



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110051384 A

(43)申请公布日 2019.07.26

---

(21)申请号 201810046274.2

(22)申请日 2018.01.17

(71)申请人 珠海艾博罗生物技术股份有限公司  
地址 519080 广东省珠海市唐家大学路99  
号广东珠海高科技成果转化产业化示范基  
地C区一期厂房2号楼五层

(72)发明人 郑乐 丁红 张新玲 张永  
刘建平 陈良旭 王博源 郑末晶

(74)专利代理机构 北京康思博达知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11426

代理人 刘冬梅 路永斌

(51)Int.Cl.  
A61B 8/08(2006.01)

---

权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置  
检测方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种结合医学统计信息的胎  
儿颈背透明物位置的检测方法及系统,实现过程  
为:建立标准图像库,获取头部区域和胎儿颈背  
透明物厚度(NT)区域的平均偏移值;输入超声图  
像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参  
数;确定头部区域;通过确定的头部区域,以及头  
部区域与NT区域的平均偏移值,确定NT区域即胎  
儿颈背透明物位置。本发明首先确定头部区域位  
置,通过头部区域与NT区域的平均偏移值确定NT  
区域,并结合NT超声图像的标准或先验知识,提  
高了检测方法的整体准确性和稳定性。

1.一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤1),建立标准图像库,获取头部区域和胎儿颈背透明物厚度区域即NT区域的平均偏移值;

步骤2),输入超声图像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数;

步骤3),确定头部区域;

步骤4),通过确定的头部区域,以及头部区域与胎儿颈背透明物厚度区域的平均偏移值,确定NT区域。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤1)中,建立标准图像库的具体步骤为:收集一批带有头部区域及NT区域的超声图像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数,标注头部区域和NT区域;

其中,用于建立标准图像库的超声图像满足以下条件:

(i)胎儿头部全部显示,并且头部和胸部占整个图形面积的70%~85%;

(ii)头面部的正中矢状线切线和前胸切线夹角在130°~160°;

(iii)头部的鼻尖区域应该是全图较大高亮区域。

3.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤1)中,还包括训练头部区域检测器,通过Adaboost算法且采用HOG特征,以标准图像库中已经标注头部区域位置的超声图像,训练得到头部区域检测器;和/或

步骤1)中还包括训练NT区域检测器,通过Adaboost算法且采用HOG特征,以标准图像库中已经标注NT区域位置的超声图像,训练得到NT区域检测器。

4.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,步骤3)包括以下子步骤:

步骤3.1)定位头部鼻尖区域的位置;

步骤3.2)以鼻尖区域的中心点为中心,赋予鼻尖区域附近设定范围内每个像素点以头部区域预权重;

步骤3.3)通过头部区域检测器对输入的图像进行头部区域检测,输出检测区域及该检测区域属于头部区域的得分;

步骤3.4)根据输出的检测区域中心点的头部区域预权重调整该检测区域属于头部区域的得分,得到最终得分,确定最终得分最高的检测区域为头部区域。

5.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,步骤3.1)包括以下子步骤:

步骤3.1.1)使用迭代式阈值分割方法,将阈值从大到小依次取值255~100,设定阈值后得到分割后的二值图像;

步骤3.1.2)对二值图像计算连通域;

步骤3.1.3)当图像中仅得到1个连通域并且连通域的面积大于20个像素时,确定该连通域为鼻尖区域。

6.根据权利要求4所述的方法,其特征在于,步骤3.2)中,确定鼻尖区域的中心点坐标( $x_c, y_c$ ),赋予鼻尖区域附近设定范围内每个像素点以头部区域预权重

$$w_h(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_h} e^{-\frac{(x-x_c)^2+(y-y_c)^2}{2\sigma_h^2}},$$

其中， $x, y$ 分别为超声图像中鼻尖区域附近设定范围内每个像素点的横坐标和纵坐标， $\sigma_h$ 为鼻尖区域附近设定范围内的像素点坐标与中心点坐标 $(x_c, y_c)$ 的最大标准差。

7. 根据权利要求4所述的方法，其特征在于，根据得到头部区域获得头部区域的中心位置，头部区域的中心位置 $(x_h, y_h) = (x_{hi\_max} + wh_{hi\_max}/2, y_{hi\_max} + hh_{hi\_max}/2)$ ，

其中， $x_h, y_h$ 分别为头部区域的中心位置像素点的横坐标和纵坐标；

$x_{hi\_max}, y_{hi\_max}, wh_{hi\_max}, hh_{hi\_max}$ 分别为头部区域左上角像素点的横坐标和纵坐标、以及头部区域的宽和高。

8. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，步骤4) 包括以下子步骤：

步骤4.1) 根据头部区域的中心位置及NT区域相对头部区域的平均偏移，结合图像的像素距离与实际距离转换参数，计算NT区域的中心点，基于该中心点赋予设定范围内每个像素点以NT区域预权重；

步骤4.2) 通过NT区域检测器对输入的图像进行NT区域检测，输出检测区域及该检测区域属于NT区域的得分；

步骤4.3) 根据输出的检测区域的中心点的NT区域预权重调整该检测区域属于NT区域的得分，得到最终得分，确定最终得分最高的检测区域为NT区域。

9. 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，

步骤4.1) 中，根据头部区域的中心位置 $(x_h, y_h)$ ，计算NT区域的中心点 $x_n = x_h + \Delta x_{hn}*1/r, y_n = y_h + \Delta y_{hn}*1/r$ ，基于该中心点设置NT区域预权重 $w_n(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} e^{-\frac{(x-x_n)^2+(y-y_n)^2}{2\sigma_n^2}}$ ，

其中， $x, y$ 分别为超声图像中NT区域附近设定范围内每个像素点的横坐标和纵坐标，

$x_n, y_n$ 分别为NT区域的中心点的横坐标和纵坐标，

$\sigma_n$ 为NT区域附近设定范围内像素点坐标与中心点坐标 $(x_n, y_n)$ 的最大标准差，

$r$ 为输入图像的像素距离与实际距离转换参数。

10. 一种检测系统，其用于实施上述权利要求1至9之一所述的结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法。

## 结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置检测方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于图像处理和图像识别领域,涉及一种超声图像中对特定目标的检测技术,尤其涉及一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法及系统。

### 背景技术

[0002] 先天畸形、智力障碍、代谢性疾病等出生缺陷是围产儿和婴幼儿死亡的主要原因,目前我国每年有出生缺陷的婴儿约80~120万,约占全年出生人口总数的4~6%,严重影响我国的人口素质,也给社会和家庭造成了巨大的负担。鉴于目前医学上对这类疾病尚无法医治,产前筛查是减少缺陷儿出生率的唯一有效手段。因而,如何提高产前诊断水平,及早发现缺陷患儿,避免患儿出生,是目前国内外优生优育领域中研究的主要目标。

[0003] 产科超声图像分析是评价胎儿宫内生长发育的重要手段,具有无损、价廉、实时的优点,在医学影像技术中处于重要地位。产科超声图像分析中,通过超声成像测量胎儿颈背透明物厚度(nuchal translucency,NT)是衡量胎儿宫内生长发育的重要指标之一。然而,超声成像硬件的物理特性导致超声图像的信噪比较低,医生人工诊断需要较高的专业要求,诊断过程中费时费力也容易造成误差,目前产科超声图像胎儿颈背透明物厚度测量的准确性尚不尽人意。

[0004] 准确测量胎儿颈背透明物厚度的前提条件是能够准确检测颈背透明物在超声图像中的位置。传统判断方法是根据医生的经验积累确定。随着计算机技术的发展,医学图像的处理技术逐渐得到了广泛的应用,随之产生了直接通过图像处理技术进行超声图像处理,通过检测颈背透明物的目标线特征(NT区域在超声图像上表现局部的高亮平行线段)确定NT区域。NT区域在超声图像上表现局部的高亮平行线段,而超声图像的特点会有很多相似的区域,直接使用常用的目标检测方法,导致错误检测也较多。

[0005] 随着医疗诊断对胎儿颈背透明物厚度测量准确性的要求不断提高,以及自动化的目标检测和分析测量方法对医疗领域变革的不断深入,进一步研究超声图像上自动检测NT位置的图像处理方法,提高NT检测准确性,是需要解决的技术问题。

### 发明内容

[0006] 为了克服上述问题,本发明人进行了锐意研究,提出一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法及系统。本发明通过收集一批包含NT、头部区域的孕早期超声图像及标尺信息,标注好头部区域和NT区域,统计头部区域和NT区域的平均偏移值,通过NT超声图像上鼻尖部位应该是全图最亮点的特征,获取头部区域,结合头部区域和NT区域的平均偏移值获取NT区域位置,从而完成本发明。本发明中检测方法新颖独特,且在算法的基础上结合医学图像标准或先验信息,有效提高了NT区域判断准确性。

[0007] 本发明的目的在于提供以下技术方案:

[0008] (1)一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法,该方法包括以下步骤:

- [0009] 步骤1),建立标准图像库,获取头部区域和胎儿颈背透明物厚度(NT)区域的平均偏移值;
- [0010] 步骤2),输入超声图像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数;
- [0011] 步骤3),确定头部区域;
- [0012] 步骤4),通过确定的头部区域,以及头部区域与胎儿颈背透明物厚度区域的平均偏移值,确定NT区域。
- [0013] (2)一种用于实施上述(1)所述的结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测系统,该系统包括:
- [0014] 模型训练模块,建立标准图像库,获取头部区域和胎儿颈背透明物厚度(NT)区域的平均偏移值;
- [0015] 图像输入模块,输入超声图像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数;
- [0016] 头部区域判定模块,用于获得输入图像上头部区域位置;
- [0017] NT区域判定模块,通过确定的头部区域,以及头部区域与胎儿颈背透明物厚度区域的平均偏移值,确定NT区域。
- [0018] 根据本发明提供的一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法及系统,具有以下有益效果:
- [0019] (1)本发明中,标准图像库中图像的选择参照了“合格图像选取标准”,为整个检测方法准确性建立了基础;
- [0020] (2)本发明中,通过先确定头部区域位置,再经过头部区域与NT区域的平均偏移值确定NT区域,区域位置的判定顺序为由大区域至小区域,这种判定方式会极大程度地降低NT区域判断误差;
- [0021] (3)本发明中,通过鼻尖区域中心点赋给图像中每个像素点以头部区域预权重,该以鼻尖中心为基准赋予预权重的方式,在目标检测方法基础上结合了NT超声图像的先验知识,利用这些先验知识,排除了绝大部分误检测,提高了算法整体性能;
- [0022] (4)本发明中,通过鼻尖区域中心点赋予鼻尖区域附近设定范围内每个像素点以头部区域预权重,通过头部区域检测器输出检测区域及该检测区域属于头部区域的得分,预权重和得分的乘积作为判定头部区域的最终标准;该将两个与头部区域密切相关的参数融合为一个参数的方式,提高头部区域判断准确性;同样地,该方式也提高NT区域判断准确性。

## 附图说明

- [0023] 图1示出本发明一种优选实施方式中对一张超声波图像检测NT所在位置的流程图;
- [0024] 图2示出本发明一种优选实施方式的标准图像库进行统计偏移、训练检测器的流程图;
- [0025] 图3示出本发明一种优选实施方式中刻度尺区域投影示意图;
- [0026] 图4示出原始含有NT的超声波图像、本发明检测方法对一张超声波图像鼻尖区域检测和头部预权重的示例图;
- [0027] 图5示出本发明检测方法对一张超声波图像头部区域检测过程的示例图;

[0028] 图6示出本发明算法对一张超声波图像NT区域检测过程的示例图。

## 具体实施方式

[0029] 下面通过附图对本发明进一步详细说明。通过这些说明，本发明的特点和优点将变得更为清楚明确。

[0030] 如图1所示，本发明的目的是提供了一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法，该方法包括以下步骤：

[0031] 步骤1)，建立标准图像库，获取头部区域和胎儿颈背透明物厚度(NT)区域的平均偏移值；

[0032] 步骤2)，输入超声图像，获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数；

[0033] 步骤3)，确定头部区域；

[0034] 步骤4)，通过确定的头部区域，以及头部区域与NT区域的平均偏移值，确定NT区域即胎儿颈背透明物位置。

[0035] 步骤1)，建立标准图像库：收集一批带有头部区域及NT区域的超声图像，获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数，标注头部区域和NT区域。

[0036] 超声图像来源为医学超声仪器采集，图像格式为常用光栅图像，如JPG、BMP格式。

[0037] 本发明中，用于建立标准图像库的超声图像满足以下条件(合格图像选取标准)：

[0038] (i) 胎儿头部全部显示，并且头部和胸部占整个图形面积的70%~85%；

[0039] (ii) 头面部的正中矢状线切线和前胸切线夹角在130°~160°；

[0040] (iii) 头部的鼻尖区域应该是全图较大高亮区域。

[0041] 本发明中，设标准图像库中图像数量为N，像素距离与实际距离转换参数为 $\{r_i\}_{i=1}^N$ ，

头部区域为 $\{(x_{hi}, y_{hi})\}_{i=1}^N$ ，NT区域为 $\{(x_{ni}, y_{ni})\}_{i=1}^N$ ，统计NT区域相对头部区域的平均偏移

值  $\Delta x_{hn} = \sum_{i=1}^N (x_{ni} - x_{hi}) * r_i / N$ ,  $\Delta y_{hn} = \sum_{i=1}^N (y_{ni} - y_{hi}) * r_i / N$ ; 其中， $x_{hi}$  和  $y_{hi}$  分别为头部区域中像素点的横坐标和纵坐标， $x_{ni}$  和  $y_{ni}$  分别为NT区域中像素点的横坐标和纵坐标。

[0042] 在一种优选的实施方式中，如图2所示，步骤1)中还包括训练头部区域检测器。优选地，通过Adaboost算法且采用HOG特征，以标准图像库中已经标注头部区域位置的超声图像，训练得到头部区域检测器。

[0043] 在一种优选的实施方式中，如图2所示，步骤1)中还包括训练NT区域检测器。优选地，通过Adaboost算法且采用HOG特征，以标准图像库中已经标注NT区域位置的超声图像，训练得到NT区域检测器。

[0044] HOG特征是一种局部区域描述子，能够很好地描述物体的边缘，并且对亮度变化和小量偏移不敏感。HOG特征的提取步骤如下：

[0045] ① 将标准图像划分为若干个单元，每个单元为8\*8个像素。

[0046] ② 在每个单元内进行梯度统计，形成一维的加权梯度方向直方图。其中，直方图划分为9级，划分区间为0°~360°。

[0047] ③ 将多个临近的单元组合成一个block块，求其梯度方向直方图向量。

[0048] ④采用L2-Norm with Hysteresis threshold方法进行归一化,即将直方图向量中的最大值限制在0.2以下,然后再重新归一化一次。

[0049] Adaboost算法是一种分类器算法,其基本思想是利用大量的分类能力一般的简单分类器通过一定方法叠加(boost)起来,构成一个分类能力很强的强分类器。

[0050] 在本发明中,由标准图像库中选取训练样本,首先从超声图像中截取头部区域(感兴趣区域)图像作为正样本,从非头部区域中随机截取多幅子图作为负样本;训练得到强分类器后,即可应用分类器进行胎儿头部区域的定位。

[0051] 相应地,从超声图像中截取NT区域(感兴趣区域)图像作为正样本,从非NT区域中随机截取多幅子图作为负样本;训练得到强分类器后,即可应用分类器进行胎儿NT区域的定位。

[0052] 步骤2),输入超声图像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数。超声图像来源为医学超声仪器采集,图像格式为常用光栅图像,如JPG、BMP格式。

[0053] 超声图像的像素距离与实际距离转换参数即表示每个像素代表的实际距离(例如多少毫米)。

[0054] 在一种实施方式中,若仪器配置能够直接显示像素距离与实际距离转换参数,从医学超声仪器面板中人工/机器读取超声图像的像素距离与实际距离转换参数。

[0055] 在一种实施方式中,若仪器配置不能够直接显示像素距离与实际距离转换参数,从医学超声仪器面板中获取刻度尺和图像放大率数据,人工计算/读取超声图像的像素距离与实际距离转换参数。

[0056] 在另一种优选的实施方式中,若仪器配置不能够直接显示像素距离与实际距离转换参数,步骤2)通过以下子步骤实施:

[0057] 步骤2.1),对输入的超声图像进行划分,获得刻度尺区域、图像区域和图像放大率区域;

[0058] 步骤2.2),获取图像刻度尺和图像放大率,结合刻度尺及放大率求得图像的像素距离与实际距离的转换参数。其中,刻度尺用于表示图像中像素距离对应的实际物理尺寸。

[0059] 对于步骤2.1)中区域的划分,由于不同厂商的超声仪器所显示的界面略有不同,实际使用中划分为几个区域可根据实际情况灵活划分,但前提是能够清楚得到刻度尺区域、图像区域和图像放大率区域,为图像处理以及参数提取提供基础。

[0060] 在一种优选的实施方式中,步骤2.2)包括以下子步骤:

[0061] 步骤2.2.1),对刻度尺区域进行图像截取,对截取的图像进行二值化操作,并将该区域的图像的每一行所有像素点的灰度值进行累加,得到累加值曲线,如图3中曲线所示,累加值曲线最大值对应的位置即为原刻度点对应位置,将相邻累加值曲线波峰位置的纵坐标相减,可以获得任意相邻两刻度点之间的像素距离,为了提高计算准确性,可以取上述像素距离的平均值 $\delta$ 。该获得累加值曲线的过程定义为投影。

[0062] 本发明人了解到,要直接探测刻度尺上的刻度是比较困难的,因为刻度点本身就比较小,加上有图像噪声影响,有时会误将噪声判为刻度点。在该步骤中,通过二值化操作将原始的处理起来比较复杂的彩色图像,转化为仅有黑白两种灰度的图像,降低图像处理难度;而经刻度尺投影后将刻度点转化为具有最大值的曲线,可方便准确地获得刻度尺上刻度。

[0063] 步骤2.2.2),截取图像放大率区域,利用光学字符识别技术(OCR)由图像放大率区域获得图像放大率f。

[0064] 步骤2.2.3),结合刻度尺及放大率信息,可求得图像的像素距离与实际距离转换参数r,r=f\*C/δ,其中C为刻度尺单位刻度代表的实际物理尺寸,C可以由用户自由配置。

[0065] 在一种优选的实施方式中,在获取图像刻度尺和图像放大率前,对刻度尺区域和图像放大率区域进行锐化处理。通过锐化处理补偿文字/图像的轮廓,增强文字/图像的边缘及灰度跳变的部分,使图像变得清晰,利于后续刻度尺投影以及OCR技术提取文字的操作。

[0066] 步骤3),确定头部区域。

[0067] 具体地,步骤3)包括以下子步骤:

[0068] 步骤3.1)定位头部鼻尖区域的位置;

[0069] 步骤3.2)以鼻尖区域的中心点为中心,赋予鼻尖区域附近设定范围内每个像素点以头部区域预权重;

[0070] 步骤3.3)通过头部区域检测器对输入的图像进行头部区域检测,输出检测区域及该检测区域属于头部区域的得分;

[0071] 步骤3.4)根据输出的检测区域中心点的头部区域预权重调整该检测区域属于头部区域的得分,得到最终得分,取最终得分最高的检测区域为头部区域。

[0072] 在本发明中,步骤3.1)中,采用迭代式阈值分割方法,通过找到一个设定大小的最亮区域,定位头部鼻尖区域的位置。鼻尖区域是依据医学上NT超声图像的特点即头部的鼻尖区域应该是全图较大高亮区域。通过该先验知识,可有效准确获得鼻尖区域的位置。

[0073] 具体地,步骤3.1)包括以下子步骤:

[0074] 步骤3.1.1)使用迭代式阈值分割方法,将阈值从大到小依次取值(255-100),得到分割后的二值图像;

[0075] 步骤3.1.2)对得到的二值图像计算连通域;优选使用连通域搜索算法计算连通域;

[0076] 步骤3.1.3)当图像中仅得到1个连通域并且连通域的面积大于20个像素时,确定该连通域为鼻尖区域,见图4b。

[0077] 在步骤3.1.1)中,由于彩色图像中鼻尖区域识别存在难度,可能将噪声点误判为鼻尖区域,通过迭代式阈值分割(二值化)方法将原始的彩色图像转化为仅有黑白两种灰度的图像,降低图像识别难度,依据医学上NT超声图像的特点即可准确方便的确定鼻尖区域位置。该步骤中,二值图像是指每个像素点不是黑就是白,其灰度值没有中间过渡的图像。

[0078] 在步骤3.1.3)中,通过由大到小改变阈值,结合鼻尖区域面积大于20个像素的先验条件,能够有效排除掉偶然的噪声干扰。

[0079] 在本发明中,步骤3.2)中,确定连通域(鼻尖区域)的中心点坐标( $x_c, y_c$ ),

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^M x}{M}, \quad y_c = \frac{\sum_{i=1}^M y}{M} \quad \text{其中 } (x, y) \text{ 为连通域中像素点的坐标。}$$

[0080] 基于该鼻尖区域的中心点赋予鼻尖区域附近设定范围内像素点以头部区域预权

$$重 w_h(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_h} e^{-\frac{(x-x_c)^2+(y-y_c)^2}{2\sigma_h^2}} \quad \text{见图4c, 其中 } x, y \text{ 分别为超声图像中鼻尖区域附近设定}$$

范围内每个像素点的横坐标和纵坐标,  $\sigma_h$  为鼻尖区域附近设定范围内的像素点坐标与中心点坐标  $(x_c, y_c)$  的最大标准差,  $\sigma_h$  取值为 95~110, 优选为 100。 $\sigma_h$  取值决定了赋予预权重的区域范围, 即头部区域的大致范围, 若  $\sigma_h$  取值太小(低于 95), 则确定的范围太小, 头部区域中心位置的确定存在偏差; 若  $\sigma_h$  取值太大(高于 110), 则确定的范围过大, 对头部区域参考价值低; 两种情况均会极大降低了后续确定 NT 区域的准确性; 当  $\sigma_h$  取值 100 时, 通常赋予预权重的区域包括头部区域, 且范围适中, 准确性高。

[0081] 在本发明中, 通过 Adaboost 算法采用 HOG 特征训练得到头部区域检测器, 即步骤 3.3) 中, 通过 Adaboost 算法输出目标检测结果, 见图 5a, 目标检测结果包括检测区域位置以及该检测区域属于头部区域的得分  $score_{hi}$ 。目标检测结果形式可以为  $\{(x_{hi}, y_{hi}, wh_i, hh_i, score_{hi})\}_{i=1}^P$ , 其中,  $x_{hi}$ 、 $y_{hi}$ 、 $wh_i$ 、 $hh_i$  和  $score_{hi}$  分别为检测区域的左上角像素点的横坐标和纵坐标、检测区域的宽和高、以及该检测区域属于头部区域的得分;  $i$  为输出的目标检测结果的个数,  $i = 1, 2, \dots, P$ 。

[0082] 在本发明步骤 3.4) 中, 根据输出的检测区域中心点的头部区域预权重调整该检测区域属于头部区域的得分, 得到最终得分, 确定最终得分最高的检测区域为头部区域, 见图 5b。

[0083] 最终得分  $score_{hw_i}(x, y) = w_h(x_{hi} + wh_i / 2, y_{hi} + hh_i / 2) * score_{hi}$ , 取最终得分最高的检测区域为头部区域  $(x_{hi\_max}, y_{hi\_max}, wh_{i\_max}, hh_{i\_max})$ ,  $i\_max = argmax_{i \in 1, 2, \dots, P} (score_{hw_i})$ 。

[0084] 根据得到头部区域获得头部区域的中心位置  $(x_h, y_h) = (x_{hi\_max} + wh_{i\_max} / 2, y_{hi\_max} + hh_{i\_max} / 2)$ 。

[0085] 步骤 4), 通过确定的头部区域, 以及头部区域与胎儿颈背透明物厚度区域的平均偏移值, 确定胎儿颈背透明物厚度区域。

[0086] 步骤 4) 包括以下子步骤:

[0087] 步骤 4.1) 根据头部区域的中心位置及 NT 区域相对头部区域的平均偏移, 结合图像的像素距离与实际距离转换参数, 计算 NT 区域的中心点, 基于该中心点赋予设定范围内每个像素点以 NT 区域预权重。

[0088] 步骤 4.2) 通过 NT 区域检测器对输入的图像进行 NT 区域检测, 输出检测区域及该检测区域属于 NT 区域的得分;

[0089] 步骤 4.3) 根据输出的检测区域的中心点的 NT 区域预权重调整该检测区域属于 NT 区域的得分, 得到最终得分, 确定最终得分最高的检测区域为 NT 区域。

[0090] 在本发明步骤 4.1) 中, 具体地, 根据头部区域的中心位置  $(x_h, y_h)$ , 计算 NT 区域的中心点  $x_n = x_h + \Delta x_{hn} * 1/r$ ,  $y_n = y_h + \Delta y_{hn} * 1/r$ , 其中,  $r$  为输入图像的像素距离与实际距离转换参数。

[0091] 基于该中心点设置 NT 区域预权重  $w_n(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} e^{-\frac{(x-x_n)^2+(y-y_n)^2}{2\sigma_n^2}}$  见图 6a, 其

中,  $x, y$  分别为超声图像中 NT 区域附近设定范围内每个像素点的横坐标和纵坐标,  $\sigma_n$  为 NT 区域附近设定范围内像素点坐标与中心点坐标  $(x_n, y_n)$  的最大标准差,  $\sigma_n$  取值为 85~95, 优选为 90。 $\sigma_n$  取值决定了赋予预权重的区域范围, 即 NT 区域的大致范围, 若  $\sigma_n$  取值太小(低于 85), 则确定的范围太小, 可能造成真实 NT 区域未包括在内; 若  $\sigma_n$  取值太大(高于 95), 则确定的范

围过大,参考价值低;当 $\sigma_n$ 取值90时,通常赋予预权重的区域包括NT区域,范围适中,准确性高。

[0092] 在本发明中,通过Adaboost算法采用HOG特征训练得到头部区域检测器,即步骤4.2)中,通过Adaboost算法输出目标检测结果,目标检测结果包括检测区域位置以及该检测区域属于NT区域的得分 $score_{n_i}$ 。目标检测结果形式为 $\{(x_{n_i}, y_{n_i}, w_{n_i}, h_{n_i}, score_{n_i})\}_{i=1}^Q$ ,其中, $x_{n_i}$ 、 $y_{n_i}$ 、 $w_{n_i}$ 、 $h_{n_i}$ 和 $score_{n_i}$ 分别为检测区域的左上角像素点的横坐标和纵坐标、检测区域的宽和高、以及该检测区域属于NT区域的得分; $i$ 为输出的目标检测结果的个数, $i=1, 2, \dots, Q$ 。见图6b。

[0093] 在本发明步骤4.3)中,根据输出的检测区域的中心点的NT区域预权重调整该检测区域属于NT区域的得分,取最终得分最高的检测区域为NT区域。最终得分 $score_{w_i}(x, y) = w_n(x_{n_i} + w_{n_i}/2, y_{n_i} + h_{n_i}/2) * score_{n_i}$ ,取最终得分最高的检测区域为NT区域 $(x_{n_{i\_max}}, y_{n_{i\_max}}, w_{n_{i\_max}}, h_{n_{i\_max}})$ , $i_{max} = argmax_i \in 1, 2, \dots, Q(score_{w_i})$ ,见图6c。

[0094] 本发明的另一目的是,提供了一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测,该系统包括:

[0095] 模型训练模块,建立标准图像库,获取头部区域和胎儿颈背透明物厚度(NT)区域的平均偏移值;

[0096] 图像输入模块,输入超声图像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数;

[0097] 头部区域判定模块,用于获得输入图像上头部区域位置;

[0098] NT区域判定模块,通过确定的头部区域,以及头部区域与NT区域的平均偏移值,确定NT区域。

[0099] 在本发明中,模型训练模块包括标准图库子模块、头部区域检测器训练子模块和NT区域检测器训练子模块,其中,

[0100] 标准图库子模块,用于依据合格图像选取标准,收集一批带有头部区域及NT区域的超声图像建立标准图像库,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数,标注头部区域和NT区域;获取头部区域和NT区域的平均偏移值;

[0101] 头部区域检测器训练子模块,通过Adaboost算法且采用HOG特征,以标准图像库中已经标注头部区域位置的超声图像,训练得到头部区域检测器;

[0102] NT区域检测器训练子模块,通过Adaboost算法且采用HOG特征,以标准图像库中已经标注NT区域位置的超声图像,训练得到头部区域检测器。

[0103] 在本发明中,图像输入模块包括图像输入子模块、图像划分子模块、刻度尺获取子模块、放大率获取子模块和转换关系子模块,其中,

[0104] 图像输入子模块,用于输入待处理的超声图像;

[0105] 图像划分子模块,用于对输入图像进行区域划分,获得刻度尺区域、图像区域和图像放大率区域;

[0106] 刻度尺获取子模块,用于对刻度尺区域进行图像截取,对截取的图像进行二值化操作,并将该区域的图像每一行所有像素点的灰度值进行累加,得到累加值曲线,累加值曲线最大值对应的位置即为原刻度点对应位置,将相邻累加值曲线波峰位置的纵坐标相减,可以获得任意相邻两刻度点之间的像素距离,为了提高计算准确性,可以取上述像素距离的平均值 $\delta$ ;

- [0107] 放大率获取子模块,用于截取图像放大率区域,利用光学字符识别技术(OCR)由图像放大率区域获得图像放大率值f;
- [0108] 转换关系子模块,用于结合刻度尺及放大率信息,求得图像的像素距离与实际距离转换参数r,  $r=f*C/\delta$ ,其中C为刻度尺单位刻度代表的实际物理尺寸。
- [0109] 在本发明中,头部区域判定模块包括鼻尖区域定位子模块、头部区域预权重子模块、头部区域得分子模块和头部区域输出子模块,其中,
- [0110] 鼻尖区域定位子模块,用于定位头部鼻尖区域的位置;
- [0111] 头部区域预权重子模块,用于以鼻尖区域的中心点为中心,赋予鼻尖区域附近设定范围内像素点以头部区域预权重;
- [0112] 头部区域得分子模块,用于通过头部区域检测器对输入的图像进行头部区域检测,输出检测区域及该检测区域属于头部区域的得分;
- [0113] 头部区域输出子模块,用于根据输出的检测区域中心点的头部区域预权重调整该检测区域属于头部区域的得分,得到最终得分,取最终得分最高的检测区域为头部区域。
- [0114] 在一种优选的实施方式中,鼻尖区域定位子模块包括图像预处理亚子模块和鼻尖区域判定亚子模块,其中,
- [0115] 图像预处理亚子模块,用于使用迭代式阈值分割方法得到分割后的二值图像,并对二值图像计算连通域;
- [0116] 鼻尖区域判定亚子模块,通过确定图像中仅得到1个连通域并且连通域的面积大于20个像素,判定该连通域为鼻尖区域。
- [0117] 优选地,图像预处理亚子模块采用迭代式阈值分割方法的阈值范围是(255-100),阈值从大到小依次取值。更优选地,使用连通域搜索算法计算连通域。
- [0118] 在本发明中,NT区域判定模块包括NT区域预权重子模块、NT区域得分子模块和NT区域输出子模块,其中,
- [0119] NT区域预权重子模块,用于根据头部区域的中心位置及NT区域相对头部区域的平均偏移,结合像素距离与实际距离转换参数,计算NT区域的中心点,基于该中心点赋予设定范围内每个像素点以NT区域预权重;
- [0120] NT区域得分子模块,用于通过NT区域检测器对输入的图像进行NT区域检测,输出检测区域及该检测区域属于NT区域的得分
- [0121] NT区域输出子模块,用于根据输出的检测区域的中心点的NT区域预权重调整该检测区域属于NT区域的得分,得到最终得分,取最终得分最高的检测区域为NT区域。
- [0122] 实施例
- [0123] 实施例1
- [0124] 模型建立:收集2013年1月~2016年1月间中山大学孙逸仙纪念医院妇产科超声工作站存储的孕早期超声图像3500幅。筛选出符合条件的图像,纳入研究的图像标准:胎儿头部全部显示,并且头部和胸部占整个图形面积的70%~85%;头面部的正中矢状线切线和前胸切线夹角在130°~160°;头部的鼻尖区域应该是全图较大高亮区域。
- [0125] 经过人工筛选出1500幅符合测量条件的图像,获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数,标注头部区域和NT区域;①获取头部区域和NT区域的平均偏移值;②通过Adaboost算法且采用HOG特征训练得到头部区域检测器;③通过Adaboost算法且采用HOG特

征训练得到NT区域检测器。

[0126] 输入含有NT区域的超声图像,如图4a所示;使用迭代式阈值分割方法,当阈值为203时,得到的二值图像中只有1个连通域并且连通域的面积大于20个像素,确定该连通域为鼻尖区域,如图4b所示;以鼻尖区域的中心点(坐标485,139)为中心,赋予鼻尖区域附近设定范围内每个像素点以头部区域预权重, $\sigma_h$ 取值为100,如图4c所示。

[0127] 采用头部区域检测器检测头部具体位置,输出7个目标检测结果(313,3,110,110,0.824),(389,127,143,143,0.781),(458,194,110,110,0.752),(341,28,124,124,0.704),(419,318,126,126,0.68),(181,164,118,118,0.607),(175,5,143,143,0.569),如图5a所示;根据预权重调整检测结果,最高得分为0.636,头部中心坐标为(460.5,198.5),如图5b所示。

[0128] 根据头部区域及NT区域相对头部区域的平均偏移,结合图像的像素距离与实际距离转换参数,计算NT区域的中心点,基于该中心点赋予设定范围内每个像素点以NT区域预权重, $\sigma_n$ 取值为90,如图6a所示。采用NT区域检测器对输入的图像进行NT区域检测,输出3个检测结果,(461,279,66,66,0.884),(273,362,71,71,0.857),(329,397,66,66,0.739),如图6b所示。根据预权重调整检测结果,最高得分为0.493,NT检测区域结果为(329,397,66,66),如图6c所示。

[0129] 医生人工检测NT标定的两点坐标为(358,422),(353,447),算法最终检测的NT区域包含了人工检测NT标定的两点坐标,检测结果正确。

[0130] 以上结合了优选的实施方式对本发明进行了说明,不过这些实施方式仅是范例性的,仅起到说明性的作用。在此基础上,可以对本发明进行多种替换和改进,这些均落入本发明的保护范围内。

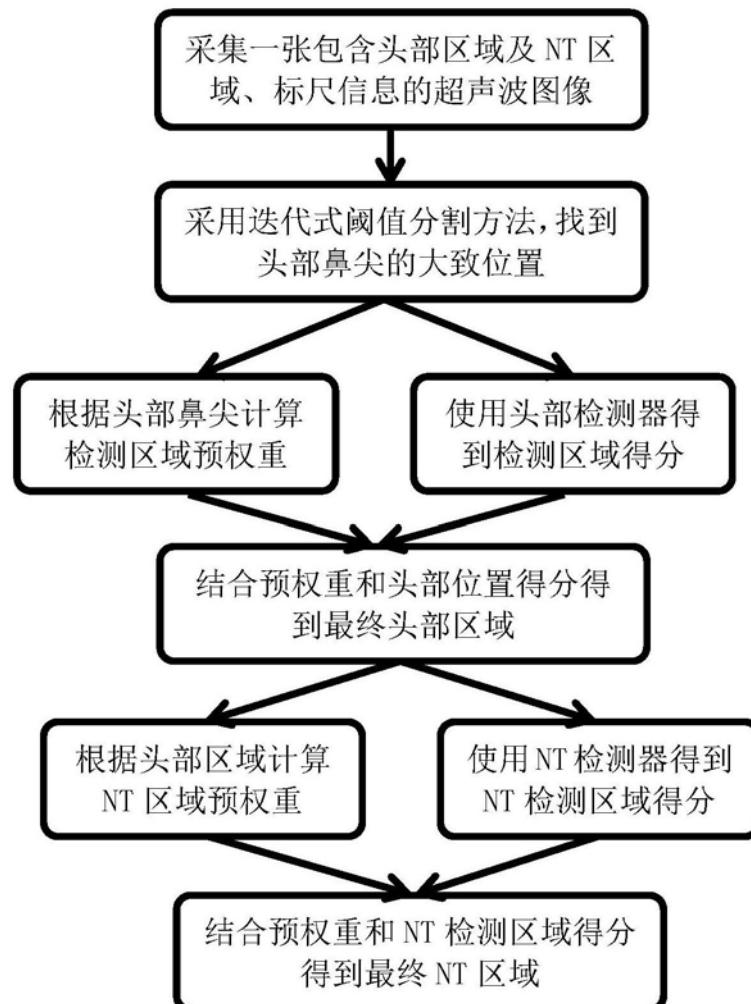


图1

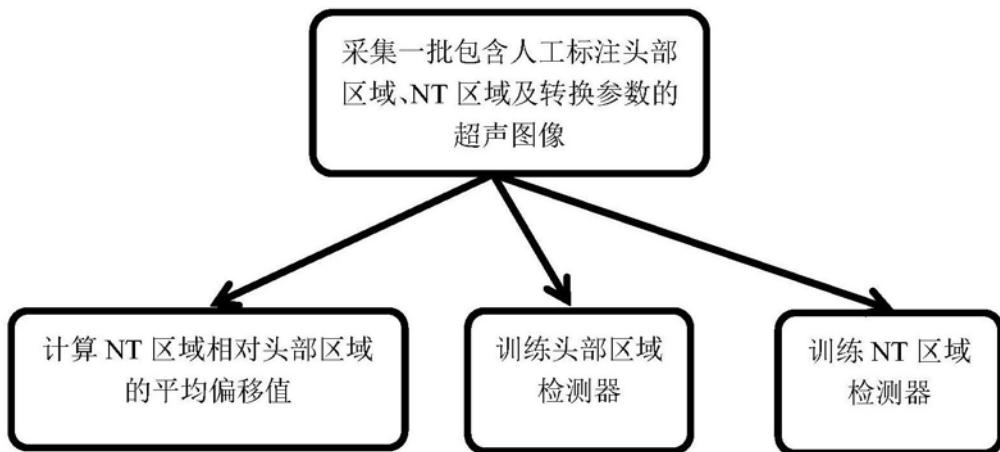


图2

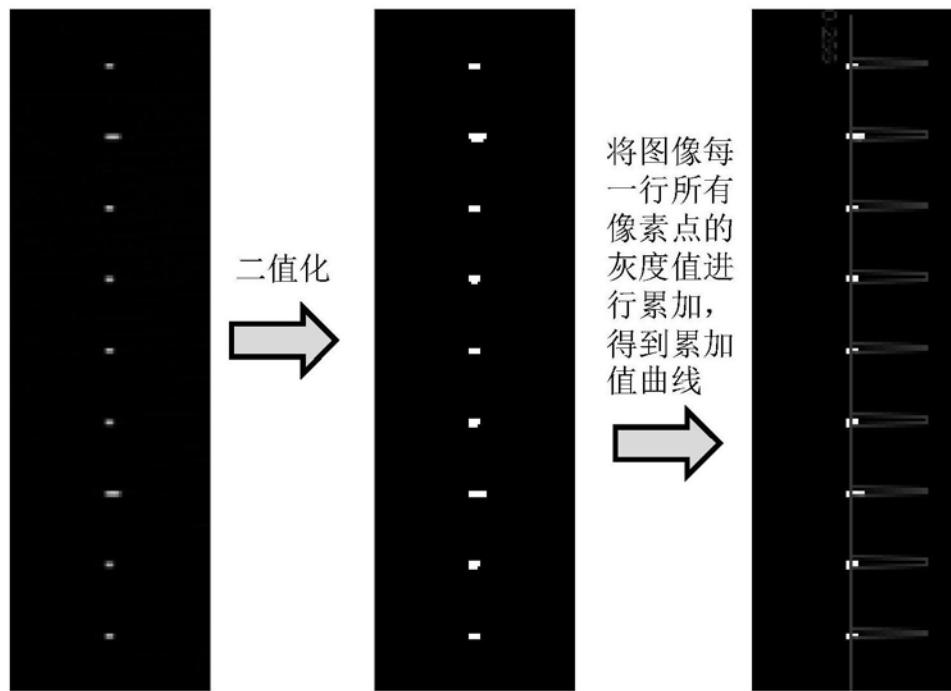


图3

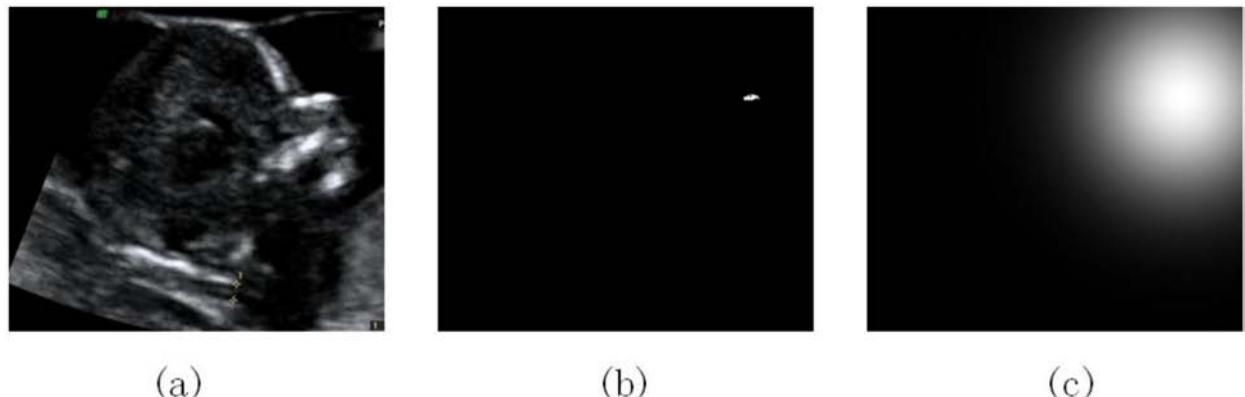
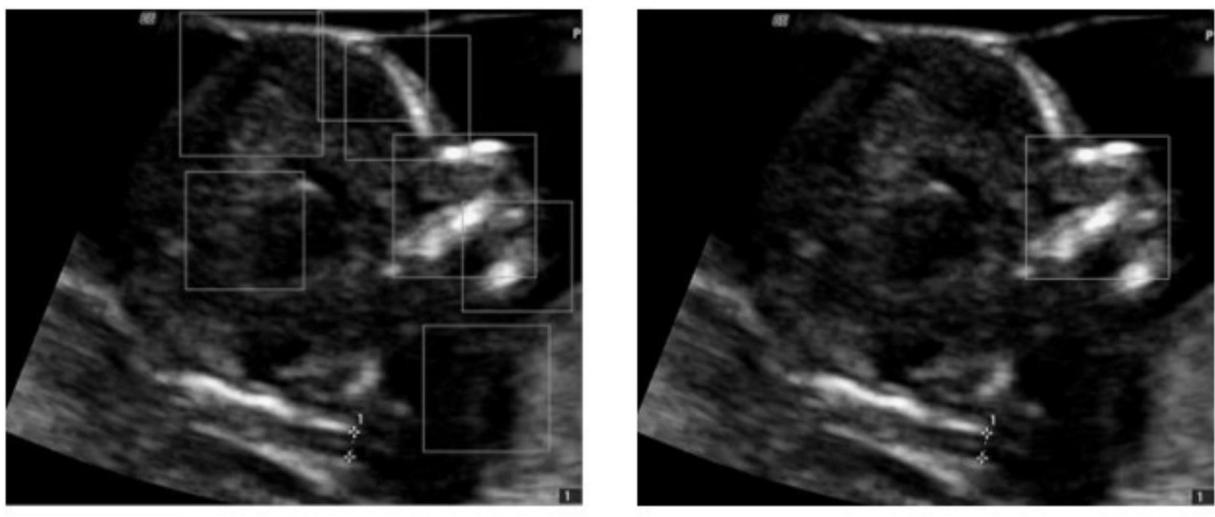


图4



(a)

(b)

图5



(a)

(b)

(c)

图6

|         |   |         |            |
|---------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置检测方法及系统                         |         |            |
| 公开(公告)号 | <a href="#">CN110051384A</a>                      | 公开(公告)日 | 2019-07-26 |
| 申请号     | CN201810046274.2                                  | 申请日     | 2018-01-17 |
| [标]发明人  | 郑乐<br>丁红<br>张新玲<br>张永<br>刘建平<br>陈良旭<br>王博源<br>郑末晶 |         |            |
| 发明人     | 郑乐<br>丁红<br>张新玲<br>张永<br>刘建平<br>陈良旭<br>王博源<br>郑末晶 |         |            |
| IPC分类号  | A61B8/08  |         |            |
| CPC分类号  | A61B8/0866 A61B8/5223                             |         |            |
| 代理人(译)  | 刘冬梅<br>路永斌  |         |            |
| 外部链接    | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>    |         |            |

### 摘要(译)

本发明公开了一种结合医学统计信息的胎儿颈背透明物位置的检测方法及系统，实现过程为：建立标准图像库，获取头部区域和胎儿颈背透明物厚度(NT)区域的平均偏移值；输入超声图像，获取超声图像的像素距离与实际距离转换参数；确定头部区域；通过确定的头部区域，以及头部区域与NT区域的平均偏移值，确定NT区域即胎儿颈背透明物位置。本发明首先确定头部区域位置，通过头部区域与NT区域的平均偏移值确定NT区域，并结合NT超声图像的标准或先验知识，提高了检测方法的整体准确性和稳定性。

