



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107203997 A

(43)申请公布日 2017. 09. 26

(21)申请号 201610150567.6

(22)申请日 2016.03.16

(71)申请人 上海联影医疗科技有限公司
地址 201807 上海市嘉定区嘉定工业区域
北路2258号

(72)发明人 韩妙飞 马金凤 李强

(51) Int. Cl.
G06T 7/11(2017.01)
G06T 7/136(2017.01)
G06T 7/168(2017.01)
G06K 9/32(2006.01)

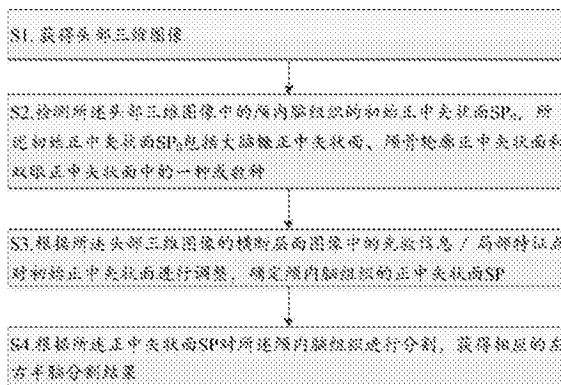
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种左右半脑的分割方法

(57)摘要

本发明公开了一种左右半脑的分割方法,包括以下步骤:S1.获得头部三维图像;S2.检测所述头部三维图像中的颅内脑组织的初始正中矢状面SP₀,所述初始正中矢状面SP₀包括大脑镰正中矢状面、颅骨轮廓正中矢状面和双眼正中矢状面中的一种或数种;S3.根据所述头部三维图像的横断层面图像中的先验信息/局部特征点对初始正中矢状面进行调整,确定颅内脑组织的正中矢状面SP;S4.根据所述正中矢状面SP对所述颅内脑组织进行分割,获得相应的左右半脑分割结果;本发明的方法能够快速、稳定地进行左右半脑分割。



1. 一种左右半脑的分割方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1. 获得头部三维图像;

S2. 检测所述头部三维图像中的颅内脑组织的初始正中矢状面 SP_0 ,所述初始正中矢状面 SP_0 包括大脑镰正中矢状面、颅骨轮廓正中矢状面和双眼正中矢状面中的一种或数种;

S3. 根据所述头部三维图像的横断面图像中的先验信息/局部特征点对初始正中矢状面进行调整,确定颅内脑组织的正中矢状面 SP ;

S4. 根据所述正中矢状面 SP 对所述颅内脑组织进行分割,获得相应的左右半脑分割结果。

2. 如权利要求1所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述大脑镰正中矢状面的检测包括以下步骤:

对待分割的三维图像进行滤波处理;

确定大脑镰检测的感兴趣区域;

通过模糊C均值聚类及骨架提取方法获取大脑镰候选点;

基于所述大脑镰候选点,采用直线霍夫变换方法确定大脑镰特征线,并得到对应的大脑镰正中矢状面。

3. 如权利要求2所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述大脑镰检测的感兴趣区域通过以下方法确定:

确定大脑镰在头部三维图像中的起始横断面及终止横断面,获取起始横断面与终止横断面之间的颅内脑组织的二维最大强度投影图像,以所述最大强度投影图像的中央窄带为大脑镰检测的感兴趣区域。

4. 如权利要求3所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述大脑镰在三维图像中的起始横断面及终止横断面通过以下方式确定:

以头部三维图像中的颅内脑组织分割面积最大的横断面为起始横断面,以大于所述头部三维图像中的颅内脑组织分割面积最大横断面的面积10%的最顶处的横断面为终止横断面。

5. 如权利要求3所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述中央窄带范围为所述头部三维图像中的颅内脑组织最中央的20%宽度区域。

6. 如权利要求2所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述大脑镰候选点通过以下方式获取:提取感兴趣区域灰度值在 $-100Hu \sim 100Hu$ 区间的像素点,进行模糊C均值3中心聚类,设定3个聚类中心中数值最大的类别为大脑镰的候选点图像区域,并进一步对该图像区域提取骨架,得到大脑镰候选点。

7. 如权利要求1所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述颅骨轮廓正中矢状面的检测包括以下步骤:

提取出所述头部三维图像的横断面图像中的颅骨组织掩模;

对颅骨组织掩模逐行进行中心点提取;

对提取的各中心点进行直线拟合获得相应横断面图像的正中矢状线;

根据横断面图像中的正中矢状线,获得颅骨轮廓正中矢状面。

8. 如权利要求1所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述双眼正中矢状面的检测包括以下步骤:通过对眼睛投影图像求取其双眼中心连线的中轴线的方式获取。

9. 如权利要求1所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,还包括在步骤S2之前对所述头部三维图像进行倾斜校正的步骤。

10. 如权利要求9所述的左右半脑的分割方法,其特征在于,所述倾斜校正包括:

S10. 提取出所述头部三维图像的横断层面图像中的颅骨组织掩模;

S20. 对颅骨组织掩模逐行进行中心点提取;

S30. 对提取的各中心点进行直线拟合,获得颅骨组织中心线,并求取该颅骨组织中心线与参考方向的夹角 θ_i ;

S40. 进行颅骨组织掩模旋转判断;若求取的颅骨组织中心线与垂直方向夹角 θ_i 小于1度或旋转次数大于3次时,则颅骨组织掩模旋转终止,否则,对颅骨组织掩模进行 θ_i 角度旋转,并对旋转得到的新的颅骨组织掩模后返回步骤S20,直至满足颅骨组织掩模旋转终止条件为止。

S50. 对各次旋转的角度 θ_i 求和,得到最终的旋转角度 θ ,且当 $\theta > 1$ 度时,采用该旋转角度 θ 对输入的头部三维图像进行倾斜校正。

一种左右半脑的分割方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,特别涉及一种用于放射性脑损伤估计的左右半脑的分割方法。

背景技术

[0002] 放射性脑损伤是颅内肿瘤及非肿瘤性病变放射治疗后产生的一种常见并发症。病情严重者极大地影响患者的生活质量和生存期。解决损伤和治疗之间的矛盾一直是研究的难点和热点,如何尽量减少放射性脑损伤的发生,是临床上亟待解决的问题。

[0003] 现阶段,在放疗计划的设计阶段,利用左右半脑分割结果对放射性脑损伤做预判这一策略是比较新颖和独特的。与MR图像相比,CT图像中软组织的对比度较差,因此,关于CT图像中左右半脑分割则相对较少。

[0004] 一种用于头部CT图像的分割方法如下:通过可变形模型朝着对应特征点移动及变形的策略以获取颅内脑组织正中矢状面,从而将大脑分为左右半球的方法。该方法的有效性和准确性对模型具有较强的依赖性,而且模型的挑选比较困难,甚至需要手动选取模型库中的模型。另外的一种用于头部CT图像的分割方法如下:通过在二维横断面检测大脑镰这一特征,并采用三维最小二乘法拟合出颅内脑组织正中矢状面。由于大脑镰只存在于大约30%的CT图像层面,以及CT图像质量或病变等的影响,检测出的大脑镰特征点中必然会有存在很多干扰点,这将会影响拟合结果的稳定性。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种左右半脑的分割方法,且该方法能够较快速、准确的完成左右半脑的分割。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供一种左右半脑的分割方法,包括以下步骤:S1. 获得头部三维图像;

[0007] S2. 检测所述头部三维图像中的颅内脑组织的初始正中矢状面 SP_0 ,所述初始正中矢状面 SP_0 包括大脑镰正中矢状面、颅骨轮廓正中矢状面和双眼正中矢状面中的一种或数种;

[0008] S3. 根据所述头部三维图像的横断层面图像中的先验信息/局部特征点对初始正中矢状面进行调整,确定颅内脑组织的正中矢状面SP;

[0009] S4. 根据所述正中矢状面SP对所述颅内脑组织进行分割,获得相应的左右半脑分割结果。

[0010] 优选的,所述大脑镰正中矢状面的检测包括以下步骤:

[0011] 对待分割的三维图像进行滤波处理;

[0012] 确定大脑镰检测的感兴趣区域;

[0013] 通过模糊C均值(Fuzzy C-Means)聚类及骨架提取方法获取大脑镰候选点;

[0014] 基于所述大脑镰候选点,采用直线霍夫变换方法确定大脑镰特征线,并得到对应

的大脑镰正中矢状面。

[0015] 优选的,所述大脑镰检测的感兴趣区域通过以下方法确定:

[0016] 确定大脑镰在头部三维图像中的起始横断层面及终止横断层面,获取起始横断层面与终止横断层面之间的颅内脑组织的二维最大强度投影图像,以所述最大强度投影图像的中央窄带为大脑镰检测的感兴趣区域。

[0017] 优选的,所述大脑镰在三维图像中的起始横断层面及终止横断层面通过以下方式确定:

[0018] 以头部三维图像中的颅内脑组织分割面积最大的横断层面为起始横断层面,以大于所述头部三维图像中的颅内脑组织分割面积最大横断层面的面积10%的最顶处的横断层面为终止横断层面。

[0019] 优选的,所述中央窄带范围为所述头部三维图像中的颅内脑组织最中央的20%宽度区域。

[0020] 优选的,所述大脑镰候选点通过以下方式获取:提取感兴趣区域灰度值在-100Hu~100Hu区间的像素点,进行模糊C均值(Fuzzy C-Means)3中心聚类,设定3个聚类中心中数值最大的类别为大脑镰的候选点图像区域,并进一步对该图像区域提取骨架,得到大脑镰候选点。

[0021] 优选的,所述颅骨轮廓正中矢状面的检测包括以下步骤:

[0022] 提取出所述头部三维图像的横断层面图像中的颅骨组织掩模;

[0023] 对颅骨组织掩模逐行进行中心点提取;

[0024] 对提取的各中心点进行直线拟合获得相应横断层面图像的正中矢状线;

[0025] 根据横断层面图像中的正中矢状线,获得颅骨轮廓正中矢状面。

[0026] 优选的,所述双眼正中矢状面的检测包括以下步骤:通过对眼睛投影图像求取其双眼中心连线的中轴线的方式获取。

[0027] 优选的,还包括在步骤S2之前对所述头部三维图像进行倾斜校正的步骤。

[0028] 优选的,所述倾斜校正包括:

[0029] S10.提取出所述头部三维图像的横断层面图像中的颅骨组织掩模;

[0030] S20.对颅骨组织掩模逐行进行中心点提取;

[0031] S30.对提取的各中心点进行直线拟合,获得颅骨组织中心线,并求取该颅骨组织中心线与参考方向(Y方向)的夹角 θ_i (i 为直线拟合次数);

[0032] S40.进行颅骨组织掩模旋转判断;若求取的颅骨组织中心线与垂直方向夹角 θ_i 小于1度或旋转次数大于3次时,则颅骨组织掩模旋转终止,否则,对颅骨组织掩模进行 θ_i 角度旋转,并对旋转得到的新的颅骨组织掩模后返回步骤S20,直至满足颅骨组织掩模旋转终止条件为止。

[0033] S50.对各次旋转的角度 θ_i 求和,得到最终的旋转角度 θ ,且当 $\theta > 1$ 度时,采用该旋转角度 θ 对输入的头部三维图像进行倾斜校正。

[0034] 本发明对比现有技术有如下的有益效果:本发明的该方法充分利用了相邻层中颅内脑组织正中矢状面的连续性,以及该正中矢状面在图像空间中的特征点及解剖结构位置等信息,能够快速、稳定地进行左右半脑分割。利用该分割结果,医生能够分别评估左右半脑所受剂量,用于辐射损伤的估计。这样在放疗计划设计时,会根据剂量分布做预判,在设

置照射方向和权重时,会避开某一区域等。该方法能够极大地提高医生放疗计划设计时的便利,尽量减少放射性脑损伤的发生。

附图说明

[0035] 图1为本发明实施例的一种左右半脑的分割方法流程图;

[0036] 图2为对头部三维图像进行倾斜校正的方法流程图;

[0037] 图3为本发明的方法得到的左右半脑分割结果的一个实例结果;

[0038] 图4为不同横断层面的CT颅脑图像及对应的左右半脑分割结果。

具体实施方式

[0039] 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的一种左右半脑的分割方法作进一步详细说明。根据下面说明和权利要求书,本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0040] 本发明实施例的一种左右半脑的分割方法,包括以下步骤:

[0041] S1.获得头部三维图像;所述头部三维图像为颅脑CT图像或者MR图像;

[0042] S2.检测所述头部三维图像中的颅内脑组织的初始正中矢状面 SP_0 ,所述初始正中矢状面 SP_0 包括大脑镰正中矢状面、颅骨轮廓正中矢状面和双眼正中矢状面中的一种或数种;

[0043] S3.根据所述头部三维图像的横断层面图像中的先验信息/局部特征点对初始正中矢状面进行调整,确定颅内脑组织的正中矢状面SP;

[0044] S4.根据所述正中矢状面SP对所述颅内脑组织进行分割,获得相应的左右半脑分割结果。

[0045] 进一步的,所述大脑镰正中矢状面的检测包括以下步骤:

[0046] S21.对待分割的三维图像进行滤波处理;对待分割的CT图像进行Y轴方向滤波处理,以减少非大脑镰高亮度像素点的干扰及增加大脑镰特征点的连续性;

[0047] S22.确定大脑镰检测的感兴趣区域;

[0048] 具体的,所述大脑镰检测的感兴趣区域通过以下方法确定:

[0049] 由于大脑镰只存在于大约30%的图像横断层面,以及在同一层面中大脑镰一般是不连续的。因此,首先,确定大脑镰在头部三维图像中的起始横断层面及终止横断层面,获取起始横断层面与终止横断层面之间的颅内脑组织的二维最大强度投影图像,以所述最大强度投影图像的中央窄带为大脑镰检测的感兴趣区域。

[0050] 进一步的,所述大脑镰在三维图像中的起始横断层面及终止横断层面通过以下方式确定:

[0051] 以头部三维图像中的颅内脑组织分割面积最大的横断层面为起始横断层面,以大于所述头部三维图像中的颅内脑组织分割面积最大横断层面的面积10%的最顶处的横断层面为终止横断层面。

[0052] 进一步的,所述中央窄带范围为所述头部三维图像中的颅内脑组织最中央的20%宽度区域。

- [0053] S23.通过模糊C均值(Fuzzy C-Means)聚类及骨架提取方法取获取大脑镰候选点;
- [0054] 具体的,通过提取感兴趣区域灰度值在-100Hu~100Hu区间的像素点,进行Fuzzy C-Means 3中心聚类,设定3个聚类中心中数值最大的类别为大脑镰的候选点图像区域,并进一步对该图像区域提取骨架,得到大脑镰候选点。
- [0055] S24.基于所述大脑镰候选点,采用直线霍夫变换方法确定大脑镰特征线,并得到对应的大脑镰正中矢状面。具体的,首先,基于解剖位置等先验信息,在一定角度范围内进行直线霍夫变换;其次,以一定准则筛选出最佳的大脑镰所在直线,该准则要求霍夫变换的直线的长度要相对较长且被其分割的左右半脑的形态大小差异不能太大。
- [0056] 进一步的,所述颅骨轮廓正中矢状面的检测包括以下步骤:
- [0057] 提取出所述头部三维图像的横断层面图像中的颅骨组织掩模;提取方法为对颅内脑组织分割面积较大的CT横断层面图像进行最大强度投影,通过骨组织阈值二值化、形态学填充等操作获取该掩模,本发明实施例中使用的骨组织阈值为500HU;
- [0058] 对颅骨组织掩模逐行进行中心点提取;同时,需剔除颅骨掩模上下两端及其他异常的中心点;
- [0059] 对提取的各中心点进行直线拟合获得相应横断层面图像的正中矢状线;
- [0060] 根据横断层面图像中的正中矢状线,获得颅骨轮廓正中矢状面。
- [0061] 进一步的,所述双眼正中矢状面的检测包括以下步骤:通过对眼睛投影图像求取其双眼中心连线的中轴线的方式获取。
- [0062] 进一步的,还包括在步骤S2之前对所述头部三维图像进行倾斜校正的步骤,包括:
- [0063] S10.提取出所述头部三维图像的横断层面图像中的颅骨组织掩模;
- [0064] S20.对颅骨组织掩模逐行进行中心点提取;
- [0065] S30.对提取的各中心点进行直线拟合,获得颅骨组织中心线,并求取该颅骨组织中心线与参考方向(Y方向,即与身体长轴方向Z方向垂直的铅垂方向)的夹角 θ_i (i 为直线拟合次数,其为整数,取值为1,2,3...);
- [0066] S40.进行颅骨组织掩模旋转判断;若求取的颅骨组织中心线与垂直方向夹角 θ_i 小于1度或旋转次数大于3次时,则颅骨组织掩模旋转终止,否则,对颅骨组织掩模进行 θ_i 角度旋转,并对旋转得到的新的颅骨组织掩模后返回步骤S20,直至满足颅骨组织掩模旋转终止条件为止。
- [0067] S50.对各次旋转的角度 θ_i 求和,得到最终的旋转角度 θ ,且当 $\theta > 1$ 度时,采用该旋转角度 θ 对输入的头部三维图像进行倾斜校正。
- [0068] 进一步的,所述步骤S3.根据所述头部三维图像的横断层面图像中的先验信息和/或局部特征点对初始正中矢状面进行调整,确定颅内脑组织的正中矢状面SP,具体包括;
- [0069] 在上述三个正中矢状面基础上,需进一步借助图像特征点进行颅内脑组织正中矢状面确定。通过观察得知,上矢状窦、窦汇、枕内粗隆是分割左右半脑比较可靠的特征点,但由于这些特征点并不是在每一个层面都出现,因此,最终颅内脑组织正中矢状面的确定需通过全局特征点粗调和局部特征点精调两个步骤实现。
- [0070] 结合人体左右半脑基本对称、全局特征点、解剖结构位置等先验信息,确定初始颅内脑组织正中矢状面。首先,检测全局特征点,其在颅内脑组织二维投影图像上表现为局部凹点,对检测到多个凹点的情况,根据大脑镰特征线、颅骨轮廓中心线、双眼中心连线的中

轴线和各凹点的位置关系等进行约束与取舍。其次,利用全局特征点求取左右半脑分割线,并以此得到初始颅内脑组织正中矢状面。对大脑镰特征线、颅骨轮廓中心线、双眼中心连线的中轴线基于检测得到的全局特征点进行一定调整,最终选取分割左右半脑的形态大小差异较小的调整后直线作为左右半脑分割线。

[0071] 基于局部特征点进行颅内脑组织正中矢状面调整。与步骤4中方法类似,在图像空间中逐层进行基于局部特征点的左右半脑分割线精调。由于在相邻扫描断层中,该分割线一般是连续变化的,所以当相邻断层的分割线斜率差异较大时,需要根据检测特征点的可靠性及相邻层分割线确定该层最终的分割线位置。本发明中,斜率差的阈值取值为0.08。

[0072] 进一步的,所述步骤S4.根据所述正中矢状面SP对所述颅内脑组织进行分割,获得相应的左右半脑分割结果,具体包括:

[0073] 在三维空间中根据调整后的颅内脑组织正中矢状面进行左右半脑分割,得到一个由平滑的颅内脑组织正中矢状面分离的左右半脑分割结果。具体的,以该正中矢状面为基础,对颅内脑组织进行分离,并进行连通域分析,必要时需对该正中矢状面进行膨胀处理,直至得到小于一定体积比的左右半脑分割结果,再对进行分离的正中矢状面上的各点根据其左右半脑的距离远近进行归并。

[0074] 本发明充分利用了相邻层中颅内脑组织正中矢状面的连续性,以及该正中矢状面在图像空间中的特征点及解剖结构位置等信息,能够快速、稳定地进行左右半脑分割。利用该分割结果,医生能够分别评估左右半脑所受剂量,用于辐射损伤的估计。这样在放疗计划设计时,会根据剂量分布做预判,在设置照射方向和权重时,会避开某一区域等。该方法能够极大地提高医生放疗计划设计时的便利,尽量减少放射性脑损伤的发生。

[0075] 本发明充分利用了图像相邻扫描断层的连续性、特征点、解剖结构位置等信息,因此,在单一特征不明显的情形下也能很好的适用,极大地保证了分割结果的准确性和鲁棒性。

[0076] 本发明中大脑镰特征点的检测,采用了存在大脑镰的扫描断层图像的最大强度投影、直线霍夫变换等策略,最大限度地保证了大脑镰特征点检测的连续性和准确性,以得到较为准确的大脑镰正中矢状面。

[0077] 本发明根据人体左右半脑基本对称等先验信息,对大脑镰正中矢状面、人体颅骨轮廓正中矢状面(和双眼正中矢状面,若存在)等进行对比分析和全局特征点粗调,以得到初始的颅内脑组织正中矢状面。并以该结果为基准,在图像空间中逐层进行一定空间范围内的局部特征点精调,最终在三维空间中根据调整后的颅内脑组织正中矢状面进行左右半脑分割,得到一个由平滑的颅内脑组织正中矢状面分离的左右半脑分割结果。

[0078] 本发明使用方法原理简单,算法实现复杂度低,计算速度快。

[0079] 需要说明的是,通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明的部分或全部可借助软件并结合必需的通用硬件平台来实现。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可包括其上存储有机器可执行指令的一个或多个机器可读介质,这些指令在由诸如计算机、计算机网络或其他电子设备等一个或多个机器执行时可使得该一个或多个机器根据本发明的实施例来执行操作。机器可读介质可包括,但不限于,软盘、光盘、CD-ROM(紧致盘-只读存储器)、磁光盘、ROM(只读存储器)、RAM(随机存取存储器)、

EPROM(可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(电可擦除可编程只读存储器)、磁卡或光卡、闪存、或适于存储机器可执行指令的其他类型的介质/机器可读介质。

[0080] 本发明可用于众多通用或专用的计算系统环境或配置中。例如：个人计算机、服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备、多处理器系统、基于微处理器的系统、置顶盒、可编程的消费电子设备、网络PC、小型计算机、大型计算机、包括以上任何系统或设备的分布式计算环境等。

[0081] 本发明可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述，例如程序模块。一般地，程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本申请，在这些分布式计算环境中，由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中，程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

[0082] 上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述，并非对本发明范围的任何限定，本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰，均属于权利要求书的保护范围。

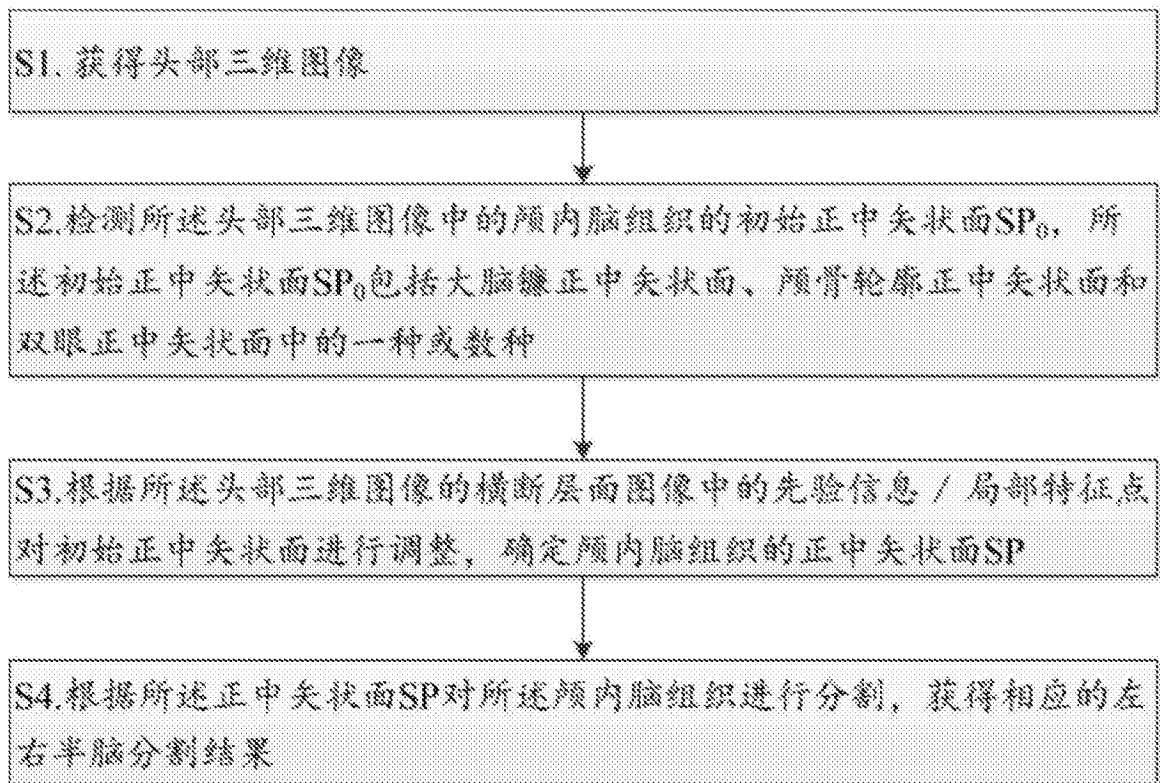


图1

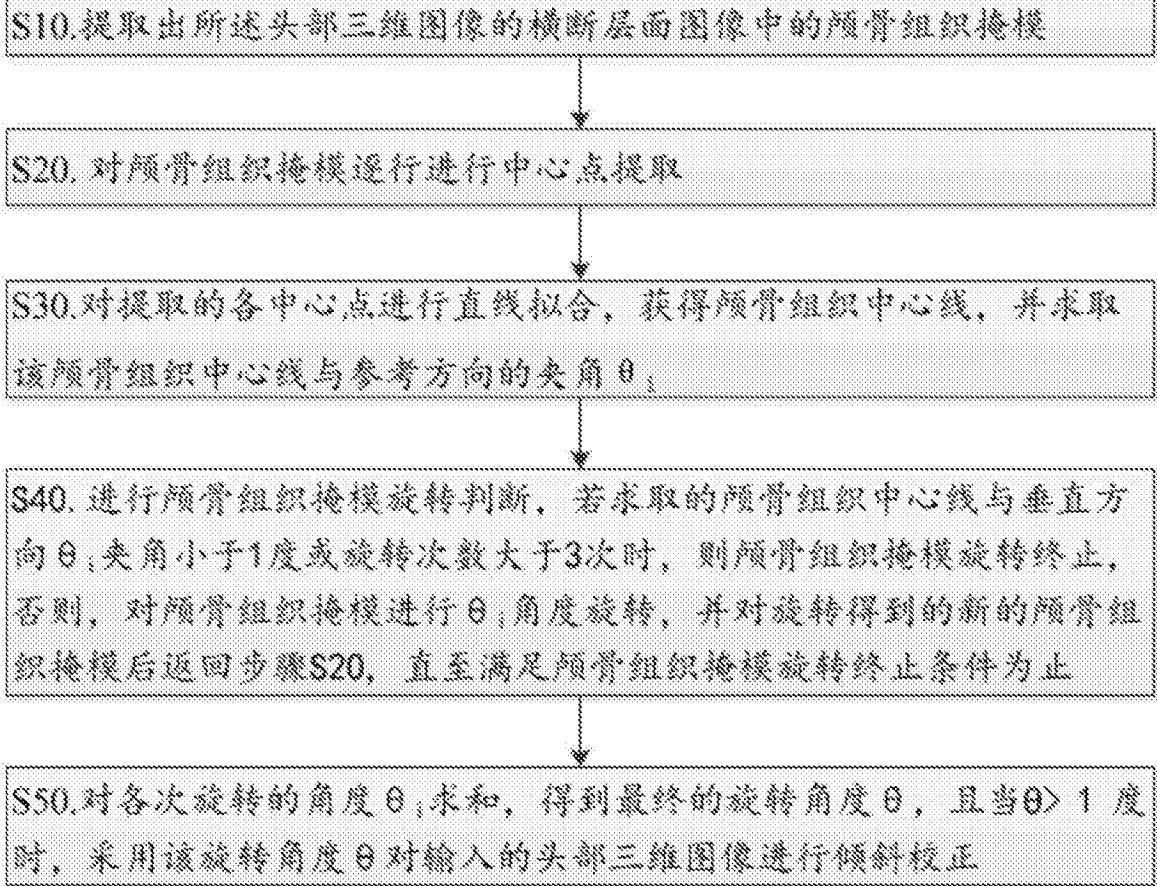


图2

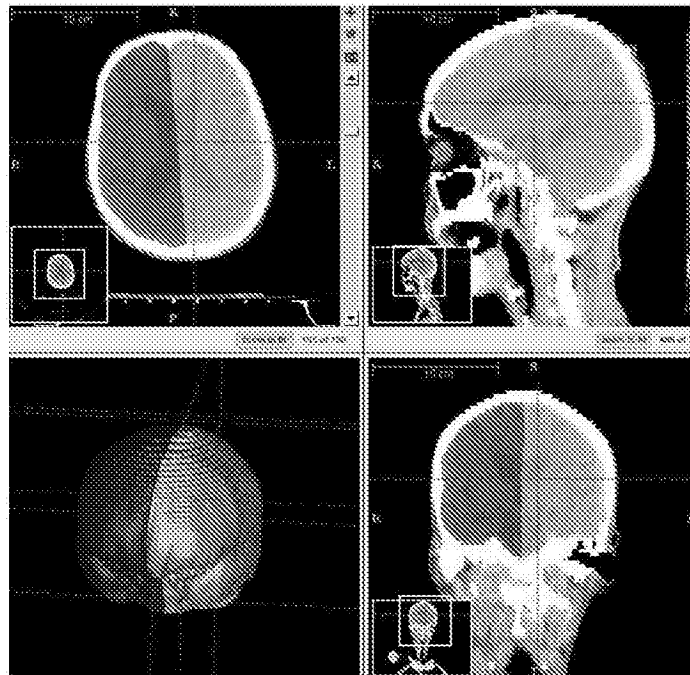


图3

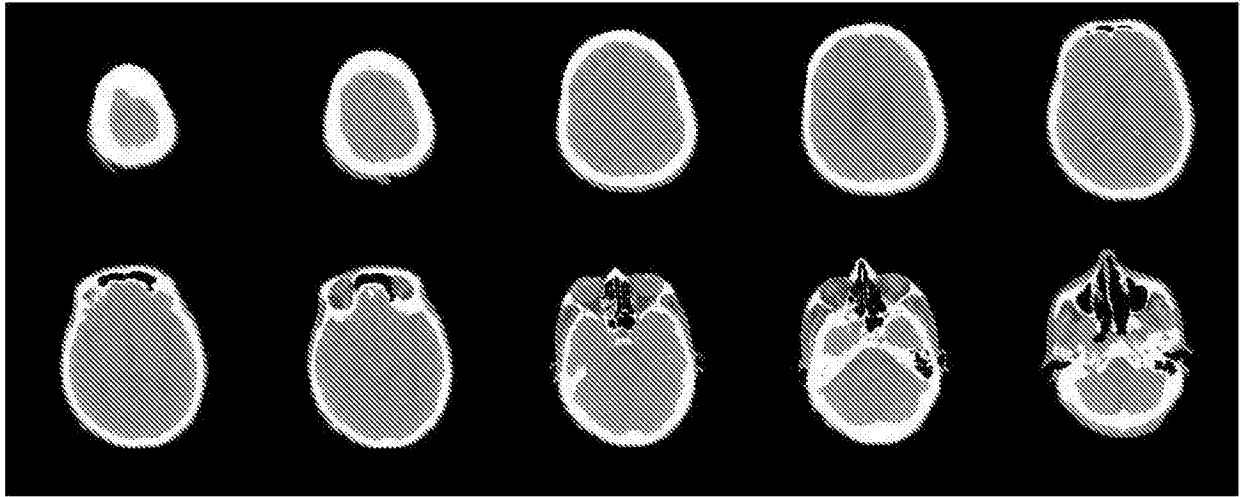


图4a

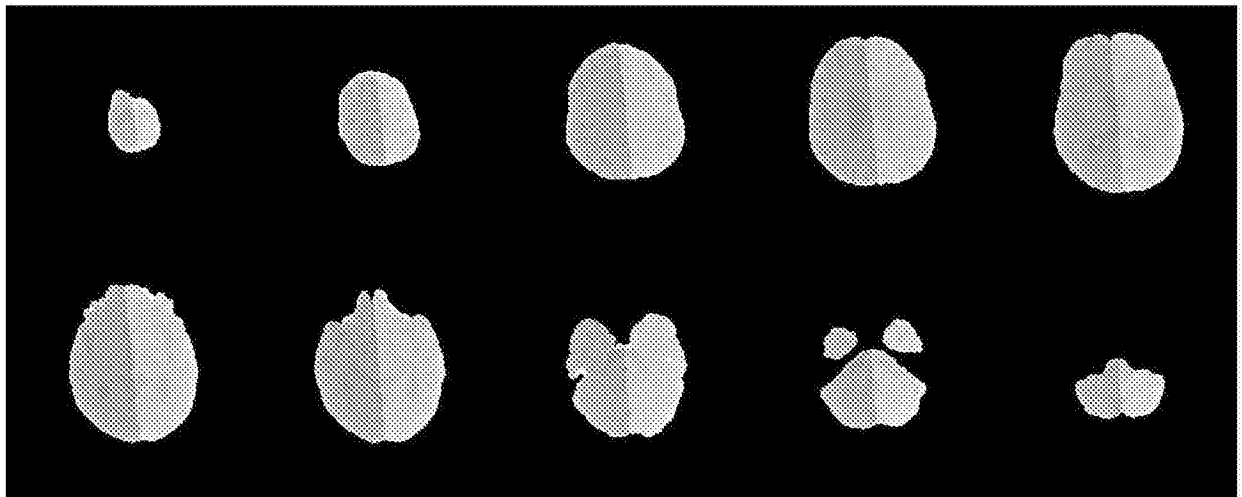


图4b