



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108553763 B

(45)授权公告日 2020.02.18

(21)申请号 201810052311.0

审查员 侯仁俊

(22)申请日 2018.01.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108553763 A

(43)申请公布日 2018.09.21

(73)专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 吴水才 王月 周著黄 欧阳亚丽  
高宏建

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理  
有限公司 11203

代理人 张慧

(51)Int.Cl.

A61N 5/02(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

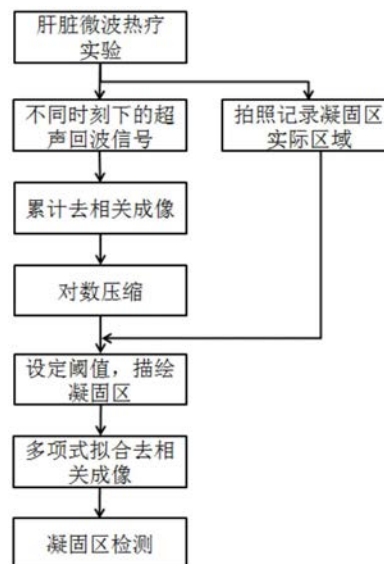
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

## (54)发明名称

一种基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法

## (57)摘要

本发明旨在提出一种基于超声去相关成像技术的微波热疗凝固区检测方法,连续采集微波热疗不同时刻下的超声回波信号,分别进行瞬时去相关成像(每相邻两帧超声信号的去相关成像)和最大累计去相关成像(所有瞬时去相关图像中各像素点的最大值),设定阈值,在累计去相关图像中描绘凝固区,结合多项式拟合技术实现微波热疗凝固区的定量检测。本发明利用了热疗过程中采集的所有超声信号,能够降低由于空化作用引起信号突变的影响,增加凝固区检测的准确度。



1. 一种基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤1、连续采集微波热疗不同时刻下的超声回波信号data\_1、data\_2...data\_N;

步骤2、分别计算每相邻两帧超声数据的瞬时去相关, 得到Insdecol1、InsdecolK...InsdecolN-1;

步骤3、取所有瞬时去相关图像Insdecol1、Insdecol2...InsdecolN-1各像素点最大值, 构成最大累计去相关图像Cumdecol;

步骤4、为了与B型超声图像进行直接比较, 对Cumdecol进行对数变换, 得到log\_Cumdecol;

步骤5、根据热疗结束后肝脏组织剖面中的凝固区(金标准), 选择阈值, 在log\_Cumdecol中最大范围区分正常肝脏组织和热损伤组织;

步骤6、结合多项式拟合技术, 描绘凝固区。

2. 如权利要求1所述的基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法, 其特征在于, 步骤2具体为:

步骤2.1、对相邻两帧超声数据data\_K和data\_K+1进行希尔伯特变换, 得到复解析信号I\_K和I\_K+1;

步骤2.2、分别对 $I_K \cdot \text{conj}(I_{K+1})$ 、 $\text{abs}(I_K)^2$ 和 $\text{abs}(I_{K+1})^2$ 做高斯卷积滤波, 得到R01、R00和R11;

步骤2.3、根据公式 $2 * (R00 * R11 - \text{abs}(R01)^2) / (R00 * R11 + \text{mean}(\text{mean}(R00 * R11)))$ 计算相邻两帧超声数据的瞬时去相关InsdecolK;

步骤2.4、遍历 $K=1:N-1$ , 重复步骤2.1-2.3。

3. 如权利要求1所述的基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法, 其特征在于, 步骤6具体为:

步骤6.1、先对Cumdecol1每一列进行多项式拟合, 然后再对每一行进行多项式拟合, 得到多项式拟合去相关图像poly\_cumdecol;

步骤6.2、选取参数等势线, 在poly\_cumdecol中描绘凝固区。

## 一种基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于信号处理领域,特别涉及一种基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法。

### 背景技术

[0002] 肝癌是常见的恶性肿瘤之一,目前手术切除被认为是治疗肝癌的首选方法。但是,由于肿瘤位置、大小、周围有无血管等因素影响,只有少数病人适合接受外科手术。近年来,热消融成为治疗肝脏肿瘤的有效新型疗法。微波热疗以其不受电流传导影响、受碳化及血流灌注影响小、温度上升快、消融范围大等特点受到广泛的关注。为了保证热疗过程中最大范围的杀死肿瘤细胞和保护正常组织细胞,凝固区的定量实时监测具有至关重要的作用。目前,肿瘤热疗监测的技术主要有:磁共振成像(magnetic resonance imaging,MRI)技术、超声成像(ultrasound imaging,USI)技术、计算机断层扫描成像(computed tomography,CT)技术。MRI对于热疗过程中组织温度的测量具有很高的精度,但其实时性和成像的分辨率均不高,且费用昂贵;CT对人体有一定的辐射,不适合长期监测;USI以其无损、实时性好和费用低成为诸多学者的研究对象。传统的超声成像容易受热疗过程中产生的气泡影响,在气泡的下方产生伪影,不能准确描绘凝固区。超声去相关成像技术是一种通过计算相邻帧超声回波数据的去相关系数并进行成像,从而追踪热疗引起的组织变性。其他定量超声技术相比,去相关成像技术更容易实现肿瘤热疗的实时监测。

[0003] 本发明旨在提出一种基于超声去相关成像技术的微波热疗凝固区检测方法,连续采集微波热疗不同时刻下的超声回波信号,分别进行瞬时去相关成像(每相邻两帧超声信号的去相关成像)和最大累计去相关成像(所有瞬时去相关图像中各像素点的最大值),设定阈值,在累计去相关图像中描绘凝固区,结合多项式拟合技术实现微波热疗凝固区的定量检测。

### 发明内容

[0004] 本发明提出基于超声回波去相关成像技术的微波热疗无创监测。连续采集微波热疗不同时刻下的超声回波信号,分别进行瞬时去相关成像(每相邻两帧超声信号的去相关成像)和最大累计去相关成像(所有瞬时去相关图像中各像素点的最大值),设定阈值,结合多项式拟合技术,在累计去相关图像中描绘凝固区,实现微波热疗凝固区的定量检测。

[0005] 一种基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1、连续采集微波热疗不同时刻下的超声回波信号data<sub>1</sub>、data<sub>2</sub>...data<sub>N</sub>;

[0007] 步骤2、分别计算每相邻两帧超声数据的瞬时去相关,得到Insdecol<sub>1</sub>、Insdecol<sub>2</sub>...Insdecol<sub>N-1</sub>;

[0008] 步骤3、取所有瞬时去相关图像Insdecol<sub>1</sub>、Insdecol<sub>2</sub>...Insdecol<sub>N-1</sub>各像素点最大值,构成最大累计去相关图像Cumdecol;

[0009] 步骤4、为了与B型超声图像进行直接比较,对Cumdecol进行对数变换,得到log\_

Cumdecol;

[0010] 步骤5、根据热疗结束后肝脏组织剖面中的凝固区(金标准),选择阈值,在log\_Cumdecol中最大范围区分正常肝脏组织和热损伤组织;

[0011] 步骤6、结合多项式拟合技术,描绘凝固区。

[0012] 作为优选,步骤2具体为:

[0013] 步骤2.1、对相邻两帧超声数据data\_K和data\_K+1进行希尔伯特变换,得到复解析信号I\_K和I\_K+1;

[0014] 步骤2.2、分别对 $I_K \cdot \text{conj}(I_{K+1})$ 、 $\text{abs}(I_K)^2$ 和 $\text{abs}(I_{K+1})^2$ 做高斯卷积滤波,得到R01、R00和R11;

[0015] 步骤2.3、根据公式 $2 \cdot (R00 \cdot R11 - \text{abs}(R01)^2) / (R00 \cdot R11 + \text{mean}(\text{mean}(R00 \cdot R11)))$ 计算相邻两帧超声数据的瞬时去相关InsdecolK;

[0016] 步骤2.4、遍历 $K=1:N-1$ ,重复步骤2.1-2.3。

[0017] 作为优选,步骤6具体为:

[0018] 步骤6.1、先对Cumdecol1每一列进行多项式拟合,然后再对每一行进行多项式拟合,得到多项式拟合去相关图像poly\_cumdecol;

[0019] 步骤6.2、选取参数等势线,在poly\_cumdecol中描绘凝固区。

[0020] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0021] 1.本发明利用了热疗过程中采集的所有超声回波信号,能够降低由于组织空化作

[0022] 用引起信号突变的影响,增加凝固区检测的准确度。

## 附图说明

[0023] 图1:本发明方法的流程图;

[0024] 图2:本发明方法中瞬时去相关算法流程图

[0025] 图3:本发明方法中最大累计去相关流程图

[0026] 图4:本发明方法中基于累计去相关图像的凝固区描绘流程图

## 具体实施方式

[0027] 如图1所示为本发明方法的流程图,主要包括基于超声回波信号的最大累计去相关成像和基于累计去相关图像的凝固区描绘。

[0028] 如图2所示,超声回波瞬时去相关成像,具体包括:

[0029] 步骤1、连续采集微波热疗不同时刻下的超声回波信号data\_1、data\_2...data\_N;

[0030] 步骤2、对相邻两帧超声数据data\_K和data\_K+1进行希尔伯特变换,得到复解析信号I\_K和I\_K+1;

[0031] 步骤3、分别对 $I_K \cdot \text{conj}(I_{K+1})$ 、 $\text{abs}(I_K)^2$ 和 $\text{abs}(I_{K+1})^2$ 做高斯卷积滤波,得到R01、R00和R11;

[0032] 步骤4、根据公式 $2 \cdot (R00 \cdot R11 - \text{abs}(R01)^2) / (R00 \cdot R11 + \text{mean}(\text{mean}(R00 \cdot R11)))$ 计算相邻两帧超声数据的瞬时去相关InsdecolK;

[0033] 步骤5、遍历 $K=1:N-1$ ,重复步骤2-4;

[0034] 步骤6、取所有瞬时去相关图像Insdecol1、Insdecol2...InsdecolN-1各像素点最

大值,构成最大累计去相关图像Cumdecol。

[0035] 如图3所示,超声回波最大累计去相关成像,具体包括:

[0036] 步骤1、取所有瞬时去相关图像Insdecol1、Insdecol2...InsdecolN-1各像素点最大值,构成最大累计去相关图像Cumdecol。

[0037] 步骤2、对Cumdecol进行对数压缩,得到log\_Cumdecol

[0038] 如图4所示,基于累计去相关图像的凝固区描绘,具体包括:

[0039] 步骤1、根据热疗结束后肝脏组织剖面中的凝固区(金标准),选择阈值,在log\_Cumdecol中最大范围区分正常肝脏组织和热损伤组织,得到Cumdecol1

[0040] 步骤2、先对Cumdecol1每一列进行多项式拟合,然后再对每一行进行多项式拟合,得到多项式拟合去相关图像poly\_cumdecol

[0041] 步骤3、选取参数等势线,在poly\_cumdecol中描绘凝固区。

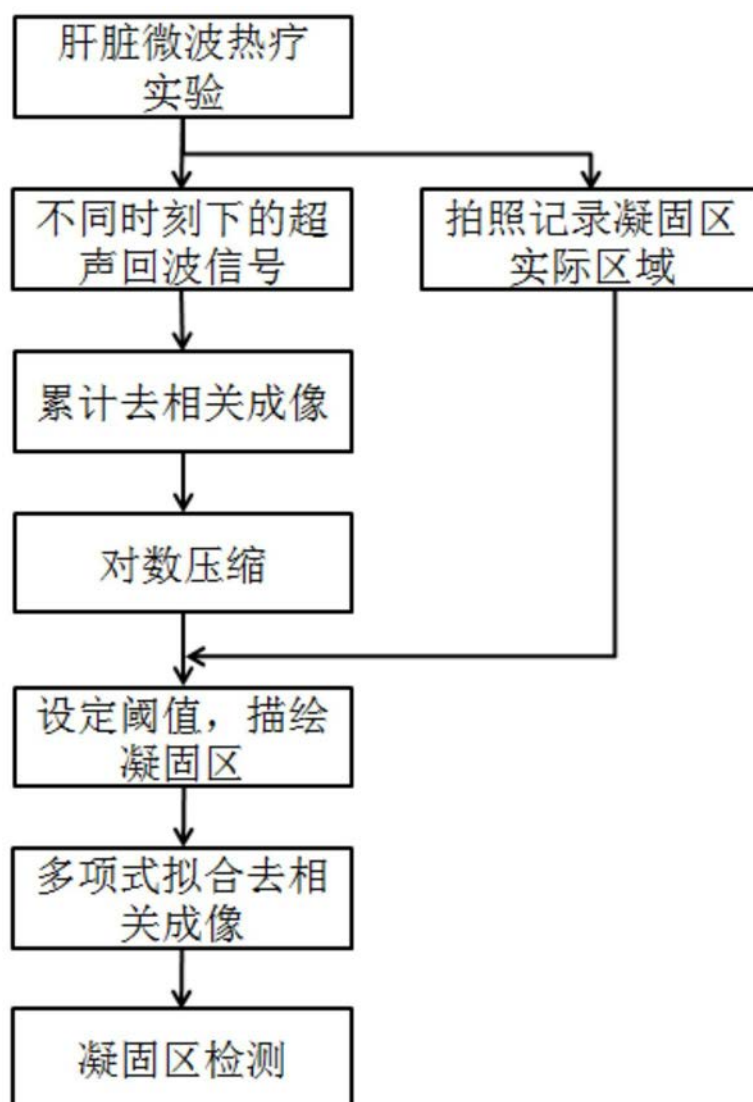


图1

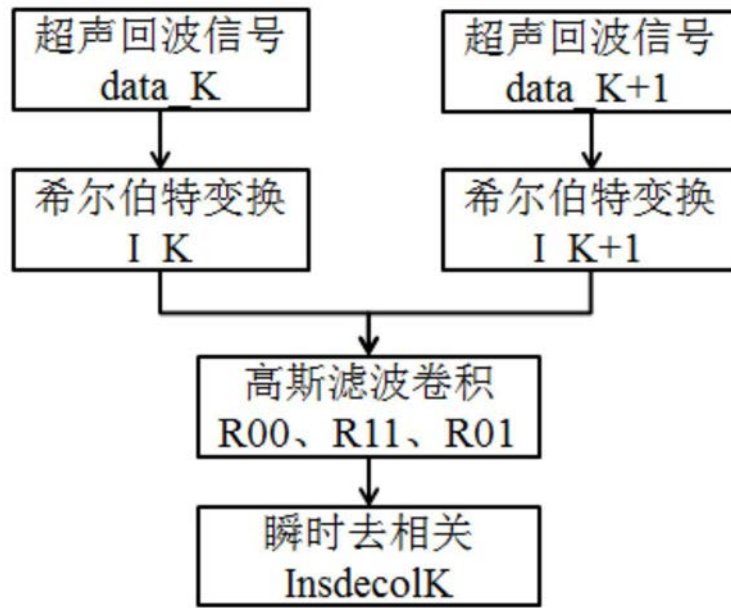


图2

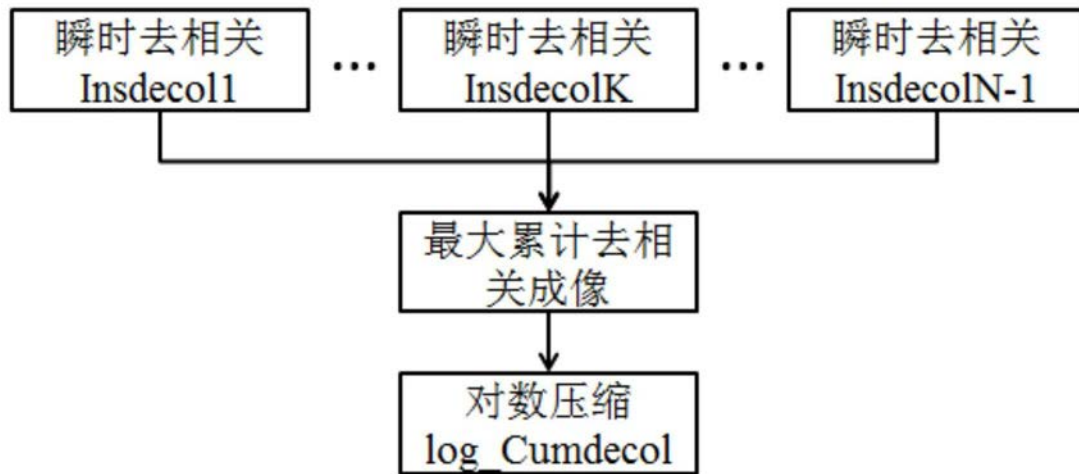


图3

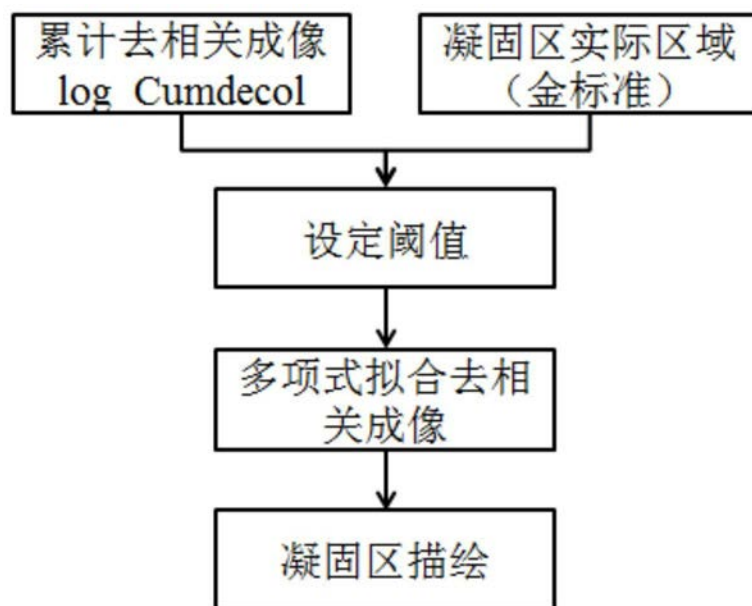


图4



|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种基于超声回波去相关成像技术的微波热疗监测方法                       |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN108553763B</a>                   | 公开(公告)日 | 2020-02-18 |
| 申请号            | CN201810052311.0                               | 申请日     | 2018-01-19 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 北京工业大学   |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 北京工业大学   |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 北京工业大学   |         |            |
| [标]发明人         | 吴水才<br>王月<br>周著黄<br>欧阳亚丽<br>高宏建                |         |            |
| 发明人            | 吴水才<br>王月<br>周著黄<br>欧阳亚丽<br>高宏建                |         |            |
| IPC分类号         | A61N5/02 A61B8/08                              |         |            |
| CPC分类号         | A61B8/0833 A61N5/025                           |         |            |
| 代理人(译)         | 张慧   |         |            |
| 其他公开文献         | CN108553763A                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明旨在提出一种基于超声去相关成像技术的微波热疗凝固区检测方法，连续采集微波热疗不同时刻下的超声回波信号，分别进行瞬时去相关成像(每相邻两帧超声信号的去相关成像)和最大累计去相关成像(所有瞬时去相关图像中各像素点的最大值)，设定阈值，在累计去相关图像中描绘凝固区，结合多项式拟合技术实现微波热疗凝固区的定量检测。本发明利用了热疗过程中采集的所有超声信号，能够降低由于空化作用引起信号突变的影响，增加凝固区检测的准确度。

