



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109276276 A

(43)申请公布日 2019.01.29

(21)申请号 201810973424.4

(22)申请日 2018.08.24

(71)申请人 广东省医疗器械质量监督检验所
地址 510663 广东省广州市开发区科学城
光谱西路1号

(72)发明人 郑毅 曾俏 熊科迪 伍倚明
宋盟春

(74)专利代理机构 广州润禾知识产权代理事务
所(普通合伙) 44446
代理人 林伟斌 凌衍芬

(51)Int.Cl.
A61B 8/12(2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

基于Labview平台的超声内窥成像装置及方法

(57)摘要

本发明提供基于Labview平台的超声内窥成像系统及方法,该方法包括以下步骤:将获取的超声图像投影数据通过CPU传输至CPU内存中;通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域,判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠,并将所述多块投影数据区域发送至GPU内存;通过GPU并行核函数,并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,每块投影数据区域进行重建;将重建后的投影数据区域合成为新的图像。本发明的基于Labview平台的超声内窥成像系统,利用通用计算机平台、通用图像处理器GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。

将获取的超声图像投影数据通过CPU传输至CPU内存中

通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域,判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠,并将所述多块投影数据区域发送至GPU内存

通过GPU并行核函数,并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,每块投影数据区域进行重建

将重建后的投影数据区域合成为新的图像

1. 基于Labview平台的超声内窥成像方法, 其特征在于, 包括在Labview平台下的以下步骤:

将获取的超声图像投影数据通过CPU传输至CPU内存中;

通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域, 判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠, 并将所述多块投影数据区域发送至GPU内存;

通过GPU并行核函数, 并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加, 每块投影数据区域进行重建;

将重建后的投影数据区域合成为新的图像。

2. 根据权利要求1所述的基于Labview平台的超声内窥成像方法, 其特征在于, 通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域, 判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠包括: 设置超声探测器固定接收角度 θ' ;

计算超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 。

根据超声图像的像素点到超声探测器中心的角度确定扫描的角度;

CPU内存中的超声图像投影数据按照超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 分割为多块投影数据区域, 若超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' , 则判断相邻的投影数据区域设置为部分重叠。

3. 根据权利要求2所述的基于Labview平台的超声内窥成像方法, 其特征在于, 超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 的计算公式为 $\theta = \arccos\left(\frac{\overrightarrow{P'P} \cdot \overrightarrow{P'O}}{|\overrightarrow{P'P}| \cdot |\overrightarrow{P'O}|}\right)$

其中, P 为超声图像的像素点, P' 为超声探测器中心点, O 为坐标原点。

4. 根据权利要求1所述的基于Labview平台的超声内窥成像方法, 其特征在于, 所述通过GPU并行核函数, 并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加, 每块投影数据区域进行重建的步骤具体包括:

分配CUDA核函数的线程数, 将每个线程与每个像素点一一对应, 进行所有像素点的并行运算;

对每一个线程进行操作得到对应的局部重建图像。

5. 根据权利要求4所述的基于Labview平台的超声内窥成像方法, 其特征在于, 将每个线程于每个像素点一一对应的方法包括:

CUDA架构下提供内建变量blockIdx.x和threadIdx.x来进行寻址, 使用二维的线程块直接索引像素点的坐标:

$idx = blockIdx.x * blockDim.x + threadIdx.x$; 表示x方向像素点坐标;

$idy = blockIdx.y * blockDim.y + threadIdx.y$; 表示y方向像素点坐标。

6. 根据权利要求4所述的基于Labview平台的超声内窥成像方法, 其特征在于, 所述每一个线程进行的操作为: 当超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' , 像素值 $P(i, j)$ 叠加的公式为:

$$P(i, j) = \sum_N S_k(t) = \sum S_k(\sqrt{(i - x_k)^2 + (j - y_k)^2} / c),$$

其中 i 为像素点 P 的横坐标, j 为像素点 P 的纵坐标, x_k 为超声探测器 N 个扫描角度的坐标的横坐标, y_k 为超声探测器 N 个扫描角度的坐标的纵坐标, S_k 为产生超声图像投影数据的超声信号的大小, t 为将获取的超声图像投影数据从CPU内存传输至GPU内存的时间;

当超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' ,像素值 $P(i, j)$ 不叠加。

7. 根据权利要求1所述的基于Labview平台的超声内窥成像方法, 其特征在于, 将重建后的投影数据区域合成为新的图像后, 还包括步骤: 通过CPU同步运行当前CUDA流所进行的数据复制运算。

8. 一种实现权利要求7所述的基于Labview平台的超声内窥成像方法的系统, 其特征在于, 包括信号触发器、超声发射接收器、内窥扫描头、数据采集卡、计算机、图像处理器GPU、以及图像显示器;

所述信号触发器、超声发射接收器以及内窥扫描头顺序连接, 所述数据采集卡分别与信号触发器、超声发射接收器以及计算机连接, 所述图像处理器GPU和图像显示器均与计算机连接;

所述的信号触发器发出的同步触发信号触发超声发射接收器发射激励电压, 激励电压驱动内窥扫描头发射超声信号, 内窥扫描头返回超声信号;

所述的数据采集卡接收信号触发器发出的同步触发信号, 触发数据采集卡采集所述超声信号, 并将A/D转换后的超声信号作为超声图像的采样数据存储在计算机内存中; 所述的计算机通过PCIE总线接口将采样数据拷贝至GPU内存, 图像处理器GPU进行并行数据处理, 并将处理好的结果数据传回计算机, 计算机将数据进行图像显示。

基于Labview平台的超声内窥成像装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉超声内窥图像处理领域,特别涉及基于Labview平台的超声内窥成像方法。

背景技术

[0002] 超声成像原理是由仪器的探头向人体发射一束超声进入体内,并进行线形、扇形或其他形式的扫描,遇到不同声阻抗的二种组织的交界面,即有超声反射回来,由探头接收后,经过信号放大和信息处理,显示于屏幕上,形成一幅人体的断层图像,超声成像,供临床诊断用。超声回波的强弱由界面两侧介质的声阻抗差决定。声阻抗相差甚大的两种组织,相邻构成的界面,反射率甚大,几乎可把超声的能量全部反射回来,不再向深部透射。例如空气—软组织界面和骨骼—软组织界面,可阻挡超声向深层穿透。反之,声阻抗相差较小的两种介质相邻构成的界面,反射率较小,超声在界面上一小部分被反射,大部分透射到人体的深层,并在每一层界面上随该界面的反射率大小,有不同能量的超声反射回来,供仪器接收、显示。均匀的介质中不存在界面,没有超声反射,仪器接收不到该处的回声;界面两侧介质的声阻抗相差0.1%,即有超声反射,声阻抗为密度和声速的乘积,所以在病理状态下,超声检查是一种极为灵敏的诊断方法。传统的超声成像设备采用DSP、FPGA等硬件处理系统,系统结构复杂、信号处理方法单一。

发明内容

[0003] 为解决上述问题,本发明提供基于Labview平台的超声内窥成像系统及方法,该方法和系统基于Labview平台,提供的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 基于Labview平台的超声内窥成像方法,包括在Labview平台下的以下步骤:将获取的超声图像投影数据通过CPU传输至CPU内存中;通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域,判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠,并将所述多块投影数据区域发送至GPU内存;通过GPU并行核函数,并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,每块投影数据区域进行重建;将重建后的投影数据区域合成为新的图像。

[0006] 本发明的基于Labview平台的超声内窥成像方法,将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。由于采用Labview平台的超声成像方法可以实现线上信号实时处理,相较于传统超声成像固化信号处理方式(信号处理烧写在硬件平台里,不可更改),Labview平台下提供更为复杂的信号处理方法,诸如小波滤波、自适应滤波、维纳滤波等,在Labview平台内可以随时更换,该方法在FPGA等硬件平台实现困难,因此采用labview平台下的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。本发明由CPU内存存储获取的超声图像投影数据,再发送给GPU内存,采用基于CUDA的GPU并行数据处理方法,省去

了专用的超声图像处理系统,从而大幅度提高了运算速度并同时节省了成本。本发明预先由 CPU 确定存在部分重叠的投影数据区域,GPU 并行数据处理时,对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,叠加的目的在于:利用信号的相干性叠加,在信号区域,相邻孔径角内的像素值拥有较一致的相位,叠加能够得到相干增强,而由于噪声不存在相干性,且符合高斯分布,其相干减弱。相位叠加算法提高了信号的信噪比,增加了图像的清晰度,确保 CPU、GPU 达到最佳的利用率,充分发挥异构平台的计算能力。

[0007] 进一步地,通过 CPU 将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域,判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠包括:设置超声探测器固定接收角度 θ' ; 计算超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 。根据超声图像的像素点到超声探测器中心的角度确定扫描的角度; CPU 内存中的超声图像投影数据按照超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 分割为多块投影数据区域,若超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' , 则判断相邻的投影数据区域设置为部分重叠。

[0008] 进一步地,超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 的计算公式为

[0009] $\theta = \arccos\left(\frac{\overrightarrow{P'P} \cdot \overrightarrow{OP'}}{|\overrightarrow{P'P}| |\overrightarrow{P'O}|}\right)$, 其中, P 为超声图像的像素点, P' 为超声探测器中心点, O 为坐标原点。

[0010] 进一步地,所述通过 GPU 并行核函数,并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,每块投影数据区域进行重建的步骤具体包括:分配 CUDA 核函数的线程数,将每个线程与每个像素点一一对应,进行所有像素点的并行运算;对每一个线程进行操作得到对应的局部重建图像。

[0011] 进一步地,将每个线程于每个像素点一一对应的方法包括: CUDA 架构下提供内建变量 blockIdx.x 和 threadIdx.x 来进行寻址,使用二维的线程块直接索引像素点的坐标:

[0012] $\text{idx} = \text{blockIdx.x} * \text{blockDim.x} + \text{threadIdx.x}$; 表示 x 方向像素点坐标;

[0013] $\text{idy} = \text{blockIdx.y} * \text{blockDim.y} + \text{threadIdx.y}$; 表示 y 方向像素点坐标。

[0014] 进一步地,所述每一个线程进行的操作为:当超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' , 像素值 $P(i, j)$ 叠加的公式为:

[0015] $P(i, j) = \sum_N S_k(t) = \sum S_k(\sqrt{(i - x_k)^2 + (j - y_k)^2} / c)$, 其中 i 为像素点 P 的横坐标, j 为像素点 P 的纵坐标, x_k 为超声探测器 N 个扫描角度的坐标的横坐标, y_k 为超声探测器 N 个扫描角度的坐标的纵坐标, S_k 为产生超声图像投影数据的超声信号的大小, t 为将获取的超声图像投影数据从 CPU 内存传输至 GPU 内存的时间; 当超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' , 像素值 $P(i, j)$ 不叠加。该方法能最大限度的简化核函数避免浮点除法和多余的运算。

[0016] 进一步地,将重建后的投影数据区域合成为新的图像后,还包括步骤:通过 CPU 同步运行当前 CUDA 流所进行的数据复制运算。由 CUDA 得到的新的图像还需复制到 CPU 内存中。

[0017] 一种实现权利要求 1 所述的基于 Labview 平台的超声内窥成像方法的系统,包括信号触发器、超声发射接收器、内窥扫描头、数据采集卡、计算机、图像处理器 GPU、以及图像显示器;所述信号触发器、超声发射接收器以及内窥扫描头顺序连接,所述数据采集卡分别与信号触发器、超声发射接收器以及计算机连接,所述图像处理器 GPU 和图像显示器均与计算机连接;所述的信号触发器发出的同步触发信号触发超声发射接收器发射激励电压,激励

电压驱动内窥扫描头发射超声信号,内窥扫描头返回超声信号;所述的数据采集卡接收信号触发器发出的同步触发信号,触发数据采集卡采集所述超声信号,并将A/D转换后的超声信号作为超声图像的采样数据存储在计算机内存中;所述的计算机通过PCIE总线接口将采样数据拷贝至GPU内存,图像处理器GPU进行并行数据处理,并将处理好的结果数据传回计算机,计算机将数据进行图像显示。

[0018] 本发明的基于Labview平台的超声内窥成像系统,利用通用计算机平台、通用图像处理器GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。由于采用Labview平台的超声成像方法可以实现线上信号实时处理,相较于传统超声成像固化信号处理方式(信号处理烧写在硬件平台里,不可更改),Labview平台下提供更为复杂的信号处理方法,诸如小波滤波、自适应滤波、维纳滤波等,在Labview平台内可以随时更换,该方法在FPGA等硬件平台实现困难,因此采用labview平台下的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。由于采用通用计算机平台和基于CUDA的CPU-GPU异步并行数据处理方法,省去了专用的超声图像处理系统,因此降低了系统的成本,极大的缩短了仪器的开发周期和难度。本发明的系统利用计算机通用显卡GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)首次引入到超声系统成像中数据处理和投影,借助GPU多线程并行数据处理能力和浮点计算能力,将超声成像系统的成像速度较基于CPU平台处理的成像速度提高了数十倍,达到了临床2D实时成像的要求。由于采用CUDA并行数据处理方法,超声成像的数据处理速度远远大于CPU方式的数据处理速度,因此可以使用更加复杂的超声成像投影算法,在得到更加精确的光声图像的同时达到临床2D的实时成像要求。

[0019] 本发明的有益效果在于,本发明的基于Labview平台的超声内窥成像系统及成像方法,利用通用计算机平台、通用图像处理器GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。由于采用Labview平台的超声成像方法可以实现线上信号实时处理,相较于传统超声成像固化信号处理方式(信号处理烧写在硬件平台里,不可更改),Labview平台下提供更为复杂的信号处理方法,诸如小波滤波、自适应滤波、维纳滤波等,在Labview平台内可以随时更换,该方法在FPGA等硬件平台实现困难,因此采用labview平台下的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。由于采用通用计算机平台和基于CUDA的CPU-GPU异步并行数据处理方法,省去了专用的超声图像处理系统,因此降低了系统的成本,极大的缩短了仪器的开发周期和难度。采用基于CUDA的GPU并行数据处理方法,省去了专用的超声图像处理系统,从而大幅度提高了运算速度并同时节省了成本。本发明预先由CPU确定存在部分重叠的投影数据区域,GPU并行数据处理时,对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,叠加能够得到相干增强,而由于噪声不存在相干性,且符合高斯分布,其相干减弱。相位叠加算法提高了信号的信噪比,增加了图像的清晰度。本发明确保CPU、GPU达到最佳的利用率,充分发挥异构平台的计算能力。本发明的系统利用计算机通用显卡GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)首次引入到超声系统成像中数据处理和投影,借助GPU多线程并行数据处理能力和浮点计算能力,将超声成像系统的成像速度较基于CPU平台处理的成像速度提高了数十倍,达到了临床2D实时成像的要求。本发明由于采用CUDA并行数据处理方法,超声成像的数据处理速度远远大于CPU方式的

数据处理速度,因此可以使用更加复杂的超声成像投影算法,在得到更加精确的光声图像的同时达到临床2D的实时成像要求。

附图说明

[0020] 图1为本发明方法的流程示意图。

[0021] 图2为采用本发明方法的某实施例的结构示意图。

[0022] 图3为本发明在Labview平台的方法流程示意图。

[0023] 图4为猪肠样品B扫描成像效果图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图对本发明进行进一步说明。

[0025] 实施例一

[0026] 基于Labview平台的超声内窥成像方法,如图1所示,包括在Labview平台下的以下步骤:将获取的超声图像投影数据通过CPU传输至CPU内存中;通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域,判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠,并将所述多块投影数据区域发送至GPU内存;通过GPU并行核函数,并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,每块投影数据区域进行重建;将重建后的投影数据区域合成为新的图像。

[0027] 本发明的基于Labview平台的超声内窥成像方法,将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。由于采用Labview平台的超声成像方法可以实现线上信号实时处理,相较于传统超声成像固化信号处理方式(信号处理烧写在硬件平台里,不可更改),Labview平台下提供更为复杂的信号处理方法,诸如小波滤波、自适应滤波、维纳滤波等,在Labview平台内可以随时更换,该方法在FPGA等硬件平台实现困难,因此采用labview平台下的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。本发明由CPU内存存储获取的超声图像投影数据,再发送给GPU内存,采用基于CUDA的GPU并行数据处理方法,省去了专用的超声图像处理系统,从而大幅度提高了运算速度并同时节省了成本。本发明预先由CPU确定存在部分重叠的投影数据区域,GPU并行数据处理时,对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加,叠加的目的在于:利用信号的相干性叠加,在信号区域,相邻孔径角内的像素值拥有较一致的相位,叠加能够得到相干增强,而由于噪声不存在相干性,且符合高斯分布,其相干减弱。相位叠加算法提高了信号的信噪比,增加了图像的清晰度。本发明确保CPU、GPU达到最佳的利用率,充分发挥异构平台的计算能力。

[0028] 具体地,通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域,判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠包括:设置超声探测器固定接收角度 θ' ;计算超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 。根据超声图像的像素点到超声探测器中心的角度确定扫描的角度;CPU内存中的超声图像投影数据按照超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 分割为多块投影数据区域,若超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' ,则判断相邻的投影数据区域设置为部分重叠。

[0029] 超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 的计算公式为:

[0030] $\theta = \arccos \left(\frac{\overrightarrow{P'P} \cdot \overrightarrow{OP'}}{|\overrightarrow{P'P}| \cdot |\overrightarrow{P'O}|} \right)$, 其中, P为超声图像的像素点, P'为超声探测器中心点, O为坐标原点。

[0031] 具体地, 所述通过GPU并行核函数, 并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加, 每块投影数据区域进行重建的步骤具体包括: 分配CUDA核函数的线程数, 将每个线程与每个像素点一一对应, 进行所有像素点的并行运算; 对每一个线程进行操作得到对应的局部重建图像。

[0032] 将每个线程于每个像素点一一对应的方法包括: CUDA架构下提供内建变量 blockIdx.x 和 threadIdx.x 来进行寻址, 使用二维的线程块直接索引像素点的坐标:

[0033] $idx = blockIdx.x * blockDim.x + threadIdx.x$; 表示x方向像素点坐标;

[0034] $idy = blockIdx.y * blockDim.y + threadIdx.y$; 表示y方向像素点坐标。

[0035] 所述每一个线程进行的操作为: 当超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' , 像素值 $P(i, j)$ 叠加的公式为:

[0036] $P(i, j) = \sum_N S_k(t) = \sum S_k(\sqrt{(i - x_k)^2 + (j - y_k)^2} / c)$, 其中i为像素点P的横坐标, j为像素点P的纵坐标, x_k 为超声探测器N个扫描角度的坐标的横坐标, y_k 为超声探测器N个扫描角度的坐标的纵坐标, S_k 为产生超声图像投影数据的超声信号的大小, t为将获取的超声图像投影数据从CPU内存传输至GPU内存的时间; 当超声图像的像素点到超声探测器中心的角度 θ 大于超声探测器固定接收角度 θ' , 像素值 $P(i, j)$ 不叠加。该方法能最大限度的简化核函数避免浮点除法和多余的运算。

[0037] 将重建后的投影数据区域合成为新的图像后, 还包括步骤: 通过CPU同步运行当前CUDA流所进行的数据复制运算。由CUDA得到的新的图像还需复制到CPU内存中。

[0038] 实施例二

[0039] 一种实现本发明实施一方法的系统, 如图1所示, 包括信号触发器、超声发射接收器、内窥扫描头、数据采集卡、计算机、图像处理器GPU、以及图像显示器; 所述信号触发器、超声发射接收器以及内窥扫描头顺序连接, 所述数据采集卡分别与信号触发器、超声发射接收器以及计算机连接, 所述图像处理器GPU和图像显示器均与计算机连接; 所述的信号触发器发出的同步触发信号触发超声发射接收器发射激励电压, 激励电压驱动内窥扫描头发射超声信号, 内窥扫描头返回超声信号; 所述的数据采集卡接收信号触发器发出的同步触发信号, 触发数据采集卡采集所述超声信号, 并将A/D转换后的超声信号作为超声图像的采样数据存储在计算机内存中; 所述的计算机通过PCIE总线接口将采样数据拷贝至GPU内存, 图像处理器GPU进行并行数据处理, 并将处理好的结果数据传回计算机, 计算机将数据进行图像显示。

[0040] 工作时, 信号触发器发出同步触发信号触发超声发射接收器, 超声发射接收器产生频率 10MHz的脉冲高压电信号激励内窥扫描头内的超声换能器进行超声波发射, 被检测物发射超声波并被内窥扫描头接收后返回超声发射接收器接收和信号放大, 信号触发器同步触发数据采集卡采集并存储超声发射接收器返回的超声信号, 并将A/D转换后的超声信号存储在通用计算机内, 通用计算机将存储信号通过PCIE总线协议传递至图像处理器GPU中进行数据图像的重建得到超声图像矩阵, 图像处理器GPU7中的最终数据返回通用计算机进行显示。

[0041] 本发明的基于Labview平台的超声内窥成像方法,将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA) 引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。由于采用Labview平台的超声成像方法可以实现线上信号实时处理,相较于传统超声成像固化信号处理方式(信号处理烧写在硬件平台里,不可更改),Labview平台下提供更为复杂的信号处理方法,诸如小波滤波、自适应滤波、维纳滤波等,在Labview平台内可以随时更换,该方法在FPGA等硬件平台实现困难,因此采用 labview平台下的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。本发明的系统利用计算机通用显卡GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA) 首次引入到超声系统成像中数据处理和投影,借助GPU多线程并行数据处理能力和浮点计算能力,将超声成像系统的成像速度较基于CPU平台处理的成像速度提高了数十倍,达到了临床2D实时成像的要求。本发明由于采用CUDA并行数据处理方法,超声成像的数据处理速度远远大于CPU方式的数据处理速度,因此可以使用更加复杂的超声成像投影算法,在得到更加精确的光声图像的同时达到临床 2D的实时成像要求。

[0042] 实施例三

[0043] 利用Labview平台的库函数调用DLL封装的CUDA构架函数进行超声成像的过程包括以下子步骤,如图3所示:

[0044] 子步骤1:在CPU端,在Labview平台设置超声内窥成像的工作参数:所述超声内窥成像的工作参数包括:投影线数N1、数据长度N2和成像像素N3,并设置Labview平台下内存 $N1*N2, N3*N3$ 作为调用DLL的CPU端的输入内存;

[0045] 子步骤2:在GPU端,根据设置的投影线数N1、数据长度N2和成像像素N3分别配置GPU两个显存大小: $S_k(t) = N1*N2, P(i, j) = N3*N3$ 。

[0046] 子步骤3:启动DLL内的超声内窥算法Kernel,并分配 $N3*N3$ 个线程,每个线程根据判定函数同时进行对应图像像素值 $P(i, j)$ 的计算;

[0047] 子步骤4:所述子步骤3中的判定函数为每个像素坐标到超声探测器中心的角度 θ ,当 θ 小于超声探测器固定接收角 θ' 时,像素值进行叠加;反之,不叠加, θ 计算公式如下:

$$[0048] \quad \theta = \arccos\left(\frac{\overrightarrow{P'P} \cdot \overrightarrow{OP'}}{|\overrightarrow{P'P}| * |\overrightarrow{P'O}|}\right);$$

[0049] 其中,P为像素点,P'为探测器中心点,0为坐标原点。

[0050] 如果 $\theta < \theta'$,则 $P(i, j) = \sum_N S_k(t) = \sum S_k(\sqrt{(i-x_k)^2 + (j-y_k)^2} / c)$;

[0051] 子步骤5:将Kernel中计算得到的图像像素值矩阵 $N3*N3$ 从显存复制到Labview下内存 $N3*N3$ 进行显示,显示的效果如图4所示。

[0052] 其中,子步骤4中的具体实现过程如下:

[0053] S1、首先在Kernel中定义超声显示图像矩阵 $P(N3, N3)$ 、超声信号矩阵 $S(N1, N2)$ 、探测器N1个扫描角度的坐标 $P'_{N1}(x_k, y_k)$ 。

[0054] S2、在Kernel中设置并行线程 $i = \text{blockIdx}.x * \text{blockDim}.x + \text{threadIdx}.x, j = \text{blockIdx}.y * \text{blockDim}.y + \text{threadIdx}.y$; $P(i, j)$ 构成 $P(N3, N3)$ 中每个像素的索引。

[0055] S3、计算每个 $P(i, j)$ 到 $P'_{N1}(x, y)$ 的 θ 角,如果 θ 角小于超声探测器固定接收角 θ' 时,认为该扫描角与相邻扫描角有扫描重叠区域,该 $P(i, j)$ 像素值需要叠加,其中 θ 角计算公式和 $P(i, j)$ 叠加公式如下:

$$[0056] \quad \theta = \arccos \left(\frac{\overrightarrow{P'O} \cdot \overrightarrow{OP'}}{|\overrightarrow{P'O}| \cdot |\overrightarrow{OP'}|} \right);$$

$$[0057] \quad P(i, j) = \sum_N S_k(t) = \sum S_k(\sqrt{(i - x_k)^2 + (j - y_k)^2} / c);$$

[0058] S4、并行计算完*i***j*次像素值后得到最终的超声内窥图像矩阵P(*i*, *j*)。

[0059] 本发明的基于Labview平台的超声小于超声探测器固定接收角成像装置及方法是基于Labview平台实现的一种通用平台超声内窥系统及方法。Labview平台是一种基于通用计算机的开发环境,由美国国家仪器(NI)公司研制开发,是开发测量或控制系统的理想选择。LabVIEW开发环境集成了工程师和科学家快速构建各种应用所需的所有工具,能够快速解决问题、提高生产力。

[0060] 本发明的基于Labview平台的超声内窥成像方法使用的CUDA构架是一种基于通用计算机的快速计算算法。在CUDA的架构中,一个系统分为两个部份:Host和Device端。Host端是指在CPU上执行的系统部份,而Device端则是在显示芯片(GPU)上执行的系统部份。在同一个系统中可以有一个Host和多个Device。CPU主要负责进行逻辑事件的处理和串行计算,GPU负责执行高度线程化的并行数据处理任务。在CUDA程序中,将允许在GPU上的可以被并行执行的步骤称为Kernel(内核函数)。通过GPU并行计算,极大的提高了超声成像速度。

[0061] 具体地,本实施例基于Labview平台的超声内窥成像方法,包括下述步骤:

[0062] (a):在CPU端,设置超声内窥成像的工作参数:所述超声内窥成像的工作参数包括:投影线数1000、数据长度2000和成像像素1024*1024,并设置Labview平台下内存1000*2000,1024*1024作为调用DLL的CPU端的输入内存;

[0063] (b):在GPU端,根据设置的投影线数1000、数据长度2000和成像像素1024分别配置GPU两个显存大小: $S_k(t) = 1000 \times 2000$, $P(i, j) = 1024 \times 1024$ 。

[0064] (c):启动DLL内的超声内窥算法Kernel,并分配1024*1024个线程,每个线程根据判定函数同时进行对应图像像素值P(*i*, *j*)的计算;

[0065] (d):所述子步骤3中的判定函数为每个像素坐标到超声探测器中心的角度 θ ,当 θ 小于超声探测器固定接收角 10° 时,像素值进行叠加;反之,不叠加。其中:

$$[0066] \quad \theta = \arccos \left(\frac{\overrightarrow{P'O} \cdot \overrightarrow{OP'}}{|\overrightarrow{P'O}| \cdot |\overrightarrow{OP'}|} \right);$$

$$[0067] \quad \text{如果 } \theta < 10^\circ, \text{ 则 } P(i, j) = \sum_N S_k(t) = \sum S_k(\sqrt{(i - x_k)^2 + (j - y_k)^2} / c);$$

[0068] (e);将Kernel下计算得到的图像像素值矩阵1024*1024从显存复制到Labview下内存1024*1024进行显示。

[0069] 其中,子步骤d中的具体实现过程如下:

[0070] S1、首先在Kernel中定义超声显示图像矩阵P(1024,1024)、超声信号矩阵S(1000,2000)、探测器N1个扫描角度的坐标 $P'_{N1}(x_k, y_k)$ 。

[0071] S2、在Kernel中设置并行线程 $i = \text{blockIdx.x} \times \text{blockDim.x} + \text{threadIdx.x}$, $j = \text{blockIdx.y} \times \text{blockDim.y} + \text{threadIdx.y}$;P(*i*, *j*)构成P(1024,1024)中每个像素的索引。

[0072] S3、计算每个P(*i*, *j*)到 $P'_{N1}(x, y)$ 的 θ 角,如果 θ 角小于探测器固定接收角 θ' 时,认为该扫描角与相邻扫描角有扫描重叠区域,该P(*i*, *j*)像素值需要叠加,其中 θ 角计算公式和P(*i*, *j*)叠加公式如下:

$$[0073] \quad \theta = \arccos \left(\frac{\overrightarrow{P'O} \cdot \overrightarrow{OP'}}{|\overrightarrow{P'O}| \cdot |\overrightarrow{OP'}|} \right);$$

$$[0074] \quad P(i, j) = \sum_N S_k(t) = \sum S_k(\sqrt{(i - x_k)^2 + (j - y_k)^2} / c);$$

[0075] S4、并行计算完*i***j*次像素值后得到最终的超声内窥图像矩阵P(*i*, *j*)。

[0076] 本发明的基于Labview平台的超声内窥成像系统及成像方法,利用通用计算机平台、通用图像处理器GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发的低成本的超声内窥成像系统装置。由于采用Labview平台的超声成像方法可以实现线上信号实时处理,相较于传统超声成像固化信号处理方式相比,Labview平台下的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。由于采用基于CUDA的GPU并行数据处理方法,省去了专用的超声图像处理系统,因此降低了系统的成本。

[0077] 本发明的基于Labview平台的超声内窥成像系统及成像方法,利用通用计算机平台、通用图像处理器GPU,并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影,借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。由于采用Labview平台的超声成像方法可以实现线上信号实时处理,相较于传统超声成像固化信号处理方式(信号处理烧写在硬件平台里,不可更改),Labview平台下提供更为复杂的信号处理方法,诸如小波滤波、自适应滤波、维纳滤波等,在Labview平台内可以随时更换,该方法在FPGA等硬件平台实现困难,因此采用labview平台下的信号处理方式更简单,更灵活、效果更好。由于采用通用计算机平台和基于CUDA的CPU-GPU异步并行数据处理方法,省去了专用的超声图像处理系统,因此降低了系统的成本,极大的缩短了仪器的开发周期和难度。采用相位叠加算法,相较于传统的双线性叠加算法,其优点在于:利用信号的相干性叠加,在信号区域,相邻孔径角内的像素值拥有较一致的相位,叠加能够得到相干增强,而由于噪声不存在相干性,且符合高斯分布,其相干减弱。相位叠加算法提高了信号的信噪比,增加了图像的清晰度。

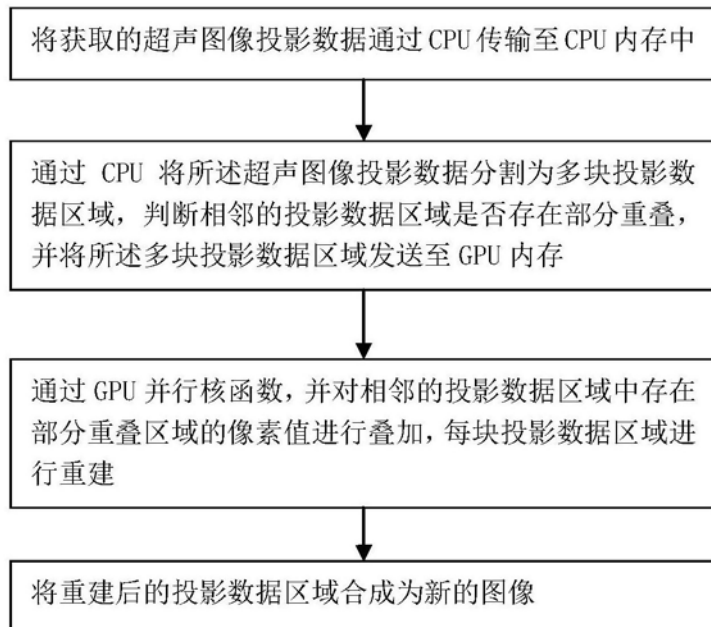


图1

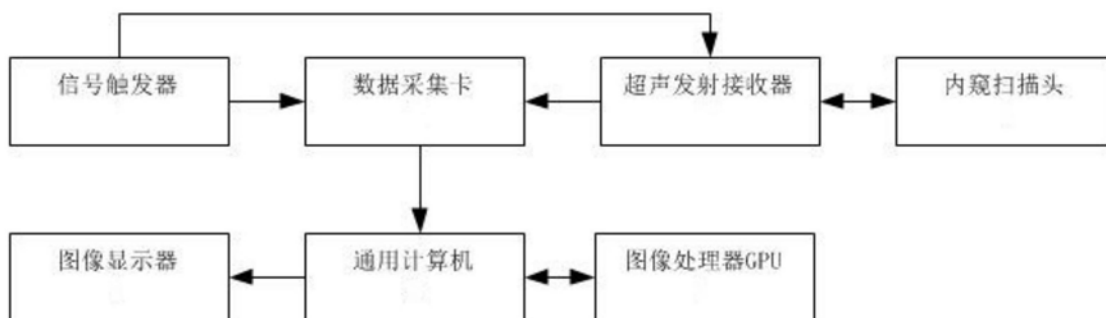


图2

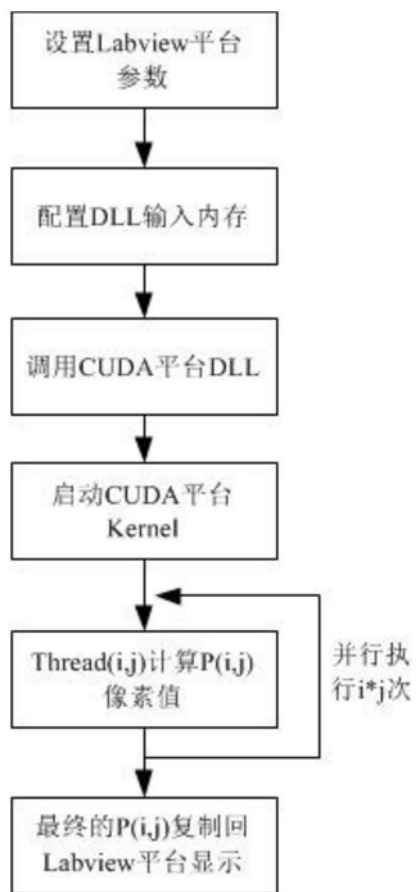


图3

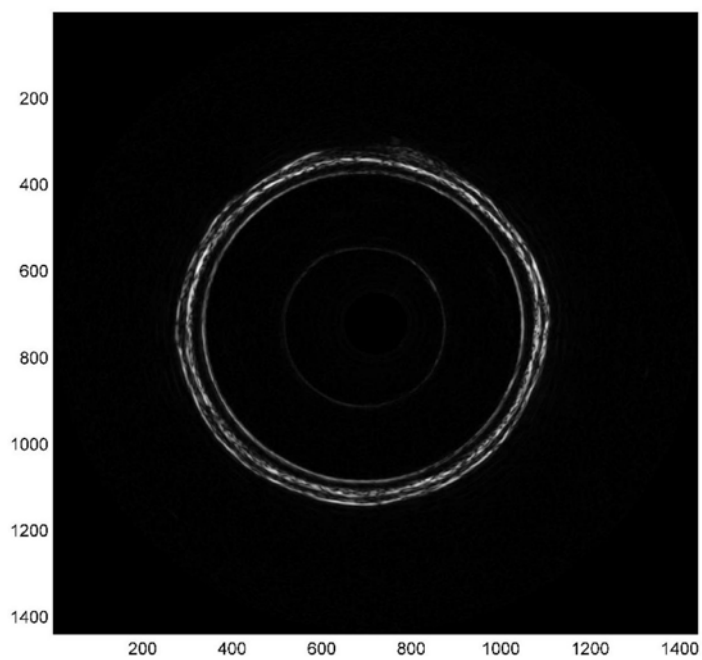


图4

专利名称(译)	基于Labview平台的超声内窥成像装置及方法		
公开(公告)号	CN109276276A	公开(公告)日	2019-01-29
申请号	CN201810973424.4	申请日	2018-08-24
[标]申请(专利权)人(译)	广东省医疗器械质量监督检验所		
申请(专利权)人(译)	广东省医疗器械质量监督检验所		
当前申请(专利权)人(译)	广东省医疗器械质量监督检验所		
[标]发明人	郑毅 曾俏 熊科迪 伍倚明 宋盟春		
发明人	郑毅 曾俏 熊科迪 伍倚明 宋盟春		
IPC分类号	A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/5215		
代理人(译)	林伟斌		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供基于Labview平台的超声内窥成像系统和方法，该方法包括以下步骤：将获取的超声图像投影数据通过CPU传输至CPU内存中；通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域，判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠，并将所述多块投影数据区域发送至GPU内存；通过GPU并行核函数，并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加，每块投影数据区域进行重建；将重建后的投影数据区域合成为新的图像。本发明的基于Labview平台的超声内窥成像系统，利用通用计算机平台、通用图像处理器GPU，并将基于GPU的统一技术设备构架(CUDA)引入到超声成像系统中进行信号处理和图像投影，借助Labview平台实现了在通用计算机上开发低成本的超声内窥成像系统装置。

将获取的超声图像投影数据通过CPU传输至CPU内存中



通过CPU将所述超声图像投影数据分割为多块投影数据区域，判断相邻的投影数据区域是否存在部分重叠，并将所述多块投影数据区域发送至GPU内存



通过GPU并行核函数，并对相邻的投影数据区域中存在部分重叠区域的像素值进行叠加，每块投影数据区域进行重建



将重建后的投影数据区域合成为新的图像