

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 9 月 1 日 (01.09.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/178997 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/33 (2017.01) **G16H 30/20** (2018.01)
G06T 5/50 (2006.01) **G06N 3/04** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/096702

(22) 国际申请日: 2021 年 5 月 28 日 (28.05.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110210897.0 2021年2月25日 (25.02.2021) CN

(71) 申请人: 平安科技(深圳)有限公司(PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN];
中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 李雷来(LI, Leilai); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。王健宗(WANG, Jianzong); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。瞿晓阳(QU, Xiaoyang); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳众鼎专利商标代理事务所(普通合伙)(SHENZHEN ZHONGDING INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市罗湖区笋岗街道笋岗东路 3012 号中民时代广场 B 座 701, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: MEDICAL IMAGE REGISTRATION METHOD AND APPARATUS, COMPUTER DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 医学影像配准方法、装置、计算机设备及存储介质

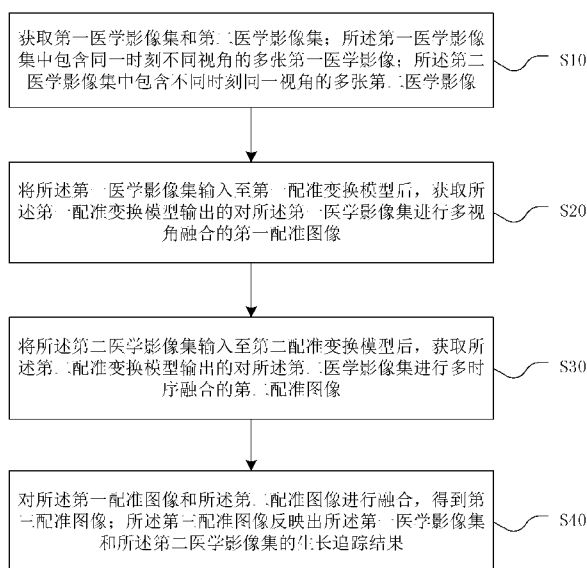


图 2

S10 Obtain a first medical image set and a second medical image set, wherein the first medical image set comprises a plurality of first medical images of different angles of view at the same moment, and the second medical image set comprises a plurality of second medical images of the same angle of view at different moment

S20 After inputting the first medical image set into a first registration transformation model, obtain a first registered image outputted by the first registration transformation model for multi-view-angle fusion of the first medical image set

S30 After inputting the second medical image set into a second registration transformation model, obtain a second registered image outputted by the second registration transformation model for multi-time-sequence fusion of the second medical image set

S40 Fuse the first registered image and the second registered image to obtain a third registered image, wherein the third registered image reflects the growth tracking results of the first medical image set and the second medical image set

(57) Abstract: A medical image registration method and apparatus, a computer device, and a storage medium. The method comprises: obtaining a first medical image set and a second medical image set (S10); after inputting the first medical image set into a first registration transformation model, obtaining a first registered image outputted by the first registration transformation model for multi-view-angle fusion of the first medical image set (S20); after inputting the second medical image set into a second registration transformation model, obtaining a second registered image outputted by the second registration transformation model for multi-time-sequence fusion of the second medical image set (S30); and fusing the first registered image and the second registered image to obtain a third registered image (S40). The method replaces manual determination by means of an artificial intelligence model, thereby improving the determination rate and the determination accuracy.



BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种医学影像配准方法、装置、计算机设备及存储介质。所述方法包括: 获取第一医学影像集和第二医学影像集(S10); 将第一医学影像集输入至第一配准变换模型后, 获取第一配准变换模型输出的对第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像(S20); 将第二医学影像集输入至第二配准变换模型后, 获取第二配准变换模型输出的对第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像(S30); 对第一配准图像和第二配准图像进行融合, 得到第三配准图像(S40)。所述方法通过人工智能模型代替人工判断, 进而提高判断速率和判断准确率。

医学影像配准方法、装置、计算机设备及存储介质

本申请要求于 2021 年 02 月 25 日提交中国专利局、申请号为 202110210897.0，发明名称为“医学影像配准方法、装置、计算机设备及存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及数字医疗的 AI 医疗技术领域，应用于数字医疗中的智慧医疗，尤其揭露了一种医学影像配准方法、装置、计算机设备及存储介质。

背景技术

医疗科技作为目前人工智能技术的重要研究领域之一，在医学影像、临床决策支持、药物研发以及病理学等方面发挥出了巨大作用，医疗与科技的融合能够有助于医生快速准确地作出诊断，真正地实现“早诊断，早治疗，早康复”的医学目标。其中，医学影像配准在医疗科技中具有很大的实用价值。

目前，随着医学成像设备的不断更新与发展，对于同一患者，可以通过多种成像技术如 CT、MRI 等去多角度多方面采集患者的病理细胞结构信息。发明人发现以往的传统诊断手段，往往需要一些经验丰富的医生，通过对不同图像的观察以及多方面综合分析，以及结合主观经验和空间想象去作出相关的预测结果，因此发明人发现现有技术中还是过多依赖于医生的主观经验和空间想象去作出判断，现有技术可能存在判断速率和判断准确率不高的问题。

发明内容

基于此，有必要针对上述技术问题，提供一种医学影像配准方法、装置、计算机设备及存储介质，用于通过人工智能模型代替人工判断，提高判断速率和判断准确率。

一种医学影像配准方法，包括：

获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

一种医学影像配准装置，包括：

第一获取模块，用于获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

第二获取模块，用于将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

第三获取模块，用于将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

融合模块，用于对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

一种计算机设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机可读指令，所述处理器执行所述计算机可读指令时实现如下步骤：

获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

一个或多个存储有计算机可读指令的可读存储介质，所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器执行如下步骤：

获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

上述医学影像配准方法、装置、计算机设备及存储介质，获取第一医学影像集中包含特定条件（同一时刻不同视角）的第一医学影像以及第二医学影像集中包含特定条件（不同时刻同一视角）的第二医学影像中包含特征的第二医学影像，通过两个配准变换模型分别处理对应的第一医学影像和第二医学影像进行图像配准，可提高模型对特定数据的处理能力，提高数据处理效率；接着通过第一图像插值模块将特定条件下多张第一医学图像融合成一张第一配准图像，通过第二图像插值模块将特定条件下多张第二医学图像融合成一张第二配准图像，对不同视角和不同时刻下的图像进行分别处理，得到每一种图像下的所有图像信息；之后再对第一配准图像和第二配准图像进行融合，得到包含更全面图像信息（生长追踪结果）的第三配准图像；总而言之，本方法借用人工智能模型进行处理，抛弃之前过多依赖于医生的主观经验和空间想象的现象（人工参与工作多，且也过多依赖于人工的经验），辅助医生进行参考处理，提高判断速率和判断准确率。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例的描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本申请一实施例中医学影像配准方法的一应用环境示意图；

图2是本申请一实施例中医学影像配准方法的一流程图；

图3是本申请一实施例中医学影像配准装置的结构示意图；

图 4 是本申请一实施中第一标准训练图像的训练流程图；

图 5 是本申请一实施中医学影像集的处理流程图；

图 6 是本申请一实施例中计算机设备的一示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请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申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本申请提供的医学影像配准方法，可应用在如图 1 的应用环境中，其中，客户端通过网络与服务器进行通信。其中，客户端可以包括但不限于各种个人计算机、笔记本电脑、智能手机、平板电脑和便携式可穿戴设备。服务器可以用独立的服务器或者是多个服务器组成的服务器集群来实现。

在一实施例中，如图 2 所示，提供一种医学影像配准方法，以该方法应用在图 1 中的服务器为例进行说明，包括如下步骤：

S10，获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

可理解地，第一医学影像集存在多张第一医学影像，第一医学影像可为常见的 2D 图像，如 B 超图像，第二医学影像与第一医学影像集一致，其中，第一医学影像和第二医学影像由医学成像设备（如 CT 设备、MRI 设备或 B 超设备等）采集，第一医学影像反映出同一时刻不同视角的细胞组织结果的成像结果，和第二医学影像反映出不同时刻同一个视角的细胞组织结果的成像结果，且第一医学影像和第二医学影像都是针对同一个病理的生长部位，如肿瘤生长部位，在生长部位为肿瘤生长部位时，第一医学影像和第二医学图像都与该肿瘤生长部位关联。

S20，将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

可理解地，第一配准变换模型是由卷积神经网络+图像插值模块组成，卷积神经网络是一种深度前馈人工神经网络，应用于图像识别，第一配准变换模型主要是处理第一医学影像集，其中，卷积神经网络模型中可设置最基本的四个层，分别为卷积层、池化层、线性整流层和全连接层，卷积层用于提取输入的第一医学影像中不同特征，池化层用于对卷积层中的特征进行优化处理，得到新的且维度更小的特征，线性整流层使用活性化函数进行线性整流，全连接层用于把所有的特征转换成全局特征，计算第一医学影像所属类别的分数；具体地，在将多张第一医学影像输入至第一配准变换模型后，通过该网络中的卷积神经网络可将多张第一医学影像生成第一变形场图像，对第一变形场图像进行图像插值后，可得到第一配准图像；本实施例可将第一医学影像集中的第一医学影像进行融合成一张第一配准图像。

S30，将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

可理解地，第二配准变换模型的组成与第一配准变换模型是一致的，不同之处在于第二配准变换模型是处理第二医学影像集，可见，第二配准变换模型中的卷积神经网络训练的数据与第一配准变换模型中的卷积神经网络不同，而两者之间的网络结构可完全相同；本实施例可将第二医学影像集中的第二医学影像进行融合成一张第二配准图像。

S40，对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

可理解地，根据上述两个配准变换模型求得第一配准图像和第二配准图像后，通过特征级图像融合对第一配准图像和第二配准图像进行图像融合，得到第三配准图像，具体地，提取第一配准图像和第二配准图像中的特征信息（如边缘、形状、轮毂和局部特征信息），将提取到的特征信息进行综合处理，综合处理包括目标状态特征融合或目标特性融合中的任意一种，通过目标状态特征融合将与同一时刻不同视角关联的第一配准图像和不同时刻相同视角的第二配准图像进行目标特征统计，对两者提取到的目标特征进行严格配准，得到包含更多图像特征的第三配准图像，通过目标特性融合对第一配准图像和第二配准图像中的特征向量进行重新组合，增加两者之间的图像特征维度，得到第三配准图像，其中，第三配准图像能对多视角和多时序的图像进行融合，因此第三配准图像可完成显示出病理的生长追踪结果；在本实施例之后，可将生长追踪结果的综合变换情况反馈至预设数据接收方。

步骤 S10 至步骤 S40 所在的实施例，获取第一医学影像集中包含特定条件（同一时刻不同视角）的第一医学影像以及第二医学影像集中包含特定条件（不同时刻同一视角）的第二医学影像中包含特征的第二医学影像，通过两个配准变换模型分别处理对应的第一医学影像和第二医学影像进行图像配准，可提高模型对特定数据的处理能力，提高数据处理效率；接着通过第一图像插值模块将特定条件下多张第一医学图像融合成一张第一配准图像，通过第二图像插值模块将特定条件下多张第二医学图像融合成一张第二配准图像，对不同视角和不同时刻下的图像进行分别处理，得到每一种图像下的所有图像信息；之后再对第一配准图像和第二配准图像进行融合，得到包含更全面图像信息（生长追踪结果）的第三配准图像；总而言之，本申请借用人工智能模型进行处理，辅助医生件处理，提高判断速率和判断准确率。本申请可应用于智慧医疗领域中，从而推动智慧城市的建设。

进一步地，如图 5 所述，在通过医学成像设备获取关于肿瘤患者的医学影像集后，按照视角和时刻的关系划分医学影像集后得到第一医学影像集合第二医学影像集，再将第一医学影像集和第二医学影像集分别输入至第一配准网络和第二配准网络后，得到包含综合情况的第一配准图像和包含变化情况的第二配准图像，最后通过融合两张图像得到包含肿瘤生长追踪情况的第三配准图像。

进一步地，所述第一配准变换模型包括第一卷积神经网络和第一图像插值模块，所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像，包括：

获取所述第一医学影像集中的多张所述第一医学影像；

将所有所述第一医学影像输入至第一卷积神经网络后，获取将各所述第一医学影像变形之后生成的多个第一变形场图像；

将所有所述第一变形场图像通过第一图像插值模块进行图像插值后，得到一张所述第一配准图像。

可理解地，本实施例中的第一配准变换模型是包括图像插值模块，其中图像插值的目的是将多个变形场变换到同一个图像空间中，具体公式见下述；本实施例中的一张第一医学影像对应一个变形场，变形场中包括了卷积神经网络对第一医学图像进行处理后所得到的图像特征。

进一步地，如图 4 所示，所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像之前，还包括：

获取第一标准训练图像以及第一参考图像，将一张所述第一标准训练图像以及一张所述第一参考图像作为一对第一配准对，通过第一卷积神经网络对所有所述第一配准对进行变形后，得到多个第一训练变形场；一个所述第一训练变形场对应一张所述第一标准训练图像；

将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后,得到第一插值结果;

将所述第一插值结果和所述第一参考图像输入至与所述第一卷积神经网络关联的第一预设损失函数后,获取第一训练变形场和第一参考图像的第一损失值;

在所述第一损失值大于第一预设损失值时,通过反向传播算法不断更新所述第一卷积神经网络的网络参数直至所述第一损失值小于或等于所述第一预设损失值;

在所述第一损失值小于或等于第一预设损失值时,确定所述第一配准变换模型训练完成,得到所述第一配准变换模型。

可理解地,第一标准训练图像可用影像序列进行排列,影像序列为 $I_m(m=1,2...n)$,每一个序号代表同一时刻不同视角的第一标准训练图像,第一参考图像(可理解为一个视角下的标准图像)用 I_0 表示,一个第一参考图像对应一个视角的第一标准训练图像;第一训练变形场只与第一标准训练图像存在对应关系;本实施例是模型的训练方式,通过该训练方式先求出损失函数(f_m 为第一训练变形场,假设第一插值结果为 $I(f_m)$, $I(f_m)$ 中包含第一训练变形场与第一参考图像之间的数学关系,为线性插值求出的结果,第一损失函数为 $L(m)=\sum_m |I_0 - I(f_m)|$,通过该第一损失函数计算第一标准训练图像与第一参数图像之间的差别)的值,在确定第一损失值大于第一预设损失值,不断地更新卷积神经网络中隐藏层(全连接层)中的网络参数(权重)直至述第一损失值小于或等于第一预设损失值;本实施例相比于之前传统训练方式,无需先提取图像特征再选取模型去进行不断迭代优化模型的繁琐过程,可利用无监督学习的卷积神经网络模型直接实现训练。

进一步地,所述第二配准变换模型包括第二卷积神经网络和第二图像插值模块,所述将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后,获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像,包括:

获取所述第二医学影像集中的多张第二配准对;一张所述第二配准对包括一张所述第二医学影像和一张第二参考图像;

将所有所述第二配准对输入至第二卷积神经网络后,获取将各所述第二配准对变形之后生成的多个第二变形场;

将所有所述第二变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后,得到所述第二配准图像。

可理解地,该实施例的具体内容可参照上述第一配准图像所在实施例,在此不在赘述。

进一步地,所述将所有所述第二配准对输入至由卷积神经网络构建成的第一配准变换模型之前,还包括:

获取第二标准训练图像以及第二参考图像,将一张所述第二标准训练图像以及一张所述第二参考图像作为一对第二配准对,通过第二卷积神经网络对所有所述第二配准对进行变形后,得到多个第二训练变形场;一个所述第二训练变形场对应一张所述第二标准训练图像;

将所述第二训练变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后,得到第二插值结果;

将所述第二插值结果和所述第二参考图像输入至与所述第二卷积神经网络关联的第二预设损失函数后,获取第二训练变形场和第二参考图像的第二损失值;

在所述第二损失值大于第二预设损失值时,通过反向传播算法不断更新所述第二卷积神经网络的网络参数直至所述第二损失值小于或等于所述第二预设损失值;

在所述第二损失值小于或等于第二预设损失值时,确定所述第二配准变换模型训练完成,得到所述第二配准变换模型。

可理解地，第二标准训练图像可用影像序列进行排列，影像序列为 I_m' ($m'=1,2\dots n$)，每一个序号代表不同时刻同一视角的第二标准训练图像，第二参考图像（可理解为一个时刻下的标准图像）用 I_0' 表示，一个第二参考图像对应一个时刻的第二标准训练图像；本实施例的的具体内容可参照上述第一配准变换模型一致，在此不在赘述。

进一步地，所述将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后，得到第一插值结果，包括：

通过第一变换公式将与所述第一训练变形场中的第一标准训练图像变换到所述第一训练变形场中的第一参考图像的图像空间中，得到包含在同一个图像空间的第一目标配准图像的第一插值结果；其中，所述第一变换公式为：

$$X' = ax' + by', Y' = cx' + dy'$$

其中：

x' 为所述第一标准训练图像中像素的横坐标；

y' 为所述第一标准训练图像中像素的纵坐标；

X' 为所述第一参考图像或所述第一目标配准图像中像素的横坐标；

Y' 为所述第一参考图像或所述第一目标配准图像中像素的纵坐标；

a 、 b 、 c 和 d 均为变换参数值， a 、 b 、 c 和 d 构成的变换矩阵 $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \neq 0$ 。可理解地，变

换矩阵可预先通过多组测到的变换之前和变换之后的横坐标和纵坐标数据求出。

进一步地，所述通过第一卷积神经网络对所有所述第一配准对进行变形后，得到多个第一训练变形场，包括：

将所有所述第一配准对输入至所述卷积神经网络后，通过与所述卷积神经网络对应的第一预设表达式对所有所述第一配准对进行变形，得到与所述第一配准对对应的多个第一训练变形场；所述第一预设表达式包括：

$$f_m = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} p(x, y) \log \left(\frac{D_m p(x, y)}{p(x) p(y)} \right)$$

$$D_m = \frac{\sum_i (x_i - x_m)(y_i - y_m)}{\sqrt{\sum_i (x_i - x_m)^2} \sqrt{\sum_i (y_i - y_m)^2}}$$

其中：

x 为所述第一标准训练图像的强度；

y 为所述第一参考图像的强度；

X 为 x 的取值范围； X 如 x_1 、 $x_2 \dots x_n$ 等；

Y 为 y 的取值范围； y 如 y_1 、 $y_2 \dots y_n$ 等；

D_m 为所述第一标准训练图像和所述第一参考图像像素之间的相似度；

x_i 为所述第一标准训练图像第 i 个像素的强度；

y_i 为所述第一参考图像第 i 个像素的强度;

x_m 为所述第一标准训练图像的平均强度;

y_m 为所述第一参考图像的平均强度;

$p(x)$ 为所述第一标准训练图像概率密度分布函数;

$p(y)$ 为所述第一参考图像概率密度分布函数;

$p(x, y)$ 为所述第一标准训练图像和所述第一参考图像的联合概率密度函数。

进一步地, 所述将所述第二训练变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后, 得到第二插值结果, 包括:

通过第二变换公式将与所述第二训练变形场中的第二标准训练图像变换到所述第二训练变形场中的第二参考图像的图像空间中, 得到包含在同一个图像空间的第二目标配准图像的第二插值结果; 其中, 所述第二变换公式为:

$$X'' = a'x'' + b'y'', Y'' = c'x'' + d'y''$$

其中:

x'' 为所述第二标准训练图像中像素的横坐标;

y'' 为所述第二标准训练图像中像素的纵坐标;

X'' 为所述第二参考图像或所述第二目标配准图像中像素的横坐标;

Y'' 为所述第二参考图像或第二目标配准图像中像素的纵坐标;

a' 、 b' 、 c' 和 d' 均为变换参数值, a' 、 b' 、 c' 和 d' 构成的变换矩阵 $\begin{vmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{vmatrix} \neq 0$ 。

进一步地, 所述通过第二卷积神经网络对所有所述第二配准对进行变形后, 得到多个第二训练变形场, 包括:

将所有所述第二配准对输入至所述卷积神经网络后, 通过与所述卷积神经网络对应的第二预设表达式对所有所述第二配准对进行变形, 得到与所述第二配准对对应的多个第二训练变形场; 所述第二预设表达式包括:

$$f_m' = \sum_{x' \in X''} \sum_{y' \in Y''} p(x''', y''') \log \left(\frac{D_m' p(x''', y''')}{p(x''') p(y''')} \right)$$

$$D_m' = \frac{\sum_i (x_i' - x_m')(y_i' - y_m')}{\sqrt{\sum_i (x_i' - x_m')^2} \sqrt{\sum_i (y_i' - y_m')^2}}$$

其中:

x''' 为所述第二标准训练图像的强度;

y''' 为所述第二参考图像的强度;

X''' 为 x''' 的取值范围；

Y''' 为 y''' 的取值范围；

D_m' 为所述第二标准训练图像和所述第二参考图像像素之间的相似度；

x_i' 为所述第二标准训练图像第 i 个像素的强度；

y_i' 为所述第二参考图像第 i 个像素的强度；

x_m' 为所述第二标准训练图像的平均强度；

y_m' 为所述第二参考图像的平均强度；

$p(x''')$ 为所述第二标准训练图像概率密度分布函数；

$p(y''')$ 为所述第二参考图像概率密度分布函数；

$p(x''', y''')$ 为所述第二标准训练图像和所述第二参考图像的联合概率密度函数。

综上所述，上述提供了一种医学影像配准方法，获取第一医学影像集中包含特定条件（同一时刻不同视角）的第一医学影像以及第二医学影像集中包含特定条件（不同时刻同一视角）的第二医学影像中包含特征的第二医学影像，通过两个配准变换模型分别处理对应的第一医学影像和第二医学影像进行图像配准，可提高模型对特定数据的处理能力，提高数据处理效率；接着通过第一图像插值模块将特定条件下多张第一医学图像融合成一张第一配准图像，通过第二图像插值模块将特定条件下多张第二医学图像融合成一张第二配准图像，对不同视角和不同时刻下的图像进行分别处理，得到每一种图像下的所有图像信息；之后再对第一配准图像和第二配准图像进行融合，得到包含更全面图像信息（生长追踪结果）的第三配准图像；总而言之，本方法借用人工智能模型进行处理，抛弃之前过多依赖于医生的主观经验和空间想象的现象，辅助医生件进行参考处理，提高判断速率和判断准确率。本方法可应用于智慧医疗领域中，从而推动智慧城市的建设。

应理解，上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

在一实施例中，提供一种医学影像配准装置，该医学影像配准装置与上述实施例中医学影像配准方法一一对应。如图 3 所示，该医学影像配准装置包括第一获取模块 11、第二获取模块 12、第三获取模块 13 和融合模块 14。各功能模块详细说明如下：

第一获取模块 11，用于获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

第二获取模块 12，用于将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

第三获取模块 13，用于将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

融合模块 14，用于对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配

准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

进一步地，所述第二获取模块包括：

第一获取子模块，用于获取所述第一医学影像集中的多张所述第一医学影像；

第二获取子模块，用于将所有所述第一医学影像输入至第一卷积神经网络后，获取将各所述第一医学影像变形之后生成的多个第一变形场图像；

第一图像插值模块子模块，用于将所有所述第一变形场图像通过第一图像插值模块进行图像插值后，得到一张所述第一配准图像。

进一步地，所述医学影像配准装置还包括：

第一变形模块，用于获取第一标准训练图像以及第一参考图像，将一张所述第一标准训练图像以及一张所述第一参考图像作为一对第一配准对，通过第一卷积神经网络对所有所述第一配准对进行变形后，得到多个第一训练变形场；一个所述第一训练变形场对应一张所述第一标准训练图像；

第一图像插值模块模块，用于将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后，得到第一插值结果；

第四获取模块，用于将所述第一插值结果和所述第一参考图像输入至与所述第一卷积神经网络关联的第一预设损失函数后，获取第一训练变形场和第一参考图像的第一损失值；

第一更新模块，用于在所述第一损失值大于第一预设损失值时，通过反向传播算法不断更新所述第一卷积神经网络的网络参数直至所述第一损失值小于或等于所述第一预设损失值；

第一确定子模块，用于在所述第一损失值小于或等于第一预设损失值时，确定所述第一配准变换模型训练完成，得到所述第一配准变换模型。

进一步地，所述第三获取模块包括：

第三获取子模块，用于获取所述第二医学影像集中的多张第二配准对；一张所述第二配准对包括一张所述第二医学影像和一张第二参考图像；

第四获取子模块，用于将所有所述第二配准对输入至第二卷积神经网络后，获取将各所述第二配准对变形之后生成的多个第二变形场；

第二图像插值模块子模块，用于将所有所述第二变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后，得到所述第二配准图像。

进一步地，所述医学影像配准装置还包括：

第二变形模块，用于获取第二标准训练图像以及第二参考图像，将一张所述第二标准训练图像以及一张所述第二参考图像作为一对第二配准对，通过第二卷积神经网络对所有所述第二配准对进行变形后，得到多个第二训练变形场；一个所述第二训练变形场对应一张所述第二标准训练图像；

第二图像插值模块模块，用于将所述第二训练变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后，得到第二插值结果；

第五获取模块，用于将所述第二插值结果和所述第二参考图像输入至与所述第二卷积神经网络关联的第二预设损失函数后，获取第二训练变形场和第二参考图像的第二损失值；

第二更新模块，用于在所述第二损失值大于第二预设损失值时，通过反向传播算法不断更新所述第二卷积神经网络的网络参数直至所述第二损失值小于或等于所述第二预设损失值；

第二确定模块，用于在所述第二损失值小于或等于第二预设损失值时，确定所述第二配准变换模型训练完成，得到所述第二配准变换模型。

进一步地, 所述第一图像插值模块包括:

变换子模块, 用于通过第一变换公式将与所述第一训练变形场中的第一标准训练图像变换到所述第一训练变形场中的第一参考图像的图像空间中, 得到包含在同一个图像空间的第一目标配准图像的第一插值结果; 其中, 所述第一变换公式为:

$$X' = ax' + by', Y' = cx' + dy'$$

其中:

x' 为所述第一标准训练图像中像素的横坐标;

y' 为所述第一标准训练图像中像素的纵坐标;

X' 为所述第一参考图像中像素的横坐标;

Y' 为所述第一参考图像中像素的纵坐标;

a 、 b 、 c 和 d 均为变换参数值, a 、 b 、 c 和 d 构成的变换矩阵 $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \neq 0$ 。

进一步地, 所述第一变形模块包括:

第五获取子模块, 包括将所有所述第一配准对输入至所述卷积神经网络后, 通过与所述卷积神经网络对应的第一预设表达式对所有所述第一配准对进行变形, 得到与所述第一配准对对应的多个第一训练变形场; 所述第一预设表达式包括:

$$f_m = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} p(x, y) \log\left(\frac{D_m p(x, y)}{p(x)p(y)}\right)$$

$$D_m = \frac{\sum_i (x_i - x_m)(y_i - y_m)}{\sqrt{\sum_i (x_i - x_m)^2} \sqrt{\sum_i (y_i - y_m)^2}}$$

其中:

x 为所述第一标准训练图像的强度;

y 为所述第一标准训练图像的强度;

X 为 x 的取值范围;

Y 为 y 的取值范围;

D_m 为所述第一标准训练图像和所述第一参考图像像素之间的相似度;

x_i 为所述第一标准训练图像第 i 个像素的强度;

y_i 为所述第一标准训练图像第 i 个像素的强度;

x_m 为所述第一参考图像的平均强度;

y_m 为所述第一参考图像的平均强度;

$p(x)$ 为所述第一标准训练图像概率密度分布函数;

$p(y)$ 为所述第一参考图像概率密度分布函数;

$p(x, y)$ 为所述第一标准训练图像和所述第一参考图像的联合概率密度函数。

关于医学影像配准装置的具体限定可以参见上文中对于医学影像配准方法的限定，在此不再赘述。上述医学影像配准装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中，也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中，以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以是服务器，其内部结构图可以如图 4 所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口和数据库。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括计算机可读指令、内存储器。该计算机可读指令存储有操作系统、计算机可读指令和数据库。该内存储器为计算机可读指令中的操作系统和计算机可读指令的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储多条历史测试数据，每条历史测试数据对应有测试问题记录。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机可读指令被处理器执行时以实现一种医学影像配准方法。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机可读指令，所述处理器执行所述计算机可读指令时实现如下步骤：

获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

在一个实施例中，提供了一个或多个存储有计算机可读指令的可读存储介质，本实施例所提供的可读存储介质包括非易失性可读存储介质和易失性可读存储介质；该可读存储介质上存储有计算机可读指令，该计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器执行如下步骤：

获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机可读指令来指令相关的硬件来完成，所述的计算机可读指令可存储于一非易失性计算机可读存储介质或易失性可读存储介质中，该计算机可读指令在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可

包括只读存储器 (ROM)、可编程 ROM (PROM)、电可编程 ROM (EPROM)、电可擦除可编程 ROM (EEPROM) 或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限, RAM 以多种形式可得, 诸如静态 RAM (SRAM)、动态 RAM (DRAM)、同步 DRAM (SDRAM)、双数据率 SDRAM (DDRSDRAM)、增强型 SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接 RAM (RDRAM)、直接存储器总线动态 RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态 RAM (RDRAM) 等。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为了描述的方便和简洁, 仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明, 实际应用中, 可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成, 即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块, 以完成以上描述的全部或者部分功能。

以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围, 均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种医学影像配准方法, 其中, 包括:

获取第一医学影像集和第二医学影像集; 所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像; 所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像;

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后, 获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像;

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后, 获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像;

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合, 得到第三配准图像; 所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

2. 如权利要求 1 所述的医学影像配准方法, 其中, 所述第一配准变换模型包括第一卷积神经网络和第一图像插值模块, 所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后, 获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像, 包括:

获取所述第一医学影像集中的多张所述第一医学影像;

将所有所述第一医学影像输入至第一卷积神经网络后, 获取将各所述第一医学影像变形之后生成的多个第一变形场图像;

将所有所述第一变形场图像通过第一图像插值模块进行图像插值后, 得到一张所述第一配准图像。

3. 如权利要求 1 所述的医学影像配准方法, 其中, 所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后, 获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像之前, 还包括:

获取第一标准训练图像以及第一参考图像, 将一张所述第一标准训练图像以及一张所述第一参考图像作为一对第一配准对, 通过第一卷积神经网络对所有所述第一配准对进行变形后, 得到多个第一训练变形场; 一个所述第一训练变形场对应一张所述第一标准训练图像;

将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后, 得到第一插值结果;

将所述第一插值结果和所述第一参考图像输入至与所述第一卷积神经网络关联的第一预设损失函数后, 获取第一训练变形场和第一参考图像的第一损失值;

在所述第一损失值大于第一预设损失值时, 通过反向传播算法不断更新所述第一卷积神经网络的网络参数直至所述第一损失值小于或等于所述第一预设损失值;

在所述第一损失值小于或等于第一预设损失值时, 确定所述第一配准变换模型训练完成, 得到所述第一配准变换模型。

4. 如权利要求 1 所述的医学影像配准方法, 其中, 所述第二配准变换模型包括第二卷积神经网络和第二图像插值模块, 所述将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后, 获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像, 包括:

获取所述第二医学影像集中的多张第二配准对; 一张所述第二配准对包括一张所述第二医学影像和一张第二参考图像;

将所有所述第二配准对输入至第二卷积神经网络后, 获取将各所述第二配准对变形之后生成的多个第二变形场;

将所有所述第二变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后, 得到所述第二配准图像。

5. 如权利要求 4 所述的医学影像配准方法, 其中, 所述将所有所述第二配准对输入至由卷积神经网络构建成的第一配准变换模型之前, 还包括:

获取第二标准训练图像以及第二参考图像, 将一张所述第二标准训练图像以及一张所述第二参考图像作为一对第二配准对, 通过第二卷积神经网络对所有所述第二配准对进行变形后, 得到多个第二训练变形场; 一个所述第二训练变形场对应一张所述第二标准训练图像;

将所述第二训练变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后, 得到第二插值结果;

将所述第二插值结果和所述第二参考图像输入至与所述第二卷积神经网络关联的第二预设损失函数后, 获取第二训练变形场和第二参考图像的第二损失值;

在所述第二损失值大于第二预设损失值时, 通过反向传播算法不断更新所述第二卷积神经网络的网络参数直至所述第二损失值小于或等于所述第二预设损失值;

在所述第二损失值小于或等于第二预设损失值时, 确定所述第二配准变换模型训练完成, 得到所述第二配准变换模型。

6. 如权利要求 3 所述的医学影像配准方法, 其中, 所述将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后, 得到第一插值结果, 包括:

通过第一变换公式将与所述第一训练变形场中的第一标准训练图像变换到所述第一训练变形场中的第一参考图像的图像空间中, 得到包含在同一个图像空间的第一目标配准图像的第一插值结果; 其中, 所述第一变换公式为:

$$X' = ax' + by', Y' = cx' + dy'$$

其中:

x' 为所述第一标准训练图像中像素的横坐标;

y' 为所述第一标准训练图像中像素的纵坐标;

X' 为所述第一参考图像中像素的横坐标;

Y' 为所述第一参考图像中像素的纵坐标;

a 、 b 、 c 和 d 均为变换参数值, a 、 b 、 c 和 d 构成的变换矩阵 $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \neq 0$ 。

7. 如权利要求 3 所述的医学影像配准方法, 其中, 所述通过第一卷积神经网络对所有所述第一配准对进行变形后, 得到多个第一训练变形场, 包括:

将所有所述第一配准对输入至所述卷积神经网络后, 通过与所述卷积神经网络对应的第一预设表达式对所有所述第一配准对进行变形, 得到与所述第一配准对对应的多个第一训练变形场; 所述第一预设表达式包括:

$$f_m = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} p(x, y) \log \left(\frac{D_m p(x, y)}{p(x) p(y)} \right)$$

$$D_m = \frac{\sum_i (x_i - x_m)(y_i - y_m)}{\sqrt{\sum_i (x_i - x_m)^2} \sqrt{\sum_i (y_i - y_m)^2}}$$

其中:

x 为所述第一标准训练图像的强度;

y 为所述第一参考图像的强度;

X 为 x 的取值范围;

Y 为 y 的取值范围;

D_m 为所述第一标准训练图像和所述第一参考图像像素之间的相似度;

x_i 为所述第一标准训练图像第 i 个像素的强度;

y_i 为所述第一参考图像第 i 个像素的强度;

x_m 为所述第一标准训练图像的平均强度;

y_m 为所述第一参考图像的平均强度;

$p(x)$ 为所述第一标准训练图像概率密度分布函数;

$p(y)$ 为所述第一参考图像概率密度分布函数;

$p(x, y)$ 为所述第一标准训练图像和所述第一参考图像的联合概率密度函数。

8. 一种医学影像配准装置, 其中, 包括:

第一获取模块, 用于获取第一医学影像集和第二医学影像集; 所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像; 所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像;

第二获取模块, 用于将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后, 获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像;

第三获取模块, 用于将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后, 获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像;

融合模块, 用于对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合, 得到第三配准图像; 所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

9. 一种计算机设备, 包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机可读指令, 其中, 所述处理器执行所述计算机可读指令时实现如下步骤:

获取第一医学影像集和第二医学影像集; 所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像; 所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像;

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后, 获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像;

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后, 获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像;

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合, 得到第三配准图像; 所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

10. 如权利要求 9 所述的计算机设备, 其中, 所述第一配准变换模型包括第一卷积神经网络和第一图像插值模块, 所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后, 获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像, 包括:

获取所述第一医学影像集中的多张所述第一医学影像;

将所有所述第一医学影像输入至第一卷积神经网络后,获取将各所述第一医学影像变形之后生成的多个第一变形场图像;

将所有所述第一变形场图像通过第一图像插值模块进行图像插值后,得到一张所述第一配准图像。

11. 如权利要求 9 所述的计算机设备,其中,所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后,获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像之前,所述处理器执行所述计算机可读指令时实现如下步骤:

获取第一标准训练图像以及第一参考图像,将一张所述第一标准训练图像以及一张所述第一参考图像作为一对第一配准对,通过第一卷积神经网络对所有所述第一配准对进行变形后,得到多个第一训练变形场;一个所述第一训练变形场对应一张所述第一标准训练图像;

将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后,得到第一插值结果;

将所述第一插值结果和所述第一参考图像输入至与所述第一卷积神经网络关联的第一预设损失函数后,获取第一训练变形场和第一参考图像的第一损失值;

在所述第一损失值大于第一预设损失值时,通过反向传播算法不断更新所述第一卷积神经网络的网络参数直至所述第一损失值小于或等于所述第一预设损失值;

在所述第一损失值小于或等于第一预设损失值时,确定所述第一配准变换模型训练完成,得到所述第一配准变换模型。

12. 如权利要求 9 所述的计算机设备,其中,所述第二配准变换模型包括第二卷积神经网络和第二图像插值模块,所述将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后,获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像,包括:

获取所述第二医学影像集中的多张第二配准对;一张所述第二配准对包括一张所述第二医学影像和一张第二参考图像;

将所有所述第二配准对输入至第二卷积神经网络后,获取将各所述第二配准对变形之后生成的多个第二变形场;

将所有所述第二变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后,得到所述第二配准图像。

13. 如权利要求 12 所述的计算机设备,其中,所述将所有所述第二配准对输入至由卷积神经网络构建成的第一配准变换模型之前,所述处理器执行所述计算机可读指令时实现如下步骤:

获取第二标准训练图像以及第二参考图像,将一张所述第二标准训练图像以及一张所述第二参考图像作为一对第二配准对,通过第二卷积神经网络对所有所述第二配准对进行变形后,得到多个第二训练变形场;一个所述第二训练变形场对应一张所述第二标准训练图像;

将所述第二训练变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后,得到第二插值结果;

将所述第二插值结果和所述第二参考图像输入至与所述第二卷积神经网络关联的第二预设损失函数后,获取第二训练变形场和第二参考图像的第二损失值;

在所述第二损失值大于第二预设损失值时,通过反向传播算法不断更新所述第二卷积神经网络的网络参数直至所述第二损失值小于或等于所述第二预设损失值;

在所述第二损失值小于或等于第二预设损失值时,确定所述第二配准变换模型训练完成,得到所述第二配准变换模型。

14. 如权利要求 11 所述的计算机设备,其中,所述将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后,得到第一插值结果,包括:

通过第一变换公式将与所述第一训练变形场中的第一标准训练图像变换到所述第一

训练变形场中的第一参考图像的图像空间中，得到包含在同一个图像空间的第一目标配准图像的第一插值结果；其中，所述第一变换公式为：

$$X' = ax' + by', Y' = cx' + dy'$$

其中：

x' 为所述第一标准训练图像中像素的横坐标；

y' 为所述第一标准训练图像中像素的纵坐标；

X' 为所述第一参考图像中像素的横坐标；

Y' 为所述第一参考图像中像素的纵坐标；

a 、 b 、 c 和 d 均为变换参数值， a 、 b 、 c 和 d 构成的变换矩阵 $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \neq 0$ 。

15. 一个或多个存储有计算机可读指令的可读存储介质，其中，所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器执行如下步骤：

获取第一医学影像集和第二医学影像集；所述第一医学影像集中包含同一时刻不同视角的多张第一医学影像；所述第二医学影像集中包含不同时刻同一视角的多张第二医学影像；

将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像；

将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像；

对所述第一配准图像和所述第二配准图像进行融合，得到第三配准图像；所述第三配准图像反映出所述第一医学影像集和所述第二医学影像集的生长追踪结果。

16. 如权利要求 15 所述的可读存储介质，其中，所述第一配准变换模型包括第一卷积神经网络和第一图像插值模块，所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像，包括：

获取所述第一医学影像集中的多张所述第一医学影像；

将所有所述第一医学影像输入至第一卷积神经网络后，获取将各所述第一医学影像变形之后生成的多个第一变形场图像；

将所有所述第一变形场图像通过第一图像插值模块进行图像插值后，得到一张所述第一配准图像。

17. 如权利要求 15 所述的可读存储介质，其中，所述将所述第一医学影像集输入至第一配准变换模型后，获取所述第一配准变换模型输出的对所述第一医学影像集进行多视角融合的第一配准图像之前，所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器执行如下步骤：

获取第一标准训练图像以及第一参考图像，将一张所述第一标准训练图像以及一张所述第一参考图像作为一对第一配准对，通过第一卷积神经网络对所有所述第一配准对进行变形后，得到多个第一训练变形场；一个所述第一训练变形场对应一张所述第一标准训练图像；

将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后，得到第一插值结果；

将所述第一插值结果和所述第一参考图像输入至与所述第一卷积神经网络关联的第一预设损失函数后，获取第一训练变形场和第一参考图像的第一损失值；

在所述第一损失值大于第一预设损失值时，通过反向传播算法不断更新所述第一卷积神经网络的网络参数直至所述第一损失值小于或等于所述第一预设损失值；

在所述第一损失值小于或等于第一预设损失值时，确定所述第一配准变换模型训练完成，得到所述第一配准变换模型。

18. 如权利要求 15 所述的存储介质，其中，所述第二配准变换模型包括第二卷积神经网络和第二图像插值模块，所述将所述第二医学影像集输入至第二配准变换模型后，获取所述第二配准变换模型输出的对所述第二医学影像集进行多时序融合的第二配准图像，包括：

获取所述第二医学影像集中的多张第二配准对；一张所述第二配准对包括一张所述第二医学影像和一张第二参考图像；

将所有所述第二配准对输入至第二卷积神经网络后，获取将各所述第二配准对变形之后生成的多个第二变形场；

将所有所述第二变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后，得到所述第二配准图像。

19. 如权利要求 18 所述的存储介质，其中，所述将所有所述第二配准对输入至由卷积神经网络构建成的第一配准变换模型之前，所述计算机可读指令被一个或多个处理器执行时，使得所述一个或多个处理器执行如下步骤：

获取第二标准训练图像以及第二参考图像，将一张所述第二标准训练图像以及一张所述第二参考图像作为一对第二配准对，通过第二卷积神经网络对所有所述第二配准对进行变形后，得到多个第二训练变形场；一个所述第二训练变形场对应一张所述第二标准训练图像；

将所述第二训练变形场通过第二图像插值模块进行图像插值后，得到第二插值结果；

将所述第二插值结果和所述第二参考图像输入至与所述第二卷积神经网络关联的第二预设损失函数后，获取第二训练变形场和第二参考图像的第二损失值；

在所述第二损失值大于第二预设损失值时，通过反向传播算法不断更新所述第二卷积神经网络的网络参数直至所述第二损失值小于或等于所述第二预设损失值；

在所述第二损失值小于或等于第二预设损失值时，确定所述第二配准变换模型训练完成，得到所述第二配准变换模型。

20. 如权利要求 17 所述的存储介质，其中，所述将所述第一训练变形场通过第一图像插值模块进行图像插值后，得到第一插值结果，包括：

通过第一变换公式将与所述第一训练变形场中的第一标准训练图像变换到所述第一训练变形场中的第一参考图像的图像空间中，得到包含在同一个图像空间的第一目标配准图像的第一插值结果；其中，所述第一变换公式为：

$$X' = ax' + by', Y' = cx' + dy'$$

其中：

x' 为所述第一标准训练图像中像素的横坐标；

y' 为所述第一标准训练图像中像素的纵坐标；

X' 为所述第一参考图像中像素的横坐标；

Y' 为所述第一参考图像中像素的纵坐标；

a 、 b 、 c 和 d 均为变换参数值， a 、 b 、 c 和 d 构成的变换矩阵 $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \neq 0$ 。

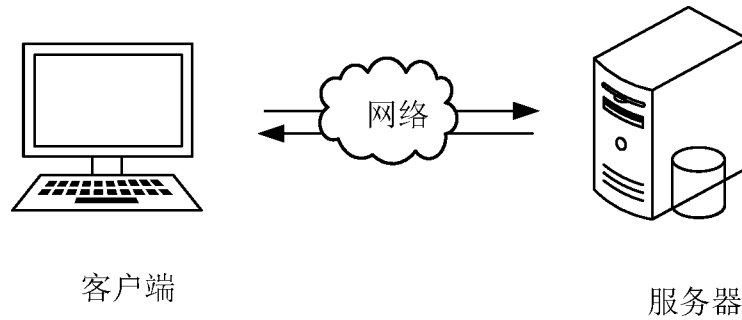


图 1

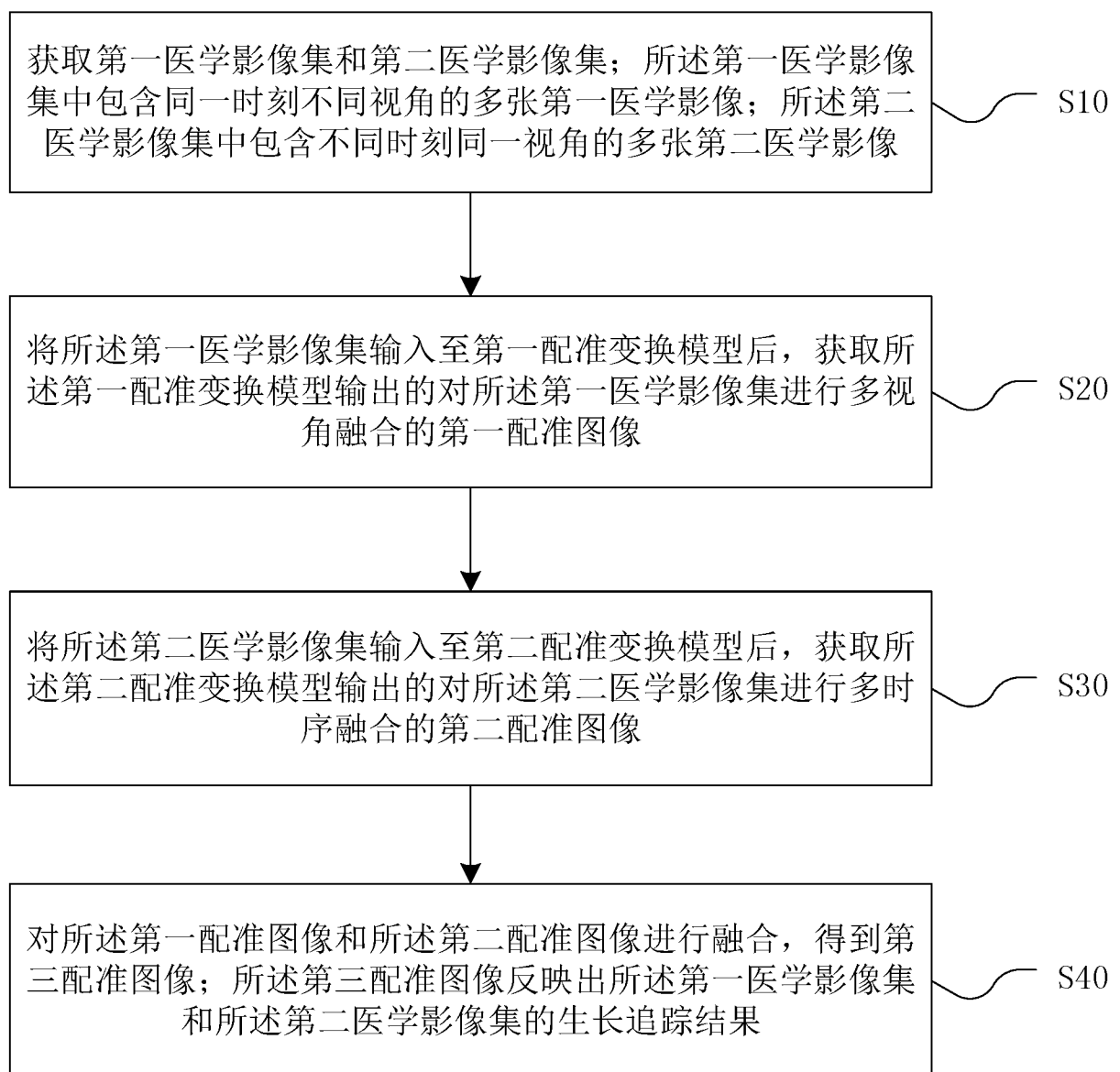


图 2

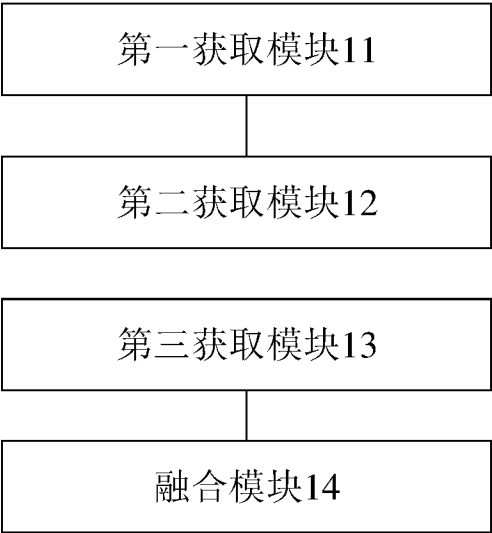


图 3

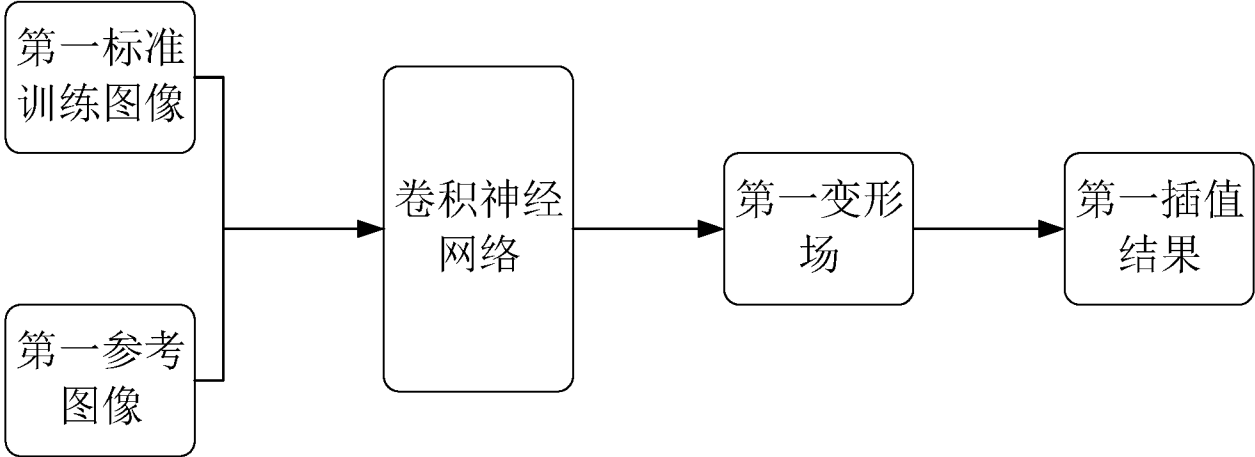


图 4

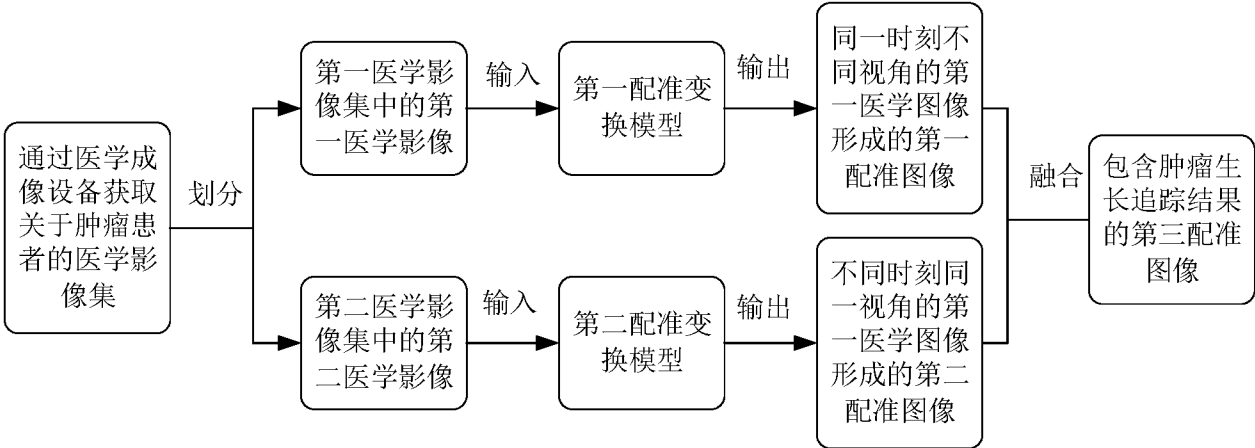


图 5

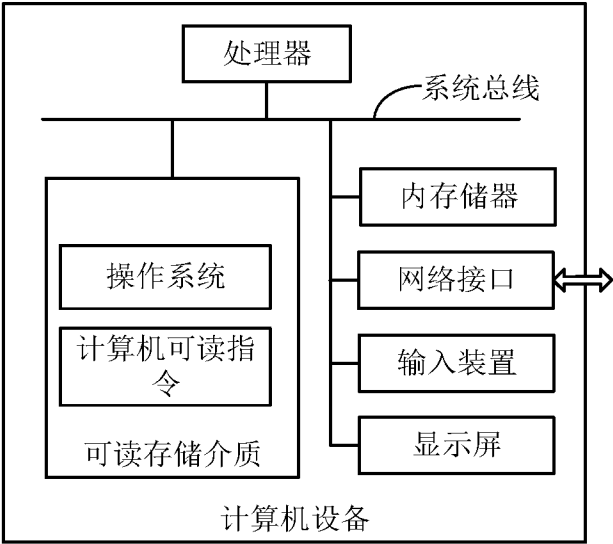


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/096702

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/33(2017.01)i; G06T 5/50(2006.01)i; G16H 30/20(2018.01)i; G06N 3/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T G16H G06N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE: 医学, 医疗, 图像, 影像, 配准, 融合, 整合, 合成, 视角, 视点, 角度, 空间, 时序, 时间, 帧, medical, image, register, fuse, composite, viewpoint, angle, space, temporal, time, frame

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112837357 A (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 25 May 2021 (2021-05-25) claims 1-10	1-20
X	CN 109658377 A (TAIGE MAIDI (BEIJING) MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 April 2019 (2019-04-19) description, paragraphs [0020]-[0034]	1-20
A	CN 109801251 A (LI, Jie) 24 May 2019 (2019-05-24) entire document	1-20
A	CN 112001889 A (HANGZHOU YITU MEDIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 November 2020 (2020-11-27) entire document	1-20
A	CN 108053428 A (SHANGHAI UNITED IMAGING HEALTHCARE CO., LTD.) 18 May 2018 (2018-05-18) entire document	1-20
A	CN 110599528 A (UNIVERSITY OF JINAN) 20 December 2019 (2019-12-20) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 November 2021

Date of mailing of the international search report

24 November 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/096702

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018360313 A1 (SIEMENS HEALTHCARE GMBH) 20 December 2018 (2018-12-20) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/096702

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112837357	A	25 May 2021	None			
CN	109658377	A	19 April 2019	None			
CN	109801251	A	24 May 2019	None			
CN	112001889	A	27 November 2020	None			
CN	108053428	A	18 May 2018	None			
CN	110599528	A	20 December 2019	None			
US	2018360313	A1	20 December 2018	CN	109102532	A	28 December 2018
				EP	3418974	A1	26 December 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/096702

A. 主题的分类

G06T 7/33(2017.01)i; G06T 5/50(2006.01)i; G16H 30/20(2018.01)i; G06N 3/04(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06T G16H G06N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE: 医学, 医疗, 图像, 影像, 配准, 融合, 整合, 合成, 视角, 视点, 角度, 空间, 时序, 时间, 帧, medical, image, register, fuse, composite, viewpoint, angle, space, temporal, time, frame

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 112837357 A (平安科技深圳有限公司) 2021年 5月 25日 (2021 - 05 - 25) 权利要求1-10	1-20
X	CN 109658377 A (泰格麦迪北京医疗科技有限公司) 2019年 4月 19日 (2019 - 04 - 19) 说明书第[0020]-[0034]段	1-20
A	CN 109801251 A (李杰) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 全文	1-20
A	CN 112001889 A (杭州依图医疗技术有限公司) 2020年 11月 27日 (2020 - 11 - 27) 全文	1-20
A	CN 108053428 A (上海联影医疗科技有限公司) 2018年 5月 18日 (2018 - 05 - 18) 全文	1-20
A	CN 110599528 A (济南大学) 2019年 12月 20日 (2019 - 12 - 20) 全文	1-20
A	US 2018360313 A1 (SIEMENS HEALTHCARE GMBH) 2018年 12月 20日 (2018 - 12 - 20) 全文	1-20

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 11月 10日

国际检索报告邮寄日期

2021年 11月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

杨继爽

电话号码 86-(10)-53961357

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/096702

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	112837357	A	2021年 5月 25日	无	
CN	109658377	A	2019年 4月 19日	无	
CN	109801251	A	2019年 5月 24日	无	
CN	112001889	A	2020年 11月 27日	无	
CN	108053428	A	2018年 5月 18日	无	
CN	110599528	A	2019年 12月 20日	无	
US	2018360313	A1	2018年 12月 20日	CN 109102532 A	2018年 12月 28日
				EP 3418974 A1	2018年 12月 26日