

(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
2020 年 6 月 11 日 (11.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/114332 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/11 (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/122103

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 29 日 (29.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811493978.0 2018 年 12 月 7 日 (07.12.2018) CN

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市

南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 贺宝春 (HE, Baochun); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 贾富仓 (JIA, Fucang); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳智趣知识产权代理有限公司 (普通合伙) (SHENZHEN IPLUS INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国广东省深圳市福田区梅林街道梅都社区梅林路 48 号理想公馆 2427, 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: SEGMENTATION-NETWORK-BASED CT LUNG TUMOR SEGMENTATION METHOD, APPARATUS AND DEVICE, AND MEDIUM

(54) 发明名称: 基于分割网络的CT肺肿瘤分割方法、装置、设备及介质

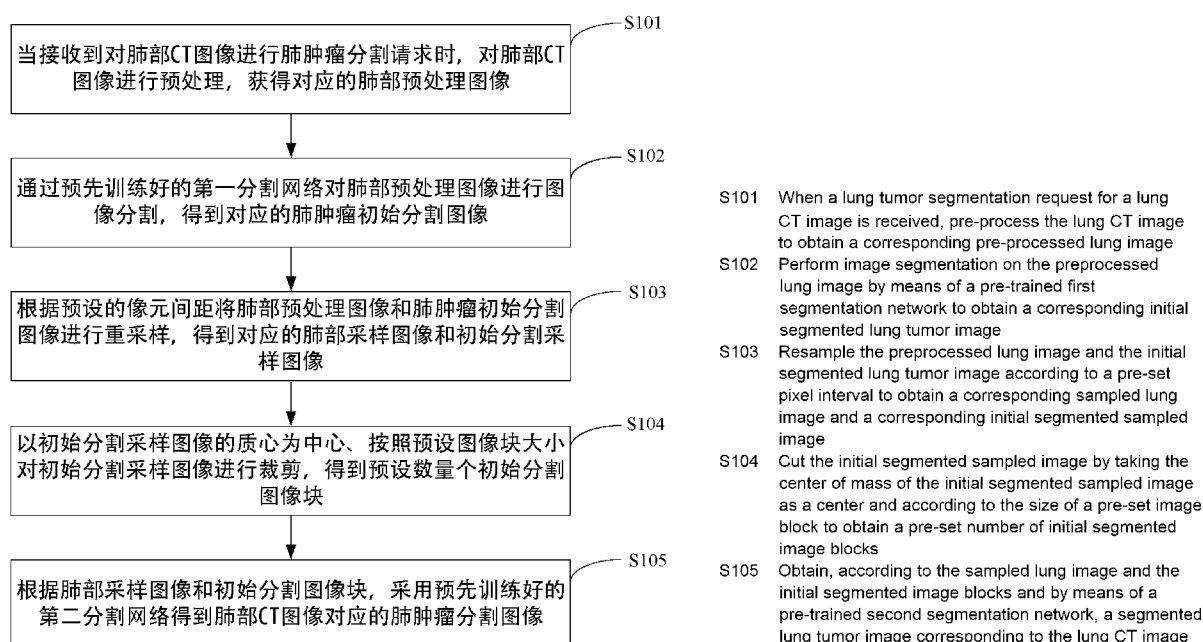


图 1

(57) Abstract: Disclosed are a segmentation-network-based CT lung tumor segmentation method, apparatus and device, and a medium, applicable to the technical field of medical image processing. The method comprises: performing image segmentation on a preprocessed lung image by means of a pre-trained first segmentation network to obtain a corresponding initial segmented lung tumor image (S102); resampling the preprocessed lung image and the initial segmented lung tumor image according to a pre-set pixel interval to obtain a corresponding sampled lung image and a corresponding initial segmented sampled image (S103); cutting the initial segmented sampled



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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))。

image by taking the center of mass of the initial segmented sampled image as a center and according to the size of a pre-set image block to obtain a pre-set number of initial segmented image blocks (S104); and obtaining, according to the sampled lung image and the initial segmented image blocks and by means of a pre-trained second segmentation network, a segmented lung tumor image corresponding to a lung CT image (S105). Accordingly, the accuracy and integrity of performing lung tumor segmentation on a lung CT image are improved, thereby obtaining a high-accuracy segmented lung tumor image and improving the safety of an operation.

(57) 摘要: 一种基于分割网络的CT肺肿瘤分割方法、装置、设备及介质, 适用医学图像处理技术领域, 该方法包括: 通过预先训练好的第一分割网络对肺部预处理图像进行图像分割, 得到对应的肺肿瘤初始分割图像(S102), 根据预设的像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样, 得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像(S103), 以初始分割采样图像的质心为中心、按照预设图像块大小对初始分割采样图像进行裁剪, 得到预设数量个初始分割图像块(S104), 根据肺部采样图像和初始分割图像块, 采用预先训练好的第二分割网络得到肺部CT图像对应的肺肿瘤分割图像(S105), 从而提高了对肺部CT图像进行肺肿瘤分割的精确度和完整性, 进而获得高精度的肺肿瘤分割图像, 提高手术的安全程度。

基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法、装置、设备及介质

技术领域

5 本发明属于医学图像处理技术领域，尤其涉及一种基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法、装置、设备及介质。

背景技术

10 肺癌是全球最常见的恶性肿瘤，不仅病发率高，居恶性肿瘤榜首，且死亡率也位列第一。近年来，由于经济发展，人们的生活环境和生活方式产生了巨大的改变，吸烟人群扩大，人们长期心理压力过大、缺乏锻炼，大气环境污染加重，导致肺癌发病率持续上升。而计算机断层成像（Computed Tomography，简称 CT）技术的高速发展不断影响人体疾病的诊断方式，CT 图像已成为临床诊疗中重要的常规手段之一。

15 目前肺肿瘤治疗手段主要包括肿瘤切除、介入、放射治疗等，肿瘤切除是其中最有效的治疗方式。CT 肿瘤分割通常用于肿瘤切除前的手术计划、术中三维可视化直观、手术切除方案设计、手术风险评估等，在计算机辅助诊断中用于提取器官或组织的特征，再进行定性和定量分析，以观察放疗过程中肿瘤的变化情况，然而肺肿瘤的位置、大小及形状多变，灰度与相邻的肺血管近似，
20 小肿瘤难以识别。传统人工手动分割需要具有解剖学知识和经验，具有主观差异性，需要花费大量时间和精力，直到深度卷积神经网络突破性的进展使得肺肿瘤自动分割成为可能。目前已有的肺肿瘤自动分割方法依赖于基于阈值分割法的肺肿瘤分割，该方法容易丢失肺部丰富的纹理信息，从而容易去除掉较大的肺部肿瘤，造成分割的肺肿瘤不完整。

25

发明内容

本发明的目的在于提供一种基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法、装置、设备及存储介质，旨在解决由于现有技术无法提供一种有效的对肺部 CT 图像中肺肿瘤进行分割的方法，导致分割精度低、分割得到的肺部肿瘤不完整的问题。

5 一方面，本发明提供了一种基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法，所述方法包括下述步骤：

当接收到对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割请求时，对所述肺部 CT 图像进行预处理，获得对应的肺部预处理图像；

10 通过预先训练好的第一分割网络对所述肺部预处理图像进行图像分割，得到对应的肺肿瘤初始分割图像；

根据预设的像元间距将所述肺部预处理图像和所述肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像；

以所述初始分割采样图像的质心为中心、按照预设图像块大小对所述初始分割采样图像进行裁剪，得到预设数量个初始分割图像块；

15 根据所述肺部采样图像和所述初始分割图像块，采用预先训练好的第二分割网络得到所述肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像。

另一方面，本发明提供了一种基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置，所述装置包括：

20 CT 图像预处理单元，用于当接收到对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割请求时，对所述肺部 CT 图像进行预处理，获得对应的肺部预处理图像；

第一图像分割单元，用于通过预先训练好的第一分割网络对所述肺部预处理图像进行图像分割，得到对应的肺肿瘤初始分割图像；

25 图像重采样单元，用于根据预设的像元间距将所述肺部预处理图像和所述肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像；

图像块获得单元，用于以所述初始分割采样图像的质心为中心、按照预设

图像块大小对所述初始分割采样图像进行裁剪，得到预设数量个初始分割图像块；以及

第二图像分割单元，用于根据所述肺部采样图像和所述初始分割图像块，采用预先训练好的第二分割网络得到所述肺部CT图像对应的肺肿瘤分割图像。

5 另一方面，本发明还提供了一种计算设备，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程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述基于分割网络的CT肺肿瘤分割方法所述的步骤。

另一方面，本发明还提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如上述基于分割网络的CT肺肿瘤分割方法所述的步骤。

10 本发明采用第一分割网络对经过预处理得到的肺部预处理图像进行图像分割，得到肺肿瘤初始分割图像，根据像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像，计算初始分割采样图像的质心，以该质心为中心将初始分割采样图像裁剪为预设数量个图像块大小的初始分割图像块，根据肺部采样图像和初始分割图像块，采用第二分割网络得到肺部CT图像对应的肺肿瘤分割图像，从而通过第一分割网络对肺部CT图像中肺肿瘤区域进行定位，再通过第二分割网络对肺肿瘤进行分割，提高了对肺部CT图像进行肺肿瘤分割的精确度和完整性，进而获得高精度的肺肿瘤分割图像，提高手术的安全程度。

20

附图说明

图1是本发明实施例一提供的基于分割网络的CT肺肿瘤分割方法的实现流程图；

图2是本发明实施例二提供的对肺部CT图像进行预处理的实现流程图；

25 图3是本发明实施例三提供的对预设分割网络进行训练的实现流程图；

图4是本发明实施例四提供的基于分割网络的CT肺肿瘤分割装置的结构

示意图；

图 5 是本发明实施例四提供的基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置的优选结构示意图；

图 6 是本发明实施例五提供的基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置的结构示意图；以及

图 7 是本发明实施例六提供的计算设备的结构示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

以下结合具体实施例对本发明的具体实现进行详细描述：

实施例一：

图 1 示出了本发明实施例一提供的基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法的实现流程，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，详述如下：

在步骤 S101 中，当接收到对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割请求时，对肺部 CT 图像进行预处理，获得对应的肺部预处理图像。

本发明实施例适用于医学图像处理平台、系统或设备，例如个人计算机、服务器等。在本发明实施例中，由于 CT 图像是由一定数目由黑到白不同灰度的像素按矩阵排列所构成，且 CT 图像的不同灰度反映的是相应器官和组织对 X 线的吸收程度，黑色区域表示低吸收区，也即低密度区，如含大量气体的肺部，白色区域表示高吸收区，也即高密度区，如骨骼，因此，根据 CT 图像可以清楚地获取人体某些器官的解剖结构和器官内密度发生变化的病变组织的特性，通过 CT 设备对患者的肺部进行断层扫描生成肺部 CT 图像，以通过肺部 CT 图像发现患者肺部的病变组织，进而进行治疗。当用户需要对患者的肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割时，发送肺肿瘤分割请求，其中，用户可从已公开的医

学图像数据库或医院提供的手术图像中获得患者的肺部 CT 图像，当接收到该肺肿瘤分割请求时，获取用户输入的肺部 CT 图像，并对获取到的该肺部 CT 图像进行预处理，得到对应的肺部预处理图像。

在步骤 S102 中，通过预先训练好的第一分割网络对肺部预处理图像进行图像分割，得到对应的肺肿瘤初始分割图像。

在本发明实施例中，图像分割就是把图像分成若干个特定的、具有独特性质的区域并提出感兴趣目标的技术和过程。将肺部预处理图像输入到预先训练好的第一分割网络中进行图像分割，并提取肺部预处理图像中的肺肿瘤区域，得到对应的、粗粒度的肺肿瘤初始分割图像。

在步骤 S103 中，根据预设的像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像。

在本发明实施例中，将肺部预处理图像重采样至预设的像元间距（即像素空间间距），得到肺部采样图像，并将肺肿瘤初始分割图像也重采样至该像元间距，得到对应的初始分割采样图像。

在根据预设的像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样之前，优选地，将像元间距设置为 $1\text{mm} \times 1\text{mm} \times 2\text{mm}$ ，从而增加肺部采样图像和初始分割采样图像的图像信息，进而提高肺部采样图像和初始分割采样图像的图像质量。

在步骤 S104 中，以初始分割采样图像的质心为中心、按照预设图像块大小对初始分割采样图像进行裁剪，得到预设数量个初始分割图像块。

在本发明实施例中，计算初始分割采样图像的质心，并以计算得到的该质心为中心从初始分割采样图像中提取预设数量个、预设图像块大小的初始分割图像块。

在对初始分割采样图像进行裁剪之前，优选地，将图像块大小设置为 $128 \times 128 \times 64$ ，从而提高初始分割图像块的图像质量。

在对初始分割采样图像进行裁剪时，优选地，将初始分割采用图像的质心

的像素灰度值设置为 2，从而提高质心处像素的亮度，进而提高后续肺肿瘤分割的精确度。

在步骤 S105 中，根据肺部采样图像和初始分割图像块，采用预先训练好的第二分割网络得到肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像。

5 在本发明实施例中，将肺部采样图像和所有的初始分割图像块输入到预先训练好的第二分割网络中，通过第二分割网络输出肺肿瘤分割图像，也即对肺部 CT 图像中肺肿瘤区域分割得到的最终的、细粒度的肺肿瘤分割图像。

在本发明实施例中，采用第一分割网络对经过预处理得到的肺部预处理图像进行图像分割，得到肺肿瘤初始分割图像，根据像元间距将肺部预处理图像
10 和肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像，以初始分割采样图像的质心为中心将初始分割采样图像裁剪为预设数量个图像块大小的初始分割图像块，根据肺部采样图像和初始分割图像块，采用第二分割网络得到肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像，从而通过第一分割网络对肺部 CT 图像中肺肿瘤区域进行定位，再通过第二分割网络对肺肿瘤进行
15 分割，提高了对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割的精确度和完整性，进而获得高精度的肺肿瘤分割图像，提高手术的安全程度。

实施例二：

图 2 示出了本发明实施例二提供的对肺部 CT 图像进行预处理的实现流程，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，详述如下：

20 在步骤 S201 中，根据预设的种子点提取肺部 CT 图像中的空气连通区域。

在本发明实施例中，以预设的种子点为起点，采用区域生长法提取肺部 CT 图像中的空气连通区域，空气连通区域也即肺部 CT 图像的背景区域。

在提取肺部 CT 图像中的空气连通区域之前，优选地，将肺部 CT 图像的左上角的第一像素点设置为种子点，从而提高了空气连通区域提取的精确度和完
25 整性。

在步骤 S202 中，将提取到的空气连通区域从肺部 CT 图像中进行去除，得

到对应的身体掩膜区域图像。

在本发明实施例中，从肺部 CT 图像中将空气连通区域裁剪掉，得到对应的身体掩膜区域图像，从而去掉肺部 CT 图像中的噪声，提高得到的身体掩膜区域图像的图像质量。

5 在步骤 S203 中，对身体掩膜区域图像进行阈值分割，得到左肺最大连通区域和右肺最大连通区域。

在本发明实施例中，通过阈值分割法对身体掩膜区域进行图像分割，得到身体掩膜区域图像中的左肺最大连通区域和右肺最大连通区域。

在对身体掩膜区域图像进行阈值分割时，优选地，根据阈值范围
10 [-1024,-400]，通过阈值分割法对身体掩膜区域进行图像分割，从而在简化身体掩膜区域的图像分割的同时，提高左肺最大连通区域和右肺最大连通区域分割的精确度和完整性。

在步骤 S204 中，根据左肺最大连通区域和右肺最大连通区域，对肺部 CT 图像进行感兴趣区域提取，得到对应的肺部感兴趣区域图像。

15 在步骤 S205 中，根据预设的灰度变换公式对肺部感兴趣区域图像进行灰度变换，并将灰度变换后的肺部感兴趣区域图像进行归一化处理，得到肺部 CT 图像对应的肺部预处理图像。

在本发明实施例中，优选地，灰度变换公式为 $f(x) = 0.2 * I(x)$ ，其中， $I(x)$ 为左肺最大连通区域或右肺最大连通区域中第 x 个像素点的灰度值， $f(x)$ 为灰
20 度变换后第 x 个像素点的灰度值，从而提高了肺部感兴趣区域图像的对比度，使得肺部感兴趣区域图像变得更加清晰、细腻、且容易识别，进而提高了肺部感兴趣区域图像的显示效果。

在将灰度变换后的肺部感兴趣区域图像进行归一化处理时，优选地，将灰度变换后的肺部感兴趣区域图像归一化至[0,1]，从而进一步提高了肺部感兴趣
25 区域图像的对比度，使得肺部感兴趣区域图像的细节更加清楚。

在本发明实施例中，通过对肺部 CT 图像进行空气连通区域裁剪、感兴趣

区域提取、阈值分割、灰度变换、灰度归一化等预处理，从而提高算法的鲁棒性和执行效率。

实施例三：

图 3 示出了本发明实施例三提供的对预设分割网络进行训练的实现流程，
5 为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，详述如下：

在步骤 S301 中，根据预设的样本采样大小，将预处理得到的训练样本进行重采样，得到第一采样训练样本。

在本发明实施例中，将预处理得到的训练样本重采样至预设的样本采样大小，得到第一采样训练样本，其中，训练样本为形状大小各异的肺肿瘤 CT 图像数据集。
10

在将预处理得到的训练样本进行重采样之前，优选地，将样本采样大小设置为 $128 \times 128 \times 64$ ，从而增加第一采样训练样本的图像信息，进而提高第一采样训练样本的图像质量。

在将预处理得到的训练样本进行重采样之前，又一优选地，对训练样本进行预处理，具体地，通过下述步骤实现对训练样本进行预处理：
15

1) 根据预设的种子点提取训练样本中的空气连通区域；

2) 将提取到的空气连通区域从训练样本中进行去除，得到对应的身体掩膜样本图像；

3) 对身体掩膜样本图像进行阈值分割，得到左肺最大连通区域和右肺最大连通区域；
20

4) 根据左肺最大连通区域和右肺最大连通区域，对训练样本进行感兴趣区域提取，得到对应的肺部感兴趣区域样本图像；

5) 根据预设的灰度变换公式对肺部感兴趣区域样本图像进行灰度变换，并将灰度变换后的肺部感兴趣区域样本图像进行归一化处理，得到预处理的训练样本。
25

从而通过步骤 1) ~5) 实现对训练样本的预处理，提高了训练样本的图像

特征对比度，使得训练样本变得更加清晰、细腻、且容易识别，进而提高后续分割网络的训练效果。

在步骤 S302 中，根据预设的训练迭代次数，通过第一采样训练样本对预设分割网络进行训练，得到第一分割网络。

5 在本发明实施例中，通过第一采样训练样本对预设分割网络进行预设训练迭代次数的迭代训练，得到第一分割网络，其中，预设分割网络为全卷积网络（Fully Convolutional Networks, FCN）、SegNet、U-Net 或者 V-Net 等语义分割网络，得到的第一分割网络通过将第一采样训练样本输入到语义分割网络中，对语义分割网络进行训练而得到，从而使得该第一分割网络能对肺部 CT 图像
10 中肺肿瘤区域进行粗略定位，提高了通过第一分割网络对肺部 CT 图像中的肺肿瘤区域进行图像分割的完整性。

在步骤 S303 中，根据像元间距，将训练样本进行重采样，得到第二采样训练样本。

在本发明实施例中，将预处理得到的训练样本重采样至预设的像元间距（即
15 像素空间间距），得到第二采样训练样本，其中，该训练样本与步骤 S301 中的训练样本相同。

在步骤 S304 中，以预先设置的定位点为中心、按照图像块大小对第二采样训练样本进行裁剪，得到预设数量个训练样本图像块，定位点为第二采样训练样本中肿瘤区域的一个像素点。

20 在本发明实施例中，在第二采样训练样本中肿瘤区域随机选取一个像素点作为定位点，再以该定位点为中心从第二采样训练样本中提取预设数量个预设图像块大小的训练样本图像块。

在对第二采样训练样本进行裁剪时，优选地，将定位点的像素灰度值设置为 2，从而提高定位点处像素的亮度，进而提高后续第二分割网络的训练效果。

25 在步骤 S305 中，根据训练迭代次数，通过训练样本图像块对预设分割网络进行训练，得到第二分割网络。

在本发明实施例中，通过训练样本图像块对预设分割网络进行预设训练迭代次数的迭代训练，得到第二分割网络，得到的第二分割网络通过将所有的训练样本图像块输入到语义分割网络中，对语义分割网络进行训练而得到，从而使得该第二分割网络能对肺部 CT 图像中肺肿瘤进行精确定位，提高了通过第二分割网络对肺部 CT 图像进行肺肿瘤图像分割的精确度。

在本发明实施例中，通过形状大小各异的肺肿瘤 CT 图像数据集对第一分割网络和第二分割网络进行并行训练，从而提高了训练效率，且降低了训练过程中对内存的消耗。

实施例四：

图 4 示出了本发明实施例四提供的基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置的结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，其中包括：

CT 图像预处理单元 41，用于当接收到对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割请求时，对肺部 CT 图像进行预处理，获得对应的肺部预处理图像；

第一图像分割单元 42，用于通过预先训练好的第一分割网络对肺部预处理图像进行图像分割，得到对应的肺肿瘤初始分割图像；

图像重采样单元 43，用于根据预设的像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像；

图像块获得单元 44，用于以初始分割采样图像的质心为中心、按照预设图像块大小对初始分割采样图像进行裁剪，得到预设数量个初始分割图像块；以

及

第二图像分割单元 45，用于根据肺部采样图像和初始分割图像块，采用预先训练好的第二分割网络得到肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像。

如图 5 所示，优选地，CT 图像预处理单元 41 包括：

第一区域提取单元 411，用于根据预设的种子点提取肺部 CT 图像中的空气连通区域；

第二区域提取单元 412，用于将提取到的空气连通区域从肺部 CT 图像中进

行去除，得到对应的身体掩膜区域图像；

图像阈值分割单元 413，用于对身体掩膜区域图像进行阈值分割，得到左肺最大连通区域和右肺最大连通区域；

第三区域提取单元 414，用于根据左肺最大连通区域和右肺最大连通区域，
5 对肺部 CT 图像进行感兴趣区域提取，得到对应的肺部感兴趣区域图像；以及

归一化处理单元 415，用于根据预设的灰度变换公式对肺部感兴趣区域图像进行灰度变换，并将灰度变换后的肺部感兴趣区域图像进行归一化处理，得到肺部 CT 图像对应的肺部预处理图像。

在本发明实施例中，基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置的各单元可由相应的硬件或软件单元实现，各单元可以为独立的软、硬件单元，也可以集成为一个软、硬件单元，在此不用以限制本发明。具体地，各单元的实施方式可参考前述方法实施例的描述，在此不再赘述。

实施例五：

图 6 示出了本发明实施例五提供的基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置的结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，其中包括：
15

第一样本采样单元 60，用于根据预设的样本采样大小，将预处理得到的训练样本进行重采样，得到第一采样训练样本；

第一网络训练单元 61，用于根据预设的训练迭代次数，通过第一采样训练样本对预设分割网络进行训练，得到第一分割网络；

20 第二样本采样单元 62，用于根据像元间距，将训练样本进行重采样，得到第二采样训练样本；

第二样本裁剪单元 63，用于以预先设置的定位点为中心、按照图像块大小对第二采样训练样本进行裁剪，得到预设数量个训练样本图像块，定位点为第二采样训练样本中肿瘤区域的一个像素点；

25 第二网络训练单元 64，用于根据训练迭代次数，通过训练样本图像块对预设分割网络进行训练，得到第二分割网络；

CT 图像预处理单元 65, 用于当接收到对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割请求时, 对肺部 CT 图像进行预处理, 获得对应的肺部预处理图像;

第一图像分割单元 66, 用于通过预先训练好的第一分割网络对肺部预处理图像进行图像分割, 得到对应的肺肿瘤初始分割图像;

5 图像重采样单元 67, 用于根据预设的像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样, 得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像;

图像块获得单元 68, 用于以初始分割采样图像的质心为中心、按照预设图像块大小对初始分割采样图像进行裁剪, 得到预设数量个初始分割图像块; 以及

10 第二图像分割单元 69, 用于根据肺部采样图像和初始分割图像块, 采用预先训练好的第二分割网络得到肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像。

在本发明实施例中, 基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置的各单元可由相应的硬件或软件单元实现, 各单元可以为独立的软、硬件单元, 也可以集成为一个软、硬件单元, 在此不用以限制本发明。具体地, 各单元的实施方式可参考前述方法实施例的描述, 在此不再赘述。

实施例六:

图 7 示出了本发明实施例六提供的计算设备的结构, 为了便于说明, 仅示出了与本发明实施例相关的部分。

20 本发明实施例的计算设备 7 包括处理器 70、存储器 71 以及存储在存储器 71 中并可在处理器 70 上运行的计算机程序 72。该处理器 70 执行计算机程序 72 时实现上述基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法实施例中的步骤, 例如图 1 所示的步骤 S101 至 S105。或者, 处理器 70 执行计算机程序 72 时实现上述各装置实施例中各单元的功能, 例如图 4 所示单元 41 至 45 的功能。

25 在本发明实施例中, 采用第一分割网络对经过预处理得到的肺部预处理图像进行图像分割, 得到肺肿瘤初始分割图像, 根据像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样, 得到对应的肺部采样图像和初始分割采样

图像，以初始分割采样图像的质心为中心将初始分割采样图像裁剪为预设数量个图像块大小的初始分割图像块，根据肺部采样图像和初始分割图像块，采用第二分割网络得到肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像，从而通过第一分割网络对肺部 CT 图像中肺肿瘤区域进行定位，再通过第二分割网络对肺肿瘤进行分割，提高了对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割的精确度和完整性，进而获得高精度的肺肿瘤分割图像，提高手术的安全程度。

本发明实施例的计算设备可以为个人计算机、服务器。该计算设备 7 中处理器 70 执行计算机程序 72 时实现基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法时实现的步骤可参考前述方法实施例的描述，在此不再赘述。

实施例七：

在本发明实施例中，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法实施例中的步骤，例如，图 1 所示的步骤 S101 至 S105。或者，该计算机程序被处理器执行时实现上述各装置实施例中各单元的功能，例如图 4 所示单元 41 至 45 的功能。

在本发明实施例中，采用第一分割网络对经过预处理得到的肺部预处理图像进行图像分割，得到肺肿瘤初始分割图像，根据像元间距将肺部预处理图像和肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像，以初始分割采样图像的质心为中心将初始分割采样图像裁剪为预设数量个图像块大小的初始分割图像块，根据肺部采样图像和初始分割图像块，采用第二分割网络得到肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像，从而通过第一分割网络对肺部 CT 图像中肺肿瘤区域进行定位，再通过第二分割网络对肺肿瘤进行分割，提高了对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割的精确度和完整性，进而获得高精度的肺肿瘤分割图像，提高手术的安全程度。

本发明实施例的计算机可读存储介质可以包括能够携带计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质，例如，ROM/RAM、磁盘、光盘、闪存等存储器。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割方法，其特征在于，所述方法包括下述步骤：

当接收到对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割请求时，对所述肺部 CT 图像进行预处理，获得对应的肺部预处理图像；

通过预先训练好的第一分割网络对所述肺部预处理图像进行图像分割，得到对应的肺肿瘤初始分割图像；

根据预设的像元间距将所述肺部预处理图像和所述肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像；

以所述初始分割采样图像的质心为中心、按照预设图像块大小对所述初始分割采样图像进行裁剪，得到预设数量个初始分割图像块；

根据所述肺部采样图像和所述初始分割图像块，采用预先训练好的第二分割网络得到所述肺部 CT 图像对应的肺肿瘤分割图像。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，对获取到的所述肺部 CT 图像进行预处理的步骤，包括：

根据预设的种子点提取所述肺部 CT 图像中的空气连通区域；

将提取到的所述空气连通区域从所述肺部 CT 图像中进行去除，得到对应的身体掩膜区域图像；

对所述身体掩膜区域图像进行阈值分割，得到左肺最大连通区域和右肺最大连通区域；

根据所述左肺最大连通区域和所述右肺最大连通区域，对所述肺部 CT 图像进行感兴趣区域提取，得到对应的肺部感兴趣区域图像；

根据预设的灰度变换公式对所述肺部感兴趣区域图像进行灰度变换，并将灰度变换后的所述肺部感兴趣区域图像进行归一化处理，得到所述肺部 CT 图像对应的所述肺部预处理图像。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，对所述身体掩膜区域图像进行

阈值分割的步骤，包括

根据阈值范围[-1024,-400]对所述身体掩膜区域图像进行阈值分割。

4、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述灰度变换公式为 $f(x)=0.2*I(x)$ ，其中， $I(x)$ 为所述左肺最大连通区域或所述右肺最大连通区域中第 x 个像素点的灰度值， $f(x)$ 为灰度变换后第 x 个像素点的灰度值。

5、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，对所述肺部 CT 图像进行预处理之前，所述方法还包括：

根据预设的样本采样大小，将预处理得到的训练样本进行重采样，得到第一采样训练样本；

根据预设的训练迭代次数，通过所述第一采样训练样本对预设分割网络进行训练，得到所述第一分割网络；

根据所述像元间距，将所述训练样本进行重采样，得到第二采样训练样本；

以预先设置的定位点为中心、按照所述图像块大小对所述第二采样训练样本进行裁剪，得到预设数量个训练样本图像块，所述定位点为所述第二采样训练样本中肿瘤区域的一个像素点；

根据所述训练迭代次数，通过所述训练样本图像块对所述分割网络进行训练，得到所述第二分割网络。

6、一种基于分割网络的 CT 肺肿瘤分割装置，其特征在于，所述装置包括：

CT 图像预处理单元，用于当接收到对肺部 CT 图像进行肺肿瘤分割请求时，对所述肺部 CT 图像进行预处理，获得对应的肺部预处理图像；

第一图像分割单元，用于通过预先训练好的第一分割网络对所述肺部预处理图像进行图像分割，得到对应的肺肿瘤初始分割图像；

图像重采样单元，用于根据预设的像元间距将所述肺部预处理图像和所述肺肿瘤初始分割图像进行重采样，得到对应的肺部采样图像和初始分割采样图像；

图像块获得单元，用于以所述初始分割采样图像的质心为中心、按照预设

图像块大小对所述初始分割采样图像进行裁剪，得到预设数量个初始分割图像块；以及

第二图像分割单元，用于根据所述肺部采样图像和所述初始分割图像块，采用预先训练好的第二分割网络得到所述肺部CT图像对应的肺肿瘤分割图像。

5 7、如权利要求6所述的装置，其特征在于，所述CT图像预处理单元包括：

第一区域提取单元，用于根据预设的种子点提取所述肺部CT图像中的空气连通区域；

第二区域提取单元，用于将提取到的所述空气联通区域从所述肺部CT图像中进行去除，得到对应的身体掩膜区域图像；

10 图像阈值分割单元，用于对所述身体掩膜区域图像进行阈值分割，得到左肺最大连通区域和右肺最大连通区域；

第三区域提取单元，用于根据所述左肺最大连通区域和所述右肺最大连通区域，对所述肺部CT图像进行感兴趣区域提取，得到对应的肺部感兴趣区域图像；以及

15 归一化处理单元，用于根据预设的灰度变换公式对所述肺部感兴趣区域图像进行灰度变换，并将灰度变换后的所述肺部感兴趣区域图像进行归一化处理，得到所述肺部CT图像对应的所述肺部预处理图像。

8、如权利要求6所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

20 第一样本采样单元，用于根据预设的样本采样大小，将预处理得到的训练样本进行重采样，得到第一采样训练样本；

第一网络训练单元，用于根据预设的训练迭代次数，通过所述第一采样训练样本对预设分割网络进行训练，得到所述第一分割网络；

第二样本采样单元，用于根据所述像元间距，将所述训练样本进行重采样，得到第二采样训练样本；

25 第二样本裁剪单元，用于以预先设置的定位点为中心、按照所述图像块大小对所述第二采样训练样本进行裁剪，得到预设数量个训练样本图像块，所述

定位点为所述第二采样训练样本中肿瘤区域的一个像素点；以及

第二网络训练单元，用于根据所述训练迭代次数，通过所述训练样本图像块对所述分割网络进行训练，得到所述第二分割网络。

9、一种计算设备，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程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 5 任一项所述方法的步骤。

10、一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 5 任一项所述方法的步骤。

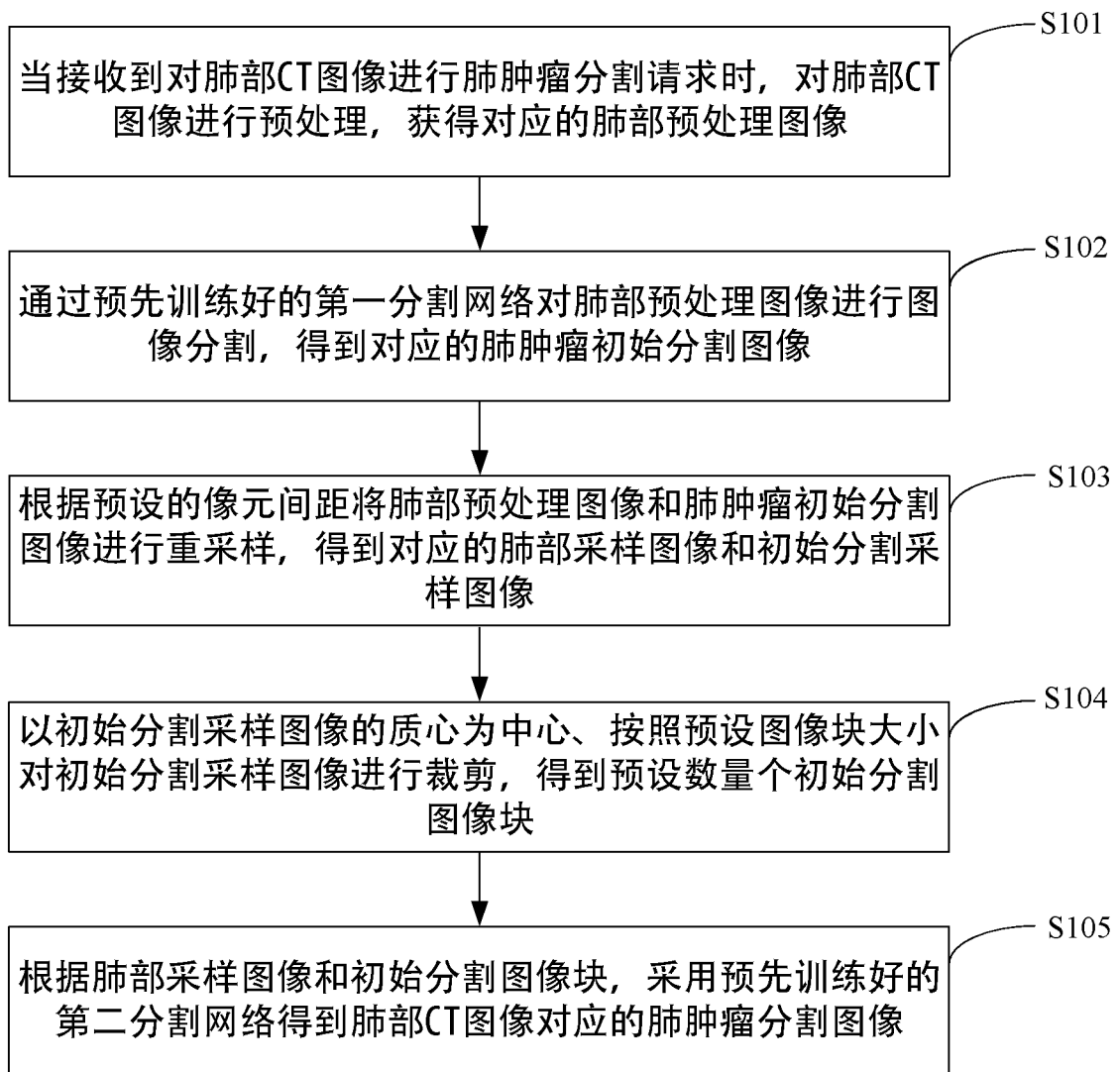


图 1

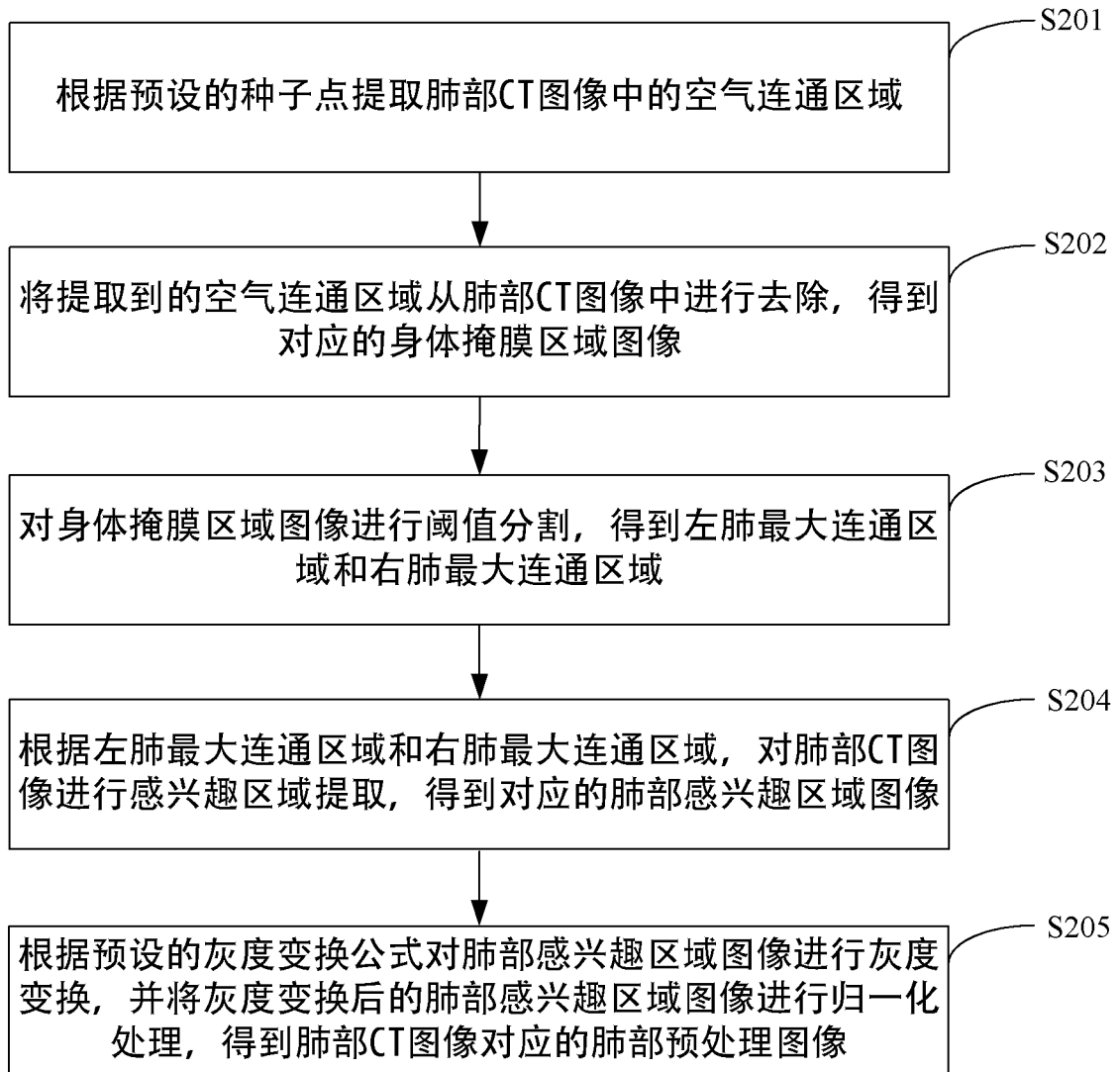


图 2

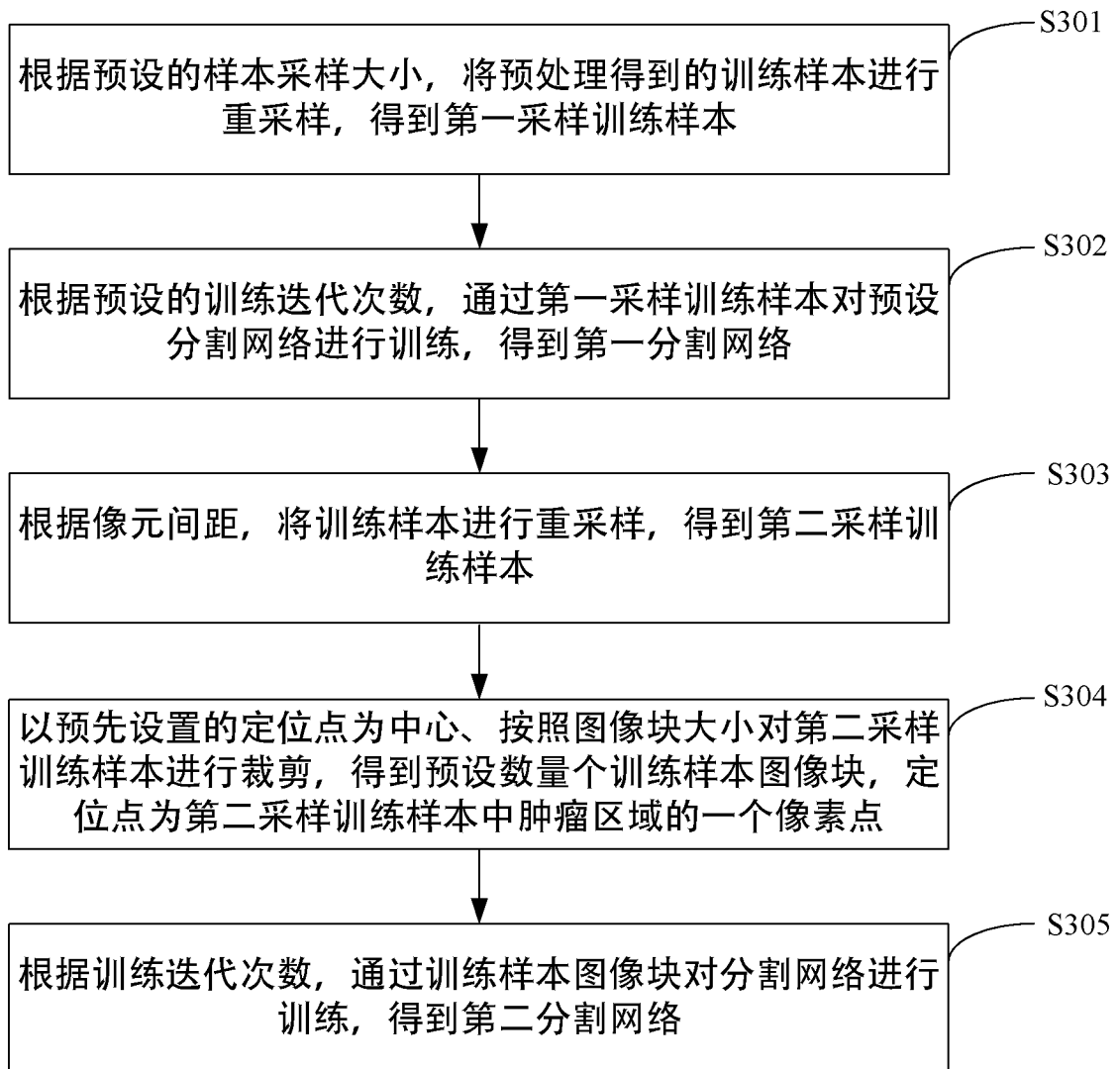


图 3

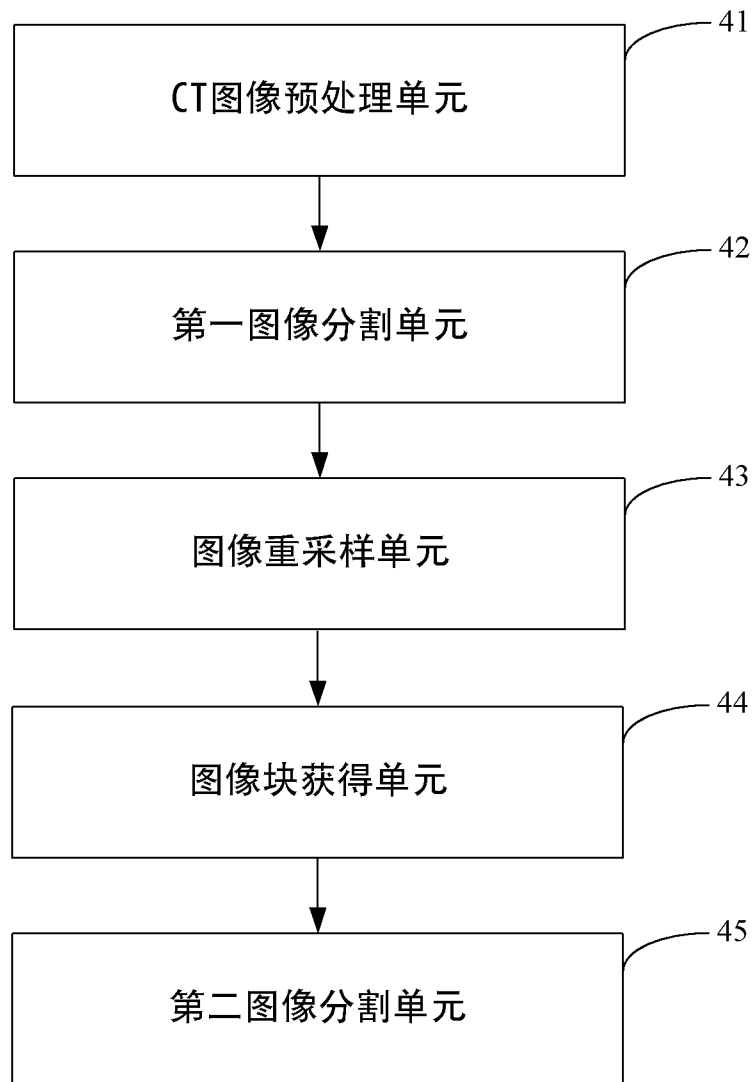


图 4

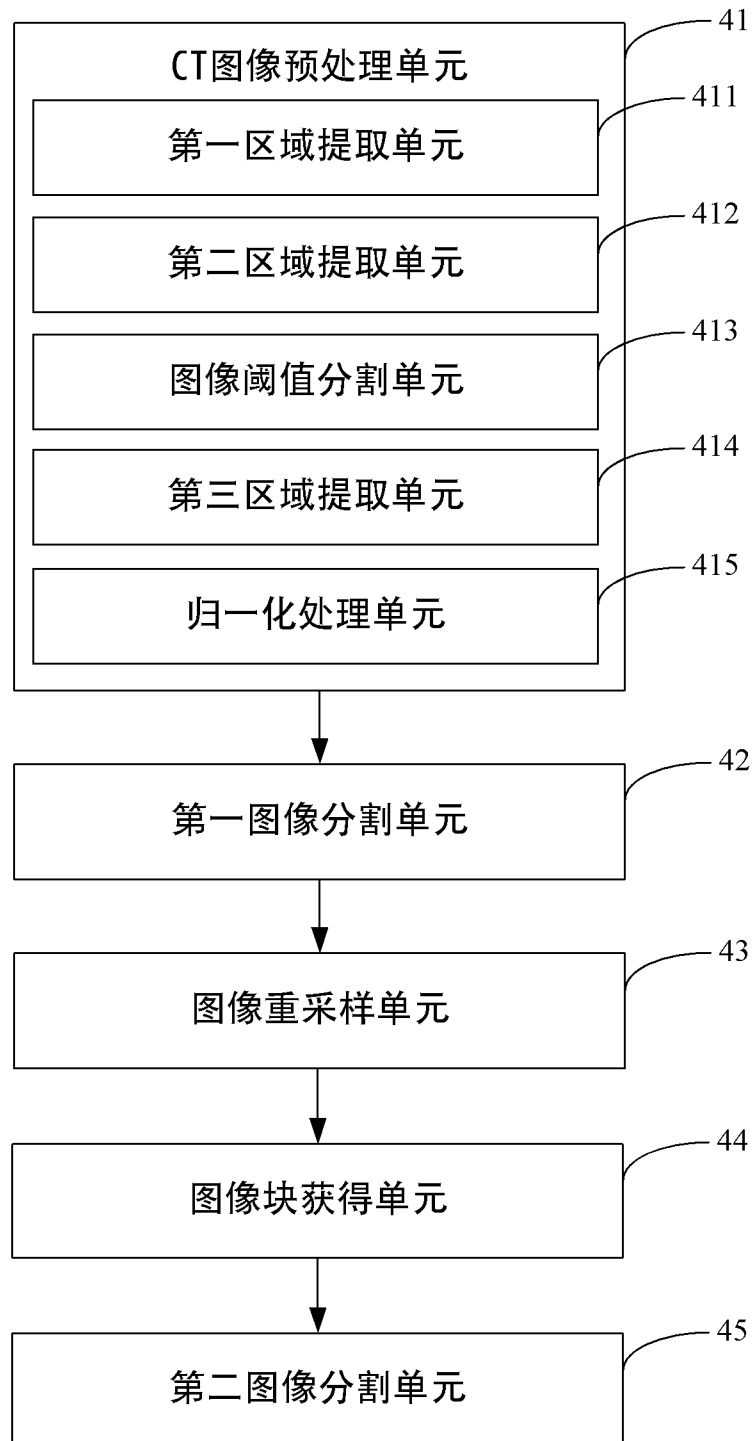


图 5

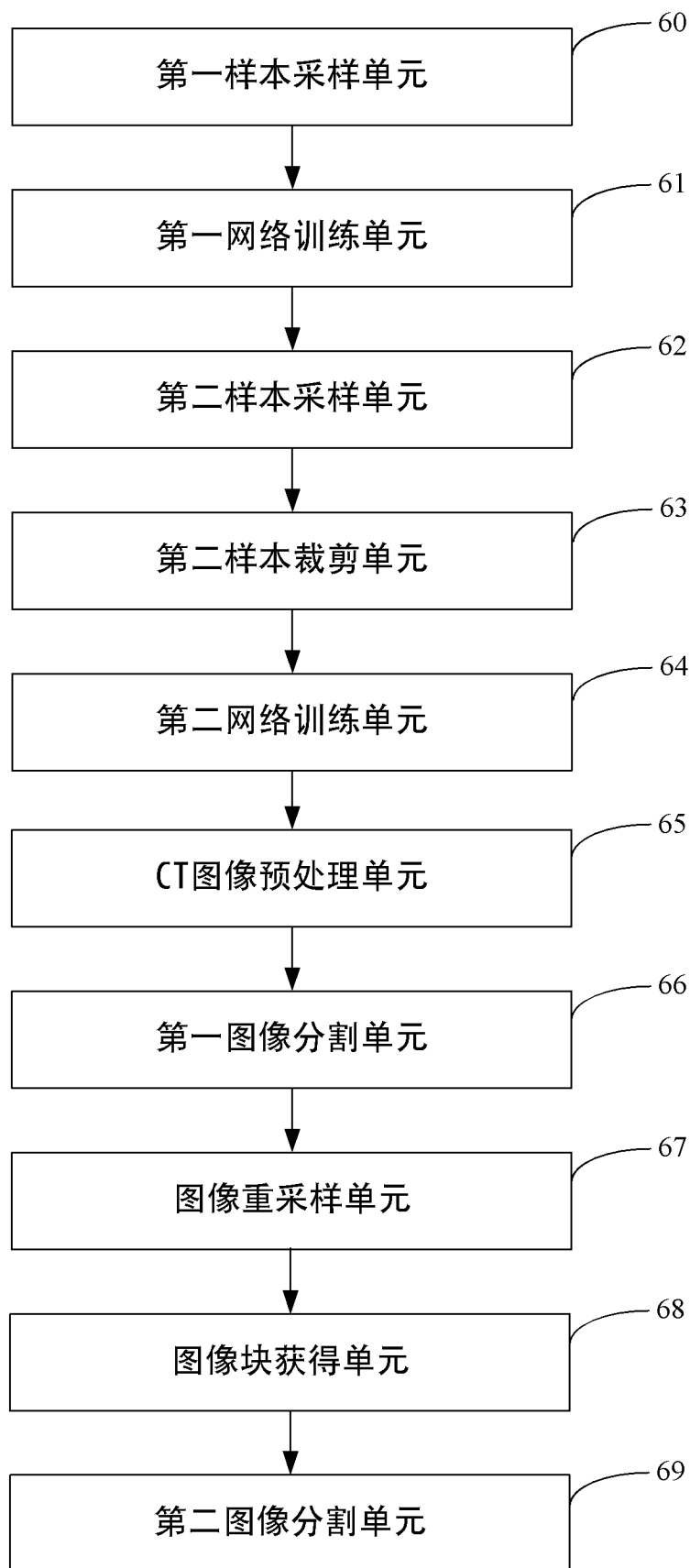


图 6

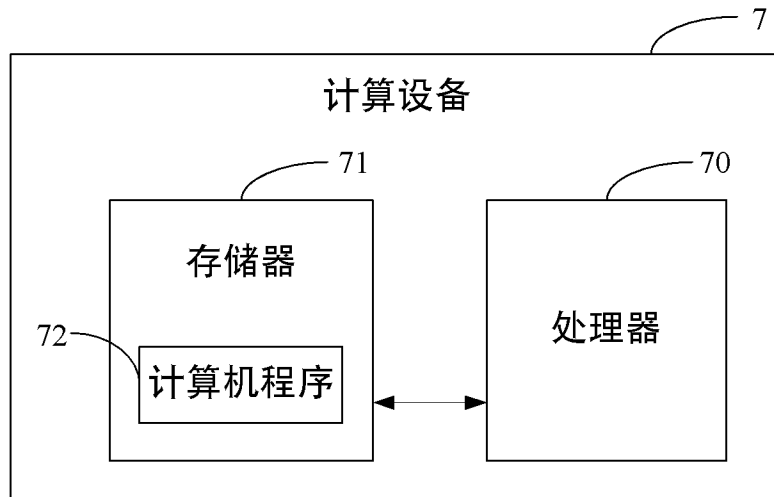


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/122103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/11(2017.01)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; G06K

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, IEEE: 分割, 图像, 网络, 间距, 像元, 重采样, 块, 训练, 成像, 断层, 肿瘤, segmentation, image, network, pixel, resampling, block, training, tumor, computed w tomography, CT

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108537784 A (SICHUAN YUANJIANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 September 2018 (2018-09-14) description, paragraphs 0050-0062 and 0088	1-10
A	CN 107392910 A (NEUSOFT MEDICAL SYSTEMS CO., LTD.) 24 November 2017 (2017-11-24) entire document	1-10
A	CN 103942785 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 23 July 2014 (2014-07-23) entire document	1-10
A	WO 2018189541 A1 (KHEIRON MEDICAL TECHNOLOGIES LTD.) 18 October 2018 (2018-10-18) entire document	1-10
A	US 2008267499 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 30 October 2008 (2008-10-30) entire document	1-10

☐ 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

21 February 2020

Date of mailing of the international search report

02 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/122103

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	108537784	A	14 September 2018	None	
CN	107392910	A	24 November 2017	None	
CN	103942785	A	23 July 2014	None	
WO	2018189541	A1	18 October 2018	None	
US	2008267499	A1	30 October 2008	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/122103

A. 主题的分类

G06T 7/11 (2017.01) 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; G06K

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))

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, IEEE: 分割, 图像, 网络, 间距, 像元, 重采样, 块, 训练, 成像, 断层, 肿瘤, segmentation, image, network, pixel, resampling, block, training, tumor, computed w tomography, CT

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
A	CN 108537784 A (四川元匠科技有限公司) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 说明书第0050-0062、0088段	1-10
A	CN 107392910 A (沈阳东软医疗系统有限公司) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24) 全文	1-10
A	CN 103942785 A (苏州大学) 2014年 7月 23日 (2014 - 07 - 23) 全文	1-10
A	WO 2018189541 A1 (KHEIRON MEDICAL TECHNOLOGIES LTD.) 2018年 10月 18日 (2018 - 10 - 18) 全文	1-10
A	US 2008267499 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2008年 10月 30日 (2008 - 10 - 30) 全文	1-10

☐ 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

2020年 2月 21日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 2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

授权官员

武守秋

电话号码 86-(10)-53961321

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/122103

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	108537784	A	2018年 9月 14日	无	
CN	107392910	A	2017年 11月 24日	无	
CN	103942785	A	2014年 7月 23日	无	
WO	2018189541	A1	2018年 10月 18日	无	
US	2008267499	A1	2008年 10月 30日	无	