

(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 12 月 3 日 (03.12.2020)



(10) 国际公布号

WO 2020/238044 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/117323
- (22) 国际申请日: 2019 年 11 月 12 日 (12.11.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910470150.1 2019 年 5 月 31 日 (31.05.2019) CN
- (71) 申请人: 深圳市前海安测信息技术有限公司 (ANYCHECK INFORMATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 齐守良(QI, Shouliang); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (CN)。 曾威(ZENG, Wei); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong

518057 (CN)。 姚育东(YAO, Yudong); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (CN)。 钱唯(QIAN, Wei); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (CN)。 郑斌(ZHENG, Bin); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (CN)。 高伟明(GAO, Weiming); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (CN)。 葛新科(GE, Xinke); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (CN)。 张红治(ZHENG, Hongzhi); 中国广东省深圳市南山区科技园南区高新南七道数字技术园 B1 栋 3B 梁艳妮, Guangdong 518057 (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, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONSTRUCTING 3D UNET NETWORK MODEL FOR TUMOR DETECTION, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 用于检测肿瘤的 3D UNet 网络模型构建方法、装置及存储介质

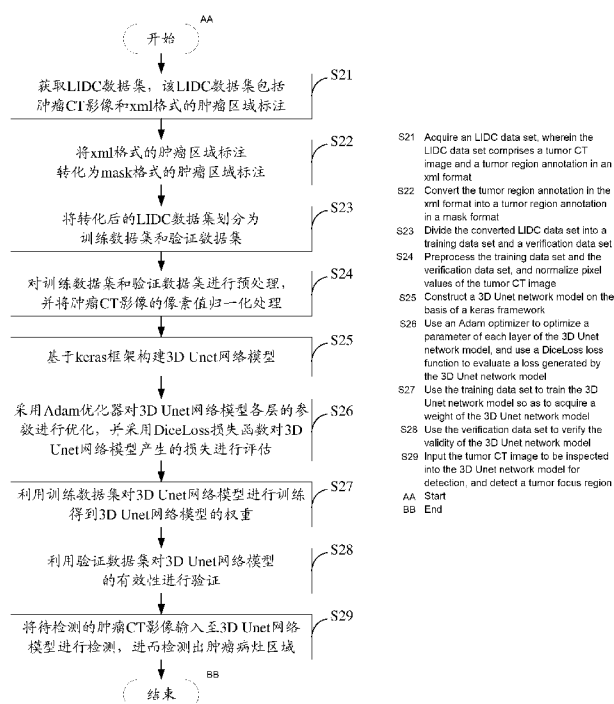


图 2

(57) Abstract: The invention provides a method and device for constructing a 3D UNet network model for tumor detection, and a computer-readable storage medium. The method comprises: acquiring an LIDC data set from a medical image database, wherein the LIDC data set comprises a tumor CT image and a tumor region annotation in an xml format; converting the tumor region annotation in the xml format into a tumor region annotation in a mask format; dividing the converted LIDC data set into a training data set and a verification data set; preprocessing the training data set and the verification data set, and normalizing pixel values of the tumor CT image; constructing a 3D UNet network model on the basis of a keras framework; using the training data set to train the 3D Unet network model so as to acquire a weight of the 3D Unet network model; and using the verification data set to verify the validity of the 3D Unet network model. In the invention, a 3D Unet network is constructed, thereby quickly and accurately detecting a tumor focus region, and improving the efficiency and accuracy of tumor detection.

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))。

(57) 摘要: 本发明提供一种用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法、装置及计算机可读存储介质。所述方法包括: 从医疗影像数据库获取LIDC数据集, 该LIDC数据集包括肿瘤CT影像和xml格式的肿瘤区域标注; 将xml格式的肿瘤区域标注转化为mask肿瘤区域标注; 将转化后的LIDC数据集划分为训练数据集和验证数据集; 将训练数据集和验证数据集进行预处理, 并将肿瘤CT影像的像素值归一化处理; 基于keras框架构建3D Unet网络模型; 利用训练数据集对3D Unet网络模型进行训练得到3D Unet网络模型的权重; 利用验证数据集验证3D Unet网络模型的有效性。本发明通过构建3D UNet网络实现快速、准确地检测肿瘤病灶区域, 提高肿瘤检测效率和准确度。

用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法、装置及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及肿瘤影像处理的技术领域，尤其涉及一种用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法、装置及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 随着CT的应用普及，为肿瘤的早期筛查提供了便利。近年来的统计发现，肺癌的发病率越来越高，同时也是癌症致死率的首要原因，精确地从CT图形中分割出肿瘤病灶区域，对术前新辅助放化疗的计划制定，以及术后放化疗疗效评估意义重大。然而，人工勾画肿瘤区域是一项耗时长，工作量极大的工作。此外，不同的放射科医生对肿瘤区域的勾画结果受其主观经验，环境等诸多因素的影响，其勾画结果是不可重复的。此外，由于不同个体肺部形态差异造成肿瘤CT影像模糊不清，很难找全所有肿瘤CT影像中的肿瘤区域，肿瘤检测准确度不高且效率低造成肿瘤位置定位困难。因此，临床上急需实现肿瘤区域的自动检测，准确定位肿瘤位置，为肿瘤的诊断治疗提供指导成为业界的研究重点。

发明概述

技术问题

[0003] 本发明的主要目的在于提供一种用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法、装置及计算机可读存储介质，旨在解决现有肿瘤检测方法受限于个体肺部形态差异造成肿瘤检测效率低且准确度低的技术问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0004] 为实现上述目的，本发明提供一种用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，该方法包括如下步骤：从医疗影像数据库获取LIDC数据集，该LIDC数据集包

括肿瘤CT影像和xml格式的肿瘤区域标注；将xml格式的肿瘤区域标注转化为mask肿瘤区域标注；将转化后的LIDC数据集划分为训练数据集和验证数据集；将训练数据集和验证数据集进行预处理，并将肿瘤CT影像的像素值归一化处理；基于keras框架构建3D Unet网络模型；利用训练数据集对构建出的3D Unet网络模型进行训练得到3D Unet网络模型的权重；利用验证数据集对构建出的3D Unet网络模型的有效性进行验证。

[0005] 优选地，所述对训练数据集和验证数据集进行预处理的步骤包括如下步骤：对训练数据集和验证数据集中像素点之间的间隔均置为1，使输入3D Unet网络模型的数据拥有统一的间隔；针对训练数据集中的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注均执行如下步骤：获取mask肿瘤区域标注的中心点，以该中心点作为 $96 \times 96 \times 32$ 矩阵的中心点，按照 $96 \times 96 \times 32$ 大小对肿瘤区域进行随机裁剪，随机放大缩小，随机旋转角度，随机上下左右翻转，生成多样化的训练数据；针对验证数据集的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注均执行如下步骤：获取mask肿瘤区域的中心点，以该中心点作为 $96 \times 96 \times 32$ 矩阵的中心点，按照 $96 \times 96 \times 32$ 大小对肿瘤区域进行裁剪，并保存裁剪得到的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域。

[0006] 优选地，所述将肿瘤CT影像的像素值归一化处理的步骤包括如下步骤：将肿瘤CT影像中大于0的像素值置为0，将肿瘤CT影像中小于-1200像素值置为-1200，其它像素置不变，进而将肿瘤CT影像的像素值归一化到[0, -1200]这个数值区间，以排除肿瘤CT影像中的非肿瘤区域。

[0007] 优选地，所述mask肿瘤区域标注的大小和肿瘤CT影像的大小相同，将肿瘤CT影像中的肿瘤区域的像素值置为1，非肿瘤区域的像素值置为0，从而构成mask矩阵格式的mask肿瘤区域标注。

[0008] 优选地，所述LIDC数据集按照训练数据集与验证数据集的比例为9:1划分为多个训练数据集和多个验证数据集，每个训练数据集和每个验证数据集均包括一个肿瘤CT影像及一个对应的mask肿瘤区域标注。

[0009] 优选地，所述3D Unet网络模型由输入层、输出层、3D卷积层、批正则化层、激活层、反卷积层和最大池化层构成，其中，所述输入层大小为 $96 \times 96 \times 32$ ，所述模型最大池化层由3层降采样构成、所述反卷积层由3层上采样构成，所述输

出层大小为96×96×32。

[0010] 优选地，所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法还包括：采用Adam优化器对3D Unet网络模型各层的参数进行优化；采用DiceLoss损失函数对3D Unet网络模型产生的损失进行评估。

[0011] 优选地，所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法还包括：从影像扫描设备获取待检测的CT影像；将待检测的CT影像输入至3D Unet网络模型进行检测以检测出各种不规则的肿瘤病灶区域，并将肿瘤病灶区域显示在显示器上。

[0012] 另一方面，本发明还提供一种用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建装置，包括适于实现各种计算机程序指令的处理器以及适于存储多条计算机程序指令的存储器，所述计算机程序指令由处理器加载并执行如前述所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法的各项方法步骤。

[0013] 再一方面，本发明还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储多条计算机程序指令，其特征在于，所述计算机程序指令由计算机装置的处理器加载并执行如前述所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法的各项方法步骤。

发明的有益效果

有益效果

[0014] 相较于现有技术，本发明所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法、装置及计算机可读存储介质能够构建出肿瘤精准分割的3D UNet网络模型，通过该3D UNet网络模型有效分割各种不规则的肿瘤区域，提高肿瘤检测准确度和速度，且肿瘤检测的有效性不受限于个体肺部形态差异，从而快速、准确地定位肿瘤位置，为医生对肿瘤的诊断治疗提供医学指导。

对附图的简要说明

附图说明

[0015] 图1是本发明用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建装置的较佳实施例的结构方框示意图；

[0016] 图2是本发明用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法较佳实施例的方法流程图。

[0017] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

发明实施例

本发明的实施方式

[0018] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效，以下结合附图及较佳实施例，对本发明的具体实施方式、结构、特征及其功效，详细说明如下。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0019] 参照图1所示，图1是本发明用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建装置的较佳实施例的结构示意图。在本实施例中，所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建装置1包括，但不限于，适于存储各种计算机程序指令的存储器11、执行各种计算机程序指令的处理器12以及显示器13。所述存储器11和显示器13均通过电连接线与所述处理器12进行电气连接，并通过数据总线与处理器12进行数据传输连接。所述处理器12能够调用存储在所述存储器11中的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建程序10，并执行该3D UNet网络模型构建程序10从影像扫描设备3输入的肿瘤CT影像，并利用UNet网络基于肿瘤CT影像数据对肺叶进行分割。所述3D UNet网络模型构建装置1可以为安装有本发明所述3D UNet网络模型构建程序10的个人计算机、笔记本电脑、服务器等计算机装置。

[0020] 在本实施例中，所述3D UNet网络模型构建装置1连接有医疗影像数据库2以及影像扫描设备3。所述医疗影像数据库2存储有多个肿瘤病例的LIDC数据集作为样本，例如医疗影像数据库2存储有1000例LIDC数据集，每一例LIDC数据集包括肿瘤CT影像和xml格式的肿瘤区域标注。所述影像扫描设备3可以为CT扫描仪，能够扫描患者的肺部得到肿瘤CT影像。所述3D UNet网络模型构建装置1通过处理器12执行3D UNet网络模型构建程序10能够从医疗影像数据库2获取多个LIDC数据集，根据LIDC数据集构建3D UNet网络模型，从影像扫描设备3获取患者的肿瘤CT影像并输入至3D UNet网络模型，利用3D UNet网络模型对输入的肿瘤CT影像快速准确地检测出肿瘤病灶区域。

[0021] 在本实施例中，所述存储器11至少包括一种类型的可读存储介质，所述可读存

储介质包括闪存、硬盘、多媒体卡、卡型存储器（例如，SD或DX存储器等）、磁性存储器、磁盘、光盘等。所述存储器11在一些实施例中可以是所述用于检测肿瘤的3D

UNet网络模型构建装置1的内部存储单元，例如该用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建装置1的硬盘、只读存储器ROM，随机存储器RAM、电可擦写存储器EPROM、快闪存储器FLASH或光盘等。所述存储器11在另一些实施例中也可以用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建装置1的外部存储设备，例如该3D UNet网络模型构建装置1上配备的插接式硬盘，智能存储卡（Smart Media Card, SMC），安全数字（Secure Digital, SD）卡，闪存卡（Flash Card）等。进一步地，所述存储器11还可以既包括3D UNet网络模型构建装置1的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器11不仅可以用于存储安装于3D

UNet网络模型构建装置1的应用软件及各类数据，例如存储用于3D UNet网络模型构建程序10的程序代码等，还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的肿瘤病灶区域。

[0022] 在本实施例中，所述处理器12在一些实施例中可以是一中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、控制器、微控制器、微处理器或其他数据处理芯片，用于调用并运行存储器11中存储的程序代码或处理数据，例如执行3D UNet网络模型构建程序10等。所述显示器13可以为触摸显示屏也可以为通用的LED显示屏，能够显示检测出的肿瘤病灶区域。

[0023] 可选地，在其他实施例中，所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建程序10还可以被划分为一个或者多个模块，一个或者多个模块被存储于存储器11中，并由一个或多个处理器（本实施例为处理器12）所执行以完成本发明，本发明所称的模块是指能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段，用于描述3D UNet网络模型构建程序10在所述UNet网络构建装置1中的执行过程。

[0024] 在本实施例中，所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建程序10由多条计算机程序指令组成的程序模块组成，包括但不限于，影像数据获取模块101、影像数据处理模块102、网络模型构建模块103、网络模型训练模块104以及肿瘤检测模块105。本发明所称的模块是指一种能够被3D UNet网络模型构建装置1的处

理器12执行并且能够完成固定功能的一系列计算机程序指令段，其存储在存储器11中。

- [0025] 所述影像数据获取模块101用于从医疗影像数据库2获取LIDC数据集，该LIDC数据集包括肿瘤CT影像和xml格式的肿瘤区域标注。在本实施例中，所述医疗影像数据库2存储有多个肿瘤病例的LIDC数据集，例如医疗影像数据库2存储有1000例肿瘤病例的LIDC数据集。
- [0026] 所述影像数据处理模块102用于将xml格式的肿瘤区域标注转化为mask肿瘤区域标注；在本实施例中，所述影像数据处理模块102将xml格式的肿瘤区域标注转化为mask格式的肿瘤区域标注（简称mask肿瘤区域标注）；其中，mask肿瘤区域标注的大小和肿瘤CT影像的大小一样，将肿瘤CT影像中的肿瘤区域的像素值置为1，非肿瘤区域的像素值置为0，从而构成mask矩阵格式的mask肿瘤区域标注。
- [0027] 所述影像数据处理模块102还用于将转化后的LIDC数据集划分为训练数据集和验证数据集；在本实施例中，每个训练数据集和每个验证数据集均包括一个肿瘤CT影像及一个对应的mask肿瘤区域标注。假设总共输入1000例LIDC数据集，所述LIDC数据集按照训练数据集与验证数据集的比例为9:1进行划分，训练数据集有900例，验证数据集有100例。
- [0028] 所述影像数据处理模块102还用于对训练数据集和验证数据集进行预处理，并将肿瘤CT影像的像素值归一化处理。在本实施例中，所述对训练数据集和验证数据集进行预处理包括如下步骤：对训练数据集和验证数据集中像素点之间的间隔均置为1，使输入3D Unet网络模型的数据拥有统一的间隔；针对训练数据集中的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注执行如下步骤：获取mask肿瘤区域标注的中心点，以该中心点作为96×96×32矩阵的中心点，按照96×96×32大小对肿瘤区域进行随机裁剪，随机放大缩小，随机旋转一定角度，该角度可以为90、180或270度，随机上下左右翻转，生成多样化的训练数据，以增强3D Unet网络模型的鲁棒性；针对验证数据集的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域执行如下步骤：获取mask肿瘤区域的中心点，以该中心点作为96×96×32矩阵的中心点，按照96×96×32大小对肿瘤区域进行裁剪，并保存裁剪得到的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域数据

作为后续验证3D Unet网络模型的有效性。在本实施例中，所述将肿瘤CT影像的像素值归一化处理包括步骤：将肿瘤CT影像中大于0的像素值置为0，将肿瘤CT影像中小于-1200像素值置为-1200，其它像素置不变，即将肿瘤CT影像的像素值归一化到[0, -1200]这个数值区间，以排除大部分非肿瘤区域。

[0029] 所述网络模型构建模块103用于基于keras框架构建3D Unet网络模型。本领域技术人员可知，所述Keras框架是一个基于深度学习神经网络的Python API，采用Python语言编写，是一个高度模块化的神经网络库。在本实施例中，所述3D Unet网络模型由输入层、输出层、3D卷积层、批正则化层、激活层、反卷积层和最大池化层构成，输入层大小为 $96 \times 96 \times 32$ ，该模型有3层降采样（最大池化层）、3层上采样（反卷积层），输出层大小为 $96 \times 96 \times 32$ 。所述网络模型构建模块103还用于采用Adam优化器对3D Unet网络模型各层的参数进行优化，并采用DiceLoss损失函数对3D Unet网络模型产生的损失进行评估。本领域技术人员可知，所述Adam优化器是随机梯度下降优化算法的扩展式，广泛用于深度学习神经网络应用中，尤其是计算机视觉和自然语言处理等任务。所述DiceLoss损失函数是一种将dice系数作为损失函数，在使用深度学习做医学图像分割时对损失进行评估的网络模型。

[0030] 所述网络模型训练模块104用于利用训练数据集对3D Unet网络模型进行训练得到3D Unet网络模型的权重。在本实施例中，网络模型训练模块104将训练数据集的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注按照预设的数据量输入3D Unet网络模型进行训练，例如，将每轮输入的数据量大小（batchsize）设为12批，总共轮数（epoch）设置为200轮；每一轮训练3D Unet网络模型均会产生权重，保存3D Unet网络模型的最低损失（loss）的权重，得到最优化的3D Unet网络模型。

[0031] 所述网络模型训练模块104还用于利用验证数据集对3D Unet网络模型的有效性进行验证，以验证构建出的3D Unet网络模型是否可以作为后续有效并且准确地检测出肿瘤区域。在本实施例中，将验证数据集的肿瘤CT影像输入3D Unet网络模型输出肿瘤区域的mask标注，并将输出的肿瘤区域的mask标注与验证数据集中的mask肿瘤区域标注进行比较，若两者基本相同，则表明构建了有效的3D Unet网络模型有效，可作为后续肿瘤检测；若两者相差较大，则表明构建出的3

D Unet网络模型无效，需重新构建有效的3D Unet网络模型。

[0032] 所述肿瘤检测模块105用于从影像扫描设备3获取待检测的CT影像，并将待检测的CT影像输入至3D Unet网络模型进行检测，进而检测出各种不规则的肿瘤病灶区域，并将肿瘤病灶区域显示在显示器13上，从而有助于供医生对肿瘤术前辅助放化疗的计划制定，以及术后放化疗疗效评估提供更加全面的指导。

[0033] 参考图2所示，是本发明用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法较佳实施例的流程图。在本实施例中，所述3D UNet网络模型构建方法的各种方法步骤通过计算机软件程序来实现，该计算机软件程序以计算机程序指令的形式存储于计算机可读存储介质（例如存储器11）中，所述计算机程序指令能够被处理器（例如处理器12）加载并执行如下步骤：

[0034] 步骤S21，从医疗影像数据库2获取LIDC数据集，该LIDC数据集包括肿瘤CT影像和xml格式的肿瘤区域标注。在本实施例中，所述医疗影像数据库2存储有多个肿瘤病例的LIDC数据集，例如医疗影像数据库2存储有1000例肿瘤病例的LIDC数据集。

[0035] 步骤S22，将xml格式的肿瘤区域标注转化为mask肿瘤区域标注；在本实施例中，将xml格式的肿瘤区域标注转化为mask格式的肿瘤区域标注（简称mask肿瘤区域标注）；其中，所述mask肿瘤区域标注的大小和肿瘤CT影像的大小相同，将肿瘤CT影像中的肿瘤区域的像素值置为1，非肿瘤区域的像素值置为0，从而构成mask矩阵格式的mask肿瘤区域标注。

[0036] 步骤S23，将转化后的LIDC数据集划分为训练数据集和验证数据集；在本实施例中，每个训练数据集和每个验证数据集均包括一个肿瘤CT影像和一个对应的mask肿瘤区域标注。假设总共输入1000例LIDC数据集，所述LIDC数据集按照训练数据集与验证数据集的比例为9:1进行划分，训练数据集有900例，验证数据集有100例。

[0037] 步骤S24，将训练数据集和验证数据集进行预处理，并将肿瘤CT影像的像素值归一化处理。在本实施例中，所述对训练数据集和验证数据集进行预处理包括如下步骤：对训练数据集和验证数据集中像素点之间的间隔均置为1，使输入3D Unet网络模型的数据拥有统一的间隔；针对训练数据集中的肿瘤CT影像和mask

肿瘤区域标注执行如下步骤：获取mask肿瘤区域标注的中心点，以该中心点作为 $96 \times 96 \times 32$ 矩阵的中心点，按照 $96 \times 96 \times 32$ 大小对肿瘤区域进行随机裁剪，随机放大缩小，随机旋转一定角度，该角度可以为90、180或270度，随机上下左右翻转，生成多样化的训练数据，以增强3D Unet网络模型的鲁棒性；针对验证数据集的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注执行如下步骤：获取mask肿瘤区域的中心点，以该中心点作为 $96 \times 96 \times 32$ 矩阵的中心点，按照 $96 \times 96 \times 32$ 大小对肿瘤区域进行裁剪，并保存裁剪得到的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域数据作为后续验证3D Unet网络模型的有效性。在本实施例中，所述将肿瘤CT影像的像素值归一化处理包括步骤：将肿瘤CT影像中大于0的像素值置为0，将肿瘤CT影像中小于-1200像素值置为-1200，其它像素置不变，即将肿瘤CT影像的像素值归一化到[0, -1200]这个数值区间，以排除肿瘤CT影像中的大部分非肿瘤区域。

[0038] 步骤S25，基于keras框架构建3D

Unet网络模型。本领域技术人员可知，所述Keras框架是一个基于深度学习神经网络的Python API，采用Python语言编写，是一个高度模块化的神经网络库。在本实施例中，所述3D Unet网络模型由输入层、输出层、3D卷积层、批正则化层、激活层、反卷积层和最大池化层构成，输入层大小为 $96 \times 96 \times 32$ ，该模型有3层降采样（最大池化层）、3层上采样（反卷积层），输出层大小为 $96 \times 96 \times 32$ 。

[0039] 步骤S26，采用Adam优化器对3D

Unet网络模型各层的参数进行优化，并采用DiceLoss损失函数对3D Unet网络模型产生的损失进行评估。本领域技术人员可知，所述Adam优化器是随机梯度下降优化算法的扩展式，广泛用于深度学习神经网络应用中，尤其是计算机视觉和自然语言处理等任务。所述DiceLoss损失函数是一种将dice系数作为损失函数，在使用深度学习做医学图像分割时对损失进行评估的网络模型。

[0040] 步骤S27，利用训练数据集对3D Unet网络模型进行训练得到3D Unet网络模型的权重。在本实施例中，将训练数据集的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注按照预设的数据量输入3D Unet网络模型进行训练，例如，将每轮输入的数据量大小（batchsize）设为12批，总共轮数（epoch）设置为200轮；每一轮训练3D Unet网络模型均会产生权重，保存3D Unet网络模型的最低损失（loss）的权重，得

到最优化的3D Unet网络模型。

[0041] 步骤S28, 利用验证数据集对3D Unet网络模型的有效性进行验证, 以验证构建

出的3D Unet网络模型是否可以作为后续有效并且准确地检测出肿瘤区域。在本实施例中, 将验证数据集的肿瘤CT影像输入3D

Unet网络模型输出肿瘤区域的mask标注, 并将输出的肿瘤区域的mask标注与验证数据集中的mask肿瘤区域标注进行比较, 若两者基本相同, 则表明构建了有效的3D Unet网络模型有效, 可作为后续肿瘤检测; 若两者相差较大, 则表明构建出的3D Unet网络模型无效, 需重新构建有效的3D Unet网络模型。

[0042] 步骤S29, 从影像扫描设备3获取待检测的CT影像, 并将待检测的CT影像输入

至3D Unet网络模型进行检测, 进而检测出各种不规则的肿瘤病灶区域, 并将肿瘤病灶区域显示在显示器13上, 从而有助于供医生对肿瘤术前辅助放化疗方案的制定, 以及术后放化疗疗效效果的评估提供更加全面的医学指导。

[0043] 本发明还一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质存储多条计算机程

序指令, 所述计算机程序指令由计算机装置的处理器加载并执行本发明所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法的各个步骤。本领域技术人员可以理解, 上述实施方式中各种方法的全部或部分步骤可以通过相关程序指令完成, 该程序可以存储于计算机可读存储介质中, 存储介质可以包括: 只读存储器、随机存储器、磁盘或光盘等。

[0044] 本发明所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法、装置及计算机可读存

储介质能够构建出肿瘤精准分割的3D UNet网络模型, 通过该3D UNet网络模型有效分割各种不规则的肿瘤区域, 提高肿瘤检测准确度和速度, 且肿瘤检测的有效性不受限于个体肺部形态差异, 从而快速、准确地定位肿瘤位置, 为医生对肿瘤的诊断治疗提供医学指导。

[0045] 以上仅为本发明的较佳实施例, 并非因此限制本发明的专利范围, 凡是利用本

发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换, 或直接或间接运用在其他相关的技术领域, 均同理包括在本发明的专利保护范围内。

工业实用性

[0046] 相较于现有技术, 本发明所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法、装

置及计算机可读存储介质能够构建出肿瘤精准分割的3D

UNet网络模型，通过该3D UNet网络模型有效分割各种不规则的肿瘤区域，提高肿瘤检测准确度和速度，且肿瘤检测的有效性不受限于个体肺部形态差异，从而快速、准确地定位肿瘤位置，为医生对肿瘤的诊断治疗提供医学指导。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，该方法包括如下步骤：
- 从医疗影像数据库获取LIDC数据集，该LIDC数据集包括肿瘤CT影像和xml格式的肿瘤区域标注；
- 将xml格式的肿瘤区域标注转化为mask肿瘤区域标注；
- 将转化后的LIDC数据集划分为训练数据集和验证数据集；
- 将训练数据集和验证数据集进行预处理，并将肿瘤CT影像的像素值归一化处理；
- 基于keras框架构建3D Unet网络模型；
- 利用训练数据集对构建出的3D Unet网络模型进行训练得到3D Unet网络模型的权重；
- 利用验证数据集对构建出的3D Unet网络模型的有效性进行验证。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，所述对训练数据集和验证数据集进行预处理的步骤包括：
- 对训练数据集和验证数据集中像素点之间的间隔均置为1，使输入3D Unet网络模型的数据拥有统一的间隔；
- 针对训练数据集中的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注均执行如下步骤：获取mask肿瘤区域标注的中心点，以该中心点作为96×96×32矩阵的中心点，按照96×96×32大小对肿瘤区域进行随机裁剪，随机放大缩小，随机旋转角度，随机上下左右翻转，生成多样化的训练数据；
- 针对验证数据集的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域标注均执行如下步骤：获取mask肿瘤区域的中心点，以该中心点作为96×96×32矩阵的中心点，按照96×96×32大小对肿瘤区域进行裁剪，并保存裁剪得到的肿瘤CT影像和mask肿瘤区域。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，所述将肿瘤CT影像的像素值归一化处理的步骤包括：

将肿瘤CT影像中大于0的像素值置为0，将肿瘤CT影像中小于-1200像素值置为-1200，其它像素置不变，进而将肿瘤CT影像的像素值归一化到[0, -1200]这个数值区间，以排除肿瘤CT影像中的非肿瘤区域。

[权利要求 4] 如权利要求1所述的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，所述mask肿瘤区域标注的大小和肿瘤CT影像的大小相同，将肿瘤CT影像中的肿瘤区域的像素值置为1，非肿瘤区域的像素值置为0，从而构成mask矩阵格式的mask肿瘤区域标注。

[权利要求 5] 如权利要求1所述的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，所述LIDC数据集按照训练数据集与验证数据集的比例为9:1划分为多个训练数据集和多个验证数据集，每个训练数据集和每个验证数据集均包括一个肿瘤CT影像及一个对应的mask肿瘤区域标注。

[权利要求 6] 如权利要求1所述的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，所述3D Unet网络模型由输入层、输出层、3D卷积层、批正则化层、激活层、反卷积层和最大池化层构成，其中，所述输入层大小为 $96 \times 96 \times 32$ ，所述模型最大池化层由3层降采样构成、所述反卷积层由3层上采样构成，所述输出层大小为 $96 \times 96 \times 32$ 。

[权利要求 7] 如权利要求1所述的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，该方法还包括如下步骤：

采用Adam优化器对3D Unet网络模型各层的参数进行优化；

采用DiceLoss损失函数对3D Unet网络模型产生的损失进行评估。

[权利要求 8] 如权利要求1所述的用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法，其特征在于，该方法还包括如下步骤：

从影像扫描设备获取待检测的CT影像；

将待检测的CT影像输入至3D Unet网络模型进行检测以检测出各种不规则的肿瘤病灶区域，并将肿瘤病灶区域显示在显示器上。

[权利要求 9] 一种用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建装置，包括适于实现各种计算机程序指令的处理器以及适于存储多条计算机程序指令的存储器

，其特征在于，所述计算机程序指令由处理器加载并执行如权利要求1至8任一项所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法的各项方法步骤。

[权利要求 10] 一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储多条计算机程序指令，其特征在于，所述计算机程序指令由计算机装置的处理器加载并执行如权利要求1至8任一项所述用于检测肿瘤的3D UNet网络模型构建方法的各项方法步骤。

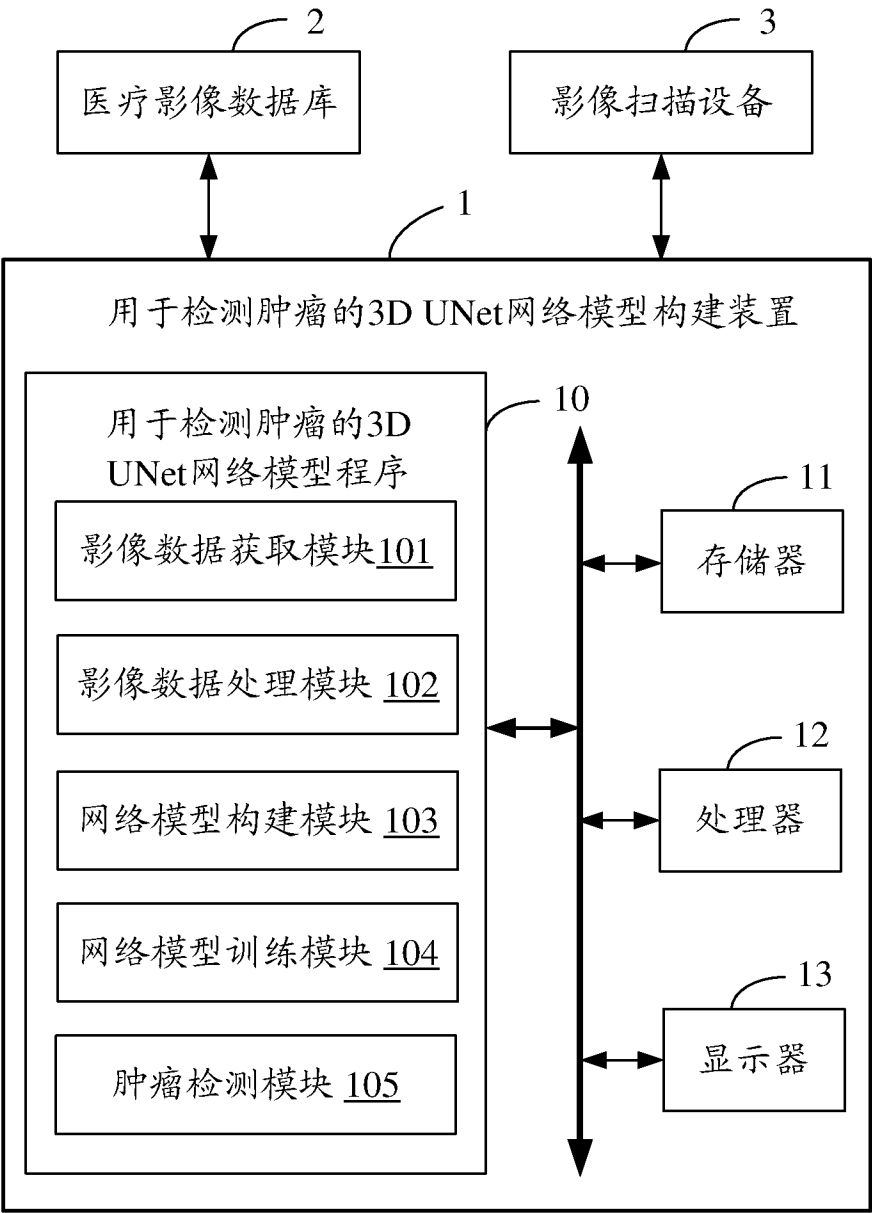


图 1

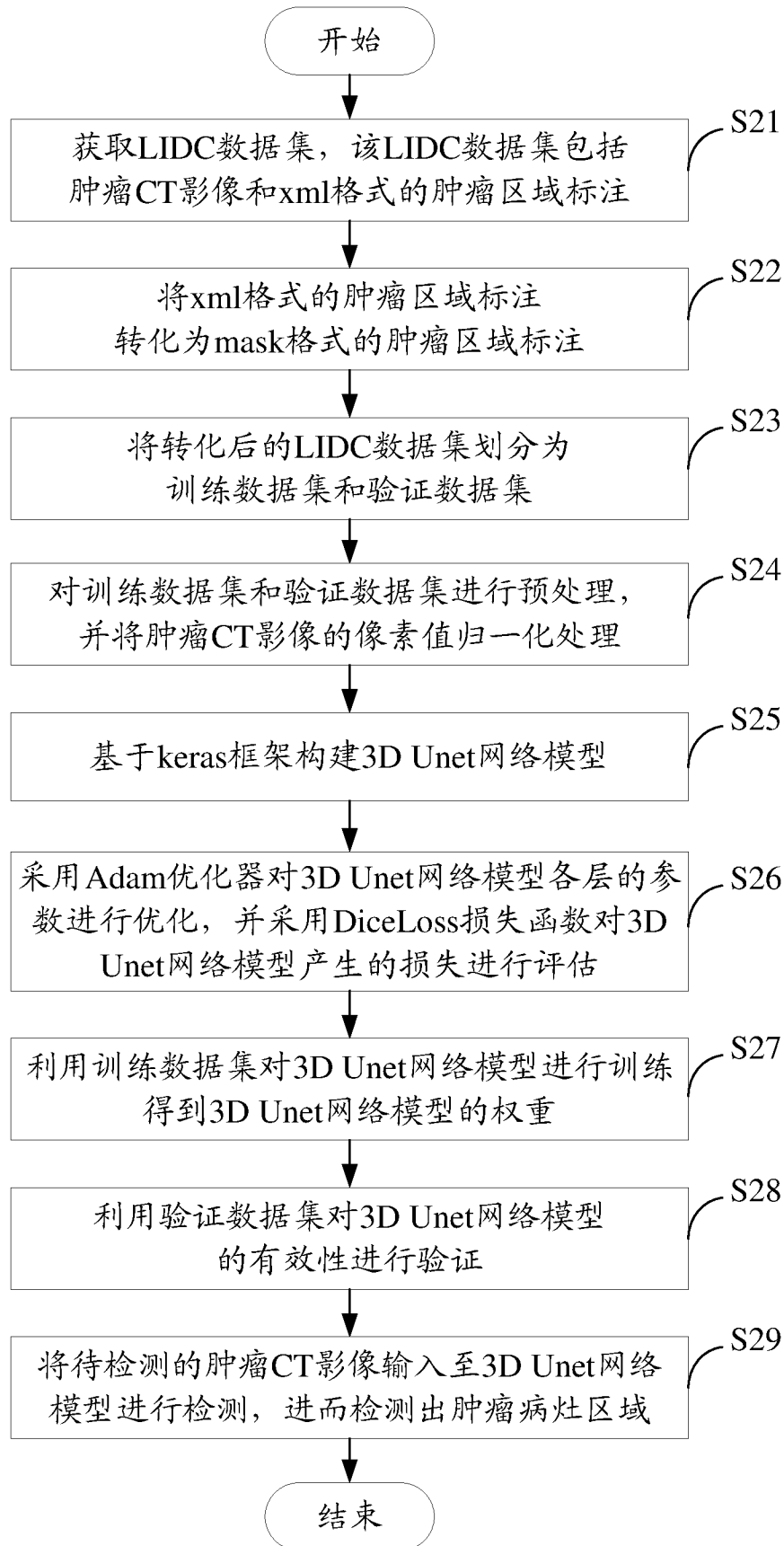


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/117323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/00(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; H04N

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, EPODOC, WPI: 影响, 掩膜, 检测, 医疗, 医学, 训练, 可扩展, 语言, 归一化, 权重, 中心点, 裁剪, 缩放, 输入层, 输出层, 池化层, 损失函数, keras, LIDC, Adam, influence, mask, detection, medical treatment, medicine, training, extensible, language, normalization, weight, center point, clipping, scaling, input layer, output layer, pooling layer, loss function

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109685776 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 26 April 2019 (2019-04-26) description, paragraphs 0004-0100	1-10
Y	WO 2018140596 A2 (ARTERYS INC.) 02 August 2018 (2018-08-02) description, pages 34-37, 66, and 67	1-10
A	WO 2018222755 A1 (ARTERYS INC.) 06 December 2018 (2018-12-06) entire document	1-10
A	CN 108765408 A (HANGZHOU TONGHUI TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 November 2018 (2018-11-06) 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

13 January 2020

Date of mailing of the international search report

23 January 2020

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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/117323

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109685776	A	26 April 2019	None			
WO	2018140596	A2	02 August 2018	US	2018218497	A1	02 August 2018
				CN	110475505	A	19 November 2019
				US	2018218502	A1	02 August 2018
				EP	3573520	A2	04 December 2019
WO	2018222755	A1	06 December 2018	None			
CN	108765408	A	06 November 2018	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/117323

A. 主题的分类

G06T 7/00 (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; H04N

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, EPDOC, WPI: 影响, 掩膜, 检测, 医疗, 医学, 训练, 可扩展, 语言, 归一化, 权重, 中心点, 裁剪, 缩放, 输入层, 输出层, 池化层, 损失函数, keras, LIDC, Adam, influence, mask, detection, medical treatment, medicine, training, extensible, language, normalization, weight, center point, clipping, scaling, input layer, output layer, pooling layer, loss function

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
Y	CN 109685776 A (华中科技大学) 2019年 4月 26日 (2019 - 04 - 26) 说明书第0004-0100段	1-10
Y	WO 2018140596 A2 (ARTERYS INC.) 2018年 8月 2日 (2018 - 08 - 02) 说明书第34-37、66-67页	1-10
A	WO 2018222755 A1 (ARTERYS INC.) 2018年 12月 6日 (2018 - 12 - 06) 全文	1-10
A	CN 108765408 A (杭州同绘科技有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 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 1月 13日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 23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

于雷

电话号码 86-10-53961719

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/117323

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	109685776	A	2019年 4月 26日	无			
WO	2018140596	A2	2018年 8月 2日	US	2018218497	A1	2018年 8月 2日
				CN	110475505	A	2019年 11月 19日
				US	2018218502	A1	2018年 8月 2日
				EP	3573520	A2	2019年 12月 4日
WO	2018222755	A1	2018年 12月 6日	无			
CN	108765408	A	2018年 11月 6日	无			