



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101919714 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 26

(21) 申请号 201010256377. 5

(22) 申请日 2010. 08. 18

(73) 专利权人 秦皇岛市康泰医学系统有限公司
地址 066004 河北省秦皇岛市开发区黄河西
道 24 号

(72) 发明人 胡坤 王国宾 周东旭 王兰芳

(74) 专利代理机构 北京国林贸知识产权代理有
限公司 11001

代理人 李桂玲

(51) Int. Cl.

A61B 8/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201312811 Y, 2009. 09. 23, 说明书第 2 页
第 5 行至第 4 页最后 1 行、图 1-9.

CN 101584588 A, 2009. 11. 25, 说明书第 2 页

第 1 行至第 5 页最后 1 行、图 2-4.

曾锦晖. 高频环阵换能器数字波束聚焦技
术. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科
技 II 辑》. 2008, (第 09 期), 20-42.

审查员 陈淑珍

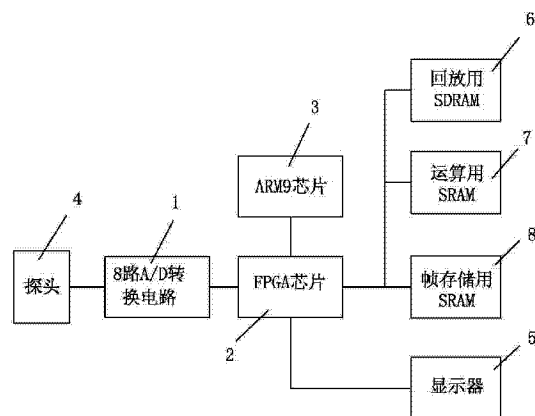
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

嵌入式 B 型超声诊断设备及其信号处理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种嵌入式 B 型超声诊断设备及其信号处理方法, 包括壳体和显示器, 在壳体中安装有电源模块、信号采集和处理电路, 所述电源模块提供 $\pm 80V$ 、 $\pm 60V$ 、 $12V$ 、 $\pm 5V$ 的电源; 所述信号采集和处理电路包括 8 路 A/D 转换电路、FPGA 芯片和 ARM9 芯片, FPGA 芯片连接有动态存储器, 所述 8 路 A/D 转换电路接收来自探头的超声波信号, 所述 8 路 A/D 转换电路的输出连接至 FPGA 芯片的数据输入口, 所述 FPGA 芯片的控制口与 ARM9 芯片的控制口连接, ARM9 芯片的数据口连接 FPGA 芯片的数据口, FPGA 芯片连接显示器; 本发明的有益效果是: 采用多处理器协同工作, 采用嵌入式操作系统, 模块化及可伸缩性、实时性能好, 通信能力强大, 界面丰富美观, 使得整个 B 超系统性能更稳定, 在正常工作时不会出现死机现象。



1. 基于嵌入式 B 型超声诊断设备的信号处理方法,所述设备包括有一个信号采集和处理电路,其特征在于,所述信号采集和处理电路包括 8 路 A/D 转换电路、FPGA 芯片和 ARM9 芯片,FPGA 芯片连接有动态存储器,所述 8 路 A/D 转换电路接收来自探头的超声波信号,所述 8 路 A/D 转换电路的输出连接至 FPGA 芯片的数据输入口,所述 FPGA 芯片的控制口与 ARM9 芯片的控制口连接,ARM9 芯片的数据口连接 FPGA 芯片的数据口,FPGA 芯片连接显示器,在 FPGA 芯片内部顺序连接设置有数据接收模块、可变孔径控制模块、聚焦延时叠加模块、隔直降噪处理模块、动态滤波模块、包络检波模块、对数压缩模块和时钟管理模块,所述时钟管理模块输出的时钟有 20MHZ、40MHZ、50MHZ、80MHZ ;所述的 ARM9 芯片植入 LINUX 操作系统,所述信号处理方法包括的步骤有:

a. 数据接收模块接收所述 8 路 AD 转换电路提供的 10bit 数据,存为 wire 型,作为后级的输入;

b. 可变孔径控制模块将接收的数据用高速乘法器分别通过 6bit 数据对每通道数字信号进行实时动态加权处理,实现每个通道的信号由关闭到打开的控制,其信号强度分成了 64 个不同等级,以适应近场、远场对各通道数据处理的不同要求;

c. 聚焦延时叠加模块通过 7 个独立的高速加法器,以 40MHz 的时钟将前级数据进行流水累加,即将前级数据查表累加实现整根声线数据的点点聚焦得到一线波束数据;延时的时间通过延时控制地址表获得,延时控制地址表根据探头类型的不同而不同,每种探头有一个独立的表格,对延时控制地址进行压缩存储;

d. 隔直降噪处理模块通过一个 2-9MHz 的 FIR 带通滤波器对数据信号滤波;

e. 动态滤波模块通过 FIR 带通滤波器自动配置参数对数据信号完成不同深度的不同带通频率的滤波;

f. 包络检波模块通过 3MHz32 阶 FIR 带通滤波器对信号数据进行包络信号提取;

g. 对数压缩模块完成对包络数据的二次采样、取绝对值和对数压缩。

2. 根据权利要求 1 所述基于嵌入式 B 型超声诊断设备的信号处理方法,其特征在于,所述自动配置参数是在 FPGA 中设置的表格中配置,所述表格是根据超声波在人体中传播的衰减特性编制的。

嵌入式 B 型超声诊断设备及其信号处理方法

技术领域

[0001] 本发明属于医疗仪器,特别涉及一种嵌入式 B 型超声诊断设备及其信号处理方法,是一种内含嵌入式操作系统的 B 型超声诊断设备。

背景技术

[0002] 全数字 B 型超声诊断仪具有无创伤、简便易行、相对价廉等优势,在临床中越来越得到广泛的应用。它将超声波技术、微电子技术、计算机技术、机械设计与制造及生物医学工程等技术融合在一起。目前,公知的全数字 B 型超声诊断仪由包括探头、控制键盘、前级控制器的前端信号采集部分和包括功能键盘、CPU、存储器、显示器的信号处理部分构成。其基本工作过程是:首先在前端信号采集部分接收到用户通过控制键盘发出的命令,然后前级控制器根据命令控制探头发射超声波并接收回波信号,CPU 分别进行前期处理、后期处理、合成图像,最后显示图像。因此,由一个实时 CPU 时钟控制的扫描、前期处理、后期处理,包括 DSC 处理和平滑化的视频图像处理系统,同时显示常规的内容、标注信息、各科室需要的算法处理及显示,图像的存储、回放,键盘等的控制也是由 CPU 完成的,由于 CPU 的负担过重,所以整个系统的实时性、可靠性和兼容性较差,在正常工作时会出现死机现象,传统的 B 超只能连接视频打印机,价格一般在万元以上,普通用户难以接受。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种嵌入式 B 型超声诊断设备及其信号处理方法,该设备采用多处理器协同工作提高了系统的实时性、可靠性和兼容性,在正常工作时不会出现死机现象。

[0004] 为了实现上述目的,本发明的技术方案是:

[0005] 一种嵌入式 B 型超声诊断设备,包括壳体和显示器,在壳体中安装有电源模块、信号采集和处理电路,所述电源模块提供 $\pm 80V$ 、 $\pm 60V$ 、 $12V$ 、 $\pm 5V$ 的电源;所述信号采集和处理电路包括 8 路 A/D 转换电路、FPGA 芯片和 ARM9 芯片,FPGA 芯片连接有动态存储器,所述 8 路 A/D 转换电路接收来自探头的超声波信号,所述 8 路 A/D 转换电路的输出连接至 FPGA 芯片的数据输入口,所述 FPGA 芯片的控制口与 ARM9 芯片的控制口连接,ARM9 芯片的数据口连接 FPGA 芯片的数据口,FPGA 芯片连接显示器。

[0006] 所述动态存储器包括用于图像回放的 SDRAM 存储器、用于数据运算的 SRAM 存储器和用于存储帧图像的 SRAM 存储器。

[0007] 所述 FPGA 芯片内部顺序连接设置有数据接收模块、用于调节回波信号强度的可变孔径控制模块、得到一线波束数据的聚焦延时叠加模块、隔直降噪处理模块、动态滤波模块、包络检波模块和对数压缩模块。

[0008] 所述 FPGA 芯片内部还进一步设置有时钟管理模块,所述时钟管理模块输出的时钟有 20MHZ、40MHZ、50MHZ、80MHZ。

[0009] 一种嵌入式 B 型超声诊断信号处理方法,包括有一个信号采集和处理电路,所述

信号采集和处理电路包括 8 路 A/D 转换电路、FPGA 芯片和 ARM9 芯片，FPGA 芯片连接有动态存储器，所述 8 路 A/D 转换电路接收来自探头的超声波信号，所述 8 路 A/D 转换电路的输出连接至 FPGA 芯片的数据输入口，所述 FPGA 芯片的控制口与 ARM9 芯片的控制口连接，ARM9 芯片的数据口连接 FPGA 芯片的数据口，FPGA 芯片连接显示器，在 FPGA 芯片内部顺序连接设置有数据接收模块、可变孔径控制模块、聚焦延时叠加模块、隔直降噪处理模块、动态滤波模块、包络检波模块、对数压缩模块和时钟管理模块，所述时钟管理模块输出的时钟有 20MHZ、40MHZ、50MHZ、80MHZ；所述的 ARM9 芯片植入 LINUX 操作系统，所述信号处理方法包括的步骤有：

[0010] a. 数据接收模块接收外部 8 路 AD 电路芯片提供的 10bit 数据，存为 wire 型，作为后级的输入；

[0011] b. 可变孔径控制模块将接收的数据用高速乘法器，分别通过 6bit 数据对每通道数字信号进行实时动态加权处理，实现每个通道的信号由关闭到打开的控制，其信号强度分成了 64 个不同等级，以适应近场、远场对各通道数据处理的不同要求；

[0012] c. 聚焦延时叠加模块通过高速加法器将前级数据查表累加得到一线波束数据；

[0013] d. 隔直降噪处理模块通过一个 2-9MHz 的 FIR 带通滤波器对数据信号滤波；

[0014] e. 动态滤波模块通过 FIR 带通滤波器自动配置参数对数据信号完成不同深度的不同带通频率的滤波；

[0015] f. 包络检波模块通过 3MHz32 阶 FIR 带通滤波器对数据信号进行包络信号提取；

[0016] g. 对数压缩模块完成对包络数据的二次采样、取绝对值和对数压缩。

[0017] 所述自动配置参数是在 FPGA 中设置的表格中配置，所述表格是根据超声波在人体中传播的衰减特性编制的。

[0018] 本发明的有益效果是：

[0019] 1. 本发明采用多处理器协同工作，采用嵌入式操作系统，可以方便的开发大量的应用软件包，方便医生的使用，可以大量的存储冻结和回放图像，方便医院存档、查询；

[0020] 2. 本发明电路可以方便的与现有的存储介质如 U 盘、硬盘、光驱等接口电路连接，直接连接普通的喷墨或激光打印机；

[0021] 3. 本发明电路模块化，可伸缩性强、实时性能好，通信能力强大，界面丰富美观，使得整个 B 超系统性能更稳定，在正常工作时不会出现死机现象。

[0022] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细的描述。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明系统结构图；

[0024] 图 2 为本发明 FPGA 芯片中各模块的关系图；

[0025] 图 3 为本发明信号处理流程图。

具体实施方式

[0026] 实施例 1：

[0027] 一种嵌入式 B 型超声诊断设备实施例，参见图 1、图 2 和图 3 包括壳体，壳体上安装有显示器，在壳体中安装有电源模块、信号采集和处理电路，所述电源模块为整个诊断设

备提供 $\pm 80V$ 、 $\pm 60V$ 、 $12V$ 、 $\pm 5V$ 的电源；所述信号采集和处理电路包括 8 路 A/D 转换电路 1、FPGA 芯片 2 和 ARM9 芯片 3，FPGA 芯片连接有动态存储器，所述 8 路 A/D 转换电路接收来自探头 4 的超声波信号，所述 8 路 A/D 转换电路的输出连接至 FPGA 芯片的数据输入口，所述 FPGA 芯片的控制口与 ARM9 芯片的控制口连接，ARM9 芯片的数据口连接 FPGA 芯片的数据口，FPGA 芯片连接显示器 5。

[0028] 所述动态存储器包括用于图像回放的 SDRAM 存储器 6、用于数据运算的 SRAM 存储器 7 和用于存储帧图像的 SRAM 存储器 8。

[0029] 所述 FPGA 芯片内部顺序连接设置有数据接收模块 201、用于调节回波信号强度的可变孔径控制模块 202、得到一线波束数据的聚焦延时叠加模块 203、隔直降噪处理模块 204、动态滤波模块 205、包络检波模块 206 和对数压缩模块 207。

[0030] 所述 FPGA 芯片内部还进一步设置有时钟管理模块 208，所述时钟管理模块输出的时钟有 20MHZ、40MHZ、50MHZ、80MHZ。其中 20MHZ 用于滤波，40MHZ 用于接收外部 8 路 AD 电路芯片提供的 10bit 数据，50MHZ 用于超声波的发射，80MHZ 用于对图像的处理。

[0031] 所述可变孔径控制模块中包括有 7 组独立的高速乘法器，所述聚焦延时叠加模块中包括有 7 个独立的高速加法器，所述隔直降噪处理模块包括有 2-9MHz 的 FIR 带通滤波器，所述动态滤波模块包括有 FIR 带通滤波器，所述包络检波模块包括有 3MHz32 阶 FIR 带通滤波器。

[0032] 实施例中 ARM9 采用的型号是三星公司的 S3C2440，FPGA 选用 Xilinx 公司斯巴达系列的 XC3S700A。

[0033] 实施例 2：

[0034] 一种嵌入式 B 型超声诊断信号处理方法实施例，参见实施例 1，所述处理方法包括有一个信号采集和处理电路，所述信号采集和处理电路包括 8 路 A/D 转换电路 1、FPGA 芯片 2 和 ARM9 芯片 3，FPGA 芯片连接有动态存储器，所述 8 路 A/D 转换电路接收来自探头 4 的超声波信号，所述 8 路 A/D 转换电路的输出连接至 FPGA 芯片的数据输入口，所述 FPGA 芯片的控制口与 ARM9 芯片的控制口连接，ARM9 芯片的数据口连接 FPGA 芯片的数据口，FPGA 芯片连接显示器 5，在 FPGA 芯片内部顺序连接设置有数据接收模块 201、可变孔径控制模块 202、聚焦延时叠加模块 203、隔直降噪处理模块 204、动态滤波模块 205、包络检波模块 206、对数压缩模块 207 和时钟管理模块 208，所述时钟管理模块输出的时钟有 20MHZ、40MHZ、50MHZ、80MHZ；所述的 ARM9 芯片植入 LINUX 操作系统，操作系统对信号处理方法包括的步骤有：

[0035] a. 数据接收模块以 40MHz 的时钟接收外部 8 路 AD 电路芯片提供的 10bit 数据，存为 wire 型，作为后级的输入；

[0036] b. 可变孔径控制模块将接收的数据用 7 组独立的高速乘法器，分别通过 6bit（6 位二进制数）数据对每通道数字信号进行实时动态加权处理，从而达到每通道的数据从关闭到完全打开效果，6bit 数据相当于将信号强度分成了 64 个不同等级，以适应近场、远场对各通道数据处理的不同要求，根据远场、近场、探头类型等的不同参数并结合实际的显示效果，确定出每线的分段位置及数量，然后将数据制作成数据表；供计算时调用，本模块的输出数据为 10bit，写入存储器，所述的参数是存储在寄存器中的根据不同探头计算出的已知参数表中的参数；

[0037] c. 聚焦延时叠加模块通过 7 个独立的高速加法器将前级数据查表累加得到一线

波束数据的步骤；本模块使用了 7 个独立的高速加法器，以 40MHz 的时钟对前级的数据进行流水累加，实现整根声线数据的点点聚焦，延时的时间通过延时控制地址表获得，延时控制地址表根据探头类型的不同而不同，每种探头有一个独立的表格（是已知表格），为了节省空间，要对地址数据进行压缩存储，目前支持的探头类型包括 80 振源 3.5M 凸阵探头、80 振源 6.5M 腔内探头和 80 振源 7.5M 线阵探头；

[0038] d. 隔直降噪处理模块通过一个 2-9MHz 的 FIR 带通滤波器对数据信号进行滤波的步骤；初步滤除干扰，得到相对干净的信号；

[0039] e. 动态滤波模块通过 FIR 带通滤波器自动配置参数对数据信号进行滤波的步骤，所述自动配置参数是在 FPGA 中设置的表格中配置，所述表格是根据超声波在人体中传播的衰减特性编制的表格存到存储器中；

[0040] f. 包络检波模块通过 3MHz32 阶 FIR 带通滤波器对数据信号包络信号提取的步骤；所述滤波器增益为 1，输入输出均为 13bit 数据；

[0041] g. 对数压缩模块完成对包络数据的二次采样，取绝对值和对数压缩的步骤。二次采样的采样频率根据探头类型、放大倍数、探测深度等信息灵活确定，以便得到更清晰的图像；对数压缩通过查表进行，通过配置多个对数表，可以实现多种显示效果，来满足用户的需要。

[0042] 根据上述步骤，其数据流向如下：采样数据通过可变孔径控制模块对各通道数据进行计权，再通过聚焦延时叠加模块对各通道数据进行叠加，合成一路，完成波束形成；波束形成数据通过隔直降噪处理模块进行 2-9Mhz 的带通滤波，去掉直流，低频和高频干扰；再通过动态滤波模块分段进行噪声的滤除，然后进行包络检波；将包络检波后的数据进行取绝对值，二次采样，对数压缩，输出的数据取 8 位即可送到后级进行图形图像的进一步处理了；时钟管理模块为其他模块提供同步时钟。

[0043] 实施例 1 中 ARM9 安装嵌入式操作系统，完成辅助显示内容、标注信息等的叠加，各科室需要的算法处理及显示，图像的存储、回放等控制。FPGA 外挂几个 RAM 芯片，用来存放电影回放、测量计算和帧存储。ARM9 用来内嵌操作系统，规划视频界面，FPGA 解析前端处理命令，并在内部通过数字图像处理技术，实现图像插值、坐标变换、帧相关、线相关等图像处理，ARM9 与 FPGA 实时通信，监督管理 FPGA 内部的操作，同时 ARM9 实现部分按键的功能控制。

[0044] FPGA 前级处理作用就是发射和接受超声信号，并把最原始的回波信号在 FPGA 中运用复杂的数字信号处理算法，还原出原始图像。整个系统的后级信号处理部分采用 ARM9 系统与 FPGA 协同处理，ARM9 内部植入嵌入式操作系统，处理功能按键和 FPGA 后级处理的通信，FPGA 与 ARM9 显示部分的接口采用 ARM9 的液晶接口，读写时序模仿液晶的读写操作时序。这样 FPGA 只负责后级图像的处理，而系统的操作就转交给 ARM9 内部的嵌入式操作系统来处理。另外，FPGA 控制存放临时数据如帧存储或测量数据。最后通过 FPGA 和 ARM9 一同把超声图像显示到 CRT 显示器上。

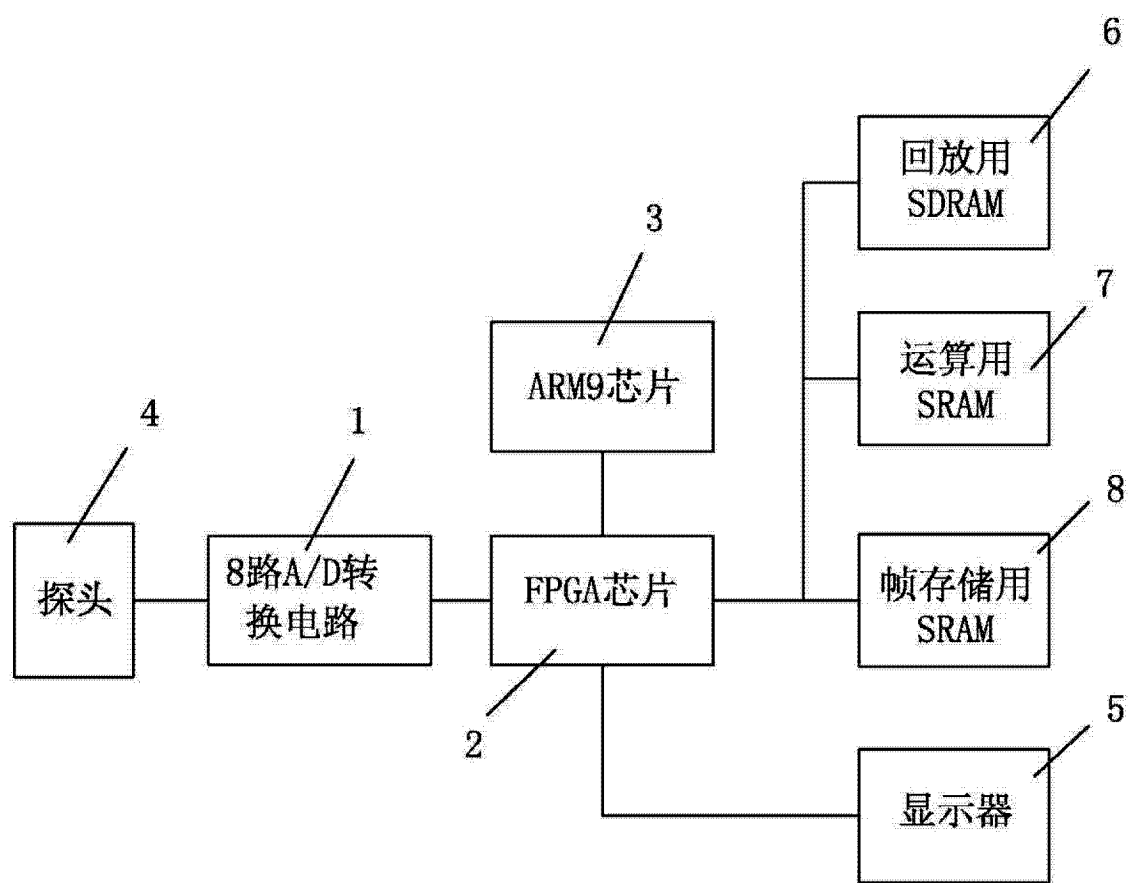


图 1

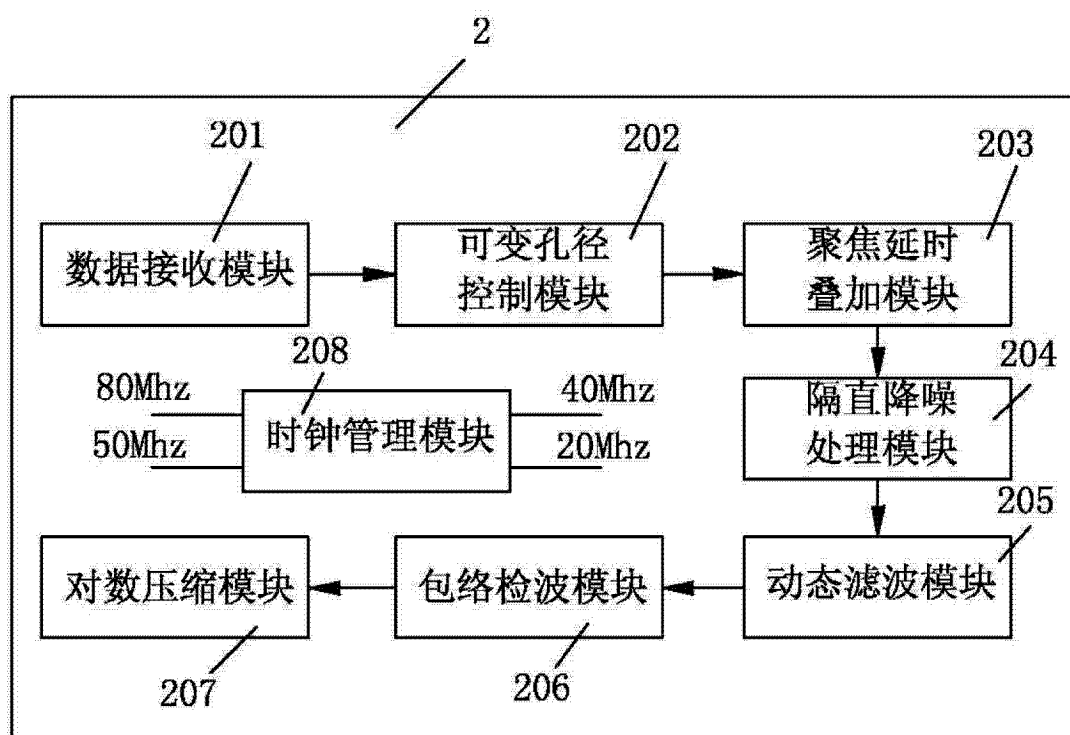


图 2

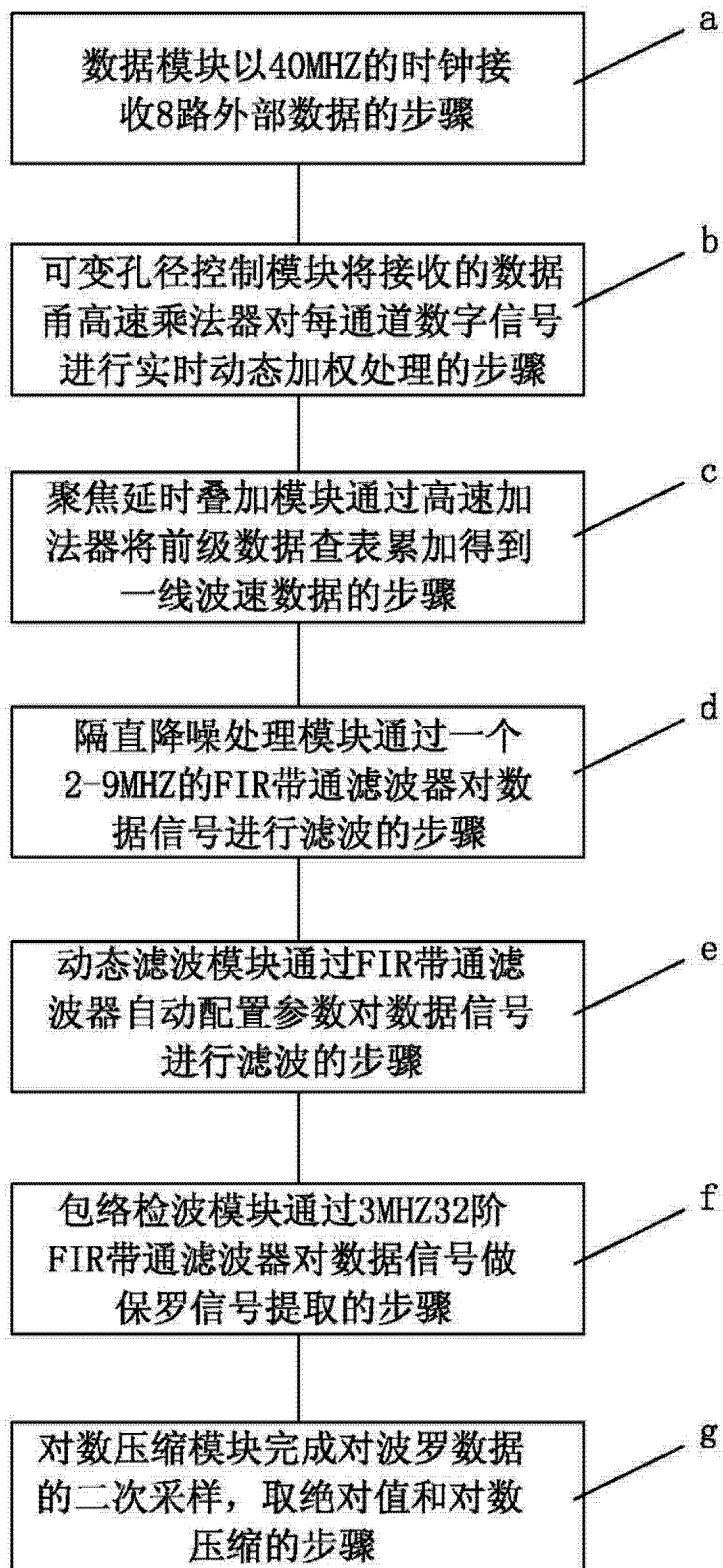


图 3

专利名称(译)	嵌入式B型超声诊断设备及其信号处理方法		
公开(公告)号	CN101919714B	公开(公告)日	2012-12-26
申请号	CN201010256377.5	申请日	2010-08-18
[标]申请(专利权)人(译)	秦皇岛市康泰医学系统有限公司		
申请(专利权)人(译)	秦皇岛市康泰医学系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	秦皇岛市康泰医学系统有限公司		
[标]发明人	胡坤 王国宾 周东旭 王兰芳		
发明人	胡坤 王国宾 周东旭 王兰芳		
IPC分类号	A61B8/14		
代理人(译)	李桂玲		
审查员(译)	陈淑珍		
其他公开文献	CN101919714A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种嵌入式B型超声诊断设备及其信号处理方法，包括壳体和显示器，在壳体中安装有电源模块、信号采集和处理电路，所述电源模块提供±80V、±60V、12V、±5V的电源；所述信号采集和处理电路包括8路A/D转换电路、FPGA芯片和ARM9芯片，FPGA芯片连接动态存储器，所述8路A/D转换电路接收来自探头的超声波信号，所述8路A/D转换电路的输出连接至FPGA芯片的数据输入口，所述FPGA芯片的控制口与ARM9芯片的控制口连接，ARM9芯片的数据口连接FPGA芯片的数据口，FPGA芯片连接显示器；本发明的有益效果是：采用多处理器协同工作，采用嵌入式操作系统，模块化及可伸缩性、实时性能好，通信能力强大，界面丰富美观，使得整个B超系统性能更稳定，在正常工作时不会出现死机现象。

