



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106659465 B

(45)授权公告日 2018.07.31

(21)申请号 201580036931.X

(22)申请日 2015.12.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106659465 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(30)优先权数据
15155780.8 2015.02.19 EP

(66)本国优先权数据
PCT/CN2014/094252 2014.12.18 CN

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.01.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/080552 2015.12.18

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/097320 EN 2016.06.23

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 谷晓林 V·T·沙姆达莎尼
邓寅晖 李小敏 吴莹

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.
A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 1600268 A,2005.03.30,
CN 101128154 A,2008.02.20,
JP 5478832 B2,2014.04.23,
JP 2011115457 A,2011.06.16,
CN 101969857 A,2011.02.09,

审查员 杨静萱

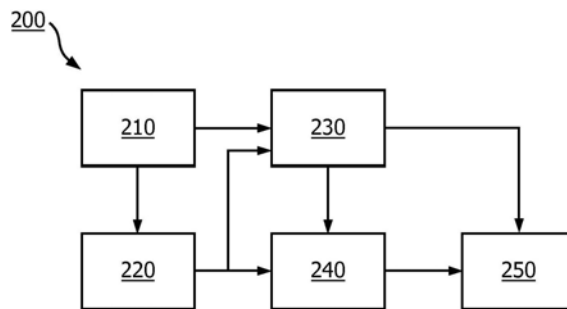
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称
超声成像系统和方法

(57)摘要

本发明提出了计算灌注参数比率的超声成像系统和方法。提出的方法包括：采集针对对象的成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线，每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点；基于所述时间-强度曲线来在多个区域单元之中选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的第一组区域单元、第二组区域单元和第三组区域单元；基于计算的时间-强度曲线来计算针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对所述成像区域中的感兴趣区域的灌注参数；基于所述一个或多个区域单元的灌注参数来计算参考灌注参数；并且计算作为感兴趣区域的灌注参数与参考灌注参数的比率的针对感兴趣区域的比率值。由于参考灌注参数是基于自动选择的一个或多个区域单元计算的，

因此方法不需要手动操纵，并且计算的灌注参数比率独立于操作者经验。



1. 一种超声成像系统,包括:

超声探头(10),其被配置为当对比剂被灌注在对象的成像区域中时采集所述成像区域的超声数据的序列;

时间-强度曲线计算器(40),其被配置为基于所采集的超声数据的序列来计算针对所述成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的所述对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点;

参考选择器(40、220),其被配置为基于所述时间-强度曲线来在所述多个区域单元之中选择分别与正常组织、血管和背景噪声相对应的第一组区域单元、第二组区域单元以及第三组区域单元;以及

灌注参数计算器(40、230),其被配置为基于所计算的时间-强度曲线来计算针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对所述成像区域中的感兴趣区域的灌注参数;

参考灌注参数计算器(40、240),其被配置为基于所述一个或多个区域单元的所述灌注参数来计算参考灌注参数;以及

比率计算器(40、250),其被配置为计算所述感兴趣区域的所述灌注参数与所述参考灌注参数间的比率作为所述感兴趣区域的比率值。

2. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述参考选择器(40、220)被配置为基于所计算的时间强度曲线的动态行为来选择所述第一组区域单元、所述第二组区域单元以及所述第三组区域单元。

3. 根据权利要求2所述的超声成像系统,其中,所述参考选择器(40、220)被配置为基于指示所述时间-强度曲线的所述动态行为的至少一个特征来选择所述第一组区域单元、所述第二组区域单元以及所述第三组区域单元。

4. 根据权利要求2所述的超声成像系统,其中,所述参考选择器(40、220)被配置为通过将所述多个区域单元的所述时间-强度曲线输入到聚类分析器中来选择所述第一组区域单元、所述第二组区域单元以及所述第三组区域单元。

5. 根据权利要求2所述的超声成像系统,其中,所述参考选择器(40、220)被配置为基于预定初始第一组区域单元、预定初始第二组区域单元以及预定初始第三组区域单元来选择所述第一组区域单元、所述第二组区域单元以及所述第三组区域单元。

6. 根据权利要求5所述的超声成像系统,其中,所述参考选择器(40、220)被配置为基于关于针对所述多个区域单元的所述时间-强度曲线的特征的一个或多个统计结果来确定所述预定初始第一组区域单元、所述预定初始第二组区域单元以及所述预定初始第三组区域单元。

7. 根据权利要求6所述的超声成像系统,其中,所述时间-强度曲线的所述特征是以下中的一个:曲线下面积、峰强度值和平均强度值,并且所述一个或多个统计结果包括均值和标准差。

8. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,

所述灌注参数计算器还被配置为计算针对所述多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数;并且

所述比率计算器还被配置为针对每个区域单元计算所述区域单元的所述灌注参数与

所述参考灌注参数间的比率作为比率值。

9. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述参考选择器还被配置为:

将所述成像区域划分成多个分段,每个分段被定位于不同深度水平处;并且

从所述第一组区域单元选择所述一个或多个区域单元,所述一个或多个区域单元被定位于所述感兴趣区域被定位于其中的所述分段中。

10. 根据权利要求1所述的超声成像系统,还包括:

图像编码器,其被配置为产生针对所述比率值的对应显示值;以及

显示器,其被配置为显示所述显示值。

11. 根据权利要求10所述的超声成像系统,其中,所述图像编码器还被配置为利用不同颜色或阴影来编码比率值。

12. 一种超声成像方法,包括:

当对比剂被灌注在对象的成像区域中时采集(310)所述成像区域的超声数据的序列;

基于所采集的超声数据的序列来计算(320)针对所述成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的所述对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点;

基于所述时间-强度曲线来在所述多个区域单元之中选择(330)分别与正常组织、血管和背景噪声相对应的第一组区域单元、第二组区域单元以及第三组区域单元;

基于所计算的时间-强度曲线来计算(350)针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对所述成像区域中的感兴趣区域的灌注参数;

基于所述一个或多个区域单元的所述灌注参数来计算(360)参考灌注参数;并且

计算(370)所述感兴趣区域的所述灌注参数与所述参考灌注参数间的比率作为所述感兴趣区域的比率值。

13. 一种用于计算针对成像区域中的感兴趣区域的灌注参数比率的装置,包括:

接收器(210),其被配置为接收针对所述成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点;

参考选择器(220),其被配置为基于所述时间-强度曲线来在所述多个区域单元之中选择分别与正常组织、血管和背景噪声相对应的第一组区域单元、第二组区域单元以及第三组区域单元;

灌注参数计算器(230),其被配置为基于所计算的时间-强度曲线来计算针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对感兴趣区域的灌注参数;

参考灌注参数计算器(240),其被配置为基于所述一个或多个区域单元的所述灌注参数来计算参考灌注参数;以及

比率计算器(250),其被配置为计算所述感兴趣区域的所述灌注参数与所述参考灌注参数间的比率作为所述感兴趣区域的比率值。

14. 一种计算针对成像区域中的感兴趣区域的灌注参数比率的方法,包括:

接收针对对象的成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点;

基于所述时间-强度曲线来在所述多个区域单元之中选择(330)分别与正常组织、血管

和背景噪声相对应的第一组区域单元、第二组区域单元以及第三组区域单元；

基于所计算的时间-强度曲线来计算(350)针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对感兴趣区域的灌注参数；

基于所述一个或多个区域单元的所述灌注参数来计算(360)参考灌注参数；并且

计算(370)所述感兴趣区域的所述灌注参数与所述参考灌注参数间的比率作为所述感兴趣区域的比率值。

15. 一种包括计算机程序指令的计算机产品,所述计算机程序指令在被运行时执行根据权利要求14所述的方法。

超声成像系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超声成像,具体地涉及对比增强超声成像。

背景技术

[0002] 对比增强超声在对各个器官的肿瘤的特征中起着越来越重要的作用。在对比增强超声成像中,当对比剂洗入成像区域中和从成像区域洗出时,连续采集对应于身体的目标器官或位置的成像区域的超声数据。为了具有针对对比剂的洗入和洗出过程的定量测量,常常根据超声数据导出将对对比强度表示为时间的函数的时间-强度曲线,并且还可以根据时间-强度曲线导出各种灌注参数。典型的灌注参数包括:曲线下面积参数、峰强度参数、达峰时间参数、洗入时间参数、洗出时间参数、洗入速率参数、洗出速率参数、到达时间参数、平均通过时间参数、上升时间参数等。

[0003] 国际专利申请W02009093211A1 (Michalakis等人)描述了期望这样的定量测量是可重复的,并且免受从一个成像流程到下一个的变化的影响,所述变化诸如为对比剂注入、患者心脏输出和超声机器设置(其从一个检查日到另一个可以不同)的变化,并且提出了手动识别正常组织的区域,并且然后计算感兴趣区域(诸如肿瘤区域)的洗入参数比率,如感兴趣区域的洗入参数和正常组织的区域的洗入参数的比率。通过用其除以参考洗入参数,即正常组织的洗入参数,减少关于感兴趣区域的洗入参数的上述变化的影响。

[0004] 然而,由于不同操作者可以识别不同区域作为正常组织的区域,并且甚至相同操作者在不同成像流程中能够识别不同区域作为正常组织的区域,因此计算的洗入参数比率取决于操作者的手动操纵。

[0005] US 2005/065432 A1公开了用于分析针对时序图像的感兴趣区域的每个像素的时间强度曲线的血流分析装置,通过将示踪物应用到样本的血液以机械模态随着时间对样本的期望区域进行摄影来收集所述时序图像。分析装置包括:计算单元,其用于仅基于测量的组织的时间强度曲线计算指示样本的测量的组织所特有的血流动力学的参数,其作为针对期望参考区域处的参数的比率或不同于期望参考区域处的参数;以及视觉信息呈现单元,其用于视觉地呈现通过计算单元的计算。

发明内容

[0006] 因此,提供计算对比剂的灌注参数的改进的超声成像系统和方法将是有利的。

[0007] 根据本发明的第一方面的实施例,提出了一种超声成像系统。所述超声系统包括:超声探头,其被配置为当对比剂被灌注在对象的成像区域中时采集成像区域的超声数据的序列;时间-强度曲线计算器,其被配置为基于所采集的超声数据的序列来计算针对成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括成像区域的一个或多个点;参考选择器,其被配置为基于时间-强度曲线来在多个区域单元之中选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的第一、第二和第三组区域单元;灌注参数计算器,其被配置为基于计算的时间-强度曲线来计算针对第一组区域单元中的一个或多个区

域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对成像区域中的感兴趣区域的灌注参数;参考灌注参数计算器,其被配置为基于一个或多个区域单元的灌注参数来计算参考灌注参数;以及比率计算器,其被配置为计算作为感兴趣区域的灌注参数与参考灌注参数的比率的针对感兴趣区域的比率值。本领域的技术人员将认识到,对应于正常组织的第一组区域单元指的是其中每个区域单元对应于正常组织的一组区域单元,并且对应于正常组织的区域单元指的是其图像值指示正常组织被定位于其中的区域单元。与其类似,对应于血管的区域单元指的是其图像值指示血管被定位于其中的区域单元,并且对应于背景噪声的区域单元指的是其中其图像值属于背景噪声的区域单元。

[0008] 以这种方式,基于分别对应于正常组织、血管和背景噪声的自动选择的第一、第二和第三组区域单元来计算参考灌注参数,并且因此,参考灌注参数的计算不需要手动操纵,并且由此,计算的参考灌注参数是独立于操作者的。此外,本应用的发明人已经认识到,几乎每个区域单元落入以下三个分类中的一个中:正常组织、血管和背景噪声,并且提出利用这样的先验知识来选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的所有的第一、第二和第三组区域,这导致正常组织的更可靠识别和/或正常组织与其他组织(如血管和背景噪声)的更好区分。

[0009] 成像区域能够是2D成像平面或3D成像体积。灌注参数能够是当前定义的任何种类的参数,诸如:曲线下面积参数、峰强度参数、达峰时间参数、洗入时间参数、洗出时间参数、洗入速率参数、洗出速率参数、到达时间参数、平均通过时间参数、上升时间参数,或基于时间-强度曲线在未来定义的。

[0010] 在每个区域单元包括成像区域的多个点的情况下,区域单元能够不同于彼此或能够部分交叠。

[0011] 在第一组区域单元中的一个或多个区域单元能够包括任何预定数量的区域单元或在第一组区域单元中的所有区域单元。优选地,选定的一个或多个区域单元包括多于一个区域单元。通常,在较大数量的选定的一个或多个区域单元的情况下,计算的参考灌注参数能够是更稳定和/或可靠的。

[0012] 感兴趣区域能够包括一个或多个区域单元。能够自动识别或由操作者手动指示感兴趣区域。

[0013] 根据本发明的又一实施例,基于计算的时间-强度曲线的动态行为来选择第一、第二和第三组区域单元。本发明的发明人认识到时间-强度曲线的动态行为指示对比的强度如何随着时间连续变化,并且由此能够被用于区分正常组织与血管和背景噪声。通过使用时间-强度曲线的动态行为,能够以更可靠的方式选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的第一、第二和第三组区域单元。

[0014] 在实施例中,基于指示计算的时间-强度曲线的动态行为的至少一个特征来选择第一、第二和第三组区域单元。至少一个特征能够包括指示计算的时间-强度曲线的动态行为的任何种类的特征,诸如:曲线下面积参数、峰强度参数、达峰时间参数、洗入时间参数、洗出时间参数、洗入速率参数、洗出速率参数、到达时间参数、平均通过时间参数、上升时间参数。

[0015] 在另一实施例中,通过将计算的时间-强度曲线输入到聚类分析器中来选择第一、第二和第三组区域单元。典型聚类分析器利用机器学习,并且被配置为基于整个时间-强度

曲线来选择第一、第二和第三组区域单元,而没有对预定义特征的任何需要。聚类分析器能够执行任何现有的聚类方法,诸如k均值聚类和期望最大化,或在未来发展的任何适当的聚类方法。在一些实施例中,聚类分析器能够通过以随机初始第一、第二和第三组区域单元开始而执行聚类。在一些其他实施例中,聚类分析器能够通过以预定初始第一、第二和第三组区域单元开始而执行聚类。

[0016] 根据本发明的又一实施例,通过基于预先确定初始第一、第二和第三组区域单元将多个区域单元分类为第一、第二和第三组区域单元来选择第一、第二和第三组区域单元。能够通过使用聚类分析器或任何其他适当的方法来执行分类。

[0017] 在范例中,能够基于关于针对多个区域单元的时间-强度曲线的特征的一个或多个统计结果来确定预定初始第一、第二和第三组区域单元。具体地,时间-强度曲线的特征是以下中的一个:曲线下面积、峰强度值和平均强度值,并且一个或多个统计结果包括均值和标准差。在另一范例中,预定初始第一、第二和第三组区域单元能够基于历史数据来确定并且由此能够在采集成像区域的超声数据的序列之前被预先确定。

[0018] 用预定初始第一、第二和第三组区域单元,基于其的分类或聚类能够需要更少的时间,并且结果能够是更可靠的。

[0019] 根据本发明的又一实施例,灌注参数计算器还被配置为计算针对多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数;并且比率计算器还被配置为针对每个区域单元计算作为区域单元的灌注参数与参考灌注参数的比率的比率值。

[0020] 以这种方式,针对成像区域的每个区域单元计算比率值。由此,在不需要设置任何感兴趣区域的情况下自动或手动地计算比率值,并且针对所有区域单元的比率值能够提供更多信息给医师或者进一步的处理步骤。

[0021] 根据本发明的又一实施例,参考选择器还被配置为:将成像区域划分成多个分段,每个分段被定位于不同深度水平处;并且从第一组区域单元选择一个或多个区域单元,所述一个或多个区域单元被定位于感兴趣区域被定位于其中的分段。具体地,参考灌注参数计算器能够被配置为针对多个分段中的每个分段,基于被定位于该分段中的选定的第一组区域单元的一个或多个区域单元来计算参考灌注参数。

[0022] 本发明的发明人已经认识到,超声回声信号的信号强度由于沿着传播路径的声学衰减随着深度的增加而减少,并且由此从超声数据导出的针对区域单元的对比剂的强度值高于在更深位置处的区域单元的强度值,即使存在相同量的对比剂。因此,本发明的发明人提出了不总是使用相同的参考灌注参数来计算比率值,不管感兴趣区域被定位于何处,而是针对被定位于不同深度水平处的感兴趣区域使用不同参考灌注参数。以这种方式,能够减少或排除影响在不同深度水平处的区域的各个声学衰减水平。

[0023] 根据本发明的又一实施例,超声成像系统还包括:图像编码器,其被配置为产生针对比率值的对应显示值;以及显示器,其被配置为显示作为比率图像的显示值。额外地,图像编码器还被配置为利用不同颜色或阴影来编码比率值。

[0024] 根据本发明的第二方面的实施例,提出了一种超声成像方法。所述超声成像方法包括:当对比剂被灌注在对象的成像区域中时采集所述成像区域的超声数据的序列;基于所采集的超声数据的序列来计算针对所述成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的所述对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点;基于所述

时间-强度曲线来在所述多个区域单元之中选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的第一组区域单元、第二组区域单元以及第三组区域单元;基于计算的时间-强度曲线来计算针对所述第一组区域的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对所述成像区域中的感兴趣区域的灌注参数;基于所述一个或多个区域单元的所述灌注参数来计算参考灌注参数;并且计算作为所述感兴趣区域的所述灌注参数与所述参考灌注参数的比率的针对所述感兴趣区域的比率值。

[0025] 根据本发明的第三方面的实施例,提供了一种用于计算针对成像区域中的感兴趣区域的灌注参数比率的装置。所述装置包括:接收器,其被配置为接收针对所述成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点;参考选择器,其被配置为基于所述时间-强度曲线来在所述多个区域单元之中选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的第一组区域单元、第二组区域单元以及第三组区域单元;灌注参数计算器,其被配置为基于计算的时间-强度曲线来计算针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对感兴趣区域的灌注参数;参考灌注参数计算器,其被配置为基于所述一个或多个区域单元的所述灌注参数来计算参考灌注参数;以及比率计算器,其被配置为计算作为所述感兴趣区域的所述灌注参数与所述参考灌注参数的比率的针对所述感兴趣区域的比率值。

[0026] 根据本发明的第四方面的实施例,提供了一种计算针对成像区域中的感兴趣区域的灌注参数比率的方法。计算灌注参数的方法包括:接收针对对象的成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点;基于所述时间-强度曲线来在所述多个区域单元之中选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的第一组区域单元、第二组区域单元以及第三组区域单元;基于计算的时间-强度曲线来计算针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对感兴趣区域的灌注参数;基于选定的一个或多个区域单元的所述灌注参数来计算参考灌注参数;并且计算作为所述感兴趣区域的所述灌注参数与所述参考灌注参数的比率的针对所述感兴趣区域的比率值。

[0027] 根据本发明的第四方面的实施例,提供了一种包括计算机程序指令的计算机产品,所述计算机程序指令在被运行时执行计算灌注参数的方法。

[0028] 参考结合附图完成的描述,本发明的其他目的和优点将变得更显而易见并且能够被容易理解。

附图说明

[0029] 下文将结合实施例并且参考附图更详细地描述和解释本发明,其中:

[0030] 图1以框图形式图示了根据本发明的实施例构建的超声成像系统;

[0031] 图2以框图形式图示了根据本发明的实施例的用于计算在对比增强超声成像流程中的灌注参数的比率值的装置;

[0032] 图3以框图图示了根据本发明的实施例的计算在对比增强超声成像流程中的灌注参数的比率值的方法;

[0033] 图4图示了针对以下中的每个的典型时间-强度曲线:正常组织、血管和背景噪声;

[0034] 图5图示了示范性比率图像;并且

[0035] 图6图示了根据本发明的实施例被分割成多个分段的成像区域。

[0036] 附图中的相同附图标记指示相似或对应特征和/或功能。

具体实施方式

[0037] 将关于具体实施例并且参考特定附图描述本发明,但本发明不限于此,而仅受权利要求的限制。描述的附图仅是示意性的,而非限制性的。在附图中,为了说明性目的,可以增大而不按尺寸绘制元件中的一些的尺寸。

[0038] 首先参考图1,以框图形式示出了根据本发明的实施例构建的超声系统。该系统通过扫描利用超声发射波束成像的身体的二或三维区域来进行操作。二维或三维区域常常被称为成像区域。当沿着其通过身体的引导路径发射每个波束时,波束返回具有对应于发射的频率分量的线性和非线性(基本和谐波频率)分量的回声信号。通过由波束碰到的对比剂微泡的非线性响应来调制发射信号,从而生成具有谐波分量的回声信号。

[0039] 图1的超声系统利用发射器16,发射器16在期望波束方向上发射选定的调制特性的波或脉冲,以从身体内的散射返回谐波回声分量。发射器响应于多个控制参数,所述控制参数确定发射波束的特性,包括发射波束的频率分量、其相对强度或幅度以及发射信号的相位或极性。发射器通过发射/接收开关14耦合到超声探头10的阵列换能器12的元件。阵列换能器能够是针对平面(二维)成像的一维阵列或针对二维或体积(三维)成像的二维阵列。

[0040] 换能器阵列12接收来自身体的回声,所述回声包含在换能器带宽内的基本(线性)和谐波(非线性)频率分量。这些回声信号通过开关14耦合到波束形成器18,所述波束形成器适当地延迟来自不同换能器元件的回声信号,并且然后将其组合以形成从浅到更大深度沿着波束的线性和谐波信号的序列。优选地,波束形成器是数字波束形成器,其操作在数字化回声信号上,以产生从图像的近场到远场深度的离散相干数字回声信号的序列。波束形成器可以是多线波束形成器,其响应于单个发射波束而产生沿着多个空间不同接收扫描线的回声信号的两个或更多序列,所述波束形成器具体地对3D成像有用。波束形成回声信号耦合到系综存储器22。

[0041] 在图1的超声系统中,使用不同调制技术在每个波束方向上发射多个波或脉冲,从而得到针对图像场中的每个扫描点的多个回声的接收。对应于公共空间位置的回声在本文中被称为回声的系综,并且被存储在系综存储器22中,它们能够从所述系综存储器中被检索并且一起被处理。由非线性信号分离器24以各种方式组合系综的回声以产生期望的非线性或谐波信号。例如,不同相位或极性调制的两个脉冲能够被发射到在图像场中的每个点。当来源于所述两个脉冲的回声由超声系统接收并且相加地被组合时,不同调制使得回声的基本频率分量彼此抵消并且使得谐波分量彼此加强。这分离出回声信号的谐波分量。备选地,当两个回声彼此相减时,基本频率分量被加强,并且谐波分量彼此抵消。这分离出用于标准B模式图像的构建的基本频率。该调制被称为“脉冲倒置”,并且能够通过相位、极性或幅度调制来完成,如在美国专利5706819(Hwang等人)、5951478(Hwang等人)和5577505(Brock Fisher等人)中描述的。

[0042] 分离的信号由滤波器30来进行滤波以还去除不想要的频率分量,并且然后经历检测器32的B模式或多普勒检测。检测到的信号被耦合到非线性信号组合器34以减少图像散斑内容。然后信号在图像处理器36中被处理以供二维、三维、光谱、参数或其他期望图像的

形成,并且然后图像被显示在显示器38上。不需要散斑减少处理的检测到的基本(线性)信号被直接耦合到图像处理器36以用于图像形成和显示。

[0043] 根据本发明的实施例,超声图像数据还被耦合到QLab图像处理器40以用于时间-强度曲线和对比剂洗入和洗出特性的产生。由QLab处理器产生的时间-强度曲线和特性被耦合返回到图像处理器,其中,它们可以与超声图像一起数字地或图形性地被显示在显示器38上。适合于时间-强度曲线的产生的标准QLab处理器可以从Andover, Massachusetts的Philips Healthcare购得。

[0044] 标准QLab处理器产生公知的时间-强度曲线,也被称为灌注曲线或再灌注曲线。参见美国专利5833613 (Averkiou等人)、国际专利出版物W02005/099579 (Rafter)、国际专利出版物W0 2005/054898 (Garg等人) 和国际专利出版物W02009093211A1 (Michalakakis等人)。如这些出版物图示的,在身体中的位置处的对比剂的到达期间监测在组织中的点处的对比剂的积聚。在点处的对比剂的量由从在每个点处的对比剂微泡返回的回声的强度指示,并且存在于当对比剂洗入组织中时通过低功率(低MI)发射采集的图像的序列中。针对逐帧返回回声的时间序列的组织中的每个点,时间-强度曲线能够由对比强度的该积聚和其在对比剂的洗出期间的后续下降形成。能够通过利用表示图像中的每个点处的时间-强度曲线的参数的颜色对解剖图像中的每个像素进行着色,形成针对被查看的整体组织的时间-强度曲线的定性表示。例如,Garg等人的申请图示了心肌的参数图像的形成,其中,在图像中的每个像素的颜色表示由在心肌中的每个点处的时间-强度曲线达到的峰水平。还参见美国专利6692438 (Skyba等人)。

[0045] 根据本发明的实施例,超声探头被配置为当对比剂被灌注在对象的成像区域中时采集所述成像区域的超声数据的序列,并且充当时间-强度曲线计算器的QLab成像处理器被配置为基于所采集的超声数据的序列来计算针对成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线。每个区域单元能够包括图像区域的一个或多个点。在一些实施例中,成像区域的点被定义为区域单元。在一些其他实施例中,成像区域的若干邻近点被定义为区域单元。例如,区域单元能够具有在成像平面中的5x5的方形尺度或在成像体积中的5x5x5的立方尺度。多个区域单元能够是分离的或部分交叠的。

[0046] 作为对比剂的灌注的定量测量,针对在成像区域中的感兴趣区域计算灌注参数的比率值。图2和图3分别图示了根据本发明的实施例的用于计算灌注参数的比率值的装置200和方法300。在一些实施例中,QLab成像处理器40被配置为执行方法300,并且由此图3的装置是QLab图像处理器40的部分。在一些其他实施例中,装置200能够是分离处理器,其能够被耦合到QLab图像处理器40。装置200能够是超声系统的部分,或者也能够是分离处理器或经由任何种类的有线或无线连接器件耦合到超声系统的分离系统的部分。

[0047] 参考图2,装置200包括接收器210、参考选择器220、灌注参数计算器230、参考灌注参数计算器240和比率计算器250。接收器210是用于基于所采集的超声数据的序列来接收针对成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线的接口,每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点。接收器210能够以或软件、硬件或其组合来实施。

[0048] 下文将通过参考图2和图3描述比率值的计算。为了解释的简化的目的,尽管将方法示出和描述为一系列步骤,但是应当理解和认识到,方法不受步骤的顺序限制,如根据一

个或多个方面,与在本文示出和描述的顺序和步骤相比较,一些步骤可以以不同的顺序和/或与其他步骤同时发生。此外,不是所有图示的步骤可以被用于实施根据要求保护的主题的方法。通常,过程能够被实施为处理器指令,逻辑编程功能或支持比率值的计算的其他电子序列。

[0049] 在步骤310中,当对比剂被灌注在对象的成像区域中时,通过将超声探头放置在对象上来采集所述成像区域的超声数据的时间序列。备选地,能够从任何数据存储设备中采集超声数据的序列,先前由超声探头采集的超声数据的序列(例如以DICOM格式)被存储在所述数据存储设备中。

[0050] 在步骤320中,时间-强度曲线计算器基于所采集的超声数据的序列计算针对成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线。备选地,接收器210从任何数据存储设备中接收被预先计算和存储的时间-强度曲线。如本领域技术人员公知的,可以在时间-强度曲线的计算之前执行各种运动补偿,和/或例如,可以借助于低通滤波器来将时间-强度曲线平滑。

[0051] 在步骤330中,参考选择器220基于时间-强度曲线,优选地基于时间-强度曲线的动态行为,在多个区域单元之中,选择对应于正常组织的第一组区域单元。具体地,参考选择器220能够被配置为选择对应于正常组织的第一组区域单元,对应于血管的第二组区域单元和对应于背景噪声的第三组区域单元。在一些实施例中,计算指示时间-强度曲线的动态行为的至少一个特征,并且然后基于所述至少一个特征来选择第一、第二和第三组区域。在一些其他实施例中,时间-强度曲线的每个点被认为是个体特征,并且第一、第二和第三组区域的选择直接基于时间-强度曲线。

[0052] 能够借助于聚类分析实施第一组区域单元的选择。聚类分析或聚类被公知:其是在相同组或集合(称为簇)中的客体比在其他组或集合(簇)中的那些(在一些意义或另一意义上)更类似于彼此的这样的方式对一组客体进行分组的任务。

[0053] 图4图示了针对血管的时间-强度曲线410、针对正常组织的时间-强度曲线420和针对背景噪声的时间-强度曲线430。通常,时间-强度曲线的动态行为,即随着时间 t 的强度值 I 的变化在血管、正常组织和背景噪声之中相当不同。

[0054] 根据本发明的一些实施例,参考选择器220基于时间-强度曲线的动态行为将多个区域单元分类成对应于正常组织的第一组区域单元、对应于血管的第二组区域单元和对应于背景噪声的第三组区域单元。

[0055] 在实施例中,能够基于初始第一、第二和第三组区域单元来执行分类。即,初始第一、第二和第三组区域单元被用于分类的初始化。

[0056] 在一些实施例中,能够借助于聚类分析来执行这样的分类,并且由此初始第一、第二和第三组区域单元被用于聚类分析的初始化。能够使用任何适当的聚类方法,包括诸如 k 均值聚类或期望最大化的现有的聚类方法,或在未来发展的那些。或者能够基于指示时间-强度曲线的动态行为的一个或多个预定义特征来执行聚类分析,或者能够直接基于时间-强度曲线来执行所述聚类分析而不定义任何特征。

[0057] 初始第一、第二和第三组区域单元能够基于历史数据来确定,并且由此能够在采集成像区域的超声数据的序列之前来预先确定。

[0058] 备选地,从针对多个区域单元中的每个区域单元的时间强度提取特征,并且基于

关于所提取的特征的一个或多个统计结果来确定初始第一、第二和第三组区域单元。在该具体实施例中,所提取的特征是:曲线下面积。在其他实施例中,所提取的特征能够是:峰强度值、曲线的平均强度值或任何其他适当的特征。接下来,计算所提取的特征的均值 μ 和标准差 σ 。然后,能够基于 μ 和 σ 如下确定初始第一、第二和第三组区域:

[0059] 对应于正常组织的初始第一组区域单元包括其特征具有在 $[\mu-\alpha \cdot \sigma, \mu+\alpha \cdot \sigma]$ 的范围中的值的区域单元。

[0060] 对应于血管的初始第二组区域单元包括其特征具有大于 $\mu+\alpha \cdot \sigma$,即在 $[\mu+\alpha \cdot \sigma, +\infty]$ 的范围中的值的区域单元;并且

[0061] 对应于背景噪声的初始第三组区域单元包括其特征具有小于 $\mu-\alpha \cdot \sigma$,即在 $[-\infty, \mu-\alpha \cdot \sigma]$ 的范围中的值的区域单元。

[0062] α 是预先确定的加权系数。例如,能够凭借经验确定 α 。

[0063] 在步骤340中,参考选择器220还从第一组区域单元选择一个或多个区域单元。在一些实施例中,省略该步骤340,并且一个或多个区域单元简单地包括第一组区域单元中的所有区域单元。在一些其他实施例中,选择第一组区域单元的区域单元的部分。能够由操作者预定义或定义选定的区域单元的数量。

[0064] 在步骤350中,灌注参数计算器230基于时间-强度曲线计算针对选定的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数。此外,灌注参数计算器230基于时间-强度曲线计算针对感兴趣区域的灌注参数。灌注参数能够是从时间-强度曲线导出的任何种类的参数,诸如:曲线下面积参数、峰强度参数、达峰时间参数、洗入时间参数、洗出时间参数、洗入速率参数、洗出速率参数、到达时间参数、平均通过时间参数、上升时间参数,或其能够基于时间-强度曲线在未来被定义。

[0065] 感兴趣区域能够包括一个或多个区域单元。感兴趣区域能够是预定义区域,或由用户指示或在任何预处理步骤中识别的区域。在存在多个感兴趣区域的情况下,针对多个感兴趣区域中的每个计算灌注参数。在一些实施例中,多个区域单元中的每个区域单元被定义为感兴趣区域。以这种方式,针对每个区域单元计算灌注参数。

[0066] 能够独立于选择步骤330和340执行对针对感兴趣区域的灌注参数的计算。一个或多个区域单元和感兴趣区域可以包括公共区域单元,在这种情况下,本领域的技术人员将认识到那些公共区域单元的灌注参数仅需要被计算一次。

[0067] 在步骤360中,参考灌注参数计算器240基于选定的一个或多个区域单元的灌注参数来计算参考灌注参数。能够以各种方式计算参考灌注参数。例如,参考灌注参数能够被计算为选定的一个或多个区域单元的灌注参数的平均、加权平均或中值。

[0068] 在步骤370中,比率计算器250计算作为感兴趣区域的灌注参数与参考灌注参数的比率的针对感兴趣区域的比率值。在具有多个感兴趣区域的情况下,针对多个感兴趣区域中的每个计算比率值。在一些实施例中,多个区域单元中的每个区域单元被定义为感兴趣区域。以这种方式,针对每个区域单元计算比率值 r 。

[0069] 然后能够借助于图像编码器将比率值转化成对应显示值,并且能够通过显示器将显示值呈现为参数比率图像。取决于图像区域的维度,比率图像能够是2D或3D的。所述图像编码器还能够被配置为利用不同颜色或阴影来编码比率值。例如,在特定值范围中的比率值能够为不同颜色,诸如亮红色。由此使得临床医生能够借助于图像的甚至很小的可疑区

域的不同颜色容易地在比率图像中认出可疑区域。在一些实施例中，在编码和显示之前对比率图像进行平滑。

[0070] 图5图示了示范性比率图像510和右侧的颜色条520。比率图像510表示时间-强度曲线的峰强度的比率值。比率值用阴影进行编码。颜色条520示出了比率值的编码，具体地更高的比率值更亮。

[0071] 如以上描述的，相同的参考灌注参数被用于导出针对感兴趣区域的比率值，而不管感兴趣区域被定位的深度。备选地，不同的参考灌注参数可以被用于被定位在不同深度水平处的感兴趣区域。根据本发明的另一实施例，参考选择器220还被配置为将成像区域划分成多个分段，每个分段被定位在不同深度水平处，并且被用于计算参考组织的对应于正常组织的一个或多个区域单元被定位在感兴趣区域被定位在其中的相同分段处。

[0072] 图6图示了根据本发明的实施例被分割成多个分段的2D成像区域。参考图6，沿着由箭头D指示的深度方向，多个分段610至640被定位在不同深度水平处，其中，分段640最深。多个分段610至640被示出为不交叠，但是在一些其他实施例中，它们能够是部分交叠的。尽管图示了四个分段，但是本领域的技术人员将认识到任何数量的分段是可能的。在一些实施例中，分段的数量能够取决于成像区域的深度范围。例如，如果成像区域在深度方向跨越更宽的范围，则成像区域被划分成更多分段。

[0073] 根据本发明的实施例，针对图像区域的多个分段中的每个计算参考灌注参数，并且然后基于针对区域单元被定位在其中的分段的参考灌注参数计算针对区域单元的比率值。例如，针对区域单元的比率值能够被计算为针对该区域单元的灌注参数与针对该区域单元被定位在其中的分段的参考灌注参数的比率。针对被定位在分段的边界处或在分段空间交叠的情况下被定位在多于一个分段处的区域单元，被用于该区域单元的参考灌注参数能够是对应分段的参考灌注参数的加权平均。

[0074] 能够以不同方式计算针对每个分段的参考灌注参数。

[0075] 在一些实施例中，在整个成像区域上执行聚类分析以得到对应于在整个成像区域中的正常组织的第一组区域单元。然后，针对每个分段，基于从第一组区域单元选择并且被定位在该分段的一个或多个区域单元的灌注参数来计算参考灌注参数。

[0076] 在一些其他实施例中，针对成像区域的多个分段中的每个分段执行聚类分析以得到对应于该分段中的正常组织的第一组区域单元。然后，针对每个分段，针对该分段从第一组区域单元选择一个或多个区域单元，并且基于选定的一个或多个区域单元来计算对应参考灌注参数。

[0077] 可以由各种器件来实施本文描述的技术过程。例如，可以在硬件、软件或其组合中实施这些技术。针对硬件实施方式，处理单元可以被实施在一个或多个专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理设备(DSPD)、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、被设计为执行本文描述的功能的其他电子单元或其组合内。在软件实施方式的情况下，能够使用执行本文描述的功能的模块(例如，流程、功能等)。软件代码可以被存储在存储器单元中，并且由处理器运行。

[0078] 此外，请求保护的主题的方面可以被实施为方法、装置、系统或制品，其使用标准编程和/或工程技术，以产生软件、固件、硬件或其任何组合，从而控制计算机或计算部件来实施请求保护的主题的各个方面。如本文使用的术语“制品”旨在涵盖从任何计算机可

读设备、载体或介质可访问的计算机程序。例如,计算机可读介质能够包括,但不限于,磁性存储设备(例如,硬盘、软盘、磁条…)、光盘(例如,压缩盘(CD)、数字通用光盘(DVD)…)、智能卡和闪存设备(例如,卡、棒、键驱动…)。当然,本领域的技术人员将认识到,可以对该配置进行许多修改,而不脱离本文所描述的范围。

[0079] 如本申请中使用的,术语“计算器”、“选择器”和“编码器”,诸如“时间-强度曲线计算器”、“灌注参数计算器”、“参考灌注参数计算器”、“比率计算器”和“成像编码器”,旨在意指处理器或计算机相关实体,或硬件、硬件和软件的组合、软件或运行中的软件。例如,部件可以是,但不限于,在处理器上运行的过程、处理器、客体、可执行、运行的线程、程序和/或计算机。通过图示,在服务器上运行的应用和服务器两者能够是部件。一个或多个部件可以驻留在过程和/或运行的线程内,并且部件可以被定位于一个计算机上和/或分布在两个或更多计算机之中。

[0080] 以上已经描述的包括一个或多个实施例的范例。当然,不可能为了描述上述实施例的目的而描述部件或方法的每个可想象的组合,但是本领域的普通技术人员可以认识到,各个实施例的许多另外的组合和排列是可能的。因此,所描述的实施例旨在包含落入权利要求的范围内的所有这样的变化、修改和变型。此外,对于在详细描述或权利要求中使用术语“包含”的范围,这样的术语旨在以类似于当在权利要求中用作过渡词时解释“包括”时的术语“包括”的方式被包括。

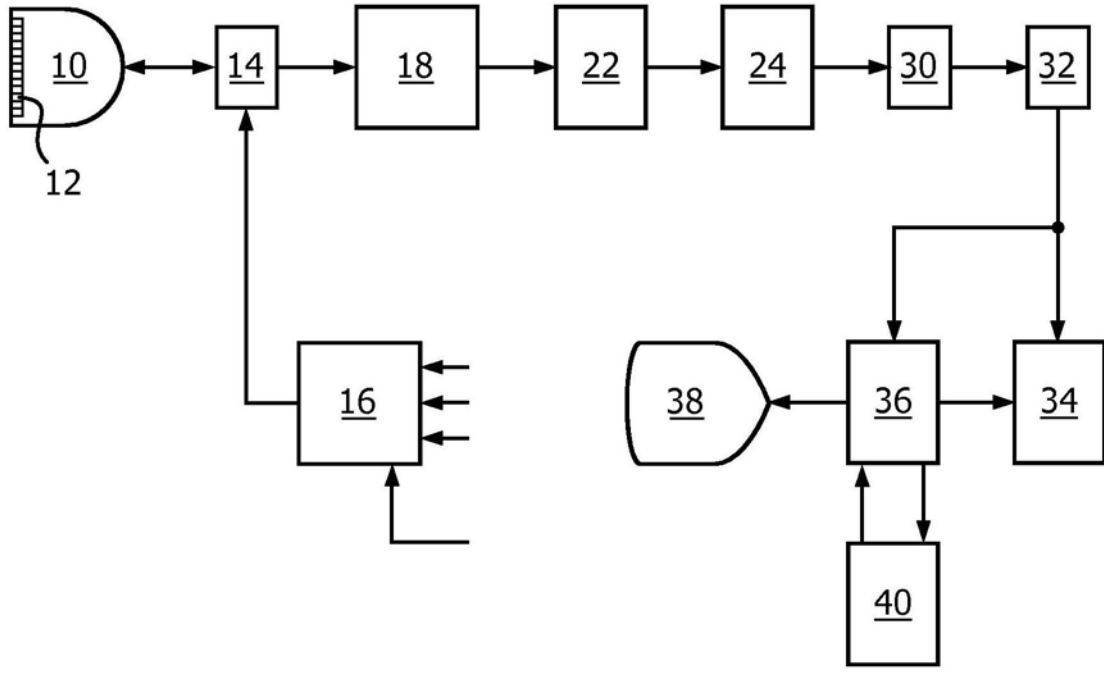


图1

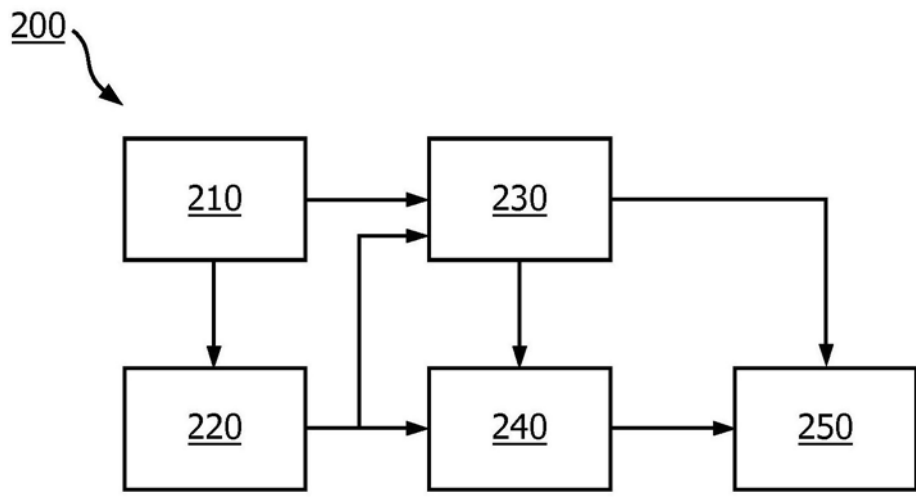


图2

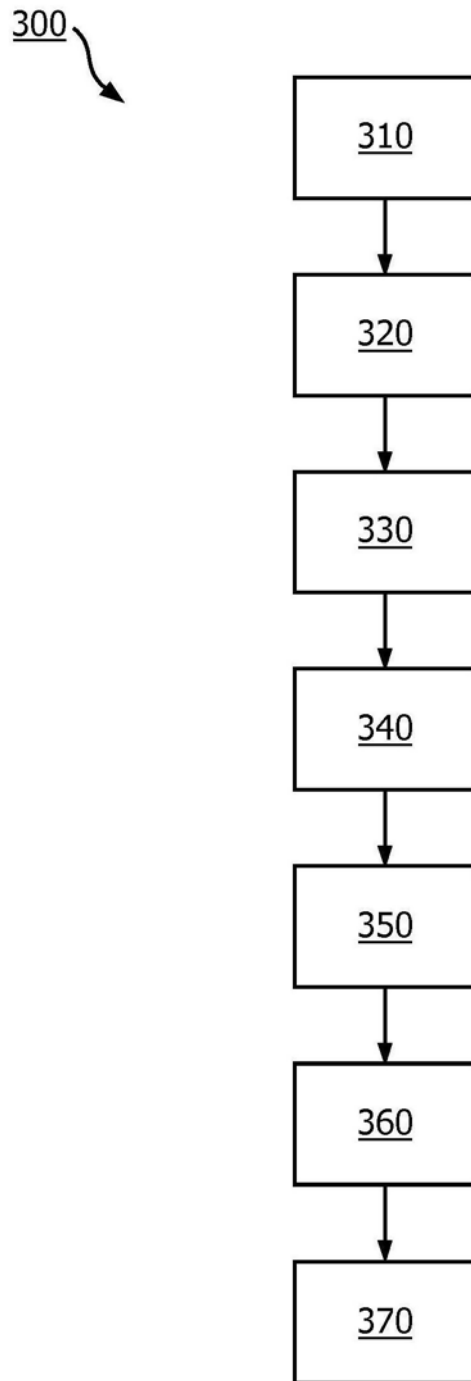


图3

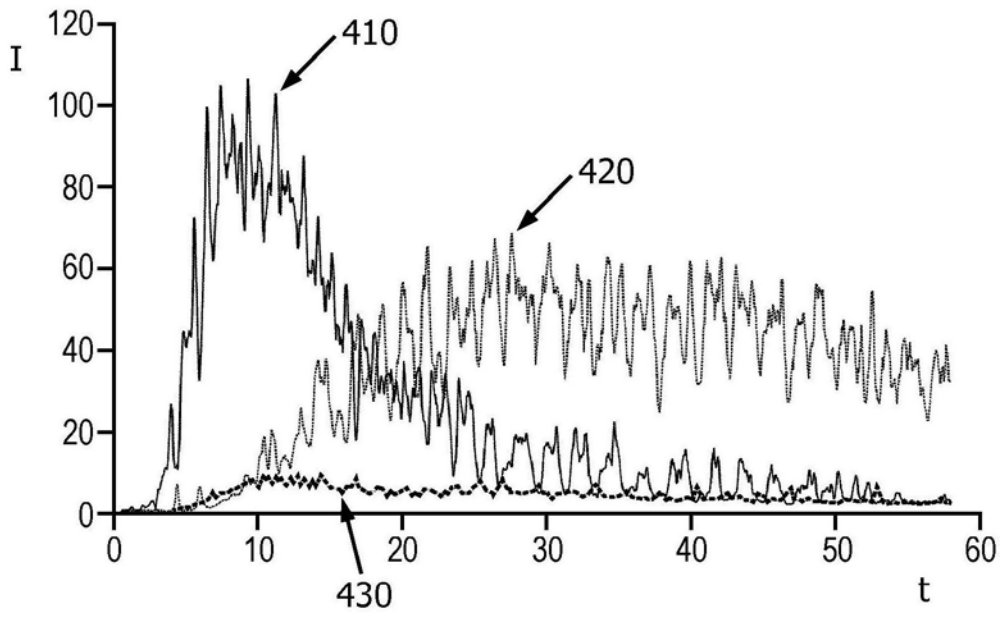


图4

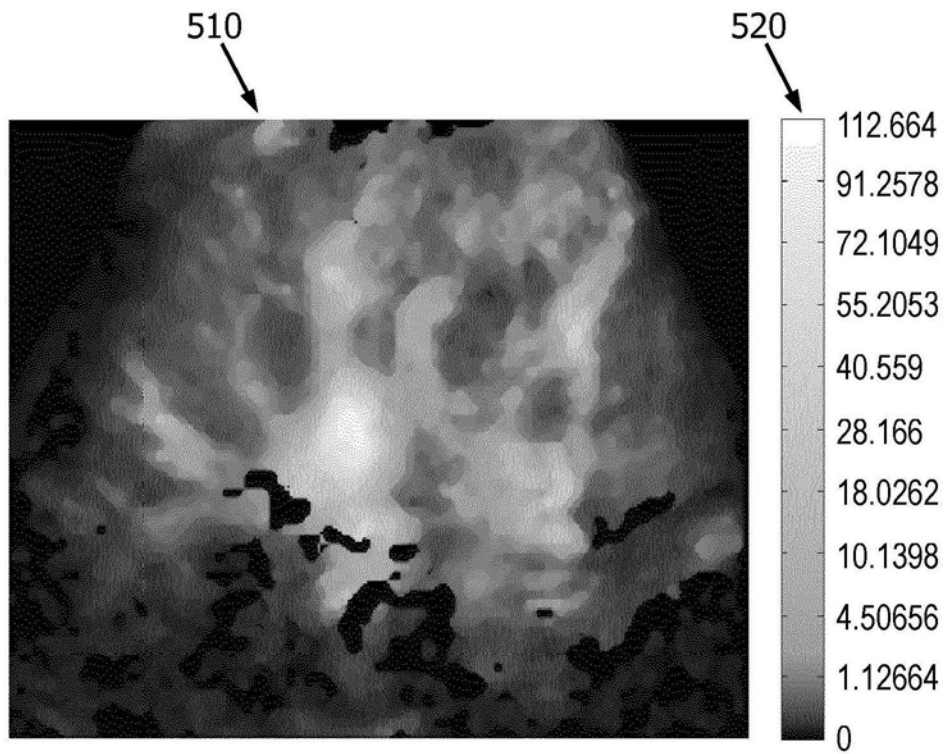


图5

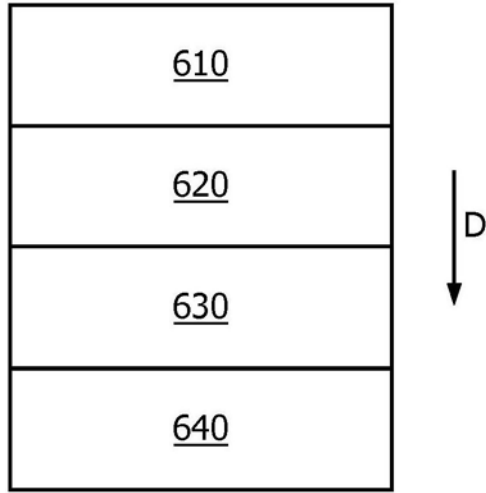


图6

专利名称(译)	超声成像系统和方法		
公开(公告)号	CN106659465B	公开(公告)日	2018-07-31
申请号	CN201580036931.X	申请日	2015-12-18
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	谷晓林 VT沙姆达莎尼 邓寅晖 李小敏 吴莹		
发明人	谷晓林 V·T·沙姆达莎尼 邓寅晖 李小敏 吴莹		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/481 A61B8/085 A61B8/463 A61B8/483 A61B8/5223		
代理人(译)	李光颖 王英		
优先权	2015155780 2015-02-19 EP PCT/CN2014/094252 2014-12-18 WO		
其他公开文献	CN106659465A		
外部链接	SIPO		

摘要(译)

本发明提出了计算灌注参数比率的超声成像系统和方法。提出的方法包括：采集针对对象的成像区域的多个区域单元中的每个区域单元的对比剂的时间-强度曲线，每个区域单元包括所述成像区域的一个或多个点；基于所述时间-强度曲线来在多个区域单元之中选择分别对应于正常组织、血管和背景噪声的第一组区域单元、第二组区域单元和第三组区域单元；基于计算的时间-强度曲线来计算针对所述第一组区域单元中的一个或多个区域单元中的每个区域单元的灌注参数和针对所述成像区域中的感兴趣区域的灌注参数；基于所述一个或多个区域单元的灌注参数来计算参考灌注参数；并且计算作为感兴趣区域的灌注参数与参考灌注参数的比率的针对感兴趣区域的比率值。由于参考灌注参数是基于自动选择的一个或多个区域单元计算的，因此方法不需要手动操纵，并且计算的灌注参数比率独立于操作者经验。

