



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119889673 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 25

(21) 申请号 202411740079.1

(22) 申请日 2024.11.29

(71) 申请人 江苏省人民医院(南京医科大学第一附属医院)

地址 210029 江苏省南京市广州路300号

(72) 发明人 张久楼 鲁珊珊 滕晓萍

(74) 专利代理机构 北京酷爱智慧知识产权代理有限公司 11514

专利代理师 赵中富

(51) Int. Cl.

G16H 50/30 (2018.01)

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 6/00 (2024.01)

A61B 6/50 (2024.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G06N 3/045 (2023.01)

G06N 3/0464 (2023.01)

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06N 3/088 (2023.01)

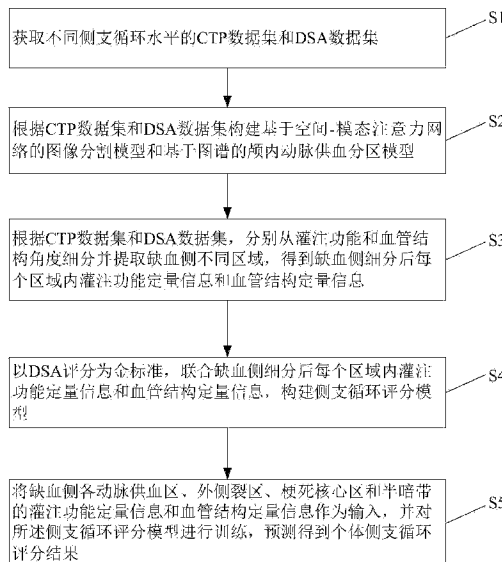
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法及计算设备

(57) 摘要

本发明实施例公开了一种急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法及设备。方法包括：获取不同侧支循环水平的CTP数据集和DSA数据集，构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型和基于图谱的颅内动脉供血分区模型，分别从灌注功能和血管结构角度细分并提取缺血侧不同区域，以DSA评分为金标准，联合缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息，构建侧支循环评分模型；将缺血侧各动脉供血区、外侧裂区、梗死核心区和半暗带的灌注功能定量信息和血管结构定量信息作为输入和模型训练，预测得到个体侧支循环评分结果。本发明通过联合分析CTP提供的灌注功能和血管结构信息，可以提高侧支循环的无创评估准确度。



1. 一种急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,其特征在于,包括:
获取不同侧支循环水平的CTP数据集和DSA数据集;
根据CTP数据集和DSA数据集构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型和基于图谱的颅内动脉供血分区模型;
根据CTP数据集和DSA数据集,分别从灌注功能和血管结构角度细分并提取缺血侧不同区域,得到缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息;
以DSA评分为金标准,联合缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息,构建侧支循环评分模型;
将缺血侧各动脉供血区、外侧裂区、梗死核心区和半暗带的灌注功能定量信息和血管结构定量信息作为输入,并对所述侧支循环评分模型进行训练,预测得到个体侧支循环评分结果。
2. 如权利要求1所述的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,其特征在于,构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型,具体为:
由CTP重建获得的rCBV、rCBF、MTT、Tmax以及MIP-CTA图像作为CTP数据集;
由临床专家手动对CTP数据集中的图像进行分割,生成标注数据;
涉及空间-模态注意力网络和构造复合加权损失函数;
使用ISLES开源数据预训练所述空间-模态注意力网络;
使用所述标注数据对预训练后的空间-模态注意力网络进行再次训练。
3. 如权利要求1所述的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,其特征在于,构建基于图谱的颅内动脉供血分区模型,具体为:
以CTP数据集中初始时相的3D CT图像为浮动图像数据集;
从所述浮动图像数据集中获取动脉供血分区图谱和参考图像;
构建无监督配准网络和损失函数;
从CTP数据集中获取待分区图像;
根据所述参考图像和待分区图像进行动脉供血分区,实现基于图谱的颅内动脉供血分区模型的训练。
4. 如权利要求3所述的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,其特征在于,从所述浮动图像数据集中获取动脉供血分区图谱和参考图像,具体为:
从所述浮动图像数据集中选择多为健康对象构建的颅内动脉十分区图谱作为动脉供血分区图谱;颅内动脉十分区包括左右两侧的大脑前、中、后动脉区、桥脑区和小脑区;
以脉供血分区图谱相对应的图像为磁共振模态,通过成熟的模态迁移算法将其转成CT模态,并以此作为参考图像。
5. 如权利要求3所述的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,其特征在于,所述无监督配准网络通过全卷积网络来生成形变场,再通过空间变换网络得到形变后图像;所述空间变换网络包括定位网络、栅格生成器及采样器。
6. 如权利要求3所述的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,其特征在于,根据所述参考图像和待分区图像进行动脉供血分区,具体为:
将所述待分区图像配准到参考图像后产生变形场,利用其可逆性将动脉供血分区图谱与逆转后变形场结合即可获得待分区图像中不同动脉供血区域的空间信息。

7.如权利要求1所述的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,其特征在于,得到缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息,具体为:

从CTP数据集的rCBV、rCBF、MTT、Tmax图像中提取灌注功能定量信息;

采用正常侧与缺血侧相对应分区的信息比值实现定量分析,以获取血管结构定量信息。

8.一种计算设备,其特征在于,包括处理器、输入设备、输出设备和存储器,所述处理器、输入设备、输出设备和存储器相互连接,其中,所述存储器用于存储计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述处理器被配置用于调用所述程序指令,执行如权利要求1-7任一项所述的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法。

一种急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法及计算设备

技术领域

[0001] 本发明涉及医学及计算机技术领域,具体涉及一种急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法及计算设备。

背景技术

[0002] 脑卒中是由血液循环障碍引起的脑功能损伤,已成为国民致死、致残的首位病因。急性缺血性脑卒中(Acute Ischemic Stroke,AIS)是最常见的脑卒中类型,约占总患病人数的70%。当AIS导致远端血流灌注下降时,血流可通过Wills环、软脑膜吻合支和局部新生血管三种侧支循环代偿方式到达缺血区。

[0003] 前期研究显示,侧支循环的好坏直接影响梗死区脑血流量稳定、最终梗死灶体积大小、血管再灌注的脑组织损害程度以及梗死或溶栓后出血转化率等。随着血管内治疗技术的不断发展,通过影像学全面评估脑侧支循环是制定个体化精准治疗方案的重要基础,受到国内外脑卒中研究人员的广泛关注。

[0004] 数字减影血管造影(Digital Subtraction Angiography,DSA)可动态清晰反映侧支代偿的来源、代偿血流的速度和覆盖范围、各级侧支循环路径以及直观测定病变血管狭窄程度和范围。美国介入和治疗神经放射学学会/介入放射学学会(ASITN/SIR)提出基于DSA的侧支循环评分系统,推荐使用5分制量表评价脑侧支血流情况。经过多个大型多中心临床对照研究证明,ASITN/SIR评分系统具有较好的一致性和可靠性,被公认为是评估急性缺血性脑卒中侧支循环的金标准。然而,DSA属于有创性检查且费用较高,很多患者本身不适合或无条件进行DSA检查,主要适用于介入取栓手术中完成侧支循环评估,难以在治疗前评估侧支循环进而指导治疗决策。因此,在急诊救治流程中更多使用基于CT血管造影(CT Angiography,CTA)或CT灌注成像(CT Perfusion,CTP)的无创侧支循环评分系统作为替代方案。但是,当前该类评分系统主要依据缺血侧或缺血区内功能学或血管结构学中的某一类信息,难以全面反映真实的侧支循环代偿水平,因此无法取得接近DSA金标准的评估效能。

[0005] 随着成像技术的快速发展,CTP不仅可以量化灌注参数获得功能信息,还能够重建出4D-CTA,且图像质量与常规CTA接近,进而模拟DSA来动态观察颅内血管,获取全脑各个方位的血管显影状态,提供具有高时间和高空间分辨率信息。因此,通过联合分析CTP提供的灌注功能和血管结构信息有助于提高侧支循环的无创评估准确度,可能是替代DSA金标准评分的一种理想方案。

发明内容

[0006] 针对现有技术的缺陷,本发明实施例的目的在于提供一种急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法及计算设备。

[0007] 为实现上述目的,第一方面,本发明实施例提供了一种急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,包括:

- [0008] 获取不同侧支循环水平的CTP数据集和DSA数据集；
- [0009] 根据CTP数据集和DSA数据集构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型和基于图谱的颅内动脉供血分区模型；
- [0010] 根据CTP数据集和DSA数据集，分别从灌注功能和血管结构角度细分并提取缺血侧不同区域，得到缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息；
- [0011] 以DSA评分为金标准，联合缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息，构建侧支循环评分模型；
- [0012] 将缺血侧各动脉供血区、外侧裂区、梗死核心区和半暗带的灌注功能定量信息和血管结构定量信息作为输入，并对所述侧支循环评分模型进行训练，预测得到个体侧支循环评分结果。
- [0013] 作为本申请的一种具体实现方式，构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型，具体为：
- [0014] 由CTP重建获得的rCBV、rCBF、MTT、Tmax以及MIP-CTA图像作为CTP数据集；
- [0015] 由临床专家手动对CTP数据集中的图像进行分割，生成标注数据；
- [0016] 涉及空间-模态注意力网络和构造复合加权损失函数；
- [0017] 使用ISLES开源数据预训练所述空间-模态注意力网络；
- [0018] 使用所述标注数据对预训练后的空间-模态注意力网络进行再次训练。
- [0019] 作为本申请的一种具体实现方式，构建基于图谱的颅内动脉供血分区模型，具体为：
- [0020] 以CTP数据集中初始时相的3D CT图像为浮动图像数据集；
- [0021] 从所述浮动图像数据集中获取动脉供血分区图谱和参考图像；
- [0022] 构建无监督配准网络和损失函数；
- [0023] 从CTP数据集中获取待分区图像；
- [0024] 根据所述参考图像和待分区图像进行动脉供血分区，实现基于图谱的颅内动脉供血分区模型的训练。
- [0025] 作为本申请的一种具体实现方式，从所述浮动图像数据集中获取动脉供血分区图谱和参考图像，具体为：
- [0026] 从所述浮动图像数据集中选择多为健康对象构建的颅内动脉十分区图谱作为动脉供血分区图谱；颅内动脉十分区包括左右两侧的大脑前、中、后动脉区、桥脑区和小脑区；
- [0027] 以脉供血分区图谱相对应的图像为磁共振模态，通过成熟的模态迁移算法将其转成CT模态，并以此作为参考图像。
- [0028] 作为本申请的一种具体实现方式，根据所述参考图像和待分区图像进行动脉供血分区，具体为：
- [0029] 将所述待分区图像配准到参考图像后产生变形场，利用其可逆性将动脉供血分区图谱与逆转后变形场结合即可获得待分区图像中不同动脉供血区域的空间信息。
- [0030] 作为本申请的一种具体实现方式，得到缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息，具体为：
- [0031] 从CTP数据集的rCBV、rCBF、MTT、Tmax图像中提取灌注功能定量信息；
- [0032] 采用正常侧与缺血侧相对应分区的信息比值实现定量分析，以获取血管结构定量

信息。

[0033] 第二方面,本申请实施例还提供了一种计算设备,包括处理器、输入设备、输出设备和存储器,所述处理器、输入设备、输出设备和存储器相互连接,其中,所述存储器用于存储计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述处理器被配置用于调用所述程序指令,执行上述第一方面的方法。

[0034] 实施本发明实施例,针对侧支循环智能评估相关问题进行研究,旨在通过机器学习前沿技术同时分割脑卒中缺血侧内梗死核心区、半暗带和外侧裂区,并对颅内动脉供血进行分区,自动定量计算缺血侧不同区域的血管结构和灌注功能信息,进而融合多模信息构建五分类模型实现侧支循环的智能评估,并对其在临床应用中进行验证,主要优点包括:

[0035] (1) 基于机器学习融合灌注功能和血管结构信息提出一种更全面评估侧支循环的智能解决方案,突破以往评估系统中信息不全的约束。

[0036] (2) 设计神经网络模型同时分割缺血侧内梗死核心区、半暗带外侧裂区,体现了缺血侧灌注功能信息变化的空间异质性。

[0037] (3) 构建神经网络模型细分颅内动脉供血区,体现了缺血侧血管结构信息变化的空间异质性。

[0038] (4) 以DSA评分为参考,融合缺血侧不同区域内灌注功能和血管结构定量信息构建五分类机器学习模型,获得拟合DSA金标准的智能评分结果。

附图说明

[0039] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。

[0040] 图1是本发明实施例提供的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法的流程图;

[0041] 图2是空间-模态注意力网络模型训练流程图;

[0042] 图3是基于图谱的颅内动脉供血分区模型训练流程图;

[0043] 图4是计算设备的结构图。

具体实施方式

[0044] 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。

[0045] 应当理解,当在本说明书和所附权利要求书中使用时,术语“包括”和“包含”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。

[0046] 本发明的发明构思是:

[0047] 鉴于CTP图像能够提供丰富且互补的灌注功能和血管结构信息,本发明认为联合分析灌注功能和血管结构信息可以提高侧支循环评估准确度。因此,准确分割缺血侧不同区域从而定量提取充分的灌注功能和血管结构信息是构建有效侧支循环评分模型的前提条件。本项目基于临床上可大量获取包括不同侧支循环水平的CTP和DSA数据集,具体通过:

构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型和基于图谱的颅内动脉供血分区模型,分别从灌注功能和血管结构角度细分并提取缺血侧不同区域;以DSA评分为金标准,联合缺血侧细分后每个区域内灌注功能和血管结构定量信息,构建一个智能评估模型以指导个体快速获得准确的侧支循环评分。

[0048] 请参考图1,是本发明实施例提供的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法,包括如下步骤:

[0049] S1,获取不同侧支循环水平的CTP数据集和DSA数据集。

[0050] 在搜集、整理、构建一定规模CTP-D SA图像数据库并进行预处理之后;首先,根据CTP重建后不同图像特点研究有效的图像分割模型;其次,研究用于颅内动脉供血分区的深度神经网络模型;然后,自动定量计算缺血侧不同区域内灌注功能和血管结构信息,以DSA五分制评分结果为金标准,构建五分类模型实现侧支循环的智能化评分。

[0051] 不同时相的颅内动脉显影是获取血管结构信息的重要环节,本项目首先使用基于深度学习的血管提取模型获得峰值时相的颅内动脉显影,随后可将其匹配到4D-CTA图像中,进而提取动态显影信息以模拟DSA造影,再通过VMTK工具包实现血管结构中心线提取。

[0052] 为便于后续图像分割模型、供血分区模型以及侧支循环评分模型的训练和测试,本项目将所有数据分为70%训练集和30%测试集。

[0053] S2,根据CTP数据集和DSA数据集构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型和基于图谱的颅内动脉供血分区模型。

[0054] 一、构建基于空间-模态注意力网络的图像分割模型

[0055] (1) 构建数据集:由CTP重建获得的rCBV、rCBF、MTT、Tmax以及MIP-CTA图像作为数据集。

[0056] (2) 生成标注数据:综合参考由CTP获得的各类图像,以多位临床专家手动分割梗死核心区、半暗带以及外侧裂区作为金标准生成标注数据。

[0057] (3) 设计空间-模态注意力网络:以U-Net结构为基础,rCBV、rCBF、MTT、Tmax和MIP-CTA五个模态图像作为输入,但在降采样路径上每个模态图像的卷积和降采样操作都是各自独立的,所以会获得每个模态的不同尺度特征。跳跃连接之间嵌入空间-模态注意力(Spatial-Modal Attention, SMA) 模块,包括空间注意力和模态注意力两个分支。空间注意力分支旨在通过在特征通道上进行池化、卷积、激活等操作获得与特征尺度一样的空间权重系数。模态注意力分支则是通过在空间以及每个模态特征通道上进行、池化、卷积、激活等操作获得模态权重系数。本项目在此基础上也将研究比较空间和模态注意力两个分支串联和并联组合方式哪种更适合图像分割目标。

[0058] (4) 构造复合加权损失函数:除Dice损失外,还加入边界损失,按不同权重构造复合加权损失函数。

[0059] (5) 模型训练和优化:在训练优化过程中,首先使用ISLES开源数据来训练构建空间-模态注意力网络作为预训练模型,然后再使用临床数据训练,以此增强模型的泛化能力和稳定性。

[0060] 其中,空间-模态注意力网络模型训练流程如图2所示。

[0061] 二、构建基于图谱的颅内动脉供血分区模型

[0062] (1) 浮动图像数据集构建:以CTP源数据集中初始时相的3D CT图像为浮动图像数

据集。

[0063] (2) 获取动脉供血分区图谱和参考图像:本项目选择由16位健康对象构建的颅内动脉十分区图谱,包括左右两侧的大脑前、中、后动脉区、桥脑区和小脑区。与图谱相对应的图像为磁共振模态,通过成熟的模态迁移算法将其转成CT模态,并以此作为参考图像。

[0064] (3) 构建无监督配准网络:通过全卷积网络来生成形变场,再通过空间变换网络得到形变后图像。其中全卷积神经网络可以借鉴研究方案2)中的神经网络架构,空间转换网络包括定位网络、栅格生成器以及采样器三个部分。

[0065] (4) 损失函数构造:以图像相似性损失为主,并结合形变场的平滑正则项损失以保证形变场的平滑性。

[0066] (5) 动脉供血分区:待分区图像配准到参考图像后会产生变形场,然后利用其可逆性将动脉供血分区图谱与逆转后变形场结合即可获得待分区图像中不同动脉供血区域的空间信息,采用不同的分区图谱会产生不同的分区结果,分区越细越能准确反映缺血侧信息的空间异质性。

[0067] 其中,基于图谱的颅内动脉供血分区模型训练流程如图3所示。

[0068] S3,根据CTP数据集和DSA数据集,分别从灌注功能和血管结构角度细分并提取缺血侧不同区域,得到缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息。

[0069] 细分后缺血侧不同区域可以直接映射到相应血管结构图像和灌注功能图像上,然后分别计算各区内血管体积、血管长度、显影延迟时间、血流量等结构和功能定量信息。对于功能定量信息,rCBF、rCBV、MTT和Tmax就是对脑组织血流灌注的量化,其绝对值能够反映不同区域的灌注水平,可以从图像中直接提取。

[0070] 然而,由于个体差异和造影剂用量等影响,计算缺血侧不同区域内血管结构信息绝对值的意义相对较小,本项目拟采用正常侧与缺血侧相对应分区的信息比值实现定量分析。本项目拟计算峰值时相血管体积比例、同时相血管体积比例和血管长度比例等。血管体积比例 r_v 通过公式(1)计算:

$$[0071] \quad r_v = \frac{\sum_{\varphi \in \Phi} I(\varphi)}{\sum_{\varphi \in \Phi} N(\varphi)} \quad (1)$$

[0072] 其中 φ 是属于血管结构图像显影体素集 Φ 的体素,I和N代表缺血侧和正常侧。 r_v 可计算缺血侧和正常侧均处在峰值时相的血管体积比,而同时相血管体积比 r_{vg} 可通过结合不同体素血管强度来实现,如公式(2)所示:

$$[0073] \quad r_{vg} = \frac{\sum_{\varphi \in \Phi} I(\varphi).G(\varphi)}{\sum_{\varphi \in \Phi} N(\varphi).G(\varphi)} \quad (2)$$

[0074] 其中 $G(\varphi)$ 表示不同体素灰度值。血管长度 r_l 可通过血管中心线体素结合相邻体素平均距离计算,如公式(3)所示:

$$[0075] \quad r_l = \frac{\sum_{\varphi \in \Phi} I(\varphi).D(\varphi)}{\sum_{\varphi \in \Phi} N(\varphi).D(\varphi)} \quad (3)$$

[0076] 其中 $D(\varphi)$ 表示每个体素与相邻体素平均距离。

[0077] 根据缺血侧不同区域及其相应的灌注功能和血管结构信息,本项目至少可以提取37种信息(需依据具体时相数量确定),如表1所示。

[0078] 表1.缺血侧不同区域内信息汇总

[0079]	信息类别 缺血侧	灌注功能信息 (rCBV、rCBF、MTT、Tmax)	血管结构信息 (血管长度比、峰值时相血管体积比、 不同时相血管体积比)
	梗死核心区、半暗带、 外侧裂区	12个	无
	前动脉区、中动脉区、 后动脉区、桥脑区、 小脑区	20个	≥15个

[0080] S4,以DSA评分为金标准,联合缺血侧细分后每个区域内灌注功能定量信息和血管结构定量信息,构建侧支循环评分模型。

[0081] S5,将缺血侧各动脉供血区、外侧裂区、梗死核心区和半暗带的灌注功能定量信息和血管结构定量信息作为输入,并对所述侧支循环评分模型进行训练,预测得到个体侧支循环评分结果。

[0082] 本实施例以基于DSA的ASTIN/SIR五分制评分结果为金标准,设计五分类机器学习模型,研究使用支持向量机(Support Vector Machine,SVM)、随机森林等分类器,将缺血侧各动脉供血区、外侧裂区、梗死核心区和半暗带的灌注功能与血管结构定量信息作为输入并对模型进行训练,进而预测个体侧支循环评分结果,并研究不同定量信息对分类精度的影响。

[0083] 从以上描述可以得知,本发明实施例针对侧支循环智能评估相关问题进行研究,旨在通过机器学习前沿技术同时分割脑卒中缺血侧内梗死核心区、半暗带和外侧裂区,并对颅内动脉供血进行分区,自动定量计算缺血侧不同区域的血管结构和灌注功能信息,进而融合多模信息构建五分类模型实现侧支循环的智能评估,并对其在临床应用中进行验证,主要优点包括:

[0084] (1) 基于机器学习融合灌注功能和血管结构信息提出一种更全面评估侧支循环的智能解决方案,突破以往评估系统中信息不全的约束。

[0085] (2) 设计神经网络模型同时分割缺血侧内梗死核心区、半暗带外侧裂区,体现了缺血侧灌注功能信息变化的空间异质性。

[0086] (3) 构建神经网络模型细分颅内动脉供血区,体现了缺血侧血管结构信息变化的空间异质性。

[0087] (4) 以DSA评分为参考,融合缺血侧不同区域内灌注功能和血管结构定量信息构建五分类机器学习模型,获得拟合DSA金标准的智能评分结果。

[0088] 基于相同的发明构思,本发明实施例提供了一种计算设备,如图4所示,其可以包括:一个或多个处理器101、一个或多个输入设备102、一个或多个输出设备103和存储器104,上述处理器101、输入设备102、输出设备103和存储器104通过总线105相互连接。存储器104用于存储计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,所述处理器101被配置用于调用所述程序指令执行上述方法实施例部分的方法。

[0089] 应当理解,在本发明实施例中,所称处理器101可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),该处理器还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0090] 输入设备102可以包括键盘等,输出设备103可以包括显示器(LCD等)、扬声器等。

[0091] 该存储器104可以包括只读存储器和随机存取存储器,并向处理器101提供指令和数据。存储器104的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器。例如,存储器104还可以存储设备类型的信息。

[0092] 具体实现中,本发明实施例中所描述的处理器101、输入设备102、输出设备103可执行本发明实施例提供的急性缺血性脑卒中侧支循环无创评估方法的实施例中所描述的实现方式,在此不再赘述。

[0093] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

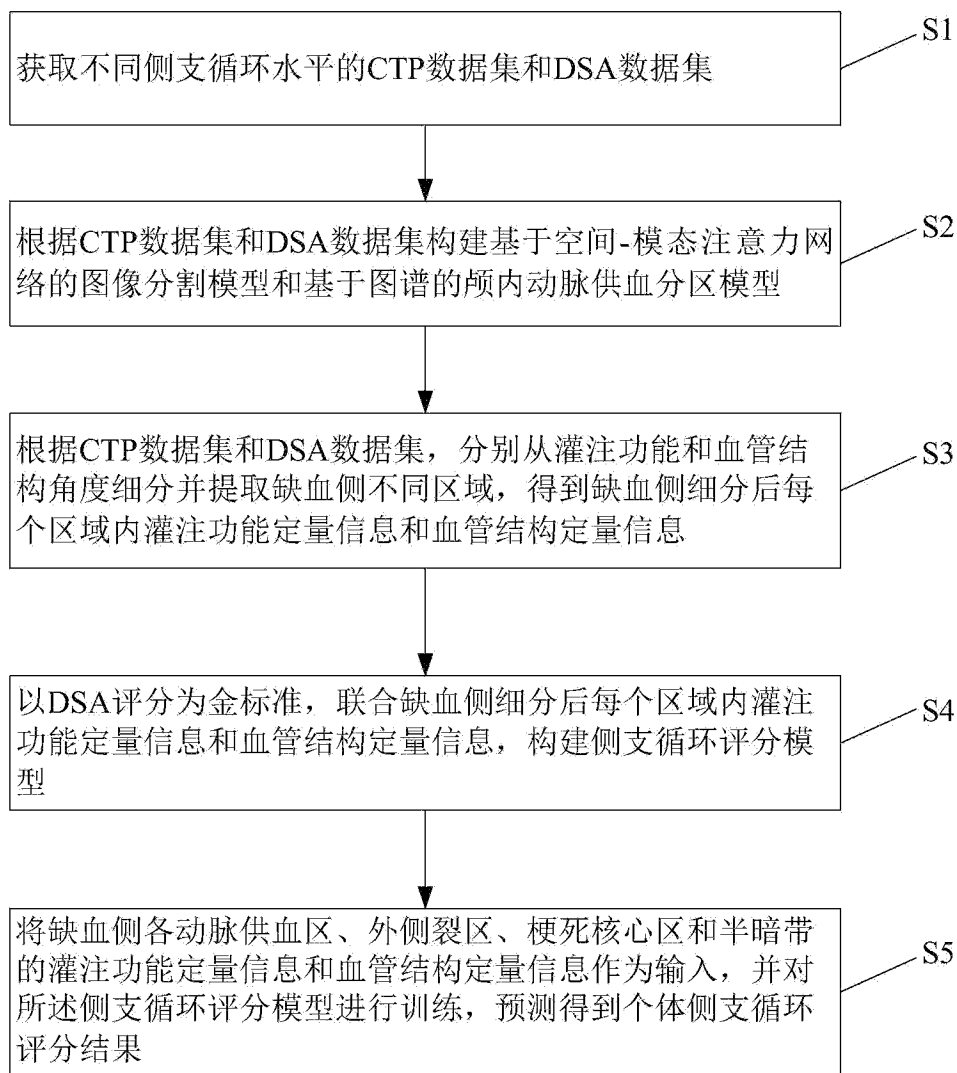


图1

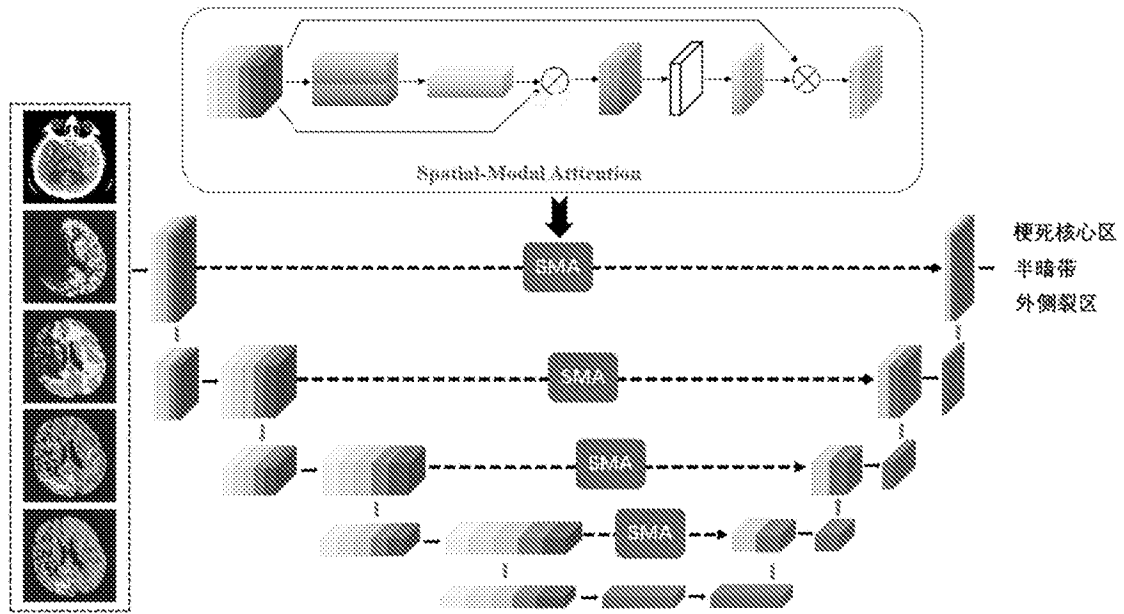


图2

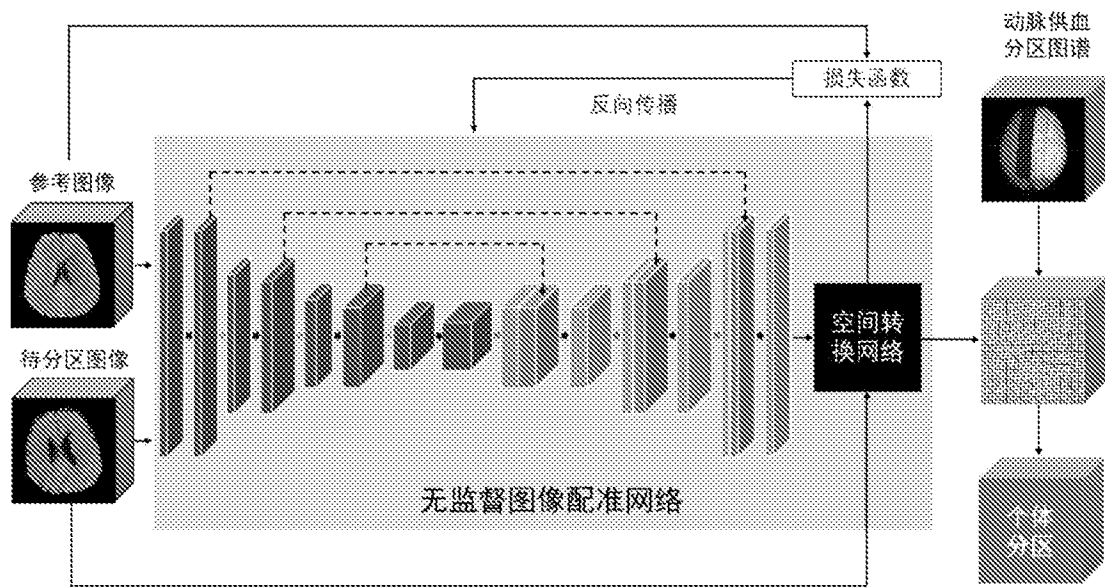


图3

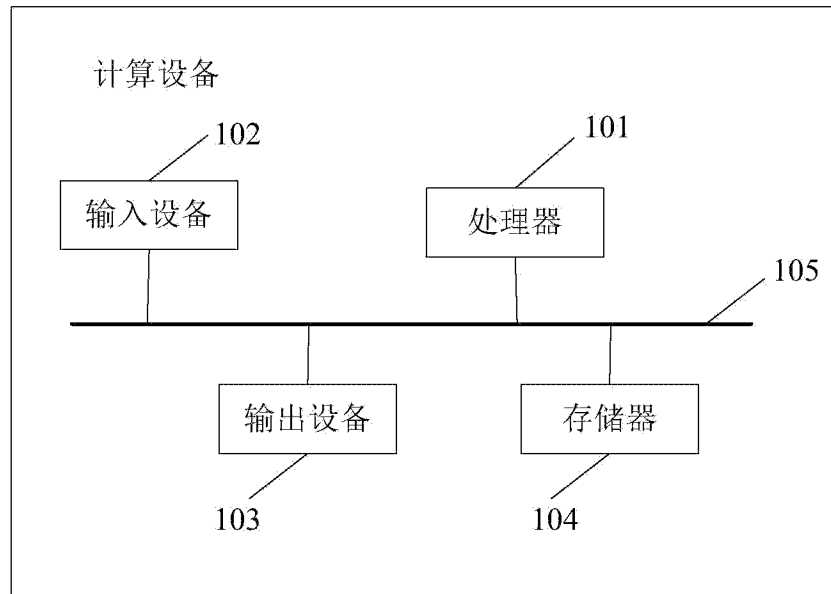


图4