

(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 6 月 2 日 (02.06.2022)



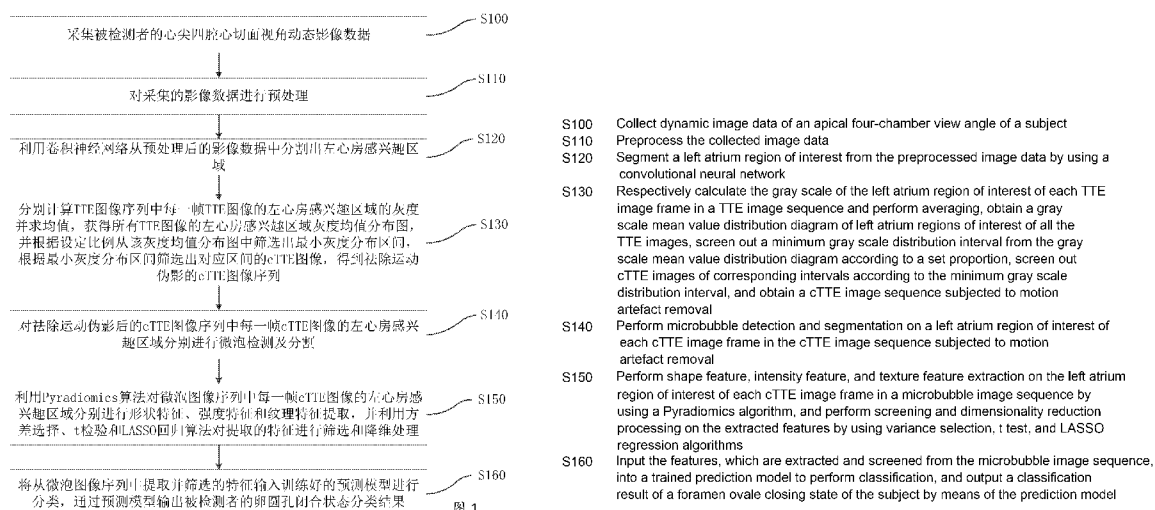
(10) 国际公布号
WO 2022/110445 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/139680
- (22) 国际申请日: 2020 年 12 月 25 日 (25.12.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011373095.3 2020 年 11 月 30 日 (30.11.2020) 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: 张世全 (ZHANG, Shiquan); 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)。 肖杨 (XIAO, Yang); 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)。 杜丽娟 (DU, Lijuan); 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)。 马腾 (MA, Teng); 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)。 郑海荣 (ZHENG, Hairong); 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: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市海淀区杏石口路 50 号中间建筑 1 区 148 号, Beijing 100195 (CN)。

(54) Title: PATENT FORAMEN OVALE DETECTION METHOD AND SYSTEM, AND TERMINAL AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种卵圆孔未闭检测方法、系统、终端以及存储介质



(57) Abstract: The present application relates to a patent foramen ovale (PFO) detection method and system, and a terminal and a storage medium. The method comprises: performing left atrium ROI segmentation on each image frame in dynamic image data of an apical four-chamber view angle, wherein the dynamic image data of the apical four-chamber view angle comprises TTE image data and cTTE image data in a set number of cardiac cycles; calculating the gray scale of a left atrium ROI of each image frame in the TTE image data, screening out a minimum gray scale distribution interval of the TTE image data, and screening out cTTE images of corresponding intervals in the cTTE image data according to the minimum gray scale distribution interval of the TTE image data; and performing microbubble detection and feature extraction on the screened cTTE images, inputting extracted features into a trained prediction model, and outputting a detection result of a foramen ovale closing state by means of the prediction model. The present application implements noninvasive PFO detection, is simple in operation and high in accuracy, and improves a detection rate and the detection efficiency.

(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, 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:

一 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请涉及一种卵圆孔未闭检测方法、系统、终端以及存储介质。包括: 对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割; 其中, 心尖四腔心切面视角动态影像数据包括设定数量的心动周期内的TTE影像数据和cTTE影像数据; 计算TTE影像数据中每一帧图像的左心房ROI的灰度, 并筛选出TTE影像数据的最小灰度分布区间, 根据TTE影像数据的最小灰度分布区间筛选出cTTE影像数据中对应区间的cTTE图像; 对筛选的cTTE图像进行微泡检测和特征提取, 并输入训练好的预测模型, 通过预测模型输出卵圆孔闭合状态检测结果。本申请实现了无创的PFO检测, 操作简单且准确率高, 提高了检出率和检测效率。

一种卵圆孔未闭检测方法、系统、终端以及存储介质

技术领域

[0001] 本申请属于医学超声成像技术领域，特别涉及一种卵圆孔未闭检测方法、系统、终端以及存储介质。

背景技术

[0002] 卵圆孔是心脏中心房房间隔的一种胚胎缺陷(小孔)。在胎儿生长发育过程中，卵圆孔作为重要的生命通道，它允许含氧血液从右心房进入左心房。在新生儿中有75%的比例，随着肺的发育和肺部阻力的下降，随之而来增加了心脏内从左到右心房的压力，导致开口自动关闭，卵圆孔发生功能性闭合。然而，在15%-35%的成年人群中仍然存在卵圆孔未闭(Patent foramen ovale, PFO)。据统计，PFO是目前成年人中最为常见的先天性心脏异常。卵圆孔是否闭合的正确判断对于临床诊断、鉴别和疗效评估等都是极其重要的客观指标。

[0003] 目前，卵圆孔是否闭合的评估方法主要包括：

[0004] ①临床医学影像诊断；临床医生借助医学影像手段，通过cTCD (contrast transcranial Doppler, 增强经颅多谱勒超声)、TTE (TransThoracic Echocardiography, 经胸超声心动图)、cTTE (contrast transthoracic echocardiography, 经胸超声心动图造影)和临床金标准TEE (transesophageal echocardiography, 经食管超声)进行检测评估。其中，在进行TEE检查时，将超声探头插入患者的食道中观察心脏卵圆孔处的血流变化，通过是否存在血流分流的现象来判断卵圆孔是否闭合；在进行cTTE检查时，当造影剂被注射到患者体内同时伴随着患者进行瓦式呼吸，观察在右心房充盈后3-5个心动周期内，是否有微泡通过卵圆孔到达左心房来判断卵圆孔是否闭合。

[0005] ②临床探究方法；Nakayama等人于2019年在Journal of the American Society of Echocardiography上发表题为《Identification of High-Risk Patent Foramen Ovale Associated With Cryptogenic Stroke: Development of a Scoring System》的文章，提出了一套评估卵圆孔未闭合的风险引发隐源

性脑卒中的评估系统；Ravi等人于2020年在European Heart Journal - Cardiovascular Imaging上发表题为《Improved differential diagnosis of intracardiac and extracardiac shunts using acoustic intensity mapping of saline contrast studies》的文章，提出通过声学造影超声心动图筛查从右心房到左心房分流的病例，绘制左右心脏内声音时间强度曲线的变化来识别和定义分流的起源，对于鉴别右向左分流、区分卵圆孔未闭合。

[0006] 综上所述，现有的卵圆孔闭合评估方法存在以下不足：

[0007] 一、TEE为不能免除风险的半侵入性检测手段，其操作难度大，对临床医生经验要求较高，在国内，该检测手段并不普及，往往只有大型医院才会开展此项检测；cTCD通过脑血循环探测来自PFO的造影剂微泡，其只能间接推测微泡的来源，不能直接证明PFO的存在；TTE虽然无创且操作简单，但检出率以及敏感性均较低；cTTE作为一种新型的检测手段，无创且能更为详细地提供从心脏内右向左分流的信息，然而易受噪声、运动伪影和肺气等的影响，敏感性差，且特异性高。

[0008] 二、现有的临床探究方法涉及实验群体有限且结论通用性不强，其效果有待进一步证实。

[0009] 三、目前没有采用人工智能的方法对卵圆孔是否闭合进行有效评估。

发明概述

技术问题

[0010] 本申请提供了一种卵圆孔未闭检测方法、系统、终端以及存储介质，旨在至少在一定程度上解决现有技术中的上述技术问题之一。

问题的解决方案

技术解决方案

[0011] 一种卵圆孔未闭检测方法，包括：

[0012] 利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割；其中，所述心尖四腔心切面视角动态影像数据包括设定数量的心动周期内的TTE影像数据和cTTE影像数据；

[0013] 计算所述TTE影像数据中每一帧图像的左心房ROI的灰度，并按照设定比例筛选

出所述TTE影像数据的最小灰度分布区间，根据所述TTE影像数据的最小灰度分布区间从所述cTTE影像数据中筛选出对应区间的cTTE图像；

[0014] 对所述筛选的cTTE图像进行微泡检测和特征提取，并将提取的特征输入训练好的预测模型，通过所述预测模型输出卵圆孔闭合状态检测结果。

[0015] 本申请实施例采取的技术方案还包括：所述利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割前还包括：

[0016] 分别将所述TTE影像数据和cTTE影像数据转化成逐帧的TTE图像序列和cTTE图像序列；

[0017] 采用MD5算法对所述TTE图像序列和cTTE图像序列进行筛选，去除所述TTE图像序列和cTTE图像序列中的重复帧；

[0018] 采用GAD滤波算法对筛选后的TTE图像序列和cTTE图像序列进行滤波祛噪处理。

[0019] 本申请实施例采取的技术方案还包括：所述利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割具体为：

[0020] 利用2D U-net卷积神经网络分别建立TTE分割模型和cTTE分割模型，将所述TTE图像序列和cTTE图像序列分别输入TTE分割模型和cTTE分割模型，所述TTE分割模型和cTTE分割模型分别经过连续的下采样、池化操作获得输入图像的特征图，对所述特征图进行连续的上采样，使所述特征图恢复到输入时的尺寸，并分别输出所述TTE图像序列和cTTE图像序列中每一帧图像对应的左心房ROI分割结果。

[0021] 本申请实施例采取的技术方案还包括：所述根据所述TTE影像数据的最小灰度分布区间筛选出对应区间的cTTE图像具体为：

[0022] 结合所述TTE图像序列和cTTE图像序列中每一帧图像的左心房ROI的面积变化和心动周期变化，分别筛选出设定数量的心动周期的TTE图像序列和cTTE图像序列，并利用双线性差值使所述筛选后的TTE图像序列和cTTE图像序列的帧数一致；

[0023] 针对筛选后的TTE图像序列，逐帧计算每一帧TTE图像的ROI内的灰度并求均值，生成TTE图像序列的灰度均值分布图，并按照设定的区间范围从所述灰度均值分布图中筛选出灰度均值小于设定区间比例的最小灰度分布区间；

[0024] 根据所述最小灰度分布区间从所述设定数量的心动周期的cTTE图像序列中筛选

出与该灰度分布区间相对应的cTTE图像序列。

[0025] 本申请实施例采取的技术方案还包括：所述对所述筛选的cTTE图像进行微泡检测具体为：

[0026] 利用基于色彩和空间相似度约束的简单线性迭代聚类算法对所述筛选出的cTTE图像序列中每一帧cTTE图像的左心房ROI分别进行超像素分割检测微泡；

[0027] 对于检测到微泡的左心房ROI，首先基于微泡的灰度特征和圆度形态特征提取表征各超像素块的特征量并计算显著图，设定灰度阈值约束获得所述左心房ROI的微泡粗分割结果；然后，通过类圆或类椭圆性的圆度形态，设定几何阈值约束获得所述左心房ROI的微泡细分割结果。

[0028] 本申请实施例采取的技术方案还包括：所述对所述筛选的cTTE图像进行特征提取具体为：

[0029] 利用Pyradiomics算法对存在微泡的cTTE图像序列中每一帧cTTE图像的左心房ROI分别进行形状特征、强度特征和纹理特征提取，并利用方差选择、t检验和LASSO回归算法对提取的特征进行筛选和降维处理。

[0030] 本申请实施例采取的技术方案还包括：所述预测模型为SVM模型。

[0031] 本申请实施例采取的另一技术方案为：一种卵圆孔未闭检测系统，包括：

[0032] 感兴趣区域分割模块：用于利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割；其中，所述心尖四腔心切面视角动态影像数据包括设定数量的心动周期内的TTE影像数据和cTTE影像数据；

[0033] 伪影祛除模块：用于计算所述TTE影像数据中每一帧图像的左心房ROI的灰度，并按照设定比例筛选出所述TTE影像数据的最小灰度分布区间，根据所述TTE影像数据的最小灰度分布区间从所述cTTE影像数据中筛选出对应区间的cTTE图像；

[0034] 微泡检测模块：用于对所述筛选的cTTE图像进行微泡检测，得到存在微泡的微泡图像序列；

[0035] 特征提取模块：用于对所述微泡图像序列进行特征提取；

[0036] 预测分类模块：用于将所述从微泡图像序列中提取的特征输入训练好的预测模型，通过所述预测模型输出卵圆孔闭合状态检测结果。

- [0037] 本申请实施例采取的又一技术方案为：一种终端，所述终端包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，其中，
- [0038] 所述存储器存储有用于实现所述卵圆孔未闭检测方法的程序指令；
- [0039] 所述处理器用于执行所述存储器存储的所述程序指令以控制卵圆孔未闭检测。
- [0040] 本申请实施例采取的又一技术方案为：一种存储介质，存储有处理器可运行的程序指令，所述程序指令用于执行所述卵圆孔未闭检测方法。有益效果
- [0041] 相对于现有技术，本申请实施例产生的有益效果在于：本申请实施例的卵圆孔未闭检测方法、系统、终端及存储介质通过采集被检测者心尖四腔心切面的TTE影像数据和cTTE影像数据，并对TTE影像数据和cTTE影像数据分别进行ROI分割后，根据TTE影像数据的最小灰度分布区间对cTTE图像序列进行筛选，得到祛除运动伪影后的cTTE图像序列，对筛选后的cTTE图像序列进行微泡检测和特征提取，将提取的特征输入训练好的预测模型，通过预测模型输出被检测者的卵圆孔闭合状态检测结果。基于上述方案，本申请实施例实现了无创的PFO检测，操作简单且准确率高，提高了PFO检测的检出率和检测效率。

发明的有益效果

对附图的简要说明

附图说明

- [0042] 图1是本申请实施例的卵圆孔未闭检测方法的流程图；
- [0043] 图2是本申请实施例的预测模型训练过程示意图；
- [0044] 图3为本申请实施例的卵圆孔未闭检测系统结构示意图；
- [0045] 图4为本申请实施例的终端结构示意图；
- [0046] 图5为本申请实施例的存储介质的结构示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0047] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请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申请，并不用于限定本申请。

[0048] 针对现有技术的不足，本申请实施例的卵圆孔未闭检测方法通过分别采集被检测者心尖四腔心切面的TTE影像数据和cTTE影像数据，并对TTE影像数据和cTTE影像数据分别进行左心房感兴趣区域(region of interest, ROI)分割后，根据TTE影像数据的左心房感兴趣区域的最小灰度分布区间对cTTE图像序列进行筛选，得到祛除运动伪影后的cTTE图像序列，对筛选后的cTTE图像序列进行微泡检测和特征提取，将提取的特征输入训练好的预测模型，通过预测模型输出被检测者的卵圆孔闭合状态检测结果。

[0049] 具体的，请参阅图1，是本申请实施例的卵圆孔未闭检测方法的流程图。本申请实施例的卵圆孔未闭检测方法包括以下步骤：

[0050] S100：采集被检测者的心尖四腔心切面视角动态影像数据；

[0051] 本步骤中，影像数据包括TTE影像数据和cTTE影像数据；影像数据采集方式具体为：对被检测者进行TTE和cTTE检测，按照统一的采集规范和数据规范，分别采集被检测者的TTE和cTTE的2D超声模态心尖四腔心切面视角的前五个心动周期的心脏视频影像数据。其中，心动周期(cardiac cycle)指从一次心跳的起始到下一次心跳的起始，采集影响数据的心动周期数量也可以根据实际操作进行设定。

[0052] S110：对采集的影像数据进行预处理；

[0053] 本步骤中，影像数据预处理具体包括：

[0054] S111：利用OpenCV分别将TTE影像数据和cTTE影像数据转化成逐帧的TTE图像序列和cTTE图像序列；

[0055] S112：采用MD5算法对转换后的TTE图像序列和cTTE图像序列进行筛选，去除TTE图像序列和cTTE图像序列中的重复帧；

[0056] 其中，由于心脏跳动和成像设备的采样频率过高，导致成像时产生重复帧。为避免重复帧干扰后续训练深度学习分割模型和分类任务，本发明实施例采用MD5信息摘要算法(Message-Digest Algorithm 5, MD5)将TTE图像序列和cTTE图像序列中的每一帧图像分别转换为一个长度固定的MD5值，若几帧图像的MD5值完全相同，表示这几帧图像为重复帧，则对这几帧图像进行去重处理，使每个MD5值仅保留一帧图像。

- [0057] S113: 采用GAD(Gabor-based Anisotropic Diffusion, 伽柏各向异性扩散)滤波算法对去重处理后的TTE图像序列和cTTE图像序列进行滤波祛噪处理;
- [0058] 其中, 由于超声图像中往往存在斑点噪声等干扰, 为了提高图像的质量和信噪比, 本发明实施例对图像进行滤波祛噪处理, 以减少噪声的干扰, 增强图像边缘和提高对比度, 进而提高图像的质量。
- [0059] S120: 利用卷积神经网络从预处理后的影像数据中分割出左心房感兴趣区域;
- [0060] 本步骤中, 左心房感兴趣区域分割方式具体为: 在深度学习Pytorch框架下, 利用2D U-net卷积神经网络分别建立TTE分割模型和cTTE分割模型。将TTE图像序列和cTTE图像序列分别输入TTE分割模型和cTTE分割模型, 经过连续的下采样、池化操作获得输入图像的特征图, 接着对特征图进行连续的上采样, 使特征图恢复到输入时的尺寸, 并分别输出TTE图像序列和cTTE图像序列中每一帧图像对应的左心房感兴趣区域分割结果。在训练TTE分割模型和cTTE分割模型时, 通过人工标注作为标签进行模型训练, 利用对区域敏感的Dice指标衡量区域的重合度, 并利用对边界敏感的豪斯多夫(hausdorff distance, HD)和平均绝对距离(mean absolute distance, MAD)指标衡量边界的距离, 对分割模型进行评估和参数调整, 实现左心房感兴趣区域的自动分割。
- [0061] S130: 分别计算TTE图像序列中每一帧TTE图像的左心房感兴趣区域的灰度并求均值, 获得所有TTE图像的左心房感兴趣区域灰度均值分布图, 并根据设定比例从该灰度均值分布图中筛选出最小灰度分布区间, 根据最小灰度分布区间筛选出对应区间的cTTE图像, 得到祛除运动伪影的cTTE图像序列;
- [0062] 本步骤中, 由于受呼吸、肌肉运动、心脏运动以及设备噪声等因素的影响, 在成像过程中会造成图像上出现运动伪影, 影响后续的图像分析。因此, 需要对图像进行运动伪影祛除。具体的, 运动伪影祛除方式为: 首先, 分别结合TTE图像和cTTE图像的左心房感兴趣区域的面积变化和心动周期变化, 分别筛选出三个完整心动周期的TTE图像序列和cTTE图像序列, 并利用双线性差值使筛选出的所有图像序列的帧数一致。其次, 针对筛选后的所有TTE图像序列, 逐帧计算每一帧TTE图像的左心房感兴趣区域内的灰度并求均值, 生成所有TTE图像序列的灰度均值分布图, 并按照设定的区间范围从TTE图像序列的灰度均值分布图中筛

选出灰度均值小于设定区间比例的最小灰度分布区间；最后，根据最小灰度分布区间从三个完整心动周期的cTTE图像序列中筛选出与该灰度分布区间相对应的cTTE图像，得到祛除运动伪影后的cTTE图像序列，以减少运动伪影的干扰。

具体的，本申请实施例设定最小灰度分布区间的区间比例为25%，具体可根据实际操作进行设定。

[0063] 可以理解，本申请实施例的运动伪影祛除方法同样适用于其他超声图像的运动伪影祛除，例如利用常规超声检测手段的图像序列计算感兴趣区域内的灰度均值分布，获得最小的灰度分布区间，根据灰度分布区间筛选复杂超声检测手段中的有效区间的图像序列等。

[0064] S140：对祛除运动伪影后的cTTE图像序列中每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行微泡检测及分割，得到微泡图像序列；

[0065] 本步骤中，微泡检测及分割方式具体为：利用基于色彩和空间相似度约束的简单线性迭代聚类(simple linear iterative cluster, SLIC)算法对每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行超像素分割检测微泡；如果被检测者所有心动周期内的左心房感兴趣区域均未检测到微泡，表示该被检测者的卵圆孔为闭合状态。对于检测到微泡的左心房感兴趣区域，首先基于微泡的灰度特征和圆度形态特征提取表征各超像素块的特征量并计算显著图，设定灰度阈值约束获得该左心房感兴趣区域的微泡粗分割结果；然后，再通过类圆或类椭圆性的圆度形态，设定几何阈值约束获得该左心房感兴趣区域的微泡细分割结果。

[0066] 可以理解，本申请实施例的微泡检测及分割方法同样适用于超声造影成像或其他涉及使用造影剂而产生微泡的超声图像的微泡检测。

[0067] S150：利用Pyradiomics算法对微泡图像序列中每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行形状特征、强度特征和纹理特征提取，并利用方差选择、t检验和LASSO回归算法对提取的特征进行筛选和降维处理；

[0068] 本步骤中，针对微泡图像序列，首先利用开源软件包Pyradiomics分别提取出9个用于描述ROI内几何特性的形状特征、18个用于描述ROI强度一阶分布的强度特征以及75个用于描述ROI强度的模式或高阶分布的纹理特征；进一步地，为了剔除无效冗余的特征，利用方差选择、t检验和LASSO回归的方法对提取出的大

量特征进行筛选降维，得到有效和可重复性好的特征。

[0069] S160：将从微泡图像序列中提取并筛选的特征输入训练好的预测模型进行分类，通过预测模型输出被检测者的卵圆孔闭合状态分类结果。

[0070] 本申请实施例中，预测模型为SVM (supported vector machine, 支持向量机) 模型。进一步地，请参阅图2，是本申请实施例的预测模型训练过程示意图。本申请实施例的预测模型训练过程包括以下步骤：

[0071] S200：采集多个受试者的心尖四腔心切面视角的TTE影像数据和cTTE影像数据；

[0072] 本步骤中，影像数据采集方式具体为：对129例受试者（85例阳性，44例阴性）进行TTE和cTTE检测，按照统一的采集规范和数据规范，分别采集每一位受试者的TTE和cTTE的2D超声模态心尖四腔心切面视角的前五个心动周期的心脏视频影像数据。其中，心动周期（cardiac cycle）指从一次心跳的起始到下一次心跳的起始，采集影响数据的心动周期数量也可以根据实际操作进行设定。

[0073] S210：对采集的TTE影像数据和cTTE影像数据进行预处理；

[0074] 本步骤中，TTE影像数据和cTTE影像数据的预处理方式具体包括：

[0075] S211：利用OpenCV分别将TTE影像数据和cTTE影像数据转化成逐帧的TTE图像序列和cTTE图像序列；

[0076] S212：采用MD5算法对转换后的TTE图像序列和cTTE图像序列进行筛选，去除TTE图像序列和cTTE图像序列中的重复帧；

[0077] 其中，由于心脏跳动和成像设备的采样频率过高，导致成像时产生重复帧。为避免重复帧干扰后续训练深度学习分割模型和分类任务，本发明实施例采用MD5信息摘要算法(Message-Digest Algorithm 5, MD5)将TTE图像序列和cTTE图像序列中的每一帧图像分别转换为一个长度固定的MD5值，若几帧图像的MD5值完全相同，表示这几帧图像为重复帧，则对这几帧图像进行去重处理，使每个MD5值仅保留一帧图像。

[0078] S213：采用GAD (Gabor-based Anisotropic Diffusion, 伽柏各向异性扩散) 滤波算法对去重处理后的TTE图像序列和cTTE图像序列进行滤波祛噪处理；

[0079] 其中，由于超声图像中往往存在斑点噪声等干扰，为了提高图像的质量和信噪

比，本发明实施例对图像进行滤波祛噪处理，以减少噪声的干扰，增强图像边缘和提高对比度，进而提高图像的质量。

[0080] S220：利用卷积神经网络从预处理后的TTE影像数据和cTTE影像数据中分别分割出每一帧图像的左心房感兴趣区域；

[0081] 本步骤中，左心房感兴趣区域分割方式具体为：在深度学习Pytorch框架下，利用2D U-net卷积神经网络分别建立TTE分割模型和cTTE分割模型。将TTE图像序列和cTTE图像序列分别输入TTE分割模型和cTTE分割模型，经过连续的下采样、池化操作获得输入图像的特征图，接着对特征图进行连续的上采样，使特征图恢复到输入时的尺寸，并分别输出TTE图像序列和cTTE图像序列中每一帧图像对应的左心房感兴趣区域分割结果。在训练TTE分割模型和cTTE分割模型时，通过人工标注作为标签进行模型训练，利用对区域敏感的Dice指标衡量区域的重合度，并利用对边界敏感的豪斯多夫（hausdorff distance, HD）和平均绝对距离（mean absolute distance, MAD）指标衡量边界的距离，对分割模型进行评估和参数调整，实现左心房感兴趣区域的自动分割。

[0082] S230：分别计算TTE图像序列中每一帧TTE图像的左心房感兴趣区域的灰度并求均值，获得所有TTE图像的左心房感兴趣区域灰度均值分布图，并根据设定比例从该灰度均值分布图中筛选出最小灰度分布区间，根据最小灰度分布区间筛选出对应区间的cTTE图像，得到祛除运动伪影的cTTE图像序列；

[0083] 本步骤中，由于受呼吸、肌肉运动、心脏运动以及设备噪声等因素的影响，在成像过程中会造成图像上出现运动伪影，影响后续的图像分析。因此，需要对图像进行运动伪影祛除。具体的，运动伪影祛除方式为：首先，分别结合TTE图像和cTTE图像的左心房感兴趣区域的面积变化和心动周期变化，分别筛选出每一位受试者的三个完整心动周期的TTE图像序列和cTTE图像序列，并利用双线性差值使筛选出的所有图像序列的帧数一致。其次，针对筛选后的所有TTE图像序列，逐帧计算每一帧TTE图像的左心房感兴趣区域内的灰度并求均值，生成所有TTE图像序列的灰度均值分布图，并按照设定的区间范围从TTE图像序列的灰度均值分布图中筛选出灰度均值小于设定区间比例的最小灰度分布区间；最后，根据最小灰度分布区间从三个完整心动周期的cTTE图像序列中筛选出与该灰度

分布区间相对应的cTTE图像，得到祛除运动伪影后的cTTE图像序列。具体的，本申请实施例设定最小灰度分布区间的区间比例为25%，具体可根据实际操作进行设定。

[0084] S240：对祛除运动伪影后的cTTE图像序列中每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行微泡检测及分割，并根据检测结果将cTTE图像序列分为微泡图像序列和无微泡图像序列；

[0085] 本步骤中，微泡检测及分割方式具体为：利用基于色彩和空间相似度约束的简单线性迭代聚类(simple linear iterative cluster, SLIC)算法对每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行超像素分割检测微泡；如果某一位受试者所有心动周期内的左心房感兴趣区域均未检测到微泡，表示该受试者的卵圆孔为闭合状态。对检测到微泡的左心房感兴趣区域，首先基于微泡的灰度特征和圆度形态特征提取表征各超像素块的特征量并计算显著图，设定灰度阈值约束获得该左心房感兴趣区域的微泡粗分割结果；然后，再通过类圆或类椭圆性的圆度形态，设定几何阈值约束获得该左心房感兴趣区域的微泡细分割结果。

[0086] S250：利用Pyradiomics算法对微泡图像序列中每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行形状特征、强度特征和纹理特征提取，并利用方差选择、t检验和LASSO回归算法对提取的特征进行筛选和降维处理；

[0087] 本步骤中，针对微泡图像序列，首先利用开源软件包Pyradiomics分别提取出9个用于描述ROI内几何特性的形状特征、18个用于描述ROI强度一阶分布的强度特征以及75个用于描述ROI强度的模式或高阶分布的纹理特征；进一步地，为了剔除无效冗余的特征，利用方差选择、t检验和LASSO回归的方法对提取出的大量特征进行筛选降维，得到有效和可重复性好的特征。

[0088] S260：将无微泡图像序列和从疑似微泡图像序列中提取并筛选的特征一起输入预测模型进行训练，通过预测模型输出每一位受试者的PFO分类结果；

[0089] 本步骤中，本申请实施例通过联合未检测出微泡的cTTE图像和检测出微泡并进行特征提取和筛选的cTTE图像进行SVM模型的训练，同时采用留一法对模型进行交叉验证，根据模型的准确率accuracy、敏感性sensitivity、特异性specificity、阳性预测率(positive predictive value, ppv)、阴性预测率(negative

predictive value, npv)和马修相关系数 (matthews correlation coefficient, mcc), 对模型性能进行评估和参数优化, 进而获得最优预测模型。129例受试者的PFO分类结果如下表1所述:

[0090] 表1129例受试者的PFO分类结果

[] [表1]

评价指标	accuracy	sensitivit y	specificit y	ppv	npv	mcc
结果	0. 7755	0. 8333	0. 6154	0. 8571	0. 5714	0. 4385

[0091] 基于上述, 本申请实施例的卵圆孔未闭检测方法联合未检测出微泡的cTTE图像和检测出微泡并进行特征提取和筛选的cTTE图像进行预测模型的训练, 通过采集被检测者心尖四腔心切面的TTE影像数据和cTTE影像数据, 并对TTE影像数据和cTTE影像数据分别进行ROI分割后, 根据TTE影像数据的ROI的最小灰度分布区间对cTTE图像序列进行筛选, 得到祛除运动伪影后的cTTE图像序列, 对筛选后的cTTE图像序列进行微泡检测和特征提取, 将提取的特征输入训练好的预测模型, 通过预测模型输出被检测者的卵圆孔闭合状态检测结果。基于上述方案, 本申请实施例实现了无创的PFO检测, 操作简单且准确率高, 提高了PFO检测的检出率和检测效率。

[0092] 请参阅图3, 为本申请实施例的卵圆孔未闭检测系统的结构示意图。本申请实施例的卵圆孔未闭检测系统40包括:

[0093] 影像数据处理模块41: 用于对被检测者的影像数据进行预处理; 其中, 影像数据包括TTE影像数据和cTTE影像数据;

[0094] 感兴趣区域分割模块42: 用于利用卷积神经网络从预处理后的TTE影像数据和cTTE影像数据中分别分割出每一帧图像对应的左心房感兴趣区域;

[0095] 伪影祛除模块43: 用于分别计算TTE图像序列中每一帧TTE图像的左心房感兴趣区域的灰度并求均值, 获得所有TTE图像的左心房感兴趣区域灰度均值分布图, 并根据设定比例从该灰度均值分布图中筛选出最小灰度分布区间, 根据最小灰

度分布区间筛选出对应区间的cTTE图像，得到祛除运动伪影的cTTE图像序列；

[0096] 微泡检测模块44：用于对祛除运动伪影后的cTTE图像序列中每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行微泡检测及分割，得到存在微泡的微泡图像序列；

[0097] 特征提取模块45：用于利用Pyradiomics算法对微泡图像序列中每一帧cTTE图像的左心房感兴趣区域分别进行形状特征、强度特征和纹理特征提取，并利用方差选择、t检验和LASSO回归算法对提取的特征进行筛选和降维处理；

[0098] 预测分类模块46：用于将从微泡图像序列中提取并筛选的特征输入训练好的预测模型进行分类，通过预测模型输出被检测者的卵圆孔闭合状态分类结果。

[0099] 请参阅图4，为本申请实施例的终端结构示意图。该终端50包括处理器51、与处理器51耦接的存储器52。

[0100] 存储器52存储有用于实现上述卵圆孔未闭检测方法的程序指令。

[0101] 处理器51用于执行存储器52存储的程序指令以控制卵圆孔未闭检测。

[0102] 其中，处理器51还可以称为CPU（Central Processing Unit，中央处理单元）。处理器51可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。处理器51还可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现成可编程门阵列（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。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。

[0103] 请参阅图5，为本申请实施例的存储介质的结构示意图。本申请实施例的存储介质存储有能够实现上述所有方法的程序文件61，其中，该程序文件61可以以软件产品的形式存储在上述存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）或处理器（processor）执行本发明各个实施方式方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质，或者是计算机、服务器、手机、平板等终端设备。

[0104] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请

。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本申请中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本申请将不会被限制于本申请所示的这些实施例，而是要符合与本申请所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种卵圆孔未闭检测方法，其特征在于，包括：
- 利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割；其中，所述心尖四腔心切面视角动态影像数据包括设定数量的心动周期内的TTE影像数据和cTTE影像数据；
- 计算所述TTE影像数据中每一帧图像的左心房ROI的灰度，并按照设定比例筛选出所述TTE影像数据的最小灰度分布区间，根据所述TTE影像数据的最小灰度分布区间从所述cTTE影像数据中筛选出对应区间的cTTE图像；
- 对所述筛选的cTTE图像进行微泡检测和特征提取，并将提取的特征输入训练好的预测模型，通过所述预测模型输出卵圆孔闭合状态检测结果。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的卵圆孔未闭检测方法，其特征在于，所述利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割前还包括：
- 分别将所述TTE影像数据和cTTE影像数据转化成逐帧的TTE图像序列和cTTE图像序列；
- 采用MD5算法对所述TTE图像序列和cTTE图像序列进行筛选，去除所述TTE图像序列和cTTE图像序列中的重复帧；
- 采用GAD滤波算法对筛选后的TTE图像序列和cTTE图像序列进行滤波祛噪处理。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的卵圆孔未闭检测方法，其特征在于，所述利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割具体为：
- 利用2D U-net卷积神经网络分别建立TTE分割模型和cTTE分割模型，将所述TTE图像序列和cTTE图像序列分别输入TTE分割模型和cTTE分割模型，所述TTE分割模型和cTTE分割模型分别经过连续的下采样、池化操作获得输入图像的特征图，对所述特征图进行连续的上采样，使

所述特征图恢复到输入时的尺寸，并分别输出所述TTE图像序列和cTTE图像序列中每一帧图像对应的左心房ROI分割结果。

[权利要求 4] 根据权利要求3所述的卵圆孔未闭检测方法，其特征在于，所述根据所述TTE影像数据的最小灰度分布区间筛选出对应区间的cTTE图像具体为：

结合所述TTE图像序列和cTTE图像序列中每一帧图像的左心房ROI的面积变化和心动周期变化，分别筛选出设定数量的心动周期的TTE图像序列和cTTE图像序列，并利用双线性差值使所述筛选后的TTE图像序列和cTTE图像序列的帧数一致；

针对筛选后的TTE图像序列，逐帧计算每一帧TTE图像的ROI内的灰度并求均值，生成TTE图像序列的灰度均值分布图，并按照设定的区间范围从所述灰度均值分布图中筛选出灰度均值小于设定区间比例的最小灰度分布区间；

根据所述最小灰度分布区间从所述设定数量的心动周期的cTTE图像序列中筛选出与该灰度分布区间相对应的cTTE图像序列。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的卵圆孔未闭检测方法，其特征在于，所述对所述筛选的cTTE图像进行微泡检测具体为：

利用基于色彩和空间相似度约束的简单线性迭代聚类算法对所述筛选出的cTTE图像序列中每一帧cTTE图像的左心房ROI分别进行超像素分割检测微泡；

对于检测到微泡的左心房ROI，首先基于微泡的灰度特征和圆度形态特征提取表征各超像素块的特征量并计算显著图，设定灰度阈值约束获得所述左心房ROI的微泡粗分割结果；然后，通过类圆或类椭圆性的圆度形态，设定几何阈值约束获得所述左心房ROI的微泡细分割结果。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的卵圆孔未闭检测方法，其特征在于，所述对所述筛选的cTTE图像进行特征提取具体为：

利用Pyradiomics算法对存在微泡的cTTE图像序列中每一帧cTTE图像

的左心房ROI分别进行形状特征、强度特征和纹理特征提取，并利用方差选择、t检验和LASSO回归算法对提取的特征进行筛选和降维处理。

[权利要求 7] 根据权利要求1至6任一项所述的卵圆孔未闭检测方法，其特征在于，所述预测模型为SVM模型。

[权利要求 8] 一种卵圆孔未闭检测系统，其特征在于，包括：
感兴趣区域分割模块：用于利用卷积神经网络对心尖四腔心切面视角动态影像数据中的每一帧图像分别进行左心房ROI分割；其中，所述心尖四腔心切面视角动态影像数据包括设定数量的心动周期内的TTE影像数据和cTTE影像数据；
伪影祛除模块：用于计算所述TTE影像数据中每一帧图像的左心房ROI的灰度，并按照设定比例筛选出所述TTE影像数据的最小灰度分布区间，根据所述TTE影像数据的最小灰度分布区间从所述cTTE影像数据中筛选出对应区间的cTTE图像；
微泡检测模块：用于对所述筛选的cTTE图像进行微泡检测，得到存在微泡的微泡图像序列；
特征提取模块：用于对所述微泡图像序列进行特征提取；
预测分类模块：用于将所述从微泡图像序列中提取的特征输入训练好的预测模型，通过所述预测模型输出卵圆孔闭合状态检测结果。

[权利要求 9] 一种终端，其特征在于，所述终端包括处理器、与所述处理器耦接的存储器，其中，
所述存储器存储有用于实现权利要求1-7任一项所述的卵圆孔未闭检测方法的程序指令；
所述处理器用于执行所述存储器存储的所述程序指令以控制卵圆孔未闭检测。

[权利要求 10] 一种存储介质，其特征在于，存储有处理器可运行的程序指令，所述程序指令用于执行权利要求1-7任一项所述卵圆孔未闭检测方法。

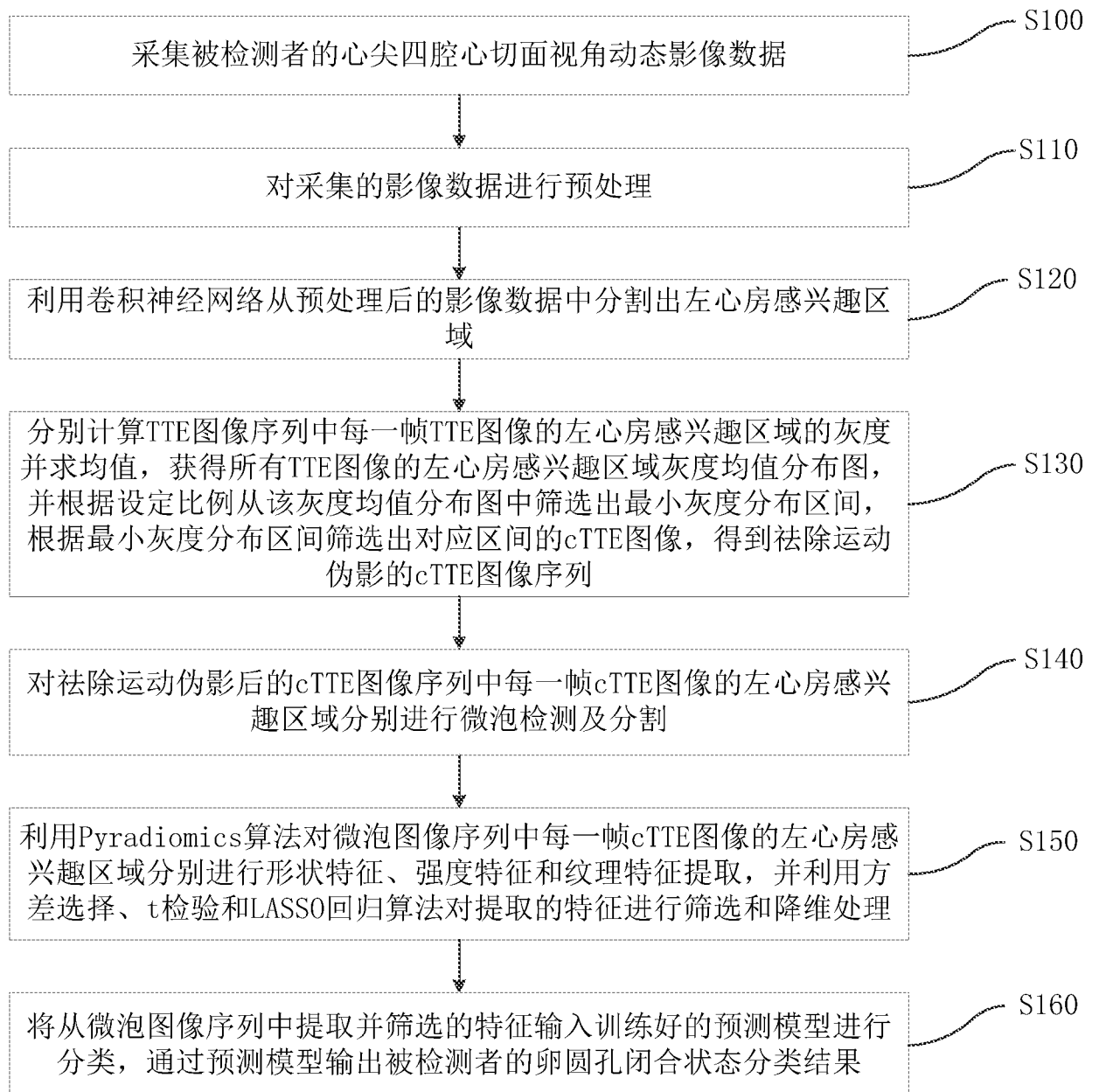


图 1

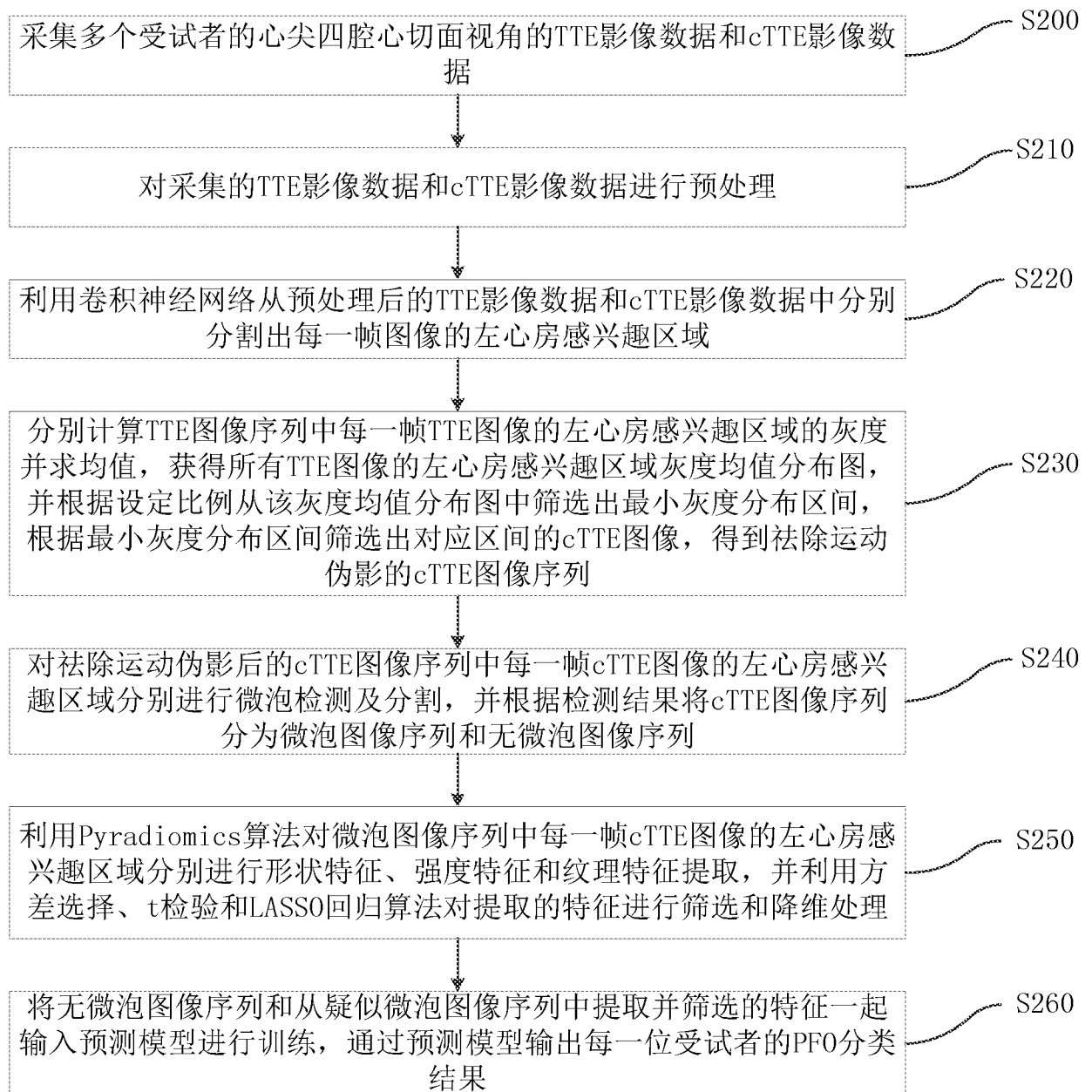


图 2

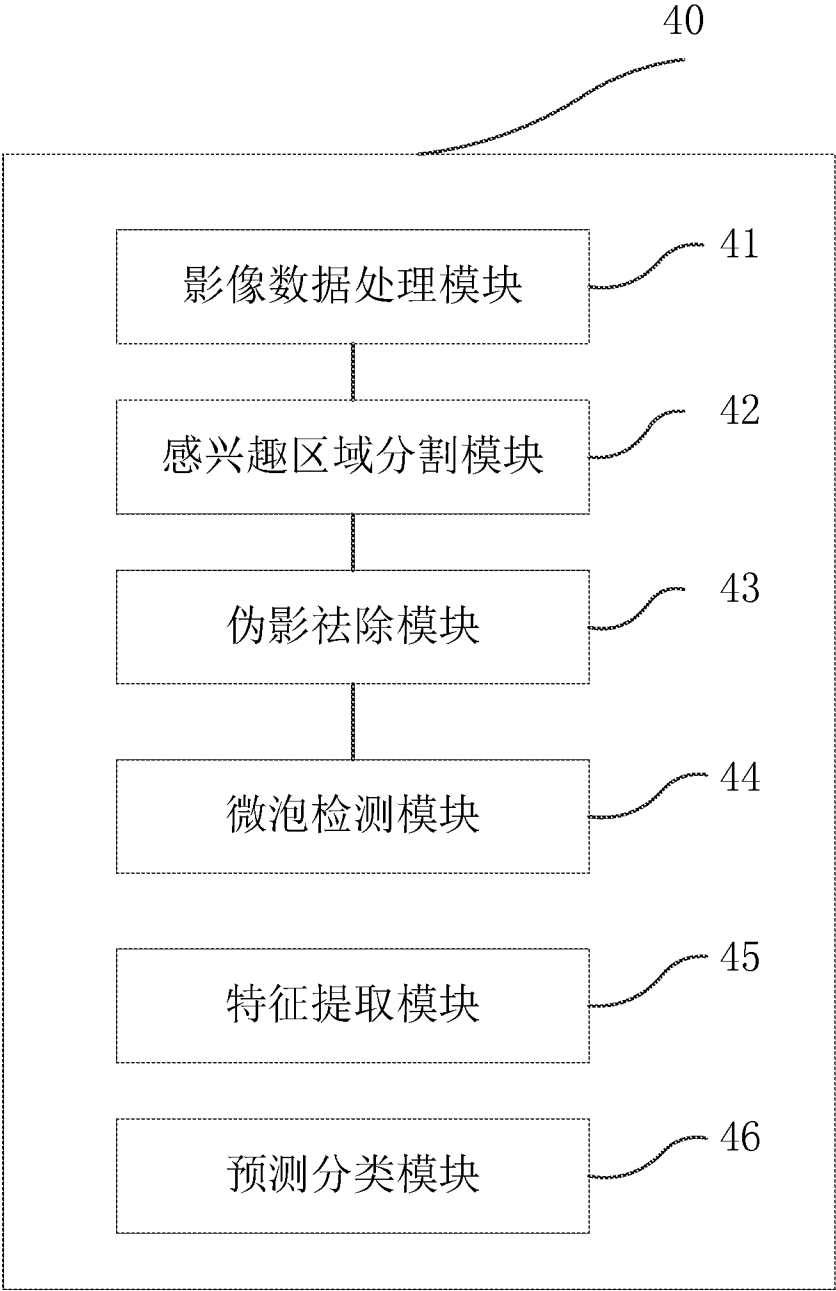


图 3

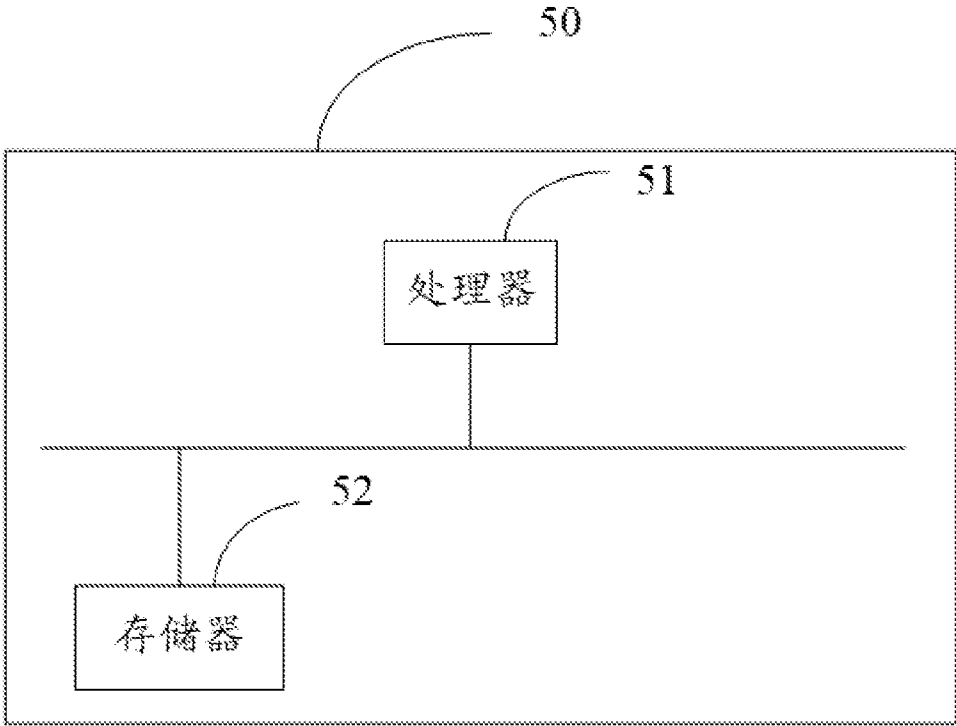


图 4

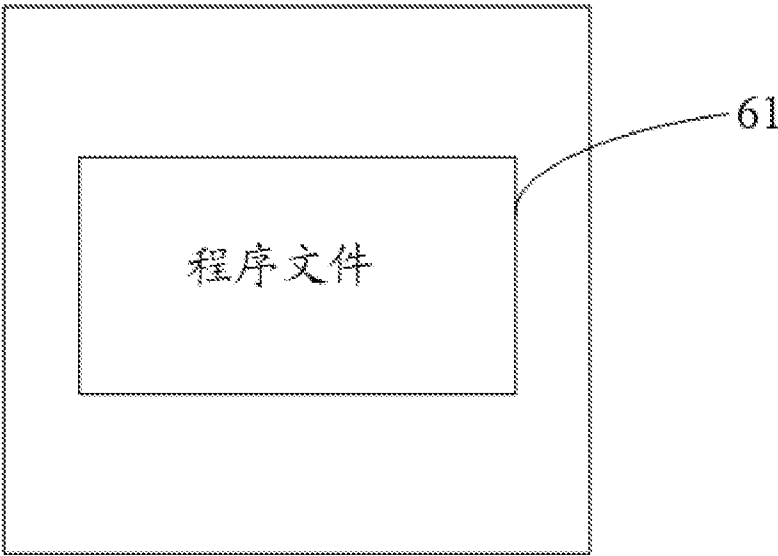


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/139680

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) G06T7; A61B8 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) CNABS, CNTXT, CNKI: 超声心动图, 造影, 微泡, 经胸, TTE, cTTE, 灰度分布, 区域, 区间, 筛选, 提取, 选出, 图像, 噪声, 伪影, 运动, 跳动, 搏动; VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, IEEE, SpringerLink, Elsevier Science: transthoracic echocardiography, contrast, microbubble, ROI, region of interest, select, choose, image, noise, artefact, movement, beat																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>杜亚娟 等 (DU, Yajuan et al.). "TTE结合cTTE在成人PFO诊断及分流方向判定中的应用 (Application Stud on Diagnosis and Assessment of Shunt Direction in Adult Patients with PFO by TTE Combined with cTTE)" 中国超声医学杂志 (<i>Chinese Journal of Ultrasound in Medicine</i>), Vol. 30, No. 9, 30 September 2014 (2014-09-30), pp. 800-803</td> <td>8-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109801294 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 24 May 2019 (2019-05-24) entire document</td> <td>8-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107361791 A (PEKING UNIVERSITY) 21 November 2017 (2017-11-21) entire document</td> <td>8-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110719755 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV.) 21 January 2020 (2020-01-21) entire document</td> <td>8-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109087318 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 25 December 2018 (2018-12-25) entire document</td> <td>8-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	杜亚娟 等 (DU, Yajuan et al.). "TTE结合cTTE在成人PFO诊断及分流方向判定中的应用 (Application Stud on Diagnosis and Assessment of Shunt Direction in Adult Patients with PFO by TTE Combined with cTTE)" 中国超声医学杂志 (<i>Chinese Journal of Ultrasound in Medicine</i>), Vol. 30, No. 9, 30 September 2014 (2014-09-30), pp. 800-803	8-10	A	CN 109801294 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 24 May 2019 (2019-05-24) entire document	8-10	A	CN 107361791 A (PEKING UNIVERSITY) 21 November 2017 (2017-11-21) entire document	8-10	A	CN 110719755 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV.) 21 January 2020 (2020-01-21) entire document	8-10	A	CN 109087318 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 25 December 2018 (2018-12-25) entire document	8-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
A	杜亚娟 等 (DU, Yajuan et al.). "TTE结合cTTE在成人PFO诊断及分流方向判定中的应用 (Application Stud on Diagnosis and Assessment of Shunt Direction in Adult Patients with PFO by TTE Combined with cTTE)" 中国超声医学杂志 (<i>Chinese Journal of Ultrasound in Medicine</i>), Vol. 30, No. 9, 30 September 2014 (2014-09-30), pp. 800-803	8-10																		
A	CN 109801294 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 24 May 2019 (2019-05-24) entire document	8-10																		
A	CN 107361791 A (PEKING UNIVERSITY) 21 November 2017 (2017-11-21) entire document	8-10																		
A	CN 110719755 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV.) 21 January 2020 (2020-01-21) entire document	8-10																		
A	CN 109087318 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 25 December 2018 (2018-12-25) entire document	8-10																		
☒ 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 16 July 2021		Date of mailing of the international search report 16 August 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/CN2020/139680**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106991694 A (XIDIAN UNIVERSITY) 28 July 2017 (2017-07-28) entire document	8-10
A	US 7805011 B2 (WARNER BROS ENTERTAINMENT INC.) 28 September 2010 (2010-09-28) entire document	8-10
A	US 6708055 B2 (UNIVERSITY OF FLORIDA) 16 March 2004 (2004-03-16) entire document	8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/139680

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **1-7**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

[1] Claims 1-7 set forth a patent foramen ovale detection method, which can detect congenital heart anomalies in adults, is a disease diagnosis method, and belongs to excluded subject matter as defined by PCT Rule 39.1(iv).
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family member:

International application No.

PCT/CN2020/139680

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109801294	A	24 May 2019	WO	2020119679	A1	18 June 2020
CN	107361791	A	21 November 2017	CN	107361791	B	09 October 2020
CN	110719755	A	21 January 2020	EP	3634239	B1	25 November 2020
				EP	3412214	A1	12 December 2018
				JP	2020522335	A	30 July 2020
				EP	3634239	A1	15 April 2020
				US	2020163645	A1	28 May 2020
				WO	2018224363	A1	13 December 2018
				IN	202047000695	A	17 January 2020
CN	109087318	A	25 December 2018	None			
CN	106991694	A	28 July 2017	CN	106991694	B	11 October 2019
US	7805011	B2	28 September 2010	US	2008063287	A1	13 March 2008
US	6708055	B2	16 March 2004	US	2003153823	A1	14 August 2003

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/139680

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) G06T7; A61B8 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)) CNABS, CNTXT, CNKI: 超声心动图, 造影, 微泡, 经胸, TTE, cTTE, 灰度分布, 区域, 区间, 筛选, 提取, 选出, 图像, 噪声, 伪影, 运动, 跳动, 搏动; VEN, USTXT, WOTXT, EPTXT, IEEE, SpringerLink, Elsevier Science: tran- sthoracic echocardiography, contrast, microbubble, ROI, region of interest, select, choose, image, noi- se, artefact, movement, beat		
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	杜亚娟 等. "TTE结合cTTE在成人PFO诊断及分流方向判定中的应用" 中国超声医学杂志, 第30卷, 第9期, 2014年 9月 30日 (2014 - 09 - 30), 第800-803页	8-10
A	CN 109801294 A (深圳先进技术研究院) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 全文	8-10
A	CN 107361791 A (北京大学) 2017年 11月 21日 (2017 - 11 - 21) 全文	8-10
A	CN 110719755 A (皇家飞利浦有限公司) 2020年 1月 21日 (2020 - 01 - 21) 全文	8-10
A	CN 109087318 A (东北大学) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 全文	8-10
A	CN 106991694 A (西安电子科技大学) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 全文	8-10
A	US 7805011 B2 (WARNER BROS ENTERTAINMENT INC) 2010年 9月 28日 (2010 - 09 - 28) 全文	8-10
☒ 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		国际检索报告邮寄日期
2021年 7月 16日		2021年 8月 16日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
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		胡新芬 电话号码 86-(20)-28950590

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	US 6708055 B2 (UNIVERSITY OF FLORIDA) 2004年 3月 16日 (2004 - 03 - 16) 全文	8-10

第II栏 某些权利要求被认为是不能检索的意见(续第1页第2项)

根据条约第17条(2)(a)，对某些权利要求未做国际检索报告的理由如下：

1. ☒ 权利要求： 1-7
因为它们涉及不要求本单位进行检索的主题，即：
[1] 权利要求1-7请求保护一种卵圆孔未闭检测方法，可实现对成年人中先天性心脏异常的检测，是一种疾病的诊断方法，属于PCT实施细则39.1(iv)规定的被排除的主题。
2. ☐ 权利要求：
因为它们涉及国际申请中不符合规定的要求的部分，以致不能进行任何有意义的国际检索，具体地说：
3. ☐ 权利要求：
因为它们是从属权利要求，并且没有按照细则6.4(a)第2句和第3句的要求撰写。

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/139680

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	109801294	A	2019年 5月 24日	WO	2020119679	A1	2020年 6月 18日
CN	107361791	A	2017年 11月 21日	CN	107361791	B	2020年 10月 9日
CN	110719755	A	2020年 1月 21日	EP	3634239	B1	2020年 11月 25日
				EP	3412214	A1	2018年 12月 12日
				JP	2020522335	A	2020年 7月 30日
				EP	3634239	A1	2020年 4月 15日
				US	2020163645	A1	2020年 5月 28日
				WO	2018224363	A1	2018年 12月 13日
				IN	202047000695	A	2020年 1月 17日
CN	109087318	A	2018年 12月 25日	无			
CN	106991694	A	2017年 7月 28日	CN	106991694	B	2019年 10月 11日
US	7805011	B2	2010年 9月 28日	US	2008063287	A1	2008年 3月 13日
US	6708055	B2	2004年 3月 16日	US	2003153823	A1	2003年 8月 14日