



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108836394 A

(43)申请公布日 2018.11.20

(21)申请号 201810618968.9

(22)申请日 2018.06.15

(71)申请人 暨南大学

地址 510632 广东省广州市天河区黄埔大道西601号

(72)发明人 陆尧胜 杨梓铎 齐建国

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 陈燕娴

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

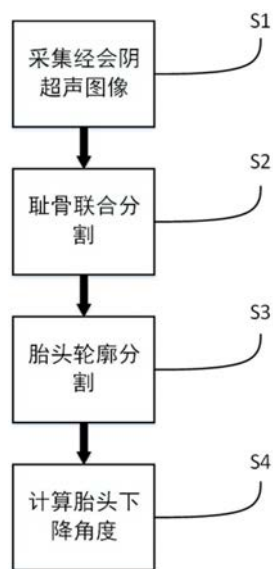
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种胎头下降角度自动测量方法

(57)摘要

本发明公开了一种胎头下降角度自动测量方法,包括下列步骤:S1、采集孕产妇的经会阴超声图像,记为原始图像;S2、超声图像耻骨联合分割;S3、超声图像胎头轮廓分割;S4、计算耻骨联合上下缘连线、耻骨联合下缘与胎头轮廓切线之间的夹角,夹角即为AOD。该用于评估胎头位置的AOD自动测量方法,准确、客观、可靠地测量胎头位置,实现胎头位置定量描述,帮助医生对分娩进程进行科学决策,从而有效降低母胎伤害、减少不必要的剖宫产,提高生育质量。



1. 一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的自动测量方法包括下列步骤:
  - S1、采集孕产妇的经会阴超声图像,记为原始图像;
  - S2、超声图像耻骨联合分割;
  - S3、超声图像胎头轮廓分割;
  - S4、计算耻骨联合上下缘连线、耻骨联合下缘与胎头轮廓切线之间的夹角,夹角即为AOD。
2. 根据权利要求1所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S2包括以下步骤:
  - S201、使用预设窗口对原始超声图像进行截取,记截取的图像为 $I_p$ ;
  - S202、对图像 $I_p$ 进行图像增强以突出超声图像上耻骨联合信息,图像增强结果记为 $I_e$ ;
  - S203、对图像 $I_e$ 进行基于灰度信息的图像分割,分割结果记为 $I_t$ ;
  - S204、对图像 $I_t$ 进行基于距离信息的聚类分割,距离信息指的是图像 $I_t$ 中像素点距离图像左上角的距离,聚类后得到K个聚类中心点,从K个聚类中心点中选择最小的M个作为耻骨联合位置候选点,接着计算这M个候选点的权重,权重根据位置对比度进行计算,最后,在M个候选点中选取权重最大的S个点求平均值,得到耻骨联合的位置;
  - S205、使用一个预设窗口在耻骨联合位置对图像 $I_t$ 进行截取,然后使用形态学重建恢复出完整的耻骨联合结构,记为 $I_{pubis}$ ;
  - S206、使用椭圆拟合算法对 $I_{pubis}$ 进行拟合,拟合得到的椭圆的长半轴的两个端点即为耻骨联合上下缘。
3. 根据权利要求2所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S201中预设窗口指是一个固定位置和固定大小的窗口,选取方法是根据耻骨联合在超声图像上的大致位置确定的。
4. 根据权利要求2所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S202中图像增强指的是通过纹理提取增强超声图像中耻骨联合信息。
5. 根据权利要求2所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S203中图像分割方法包括基于阈值的分割方法、基于边缘的分割方法、基于区域的分割方法、基于图论的分割方法以及基于能量泛函的分割方法。
6. 根据权利要求2所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S204中的聚类分割方法包括基于分区的聚类方法、基于层次结构的聚类方法、基于模糊理论的聚类方法、基于分布的聚类方法、基于密度的聚类方法、基于图论的聚类方法、基于网格的聚类方法、基于分形理论的聚类方法以及基于模型的聚类方法。
7. 根据权利要求2所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S205中预设窗口指的是固定大小的窗口,其尺寸借助耻骨联合结构在超声图像上的平均尺寸进行选择。
8. 根据权利要求2所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S206中椭圆拟合算法包括基于代数距离的椭圆拟合算法以及基于几何距离的椭圆拟合算法。
9. 根据权利要求4所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的纹理提取的方法包括统计方法、几何法、模型法、信号处理法、以及结构方法。

10. 根据权利要求1所述的一种胎头下降角度自动测量方法,其特征在于,所述的步骤S3中的胎头轮廓分割包括基于形态学的方法、基于形态学的方法、基于形态轮廓模型或活动轮廓模型的方法、基于机器学习的方法、基于信号处理的方法。

## 一种胎头下降角度自动测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及分娩监护和超声图像处理技术领域,具体涉及一种基于超声图像耻骨联合分割和胎头轮廓分割的胎头下降角度自动监测方法。

### 背景技术

[0002] 胎头位置是评估分娩进程的主要依据之一。其动态监测有助于了解宫内胎儿状况并及时应对,从而有效降低分娩风险、减少不必要的剖宫产、降低母胎伤害。传统阴道指检仍是目前评估胎头位置的金标准。阴道指检就是医生用戴指套的食指插入产妇阴道来了解胎头位置和宫口扩张常用的方法,相关研究表明阴道指检存在较大的主观性,频繁阴道指检不仅会增加感染可能,还会增加产妇不适感。

[0003] 超声设备可以得到清晰的胎儿影像,在胎儿发育状态评估、发育畸形诊断中得到越来越多的应用;相关研究也已表明借助超声设备评估胎头位置能够有效地减少孕产妇痛苦和焦虑。已有学者提出通过手动测量超声图像上的胎头下降角度(Angle of Descend, AOD)来定量评估胎头位置的方法, AOD为耻骨联合上下缘连线、耻骨联合下缘与胎头轮廓切线之间的夹角。但借助超声成像技术手动测量AOD要求医生具备丰富的经验,主观性太强、AOD测量结果可重复性较差,观察者内和观察者间均存在一定的差距,难以实现胎头位置的定量描述。

[0004] 实现AOD的自动测量能够使胎头位置评估更加客观。但由于超声图像中耻骨联合特征不明显,形态差异较大,边缘缺失严重以及胎头轮廓边缘缺失严重等问题使得实现AOD的自动测量难度很大,所以目前尚未有AOD自动测量的相关研究。

[0005] 产科临床迫切需要一种切实可行的方法来准确、客观、可靠地测量胎头位置,帮助医生对分娩进程进行科学决策,从而有效降低母胎伤害、减少不必要的剖宫产,提高生育质量。因此,提供一种用于评估胎头位置的AOD自动测量方法,从而实现胎头位置定量描述是很有必要的。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是为了解决现有技术中的上述缺陷,提供一种胎头下降角度自动测量方法,从而实现更加客观、准确地评估胎头位置。

[0007] 本发明的目的可以通过采取如下技术方案达到:

[0008] 一种胎头下降角度自动测量方法,所述的自动测量方法包括下列步骤:

[0009] S1、采集孕产妇的经会阴超声图像,记为原始图像;

[0010] S2、超声图像耻骨联合分割;

[0011] S3、超声图像胎头轮廓分割;

[0012] S4、计算耻骨联合上下缘连线、耻骨联合下缘与胎头轮廓切线之间的夹角,夹角即为AOD。

[0013] 进一步地,所述的步骤S1中经会阴超声图像的采集方法如下:

[0014] 让孕产妇双腿与臀部呈45度角、双腿与膝盖呈90度角,以半卧位姿势躺在床上,超声探头使用曲面的超声探头,以矢状面的形式放置在耻骨联合下方,微微移动探头,直到能够在超声图像上清晰地观察到耻骨联合解剖结构和胎头轮廓解剖结构。

[0015] 进一步地,所述的耻骨联合解剖结构,在超声图像中表现为椭圆的、不规则的超声反射结构;

[0016] 所述的胎头轮廓解剖结构,在超声图像必须能够清晰地观察到额骨和枕骨,以便测量耻骨下缘到胎头轮廓的切线。

[0017] 进一步地,所述的步骤S2包括以下步骤:

[0018] S201、使用预设窗口对原始超声图像进行截取,记截取的图像为 $I_p$ ;

[0019] S202、对图像 $I_p$ 进行图像增强以突出超声图像上耻骨联合信息,图像增强结果记为 $I_e$ 。

[0020] S203、对图像 $I_e$ 进行基于灰度信息的图像分割,分割结果记为 $I_t$ ;

[0021] S204、对图像 $I_t$ 进行基于距离信息的聚类分割,距离信息指的是图像 $I_t$ 中像素点距离图像左上角的距离,聚类后得到K个聚类中心点,从K个聚类中心点中选择最小的M个作为耻骨联合位置候选点,接着计算这M个候选点的权重,权重根据位置对比度进行计算,权重的计算方法为:

$$[0022] \quad \omega^C(k) = - \sum_{i=1, i \neq k}^K \left( \left(1 - \frac{n^i}{N}\right) \|\mu^k - \mu^i\|_2 \right)$$

[0023] 其中 $\|\cdot\|_2$ 表示2范数, $\omega^C(k)$ 表示第k个聚类中心 $\mu^k$ 的权重, $\{C^k\}_{k=1}^K$ 表示K个聚类, $n^i$ 表示属于聚类 $C^i$ 的像素点,N表示图像中的所有像素点,最后,在M个候选点中选取 $\omega^C(k)$ 最大的S个点求平均值,得到耻骨联合的位置;

[0024] S205、使用一个预设窗口在耻骨联合位置对图像 $I_t$ 进行截取,然后使用形态学重建恢复出完整的耻骨联合结构,记为 $I_{pubis}$ 。

[0025] S206、使用椭圆拟合算法对 $I_{pubis}$ 进行拟合,拟合得到的椭圆的长半轴的两个端点即为耻骨联合上下缘。

[0026] 进一步地,所述的步骤S201中预设窗口指是一个固定位置和固定大小的窗口,选取方法是根据耻骨联合在超声图像上的大致位置确定的。

[0027] 进一步地,所述的步骤S202中图像增强指的是通过纹理提取增强超声图像中耻骨联合信息。

[0028] 进一步地,所述的步骤S203中图像分割方法包括基于阈值的分割方法、基于边缘的分割方法、基于区域的分割方法、基于图论的分割方法、基于能量泛函的分割方法以及其它分割方法。

[0029] 进一步地,所述的步骤S204中的聚类分割方法包括基于分区的聚类方法、基于层次结构的聚类方法、基于模糊理论的聚类方法、基于分布的聚类方法、基于密度的聚类方法、基于图论的聚类方法、基于网格的聚类方法、基于分形理论的聚类方法、基于模型的聚类方法以及所有基于上述经典方法的改进算法。

[0030] 进一步地,所述的步骤S205中预设窗口指的是固定大小的窗口,其尺寸可以借助耻骨联合结构在超声图像上的平均尺寸进行选择。

[0031] 进一步地,所述的步骤S206中椭圆拟合算法包括基于代数距离的椭圆拟合算法以及基于几何距离的椭圆拟合算法。

[0032] 进一步地,所述的纹理提取方法包括统计方法、几何法、模型法、信号处理法、结构方法等。

[0033] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0034] 本发明公开了一种用于评估胎头位置的AOD自动测量方法,准确、客观、可靠地测量胎头位置,实现胎头位置定量描述,帮助医生对分娩进程进行科学决策,从而有效降低母胎伤害、减少不必要的剖宫产,提高生育质量。

## 附图说明

[0035] 图1是本发明中胎头下降角度自动测量方法的流程步骤图;

[0036] 图2是耻骨联合分割流程图;

[0037] 图3是根据耻骨联合大致位置使用固定大小窗口截取示意图;

[0038] 图4是本发明中使用的5个Gabor滤波器的幅频响应示意图;

[0039] 图5(a)是使用固定窗口截取后的耻骨联合图像示意图,即 $I_p$ ;

[0040] 图5(b)是对 $I_p$ 使用Gabor滤波后的结果示意图,即 $I_g$ ;

[0041] 图5(c)是对 $I_g$ 使用基于灰度值的K-Means聚类的结果示意图,即 $I_{kms1}$ ;

[0042] 图5(d)是 $I_{kms1}$ 清除与边界接触的物体后的结果示意图;

[0043] 图5(e)是耻骨联合位置候选点及最终计算得到的耻骨联合位置示意图;

[0044] 图5(f)是以耻骨联合的位置为窗口的中心点,使用大小为 $80 \times 80$ 的窗口对 $I_{kms1}$ 进行截取的示意图;

[0045] 图5(g)是形态学重建之后完整的耻骨联合示意图;

[0046] 图5(h)是耻骨联合拟合结果及耻骨联合上下缘位置示意图;

[0047] 图6是对原始图像进行胎头轮廓分割得到的结果示意图;

[0048] 图7是结合耻骨联合分割和胎头轮廓分割计算AOD的结果示意图。

## 具体实施方式

[0049] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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。

[0050] 实施例

[0051] 本实施例公开了一种基于超声图像耻骨联合分割和胎头轮廓分割的胎头下降角度自动测量方法,如图1所示,主要包括以下步骤:

[0052] S1、采集孕产妇的经会阴超声图像,记为原始图像。经会阴超声图像的采集方法为让孕产妇双腿与臀部呈 $45^\circ$ 角、双腿与膝盖呈 $90^\circ$ 角,以半卧位姿势躺在床上,超声探头使用曲面的超声探头,以矢状面的形式放置在耻骨联合下方,微微移动探头,直到能够在超声图像上清晰地观察到耻骨联合解剖结构和胎头轮廓解剖结构。共采集88幅超声图像,每幅图像的大小为 $1024 \times 768$ 。

[0053] 其中,耻骨联合解剖结构,在超声图像中表现为椭圆的、不规则的超声反射结构。

[0054] 其中,胎头轮廓解剖结构,在超声图像必须能够清晰地观察到额骨和枕骨,以便测量耻骨下缘到胎头轮廓的切线。

[0055] S2、超声图像耻骨联合分割,耻骨联合分割的流程图如图2所示。

[0056] 在本实施例中,所述的步骤S2包括以下步骤:

[0057] S201、根据耻骨联合在超声图像上的大致位置,使用固定大小的窗口对原始超声图像进行截取,记截取的图像为 $I_p$ 。

[0058] 具体实施方案为:为了减少计算量,同时排除大多数噪声,这里使用大小为 $400*130$ 的窗口对原始图像进行截取,如图3所示,截取结果如图5(a)所示。

[0059] S202、对图像 $I_p$ 进行Gabor滤波,目的在于增强超声图像上耻骨联合信息。Gabor滤波的表达式为:

$$[0060] \quad g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \exp\left(i\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi\right)\right)$$

[0061] 由于耻骨联合在超声图像中的方向一般为 $0^\circ$ 左右,考虑到临床医生操作手法的差异以及个体发育的差异,这里使用5个方向的Gabor滤波对图像 $I_p$ 进行滤波,如图4所示,这5个方向的Gabor滤波器的方向分别为 $70^\circ$ 、 $81.25^\circ$ 、 $92.5^\circ$ 、 $103.75^\circ$ 、 $115^\circ$ 。假设这5个Gabor滤波器对 $I_p$ 的滤波结果为 $g_1, g_2, g_3, g_4, g_5$ ,则最终的滤波结果为:

$$[0062] \quad g(i, j) = \max(g_1(i, j), g_2(i, j), g_3(i, j), g_4(i, j), g_5(i, j))$$

[0063] 其中 $i$ 和 $j$ 表示图像上第 $i$ 行和第 $j$ 列的位置 $(i, j)$ ,滤波结果如图5(b)所示。

[0064] S203、对图像 $I_g$ 进行基于灰度值的K-Means聚类分割,聚类个数 $k$ 一般取 $3\sim 7$ ,这里取 $k=5$ ,由于超声图像上耻骨联合以及胎头轮廓的灰度值比其他组织结构高,所以灰度值最高的一类包含耻骨联合结构,基于灰度值的K-Means聚类分割可以在尽可能去除噪声的情况下完整地保存耻骨联合结构,分割结果记为图像 $I_{kms1}$ ,如图5(c)所示。

[0065] S204、清除与图像 $I_{kms1}$ 边缘接触的物体,如图5(d)所示,然后对 $I_{kms1}$ 进行基于距离信息的K-Means聚类。距离信息指的是图像 $I_{kms1}$ 中像素点距离图像左上角的距离,聚类个数 $K$ 一般取 $10\sim 30$ ,这里取 $K=20$ ,从20个聚类中心点中选择最小的 $M$ 个作为耻骨联合位置候选点, $M$ 的取值范围为 $5\sim 15$ ,这里取 $M=10$ ,如图5(e)所示。接着计算这 $M$ 个候选点的权重,权重根据位置对比度进行计算,权重的计算方法为:

$$[0066] \quad \omega^C(k) = - \sum_{i=1, i \neq k}^K \left( \left(1 - \frac{n^i}{N}\right) \|\mu^k - \mu^i\|_2 \right)$$

[0067] 其中, $\|\cdot\|_2$ 表示2范数, $\omega^C(k)$ 表示第 $k$ 个聚类中心 $\mu^k$ 的权重, $\{C^k\}_{k=1}^K$ 表示 $K$ 个聚类, $n^i$ 表示属于聚类 $C^i$ 的像素点, $N$ 表示图像中的所有像素点。由于位置对比度越大的候选点属于噪声点的概率越大,因此位置对比度越大的候选点权重也就越小。最后,在 $M$ 个候选点中选取 $\omega^C(k)$ 最大的 $S$ 个点求平均值,得到耻骨联合的位置, $S$ 的取值范围为 $3\sim 8$ ,这里取 $S=5$ ,如图5(e)所示。

[0068] S205、使用一个较小的窗口在耻骨联合位置对图像 $I_{kms1}$ 进行截取,目的在于最大程度地减少图像中其它噪声的影响,这里以耻骨联合的位置为窗口的中心点,使用大小为 $80*80$ 的窗口对 $I_{kms1}$ 进行截取,如图5(f)所示,然后使用形态学重建恢复出完整的耻骨联

合结构,记为 $I_{pubis}$ ,如图5(g)所示。如果 $G$ 是模板, $F$ 是标记,从 $F$ 中重建 $G$ 记为 $R_G(F)$ ,则形态学重建可以用以下迭代过程定义:

[0069] 1. 将标记图像 $F$ 初始化为 $h_1$ ;

[0070] 2. 建立结构元: $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ ;

[0071] 3. 重复 $h_{k+1} = (h_k \oplus B) \cap G$ ,直到 $F \subseteq G$ ,其中 $\oplus$ 表示形态学膨胀。

[0072] S206、使用基于最小二乘法的快速椭圆拟合算法对 $I_{pubis}$ 进行拟合,拟合得到的椭圆的长半轴的两个端点即为耻骨联合上下缘,如图5(h)所示。假设椭圆的方程为:

[0073]  $F(x, y) = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + 1 = 0$

[0074] 其中 $A, B, C, D, E$ 为椭圆的参数, $(x, y)$ 是椭圆曲线上的坐标,令 $a = [A, B, C, D, E, 1]^T$ , $x = [x^2, xy, y^2, x, y, 1]$ ,对于一个给定的点集 $(x_i, y_i)$ ,其中, $i = 1 \cdots N$ ,对该点集进行椭圆拟合可以通过最小化点到椭圆的代数距离的平方和来实现:

[0075]  $\min_a \sum_{i=1}^N F(x_i, y_i)^2 = \min_a \sum_{i=1}^N (F_a(x_i))^2 = \min_a \sum_{i=1}^N (x_i \cdot a)^2$

[0076] 根据极值原理,使 $F(x, y)$ 最小的条件为:

[0077]  $\frac{\partial F}{\partial A} = \frac{\partial F}{\partial B} = \frac{\partial F}{\partial C} = \frac{\partial F}{\partial D} = \frac{\partial F}{\partial E} = 0$

[0078] 由此可以得到正规方程组:

[0079] 
$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N x_i^2 y_i^2 & \sum_{i=1}^N x_i y_i^3 & \sum_{i=1}^N x_i^2 y_i & \sum_{i=1}^N x_i y_i^3 & \sum_{i=1}^N x_i y_i \\ \sum_{i=1}^N x_i y_i^3 & \sum_{i=1}^N y_i^4 & \sum_{i=1}^N x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^N y_i^3 & \sum_{i=1}^N y_i^2 \\ \sum_{i=1}^N x_i^2 y_i & \sum_{i=1}^N x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^N x_i^2 & \sum_{i=1}^N x_i y_i & \sum_{i=1}^N x_i \\ \sum_{i=1}^N x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^N y_i^3 & \sum_{i=1}^N x_i y_i & \sum_{i=1}^N y_i^2 & \sum_{i=1}^N y_i \\ \sum_{i=1}^N x_i y_i & \sum_{i=1}^N y_i^2 & \sum_{i=1}^N x_i & \sum_{i=1}^N y_i & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N x_i y_i^3 \\ \sum_{i=1}^N x_i^2 y_i^2 \\ \sum_{i=1}^N x_i^3 \\ \sum_{i=1}^N x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^N x_i^2 \end{bmatrix}$$

[0080] 解该线性方程组可以得到方程系数 $A, B, C, D, E$ 的值,椭圆的长短轴 $a$ 与 $b$ 和旋转角度 $\theta$ 可以通过下列的式子来计算:

[0081]  $a^2 = \frac{2(Ax_0^2 + Cy_0^2 + Bx_0y_0 - 1)}{A + C - \sqrt{(A - C)^2 + B^2}}$

[0082]  $b^2 = \frac{2(Ax_0^2 + Cy_0^2 + Bx_0y_0 - 1)}{A + C + \sqrt{(A - C)^2 + B^2}}$

$$[0083] \quad \theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{B}{A - C} \right)$$

[0084] S3、超声图像胎头轮廓分割；

[0085] 所述的步骤S3中胎头轮廓分割算法采用抗噪能力较强的椭圆路径高斯差分 (Difference of Gaussians revolved along Elliptical paths, DoGE11) 算法, 首先在原始图像中将步骤S2中提取得到的耻骨联合结构去除, 减少耻骨联合结构对胎头轮廓分割的影响, 然后使用DoGE11算法提取胎头轮廓, 结果如图6所示。DoGE11算法的详细步骤如下:

[0086] 对于椭圆E(a), 假设 $c_1, c_2$ 为椭圆的中心, 长轴为 $r_1$ , 短轴为 $r_2$ , 倾角为 $\theta$ , 将这些参数组织成向量 $a = [c_1, c_2, r_1, r_2, \theta]$ , 令 $h_{(x_1, x_2, a)}$ 为沿着椭圆中心 $(x_1, x_2)$ 的径向射线, 通过 $h_{(x_1, x_2, a)}$ , 我们可以测量 $(x_1, x_2)$ 到椭圆E(a)的距离 $d(x_1, x_2, a)$ 和正则化半径距离 $r_0(x_1, x_2, a) = d(x_1, x_2, a) / r(x_1, x_2, a)$ , 然后我们定义平面 $g(x_1, x_2, a, s)$ 如下

$$[0087] \quad g(x_1, x_2, a, s) = \frac{f_s(d(x_1, x_2, a)) - f_{3s}(d(x_1, x_2, a))}{r_0(x_1, x_2, a)}$$

[0088] 其中 $f_s$ 和 $f_{3s}$ 是两个以 $s$ 和 $3s$ 为自变量, 中心点为0的高斯函数, 两者的差分称为高斯差分 (Difference of Gaussians, DoG) 对于一幅图像 $z$ 和椭圆E(a), 利用椭圆路径高斯差分平面 $g(x_1, x_2, a, s)$ 可以构造如下的损失函数:

$$C(z, a, s) = - \iint_{\Omega} z(x_1, x_2) g(x_1, x_2, a, s) dx_1 dx_2$$

$$[0089] \quad + \lambda \left( \max(0, \frac{\max(r_1, r_2)}{\min(r_1, r_2)} - CI) \right)^2$$

[0090] 其中 $\lambda$ 是正则化参数, 一般取0.5,  $CI = 1.4$ 用于模拟允许的最小头颅指数。损失函数 $C(z, a, s)$ 可以利用最优化算法进行求解, 进而得到椭圆参数 $a$ 。

[0091] S4、根据联合耻骨分割结果和胎头轮廓分割结果计算AOD。

[0092] 所述的步骤S4中, AOD的计算方法为计算耻骨联合上下缘连线、耻骨联合下缘与胎头轮廓切线之间的夹角, 夹角即为AOD, 如图7所示。

[0093] 上述实施例为本发明较佳的实施方式, 但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制, 其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化, 均应为等效的置换方式, 都包含在本发明的保护范围之内。

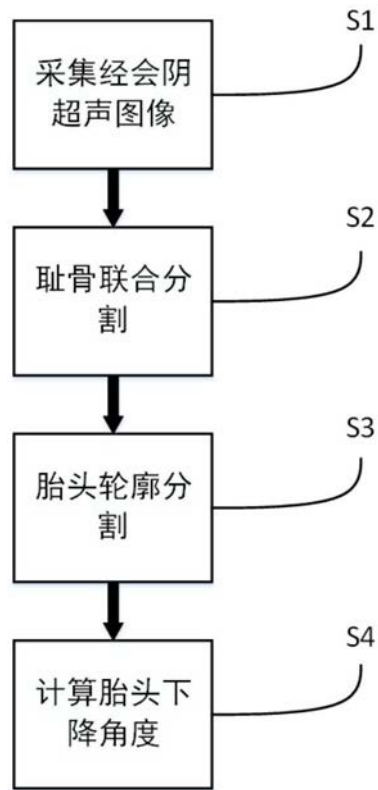


图1

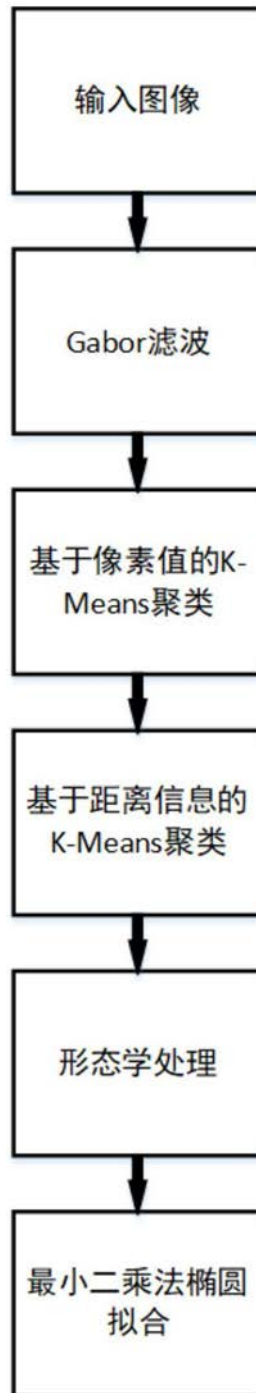


图2



图3

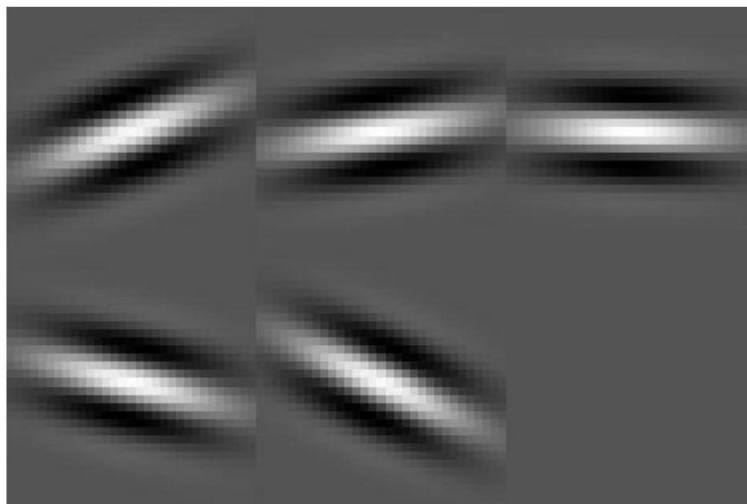


图4

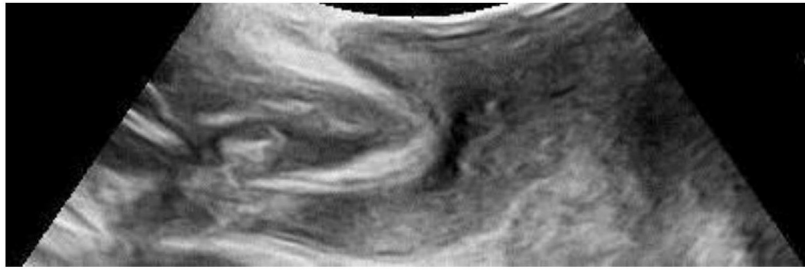


图5 (a)

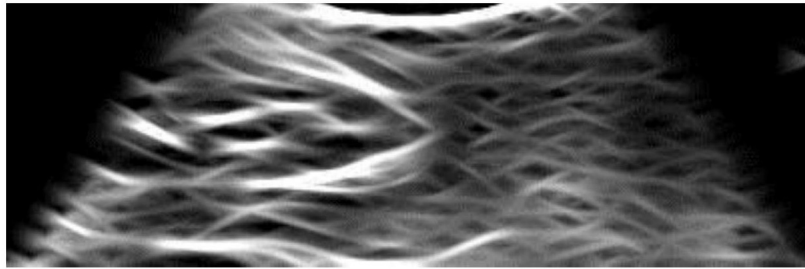


图5 (b)



图5 (c)



图5 (d)



图5 (e)



图5 (f)



图 5 (g)



图 5 (h)

图5

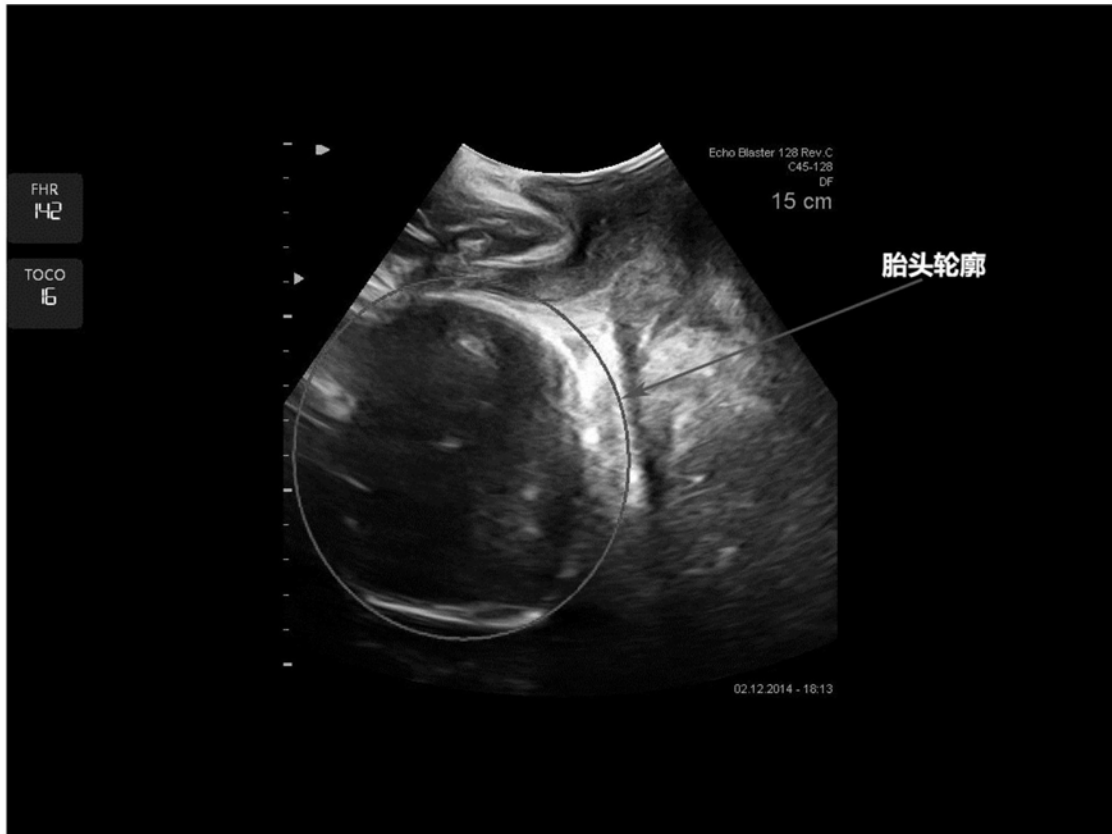


图6

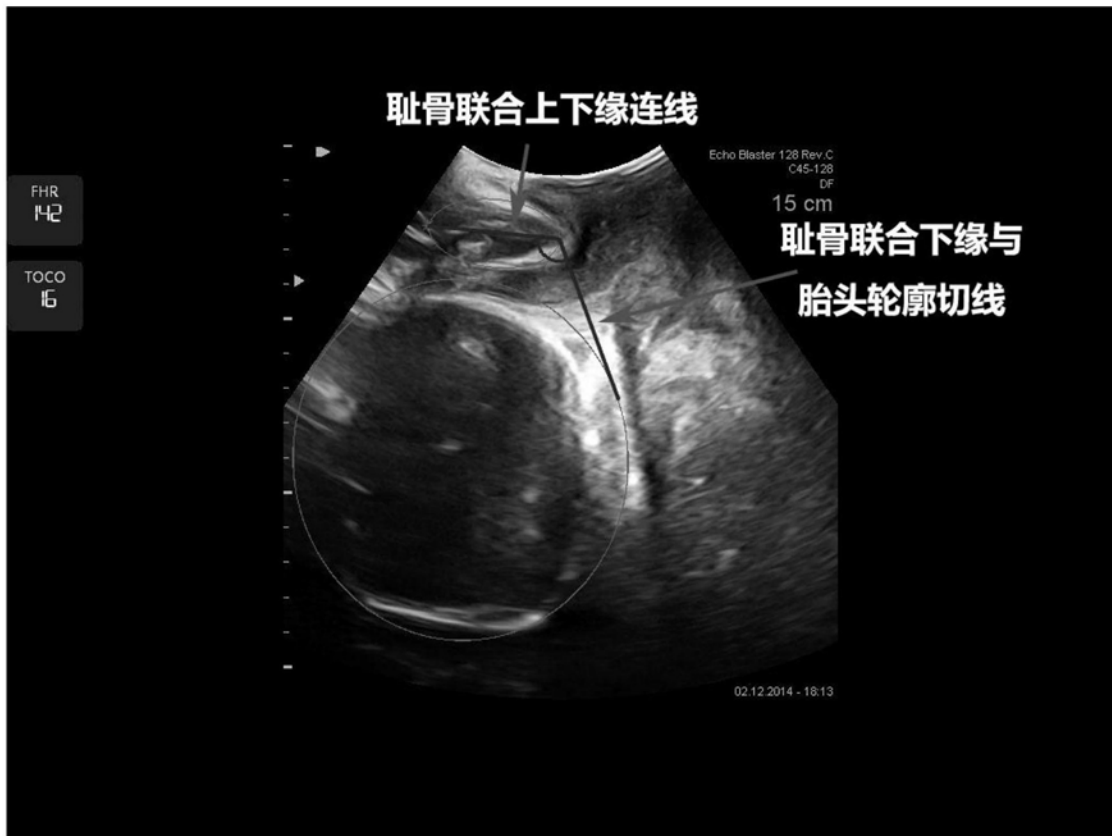


图7

|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种胎头下降角度自动测量方法                                 |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN108836394A</a>                   | 公开(公告)日 | 2018-11-20 |
| 申请号            | CN201810618968.9                               | 申请日     | 2018-06-15 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 暨南大学   |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 暨南大学   |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 暨南大学   |         |            |
| [标]发明人         | 陆尧胜<br>齐建国                                     |         |            |
| 发明人            | 陆尧胜<br>杨梓铎<br>齐建国                              |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/08                                       |         |            |
| CPC分类号         | A61B8/0866 A61B8/5207                          |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

摘要(译)

本发明公开了一种胎头下降角度自动测量方法，包括下列步骤：S1、采集孕产妇的经会阴超声图像，记为原始图像；S2、超声图像耻骨联合分割；S3、超声图像胎头轮廓分割；S4、计算耻骨联合上下缘连线、耻骨联合下缘与胎头轮廓切线之间的夹角，夹角即为AOD。该用于评估胎头位置的AOD自动测量方法，准确、客观、可靠地测量胎头位置，实现胎头位置定量描述，帮助医生对分娩进程进行科学决策，从而有效降低母胎伤害、减少不必要的剖宫产，提高生育质量。

