



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103083040 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 03

(21) 申请号 201110335569. X

CN 102038522 A, 2011. 05. 04,

(22) 申请日 2011. 10. 28

审查员 刘珊珊

(73) 专利权人 北京东方惠尔图像技术有限公司

地址 100023 北京市大兴区亦庄开发区东区  
科创 2 街 9 号新城工业园 B2-2

(72) 发明人 朱洵 赵宗民 厉夫兵 魏世宇  
张必贤

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 吴贵明 余刚

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102309337 A, 2012. 01. 11,

US 2004/0006271 A1, 2004. 01. 08,

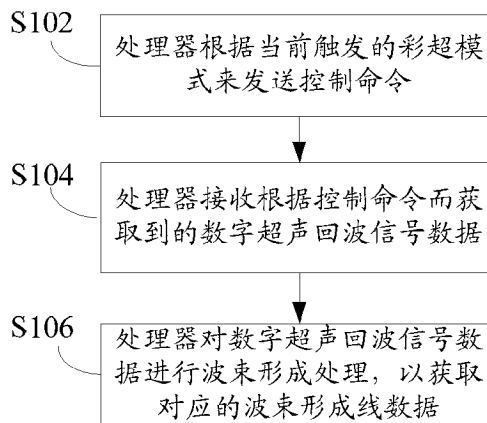
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

彩色超声系统及其获取波束形成线数据的方法、装置

(57) 摘要

本发明公开了一种彩色超声系统及其获取波束形成线数据的方法、装置。其中,该方法包括:处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令;处理器接收根据控制命令而获取到的数字超声回波信号数据,数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号;处理器对数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据。通过本发明,能够实现了使得彩色超声系统硬件设计简洁、灵活性好,而且在技术更新过程中节省了资源,降低了成本。



1. 一种彩色超声系统中获取波束形成线数据的方法,包括:

处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令;

所述处理器接收根据所述控制命令而获取到的数字超声回波信号数据,所述数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号;

所述处理器对所述数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据,其特征在于,该方法还包括:

所述处理器对所述数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据包括:提取所述数字超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ;根据当前触发的彩超模式在内存中提取所述当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,所述彩超模式包括:B 模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式;根据如下公式获取所述当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :

$X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}])$ , 且

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \cdots & c_{1,m} & \cdots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \cdots & c_{n,m} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} & \cdots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \cdots & \cdots & \cdots & x_{M,N} \end{bmatrix}$$

其中,元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号, $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”; $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组, $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在根据触发的彩超模式在内存中提取所述当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$  之前,所述方法还包括:

根据所述彩超模式所对应的偏角  $\theta$  和回波信号深度  $d_i$  来对各个阵元数据进行延时计算,以获取当前波束返回阵元的延时时间  $t_n$ ;

根据所述延时时间  $t_n$  来生成所述当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所述映射矩阵  $[MAP_i]$ ,并将所述映射矩阵  $[MAP_i]$  以映射表的形式保存至内存。

3. 根据权利要求 1-2 中任一项所述的方法,其特征在于,在所述处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令之后,所述方法还包括:

主控制器接收所述控制命令,并通过所述控制命令调整超声探头的参数,使得发射电路根据所述参数来发送脉冲信号至所述超声探头;

所述超声探头根据所述脉冲信号得到所述模拟超声回波信号,并将所述模拟超声回波信号返回至前端电路;

在所述前端电路对接收到的所述模拟超声回波信号进行模数转换处理,以获取所述数字超声回波信号数据;

所述主控制器通过传输电路转发所述数字超声回波信号数据至所述处理器的内存。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,在所述主控制器通过传输电路转发所述数字超声回波信号数据至所述处理器的内存之后,所述方法还包括:

判断当前触发的彩超模式与上次触发的彩超模式是否相同,其中,

在彩超模式发生变化的情况下,根据当前触发的彩超模式在内存中提取所述映射矩阵  $[MAP_i]$ ;

在彩超模式未发生变化的情况下,根据当前已有的映射矩阵  $[MAP_i]$  对所述数字超声回波信号数据进行波束形成处理。

5. 一种彩色超声系统中获取波束形成线数据的装置,该装置包括:

发送模块,用于根据当前触发的彩超模式来发送控制命令;

接收模块,用于接收根据所述控制命令而获取到的数字超声回波信号数据,所述数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号;

处理模块,用于对所述数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据,其特征在于,该装置还包括:

其中,所述处理模块包括:第一提取模块,用于提取所述数字超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ;第二提取模块,用于根据当前触发的彩超模式在内存中提取所述当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,所述彩超模式包括:B 模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式;计算模块,用于根据如下公式获取所述当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :

$$X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}]), \text{ 且}$$

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \cdots & c_{1,m} & \cdots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \cdots & c_{n,m} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} & \cdots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \cdots & \cdots & \cdots & x_{M,N} \end{bmatrix}$$

其中,元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号, $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”; $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组, $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

6. 根据权利要求 5 所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

保存模块,用于将根据所述彩超模式所对应的偏角  $\theta$  和回波信号深度  $d_i$  来对各个阵元数据进行延时计算获取到的当前波束返回阵元的延时时间  $t_n$ ,以及将根据所述延时时间  $t_n$  生成的所述映射矩阵  $[MAP_i]$  保存至内存。

7. 根据权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述处理模块还包括:

判断模块,用于判断当前触发的彩超模式与上次触发的彩超模式是否相同;

第一获取模块,用于在彩超模式发生变化的情况下,根据当前触发的彩超模式在内存中提取所述映射矩阵  $[MAP_i]$ ;

第二获取模块,用于在彩超模式未发生变化的情况下,根据当前已有的映射矩阵  $[MAP_i]$  对所述数字超声回波信号数据进行波束形成处理。

8. 一种彩色超声系统,包括:

超声探头,用于接收脉冲信号,并根据所述脉冲信号获取模拟超声回波信号;

前端电路,与所述超声探头连接,用于发射所述脉冲信号至所述超声探头,并对接收到的所述模拟超声回波信号进行模数转换处理,以获取数字超声回波信号数据;

PC机,通过传输电路与所述前端电路通信,用于接收所述数字超声回波信号数据,并对所述数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取所述脉冲信号对应的波束形成线数据,其特征在于,该系统还包括:

其中,所述PC机包括:处理器,用于提取所述超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ,同时根据当前触发的彩超模式在内存中提取所述当前波束对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,所述彩超模式包括:B模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式;其中,根据如下公式获取所述当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :

$X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}])$ ,且

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \dots & c_{1,m} & \dots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \dots & c_{n,m} & \dots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \dots & \dots & \dots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \dots & x_{1,n} & \dots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \dots & x_{m,n} & \dots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \dots & \dots & \dots & x_{M,N} \end{bmatrix}$$

其中,元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号, $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”;  $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组, $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

## 彩色超声系统及其获取波束形成线数据的方法、装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗设备领域,具体而言,涉及一种彩色超声系统及其获取波束形成线数据的方法、装置。

### 背景技术

[0002] 彩色超声系统技术是一种以超声波作为被探测信息的载体,利用电子信息学、计算机图像处理等技术手段,提取超声回波传递的生物内部信息,对生物组织器官进行成像的技术。它可以获得器官的任意断面图像,还可以观察运动器官的活动情况,超声技术无痛苦与危险,属于非损伤性检查。与 X 射线影像技术相比,它具有无辐射、价格低、使用方便等优势。基于这些突出的性能,超声影像成为医学成像领域中颇具生命力的现代技术。

[0003] 现有的彩色超声仪具有以下几种功能: B(brightness) 模式显示, C(color) 模式显示, M(motion) 模式显示, Doppler 模式显示等。要实现这些功能需要用到波束形成技术、快速傅里叶变换技术、Doppler 技术、谐波成像技术、图像处理算法等。

[0004] 图 1 是根据相关现有技术的彩色超声系统的结构示意图。如图 1 所示,传统的彩色超声系统主要分为如下几个部分: 超声探头、前端电路、图像处理电路、显示电路或上位机显示。其中超声探头是压电转换部分,将前端发射电路传输过来的电信号转换为超声波发射出去,同时接收超声回波信号并转化为微弱的电信号传输给前端接收电路;前端电路包括前端发射电路、前端接收电路、发射/接收切换电路和波束形成计算电路,发射电路根据需求发射脉冲信号给探头,接收电路接收从探头收回的超声回波电信号并经过模数转换芯片将其转换为数字信号,而发射/接收切换电路用来根据需求切换探头与发射电路或接收电路的连接;波束形成设计电路与前端接收电路的输出相连,它主要是将从前端接收电路传来的数字信号进行缓存,并对这些信号进行延时求和从而实现波束形成,另外,它还需要对这些数据进行相关的算法处理以提取 B 模式、C 模式、M 模式、Doppler 模式下的有效数据;波束形成设计电路与图像处理电路想连,图像处理电路将波束形成后的数据进行一定的图像处理,以显示更细腻的图像;显示电路或上位机显示即将处理好的数据以图像、波形等形式显示于显示器上,让用户可以方便的观测。

[0005] 上述图 1 所示的传统彩超为了进行波束形成、Doppler 处理、谐波成像处理、图像处理等,需要大量的 DSP 资源或者其它电路资源来支持,这就增加了传统彩色超声系统中电路部分的设计难度以及成本,而且对日后算法升级也有一定的限制,如算法需要资源变多时,很可能就需要重新设计电路来满足新的算法了。同时,PC 机仅被用于显示功能,而 CPU 强大的运算功能未被利用,浪费了资源。

[0006] 目前针对相关技术的彩色超声系统由于硬件设计复杂、灵活性差,导致在技术更新过程中浪费资源且成本高的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

### 发明内容

[0007] 针对相关技术的彩色超声系统由于硬件设计复杂、灵活性差,导致在技术更新过

程中浪费资源且成本高的问题,目前尚未提出有效的问题而提出本发明,为此,本发明的主要目的在于提供一种彩色超声系统及其获取波束形成线数据的方法、装置,以解决上述问题。

[0008] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种彩色超声系统中获取波束形成线数据的方法,该方法包括:处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令;处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令;处理器接收根据控制命令而获取到的数字超声回波信号数据,数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号;处理器对数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据。

[0009] 进一步地,处理器对数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据包括:提取数字超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ;根据当前触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,彩超模式包括:B 模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式;根据如下公式获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :

[0010]  $X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] [x_{M \times N}])$ , 且

[0011]

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \cdots & c_{1,m} & \cdots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \cdots & c_{n,m} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} & \cdots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \cdots & \cdots & \cdots & x_{M,N} \end{bmatrix}$$

[0012] 其中,元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号。 $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”; $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组, $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

[0013] 进一步地,在根据触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$  之前,方法还包括:根据彩超模式所对应的偏角  $\theta$  和回波信号深度  $d_i$  来对各个阵元数据进行延时计算,以获取当前波束返回阵元的延时时间  $t_n$ ;根据延时时间  $t_n$  来生成当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,并将映射矩阵  $[MAP_i]$  以映射表的形式保存至内存。

[0014] 进一步地,在处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令之后,方法还包括:主控制器接收控制命令,并通过控制命令调整超声探头的参数,使得发射电路根据参数来发送脉冲信号至超声探头;超声探头根据脉冲信号得到模拟超声回波信号,并将模拟超声回波信号返回至前端电路;在前端电路对接收到的模拟超声回波信号进行模数转换处理,以获取数字超声回波信号数据;主控制器通过传输电路转发数字超声回波信号数据至处理器的内存。

[0015] 进一步地,在主控制器通过传输电路转发数字超声回波信号数据至处理器的内存之后,方法还包括:判断当前触发的彩超模式与上次触发的彩超模式是否相同,其中,在彩

超模式发生变化的情况下,根据当前触发的彩超模式在内存中提取映射矩阵  $[MAP_i]$ ;在彩超模式未发生变化的情况下,根据当前已有的映射矩阵  $[MAP_i]$  对数字超声回波信号数据进行波束形成处理。

[0016] 为了实现上述目的,根据本发明的又一方面,提供了一种彩色超声系统中获取波束形成线数据的装置,该装置包括:发送模块,用于根据当前触发的彩超模式来发送控制命令;接收模块,用于接收根据控制命令而获取到的数字超声回波信号数据,数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号;处理模块,用于对数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据。

[0017] 进一步地,处理模块包括:处理模块包括:第一提取模块,用于提取数字超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ;第二提取模块,用于根据当前触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,彩超模式包括:B模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式;计算模块,用于根据如下公式获取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :  $X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}])$ ,且

[0018]

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \cdots & c_{1,m} & \cdots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \cdots & c_{n,m} & \cdots & c_{n,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \cdots & & \cdots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} & \cdots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \cdots & & \cdots & x_{M,N} \end{bmatrix}$$

[0019] 其中,元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号。 $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”; $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组, $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

[0020] 进一步地,装置还包括:保存模块,用于将根据彩超模式所对应的偏角  $\theta$  和回波信号深度  $d_i$  来对各个阵元数据进行延时计算获取到的当前波束返回阵元的延时时间  $t_n$ ,以及将根据延时时间  $t_n$  生成的映射矩阵  $[MAP_i]$  保存至内存。

[0021] 进一步地,处理模块还包括:判断模块,用于判断当前触发的彩超模式与上次触发的彩超模式是否相同;第一获取模块,用于在彩超模式发生变化的情况下,根据当前触发的彩超模式在内存中提取映射矩阵  $[MAP_i]$ ;第二获取模块,用于在彩超模式未发生变化的情况下,根据当前已有的映射矩阵  $[MAP_i]$  对数字超声回波信号数据进行波束形成处理。

[0022] 为了实现上述目的,根据本发明的另一方面,提供了一种彩色超声系统,该系统包括:超声探头,用于接收脉冲信号,并根据脉冲信号获取模拟超声回波信号;前端电路,与超声探头连接,用于发射脉冲信号至超声探头,并对接收到的模拟超声回波信号进行模数转换处理,以获取数字超声回波信号数据;PC机,通过传输电路与前端电路通信,用于接收数字超声回波信号数据,并对数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取脉冲信号对应的波束形成线数据。

[0023] 进一步地,PC机包括:处理器,用于提取超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ,同时根据当前触发的

彩超模式在内存中提取当前波束对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ , 彩超模式包括: B 模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式; 其中, 根据如下公式获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i: X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}])$ , 且

[0024]

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \cdots & c_{1,m} & \cdots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \cdots & c_{n,m} & \cdots & c_{n,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \cdots & & \cdots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} & \cdots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} & \cdots & x_{m,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \cdots & & \cdots & x_{M,N} \end{bmatrix}$$

[0025] 其中, 元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号, 列下标  $m$  表示抽样值序号。  $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0, 当  $c_{n,m} = 1$  时, 表示“选择”操作,  $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”;  $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组,  $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

[0026] 通过本发明, 采用处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令; 处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令; 处理器接收根据控制命令而获取到的数字超声回波信号数据, 数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号; 处理器对数字超声回波信号数据进行波束形成处理, 以获取对应的波束形成线数据, 解决了相关现有技术的彩色超声系统由于硬件设计复杂、灵活性差, 导致在技术更新过程中浪费资源且成本高的问题, 进而实现了使得彩色超声系统硬件设计简洁、灵活性好, 而且在技术更新过程中节省了资源, 降低了成本的效果。

## 附图说明

[0027] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解, 构成本申请的一部分, 本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明, 并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0028] 图 1 是根据相关现有技术的彩色超声系统的结构示意图;

[0029] 图 2 是根据本发明实施例的彩色超声系统的结构示意图;

[0030] 图 3 是根据图 2 所示实施例的 PC 机中 CPU 的功能结构示意图;

[0031] 图 4 是根据本发明实施例的彩色超声系统中获取波束形成线数据的方法流程图;

[0032] 图 5 是根据图 4 所示实施例中处理器的工作流程示意图;

[0033] 图 6 是本发明实施例的波束形成的算法原理示意图;

[0034] 图 7 是本发明实施例的波束形成过程中时延计算的原理示意图; 以及

[0035] 图 8 是根据本发明实施例的彩色超声系统中获取波束形成线数据的装置结构示意图。

## 具体实施方式

[0036] 需要说明的是, 在不冲突的情况下, 本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0037] 图 2 是根据本发明实施例的彩色超声系统的结构示意图; 图 3 是根据图 2 所示实施例的 PC 机中 CPU 的功能结构示意图。

[0038] 如图 2 所示,该彩色超声系统包括:超声探头,用于接收脉冲信号,并根据脉冲信号获取模拟超声回波信号;前端电路,与超声探头连接,用于发射脉冲信号至超声探头,并对接收到的模拟超声回波信号进行模数转换处理,以获取数字超声回波信号数据;PC 机,通过传输电路与前端电路通信,用于接收数字超声回波信号数据,并对进行模数转换处理后得到的数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取脉冲信号对应的波束形成线数据。

[0039] 本申请上述实施例中通过在 PC 机中实现完成波束形成处理的波束形成算法,来使得彩色超声系统既可以实现波束形成、图像处理等算法,又可以最大限度的减少电路复杂度、成本,同时如果在资源发生变化需要进行算法升级时,不需要重新设计电路,仅需要修改 PC 机中完成波束形成处理的波束形成算法,从而便于日后算法升级,使得彩色超声系统硬件设计简洁、灵活性好,而且在技术更新过程中节省了资源,降低了成本。

[0040] 在实施过程中,上述实施例中的超声探头与前端电路结合实现发射、接收超声波,以及将接收的超声波信号转换为电信号,同时将电信号数字化并传给 PC 机。如图 2 所示,该使用 CPU 实现波束形成以及其它主要算法的彩色超声系统,其包括超声探头,发射电路,接收电路,主控制器,高速传输电路和 PC 机;其中发射电路包括发射控制电路、脉冲发射电路和高压驱动电路;接收电路包括发射/接收转换器、低噪声放大器(LNA)、模数转换器(ADC);主控电路通过高速传输电路与 PC 机相连,主控电路与发射控制电路相连,发射控制电路与脉冲发射电路相连,脉冲发射电路与高压驱动电路相连,高压驱动与超声探头以及发射/接收转换器相连,发射/接收转换器与 LNA 相连,LNA 与 ADC 相连,最后 ADC 与主控制器相连。

[0041] 如图 3 所示,PC 机端中的处理器 CPU 实现将接收到的信号进行必要的波束形成处理、后续信号处理与图像处理等,这些处理将都在 CPU 中进行。

[0042] 具体的,本申请中的处理器 CPU 首先提取超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ,同时根据当前触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,彩超模式包括:B 模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式;其中,根据如下公式获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :

[0043]  $X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}])$ ,且

[0044]

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \cdots & c_{1,m} & \cdots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \cdots & c_{n,m} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \cdots & \cdots & \cdots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} & \cdots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} & \cdots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \cdots & \cdots & \cdots & x_{M,N} \end{bmatrix},$$

[0045] 其中,元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号。 $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”; $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组, $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

[0046] 图 4 是根据本发明实施例的彩色超声系统中获取波束形成线数据的方法流程图;

图 5 是根据图 4 所示实施例中处理器的工作流程示意图，

[0047] 如图 4 所示该方法包括如下步骤：

[0048] 步骤 S102, 处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令。

[0049] 步骤 S104, 处理器接收根据控制命令而获取到的数字超声回波信号数据, 该数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号。

[0050] 步骤 S106, 处理器对数字超声回波信号数据进行波束形成处理, 以获取对应的波束形成线数据。

[0051] 本申请的上述方法实施例, 通过使用 PC 机中的处理器 CPU 来实现波束形成、后续信号与图像处理的控制流程。由于上述方案替代了原来通过纯硬件实现波束形成的方案, 可以最大限度的减少电路复杂度、成本, 同时如果在资源发生变化需要进行算法升级时, 不需要重新设计电路, 仅需要修改 PC 机中完成波束形成处理的波束形成算法, 从而便于日后算法升级, 使得彩色超声系统硬件设计简洁、灵活性好, 而且在技术更新过程中节省了资源, 降低了成本。

[0052] 本申请上述实施例中, 步骤 S106 处理器对数字超声回波信号数据进行波束形成处理, 以获取对应的波束形成线数据可以包括: 提取数字超声回波信号数据, 以获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ; 根据当前触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ , 彩超模式包括: B 模式、彩色模式、能量多普勒模式或连续波多普勒模式; 根据如下公式获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :

[0053]  $X_i = \sum \text{diag}([MAP_i][x_{M \times N}])$ , 且

[0054]

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \dots & c_{1,m} & \dots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \dots & c_{n,m} & \dots & c_{n,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \dots & \dots & \dots & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \dots & x_{1,n} & \dots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \dots & x_{m,n} & \dots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \dots & \dots & \dots & x_{M,N} \end{bmatrix},$$

[0055] 其中, 元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号, 列下标  $m$  表示抽样值序号。  $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0, 当  $c_{n,m} = 1$  时, 表示“选择”操作,  $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”;  $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组,  $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

[0056] 本申请上述实施例中, 在根据触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$  之前, 方法还可以包括: 根据彩超模式所对应的偏角  $\theta$  和回波信号深度  $d_i$  来对各个阵元数据进行延时计算, 以获取当前波束返回阵元的延时时间  $t_n$ ; 根据延时时间  $t_n$  来生成当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ , 并将映射矩阵  $[MAP_i]$  以映射表的形式保存至内存。

[0057] 本申请上述实施例中, 在根据当前触发的彩超模式来发送控制命令之后, 方法还可以包括如下步骤: 主控制器接收控制命令, 并通过控制命令调整超声探头的参数, 使得发射电路根据参数来发送脉冲信号至超声探头; 超声探头根据脉冲信号得到模拟超声回波信号, 并将模拟超声波回波信号返回至前端电路中的接收电路中; 在前端电路的接收电路对

接收到的超声回波信号进行模数转换处理,以获取数字超声回波信号数据;主控制器通过传输电路转发数字超声回波信号数据至处理器的内存中。

[0058] 优选地,在主控制器通过传输电路转发数字超声回波信号数据至处理器内存之后,方法还可以包括:判断当前触发的彩超模式与上次触发的彩超模式是否相同,其中,在彩超模式发生变化的情况下,根据当前触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据 $[X_M]$ 中第 $i$ 点波束形成线数据 $X_i$ 对应的映射矩阵 $[MAP_i]$ ;在彩超模式未发生变化的情况下,根据当前已有的映射矩阵 $[MAP_i]$ 对数字超声回波信号数据进行波束形成处理。

[0059] 本发明上述实施例提供了一种使用 CPU 实现波束形成的算法,即使用 CPU 实现波束形成以及其它主要算法的彩色超声系统的实现,该算法不限于医用超声成像系统,还可以应用于超声成像所涉及各个领域,详细流程可以包括:映射矩阵 $[MAP_i]$ 提取计算、映射计算、映射数据求和,其中,映射的对象为阵元接收数据矩阵 $[x_{M \times N}]$ ,即前端电路输入处理器内存的数字超声回波信号数据。

[0060] 具体的实施过程中,如图 5 所示,本申请通过使用 PC 机中的处理器 CPU 来实现波束形成、后续信号与图像处理的控制流程。其包括:存储步骤;模式条件变更判定步骤;映射表(Delay Table)提取步骤;根据映射表进行波束形成步骤;信号与图像处理步骤,该步骤包括信号处理、图像处理子步骤和数字扫描变换子步骤;显示步骤。通过上述步骤在 PC 中的 CPU 里主要完成以下几个主要任务:波束形成算法的处理以实现波束形成器、进行 B 模式处理、进行彩色模式处理、进行能量多普勒处理、进行连续多普勒处理。

[0061] 如图 5 所示,本申请上述实施例中,处理器 CPU 的详细工作流程包括如下步骤:

[0062] a、初始化之后,将从高速传输电路传来的数据存入内存,进入 b;

[0063] b、然后判断用户所设条件是否改变,如果“是”则进入 c,如果“否”进入 e;

[0064] c、判断模式:判断当前触发的彩超模式,其中,如果是更改为 B 模式,则进入 d1;如果更改为彩色模式,则进入 d2;如果更改为能量多普勒模式,则进入 d3;如果更改为连续波多普勒,则进入 d4;如果是其它条件变更,则进入 d5;

[0065] 具体的,不同模式包括如下几种方式:

[0066] d1、选择 B 模式条件,提取 B 模式下的映射表给 CPU,进入 e;

[0067] d2、选择彩色模式条件,提取彩色模式下的映射表给 CPU,进入 e;

[0068] d3、选择能量多普勒模式条件,提取能量多普勒模式下的映射表给 CPU,进入 e;

[0069] d4、选择连续波多普勒模式条件,提取连续波多普勒模式下的映射表给 CPU,进入 e;

[0070] d5、选择其它模式条件,提取其它相应模式下的映射表给 CPU,进入 e;

[0071] e、根据提取的映射表在 CPU 中进行波束形成算法的计算,进入 f;

[0072] f、在 CPU 中进行相应的信号、图像处理以及扫描变换,进入 g;

[0073] g、进行图像显示,同时进入 b。

[0074] 本申请的彩超系统在实施过程中,当用户改变了当前的模式或者条件时,PC 机会通过传输电路给主控制器发送相应的控制命令,主控制器根据这个控制命令调整硬件电路的相关参数(具体为超声探头的硬件参数),使得发射电路按照相应的参数进行发射高压脉冲,从而得到需要的超声波激励,同时将超声回波信号通过发射/接收转换器、LNA、VGA、ADC 转化为数字信号(超声回波信号数据)并传给主控制器(如果是连续波多普勒模式,则

信号会通过发射 / 接收转换器、LNA、高位 ADC 转化为数字信号并传给主控器), 主控器会按照高速传输的协议将这些数据通过传输电路直接传输给 PC 机; PC 机接收这些数据后会先将其存储在内存中, 然后根据现在的模式或条件将相应的映射表发给 CPU, CPU 会根据该映射表从内存中将需要的数据读入, 并进行波束形成计算, 映射表用于保存不同模式对应的映射矩阵。在计算过程中, 处理器如果确定系统是 B 模式, 则会进行 B 模式下的波束形成计算, 如果是彩色模式, 则会进行彩色模式下的波束形成计算, 如果是能量多普勒模式, 则会进行能量多普勒模式下的波束形成计算, 如果是连续多普勒模式, 则会进行连续多普勒模式下的波束形成计算, 如果是其他条件变化, 则会进行相应的波束形成计算; 算出来的数据经过进一步的图像处理以及扫描变换, 就形成了图像, 可以在显示器上显示了。

[0075] 图 6 是本发明实施例的波束形成的算法原理示意图; 图 7 是本发明实施例的波束形成过程中时延计算的原理示意图。就上述实施例中涉及到的波束形成算法, 下面结合图 6、图 7 详细描述使用处理器 CPU 实现波束形成算法的方案。

[0076] 具体的, 本申请利用处理器 CPU 对来自前端电路的数字超声回波数据, 即各阵元接收数据矩阵  $[x_{M \times N}]$  进行波束形成的过程可分为三个步骤: 映射矩阵  $[MAP_i]$  提取; 映射计算; 求和。实施例中的阵元接收数据为将返回的超声回波信号进行转换处理后得到的超声回波信号数据。

[0077] 为了最终得到一条波束形成线数据, 如图 6 所示, 假定矩阵  $[x_{M \times N}]$  是阵元接收数据矩阵 (即前端电路送入内存的数字超声回波信号数据)。CPU 读取矩阵  $[x_{M \times N}]$  进行波束形成时, 首先根据回波深度  $d_i$  映射计算, 以选择并获取对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ , 然后将映射矩阵  $[MAP_i]$  与阵元接收数据矩阵  $[x_{M \times N}]$  相乘得到深度  $d_i$  对应的有效数据 (每阵元接收数据中至多选择一个数据), 最后对有效数据进行求和得到波束形成线数据  $[X_m]$  的第  $i$  点数据  $X_i$ 。

[0078] 具体的, 由于各种彩超模式是已知的, 系统可以首先通过时延计算得到各个彩超模式下阵元接收数据的延时时间  $t_n$ 。

[0079] 如图 7 所示, 阵元接收数据时延计算如下: 根据某波束  $k$  的偏角  $\theta$ 、回波信号深度  $d_i$  及余弦定理可求解波束信号自阵元  $k$  到达焦点  $P$  后再返至阵元  $n$  的总时间  $t_n$ :

$$[0080] \quad t_n = \frac{t_0}{2} + \sqrt{\left(\frac{t_0}{2}\right)^2 + \left(\frac{l_n}{c}\right)^2} + t_0 \left(\frac{l_n}{c}\right) \sin \theta$$

[0081] 其中  $l_n$  为阵元  $k$  与接收阵元  $n$  之间的距离,  $t_0 = 2d_i / (c \cdot \cos \theta)$  为信号自阵元  $k$  到达焦点  $P$  后再沿原路返回所使用的总时间,  $c$  为超声波在软组织中的传播速度。值得注意的是,  $t_n$  与  $t_0$  之差便为阵元  $n$  对应的时延  $\tau_n$ 。

[0082] 在计算得到当前彩超模式下返回每一个阵元的延时时间之后, 对所有阵元的延时时间进行归一化处理, 得到映射矩阵  $[MAP_i]$ , 映射矩阵  $[MAP_i]$  求解的关键是确定某行  $n$  中非零元素的位置  $m$ , 这需要利用阵元  $n$  对深度  $d_i$  的回波数据的接收时间  $t_n$  (或接收时延  $\tau_n$ )。如图 7 所示, 具体的, 可以首先用采样周期  $T_s = 1/f_s$  的倍数关系来表征  $t_n$ , 则  $t_n$  对应的采样序号为  $t_n/T_s = t_n f_s$ , 然后对  $t_n f_s$  取距离其最近的整数, 便可确定映射矩阵  $[MAP_i]$  第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$ 。

[0083] 优选地, 为了进一步使用方便, 可以把计算得到的映射矩阵  $[MAP_i]$  制成映射表以加快系统处理速度。

[0084] 在处理器完成延时计算得到映射矩阵  $[MAP_i]$  之后,进行阵元接收数据映射的处理。

[0085] 由于扫描线数据  $[X_m]$  是逐点计算的,可以首先获取构成  $[X_m]$  的所有  $X_i$ 。对于第  $i$  点扫描线数据元素  $X_i$ ,其在所有阵元接收数据  $[x_{M \times N}]$  中必存在特定的数据集与之对应,如图 6 所示。我们可以把所有阵元接收数据  $[x_{M \times N}]$  与  $X_i$  的对应关系看作一种映射,映射条件即根据回波深度  $d_i$  确定的时间延迟。

[0086]  $X_i$  与  $[x_{M \times N}]$  的映射关系可通过映射矩阵  $[MAP_i]$  来表征,下标  $i$  表示第  $i$  个深度采样单元。该矩阵利用阵元对回波信号的时延来完成对原始数据  $[x_{M \times N}]$  的选择,选择过程可表示为:

[0087]

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \dots & c_{1,m} & \dots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{n,1} & \dots & c_{n,m} & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{N,1} & \dots & & & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \dots & x_{1,n} & \dots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m,1} & \dots & x_{m,n} & & \vdots \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{M,1} & \dots & & & x_{M,N} \end{bmatrix}_{M \times N}$$

[0088] 其中元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号。 $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”。显然,由于  $[x_{M \times N}]$  中的每列数据中至多有一个数据满足时延条件,故  $[MAP_i]$  每行元素中至多有一个元素为 1,其余元素均为 0。矩阵相乘的结果是  $N \times N$  的方阵,该方阵的对角线元素即为  $X_i$  在  $[x_{M \times N}]$  中的对应数据。

[0089] 在得到线数据元素  $X_i$  在原始数据  $[x_{M \times N}]$  中的对应数据后,元素  $X_i$  可表示为:

[0090]  $X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}])$ ,即完成了映射数据求和的步骤。对不同深度单元  $i$  重复操作 b)、c),可得到一条完整的波束形成线数据。

[0091] 需要说明的是,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0092] 本发明涉及用于彩色超声成像中波束形成以及其它主要算法在电脑 CPU 中实现的方法,更具体地涉及用于医用彩色超声系统的波束形成以及其它主要算法在电脑 CPU 中实现的方法。本发明还涉及采用该方法的装置。

[0093] 图 8 是根据本发明实施例的彩色超声系统中获取波束形成线数据的装置结构示意图。如图 8 所示,该装置可以包括:发送模块 10,用于根据当前触发的彩超模式来发送控制命令;接收模块 30,用于接收根据控制命令而获取到的数字超声回波信号数据,数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号;处理模块 50,用于对数字超声回波信号数据进行波束形成处理,以获取对应的波束形成线数据。

[0094] 具体的,上述实施例中的处理模块可以包括:第一提取模块,用于提取数字超声回波信号数据,以获取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点数据  $X_i$  对应的所有阵元数据  $[x_{M \times N}]$ ;第二提取模块,用于根据当前触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_m]$  中第  $i$  点数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ,彩超模式包括:B 模式、彩色模式、能量多普勒模式或连

续波多普勒模式;计算模块,用于根据如下公式获取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$ :

[0095]  $X_i = \sum \text{diag}([MAP_i] \cdot [x_{M \times N}])$ , 且

[0096]

$$[MAP_i] \cdot [x_{M \times N}] = \begin{bmatrix} c_{1,1} & \cdots & c_{1,m} & \cdots & c_{1,M} \\ \vdots & & \vdots & & \\ c_{n,1} & \cdots & c_{n,m} & & \vdots \\ \vdots & & & & \\ c_{N,1} & \cdots & & & c_{N,M} \end{bmatrix}_{N \times M} \cdot \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} & \cdots & x_{1,N} \\ \vdots & & \vdots & & \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} & & \vdots \\ \vdots & & & & \\ x_{M,1} & \cdots & & & x_{M,N} \end{bmatrix}$$

[0097] 其中,元素  $c_{n,m}$  的行下标  $n$  表示阵元序号,列下标  $m$  表示抽样值序号。 $c_{n,m}$  取值仅为 1 或 0,当  $c_{n,m} = 1$  时,表示“选择”操作, $c_{n,m} = 0$  时表示“不选择”; $[MAP_i]$  为第  $n$  行中非零元素的位置  $m = \text{round}(t_n f_s)$  的数组, $t_n$  为当前波束返回阵元的延时时间。

[0098] 本申请上述实施例中的装置还可以包括:保存模块,用于将根据彩超模式所对应的偏角  $\theta$  和回波信号深度  $d_i$  来对各个阵元数据进行延时计算获取到的当前波束返回阵元的延时时间  $t_n$ ,以及将根据延时时间  $t_n$  生成的映射矩阵  $[MAP_i]$  保存至内存。

[0099] 优选地,上述实施例中的处理模块还可以包括:判断模块,用于判断当前触发的彩超模式与上次触发的彩超模式是否相同;第一获取模块,用于在彩超模式发生变化的情况下,根据当前触发的彩超模式在内存中提取当前波束形成线数据  $[X_M]$  中第  $i$  点波束形成线数据  $X_i$  对应的映射矩阵  $[MAP_i]$ ;第二获取模块,用于在彩超模式未发生变化的情况下,根据当前已有的映射矩阵  $[MAP_i]$  对数字超声回波信号数据进行波束形成处理。

[0100] 本申请还提供了一种在处理器中运行的获取波束形成线数据的计算机程序,包括运行上述彩色超声系统中获取波束形成线数据的方法的计算机程序。

[0101] 本申请还提供了一种存储器,该存储器保存了权利要求 12 中在处理器中运行的获取波束形成线数据的计算机程序。

[0102] 从以上的描述中,可以看出,本发明实现了如下技术效果:使得彩色超声系统硬件设计简洁、灵活性好,而且在技术更新过程中节省了资源,降低了成本。

[0103] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0104] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

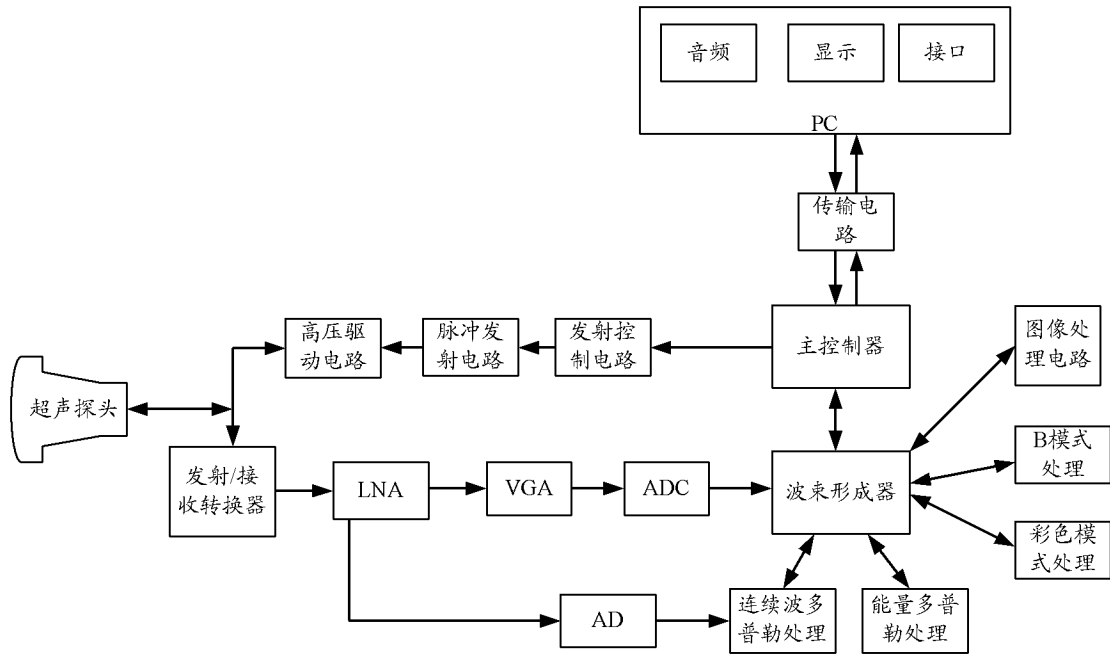


图 1

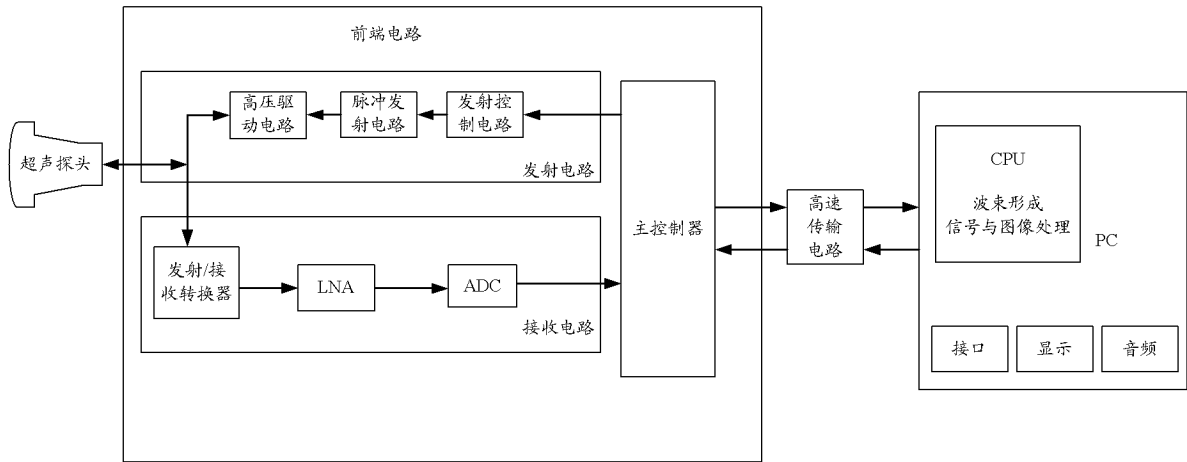


图 2

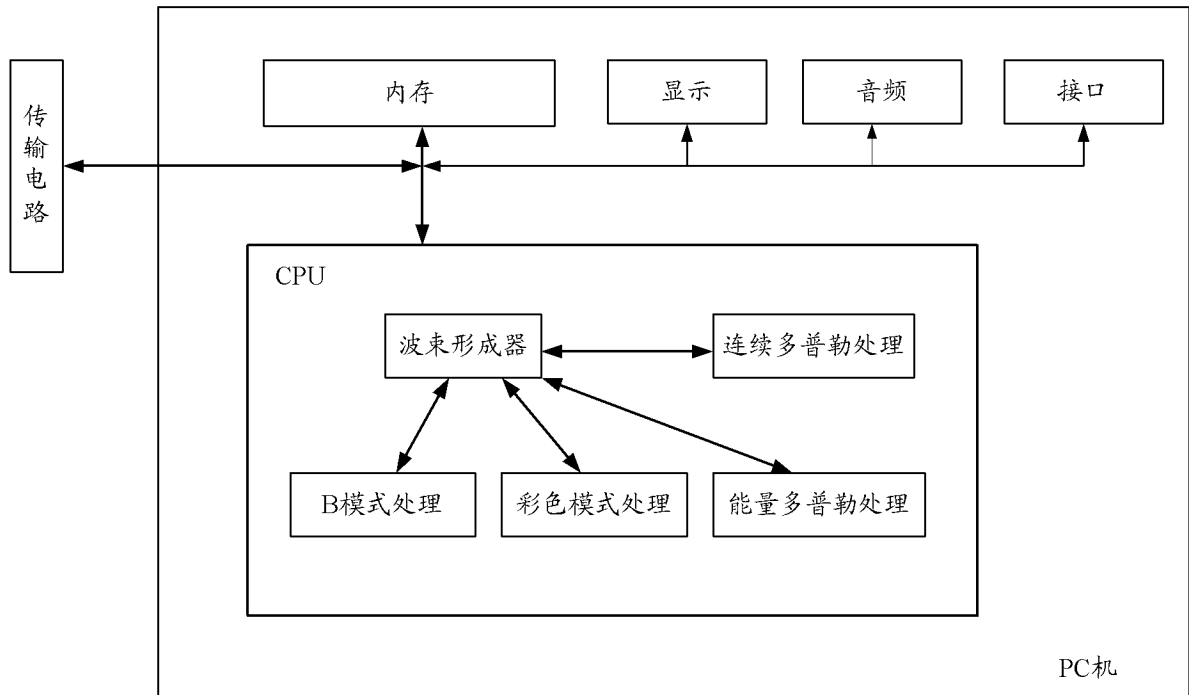


图 3

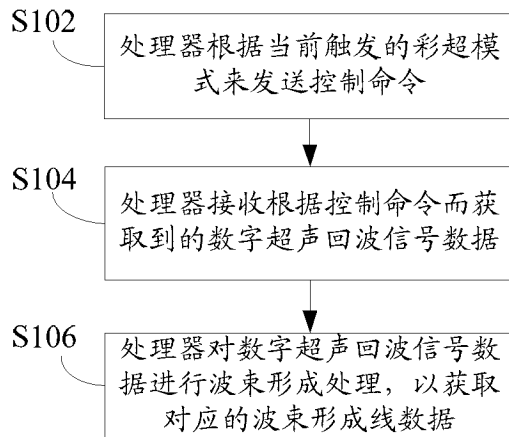


图 4

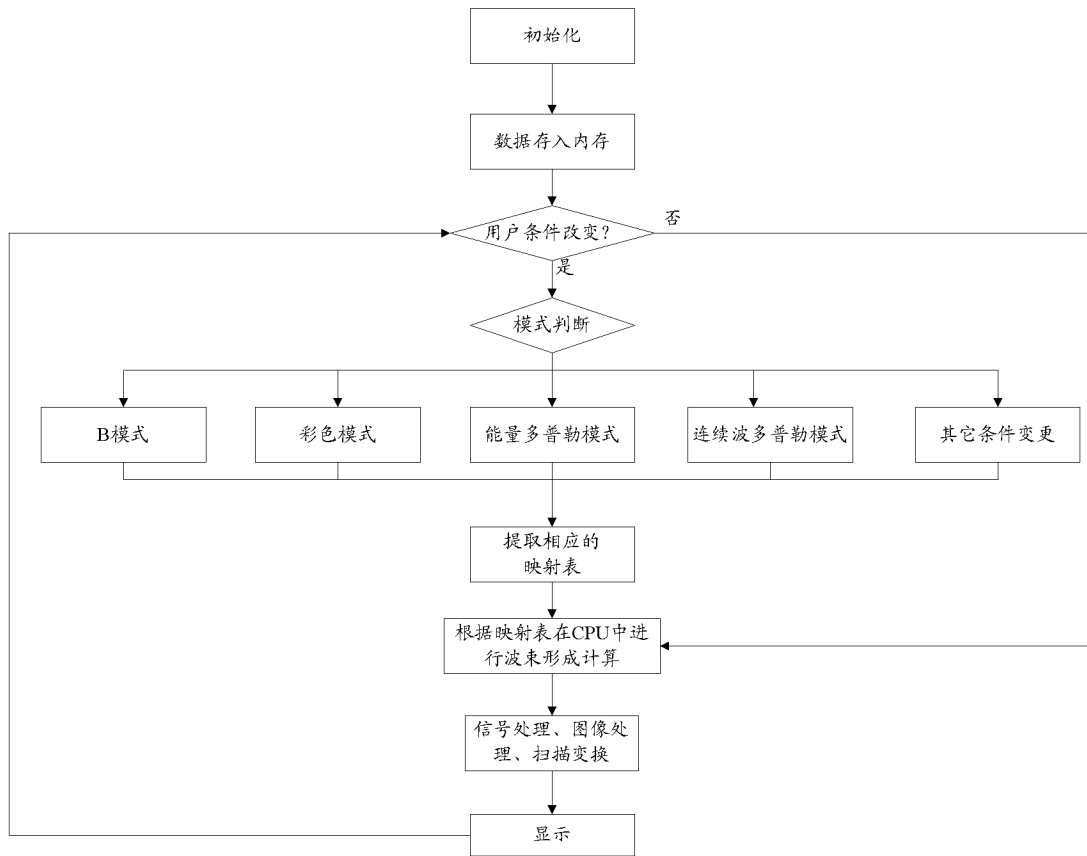


图 5

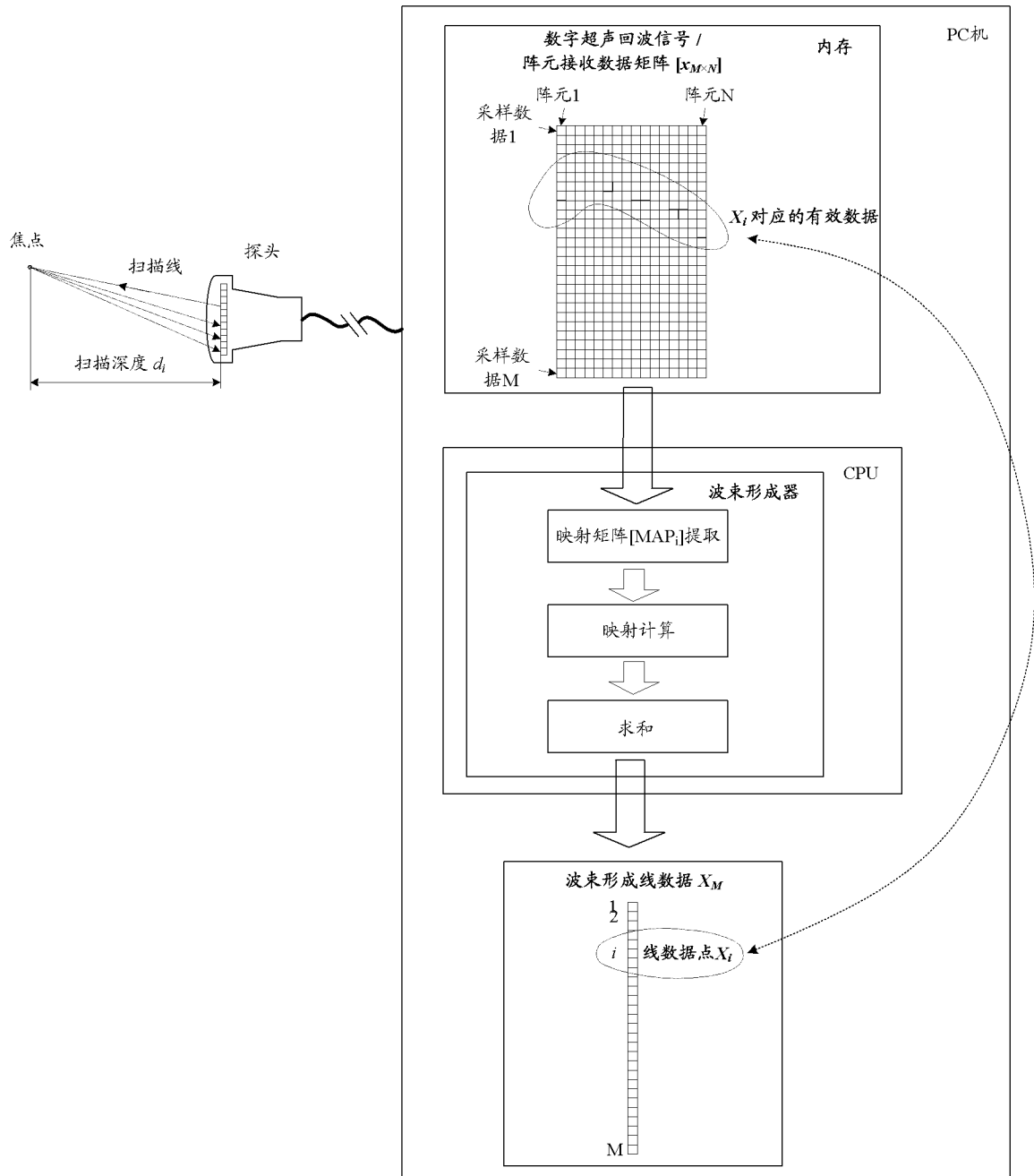


图 6

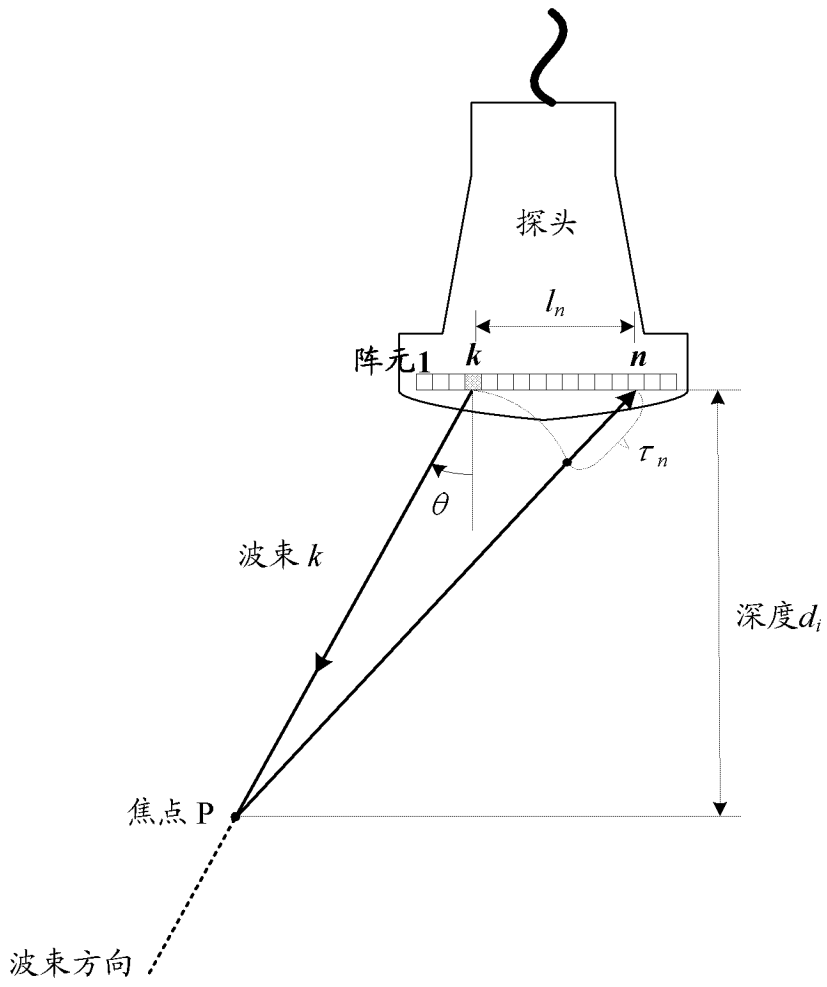


图 7

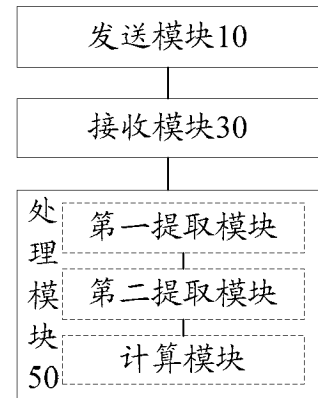


图 8

专利名称(译)	彩色超声系统及其获取波束形成线数据的方法、装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN103083040B</a>	公开(公告)日	2015-06-03
申请号	CN201110335569.X	申请日	2011-10-28
[标]申请(专利权)人(译)	北京东方惠尔图像技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	北京东方惠尔图像技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	北京东方惠尔图像技术有限公司		
[标]发明人	朱洵 赵宗民 厉夫兵 魏世宇 张必贤		
发明人	朱洵 赵宗民 厉夫兵 魏世宇 张必贤		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	吴贵明 余刚		
审查员(译)	刘珊珊		
其他公开文献	CN103083040A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种彩色超声系统及其获取波束形成线数据的方法、装置。其中，该方法包括：处理器根据当前触发的彩超模式来发送控制命令；处理器接收根据控制命令而获取到的数字超声回波信号数据，数字超声回波信号数据为将模拟超声回波信号经过模数转换处理后得到的数字信号；处理器对数字超声回波信号数据进行波束形成处理，以获取对应的波束形成线数据。通过本发明，能够实现了使得彩色超声系统硬件设计简洁、灵活性好，而且在技术更新过程中节省了资源，降低了成本。

