



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103679685 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201210335088. 3

(22) 申请日 2012. 09. 11

(71) 申请人 北京三星通信技术研究有限公司

地址 100016 北京市朝阳区霞光里 9 号中电
发展大厦 12 层

申请人 三星电子株式会社

(72) 发明人 任海兵 刘志花 张丽丹 郝志会

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 罗延红

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2006. 01)

A61B 8/08 (2006. 01)

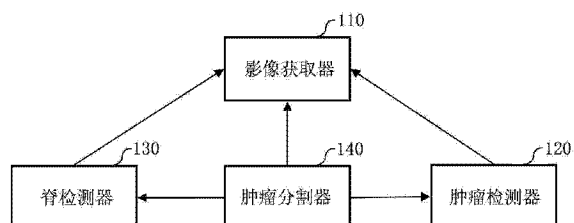
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

图像处理系统和图像处理方法

(57) 摘要

提供一种图像处理系统和图像处理方法。一种用于乳腺影像的图像处理系统包括：影像获取器，用于获取二维乳腺超声波影像；肿瘤检测器，用于从影像获取单元获取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域；脊检测器，用于从获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息；肿瘤分割器，用于基于水平集从检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤，其中，以检测的肿瘤区域作为初始轮廓曲线为所述二维乳腺超声波影像建立水平集函数，并根据脊检测单元检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化，以最小化所述轮廓曲线的能量函数。



1. 一种用于乳腺影像的图像处理系统,包括:

影像获取器,用于获取二维乳腺超声波影像;

肿瘤检测器,用于从影像获取单元获取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域;

脊检测器,用于从获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息;

肿瘤分割器,用于基于水平集从检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤,其中,以检测的肿瘤区域作为初始轮廓曲线为所述二维乳腺超声波影像建立水平集函数,并根据脊检测单元检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化,以最小化所述轮廓曲线的能量函数。

2. 如权利要求1所述的图像处理系统,其中,所述水平集方法是 Chan-Vese 水平集方法。

3. 如权利要求2所述的图像处理系统,其中,肿瘤分割器在进行分割处理时,使用脊限制因子 R 限制所述轮廓曲线的水平集演化:

$$\left[\frac{\partial \phi}{\partial t} \right]_{New} = \frac{\partial \phi}{\partial t} \times R$$

$$R = \left(G \otimes I_{R_Norm} \right)^{-H(\phi(x,y))}$$

其中, I_{R_Norm} 是归一化的脊图像, H 是亥维赛 (Heaviside) 函数, G 是高斯函数, $\Phi(x, y)$ 是轮廓曲线的水平集函数。

4. 如权利要求3所述的图像处理系统,其中,肿瘤分割器使用如下的水平集演化函数执行水平集演化:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = \delta_{\varepsilon}(\phi) \left[\mu \operatorname{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \nu - \lambda_1(u_0 - c_1)^2 + \lambda_2(u_0 - c_2)^2 \right]$$

其中, $\delta_{\varepsilon} = H'$, $\varepsilon \rightarrow 0$ 是限制项。

5. 如权利要求4所述的图像处理系统,其中,肿瘤分割器在迭代地限制轮廓曲线的水平集演化时以下述条件之一作为停止迭代的条件:迭代次数达到预定的次数、在当前迭代中的轮廓曲线的变化小于预定的阈值、迭代中发生错误。

6. 如权利要求1-5中任一项所述的图像处理系统,其中,影像获取器从超声波成像设备获取所述二维乳腺超声波影像。

7. 一种用于乳腺影像的图像处理方法,包括:

获取二维乳腺超声波影像;

从影像获取单元获取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域;

从获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息;

基于水平集从检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤,其中,以检测的肿瘤区域作为初始轮廓曲线为所述二维乳腺超声波影像建立水平集函数,并根据脊检测单元检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化,以最小化所述轮廓曲线的能量函数。

8. 如权利要求7所述的图像处理方法,其中,所述水平集方法是 Chan-Vese 水平集方法。

9. 如权利要求8所述的图像处理方法,其中,在进行分割处理时,使用脊限制因子 R 限制所述轮廓曲线的水平集演化:

$$\left[\frac{\partial \phi}{\partial t} \right]_{New} = \frac{\partial \phi}{\partial t} \times R$$

$$R = \left(G \otimes I_{R_Norm} \right)^{-H(\phi(x,y))}$$

其中, I_{R_Norm} 是归一化的脊图像, H 是亥维赛 (Heaviside) 函数, G 是高斯函数, $\Phi(x, y)$ 是轮廓曲线的水平集函数。

10. 如权利要求 9 所述的图像处理方法, 其中, 使用如下的水平集演化函数执行水平集演化:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = \delta_{\varepsilon}(\phi) \left[\mu \operatorname{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \nu - \lambda_1(u_0 - c_1)^2 + \lambda_2(u_0 - c_2)^2 \right]$$

其中, $\delta_{\varepsilon} = H'$, $\varepsilon \rightarrow 0$ 是限制项。

11. 如权利要求 10 所述的图像处理方法, 其中, 在迭代地限制轮廓曲线的水平集演化时以下述条件之一作为停止迭代的条件: 迭代次数达到预定的次数、在当前迭代中的轮廓曲线的变化小于预定的阈值、迭代中发生错误。

12. 如权利要求 7-11 中任一项所述的图像处理方法, 其中, 从超声波成像设备获取所述二维乳腺超声波影像。

图像处理系统和图像处理方法

技术领域

[0001] 本申请涉及一种用于乳腺超声波影像的图像处理系统及其图像处理方法,尤其涉及一种从乳腺超声波影像检测脊信息,基于水平集从乳腺超声波影像分割出乳腺肿瘤,在肿瘤分割处理中,使用检测的脊信息来限制水平集演化,从而从乳腺超声波影像去除脂肪区域和阴影区域的图像处理技术。

背景技术

[0002] 乳腺癌是女性的第二大杀手,而早期检测是降低死亡率(40%或以上)的关键。超声波越来越多地作为乳房X光检查(X射线)的补充诊断测试被用于乳腺成像,当乳房X光检查可能发生敏感性降低时或者当乳房X光检查存在不可接受的辐射危险时,其本身也作为第一线成像技术被使用。因此,计算机辅助诊断(CAD)系统可以帮助缺乏经验的医生来避免误诊,在不误诊癌症的前提下减少良性病变活检的数量,并且减少各种检测的变化。

[0003] 在计算机辅助的乳腺超声波诊断系统中,核心技术包括肿瘤检测和分割,而肿瘤分割是确定肿瘤是良性还是恶性的关键。目前,几乎所有的肿瘤分割方法都假设肿瘤区域是均匀的,并且肿瘤区域和非肿瘤区域具有不同的强度。但是,现有的肿瘤分割方法难以克服以下问题。

[0004] 1、在乳腺超声波影像中,脂肪区域的强度与肿瘤区域的强度非常相似。如果两者彼此接近,则难以区分脂肪区域和肿瘤区域。

[0005] 2、一些肿瘤区域具有暗的阴影,并且阴影区域就在肿瘤以下。局部强度信息不足以将肿瘤与阴影分割开。

[0006] 因此,需要一种能够更准确将脂肪区域和阴影区域去除的肿瘤分割技术。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种用于乳腺超声波影像的图像处理系统及其图像处理方法,在使用水平集方法进行肿瘤分割处理时,基于从乳腺超声波影像检测的脊信息对水平集演化进行限制,从而在肿瘤分割处理中尽可能去除与肿瘤区域接近的脂肪区域和阴影区域。

[0008] 根据本发明的一方面,提供一种用于乳腺影像的图像处理系统,包括:影像获取器,用于获取二维乳腺超声波影像;肿瘤检测器,用于从影像获取单元获取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域;脊检测器,用于从获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息;肿瘤分割器,用于基于水平集从检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤,其中,以检测的肿瘤区域作为初始轮廓曲线为所述二维乳腺超声波影像建立水平集函数,并根据脊检测单元检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化,以最小化所述轮廓曲线的能量函数。

[0009] 所述水平集可以方法是 Chan-Vese 水平集方法。

[0010] 肿瘤分割器在进行分割处理时,可使用脊限制因子 R 限制所述轮廓曲线的水平集演化:

$$[0011] \quad \left[\frac{\partial \phi}{\partial t} \right]_{New} = \frac{\partial \phi}{\partial t} \times R$$

$$[0012] \quad R = (G \otimes I_{R_Norm})^{1-H(\phi(x,y))}$$

[0013] 其中, I_{R_Norm} 是归一化的脊图像, H 是亥维赛 (Heaviside) 函数, G 是高斯函数, $\Phi(x, y)$ 是轮廓曲线的水平集函数。

[0014] 肿瘤分割器可使用如下的水平集演化函数执行水平集演化:

$$[0015] \quad \frac{\partial \phi}{\partial t} = \delta_{\varepsilon}(\phi) \left[\mu \operatorname{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \nu - \lambda_1(u_0 - c_1)^2 + \lambda_2(u_0 - c_2)^2 \right]$$

[0016] 其中, $\delta_{\varepsilon} = H'$, $\varepsilon \rightarrow 0$ 是限制项。

[0017] 肿瘤分割器可在迭代地限制轮廓曲线的水平集演化时以下述条件之一作为停止迭代的条件: 迭代次数达到预定的次数、在当前迭代中的轮廓曲线的变化小于预定的阈值、迭代中发生错误。

[0018] 影像获取器可从超声波成像设备获取所述二维乳腺超声波影像。

[0019] 根据本发明的另一方面, 提供一种用于乳腺影像的图像处理方法, 包括: 获取二维乳腺超声波影像; 从影像获取单元获取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域; 从获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息; 基于水平集从检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤, 其中, 以检测的肿瘤区域作为初始轮廓曲线为所述二维乳腺超声波影像建立水平集函数, 并根据脊检测单元检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化, 以最小化所述轮廓曲线的能量函数。

[0020] 所述水平集方法可以是 Chan-Vese 水平集方法。

[0021] 在进行分割处理时, 可使用脊限制因子 R 限制所述轮廓曲线的水平集演化:

$$[0022] \quad \left[\frac{\partial \phi}{\partial t} \right]_{New} = \frac{\partial \phi}{\partial t} \times R$$

$$[0023] \quad R = (G \otimes I_{R_Norm})^{1-H(\phi(x,y))}$$

[0024] 其中, I_{R_Norm} 是归一化的脊图像, H 是亥维赛 (Heaviside) 函数, G 是高斯函数, $\Phi(x, y)$ 是轮廓曲线的水平集函数。

[0025] 可使用如下的水平集演化函数执行水平集演化:

$$[0026] \quad \frac{\partial \phi}{\partial t} = \delta_{\varepsilon}(\phi) \left[\mu \operatorname{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - \nu - \lambda_1(u_0 - c_1)^2 + \lambda_2(u_0 - c_2)^2 \right]$$

[0027] 其中, $\delta_{\varepsilon} = H'$, $\varepsilon \rightarrow 0$ 是限制项。

[0028] 可在迭代地限制轮廓曲线的水平集演化时以下述条件之一作为停止迭代的条件: 迭代次数达到预定的次数、在当前迭代中的轮廓曲线的变化小于预定的阈值、迭代中发生错误。

[0029] 可从超声波成像设备获取所述二维乳腺超声波影像。

附图说明

[0030] 通过下面结合附图进行的描述, 本发明的上述和其他目的和特点将会变得更加清

楚,其中:

[0031] 图 1 是示出根据本发明的示例性实施例的图像处理系统的逻辑框图;

[0032] 图 2 是示出根据本发明的示例性实施例的图像处理方法的流程图;

[0033] 图 3 ~ 图 8 示出根据本发明的图像处理方法处理的乳腺超声影像的示例。

具体实施方式

[0034] 以下,将参照附图来详细说明本发明的实施例。

[0035] 图 1 是示出根据本发明的示例性实施例的图像处理系统的逻辑框图。

[0036] 参照图 1,根据本发明的示例性实施例的图像处理系统包括影像获取器 110、肿瘤检测器 120、脊检测器 130 和肿瘤分割器 140。

[0037] 影像获取器 110 用于获取二维乳腺超声波影像。影像获取器 110 可从与其连接的超声波成像设备获取所述二维乳腺超声波影像,也可以从信息存储介质读取所述二维乳腺超声波影像。

[0038] 肿瘤检测器 120 用于从影像获取单元 110 获取 / 读取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域。根据本发明的示例性实施例,在检测过程中,将所述肿瘤区域确定为包含乳腺肿瘤的矩形区域。图 3 和图 5 中的矩形框 310 以及图 6 和图 8 中的 610 分别指示根据本发明的示例性实施例检测的肿瘤区域。所述肿瘤区域也可以被确定为包含乳腺肿瘤的其他形状的区域。

[0039] 脊检测器 130 用于从获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息。可使用公知的脊检测技术执行脊的检测。例如,对二维乳腺超声波影像应用不同缩放比例的检测,以计算不同缩放比例参数的响应并检测脊;根据响应的强度,可自动地选取用于一个脊的最佳缩放比例参数。然后,将不同缩放比例下的全部脊结合成为最终的脊检测结果。图 4 中勾画的线条指示从图 3 中示出的乳腺超声波影像检测出的脊,而图 7 中勾画的线条指示从图 6 中示出的乳腺超声波影像检测出的脊。

[0040] 肿瘤分割器 140 用于基于水平集从检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤。在所述分割处理中,肿瘤分割器 140 以肿瘤检测器 120 检测的肿瘤区域作为初始轮廓曲线为所述二维乳腺超声波影像建立水平集函数,并根据脊检测单元 130 检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化,以最小化所述轮廓曲线的能量函数。

[0041] 图 2 是示出根据本发明的示例性实施例的图像处理方法的流程图。

[0042] 参照图 2,在步骤 S210,影像获取器 110 获取二维乳腺超声波影像。

[0043] 在步骤 S220,肿瘤检测器 120 从获取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域。根据本发明的示例性实施例,在检测过程中,肿瘤检测器 120 将所述肿瘤区域确定为包含乳腺肿瘤的矩形区域。

[0044] 在步骤 S230,脊检测器 130 从在步骤 S210 获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息。可使用公知的脊检测技术执行脊的检测。

[0045] 在步骤 S240,肿瘤分割器 140 基于水平集从在步骤 S220 检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤。

[0046] 以下将详细说明根据本发明的示例性实施例的肿瘤分割器 140 基于水平集从在步骤 S220 检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤的处理。

[0047] 首先,为在步骤 S210 获取的二维乳腺超声波影像建立水平集函数。

[0048] 在水平集中,肿瘤分割器 140 将闭合的轮廓曲线表示为 $C = \{(x, y) | \Phi(x, y)\}$ 。水平集函数 $\Phi(x, y)$ 被定义为符号距离函数 (SDF) :

[0049] 对于轮廓曲线内部的点, $\Phi(x, y) > 0$;

[0050] 对于轮廓曲线外部的点, $\Phi(x, y) < 0$;

[0051] 对于轮廓曲线上的点, $\Phi(x, y) = 0$ 。

[0052] 根据本发明的图像处理方法,肿瘤分割器 140 将肿瘤检测器 120 检测的肿瘤区域作为所水平集函数的初始轮廓曲线。

[0053] Chan-Vese 水平集方法是基于区域的水平集方法,其目标是将能量函数最小化 :

[0054] $F(c_1, c_2, C) = \mu \cdot \text{Length}(C) + v \cdot \text{Area}(\text{inside}(C))$

[0055] $+ \lambda_1 \int_{\text{inside}(C)} |u_0(x, y) - c_1|^2 dx dy$

[0056] $+ \lambda_2 \int_{\text{outside}(C)} |u_0(x, y) - c_2|^2 dx dy$

[0057] 其中,第一项 $\text{Length}(C)$ 是轮廓曲线 C 的长度,第二项 $\text{Area}(C)$ 是轮廓曲线 C 内部的面积,第三项是轮廓曲线 C 内部区域的均匀性,第四项是轮廓曲线 C 外部区域的均匀性。 $\mu_0(x, y)$ 是影像强度, c_1 是轮廓曲线 C 内部的强度平均值, c_2 是轮廓曲线 C 外部的强度平均值, μ 、 v 、 λ_1 和 λ_2 是常量参数。

[0058] 其次,肿瘤分割器 140 根据脊检测单元检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化,以最小化所述轮廓曲线的能量函数。

[0059] 肿瘤分割器 140 将水平集演化函数定义为 :

[0060] $\frac{\partial \phi}{\partial t} = \delta_\varepsilon(\phi) \left[\mu \text{div} \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - v - \lambda_1(u_0 - c_1)^2 + \lambda_2(u_0 - c_2)^2 \right]$

[0061] 其中, $\delta_\varepsilon = H'$, $\varepsilon \rightarrow 0$ 是限制项,是亥维赛函数 H 的导数。

[0062] 也就是说,在水平集演化中,检测轮廓曲线的冲击响应,仅对接近轮廓曲线的点执行水平集值的调整,从而降低轮廓曲线的能量函数。

[0063] 根据本发明的示例性实施例,为了从检测的肿瘤区域去除阴影区域和脂肪区域,肿瘤分割器 140 使用通过脊检测器 130 检测获得的脊图像限制水平集演化。为此,使用脊限制因子 R 限制所述轮廓曲线 C 的水平集演化 :

[0064] $\left[\frac{\partial \phi}{\partial t} \right]_{\text{New}} = \frac{\partial \phi}{\partial t} \times R$

[0065] $R = (G \otimes I_{R_Norm})^{-H(\phi(x, y))}$

[0066] 其中, I_{R_Norm} 是归一化的脊图像, H 是亥维赛函数, G 是高斯函数, $\Phi(x, y)$ 是轮廓曲线的水平集函数。

[0067] 在每次迭代中,分别使用以下公式计算 $F(c_1, c_2, C)$ 中的 c_1 和 c_2 :

[0068] $c_1(\phi) = \frac{\int_{\Omega} u_0(x, y) H(\phi(x, y)) dx dy}{\int_{\Omega} H(\phi(x, y)) dx dy}$ $c_2(\phi) = \frac{\int_{\Omega} u_0(x, y) (1 - H(\phi(x, y))) dx dy}{\int_{\Omega} (1 - H(\phi(x, y))) dx dy}$

[0069] 其中, H 是亥维赛 (Heaviside) 函数。在肿瘤区域内, $H(\Phi(x, y)) = 1$,而在肿瘤区域外, $H(\Phi(x, y)) = 0$ 。

[0070] 因此,肿瘤分割器 140 使用上述的脊限制因子 R 迭代地限制水平集演化函数,每次迭代演变出的轮廓曲线更接近实际的肿瘤轮廓。肿瘤分割器 140 持续地执行所述迭代,直到以下条件之一发生为止:迭代次数达到预定的次数(例如 1000 次)、在当前迭代中的轮廓曲线的变化小于预定的阈值(例如,轮廓点的变化小于 1%或小于 20 个点)、迭代中发生错误(例如,轮廓曲线改变呈扩张趋势)。

[0071] 图 3 是示出根据通常的 Chan-Vese 水平集方法进行肿瘤分割的示例。在图 3 中,矩形 310 是检测的肿瘤区域,轮廓 320 是根据通常的 Chan-Vese 水平集方法进行肿瘤分割得到的结果,轮廓 330 是医生根据临床经验分割出的肿瘤分割基准结果。一般 Chan-Vese 水平集方法进行肿瘤分割得到的结果(区域 310)的 Jaccard 指数 = 0.38。

[0072] 图 4 示出在同一个乳腺超声波影像上检测的脊图像。

[0073] 图 5 是示出根据本发明的图像处理方法进行肿瘤分割的结果的示例。在图 5 中,检测的肿瘤区域 310 以及作为肿瘤分割基准的轮廓 330 不变。根据图 4 的脊图像对 Chan-Vese 水平集演变进行限制执行肿瘤分割,得到轮廓 520。可以看出,轮廓 520 与基准的轮廓 330 更为接近,其 Jaccard 指数 = 0.70。

[0074] 类似地,图 6-图 8 示出使用通常的 Chan-Vese 水平集进行肿瘤分割获得的肿瘤轮廓 620(其 Jaccard 指数 = 0.49)和使用本发明的使用脊信息限制 Chan-Vese 水平集演变进行肿瘤分割获得的肿瘤轮廓 820(其 Jaccard 指数 = 0.86)。

[0075] 因此,可以看出,本发明通过检测的乳腺超声波影像中的脊信息对所述影像的水平集演变进行限制,能够在肿瘤分割的处理中可去除脂肪区域和阴影区域,从而得到更为准确的肿瘤分割结果。

[0076] 尽管已参照优选实施例表示和描述了本发明,但本领域技术人员应该理解,在不脱离由权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下,可以对这些实施例进行各种修改和变换。

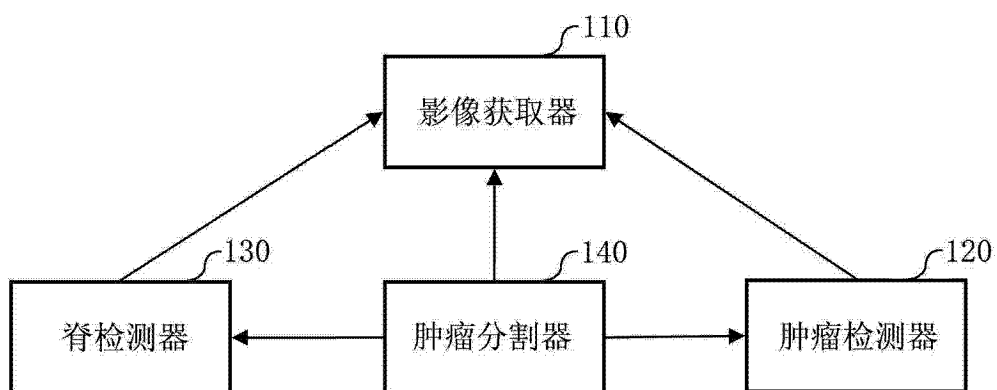


图 1

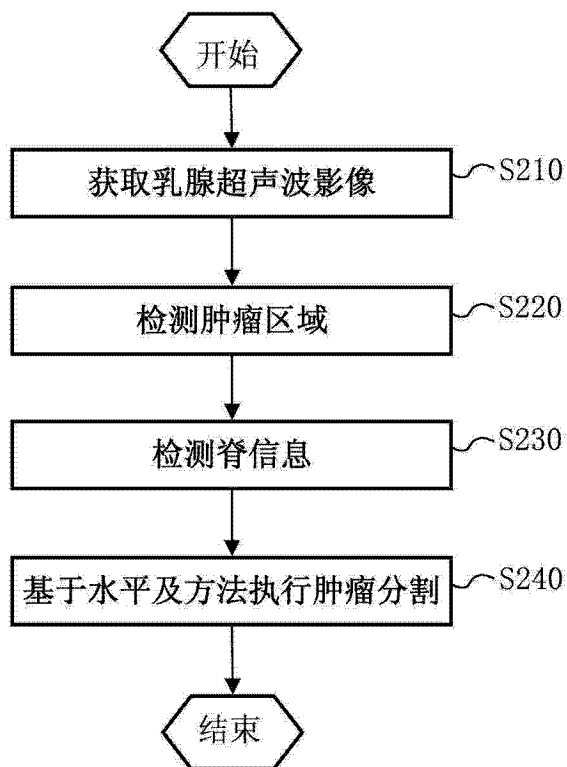


图 2

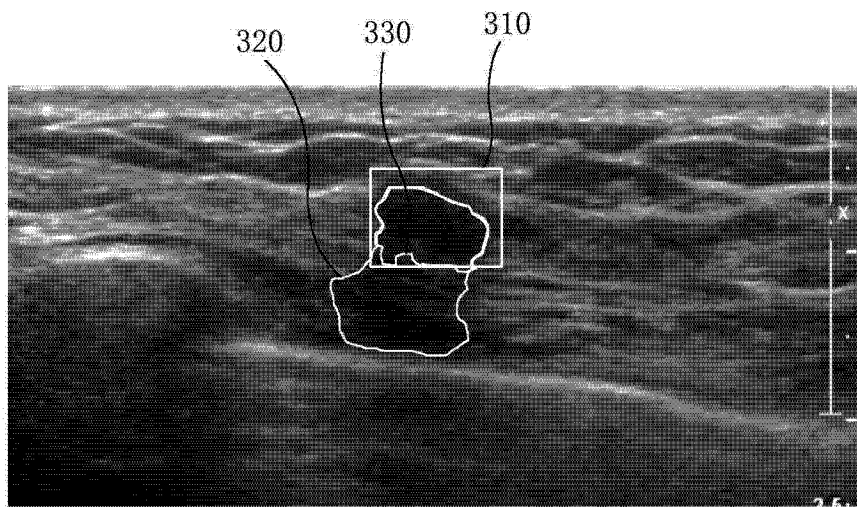


图 3

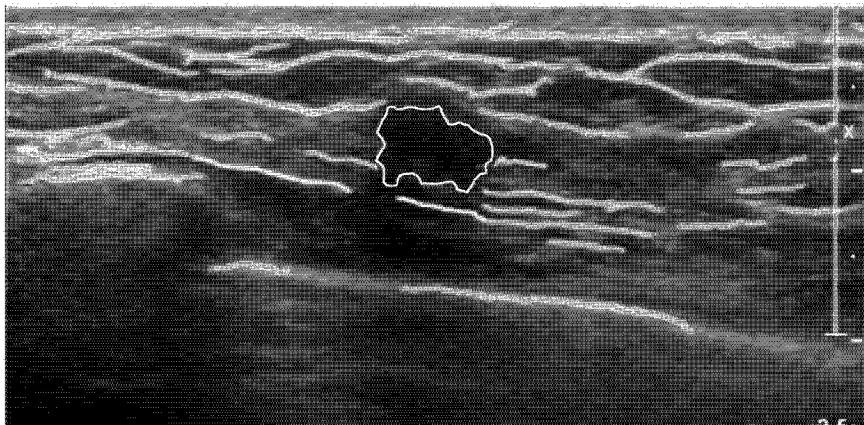


图 4

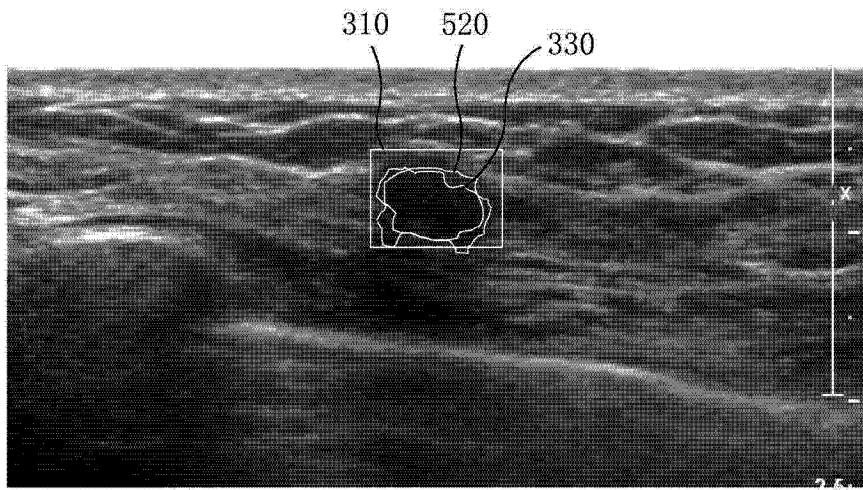


图 5

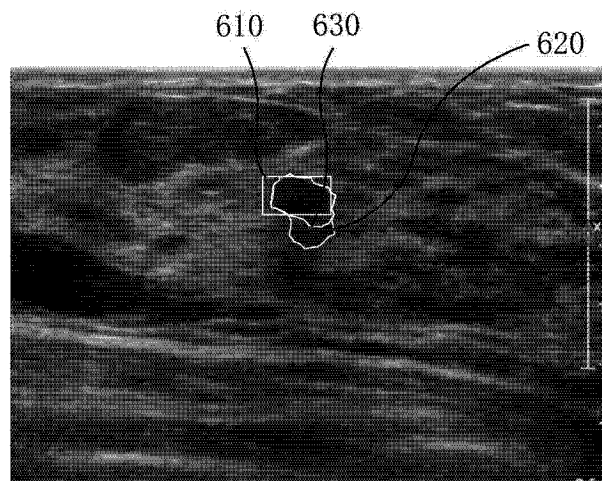


图 6

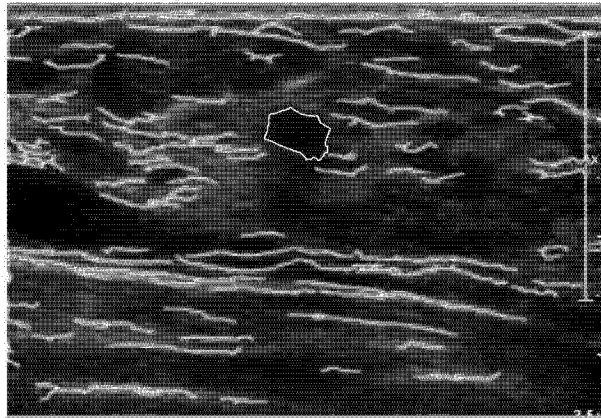


图 7

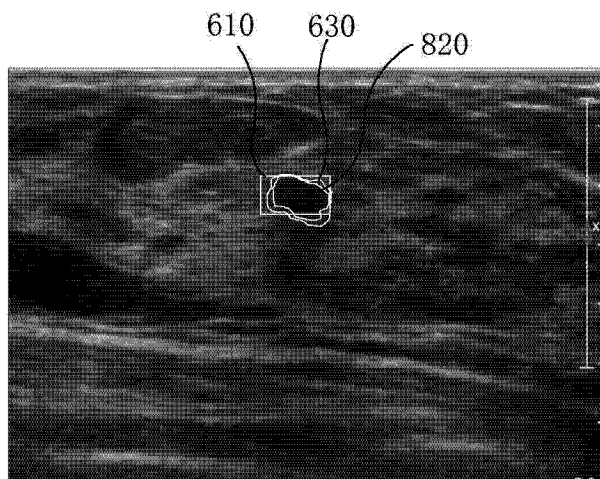


图 8

专利名称(译)	图像处理系统和图像处理方法		
公开(公告)号	CN103679685A	公开(公告)日	2014-03-26
申请号	CN201210335088.3	申请日	2012-09-11
[标]申请(专利权)人(译)	北京三星通信技术研究有限公司 三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	北京三星通信技术研究有限公司 三星电子株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	北京三星通信技术研究有限公司 三星电子株式会社		
[标]发明人	任海兵 刘志花 张丽丹 郝志会		
发明人	任海兵 刘志花 张丽丹 郝志会		
IPC分类号	G06T7/00 A61B8/08		
代理人(译)	罗延红		
其他公开文献	CN103679685B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种图像处理系统和图像处理方法。一种用于乳腺影像的图像处理系统包括：影像获取器，用于获取二维乳腺超声波影像；肿瘤检测器，用于从影像获取单元获取的二维乳腺超声波影像检测包含乳腺肿瘤的肿瘤区域；脊检测器，用于从获取的二维乳腺超声波影像检测脊信息；肿瘤分割器，用于基于水平集从检测的肿瘤区域分割出乳腺肿瘤，其中，以检测的肿瘤区域作为初始轮廓曲线为所述二维乳腺超声波影像建立水平集函数，并根据脊检测单元检测的脊信息迭代地限制轮廓曲线的水平集演化，以最小化所述轮廓曲线的能量函数。

