



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105868146 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610408216.0

(22)申请日 2016.06.12

(71)申请人 无锡海鹰电子医疗系统有限公司  
地址 214061 江苏省无锡市新区科技创业园二区205室

(72)发明人 夏钧

(74)专利代理机构 总装工程兵科研一所专利服务中心 32002

代理人 杨立秋

(51) Int. Cl.

G06F 13/40(2006.01)

G06F 19/00(2011.01)

A61B 8/00(2006.01)

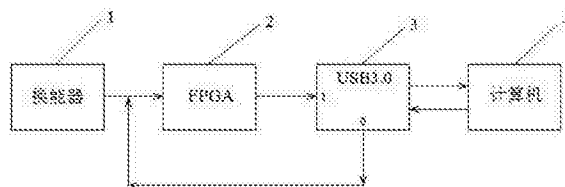
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪

(57)摘要

本发明涉及一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,包括换能器、FPGA、超声控制面板和计算机,换能器发射超声脉冲并接收反射波转换成回波信号;FPGA接受并行数据并起缓存作用;超声控制面板将超声数字化前端经过模数转换和波束合成之后得到的超声射频数据通过USB3.0总线实时传输至计算机,将处理后的图像实时显示在诊断仪的显示器上。本发明与传统的PCI总线或USB2.0串行总线的传输方案相比,传输速率提升了5-10倍,并且将传统的16位超声图像扩展到了32位,大大提高了超声数据的可扩展性。



1. 一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,其特征在于:包括换能器(1)、FPGA(2)、超声控制面板(3)和计算机(4),换能器(1)发射超声脉冲并接收反射波转换成回波信号;FPGA(2)接受并行数据并起缓存作用;超声控制面板(3)将超声数字化前端经过模数转换和波束合成之后得到的超声射频数据通过USB3.0总线实时传输至计算机(4),将处理后的图像实时显示在诊断仪的显示器上。

2. 根据权利要求1所述的基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,其特征在于:所述超声控制面板(3)包括USB3.0控制芯片和CPLD,USB3.0控制芯片的GP1F 11接口选用Slave F1F0工作模式,与GP1F 11接口相连的外部主控制器通过CPLD实现,CPLD通过识别数字化前端中超声射频数据的控制信号确定进行数据采集,CPLD使能写有效信号,将超声射频数据通过GP1F 11接口写入USB3.0控制芯片的输入端点中并传输至计算机(4)。

3. 根据权利要求2所述的基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,其特征在于:所述USB3.0控制芯片内置有USB3.0微处理器、由执行USB3.0微处理器指令而生成高速串化解串器和光纤收发器的控制信号的启动停止控制器、用于采集FPGA(2)输出的缓存数据的可编程数据采集控制器、用于将可编程数据采集控制器采集到的数据进行高速自动传输DMA引擎的端口1、用于为DMA引擎在传输数据时提供数据缓冲的内部缓冲区和与计算机(4)进行实时传输的USB3.0批量传输端口。

4. 根据权利要求2或3所述的基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,其特征在于:所述USB3.0控制芯片还内置一个端口0,端口0用于采集过程中的读模式和写模式切换。

5. 根据权利要求1所述的基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,其特征在于:所述FPGA(2)内置有串化解串器数据接收模块、数据缓存模块、数据读取模块,数据缓存模块选用32位数据宽度的F1F0缓存区,高速串化解串器输出的数据信号线A为16位的并行数据,串化解串器数据接收模块将数据信号线A上的16位并行数据复接为32位并行数据并存储到F1F0缓存区;数据读取模块将F1F0缓存区中的数据读出来通过数据信号线B发送给可编程数据采集控制器,可编程数据采集控制器通过DMA引擎自动将数据信号线B上的数据不间断的传输到USB3.0批量传输端口。

6. 根据权利要求1所述的基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,其特征在于:所述超声控制面板(3)采用USB3.0批量传输端口自带的Ctrl传输模式,与计算机(4)实现小数据量的双向控制。

## 一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪

### 技术领域

[0001] 本发明涉及多普勒医疗超声诊断仪技术领域,尤其是一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪。

### 背景技术

[0002] 超声系统的数据采集方案是超声医疗诊断仪的关键所在。由于超声图像是为了实现精确的诊断,不仅包含图像的各种细节信息,还包含探头,当前状态,病人详情等图像状态信息,高帧率的实时传输方案一直是超声系统采集的难点所在,目前通过PCI总线或者USB2.0串行总线的传输方案速率有限,实际帧率大多在20-30帧每秒左右,远远不能满足实际医生诊断时候的动态性能要求。

[0003] 现有的超声图像采集方案有两种主流方案,一种是基于外围设备控制器接口PCI总线的数据传输,这种方式有明显的局限性。首先,PCI总线传输速度在实际中只能达到130m/s左右,不能满足超高速的传输方案。其次,PCI总线的电路板排线、驱动设计复杂,往往用在台式机上,现在的超声医疗设备越来越趋向小型化和便携性,PCI总线已经不能满足小型化的要求。再次,PCI总线方案不支持热插拔,数据线脱离连接后需要重新启动计算机才能实现复位,大大影响用户体验和开发效率。另外一种是基于USB2.0串行总线的数据采集方案。它具有实现简单,支持热插拔等优点,但是它的数据传输速度有限,已经不能符合图像或者视频实时传输的要求,实际使用中只能达到60m左右。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是克服现有的缺陷,提供一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,与传统的PCI总线或USB2.0串行总线的传输方案相比,传输速率提升了5-10倍,并且将传统的16位超声图像扩展到了32位,大大提高了超声数据的可扩展性。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了如下的技术方案:

[0006] 本发明一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,包括换能器、FPGA、超声控制面板和计算机,换能器发射超声脉冲并接收反射波转换成回波信号;FPGA接受并行数据并起缓存作用;超声控制面板将超声数字化前端经过模数转换和波束合成之后得到的超声射频数据通过USB3.0总线实时传输至计算机,将处理后的图像实时显示在诊断仪的显示器上。

[0007] 进一步地,超声控制面板包括USB3.0控制芯片和CPLD,USB3.0控制芯片的GP1F 11接口选用Slave FIFO工作模式,与GP1F 11接口相连的外部主控制器通过CPLD实现,CPLD通过识别数字化前端中超声射频数据的控制信号确定进行数据采集,CPLD使能写有效信号,将超声射频数据通过GP1F 11接口写入USB3.0控制芯片的输入端点中并传输至计算机。

[0008] 进一步地,USB3.0控制芯片内置有USB3.0微处理器、由执行USB3.0微处理器指令而生成高速串化解串器和光纤收发器的控制信号的启动停止控制器、用于采集FPGA输出的缓存数据的可编程数据采集控制器、用于将可编程数据采集控制器采集到的数据进行高速

自动传输DMA引擎的端口1、用于为DMA引擎在传输数据时提供数据缓冲的内部缓冲区和与计算机进行实时传输的USB3.0批量传输端口。

[0009] 进一步地,USB3.0控制芯片还内置一个端口0,端口0用于采集过程中的读模式和写模式切换。

[0010] 进一步地,FPGA内置有串化解串器数据接收模块、数据缓存模块、数据读取模块,数据缓存模块选用32位数据宽度的FIFO缓存区,高速串化解串器输出的数据信号线A为16位的并行数据,串化解串器数据接收模块将数据信号线A上的16位并行数据复接为32位并行数据并存储到FIFO缓存区;数据读取模块将FIFO缓存区中的数据读出来通过数据信号线B发送给可编程数据采集控制器,可编程数据采集控制器通过DMA引擎自动将数据信号线B上的数据不间断的传输到USB3.0批量传输端口。

[0011] 进一步地,超声控制面板采用USB3.0批量传输端口自带的Ctrl传输模式,与计算机实现小数据量的双向控制。

[0012] 本发明的有益效果:相比于传统的超声诊断仪,该超声诊断仪具有传输速度明显加快,实际使用中可以达到400-500m/s,将传统的16位超声数据扩展到32位数据,大大提高了超声数据的可扩展性;速度比PCI总线方案提升4倍,比USB2.0提升了10倍速度;USB3.0实现简单,可在小型便携B超方向发挥更大的作用;它支持热插拔,机器在有故障发生的时候,不需要重启计算机电脑,大大提高了用户体验。

## 附图说明

[0013] 图1为本发明一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪的硬件结构框图。

## 具体实施方式

[0014] 本发明所列举的实施例,只是用于帮助理解本发明,不应理解为对本发明保护范围的限定,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明思想的前提下,还可以对本发明进行改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求保护的范围内。

[0015] 如图1所示,本发明一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪,包括换能器1、FPGA 2、超声控制面板3和计算机4,换能器1发射超声脉冲并接收反射波转换成回波信号;FPGA 2接受并行数据并起缓存作用;超声控制面板3将超声数字化前端经过模数转换和波束合成之后得到的超声射频数据通过USB3.0总线实时传输至计算机4,与计算机4实现小数据量的双向控制,内置的端口0用于采集过程中的读模式和写模式切换,将处理后的图像实时显示在诊断仪的显示器上。

[0016] USB3.0超高速,全双工,异步通知机制的采集控制系统(超声控制面板3内置)主要功能是将超声数字化前端经过模数转换和波束合成之后得到的超声射频数据通过USB3.0总线传输至计算机4。采集控制系统硬件主要由一片USB3.0控制芯片和一片CPLD组成,USB3.0控制芯片选用CYPRESS公司的CYUSB3014这款芯片,CYUSB3014支持新的USB3.0协议并且给外部设备提供了一个可配置的、并行和通用可编程的GPIO 11(General Programmable Interface)接口,我们这里选用GPIO 11接口的Slave FIFO工作模式,与GPIO 11接口相连的外部主控制器选用一片CPLD实现。超声射频数据在采集控制系统上的传输流程是:CPLD通过识别数字化前端中超声射频信号的控制信号确定是否进行数据采

集,如果满足采集条件,则CPLD使能写有效信号,将超声射频数据通过GP1F 11接口写入CYUSB3014芯片的输入端点中并传输至计算机4。

[0017] 具体的超声多普勒采集控制系统,USB3.0控制芯片使用CYPRESS公司的EZ-USB FX3(CYUSB3014)芯片。FX3是现有的USB3.0技术中兼容性和稳定性比较高的一款芯片,内置一个USB2.0的OTG端口(端口0)可以使得FX3实现读/写切换。它还拥有一个频率为200MHZ的32位ARM926EJ处理器内核,自带的GP1F 11接口可以输出最高32位的数据。FX3芯片主要用在数字影音、打印、扫描、医学成像、工业摄像等对传输带宽要求较高的数据传输中。FX3内部有一个能够实现5Gb/s传输速度的GP1F 11接口,GP1F 11接口可以和任何处理器、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、DSP(Digital Signal Processing)、FPGA和CPLD连接,GP1F 11接口最高工作时钟能够达到100MHz,可配置成8位、16位、32位数据传输中的任何一种。内嵌512kB SRAM用来存储代码和数据。FX3也提供低速外围设备的接口,如UART,SP1,I2C,I2S总线接口。CPU主要通过固件程序和内部DMA通道管理USB和GP1F 11,I2S,SP1,UART接口之间的数据传输。

[0018] USB3.0控制芯片包括USB3.0微处理器、由执行USB3.0微处理器指令而生成高速串化解串器和光纤收发器的控制信号的启动停止控制器、用于采集可编程逻辑控制器FPGA 2输出的缓存数据的可编程数据采集控制器、用于将可编程数据采集控制器采集到的数据进行高速自动传输的DMA引擎、用于为DMA引擎在传输数据时提供数据缓冲的内部缓冲区、用于与计算机4进行控制传输的端口0和与计算机4进行实时传输的批量传输端口。

[0019] USB3.0控制芯片内部自带一个端口0(USB2.0的OTG端口)和端口1,端口0用于采集过程中的读模式和写模式切换,具体的,发送ff给端口0,缓冲区进入写模式,发送00给端口0,USB进入读模式状态;端口1用于为FPGA采集到的数据提供高速传输DMA引擎,FPGA 2传递过来的数据全都输入USB3.0控制芯片内部的数据缓冲区,当达到一定的数据包长度的时候,缓冲区内的数据一次性发送给计算机4。

[0020] FPGA 2选Altera的CycloneIV系列芯片,芯片型号为EP4CE115F29C7N,高速串化解串器选择T1公司生产的TLK2711。EP4CE115F29C7N芯片内部包括串化解串器数据接收模块、数据缓存模块、数据读取模块。数据缓存模块选择使用32位数据宽度的F1F0缓存区,高速串化解串器输出的数据信号线A为16位的并行数据,串化解串器数据接收模块将数据信号线A上的16位并行数据复接为32位并行数据并存储到F1F0缓存区;数据读取模块将F1F0缓存区中的数据读出来通过数据信号线B发送给可编程数据采集控制器通过DMA引擎自动将数据信号线B上的数据无间断的传输到USB3.0批量传输端口;启动停止控制器在USB3.0微处理器的指令下生成发向串化解串器。

[0021] 当超声系统启动后,CYUSB3014USB3.0控制芯片自带的USB2.0模块会自动识别不同的USB设备,会进行两次对USB设备的扫描遍历。第一次USB识别为被识别为USB2.0高速设备,用于下载超声数据采集的固件到芯片中,下载完成后,会自动识别成USB3.0超高速模式。

[0022] 超声诊断仪的控制一般利用USB3.0的数据输出模式,发送对应的控制字节,实现对超声系统各种参数的调节与控制。超声系统每一个功能或参数的改变都对应控制帧中的相应字节的改变。发送不同的控制帧,就能调整功能或者调整参数。

[0023] 超声软件启动完毕后,自动识别成USB3.0超高速模式,需要搜索超声探头(换能器

1)。具体的方法为,向USB3.0的端口0发送ff,使其切换到写模式,然后向USB3.0端口out发送更改探头识别码对应的控制字节,读取一帧32位图像数据,如果连续的高8位的数字都与探头预定义的参数一样,说明识别到一个探头。依次循环,根据超声诊断仪的插槽数发送对应数量的探头识别控制帧,即可识别全部已插入的探头。根据不同的探头识别码,找到超声系统中预置序列化文件(一般为XML或INI文件),载入探头的参数如半径,阵元数量,阵元间隔等。探头加载完成后,有时医生选取对应部位的预定义参数信息,那么必须再次读写序列化文件,序列化文件中定义了对应的深度、B模式增益、帧相关对应字节的取值情况。

[0024] 探头识别后,需要启动超声图像采集。由于USB3.0的超高速传输模式和缓冲区最高支持32位的高速数据,定义一帧图像为512\*512\*4字节32位的数据。其中低16位包括8位黑白图像数据和8位超声参数数据;高16位数据用于存储其他辅助传感器得到的数据或者其他扩展设备的数据,比如激光器,红外传感器等设备。向USB3.0的端口0发送ff,并一次性下发对应端口的数据帧,超声控制面板3收到下发参数后,启动数据采集程序。

[0025] 采集程序启动后,需要把超声数据的像素数据实时传输到显示屏上。具体方法为,向USB3.0的端口0发送命令00,使端口1切换至读状态。端口1读取一帧512\*512\*4的32位超声数据。在计算机端提取低8位的像素数据并绘制成512\*512\*1字节8位的位图。计算机4开启相应的线程专门处理像素提取与位图转换的功能,并不断的绘制到多普勒超声诊断仪的显示器上。

[0026] 冻结、解冻是多普勒超声诊断仪控制采集状态的基础。所谓冻结就是计算机4在不断采集图像的过程中,医生按下冻结键使图像静止的状态,在这个状态下医生可以观察分析并保存病人的超声图像和对图像进行处理和测量等操作。解冻是超声诊断仪在冻结的情况下,使系统恢复高速采集状态的功能。采用USB3.0实现冻结功能的具体方法是:在解冻状态下,向USB3.0端口0发送ff,切换至USB3.0端口1为写状态,然后读取当前状态的控制帧,将控制帧中对应的冻结解冻对应的位置0,发送给USB3.0的端口1,并将计算机端软件读取超声板数据的线程挂起;解冻的具体方法是:在冻结的状态下,向USB3.0端口0发送ff,切换至USB3.0端口1为写状态,然后读取当前状态的控制帧,将控制帧中对应的冻结解冻对应的位置1,发送给USB3.0的端口1,并将计算机端软件读取超声控制面板3数据的线程恢复。

[0027] 对于参数的调节与模式的切换,大多类似,主要是调整不同的控制字,并通过USB3.0端口发送给超声控制面板3。具体为:在读取超声数据线程开启的情况下,向USB3.0端口0发送ff数据,切换端口1至写状态,并下发控制帧。比如,现要使超声参数的深度参数(Depth)加1,就要使现有的深度数据加上一个1,在确认不超过对应探头超声深度范围的情况下,发送给USB3.0的端口1out事件,超声控制面板3收到刷新后的深度控制参数后,会传递对应深度参数的位图信息给计算机4,计算机4再按上面的读取方式,便能不断收到刷新后的图像数据。

[0028] 超声诊断仪一般有8段TGC增益调节,通过USB3.0端口,可以控制TGC增益。8段TGC增益对应着控制帧中连续的8个字节,范围是从0-255。TGC模块滑动的时候,不断的向USB3.0的端口1发送当前的TGC增益,超声控制面板3收到刷新后的控制帧后,会读取对应的参数值,发送对应的TGC增益的像素数据给计算机4,计算机4经过提取并转换位图后获得TGC刷新过后的超声图像。

[0029] 传统的超声控制面板3与计算机4直接交互是通过RS232串行接口与计算机连接,

然后发送对应的按键码进行交互。有了USB3.0接口后,可以利用USB3.0自带的Ctrl传输模式,实现对超声图像实现小数据量的双向控制。具体方案是:以保存当前图像为例,判断当前状态是否为冻结状态,如果不是则先进行上文定义的冻结操作。接着,初始化USB3.0端口的端口0为Ctrl模式,便可以向USB3.0端口1传输双向的Ctrl控制命令,发送图像保存命令fe,计算机4拦截到fe命令后,将当前冻结画面中的图像数据保存到对应的磁盘目录中,并将对应的状态信息序列化成本地文件,保存到对应的磁盘目录中。

[0030] 退出超声系统的时候,由于系统处于高速采集状态,需要释放USB3.0接口占用的资源。首先关闭USB3.0端口的out或者in事件,终止采集线程,然后依次关闭USB端口0和端口1,退出超声软件。

[0031] 本发明在实际测试中,速度为300-400m/s,每秒可传递200-300帧512\*512\*4字节32位的超声图像,与现有的PCI总线或USB2.0的方案相比,传输速率提升了5-10倍,并且将传统的16位超声图像扩展到了32位,大大提高了超声数据的可扩展性。

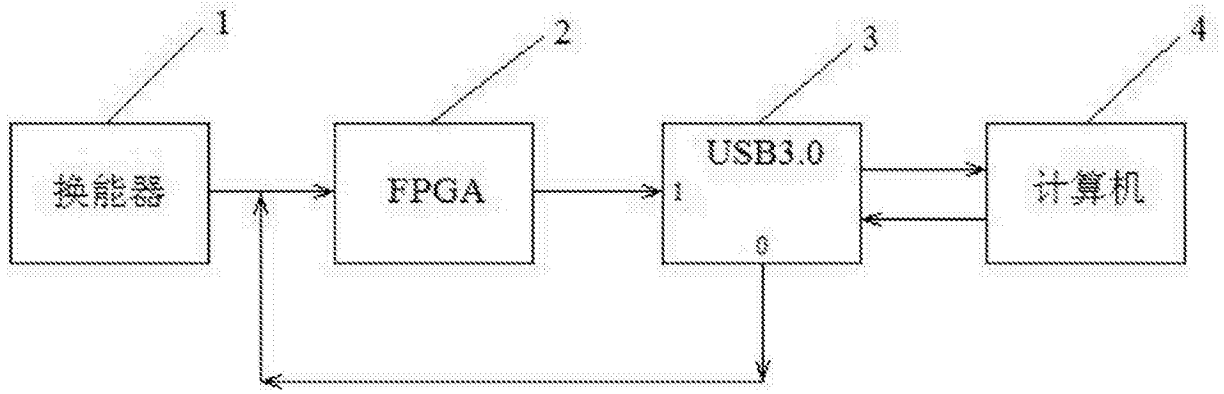


图1

专利名称(译)	一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪		
公开(公告)号	<a href="#">CN105868146A</a>	公开(公告)日	2016-08-17
申请号	CN201610408216.0	申请日	2016-06-12
[标]申请(专利权)人(译)	无锡海鹰电子医疗系统有限公司		
申请(专利权)人(译)	无锡海鹰电子医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	无锡海鹰电子医疗系统有限公司		
[标]发明人	夏钧		
发明人	夏钧		
IPC分类号	G06F13/40 G06F19/00 A61B8/00		
CPC分类号	G06F13/4068 A61B8/44 A61B8/488 A61B8/54 G16H40/63		
代理人(译)	杨立秋		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及一种基于USB3.0和FPGA采集控制的超声诊断仪，包括换能器、FPGA、超声控制面板和计算机，换能器发射超声脉冲并接收反射波转换成回波信号；FPGA接受并行数据并起缓存作用；超声控制面板将超声数字化前端经过模数转换和波束合成之后得到的超声射频数据通过USB3.0总线实时传输至计算机，将处理后的图像实时显示在诊断仪的显示器上。本发明与传统的PCI总线或USB2.0串行总线的传输方案相比，传输速率提升了5-10倍，并且将传统的16位超声图像扩展到了32位，大大提高了超声数据的可扩展性。

