)$ 、 $h(32)$ 、 $h(40)$ 、 $h(48)$ 、 $h(56)$ ，送出与 8 个数据乘累加运算，得到第一个插值数据，第二次取出 $h(1)$ 、 $h(9)$ 、 $h(17)$ 、 $h(25)$ 、 $h(33)$ 、 $h(41)$ 、 $h(49)$ 、 $h(57)$ ，送出与 8 个数据乘累加运算，得到第二个插值数据，因为正、反向血流声音数据复用一套滤波资源，每组插值系数应持续两个系统时钟。直到 64 个系数全部取出为止，共需要 16 个系统时钟，分别得到正反向血流声音数据的 8 个升采样滤波数据，然后等待下一个声音数据的输入，重新启动系数的复用，如此轮换。图 8 是系数轮换的硬件实现框图，图 9 是系数轮换的时序图。

将 8 个插值系数和移位寄存器里面的 8 个数据在延时上对齐后送出去完成乘累加，乘累加后的结果截去低 7 位，保留 8 位的输出，截去低位时应四舍五入，截去高位时应溢出保护，截位后的结果为补码输出，将最高位取反后变为无符号数，以便和 DAC 的输入要求一致。经过 8 次插值系数的切换，最终形成 8 个升采样滤波数据。因为所述升采样滤波数据为正反方向血流数据的复用，滤波结果为正反向血流的串行输出，将输出的结果解复用后，得到正、反向血流的并行输出。图 10 是乘累加的硬件实现图，为简化起见，只画出了四个乘法器。图 11 是乘累加的时序图。解复用后，每两个系统时钟输出一对正反方向血流的数据，图中分别用 I、Q 来表示，根据乘累加的延时关系，用一使能信号标志有效的数据输出。

从 DSP 芯片到可编程器件的数据传输方式为批量传输，相邻的两批数据之间有数据间隙，在较短的时间内滤波器对一批数据完成滤波处理，输出同样为批量输出，如果直接将数据输出给 DAC 器件，输出的声音不连贯，时断时续，因此需要将滤波后的结果缓存，将不均匀的数据转化为匀速输出。如果 DSP 发送数据的批量间隔最长为 16ms，将升采样后的数据全部

写入到缓存区，对于较小的采样率比如 2K，缓存容量为： $2 \times 16 \times 8 \times 24 = 6144$ ，仅需要可编程器件两个块状 FIFO 的 RAM 存储器，对于最大的采样率比如 16K，缓存容量为： $16 \times 16 \times 8 \times 24 = 49152$ ，需要可编程器件的 12 个块状 FIFO 的 RAM 存储器。从上面的分析中可以看出，在高采样率下无需完成升采样，因此，高采样率下的声音数据完成 8 倍升采样后，不是所有的数据都写入到缓存区中，对于采样率小于 2K 的声音数据，8 倍升采样后，所有的数据都写入到缓存中；对于采样率大于 2K、小于 4K 的声音数据，8 倍升采样后，每两个数据写一个数据到缓存中；对于采样率大于 4K、小于 8K 的声音数据，8 倍升采样后，每四个数据写一个数据到缓存中，对于采样率大于 8K 的声音数据，8 倍升采样后，每八个数据写一个数据到缓存中，因此最多只需要两个可编程器件的块状 FIFO 的 RAM，来实现数据缓存的功能。

可编程芯片的软件将当前的声音数据的采样频率下的采样周期写到可编程器件的寄存器中。在写数据时，可编程器件判断当前声音数据的采样频率位于 2K、4K、8K 的哪个区间，然后间隔取数写入到缓存区中：对于所述采样频率小于 2K 的声音数据，所述 8 个升采样滤波数据全部写入所述存储器；对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据，每隔一个升采样滤波数据写入所述存储器；对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据，每隔四个升采样滤波数据写入所述存储器；对于采样频率大于 8K 的声音数据，每隔 8 个升采样滤波数据写入所述存储器。在读数据时，根据声音数据的采样频率所处的区间，将计数周期调整 1/8、1/4、1/2、1 个声音数据的采样周期，然后用新的计数周期计数，每个新的计数周期从缓存区内输出一个升采样滤波数据：对于采样频率小于 2K 的声音数据，计数周期调整为 1/8 个声音数据的采样周期，一个声音数据的采样周期读出 8 个升采样滤波数据；对于采样频率大于等于 2K 小于 4K 的声音数据，计数周期调整为 1/4 个声音数据的采样周期，一个声音数据的采样周期读出 4 个升采样滤波数据；对于采样频率大于等于 4K 小于 8K 的声音数据，计数周期调整为 1/2 个声音数据的采样周期，一个声音数据的采样周期读出 2 个升采样滤波数据；对于采样频率大于 8K 的声音数据，计数周期调整为 1 个声音数据的采样周期，一个声音数据的采样周期读出 1 个升采样滤波数据。图 12 是本发明优选实施例 FIFO 存储器读写时序图。

本优选实施例在一片 EP2C8Q208C8 器件上实现，在深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司生产的彩色超声波频谱仪 DC-6 上进行过试验。在各种声音信号采样率下，特别是低采样率的声音数据时，结果证明能改善多普勒声音的质量。

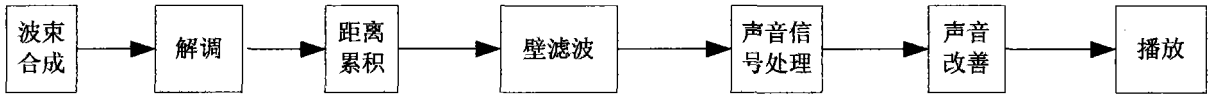


图 1

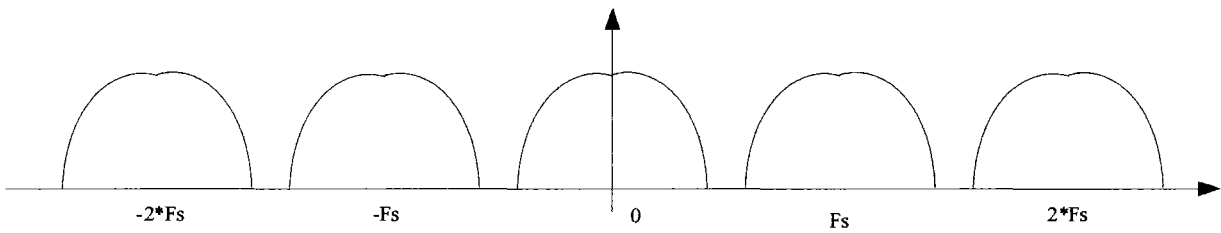


图 2

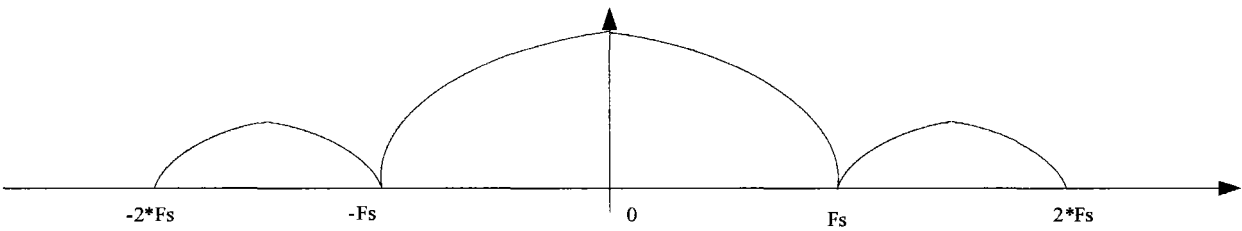


图 3

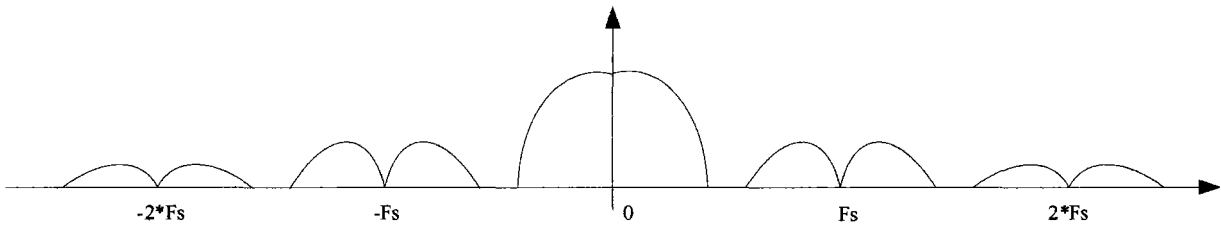


图 4

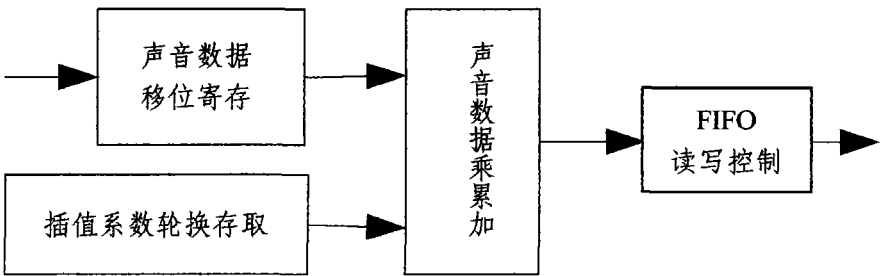


图 5

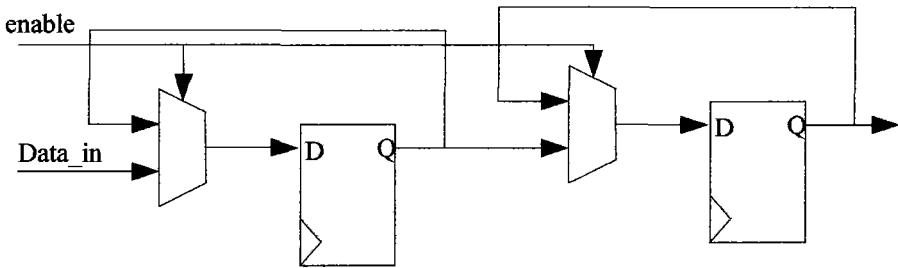


图 6

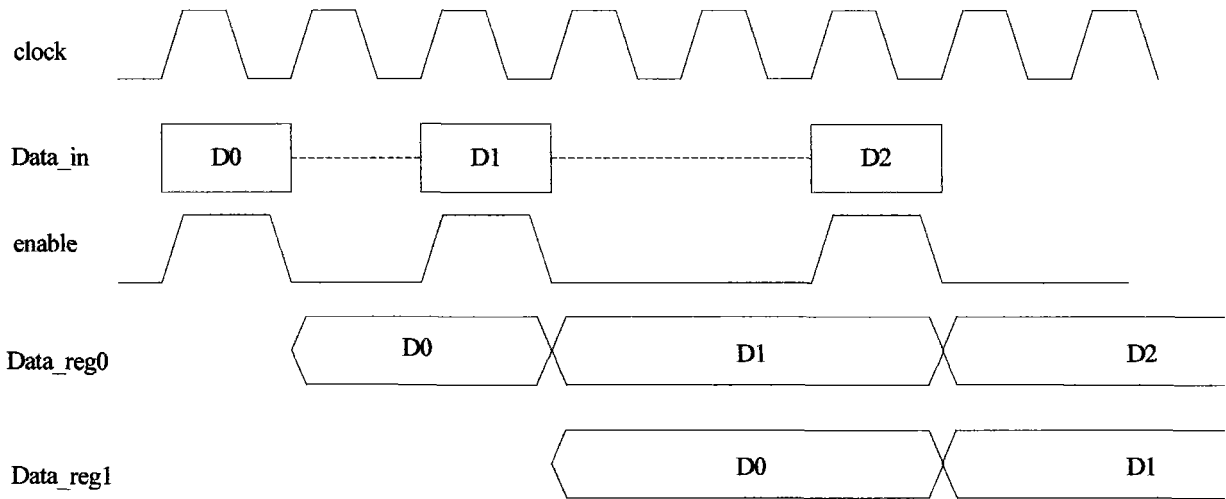


图 7

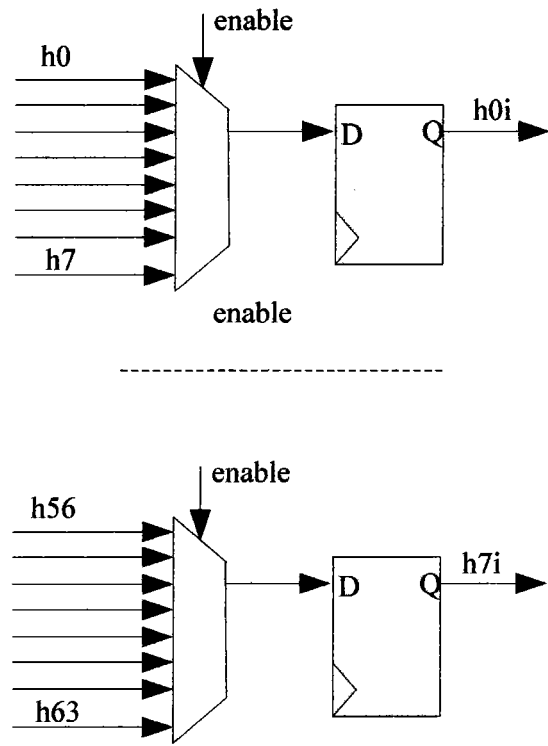


图 8

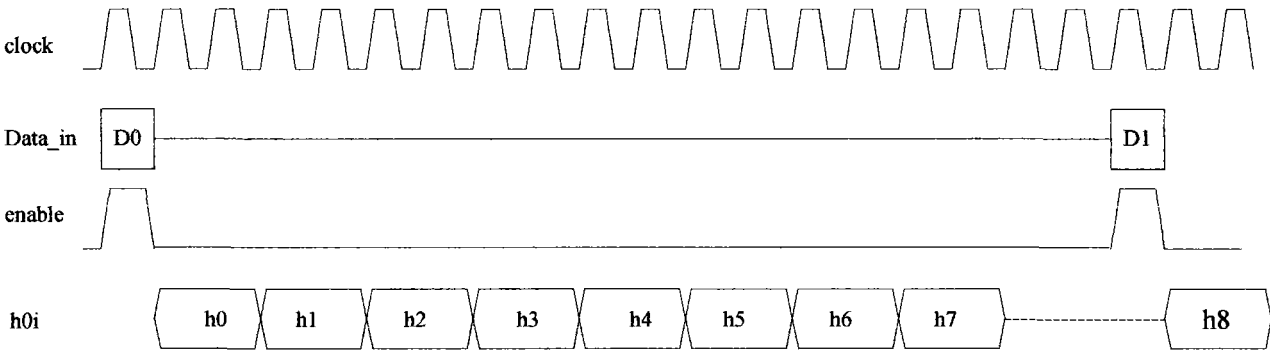


图 9

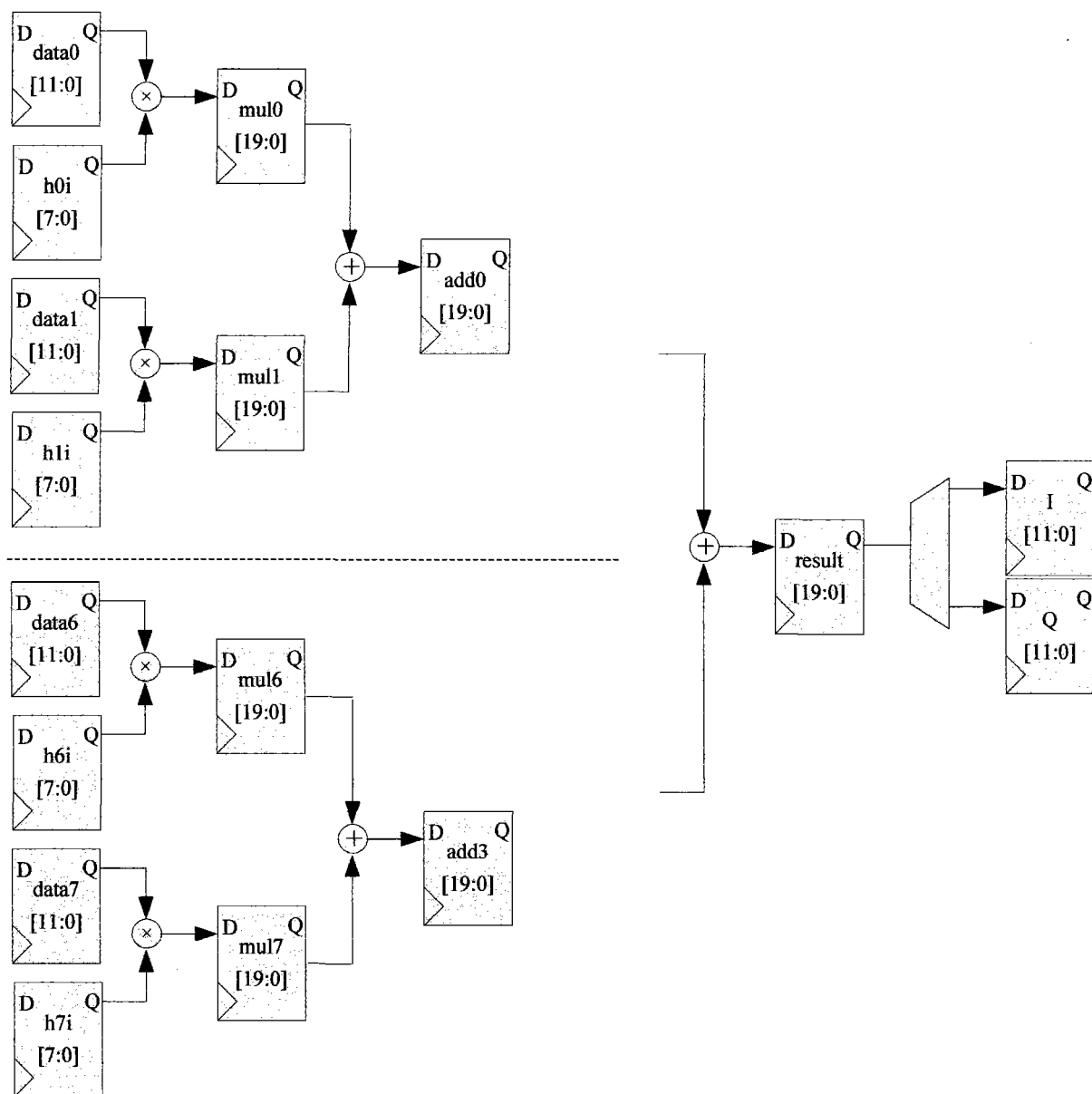


图 10

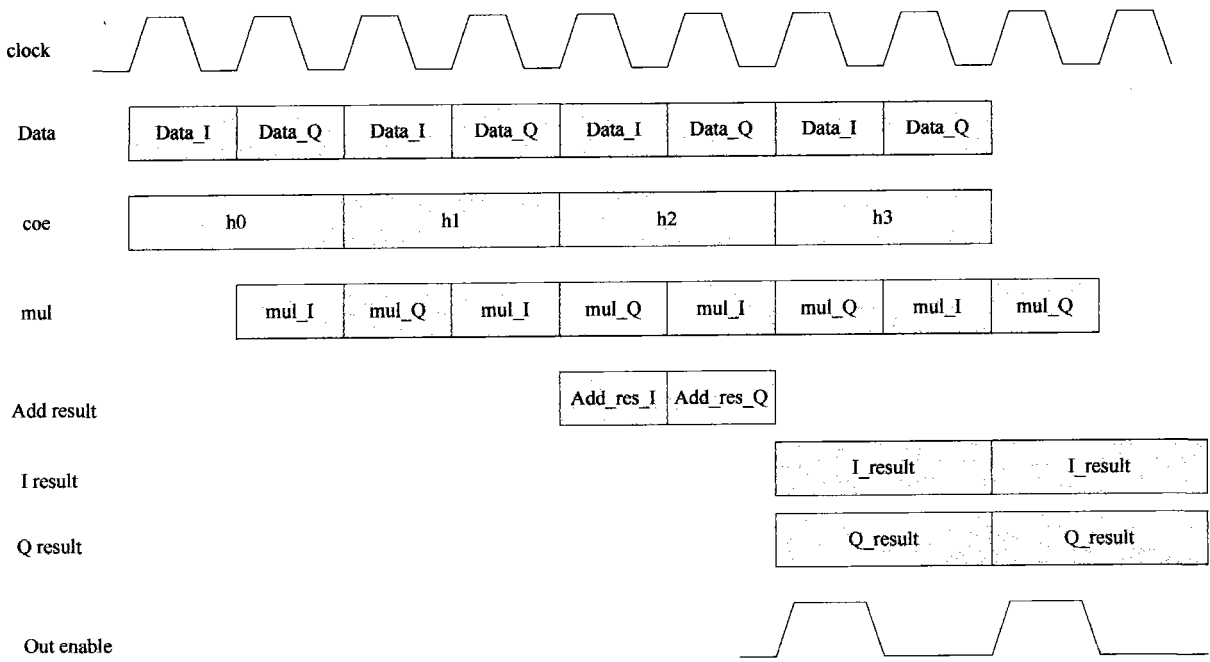


图 11

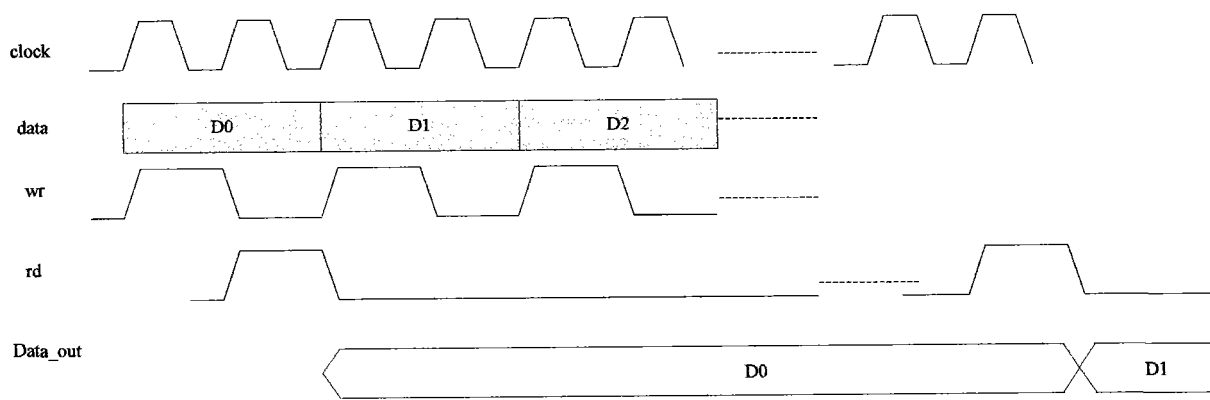


图 12

专利名称(译)	用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法		
公开(公告)号	CN101427930A	公开(公告)日	2009-05-13
申请号	CN200710124511.4	申请日	2007-11-09
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	皮兴俊		
发明人	皮兴俊		
IPC分类号	A61B8/06 H04R3/00		
其他公开文献	CN101427930B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用于彩色超声系统的改善多普勒声音质量的方法，基于用数字信号处理器完成对超声回波信号的前期处理，DSP器件将声音信号逐批发给可编程器件，可编程芯片对数据完成串并变换，恢复出正向、反向血流的声音数据，每相邻的数据补7个零，用一个63阶的FIR来完成升采样滤波，用到可编程芯片的8个专门乘法器，被插值的点用8个原始点数据和插值系数相乘累加后得到，轮流切换系数，切换8次后刚好所有的系数用到，最终得到8个升采样滤波数据。将升采样后滤波数据存入FIFO，然后匀速输出送给DAC芯片。本发明用可编程芯片将部分声音信号进行升采样处理，在不增加缓存的情况下，提高较低PRF下的采样效率，减少DAC的带内高频信号的失真，以改善多普勒声音质量。

