



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111223157 A

(43)申请公布日 2020.06.02

(21)申请号 201911372315.8

(22)申请日 2019.12.27

(71)申请人 苏州二向箔科技有限公司

地址 215000 江苏省苏州市高新区金山路
10号209-7室

(72)发明人 屈晓磊

(74)专利代理机构 苏州国卓知识产权代理有限
公司 32331

代理人 刘颖棋

(51)Int.Cl.

G06T 11/00(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

G01N 29/06(2006.01)

G01N 29/44(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法

(57)摘要

本发明公开的属于生物医学超声学中的超声断层成像技术领域,具体为一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法,该基于深度残差网络的超声CT声速成像方法的步骤如下:S1:将目标检测物浸入配置了环形超声换能器的水箱中,S2:分别提取出两组原始超声数据中的信号初至点,对应相减,得到渡越时间差异图;S3:构建深度残差网络模型,S4:制作训练数据与标签输入到网络中,对模型进行训练,保存模型,S5:将渡越时间差异图输入到训练好的模型中,获取网络模型输出的声速图像,本发明利用深度学习中的深度残差网络来对采集设备所获得的投影数据进行重建,提高重建结果的精度并避免了多次迭代、正则化调参等繁琐步骤。



1. 一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法,其特征在于:该基于深度残差网络的超声CT声速成像方法的步骤如下:

S1:将目标检测物浸入配置了环形超声换能器的水箱中,控制换能器依次发出超声波,同时其余换能器均接收超声波信号,得到第一组原始数据,取出检测物,再次控制换能器依次发出超声波,同时其余换能器均接收超声波信号,得到第二组原始数据,即介质为纯水时的接收数据;

S2:分别提取出两组原始超声数据中的信号初至点,对应相减,得到渡越时间差异图;

S3:构建深度残差网络模型;

S4:制作训练数据与标签输入到网络中,对模型进行训练,保存模型;

S5:将渡越时间差异图输入到训练好的模型中,获取网络模型输出的声速图像。

2. 根据权利要求1所述的一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法,其特征在于:所述步骤S1中的目标检测物的种类不低于三组,且每组目标检测物的测量对比实验次数不低于三次。

3. 根据权利要求1所述的一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法,其特征在于:所述步骤S3中残差网络由九个残差单元、一个上采样、一个下采样、两个普通的卷积层构成。

4. 根据权利要求1所述的一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法,其特征在于:所述步骤S4中的训练数据的制作过程包括以下步骤:

S41:获取多张核磁共振图像;

S42:通过对获得的多张核磁共振图像进行图像分割,并根据分割结果划分声速区域;

S43:使用有限元解法对已划分的声速区域进行求解,得到仿真信号;

S44:提取仿真信号的信号初至点,得到渡越时间,然后减去纯水的声速区域对应的渡越时间,得到仿真信号的渡越时间差异图;

S45:完成以上四步后,将仿真信号的渡越时间差异图作为训练集的输入,对应的声速区域作为训练集对应的标签,然后将训练集输入模型进行训练。训练过程中,利用反向传播对模型中的参数进行更新,得到全局最优的参数模型,保存模型。

一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物医学超声学中的超声断层成像技术领域,具体为一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法。

背景技术

[0002] 乳腺癌已成为全球女性发病率最高的癌症,并且其发病率还呈现着上升趋势,所以有效的筛查和诊断显得非常重要。超声CT声速成像技术以其无辐射性的,价格低廉,可产生定量的三维图像等优点在乳腺癌的早期诊断方面展现出了很大优势。该技术以一环形的超声换能器阵列作为测量装置,通过换能器之间相互发射和接收超声波的方式来对目标物体的结构进行探测,利用换能器接收到的超声信号里包含的信息重构出超声CT声速图像。

[0003] 目前,在超声CT声速成像领域主要的重构方法有两类:基于全波方程的方法和基于射线追踪的方法。基于全波方程的方法可以提供更好的图像质量,但它们的程序复杂且不稳定,计算成本很高。相比之下,基于射线追踪的方法则更加简单稳定,并且可以作为全波方程的方法迭代的初始条件。在基于射线追踪的方法中具有代表性的有两种:联合代数重建方法(SART)和吉洪诺夫正则化重建方法。联合代数重建方法(SART)原理简单,计算量小,但是抗噪能力较差,重建结果不够准确;而吉洪诺夫正则化重建方法对正则化参数的选取要求较高,且重建结果往往过于平滑,容易丢失一些关键信息,总体精度较低。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法,以解决上述背景技术中提出的如何实现端对端的方式,避免部分传统方法中调整迭代次数以及正则化参数等繁琐步骤和使重构方法有着更强的抗噪能力,并获得更高的精度的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种基于深度残差网络的超声CT声速成像方法,该基于深度残差网络的超声CT声速成像方法的步骤如下:

[0006] S1:将目标检测物浸入配置了环形超声换能器的水箱中,控制换能器依次发出超声波,同时其余换能器均接收超声波信号,得到第一组原始数据,取出检测物,再次控制换能器依次发出超声波,同时其余换能器均接收超声波信号,得到第二组原始数据,即介质为纯水时的接收数据;

[0007] S2:分别提取出两组原始超声数据中的信号初至点,对应相减,得到渡越时间差异图;

[0008] S3:构建深度残差网络模型;

[0009] S4:制作训练数据与标签输入到网络中,对模型进行训练,保存模型;

[0010] S5:将渡越时间差异图输入到训练好的模型中,获取网络模型输出的声速图像。

[0011] 优选的,所述步骤S1中的目标检测物的种类不低于三组,且每组目标检测物的测量对比实验次数不低于三次。

[0012] 优选的,所述步骤S3中残差网络由九个残差单元、一个上采样、一个下采样、两个

普通的卷积层构成。

[0013] 优选的,所述步骤S4中的训练数据的制作过程包括以下步骤:

[0014] S41:获取多张核磁共振图像;

[0015] S42:通过对获得的多张核磁共振图像进行图像分割,并根据分割结果划分声速区域;

[0016] S43:使用有限元解法对已划分的声速区域进行求解,得到仿真信号;

[0017] S44:提取仿真信号的信号初至点,得到渡越时间,然后减去纯水的声速区域对应的渡越时间,得到仿真信号的渡越时间差异图;

[0018] S45:完成以上四步后,将仿真信号的渡越时间差异图作为训练集的输入,对应的声速区域作为训练集对应的标签,然后将训练集输入模型进行训练。训练过程中,利用反向传播对模型中的参数进行更新,得到全局最优的参数模型,保存模型。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0020] 1) 本发明设计的基于深度残差网络的超声CT成像方法,在训练完一次模型后,即可实现端对端的成像方式,无需每次成像都调整正则化参数以及迭代次数,并通过深度学习强大的拟合能力,得到更接近于真实声速分布;

[0021] 2) 本发明利用深度学习中的深度残差网络来对采集设备所获得的投影数据进行重建,提高重建结果的精度并避免了多次迭代、正则化调参等繁琐步骤,深度学习还具有强大的拟合能力,能够自动学习拟合渡越时间差异图与声速图像之间的关系,因此有望获得更强的抗噪能力并更接近于真实声速分布。

附图说明

[0022] 图1为本发明环形换能器示意图;

[0023] 图2为本发明渡越时间差异示意图;

[0024] 图3为本发明残差网络模型示意图;

[0025] 图4为本发明残差单元示意图;

[0026] 图5为本发明由核磁共振图像分割得到的声速结果图;

[0027] 图6为本发明利用有限元解法得到的仿真信号示意图;

[0028] 图7为本发明网络模型输出的声速图像。

具体实施方式

[0029] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0030] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”、“内”、“外”、“顶 / 底端”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0031] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“设置有”、“套设/接”、“连接”等,应做广义理解,例如“连接”,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0032] 请参阅图1-7,本发明提供一种技术方案:一种基于深度残差网络的超声 CT声速成像方法,该基于深度残差网络的超声CT声速成像方法的步骤如下:

[0033] S1:将目标检测物浸入配置了环形超声换能器的水箱中,控制换能器依次发出超声波,同时其余换能器均接收超声波信号,得到第一组原始数据,取出检测物,再次控制换能器依次发出超声波,同时其余换能器均接收超声波信号,得到第二组原始数据,即介质为纯水时的接收数据,目标检测物的种类不低于三组,且每组目标检测物的测量对比实验次数不低于三次,用于进行反复的对比实验,避免出现突发变量影响实验结果的准确度,环形换能器示意图如图1所示;

[0034] S2:分别提取出两组原始超声数据中的信号初至点,对应相减,得到渡越时间差异图,结果如图2所示;

[0035] S3:构建深度残差网络模型,残差网络由九个残差单元、一个上采样、一个下采样、两个普通的卷积层构成,残差网络模型的结构如图3所示,残差单元如图4所示;

[0036] S4:制作训练数据与标签输入到网络中,对模型进行训练,保存模型,训练数据的制作过程包括以下步骤:

[0037] S41:获取多张核磁共振图像;

[0038] S42:通过对获得的多张核磁共振图像进行图像分割,并根据分割结果划分声速区域,由核磁共振图像分割得到的声速区域进行图像分割的结果如图5所示;

[0039] S43:使用有限元解法对已划分的声速区域进行求解,得到仿真信号,利用有限元解法得到的仿真信号如图6所示;

[0040] S44:提取仿真信号的信号初至点,得到渡越时间,然后减去纯水的声速区域对应的渡越时间,得到仿真信号的渡越时间差异图;

[0041] S45:完成以上四步后,将仿真信号的渡越时间差异图作为训练集的输入,对应的声速区域作为训练集对应的标签,然后将训练集输入模型进行训练。训练过程中,利用反向传播对模型中的参数进行更新,得到全局最优的参数模型,保存模型;

[0042] S5:将渡越时间差异图输入到训练好的模型中,获取网络模型输出的声速图像,获取的网络模型输出的声速图像如图7所示,其中a为深度残差网络的输入,b为理想输出,c为网络的实际输出。

[0043] 由结果可得利用深度学习的方法来实现端对端的声速成像,从而避免了每次都要进行正则化调参、迭代次数调整等繁琐步骤,并且成像结果显示获得更强的抗噪能力,成像结果更接近于真实声速分布

[0044] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点,对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明;因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说

明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内,不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0045] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。



图1

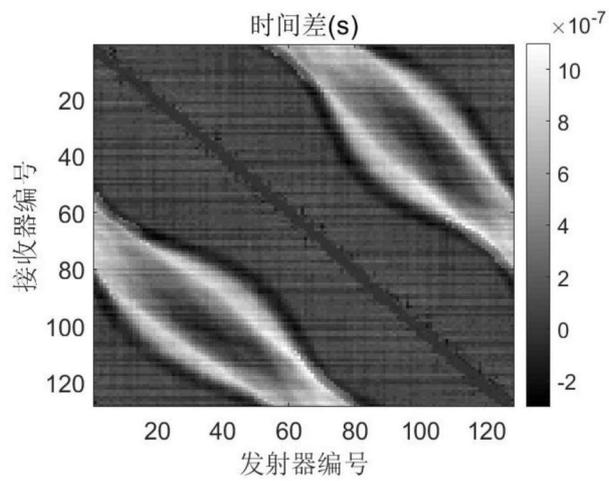


图2

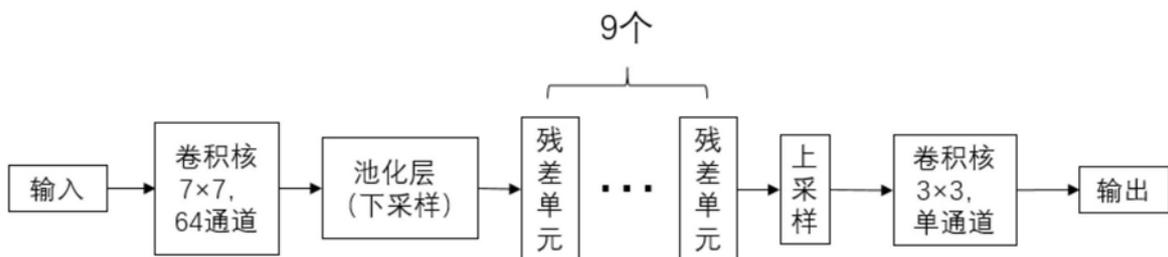


图3

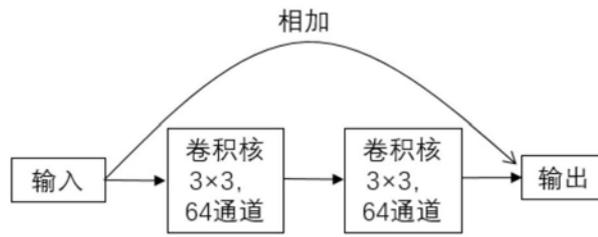


图4

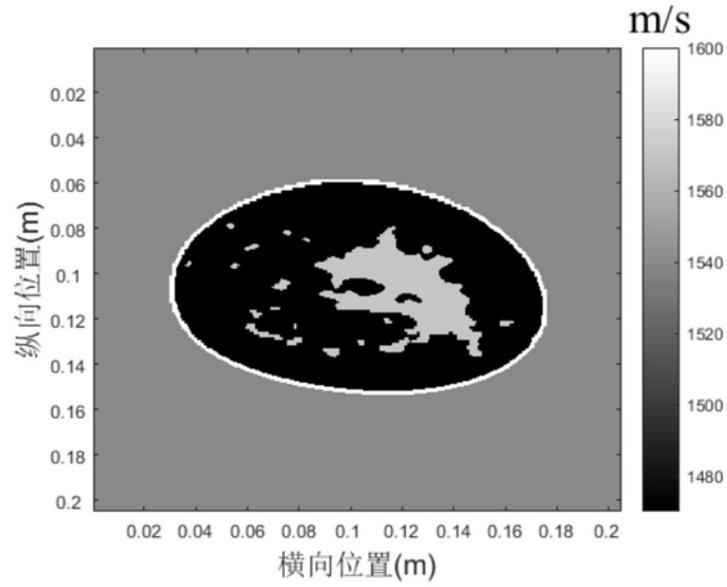


图5

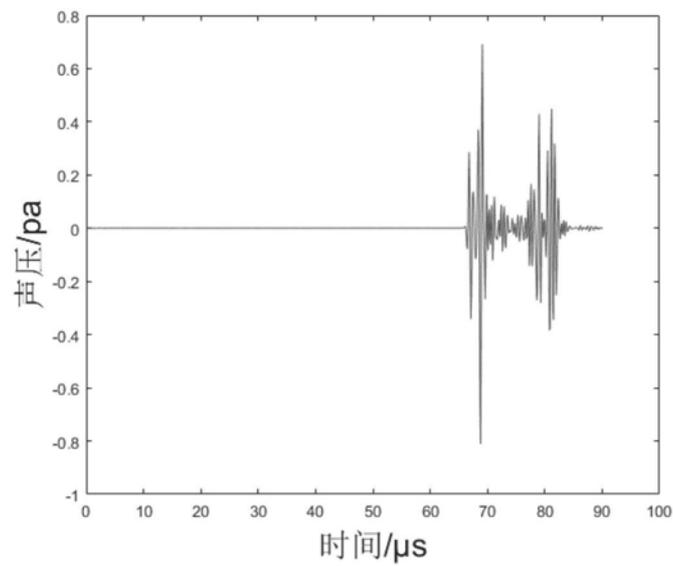


图6

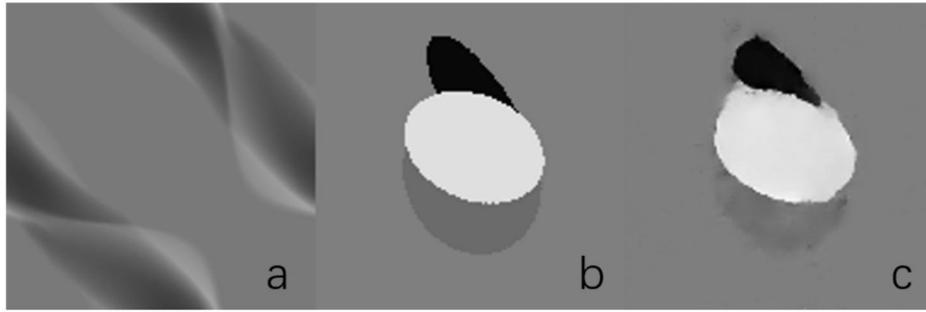


图7