

(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
2018 年 2 月 8 日 (08.02.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/023917 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/110071

(22) 国际申请日: 2016 年 12 月 15 日 (15.12.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610617709.5 2016 年 7 月 30 日 (30.07.2016) CN

(71) 申请人: 上海联影医疗科技有限公司 (SHANGHAI UNITED IMAGING HEALTHCARE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市嘉定工业区域北路 2258 号, Shanghai 201807 (CN)。

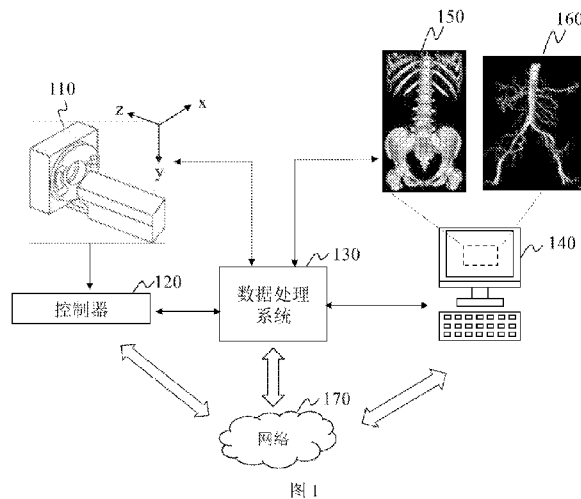
(72) 发明人: 赵鹏 (ZHAO, Peng); 中国上海市嘉定工业区域北路 2258 号, Shanghai 201807 (CN)。毛玉妃 (MAO, Yufei); 中国上海市嘉定工业区域北路 2258 号, Shanghai 201807 (CN)。

(74) 代理人: 成都七星天知识产权代理有限公司 (METIS IP (CHENGDU) LLC); 中国四川省成都市天府创新中心 (天府大道南段 846 号), Sichuan 610213 (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, 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, 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,

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR EXTRACTING LOWER LIMB BLOOD VESSEL

(54) 发明名称: 一种下肢血管的提取方法及系统



120 Controller
130 Data processing system
170 Network

(57) Abstract: Disclosed in the present application are a method and system for extracting a lower limb blood vessel. The method may comprises: acquiring an initial image, the initial image being capable of comprising a plurality of image data, wherein each image datum may correspond to a pixel (or a voxel point), the image data may include a target data set, and the target data set may represent a first structure; extracting a first reference data set from the image data, wherein the first reference data set may include a target data set and a second reference data set, and the second reference data set may include data of a second structure; extracting the second reference data

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))。

set from the image data set; and acquiring the target data set on the basis of the first reference data set and the second reference data set.

(57) 摘要: 本申请披露了一种下肢血管的提取方法和系统。该方法可以包括获取初始图像, 初始图像可以包括多个图像数据, 其中每个图像数据可以对应一个像素点(或体素点), 所述图像数据可以包括目标数据集, 所述目标数据集可以代表第一种结构; 从所述图像数据中提取第一参考数据集, 所述第一参考数据集可以包括目标数据集和第二参考数据集, 所述第二参考数据集可以包括第二种结构的数据; 从所述图像数据集中提取第二参考数据集; 以及根据所述第一参考数据集和第二参考数据集, 获得所述目标数据集。

一种下肢血管的提取方法及系统

交叉引用

[0001] 本申请要求以下申请的优先权：

[0002] 2016 年 7 月 30 日提交的编号为 CN201610617709.5 的中国申请；

[0003] 上述申请的内容以引用方式被包含于此。

技术领域

[0004] 本申请涉及血管提取方法及系统，尤其是涉及基于血管造影图像的骨分割技术和血管分割技术的血管提取方法和系统。

背景技术

[0005] 血管造影技术在医疗领域具有重要的作用。血管造影技术是目前诊断血管疾病的重要方法之一，可以诊断多种疾病，例如，动脉瘤、血管狭窄、血管钙化等。血管造影技术种类繁多，可以包括，例如，数字减影心血管造影术（Digital Subtraction Angiography（DSA））、磁共振血管造影术（Magnetic Resonance Angiography（MRA））、计算机断层扫描血管造影（Computed Tomography Angiography（CTA））等，或者上述技术的任意组合。将血管从其他组织中分割是血管造影技术中的重要步骤。基于血管造影图像的血管提取（或“分割”、“识别”、“确认”等）可以为疾病的诊断、治疗、评估、虚拟手术和手术引导等提供基础，和/或为血管直径的计算、血管图像的定量分析等提供帮助。由于血管造影图像中血管与骨头等其他组织的像素值或体素值存在一定程度的近似、重叠等现象，在血管提取过程中，容易将骨头等其他组织作为血管提取，造成过度提取，或者将细小血管作为非血管组织去除，造成提取不完整等。为了提高血管提取的精度，可以采用多种方法对血管进行分割。

简述

[0006] 本申请的一个方面是关于一种下肢血管的提取方法。所述提取下肢血管

的方法可以包括：获取初始图像，初始图像可以包括多个图像数据，其中每个图像数据对应一个像素点（或体素点），图像数据可以包括目标数据集，目标数据集可以代表第一种结构；从图像数据中提取第一参考数据集，第一参考数据集可以包括目标数据集和第二参考数据集，第二参考数据集可以包括第二种结构的数据；从图像数据集中提取第二参考数据集；以及根据第一参考数据集和第二参考数据集，获得目标数据集。

[0007] 本申请的另一个方面是关于一种非暂时性的计算机可读介质。所述非暂时性的计算机可读介质可以包括可执行指令。所述指令被至少一个处理器执行时，可以导致所述至少一个处理器实现所述提取下肢血管的方法。

[0008] 本申请的另一个方面是关于一种提取下肢血管的系统。所述提取下肢血管的系统可以包括：至少一个处理器，和所述可执行指令。

[0009] 根据本申请的一些实施例，所述获得所述目标数据集可以包括：根据所述第一参考数据集和第二参考数据集，获得框架数据集，所述框架数据集可以是所述目标数据集的一个子集；以及对所述框架数据集进行至少一次数据补充，以获得所述目标数据集。

[0010] 根据本申请的一些实施例，所述第一种结构可以包括血管，所述第二种结构可以包括骨骼，所述目标数据集可以包括血管数据，所述第一参考数据集可以包括血管数据和骨骼数据，所述第二参考数据集可以包括骨骼数据，并且所述框架数据集可以包括血管断开部分的数据。

[0011] 根据本申请的一些实施例，所述提取第一参考数据集可以包括：确定初始图像中的至少一个连通域 CD1；根据所述至少一个连通域 CD1，确定第一种子点；以及根据所述第一种子点和一个第一阈值，对所述初始图像进行区域生长，以获得第一图像，所述第一图像中的像素点或体素点可以与所述第一参考数据集中的数据一一对应。

[0012] 根据本申请的一些实施例，所述确定第一种子点可以包括：确定所述至少一个连通域 CD1 的边界距离场值，以获得数据集 pfield-1；根据所述数据集 pfield-1，确定所述至少一个连通域 CD1 的圆度；根据所述至少一个连通域 CD1 的圆度确定目标连通域；以及根据所述目标连通域，确定所述第一种子点。

[0013] 根据本申请的一些实施例，所述确定所述至少一个连通域 CD1 的圆度可

以包括：根据所述数据集 pfield-1，确定所述至少一个连通域 CD1 的半径；根据所述至少一个连通域 CD1 的半径，确定所述至少一个连通域 CD1 的圆形面积；以及根据所述至少一个连通域 CD1 的圆形面积和所述至少一个连通域 CD1 的实际面积，确定所述至少一个连通域 CD1 的圆度。

[0014] 根据本申请的一些实施例，所述提取第二参考数据集可以包括：根据所述第一图像，计算边界距离场，以获得数据集 pfield-2；根据所述数据集 pfield-2，分割所述第一种结构，以获得血管掩膜；从所述第一图像扣除所述血管掩膜，以获得第一减影图像；根据所述第一减影图像，分割所述第二种结构，以获得第一骨骼掩膜；以及根据所述初始图像和所述第一骨骼掩膜，获得第二骨骼掩膜，所述第二骨骼掩膜的像素点或体素点可以与所述第二参考数据集中的数据一一对应。

[0015] 根据本申请的一些实施例，所述获得血管掩膜可以包括：根据所述第一种子点，对所述第一图像进行区域生长，以获得第一血管掩膜；以及对所述第一血管掩膜进行膨胀操作，以获得所述血管掩膜。

[0016] 根据本申请的一些实施例，所述获得第一骨骼掩膜可以包括：根据所述第一减影图像，计算边界距离场，以获得数据集 pfield-3；根据所述数据集 pfield-3，确定骨骼种子点；以及根据所述骨骼种子点，对所述第一减影图像进行区域生长，以获得所述第一骨骼掩膜。

[0017] 根据本申请的一些实施例，所述获得第二骨骼掩膜可以包括：根据所述第一骨骼掩膜，确定第一骨骼区域；以及对所述第一骨骼区域进行膨胀操作，以获得第一临时骨骼掩膜。

[0018] 根据本申请的一些实施例，所述获得第二骨骼掩膜可以进一步包括：根据第二阈值对所述初始图像进行区域生长，以获得第二图像；填充第二图像，以获得填充后的第二图像；根据所述第一临时骨骼掩膜和所述填充后的第二图像，获得叠加图像；以及对所述叠加图像中的至少一个连通域 CD2 进行闭操作，以获得第二骨骼掩膜。

[0019] 根据本申请的一些实施例，所述确定第一骨骼区域可以包括：对所述第一骨骼掩膜进行腐蚀操作，以获得至少一个连通域 CD3；以及根据所述至少一个连通域 CD3，确定所述第一骨骼区域。

[0020] 根据本申请的一些实施例，所述确定第一骨骼区域可以进一步包括：确定所述至少一个连通域 CD3 中面积或体积最大的一个连通域为所述第一骨骼区域。

[0021] 根据本申请的一些实施例，所述获得框架数据集可以包括：从所述第一图像扣除所述第二骨骼掩膜，以获得第二减影图像，所述第二减影图像的像素点或体素点可以与所述框架数据集中的数据一一对应。

[0022] 根据本申请的一些实施例，所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充可以包括：从所述框架数据集中选取第二种子点；以及根据一个第二阈值和所述第二种子点，进行区域生长，以获得所述目标数据集。

[0023] 根据本申请的一些实施例，所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充可以包括：根据所述第二减影图像，提取血管中心线；以及根据所述血管中心线，生长血管。

[0024] 根据本申请的一些实施例，所述提取血管中心线可以包括：根据所述第二减影图像，计算边界距离场；根据所述边界距离场，获得第一血管生长点和第二血管生长点；以及根据所述第一血管生长点和所述第二血管生长点，采用最短路径算法，提取血管中心线。

[0025] 根据本申请的一些实施例，所述提取血管中心线可以进一步包括：确定所述第二骨骼掩膜中的第二骨骼区域；以及排除所述第二骨骼区域，提取血管中心线。

[0026] 根据本申请的一些实施例，所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充可以进一步包括：对所述第二减影图像的像素点或体素点对应的数据进行排序。

[0027] 根据本申请的一些实施例，所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充可以进一步包括：根据所述初始图像数据，定位第二结构的区域；根据所述第二结构的区域，分割第二结构，以获得生长控制数据集；以及对所述生长控制数据集进行扩展，以获得扩展后的数据集，所述扩展后的数据集可以对所述生长血管具有限定作用。

[0028] 根据本申请的一些实施例，所述定位第二结构的区域可以包括：获取参考图像数据；提取所述参考图像数据的特征；根据所述参考图像数据的特征生成模板直方图；基于所述提取的参考图像数据的特征，提取所述图像数据的特征；

根据所述图像数据的特征生成样本直方图；以及根据所述模板直方图和所述样本直方图的相似度定位所述第二结构的区域。

[0029] 根据本申请的一些实施例，所述参考图像数据可以包括与所述第二结构相似的结构的数据。

[0030] 根据本申请的一些实施例，所述参考图像数据的特征可以包括第二结构的数据的个数或截面积。

[0031] 根据本申请的一些实施例，所述图像数据的特征可以包括第二结构的数据的个数或截面积。

[0032] 根据本申请的一些实施例，所述参考图像数据和所述图像数据可以是来自于不同的检测对象的数据。

附图简述

[0033] 在此所述的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的限定。在各图中，相同标号表示相同部件。

[0034] 图 1 是根据本申请的一些实施例所示的成像系统的一个示意图；

[0035] 图 2 是根据本申请的一些实施例所示的数据处理系统的一个示意图；

[0036] 图 3 是根据本申请的一些实施例所示的图像形成过程的一种示例性流程图；

[0037] 图 4-A 是根据本申请的一些实施例所示的处理模块的一个示意图；

[0038] 图 4-B 是根据本申请的一些实施例所示的处理图像数据的一种示例性流程图；

[0039] 图 5-A 是根据本申请的一些实施例所示的血管分割子模块的一个示意图；

[0040] 图 5-B 是根据本申请的一些实施例所示的分割血管的一种示例性流程图；

[0041] 图 6-A 是根据本申请的一些实施例所示的血管分割子模块的一个示意图；

[0042] 图 6-B 是根据本申请的一些实施例所示的分割血管的一种示例性流程图；

[0043] 图 7-A 是根据本申请的一些实施例所示的骨骼提取单元的一个示意图；

[0044] 图 7-B 是根据本申请的一些实施例所示的提取骨骼的一种示例性流程图；

[0045] 图 7-C 是根据本申请的一些实施例所示的获取第一图像的一种示例性流程图；

[0046] 图 7-D 是根据本申请的一些实施例所示的确定种子点的一种示例性流程图；

[0047] 图 7-E 是根据本申请的一些实施例所示的获得血管掩膜的一种示例性流程图；

[0048] 图 7-F 是根据本申请的一些实施例所示的获得第一骨骼掩膜的一种示例性流程图；

[0049] 图 7-G 是根据本申请的一些实施例所示的获得第二骨骼掩膜的一种示例性流程图；

[0050] 图 7-H 是根据本申请的一些实施例所示的骨骼区域填充操作的一个示意图；

[0051] 图 8 是根据本申请的一些实施例所示的生成血管的一种示例性流程图；

[0052] 图 9 是根据本申请的一些实施例所示的血管生成单元的一个示意图；

[0053] 图 10-A 是根据本申请的一些实施例所示的补充胫骨血管数据的一种示例性流程图；

[0054] 图 10-B 是根据本申请的一些实施例所示的补充脚掌血管数据的一种示例性流程图；

[0055] 图 10-C 是根据本申请的一些实施例所示的对数据补充区域进行补充操作的一种示例性流程图；

[0056] 图 10-D 是根据本申请的一些实施例所示的补充髌骨血管数据的一种示例性流程图；

[0057] 图 10-E 是根据本申请的一些实施例所示的生成血管的一种示例性流程图；

[0058] 图 11 是根据本申请的一些实施例所示的定位医学图像中人体某一特定部位的方法的一种示例性流程图；

[0059] 图 12 是根据本申请的一些实施例所示的五个下肢血管提取结果的示例性图像；

[0060] 图 13 是根据本申请的一些实施例所示的第二血管掩膜的一个示例性图

像；以及

[0061] 图 14 是根据本申请的一些实施例所示的血管提取结果的一个示例性图像。

具体描述

[0062] 为了更清楚地说明本申请的实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些示例或实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图将本申请应用于其他类似情景。除非从语言环境中显而易见或另做说明，图中相同标号代表相同结构或操作。

[0063] 如本申请和权利要求书中所示，除非上下文明确提示例外情形，“一”、“一个”、“一种”和/或“该”等词并非特指单数，也可包括复数。一般说来，术语“包括”与“包含”仅提示包括已明确标识的步骤和元素，而这些步骤和元素不构成一个排它性的罗列，方法或者设备也可能包含其他的步骤或元素。

[0064] 本申请中使用了流程图用来说明根据本申请的实施例的系统所执行的操作步骤。应当理解的是，操作步骤不一定按照顺序来精确地执行。相反，可以按照倒序执行，或这同时执行各种步骤。同时，也可以将其他操作添加到这些过程中，或从这些过程移除某一步或数步操作。

[0065] 在图像数据处理过程中，“图像分割”、“图像提取”、“图像分类”可以相互转化，均表达从大范围区域内选取符合某条件的图像。在一些实施例中，成像系统可以包括一种或多种形态。所述形态可以包括数字减影血管造影（DSA）、磁共振血管造影（MRA）、计算机断层扫描（CT）、计算机断层扫描血管造影（CTA）、超声波扫描（US）、正电子发射断层扫描术（PET）、单光子发射计算机断层扫描（SPECT）、SPECT-MR、CT-PET、CE-SPECT、DSA-MR、PET-MR、PET-US、SPECT-US、US-CT、US-MR、X 射线-CT、X 射线-US 和/或类似的一种或多种的组合。在一些实施例中，成像扫描的目标可以是器官、有机体、物体、损伤部位、肿瘤等一种或多种的组合。在一些实施例中，成像扫描的目标可以是头部、胸腔、腹部、器官、骨骼、血管等

一种或多种的组合。在一些实施例中，扫描的目标为一个或多个部位的血管组织。在一些实施例中，图像可以是二维图像和/或三维图像。在二维图像中，最细微的可分辨元素可以为像素。在三维图像中，最细微的可分辨元素可以为体素。在三维图像中，图像可由一系列的二维切片图像或二维图层构成。

[0066] 图像分割过程可以是基于图像的像素或体素的相应特征进行。在一些实施例中，所述像素或体素的相应特征可以包括纹理结构、灰度、平均灰度、强度、颜色饱和度、对比度、亮度等一种或多种的组合。在一些实施例中，所述像素或体素的空间位置特征也可以用于图像分割过程。

[0067] 图 1 是根据本申请的一些实施例所示的成像系统的一个示意图。一个成像系统可以包括一个成像设备 110，一个控制器 120，一个数据处理系统 130，一个输入/输出设备 140 以及一个网络 170。

[0068] 成像设备 110 可以对目标物体进行扫描，并生成与之相关的数据和图像。成像设备 110 也可以利用生成的数据对图像进行进一步地处理。在一些实施例中，成像设备 110 可以是一个设备，或一个设备组。在一些实施例中，成像设备 110 可以是一个医学成像设备，例如，一个 PET 设备，一个 SPECT 设备，一个 CT 设备，一个 MRI 设备等。在一些实施例中，所述设备可以单独使用，或结合使用（例如，一个 PET-CT 设备，一个 PET-MRI 设备，或一个 SPECT-MRI 设备等）。在一些实施例中，成像设备 110 可以包括一个扫描仪以对目标物体进行扫描，并获得与之相关的信息（例如数据等）。进一步地，所述成像设备 110 可以是一个放射性扫描设备。该设备可能包括可对目标物体发射放射性射线的放射性扫描来源。所述放射性射线可以包括，微粒射线、光子射线等其中的一种或其组合。所述微粒射线可以包括中子、质子、 α 射线、电子、 μ 介质、重离子等其中的一种或其组合。光子射线则可以包括 X 射线、 γ 射线、紫外线、激光等其中的一种或其组合。在一些实施例中，光子射线可以是 X 射线，其相应的成像设备 110 则可以是一个 CT 系统、一个数字式射线成像系统（DR）、一个多模态医学成像系统等其中的一种或多种。在一些实施例中，多模态医学成像系统可以包括 CT-PET 系统、SPECT-MRI 系统等中的一种或多种。在一些实施例中，成像设备 110 可以包括一个射线生成单元和射线探测单元（图中未展示）。例如，成像设备 110 可以包括一个

光子探测器以完成射线的生成和/或探测等。例如，光子探测器可以生成光子以用于目标物体的扫描，或捕获目标物体扫描后的光子。在一些实施例中，成像设备 110 可以是一个 CT 成像系统或基于 CT 的多模态医学成像系统，其光子探测器可以包括 X 射线探测器。

[0069] 成像设备 110 所生成的图像数据可以按照一定的坐标系规则进行处理。在一些实施例中，图像数据可以按照笛卡尔直角坐标系处理。在一个笛卡尔直角坐标系中，x 方向可以为冠状轴的方向（冠状面和水平面形成的相交线的方向），例如，从被成像物体右侧到左侧、或者左侧到右侧的方向。y 方向可以为矢状轴的方向（矢状面和水平面形成的相交线的方向），例如，从被成像物体前部到后部、或者后部到前部的方向。z 方向可以为垂直轴的方向（冠状面和矢状面形成的相交线的方向），例如，从被成像物体下部到上部、或者上部到下部的方向。需要注意的是，图 1 中所示的 X、Y、和 Z 坐标仅为描述方便，并不能把本申请中的 x、y、和 z 坐标限制在图 1 所示范围之内。

[0070] 控制器 120 可以控制成像设备 110、输入/输出设备 140，和/或数据处理系统 130。在一些实施例中，控制器 120 可以控制成像设备 110 中的 X 射线生成单元和/或 X 射线探测单元。控制器 120 可以从控制成像设备 110、输入/输出设备 140，和/或数据处理系统 130 接收信息，或向上述系统/设备发出信息。在一些实施例中，控制器 120 可以接收来自成像设备 110 的图像信号或与目标物体相关的数据。控制器 120 可以向数据处理系统 130 发送图像信号或与目标物体相关的数据。控制器 120 可以接收来自数据处理系统 130 的已经处理的数据或重建图像。控制器 120 可以向输入/输出设备 140 发送已经处理的数据或重建图像。在一些实施例中，控制器 120 可以包括计算机，程序，算法，软件，存储设备，接口等。接口可以包括成像设备 110，输入/输出设备 140，数据处理系统 130，和/或成像系统中的其他模块或单元之间的接口。

[0071] 在一些实施例中，控制器 120 可以接收来自用户（例如，医生、成像技师等）的命令。控制器 120 可以从输入/输出设备 140 中获得来自用户的命令。控制器 120 可以通过接受命令或转化命令以控制成像设备 110、输入/输出设备 140，和/或数据处理系统 130。例如，控制器 120 可通过输入/输出设

备 140 处理用户的输入数据，并将该数据转化为一个或多个相应命令。所述命令可以是扫描时间、扫描目标定位信息、机架的旋转速度、扫描参数等，或多个的组合。控制器 120 可以控制数据处理系统 130 选择不同算法以处理图像数据。

[0072] 数据处理系统 130 可以处理来自成像设备 110、控制器 120、网络 170 和/或输入/输出设备 140 的信息。在一些实施例中，数据处理系统 130 可以基于所述信息生成一个或多个 CT 图像。数据处理系统 130 可以向输入/输出设备 140 发送图像。数据处理系统 130 可以完成与数据处理相关的各类操作，例如，数据预处理，数据转化处理，数据清洗处理，数据拟合处理，数据权重处理等，或多种的组合。数据处理系统 130 可以基于不同算法程序实现数据的处理，例如，傅里叶转换原理、滤波反投影原理、迭代重建、直方图膨胀计算、图像数据函数优化、水平集函数计算等的一种或多种。在一些实施例中，数据处理系统 130 可以处理有关血管图像的数据。例如，数据处理系统 130 可以从图像中识别胸腹部的骨骼 150、腹部血管 160、下肢血管、血管中心线、或其他部位的血管。在一些实施例中，数据处理系统 130 可以基于多种算法程序或方法对图像进行血管或骨骼定位，例如，定位肋骨、髌骨、骶骨、胫骨、或髂动脉等。

[0073] 在一些实施例中，数据处理系统 130 可以生成与成像设备 110 相关的控制信号。在一些实施例中，由数据处理系统 130 经由处理后（和/或未经处理）的数据结果可以发送至系统中的其他模块或单元。所述其他模块或单元可以是数据库（未示出），网络 170 的终端接收处（未示出）。数据处理系统 130 可以提供未经处理和/或经由处理的数据的存储功能。在一些实施例中，数据处理系统 130 的相应数据信息可以作为被进一步处理的数据信息，可以被发送至相应存储器进行存储，和/或被发送至终端处。

[0074] 输入/输出设备 140 可以接收、发送、或显示信息。在一些实施例中，输入/输出设备 140 可以包括键盘、触控设备、鼠标、音频输入设备、图像输入设备、或远程控制设备等中的一个或多个。输入/输出设备 140 可以包括程序、软件、算法、数据、信号、文本、数字、图像、音频等，或多个的组合。在一些实施例中，用户可以输入一些原始参数或设置相应图像处理的初始化

条件。在一些实施例中，一些输入信息可以来自于外部数据源（例如，软盘、硬盘、光盘、存储芯片、有线终端、无线终端等，或多个的组合）。输入/输出设备 140 可以接收来自系统中其他模块或单元的信息，和/或发送信息至系统中其他模块或单元。在一些实施例中，输入/输出设备 140 可以将信息发送至终端（例如，显示屏、打印机、存储设备、计算设备等，或多个的组合）进行相应操作。具体地，在一些实施例中，输入/输出设备 140 可以包括图形用户界面，展示成像过程阶段性的信息，或图像处理结果（例如，图像直方图，骨骼掩膜，血管掩膜，经图像转换后的血管相关图像等，或多种的组合）。所述图形用户界面，可以对用户输入参数给予提示，和/或让用户参与数据处理过程（例如，启动或停止处理过程、选择或修改运算参数、选择或修改算法、修改程序、退出系统、系统升级或系统更新等）。

[0075] 网络 170 可以是单个网络，或多个不同网络的组合。例如，网络 170 可能是一个局域网（local area network（LAN））、广域网（wide area network（WAN））、公用网络、私人网络、专有网络、公共交换电话网（public switched telephone network（PSTN））、互联网、无线网络、虚拟网络、或者上述网络的任何组合。网络 170 也可以包括多个网络接入点。有线网络可以包括利用金属电缆、混合电缆、一个或多个接口等一种或多种组合的方式。无线网络可以包括利用蓝牙、区域局域网（LAN）、广域网（WAN）、无线个域网（ZigBee）、近源场通信（Near Field Communication（NFC））等一种或多种组合的方式。网络 170 可以适用于本申请所描述的范围内，但并不局限于所述描述。

[0076] 在一些实施例中，成像设备 110、控制器 120、数据处理系统 130 和输入/输出设备 140 可以彼此直接连接，或彼此间接连接。在一些实施例中，成像设备 110、控制器 120、数据处理系统 130 和输入/输出设备 140 可以通过网络 170 彼此直接连接。在一些实施例中，成像设备 110、控制器 120、数据处理系统 130 和输入/输出设备 140 可以通过一个或多个中间单元（未示出）间接连接。所述中间单元可以是实体的，或非实体的（例如，无线电波、光学的、音波的、电磁类等，或多种的组合）。不同模块和单元之间可以通过无线和/或有线的连接方式连接。

[0077] CT 系统仅为成像设备 110 的一个实施例，并不能把本申请限制在上述实施例之内。CT 系统可以应用于不同的场景，例如，医学或工业等。另外，CT 系统也可将探测结果用于不同的分析，例如用于诊断分析、安全扫描、缺陷探测、计量分析、无效分析等，或多种的组合。

[0078] 需要注意的是，以上对于图像处理系统的描述，仅为描述方便，并不能把本申请限制在所举实施例范围之内。可以理解，对于本领域的技术人员来说，在了解该系统的原理后，可能在不背离这一原理的情况下，对各个模块进行任意组合，或者构成子系统与其他模块连接，对实施上述方法和系统的应用领域形式和细节上的各种修正和改变。

[0079] 图 2 是根据本申请的一些实施例所示的数据处理系统 130 的一个示意图。数据处理系统 130 可以包括一个或多个数据获取模块 210、一个或多个存储模块 220、一个或多个显示模块 230 和一个或多个处理模块 240。所示模块之间彼此直接（和/或间接）连接。

[0080] 数据获取模块 210 可以获取数据。所述获取的数据可以来自成像设备 110 和/或控制器 120。在一些实施例中，数据可以通过网络 170 从外部数据源获得。所述数据可以是三维图像数据，和/或二维图像数据。所述数据可以是根据检测需求所设定的特定部位的数据，例如，目标物体的全景扫描，目标物体的胸部、肺部、下肢、支气管、骨骼、血管、神经分布等，或多种的组合。在一些实施例中，所述数据可以是血管造影数据。在一些实施例中，数据获取模块 210 可以获取血管图像原始数据，血管图像处理后的数据，或血管图像处理的参数等。

[0081] 存储模块 220 可以存储数据或信息。所述存储的数据或信息可以来自成像设备 110，和/或控制器 120，和/或数据处理系统 130 中的其他模块/单元（数据获取模块 210，显示模块 230，处理模块 240，或其他相关模块（未示出））。存储的数据或信息可以是各种形式，例如，数值、信号、图像、目标物体的相关信息、命令、算法、程序等，或多种的组合。在一些实施例中，存储的数据或信息可以是血管图像、血管图像参数、血管图像数据、血管图像处理后的数据、血管图像处理所应用的程序和/或算法等。

[0082] 存储模块 220 可以包括硬盘、软盘、随机存储器(random access memory

(RAM))、动态随机存储器 (dynamic random access memory (DRAM))、静态随机存储器 (static random access memory (SRAM))、磁泡存储器 (bubble memory)、薄膜存储器 (thin film memory)、磁镀线存储器 (magnetic plated wire memory)、相变存储器 (phase change memory)、闪速存储器 (flash memory)、云盘 (cloud disk) 等, 或多种的组合。存储模块 220 可以为数据提供临时存储, 即为下一次的数据处理转存数据。存储模块 220 可以为数据提供长期存储, 即为存储最终的数据处理结果。存储模块 220 可以是固定的存储系统 (例如, 磁盘等), 和/或移动式存储系统 (例如, USB 接口、火线端口等的接口, 和/或磁盘驱动类的驱动等)。存储模块 220 可以与一个或多个数据获取模块 210, 显示模块 230, 处理模块 240, 或其他相关模块 (未示出) 连接。在一些实施例中, 存储模块 220 可以通过网络 170 选择性地连接一个或多个虚拟存储资源 (例如, 云盘存储 (cloud storage)、虚拟私人网络 (a virtual private network), 和/或其他虚拟存储资源)。

[0083] 显示模块 230 可以显示数据。所述显示的数据信息可以来自数据获取模块 210, 存储模块 220, 和/或处理模块 240 等。所述显示的数据可以发送至输入/输出设备 140。在一些实施例中, 显示模块 230 可以将处理模块 240 得到的图像数据发送至终端显示。在一些实施例中, 显示模块 230 可以直接显示来自网络 170 或存储模块 220 中的相关数据信息。所述显示的数据可以有多种呈现方式, 包括声音类 (例如, 语音) 和/视觉类 (例如, 文字、视频、图形等) 等, 或多种的组合。例如, 数据可以通过耳机、扩音器等播报, 在显示屏上呈现, 由打印机打印等, 或多种的组合。所述显示的数据可以是各种形式, 包括数值、信号、图像、目标物体的相关信息、命令、算法、程序等, 或多种的组合。在一些实施例中, 显示模块 230 可以显示包括血管信息的图像 (例如, 直方图、血管灰度图像、血管掩膜图像、血管粗分割图像、血管细分割图像、骨骼分割图像等)。

[0084] 处理模块 240 可以进行相关数据的处理, 以及根据相应数据构建图像。所述数据可以来自数据获取模块 210, 存储模块 220, 其他未示出模块, 和/或通过网络 170 获取的外部数据资源。所述构建的相应图像可以发送至显示模块 230 等。处理模块 240 处理的数据可以是关于目标物体的特殊部分的

数据，例如，心脏、血管、肝、脾、肾、骨骼等，或多种的组合。例如，处理模块 240 可以处理腹部血管和下肢血管的相应数据。处理模块 240 可以基于多种方式对数据进行处理。在一些实施例中，用户可选择需要处理的数据，例如，可选择对图像中特定部位的血管进行处理。在一些实施例中，可以采用一种或多种算法对数据进行处理，例如，直方图拟合，图像变换处理，数据加权处理等。

[0085] 处理模块 240 可以包括通用处理器。所述处理器可以包括可编程逻辑设备（programed programmable logic device (PLD)），专用集成电路（special integrated circuit (ASIC)），微处理器（microprocessor），嵌入式芯片系统（system on chip (SoC)），通讯信号处理器（digital signal processor (DSP)）等，或多种的组合。在一些实施例中，两个或多个处理器可以集成在一个硬件设备上。在一些实施例中，两个或多个硬件设备可以彼此独立或相互连接。所述处理器可通过多种方式实现数据处理，例如，通过硬件、软件，或硬件软件结合等方式。

[0086] 需要注意的是，以上对于数据处理系统 130 的描述，仅为描述方便，并不能把本申请限制在所举实施例范围之内。可以理解，对于本领域的技术人员来说，在了解该系统的原理后，可能在不背离这一原理的情况下，对各个模块进行任意组合，或者构成子系统与其他模块连接，对实施上述方法和系统的应用领域形式和细节上的各种修正和改变。

[0087] 图 3 是根据本申请的一些实施例所示的图像形成过程的一种示例性流程图。在一些实施例中，数据处理系统 130 可以执行图像形成流程。图像形成流程可以包括获取被测物的图像数据 310，处理图像数据 320，和产生图像 330。

[0088] 在 310 中，可以获取被测物的图像数据。被测物可以是人体、动物、或它们的其中一部分，例如，器官、组织、病变部位、肿瘤部位，或者上述部位的任意组合。举例来说，被测物可以是头部、胸部、腹部、心脏、肝脏、脾脏、肾脏、上肢、下肢、脊椎、骨骼、血管等，或者上述部位的任意组合。被测物的图像数据可以是二维图像数据或三维图像数据。被测物的图像数据可以是 MRA 图像数据、CTA 图像数据、PET 图像数据等，或者上述数据的任意组合。在一些实施例中，数据获取模块 210 可以执行 310。在一些实施例中，被测物的图像数据

可以从存储模块 220 获取。在一些实施例中，被测物的图像数据可以通过网络 170 从外部数据源获取。在一些实施例中，被测物的图像数据可以从输入/输出设备 140 获取。

[0089] 在 320 中，可以对获取的被测物的图像数据进行处理。图像数据处理可以包括一个或多个子步骤。在一些实施例中，处理模块 240 可以执行 320。在一些实施例中，图像数据的处理可以包括对一些不可靠数据的删除，或者对数据值的修正。在一些实施例中，图像数据的处理可以包括对数据噪声的滤除等。在一些实施例中，320 中的图像数据的处理流程可以包括图像分割、图像渲染、图像变换等，或多种的组合。在一些实施例中，图像数据的处理可以基于一个或多个算法，例如，膨胀、腐蚀、区域生长法、水平集算法、梯度下降法、单源最短路径算法等，或者上述算法的任意组合。

[0090] 在 330 中，可以根据 320 中处理的图像数据产生图像。显示模块 230 或处理模块 240 可以执行 330。图像产生操作可以基于一个或多个算法，例如，图像转换算法、图像显示算法等，或者上述算法的任意组合。图像转换算法可以包括从频率域到图像域的转换，灰度图像的转换等。图像显示算法可以包括调节图像的颜色、对比度、亮度等参数的算法。

[0091] 需要注意的是，以上对图像形成流程的描述仅仅是具体的示例，不应被视为是唯一可行的实施方案。显然，对于本领域的专业人员来说，在了解图像形成过程的基本原理后，可能在不背离这一原理的情况下，对图像形成过程的具体实施方式与步骤进行形式和细节上的各种修正和改变，还可以做出若干简单推演或替换，在不付出创造性劳动的前提下，对个别步骤的顺序作出一定调整或组合，但是这些修正和改变仍在以上描述的范围之内。在一些实施例中，320 和 330 可以组合成一个独立的操作。在一些实施例中，在图像产生 330 执行之后，图像数据处理流程可以返回至 320，进行图像数据的进一步处理。在一些实施例中，图像产生 330 和图像数据处理 320 可以同时执行。在一些实施例中，一个或多个操作可以添加至流程中，或从流程中删除。例如，在 310 之前，可以添加一个被测物的扫描操作，被测物可以由成像设备 110 进行扫描。再如，在 310、320、和/或 330 之间或之后，可以添加一个数据存储操作。数据可以保存在存储模块 220。

[0092] 图 4-A 是根据本申请的一些实施例所示的处理模块 240 的一个示意图。处理模块 240 可以包括预处理子模块 410、血管分割子模块 420、和可视化子模块 430。

[0093] 预处理子模块 410 可以预处理图像数据。图像数据的预处理可以使数据更适用于血管分割。图像数据的预处理可以包括图像归一化、图像重建、图像平滑、图像压缩、图像增强、图像匹配、图像配准、图像几何校正，或者消除图像突变、噪声等，或者上述处理的任意组合。在一些实施例中，预处理子模块 410 不是必须的。

[0094] 血管分割子模块 420 可以从包含血管的图像中分割血管。分割的血管可以包括被测物中的一个或多个部位的血管，例如，头颈部血管、胸部血管、腹部血管、上肢血管、下肢血管、或足部血管等。分割的血管可以包括被测物中的某个器官内部的血管，例如，脑血管、心脏血管、肝脏血管、脾脏血管、或肾脏血管等。在一些实施例中，血管分割子模块 420 可以分割血管的特征线。血管特征线可以指表示血管特征的一个或多个线条、点、或它们的任意组合，例如，血管中心线、血管边界线、血管端点等。血管特征线可以是位于血管内部或边界的一个或多个像素点（或体素点）的集合。在一些实施例中，血管中心线可以指位于血管中心部位或靠近血管中心部位、和/或代表血管走向的线条。在一些实施例中，血管中心线可以指到血管边界距离相等的像素点（或体素点）的连线。在一些实施例中，血管边界线可以指位于血管壁或靠近血管壁，可以代表血管和非血管的分界线的线条。血管可以包括血管边界线和血管边界线以内的像素点（或体素点）的集合。血管端点可以指血管端部的一个或多个像素点（或体素点）。在一些实施例中，血管端部可以是解剖学意义上的血管的末端。在一些实施例中，血管端部可以是人为设定或计算机设定的某个范围内的血管的末端，例如，在一幅图像可显示范围内的血管的端部。

[0095] 在一些实施例中，血管分割子模块 420 可以包括一个存储单元，用于存储一个或多个程序或算法，例如，基于阈值的分割方法、基于边缘的分割方法、基于区域的分割方法、基于聚类分析的分割方法、基于小波变换的分割方法、基于数学形态学的方法、基于人工神经网络的方法、基于遗传算法的方法、以及相同或不同部位血管的组合方法等。

[0096] 可视化子模块 430 可以对图像数据进行可视化处理。可视化子模块 430 可以将图像数据转换为一种可视化的形式。可视化的图像可以是灰度图像或彩色图像。可视化的图像可以是二维图像或三维图像。可视化的图像可以通过输入/输出设备 140 进行显示，或由打印机打印等。在一些实施例中，用于可视化处理的图像数据可以从预处理子模块 410、和/或血管分割子模块 420 等获得。

[0097] 图 4-B 是根据本申请的一些实施例所示的处理图像数据的一种示例性流程图。图像数据处理流程可以包括数据预处理 440、血管分割 450、和血管图像产生 460。

[0098] 在 440 中，可以对数据进行预处理。预处理子模块 410 可以执行 440。数据预处理可以包括图像平滑处理、图像去噪处理、图像增强处理等中的一种或多种。平滑处理可以是在图像域或频率域的平滑处理。在一些实施例中，图像域平滑处理可以直接对图像的像素点（或体素点）进行处理。在一些实施例中，频率域平滑处理可以包括将图像域的图像数据转换为频率域的图像数据，然后对频率域的图像数据进行处理，再将处理过的频率域的图像数据转换为图像域的图像数据。图像平滑处理可以包括中值平滑、高斯平滑、均值平滑、归一化平滑、双边滤波平滑等，或上述方法的任意组合。图像去噪处理可以去除图像的噪声。在一些实施例中，图像去噪处理可以采用一种或多种去噪模型，例如，高斯滤波、各向异性扩散方程模型、双边滤波、全变分模型、小波变换滤波、或非局部平均滤波等。

[0099] 在 450 中，可以对血管进行分割。血管分割子模块 420 可以执行 450。血管分割可以基于 440 中预处理的结果。在一些实施例中，血管分割可以基于直接从数据获取模块 210、存储模块 220、或输入/输出设备 140 获取的数据，或者通过网络 170 从外部数据源获取的数据。血管分割可以采用一种或多种图像分割算法，例如，梯度下降法、阈值法、区域生长法、水平集方法、区域分割和/或合并、边缘跟踪分割法、统计模式识别方法、均值聚类分割法、手动标定法、拓扑细化法、距离变换法等，或者上述方法的任意组合。在一些实施例中，血管分割方法可以存储在血管分割子模块 420、存储模块 220、或者移动存储设备中（例如，移动硬盘、USB 闪存盘等）。在一些实施例中，血管分割方法可以通过网络 170 从一个或多个外部数据源获取。

[0100] 在 460 中，可以产生血管图像。血管图像可以基于 450 中分割的血管的结果而产生。可视化子模块 430 可以执行 460。在一些实施例中，可以产生血管彩色图像。在一些实施例中，可以产生血管灰度图像。在一些实施例中，460 可以包括一个或多个后处理操作。后处理操作可以是二维的后处理技术，例如，多平面重组技术、曲面重建技术、容积重建技术、体绘制技术等，或者上述技术的任意组合。后处理操作可以是三维的后处理技术，例如，三维表面重建、三维体积重建、体积强度投影技术、最大强度投影技术、最小强度投影技术、平均密度投影技术等、或上述技术的任意组合。其他可能采用的技术可以包括修复、渲染、填充等，或者上述技术的任意组合。

[0101] 需要注意的是，以上对处理模块和图像数据处理流程的描述仅仅是具体的示例，不应被视为是唯一可行的实施方案。上述每一个子模块均可通过一个或多个部件实现，每个子模块的功能也并不局限于此。上述各个子模块可以根据具体实施场景或需要选择添加或删除。显然，对于本领域的专业人员来说，在了解图像数据处理的基本原理后，可能在不背离这一原理的情况下，对图像数据处理的具体实施方式与步骤进行形式和细节上的各种修正和改变，还可以做出若干简单推演或替换，在不付出创造性劳动的前提下，对各子模块和/或各处理步骤的顺序作出一定调整或组合，但是这些修正和改变仍在以上描述的范围之内。例如，预处理子模块 410、和/或预处理数据 440 可以不是必须的。又如，440 和 450 可以组合成一个单独的操作。再如，450 和 460 可以同时或交替执行。

[0102] 图 5-A 是根据本申请的一些实施例所示的血管分割子模块 420 的一个示意图。血管分割子模块 420 可以包括图像数据输入/输出单元 501、参考数据提取单元 502、目标数据提取单元 503、和/或框架数据提取单元 504。

[0103] 图像数据输入/输出单元 501 可以输入和/或输出图像数据。图像数据可以指图像中的像素点（或体素点）的值。图像数据可以包括血管数据和/或非血管数据（例如，骨骼数据、脂肪数据、或其他组织数据等）。在一些实施例中，输入的图像数据可以是数据获取模块 210 获取的数据、预处理子模块 410 预处理之后的数据、输入/输出设备 140 输入的数据、和/或通过网络 170 获取的数据。图像数据输入/输出单元 501 输出的数据可以是经过血管分割处理之后的血管数据、

血管分割处理的中间过程产生的数据（例如，骨骼数据、脂肪数据、或其他组织数据等）。在一些实施例中，图像数据输入/输出单元 501 输出的数据可以是参考数据提取单元 502 中提取的数据和/或目标数据提取单元 503 中提取的数据。

[0104] 参考数据提取单元 502 可以提取参考数据。在一些实施例中，参考数据可以包括一个或多个骨骼数据。骨骼数据可以指骨骼组织对应的图像数据。在一些实施例中，骨骼组织可以包括下肢的骨骼，例如，胫骨、髌骨、骺骨、和/或脚掌骨等。在一些实施例中，骨骼组织可以包括胸部和/或腹部骨骼组织，例如，椎骨、和/或肋骨等。在一些实施例中，骨骼组织可以包括头部和/或颈部骨骼组织，例如，头骨、和/或颈椎骨等。在一些实施例中，参考数据提取单元 502 可以提取图像数据中的一个或多个骨骼数据。在一些实施例中，参考数据提取单元 502 可以在提取骨骼数据的同时，提取一个或多个非骨骼数据（例如，血管数据、脂肪数据、或其他组织的数据等）。例如，参考数据提取单元 502 提取的数据中可以包括图像数据中的大部分骨骼数据和/或少量血管数据、或其他组织数据。在一些实施例中，参考数据可以包括第一参考数据集。第一参考数据集可以包括目标数据集、和/或第二参考数据集。例如，第一参考数据集可以包括骨骼数据和血管数据。又如，第二参考数据集可以包括骨骼数据。

[0105] 目标数据提取单元 503 可以提取目标数据。在一些实施例中，目标数据可以包括关于一条或多条血管的一个或多个数据，即血管数据。血管数据可以指血管对应的图像数据。血管可以是动脉血管、静脉血管等。在一些实施例中，血管可以包括下肢血管，例如，髂动脉（或静脉）、股动脉（或静脉）、腘动脉（或静脉）、胫动脉（或静脉）、腓动脉（或静脉）、踝动脉（或静脉）、和/或足动脉（或静脉）等。在一些实施例中，血管可以包括腹部血管，例如，腹主动脉（或静脉）、肝动脉（或静脉）、脾动脉（或静脉）、和/或肾动脉（或静脉）等。在一些实施例中，血管可以包括胸部血管，例如，肋间动脉（或静脉）、肺动脉（或静脉）、主动脉（或静脉）、支气管动脉（或静脉）、食管动脉（或静脉）、和/或胃动脉（或静脉）等。在一些实施例中，血管可以包括上肢血管，例如，腋动脉（或静脉）、肱动脉（或静脉）、桡动脉（或静脉）、和/或尺动脉（或静脉）等。在一些实施例中，血管可以包括头颈部血管，例如，左/右颈内动脉（或静脉）、左/右颈外动脉（或静脉）、左/右颈总动脉（或静脉）、椎动脉（或静脉）、枕动脉（或静脉）、耳

后动脉（或静脉）、颞浅动脉（或静脉）、舌动脉（或静脉）、眼动脉（或静脉）、脑动脉（或静脉）等。在一些实施例中，血管数据可以包括与血管有关的数据，例如血管中心线、血管边界线、或血管端点等的的数据。

[0106] 在一些实施例中，目标数据的提取可以根据图像数据输入/输出单元 501 中输入的数据（例如，血管数据、骨骼数据、脂肪数据、和/或其他组织数据等）、和/或参考数据提取单元 502 提取的参考数据（例如，骨骼数据、脂肪数据、和/或其他组织数据等）。在一些实施例中，目标数据的提取还可以根据框架数据提取单元 504 提取的框架数据。在一些实施例中，目标数据提取单元 503 可以在提取目标数据的同时，提取一个或多个其他数据。例如，当目标数据为血管数据时，其他数据可以包括骨骼数据、脂肪数据、或其他组织的数据等。

[0107] 框架数据提取单元 504 可以提取框架数据集。框架数据集可以包括一个或多个目标数据。在一些实施例中，框架数据集可以包括一个或多个比较容易提取的目标数据。例如，当目标数据为血管数据时，框架数据集可以包括图像数据中直径较大的血管（例如，腹主动脉、胫动脉、和/或髂动脉等）的一个或多个数据。又如，当目标数据为血管数据时，靠近骨骼的血管较难提取，框架数据集可以包括距骨骼一定距离的血管的数据。

[0108] 图 5-B 是根据本申请的一些实施例所示的分割血管的一种示例性流程图。血管分割流程可以包括获取图像数据 511、提取参考数据 512、和提取目标数据 513。

[0109] 在 511 中，可以获取图像数据。图像数据可以从数据获取模块 210、存储模块 220、显示模块 230、输入/输出设备 140、和/或预处理子模块 410，和/或通过网络 170 获取。图像数据输入/输出单元 501 可以执行 511。

[0110] 在 512 中，可以提取参考数据。可以采用一种或多种分割方法对参考数据进行提取。分割方法可以包括阈值法、区域生长法、基于能量函数的方法、水平集方法、区域分割和/或合并、边缘跟踪分割法、统计模式识别方法、均值聚类分割法、模型法、基于可变形模型的分割法、人工神经网络方法、最小路径分割法、跟踪法、基于规则的分割法、耦合表面分割法等，或者上述分割方法的任意组合。参考数据提取单元 502 可以执行 512。

[0111] 在 513 中，可以提取目标数据。可以采用本申请所涉及的一种或多种分

割方法对目标数据进行提取。在一些实施例中，目标数据的提取可以基于 511 获取的图像数据和 512 中提取的参考数据。例如，可以从 511 获取的图像数据去除 512 中提取的参考数据，得到去除参考数据的结果，再根据去除参考数据的结果提取目标数据。目标数据提取单元 503 可以执行 513。

[0112] 在一些实施例中，513 执行之前，可以添加 514。在 514 中，可以提取框架数据集。框架数据集的提取可以基于 511 获取的图像数据和/或 512 提取的参考数据。在一些实施例中，可以采用本申请所涉及的一种或多种分割方法对框架数据进行提取。例如，可以从图像数据中去除参考数据，和/或进行一步或多步图像分割处理，获得框架数据集。框架数据提取单元 504 可以执行 514。在 513 中，目标数据的提取可以基于 514 提取的框架数据集。例如，可以根据框架数据进行区域生长，获得目标数据。

[0113] 需要注意的是，以上对血管分割子模块和血管分割流程的描述仅仅是具体的示例，不应被视为是唯一可行的实施方案。上述每一个单元均可通过一个或多个部件实现，每个单元的功能也并不意味着。上述各个单元可以根据具体实施场景或需要选择添加或删除。显然，对于本领域的专业人员来说，在了解血管分割的基本原理后，可能在不背离这一原理的情况下，对血管分割的具体实施方式与步骤进行形式和细节上的各种修正和改变，还可以做出若干简单推演或替换，在不付出创造性劳动的前提下，对各单元和/或各处理步骤的顺序作出一定调整或组合，但是这些修正和改变仍在以上描述的范围之内。例如，图像数据输入/输出单元 501、框架数据提取单元 504、图像数据获取 511、和/或框架数据提取 514 可以省略。又如，在 511、512、513、和/或 514 之间，可以添加一个数据存储操作，数据可以由存储模块 220 进行存储。再如，在 511、512、513，和/或 514 之间可以添加一个或多个其他图像处理操作，例如，图像的膨胀、腐蚀等。

[0114] 图 6-A 是根据本申请的一些实施例所示的血管分割子模块 420 的一个示意图。在一些实施例中，目标数据可以是血管数据。在一些实施例中，根据 512 中参考数据提取的结果和 513 中提取目标数据的方法，目标数据提取单元 503 可以进一步包括血管断开部分提取单元 603 和血管生成单元 604。在一些实施例中，血管分割子模块 420 可以包括图像数据输入/输出单元 601、骨骼提取单元 602、

血管断开部分提取单元 603、和血管生成单元 604。

[0115] 在一些实施例中，图像数据输入/输出单元 601 和图像数据输入/输出单元 501 可以具有相同或类似的结构和功能；骨骼提取单元 602 和参考数据提取单元 502 可以具有相同或类似的结构和功能，可以将骨骼数据作为参考数据进行提取。

[0116] 血管断开部分提取单元 603 可以提取血管断开部分。血管断开部分可以包括一条血管在图像分割过程中所形成的断开的（或者不连接的）部分。在一些实施例中，一条血管可以具有一个或多个血管断开部分。一个血管断开部分可以具有关于这条血管的一个或多个数据。两个或多个血管断开部分之间可以具有不同数量的血管数据。在一些实施例中，血管断开部分提取单元 603 可以提取一条血管的一个、多个、或全部的血管断开部分。

[0117] 血管生成单元 604 可以生成血管。血管的生成可以根据图像数据、骨骼数据、和/或血管断开部分的数据。在一些实施例中，血管生成单元 604 可以根据两个或多个血管断开部分，在所述两个或多个血管断开部分之间生成血管，并采用一种或多种方法，连接所述两个或多个血管断开部分，生成一条或多条血管。

[0118] 图 6-B 是根据本申请的一些实施例所示的分割血管的一种示例性流程图。在一些实施例中，血管分割流程可以进一步包括获取初始图像数据 611、提取骨骼 612、提取血管断开部分 613、和生成血管 614。

[0119] 在 611 中，可以获取初始图像数据。611 可以与 511 相同或类似。例如，611 获取的初始图像数据可以和 511 获取的图像数据相同。611 获取初始图像数据的方法可以和 511 相同。图像数据输入/输出单元 601 可以执行 611。

[0120] 在 612 中，可以提取骨骼数据。提取骨骼数据的方法可以和 512 中提取参考数据的方法相同或类似。在一些实施例中，提取的骨骼数据可以包括一个或多个骨骼数据。在一些实施例中，提取的骨骼数据还可以包括一个或多个血管数据、或其他组织数据。在一些实施例中，可以进行一次或多次骨骼数据的提取。骨骼提取单元 602 可以执行 612。

[0121] 在 613 中，可以提取血管断开部分。在一些实施例中，血管断开部分的提取可以基于 611 中获取的初始图像数据、和/或 612 中提取的骨骼数据。例如，可以从初始图像数据中去除一个或多个骨骼数据，直接或间接得到血管断开部分

的数据。间接得到可以指对去除骨骼数据之后的结果进一步处理之后，再得到血管断开部分的数据。在一些实施例中，可以根据骨骼数据进行一次或多次运算操作（例如，图像腐蚀、膨胀、增加或减少骨骼数据的数量等），得到处理后的骨骼数据。进一步地，可以从初始图像数据中去除处理后的骨骼数据，直接或间接得到血管断开部分的数据。在一些实例中，可以根据第一次骨骼数据提取的结果和第二次骨骼数据提取的结果，提取血管断开部分的数据。例如，如果第一次骨骼数据提取的结果包括骨骼数据和血管数据，第二次骨骼数据提取的结果只包括骨骼数据，那么可以从第一次骨骼数据提取的结果中去除第二次骨骼数据的结果，从而直接或间接得到血管断开部分的数据。血管断开部分提取单元 603 可以执行 613。例如，在提取髌骨附近（例如，与髌骨的空间距离在一个阈值范围之内）的血管断开部分时，要尽量在髌骨所在的 y 坐标的范围附近（例如，在 y 方向上与髌骨的距离在一个阈值范围之内），选取血管断开部分，这样可以避免或减少误选取脊椎骨附近的碎骨。

[0122] 在 614 中可以生成血管。血管的生成可以根据 613 中提取的血管断开部分的数据。在一些实施例中，可以采用一种或多种算法在两个或多个血管断开部分之间生成血管。血管生成的算法可以包括前文所列举的一个或多个血管分割方法或它们的任意组合。血管生成单元 604 可以执行 614。

[0123] 图 7-A 是根据本申请的一些实施例所示的骨骼提取单元 602 的一个示意图。骨骼提取单元 602 可以包括骨骼-血管分割子单元 701、边界距离场计算子单元 702、血管分割子单元 703、和骨骼分割子单元 705。

[0124] 骨骼-血管分割子单元 701 可以分割骨骼-血管，得到骨骼-血管数据。骨骼-血管数据可以包括一个或多个骨骼数据，以及一个或多个血管数据。在一些实施例中，骨骼-血管数据可以包括图像数据中的至少一部分骨骼数据、至少一部分血管数据、和/或其他组织数据。例如，对于下肢图像数据，骨骼-血管数据可以包括髌骨数据、股骨数据、胫骨数据、腓骨数据、和/或足骨数据等中的一个或多个；骨骼-血管数据还可以包括髌动脉、股动脉、腘动脉、胫动脉、腓动脉、踝动脉、和/或足动脉等中的一个或多个。

[0125] 边界距离场计算子单元 702 可以计算图像数据和/或骨骼-血管数据的边界距离场。边界距离场可以包括图像中的一个或多个像素点（或体素点）的边界

距离值。图像中一个或多个像素点（或体素点）的边界距离值就形成了一个距离场。在一些实施例中，边界距离值可以指像素点（或体素点）到边界的距离。边界可以是手动或自动指定的一个或多个像素点（或体素点）。例如，边界可以指一个骨骼的边界或一条血管的边界线等。

[0126] 血管分割子单元 703 可以对血管进行分割。血管分割可以基于图像数据、骨骼-血管数据、和/或边界距离场数据。在一些实施例中，血管分割子单元 703 可以对骨骼-血管数据的边界距离场进行血管的分割。

[0127] 骨骼分割子单元 704 可以对骨骼进行分割。骨骼分割可以基于图像数据、骨骼-血管数据、边界距离场数据和/或血管分割数据。在一些实施例中，骨骼分割子单元 704 可以对骨骼-血管数据的边界距离场和血管分割数据进行骨骼的分割。

[0128] 图 7-B 是根据本申请的一些实施例所示的提取骨骼的一种示例性流程图。骨骼提取流程可以包括获得第一图像 711、获得血管掩膜 712、获得第一减影图像 714、获得第一骨骼掩膜 715、获得第二骨骼掩膜 716。

[0129] 在 711 中，可以获得第一图像。第一图像可以包括骨骼-血管数据对应的像素点（或体素点）。在一些实施例中，第一图像可以包括大部分血管和骨骼组织的一个或多个二维（或三维）连通域。在一些实施例中，第一图像中的像素点（或体素点）可以和图 5-A 中的第一参考数据集中的数据一一对应。第一图像的获取可以基于 611 获取的初始图像数据。在一些实施例中，711 获得的第一图像可以包括图像数据中的至少一部分骨骼数据和血管数据。第一图像的获得可以采用一种或多种前文中所列举的图像分割方法。例如，可以采用阈值法获得第一图像。具体地，可以设定一个阈值 T_1 ，可以提取高于所述阈值 T_1 的数据为骨骼-血管数据。在一些实施例中，阈值 T_1 的设定可以是全自动、半自动、或手动进行的。例如，可以根据一种或多种运算自动计算或选取阈值。又如，用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面手动选取阈值。再如，用户或操作者可以根据自动选取的阈值进行人工修正、或更改等。具体地，如果图像数据为 CT 值，血管的 CT 值可以是相对比较固定的，例如，在 100~800 亨氏单位（Hounsfield unit (HU)）范围内；而骨骼的 CT 值范围可以相对比较广，一些骨骼的 CT 值可以小于血管的 CT 值，而一些骨骼的 CT 值可以大于血管的 CT 值。

因此，在一些实施例中，可以选择一个比血管的最小 CT 值更小的值作为阈值。骨骼-血管分割子单元 701 可以执行 711。

[0130] 在 712 中，可以获得血管掩膜。在一些实施例中，血管掩膜可以通过血管分割获得。血管分割可以采用前文所列举的一种或多种图像分割方法。例如，采用区域生长法分割血管。又如，采用阈值法分割血管。采用的阈值 T_2 可以是全自动、半自动、或手动进行设定的。例如，可以自动设定阈值 T_2 。又如，用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面手动选取阈值。再如，用户或操作者可以根据自动设定的阈值进行人工修正、或更改等。例如，阈值 T_2 可以设定为 2.5（或 2.9）（距离值）。需要注意的是，以上所列阈值 T_2 的数值，仅为描述方便，并且仅作为一个举例，并不能把本申请限制在所举范围之内。在一些实施例中，血管分割的结果可以直接记录为血管掩膜，并用于后续的操作处理中。在一些实例中，可以对分割的血管进行进一步处理，将处理后的结果记录为血管掩膜，并用于后续的操作处理中。在一些实施例中，所述处理可以包括对血管的膨胀、腐蚀操作等（如图 7-E 所示）。血管分割子单元 703 可以执行 712。

[0131] 在 714 中，可以从第一图像中扣除 712 中获得的血管掩膜，从而获得第一减影图像。在一些实施例中，第一减影图像可以包含主要的骨骼组织和少部分的细小血管，而主要血管区域（例如，712 获得的血管掩膜）可以通过扣除操作去除。在一些实施例中，714 中的扣除操作可以指从第一图像中去除与血管掩膜中的像素点（或体素点）对应的像素点（或体素点），而将第一图像中剩余的像素点（或体素点）记录为第一减影图像。在一些实施例中，714 中的扣除操作可以指将第一图像中的像素点（或体素点）的数值与血管掩膜中对应的像素点（或体素点）的数值相减，而将相减的结果记录为第一减影图像。骨骼分割子单元 704 可以执行 714。

[0132] 在 715 中，可以获得第一骨骼掩膜。在一些实施例中，第一骨骼掩膜可以通过分割骨骼获得。骨骼分割可以基于 714 获得的第一减影图像。骨骼分割可以采用前文所列举的一种或多种图像分割方法。例如，可以在第一减影图像中采用阈值法分割骨骼。采用的阈值 T_3 可以是全自动、半自动、或手动进行设定的。例如，可以通过对第一减影图像中的数据进行运算，自动设定阈值 T_3 。又如，用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面手动选取阈值。再如，

用户或操作者可以根据自动设定的阈值进行人工修正、或更改等。在一些实施例中，阈值 T_3 可以设定为 1.5（距离值）。在一些实施例中，可以选择一个或多个种子点进行基于阈值 T_3 的骨骼分割。例如，可以选择距离值大于 3.0 的像素点（或体素点）作为种子点，进行骨骼分割。需要注意的是，以上所列阈值 T_3 的数值和种子点的距离值，仅为描述方便，并且仅作为一个举例，并不能把本申请限制在所举范围之内。在一些实施例中，骨骼分割的结果可以表示为第一骨骼掩膜，并用于后续的操作处理中。骨骼分割子单元 704 可以执行 715。

[0133] 在 716 中，可以对第一骨骼掩膜进行进一步处理，以获得第二骨骼掩膜。在一些实施例中，第一骨骼掩膜或第二骨骼掩膜中的像素点（或体素点）可以和图 5-A 中的第二参考数据集中的数据一一对应。在一些实施例中，通过 716 的处理，可以去除第一骨骼掩膜中误分割的部分血管，例如，被误认为骨骼像素点（或体素点）而被记录进入第一骨骼掩膜的对应一条或多条血管的一个或多个像素点（或体素点）。在一些实施例中，处理方法可以包括形态学的处理方法，例如，对骨骼的膨胀、腐蚀操作等。在一些实施例中，所述处理可以在第一骨骼掩膜中的像素点（或体素点）范围内进行。例如，在第一骨骼掩膜中的像素点（或体素点）的范围内进行骨骼的膨胀操作。所述膨胀操作可以指采用某个尺寸的结构元素，在骨骼所在的图像的像素点（或体素点）中移动，将结构元素与其覆盖的图像作“与”操作，如果“与”操作结果都为 0，结果图像的该像素为 0，否则为 1。在一些实施例中，通过膨胀操作，骨骼所在区域可以比操作前更大。骨骼分割子单元 704 可以执行 716。

[0134] 需要注意的是，以上对骨骼提取单元和骨骼提取流程的描述仅仅是具体的示例，不应被视为是唯一可行的实施方案。上述每一个子单元均可通过一个或多个部件实现，每个子单元的功能也并不局限于此。上述各个子单元可以根据具体实施场景或需要选择添加或删除。显然，对于本领域的专业人员来说，在了解骨骼提取的基本原理后，可能在不背离这一原理的情况下，对骨骼提取的具体实施方式与步骤进行形式和细节上的各种修正和改变，还可以做出若干简单推演或替换，在不付出创造性劳动的前提下，对各子单元和/或各处理步骤的顺序作出一定调整或组合，但是这些修正和改变仍在以上描述的范围之内。例如，可以添加一个图像变换子单元，对图像进行变换处

理。又如，715 和 716 可以组合为一个操作。711~716 之间或之后可以添加一个数据存储操作。数据可以保存在存储模块 220。

[0135] 图 7-C 是根据本申请的一些实施例所示的获取第一图像的一种示例性流程图。第一图像的获取流程可以包括确定初始图像中的连通域 721、确定种子点 722，和获取第一图像 723。在一些实施例中，第一图像可以由骨骼-血管分割子单元 701 获取。

[0136] 在 721 中，可以确定初始图像中的一个或多个连通域。初始图像可以指 611 中获取的初始图像数据对应的图像。在一些实施例中，初始图像可以是三维图像中的切片图像（即，层图像）。在一些实施例中，骨骼-血管分割子单元 701 可以基于灰度信息确定一个或多个连通域。例如，骨骼-血管分割子单元 701 可以将灰度值在一定预设范围内和/或具有相邻关系的像素点（或体素点）确定为属于一个连通域。

[0137] 在 722 中，可以确定种子点。在一些实施例中，骨骼-血管分割子单元 701 可以根据连通域的圆度确定种子点。在一些实施例中，种子点可以包括骨骼种子点和/或血管种子点。例如，腹主动脉在三维空间中可以近似为圆柱形；在切片图像（即，层图像）中，腹主动脉可以用圆形截面代表；骨骼-血管分割子单元 701 可以在初始图像中确定连通域，所述连通域可以包括代表腹主动脉的圆形截面，和/或其他不规则的连通域；通过比较不同连通域的圆度，可以确定代表腹主动脉的圆形截面，进而确定种子点。在一些实施例中，连通域的圆度可以指连通域的圆形面积 S 与连通域的实际面积 S' 的比值。连通域的圆形面积 S 可以指与连通域的形状接近的圆形区域的面积。在一些实施例中，骨骼种子点和血管种子点可以根据类似的方法进行确定。图 7-D 显示了确定种子点方法的例子。

[0138] 在 723 中，可以根据 722 中确定的种子点，对初始图像进行区域生长，以获得第一图像。第一图像可以包括大部分血管和骨骼构成的一个或多个二维（或三维）连通域。在一些实施例中，骨骼-血管分割子单元 701 可以基于阈值 a 对初始图像进行区域生长。在一些实施例中，如果初始图像是三维图像，在 723 中，骨骼-血管分割子单元 701 可以根据种子点进行三维区域生长，并且，获得的第一图像可以包括一个或多个三维连通域。在一些实施例中，阈值 a 可以是灰度值阈值，例如，灰度值 200。

[0139] 图 7-D 是根据本申请的一些实施例所示的确定种子点的一种示例性流程图。种子点的确定流程可以包括确定边界距离场值 731、确定连通域半径 732、确定连通域的圆形面积 733、确定圆度 734，和确定种子点 735。在一些实施例中，边界距离场计算子单元 702 可以执行 731。在一些实施例中，种子点的确定可以由骨骼-血管分割子单元 701 执行。

[0140] 在 731 中，可以确定前述切片图像中的任意连通域中的一个或多个像素点的边界距离场值。边界距离场值可以指该像素点与最近的边界点的距离。在一些实施例中，边界点可以是切片图像的边界上的像素点。在一些实施例中，边界点可以是该连通域的边界上的像素点。在一些实施例中，所述距离可以表示为该像素点与最近的边界点之间的像素点的个数（即，像素宽度）。在一些实施例中，所述距离可以采用距离场公式进行计算，如公式（1）所示：

$$d_2 = \sqrt{(x-i)^2 + (y-j)^2}, \quad (1)$$

其中， d_2 为该像素点的二维边界距离场值， (x, y) 为连通域中的一个像素点的坐标， (i, j) 为距离该像素点最近的边界点的坐标。在一些实施例中，该连通域中的一个或多个像素点的距离场值可以被收集以生成数据集 pfield-1。在一些实施例中，边界距离场值越小，可以意味着该像素点离边界点的距离越近；边界距离场值越大，可以意味着该像素点离边界点的距离越远。

[0141] 在 732 中，可以根据数据集 pfield-1，确定连通域的半径 r 。在一些实施例中，骨骼-血管分割子单元 701 可以根据一个或多个标准确定连通域的半径 r 。所述标准可以包括最大边界距离值，两个或多个边界距离值的平均数、中位数、众数等。例如，可以从数据集 pfield-1 中选取最大的边界距离场值作为该连通域的半径 r 。

[0142] 在 733 中，可以根据连通域的半径 r ，确定连通域的圆形面积 S 。在一些实施例中，圆形面积 S 可以根据圆面积公式 $S=\pi r^2$ 进行确定。

[0143] 在 734 中，可以根据连通域的圆形面积 S 与实际面积 S' 确定连通域的圆度 c 。在一些实施例中，可以根据圆形面积 S 与实际面积 S' 的比值，确定连通域的圆度 c ，即， $c=S/S'$ 。在一些实施例中，圆度 c 越接近 1 可以意味着该连通域的形状越近似于圆形。在一些实施例中，可以根据 731 至 734 的方法，确定切片图像中一个或多个连通域的圆度。所述圆度可以被收集以生成数据集 dataset-1。

[0144] 在 735 中, 可以确定种子点。在一些实施例中, 骨骼-血管分割子单元 701 可以根据数据集 dataset-1 选取一个或多个目标连通域。在一些实施例中, 所述目标连通域可以是具有最大圆度, 或圆度接近 1 的连通域。在一些实施例中, 目标连通域的确定可以是全自动、半自动、或手动进行的。例如, 在一些实施例中, 骨骼-血管分割子单元 701 可以计算数据集 dataset-1 中的所有圆度与 1 的差值的绝对值, 并确定所述绝对值中最小的、或相对较小的绝对值所对应的连通域为目标连通域。又如, 用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面完全手动选取目标连通域。或者, 已经找到的(例如, 骨骼-血管分割子单元 701 找到的)可能的连通域可以呈现给用户或操作者, 然后用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面从中选取目标连通域。这种选取目标连通域的方式可以称为半自动选取。再如, 用户或操作者可以根据自动或半自动选取的目标连通域进行人工修正、或更改等。

[0145] 在一些实施例中, 骨骼-血管分割子单元 701 可以确定目标连通域中的一个或多个像素点为种子点。在一些实施例中, 种子点的确定可以是全自动、半自动、或手动进行的。在一些实施例中, 骨骼-血管分割子单元 701 可以根据一个或多个标准自动确定种子点, 例如, 确定目标连通域中具有最大、或较大边界距离场值的像素点为种子点。又如, 用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面完全手动选取种子点。或者, 已经确定的(例如, 骨骼-血管分割子单元 701 确定的)可能的一个或多个种子点可以呈现给用户或操作者, 然后用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面从中选取种子点。这种确定种子点的方式可以称为半自动确定。再如, 用户或操作者可以根据自动或半自动选取的种子点进行人工修正、或更改等。在一些实施例中, 731 至 735 可以在切片图像(即, 层图像, 或二维图像)中进行, 735 确定的种子点可以是二维图像中的像素点, 并且所述种子点可以对应三维图像中的一个体素点。

[0146] 图 7-E 是根据本申请的一些实施例所示的获得血管掩膜的一种示例性流程图。血管掩膜的获得流程可以包括确定边界距离场值 741、获得第一血管掩膜 742, 和获得第二血管掩膜 743。在一些实施例中, 边界距离场计算子单元 702 可以执行 741。在一些实施例中, 第一血管掩膜和第二血管掩膜可以由血管分割子单元 703 获得。

[0147] 在 741 中, 可以确定第一图像中的像素点/体素点的边界距离场值。边界距离场值可以被收集以生成数据集 pfield-2。在一些实施例中, 边界距离场值可以指该像素点/体素点与最近的边界点的距离。在一些实施例中, 边界点可以是第一图像的边界上的像素点/体素点。在一些实施例中, 所述距离可以表示为该像素点/体素点与最近的边界点之间的像素点/体素点的个数(即, 像素/体素宽度)。在一些实施例中, 对于二维像素点, 所述距离可以采用公式(1)进行计算。在一些实施例中, 对于三维体素点, 所述距离可以采用距离场公式进行计算, 如公式(2)所示:

$$d_3 = \sqrt{(x-i)^2 + (y-j)^2 + (z-k)^2}, \quad (2)$$

其中, d_3 为该像素点的三维边界距离场值, (x, y, z) 为第一图像中的一个体素点的坐标, (i, j, k) 为距离该体素点最近的边界点的坐标。在一些实施例中, 边界距离场值越小, 可以意味着该像素点/体素点离边界点的距离越近; 边界距离场值越大, 可以意味着该像素点/体素点离边界点的距离越远。在一些实施例中, 第一图像中的所有像素点/体素点的边界距离场值可以构成边界距离场图像。边界距离场图像中的像素点/体素点与第一图像中的像素点/体素点可以一一对应。

[0148] 在 742 中, 可以获得第一血管掩膜。在一些实施例中, 骨骼-血管分割子单元 701 可以根据种子点对第一图像进行二维区域生长或三维区域生长。在一些实施例中, 种子点可以是 722 中确定的种子点(例如, 735 中确定的种子点)。在一些实施例中, 区域生长操作可以是基于阈值的区域生长。在一些实施例中, 区域生长可以在边界距离场图像中进行。阈值可以是基于边界距离场值的阈值, 例如, 大于 3.0 的一个边界距离场值作为阈值。在一些实施例中, 第一图像中的血管半径可以沿血管走向越来越小, 并且离骨骼可以越近。这可能意味着越靠近第一图像的边界点, 血管可以离骨骼越近, 血管半径可以越小, 像素点/体素点的边界距离场值可以越小。因此, 通过设置阈值, 可以控制在区域生长过程中, 血管不生长至骨骼, 并且不生长半径较小的血管。第一图像进行区域生长之后, 可以获得第一血管掩膜。第一血管掩膜可以包括半径较大的血管组织对应的像素点/体素点。

[0149] 在 743 中, 可以对第一血管掩膜进行膨胀操作, 以获得第二血管掩膜。在一些实施例中, 血管分割子单元 703 可以采用一个结构元素进行膨胀操作。结

构元素可以具有一定的尺寸，例如，4个像素点/体素点的宽度。膨胀操作之后，可以获得第二血管掩膜。第二血管掩膜可以包括代表血管组织的像素点/体素点。相比于第一血管掩膜，第二血管掩膜中可以包括更多的血管组织。在一些实施例中，第二血管掩膜可以包括第一图像中的大部分的血管组织。

[0150] 图 7-F 是根据本申请的一些实施例所示的获得第一骨骼掩膜的一种示例性流程图。第一骨骼掩膜的获得流程可以包括确定边界距离场值 751、判断边界距离场值是否大于阈值 752、排除像素点/体素点 753、确定骨骼种子点 754、确定阈值 755，和获得第一骨骼掩膜 756。在一些实施例中，边界距离场计算子单元 702 可以执行 751。在一些实施例中，第一骨骼掩膜可以由骨骼分割子单元 704 获取。

[0151] 在 751 中，可以确定第一减影图像中的像素点/体素点的边界距离场值。边界距离场值可以被收集以生成数据集 pfield-3。在一些实施例中，对于二维像素点，边界距离场值可以采用公式（1）进行计算。在一些实施例中，对于三维体素点，边界距离场值可以采用公式（2）进行计算。

[0152] 在 752 中，可以判断边界距离场值是否大于阈值 b 。在一些实施例中，阈值 b 可以是大于 3.0 的边界距离场值。在一些实施例中，阈值 b 可以是数据处理系统 130 默认的阈值，或根据骨骼分割结果设定的阈值，或用户或操作者通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面设置的阈值。

[0153] 在 753 中，可以排除边界距离场值小于阈值 b 的像素点/体素点。这可能意味着边界距离场值小于阈值 b 的像素点/体素点不会作为骨骼种子点。

[0154] 在 754 中，可以确定骨骼种子点。在一些实施例中，可以确定边界距离场值大于阈值 b 的像素点/体素点为骨骼种子点。由于第一减影图像中已经扣除了血管掩膜，而血管掩膜中可以包括边界距离场值较大的代表血管组织的像素点/体素点，因此，第一减影图像中的边界距离场值较大的像素点/体素点可以代表骨骼组织。

[0155] 在 755 中，可以确定阈值 b' 。在一些实施例中，阈值 b' 可以指 756 中进行区域生长的阈值。在一些实施例中，阈值 b' 可以包括灰度信息阈值，和/或边界距离场值的阈值。在一些实施例中，灰度信息可以包括纹理结构、灰度值、平均灰度、强度、颜色饱和度、对比度、亮度等，或多种的组合。例如，阈值 b' 可

以为大于 500 的灰度值，或大于 1.5 的边界距离场值。在一些实施例中，阈值的确定可以是全自动、半自动、或手动进行的。例如，骨骼分割子单元 704 可以根据一个或多个标准自动确定阈值 b' 。又如，用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面完全手动输入阈值 b' 。或者，已经确定的（例如，骨骼分割子单元 704 确定的）可能的一个或多个阈值可以呈现给用户或操作者，然后用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面从中选取阈值 b' 。这种确定阈值的方式可以称为半自动确定。再如，用户或操作者可以根据自动或半自动确定的阈值 b' 进行人工修正、或更改等。

[0156] 在 756 中，可以根据 754 确定的骨骼种子点和 755 确定的阈值 b' 进行区域生长，以获得第一骨骼掩膜。在一些实施例中，区域生长可以基于第一减影图像的灰度信息进行区域生长，或者基于第一减影图像的像素点/体素点的边界距离场值进行区域生长。相应地，阈值 b' 可以是灰度信息阈值，或边界距离场值的阈值。获得的第一骨骼掩膜可以包括代表骨骼的像素点/体素点，和/或其他少量代表非骨骼（例如，血管）的像素点/体素点。

[0157] 图 7-G 是根据本申请的一些实施例所示的获得第二骨骼掩膜的一种示例性流程图。第二骨骼掩膜的获得流程可以包括确定连通域 761、确定骨骼区域 762、获得第一临时骨骼掩膜 763、获得第二图像 764、填充第二图像 765，获得叠加图像 766，和获得第二骨骼掩膜 767。在一些实施例中，边界距离场计算子单元 702 可以执行 761。在一些实施例中，第二骨骼掩膜可以由骨骼分割子单元 704 获取。

[0158] 在 761 中，可以对第一骨骼掩膜进行腐蚀操作，以确定连通域。所述腐蚀操作可以指采用某个尺寸的结构元素，在骨骼所在的图像的像素点（或体素点）中移动，将结构元素与其覆盖的图像作“与”操作；如果“与”操作结果为 1，结果图像的该像素为 1，否则为 0。由于第一骨骼掩膜中可能包括代表血管的像素点/体素点，通过腐蚀操作，可以去除一个或多个代表血管的像素点/体素点。在一些实施例中，第一骨骼掩膜中的代表血管的像素点/体素点可以和代表骨骼的像素点/体素点相邻，并且难以区分，通过腐蚀操作，可以断开血管与骨骼的连接部分。在一些实施例中，通过腐蚀操作，可能会丢失一个或多个代表骨骼的像素点/体素点。在一些实施例中，骨骼分割子单元 704 可以采用一个结构元素进

行腐蚀操作。结构元素可以具有一定的尺寸，例如，5 个像素点/体素点的宽度。在一些实施例中，腐蚀操作之后，可以获得一个或多个连通域。

[0159] 在 762 中，可以确定骨骼区域。在一些实施例中，骨骼分割子单元 704 可以基于 761 确定的连通域，确定一个或多个骨骼区域。在一些实施例中，骨骼区域的确定可以是全自动、半自动、或手动进行的。例如，可以根据一种或多种标准自动确定骨骼区域。所述标准可以包括选取最大面积或体积的连通域。又如，用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面完全手动选定骨骼区域。或者，已经确定的（例如，骨骼分割子单元 704 确定的）可能的一个或多个骨骼区域可以呈现给用户或操作者，然后用户或操作者可以通过输入/输出设备 140 中的图形用户界面从中选取骨骼区域。这种确定骨骼区域的方式可以称为半自动确定。再如，用户或操作者可以根据自动或半自动确定的骨骼区域进行人工修正、或更改等。

[0160] 在 763 中，可以对骨骼区域进行膨胀操作，以获得第一临时骨骼掩膜。在一些实施例中，骨骼分割子单元 704 可以采用一个结构元素进行膨胀操作。结构元素可以具有一定的尺寸，例如，5 个像素点/体素点的宽度。通过膨胀操作，获得的第一临时骨骼掩膜可以恢复因 761 中的腐蚀处理而丢失的一个或多个代表骨骼的像素点/体素点。在一些实施例中，第一临时骨骼掩膜中可以包括代表骨骼的像素点/体素点，而代表血管的像素点/体素点可能被去除。

[0161] 在 764 中，可以获得第二图像。在一些实施例中，可以基于一个或多个种子点和阈值 c 对初始图像进行区域生长，以获得第二图像。在一些实施例中，种子点可以是 722 中确定的种子点。在一些实施例中，阈值 c 可以小于 723 中采用的阈值 a 。在一些实施例中，由于骨骼内部的灰度信息低于骨骼组织等原因，723 中采用的阈值 a 可能导致第一图像中缺失了部分骨骼信息。采用比阈值 a 更小的阈值 c 进行区域生长，可以补充缺失的骨骼信息。相比于第一图像，第二图像可以具有更多的骨骼信息。

[0162] 在 765 中，可以填充第二图像，以获得填充后的第二图像。填充第二图像可以指填充第二图像中的代表骨骼区域的连通域。在一些实施例中，骨骼分割子单元 704 可以逐层填充第二图像中的连通域。例如，骨骼分割子单元 704 可以选取第二图像的一层切片图像（即，层图像），基于第一临时骨骼掩膜的结果，

对背景区域进行区域生长,以获取背景区域的二值图(例如背景区域的灰度值为 1、骨骼区域所在连通域的灰度值为 0,如图 7-H 所示)。然后,骨骼分割子单元 704 可以对二值图进行取反操作,例如,将背景区域的灰度值设置为 0,骨骼区域所在连通域的灰度值设置为 1,从而实现该层切片图像中骨骼区域的填充(如图 7-H 所示)。类似地,可以对第二图像逐层进行填充操作,以获取填充后的第二图像。关于骨骼区域填充的示例如图 7-H 所示。

[0163] 在 766 中,可以根据第一临时骨骼掩膜和填充后的第二图像,获得叠加图像。在一些实施例中,骨骼分割子单元 704 可以对第一临时骨骼掩膜和填充后的第二图像进行叠加。在一些实施例中,叠加可以指对第一临时骨骼掩膜和填充后的第二图像中的对应的连通域进行叠加。在一些实施例中,叠加操作可以指将对应像素点/体素点的值进行相加。在一些实施例中,通过叠加操作,可以填充第一骨骼掩膜中可能存在的空洞部分,或者缺失的骨骼边缘。在一些实施例中,通过叠加操作,可以填充骨骼区域中较大的间隙或空洞。在一些实施例中,叠加图像中的连通域之间可能存在几个像素/体素宽度的较小的间隙或空洞,骨骼分割子单元 704 可以进一步对叠加图像进行闭操作。所述闭操作可以指采用第一结构元素对叠加图像进行膨胀,然后再采用第二结构元素对膨胀后的叠加图像进行腐蚀。第一结构元素和第二结构元素可以具有相同或不同的尺寸。

[0164] 在 767 中,可以对叠加图像中最大体积的连通域进行闭操作,以获得第二骨骼掩膜。在一些实施例中,骨骼分割子单元 704 可以提取叠加图像中最大面积或体积的连通域。在一些实施例中,最大体积的连通域可以对应一个骨骼区域。该骨骼区域可能已经去除了误提取的血管,但同时也可能去除了一个或多个代表骨骼的像素点/体素点。所述闭操作可以指采用第一结构元素对叠加图像进行膨胀,然后再采用第二结构元素对膨胀后的叠加图像进行腐蚀。第一结构元素和第二结构元素可以具有相同或不同的尺寸(例如,10 个像素/体素宽度)。在一些实施例中,通过闭操作,可以填充骨骼区域中尺寸较小(例如,几个像素/体素宽度)的间隙或空洞。

[0165] 图 7-H 是根据本申请的一些实施例所示的骨骼区域填充操作的一个示意图。图像 777 可以表示一个切片图像的二值图。骨骼区域 771a 和 771b 的边缘的灰度值为 1,骨骼区域 771a 和 771b 具有中空结构,而背景区域 772

的灰度值为 0。图像 778 可以表示填充操作的中间结果的二值图。在图像 778 中，可以对背景区域 774 进行区域生长。例如，可以在图像 777 中的骨骼区域 771a 或 771b 的边缘选取种子点，然后在背景区域 774 中进行区域生长。背景区域 774 的灰度值为 1，骨骼区域 773a 和 773b 所在的连通域的灰度值为 0。图像 779 可以表示填充操作的结果的二值图。图像 779 可以对图像 778 进行取反操作而得到，例如，将灰度值为 1 的像素点/体素点的灰度值变为 0，而灰度值为 0 的像素点/体素点的灰度值变为 1。经过这样的处理，图像 779 中的骨骼区域 775a 和 775b 已经被填充。

[0166] 图 8 是根据本申请的一些实施例所示的生成血管的一种示例性流程图。血管生成的流程可以包括获得第二减影图像 811 和生成血管 812。

[0167] 在 811 中，可以获得第二减影图像。在一些实施例中，第二减影图像可以和图 6-B 中描述的血管断开部分的数据一一对应。在一些实施例中，第二减影图像可以和图 5-B 中的框架数据集中的数据一一对应。在一些实施例中，第二减影图像可以包括一个或多个连通域。连通域可以包括血管断开部分和/或骨骼碎片。在一些实施例中，血管断开部分提取单元 603 可以执行 811。在一些实施例中，血管断开部分提取单元 603 可以从第一图像扣除第二骨骼掩膜，以获得第二减影图像。在一些实施例中，扣除操作可以指从第一图像中去除与第二骨骼掩膜对应的像素点/体素点，而将第一图像中剩余的像素点/体素点记录为第二减影图像。在一些实施例中，第一图像中像素点/体素点的值与第二骨骼掩膜中对应的像素点/体素点的值可以不同，而扣除操作可以指将第一图像中像素点/体素点的值与第二骨骼掩膜中对应的像素点/体素点的值相减，得到的像素点/体素点的值记录为第二减影图像。在一些实施例中，由于采用的方法、流程或参数的不同，获得的血管断开部分的数据中可以包括一个或多个骨骼碎片的数据。所述骨骼碎片可以指在处理过程中由于骨骼分割而在血管边缘产生的残留的骨骼组织的数据。

[0168] 在 812 中，可以根据第二减影图像，生成血管。在一些实施例中，血管生成单元 604 可以执行 812。在一些实施例中，可以采用一种或多种算法在两个或多个血管断开部分（例如，811 获得的连通域）之间生成血管。血管生成的算法可以包括前文所列举的一个或多个血管分割方法或它们的任意组合。有关血管

生成的详细描述可以如图 10-A 至 10-E 所示。

[0169] 图 9 是根据本申请的一些实施例所示的血管生成单元 604 的一个示意图。在一些实施例中，血管生成单元 604 可以进一步包括第一血管生成子单元 901，第二血管生成子单元 902，第三血管生成子单元 903 和第四血管生成子单元 904。第一血管生成子单元 901 可根据胫骨血管断开的部位生成血管。胫骨血管生成的具体流程如图 10-A 所示。第二血管生成子单元 902 可根据脚掌血管断开的部位生成血管。脚掌血管生成的具体流程如图 10-B 所示。第三血管生成子单元 903 可根据髌骨血管断开的部位生成血管。髌骨血管生成的具体流程如图 10-D 所示。第四血管生成子单元 904 可以根据相应的血管断开的部位生成血管。血管生成的具体流程如图 10-E 所示。在一些实施例中，第四血管生成子单元 904 可以生成胫骨血管、脚掌血管、髌骨血管，和/或除胫骨血管、脚掌血管、髌骨血管之外的任意其他血管。

[0170] 需要注意的是，以上对血管生成单元的描述仅仅是具体的示例，不应被视为是唯一可行的实施方案。上述每一个子单元均可通过一个或多个部件实现，每个子单元的功能也并不局限于此。上述各个子单元可以根据具体实施场景或需要选择添加或删除。显然，对于本领域的专业人员来说，在了解血管生成的基本原理后，可能在不背离这一原理的情况下，对血管生成的具体实施方式进行形式和细节上的各种修正和改变，还可以做出若干简单推演或替换，在不付出创造性劳动的前提下，对各子单元作出一定调整或组合，但是这些修正和改变仍在以上描述的范围之内。例如，第一血管生成子单元 901、第二血管生成子单元 902、第三血管生成子单元 903，和/或第四血管生成子单元 904 可合并成一个单元。

[0171] 图 10-A 是根据本申请的一些实施例所示的补充胫骨血管数据的一种示例性流程图。补充胫骨血管数据可以由第一血管生成子单元 901 实现。在 1001，可以根据血管断开数据识别血管断开部分之间的代表胫骨处血管的数据缺失位点。例如，血管的数据缺失点可以为图像数据（例如，611 获取的小腿部位的图像数据）中血管断开部分之间的部位，包括但不限于血管本应连接部分以及假阳性数据。

[0172] 在 1002，第一血管生成子单元 901 可以根据 1001 获取的代表胫骨处血

管的数据缺失位点设置数据补充区域。在一些实施例中，数据补充区域可以指由骨骼阻挡的血管本应连接的部分。在一些实施例中，第一血管生成子单元 901 可以根据骨骼数据（例如，由骨骼提取单元 602 提取的骨骼数据），提取每一层的骨截面形成一个直方图。在一些实施例中，所述直方图的横轴可以表示层数，并且所述直方图的纵轴可以表示骨截面大小。在一些实施例中，层数可以沿着垂直轴的方向划分。沿着膝盖至足部的方向，在直方图中出现的离足部最近的骨截面的极大值所在处，可以被认为是胫骨血管缺失的大致位置。在此位置附近（例如，与所述位置距离在一定阈值范围内），选取胫骨血管缺失区域。在一些实施例中，选取的胫骨血管缺失区域的 y 坐标可以尽量小（例如，沿着从被测物的前部到后部的方向，选取接近所述胫骨血管缺失区域的最小 y 坐标的位置），而所对应的 z 坐标可以尽量大（例如，沿着从被测物足部到膝盖的方向，选取接近所述胫骨血管缺失区域的最大 z 坐标的位置）。根据这种选取方式，在左腿和右腿分别选取两个胫骨血管缺失区域，则该区域为胫骨处血管的数据补充区域。

[0173] 在 1003，第一血管生成子单元 901 可以根据图像数据（例如，611 获取的小腿部位的图像数据），在一个数据补充区域处，获取一个或多个血管数据的补充位点。在一些实施例中，在一个数据补充区域中，可以做源距离场，以达到血管主干部分，并将血管主干部分被达到的像素点（或体素点）设定为数据补充位点。例如，数据补充位点可以包括血管的起始点、终止点以及路径点。

[0174] 在 1004，根据 1003 获取的数据补充位点，第一血管生成子单元 901 可以在断开血管数据中补充代表血管中心线的数据。在一些实施例中，血管中心线的数据可根据单源最短路径算法获得。用于获取血管中心线的单源最短路径算法可以包含 Dijkstra 算法、Bellman-Ford 算法、A*搜索算法、Floyd-Warshall 算法、Johnson 算法、Viterbi 算法等。以 Dijkstra 算法为例，该算法中的价值函数可以从补充区域的距离变换以及数据补充位点间的距离推导出来。

[0175] 在 1005，第一血管生成子单元 901 可以根据 1004 获取的血管中心线数据补充其他的血管数据。在一些实施例中，第一血管生成子单元 901 可以以血管中心线为中心向外选取一定的区域作为待分割的血管区域，将中心线设置为初步分割结果，并定义血管在原图像和至少一个特征图像的边界值作为血管模型条件。在一些实施例中，特征图像可以指根据原图像获得的处理后的图像。所述处理可

以指图像变换、图像增强、图像特征提取等一种或多种。在一些实施例中，所述图像特征可以包括颜色特征、纹理特征、形状特征、空间关系特征等一种或多种。将 1004 获取的血管中心线数据集中的某些点作为种子点，可以通过判断与种子点相邻的邻域点的血管造影图像值是否符合当前血管模型条件的边界值，从而识别或提取出血管。

[0176] 图 10-B 是根据本申请的一些实施例所示的补充脚掌血管数据的一种示例性流程图。补充脚掌血管数据可以由第二血管生成子单元 902 实现。在 1011，第二血管生成子单元 902 可以识别断开血管数据中代表脚掌处血管的数据缺失点。

[0177] 在 1012，第二血管生成子单元 902 可以根据 1011 获取的代表脚掌处血管的数据缺失位点，设置数据补充区域。在一些实施例中，第二血管生成子单元 902 可以设置图像数据（例如，611 获取的小腿部位的图像数据）中脚掌所在的 1/2 部分的数据缺失位点为数据补充区域。

[0178] 在 1013，第二血管生成子单元 902 可以将 1012 获取的数据补充区域进行排序。在例如，第二血管生成子单元 902 可以按照 z 方向的坐标（例如，沿着从被测物足部到膝盖的方向，越靠近足部，z 坐标越小；越靠近膝盖，z 坐标越大）平均值由高到低排列 1012 获取的数据补充区域。

[0179] 在 1014，第二血管生成子单元 902 可以根据 1013 所排列的顺序对数据补充区域进行补充操作。在一些实施例中，z 坐标平均值越高的数据补充区域，其补充操作的优先级可以越高；z 坐标平均值越低的数据补充区域，其补充操作的优先级可以越低。所述 z 坐标平均值可以指某个数据补充区域中的多个像素点（或体素点）的 z 方向的坐标的平均值。

[0180] 图 10-C 是根据本申请的一些实施例所示的对数据补充区域进行补充操作的一种示例性流程图。在 1021，第二血管生成子单元 902 可以根据图像数据（例如，611 获取的小腿部位的图像数据），在一个数据补充区域处，获取一系列数据补充位点。

[0181] 在 1022，第二血管生成子单元 902 可以根据 1021 获取的数据补充位点，在断开血管数据中补充代表血管中心线的数据。在一些实施例中，血管中心线的数据可根据单源最短路径算法获得。用于获取血管中心线的单元最短路径算法可

以包含 Dijkstra 算法、Bellman-Ford 算法、A*搜索算法、Floyd-Warshall 算法、Johnson 算法、Viterbi 算法等。以 Dijkstra 算法为例，该算法中的价值函数可以从补充区域的距离变换以及数据补充位点间的距离推导出来。

[0182] 在 1023，第二血管生成子单元 902 可以根据 1022 获取的血管中心线数据补充其他的血管数据。在一些实施例中，第二血管生成子单元 902 可以以血管中心线为中心向外选取一定的区域作为待分割的血管区域，将中心线设置为初步分割结果，并定义血管在原图像和至少一个特征图像的边界值作为血管模型条件。在一些实施例中，特征图像可以指根据原图像获得的处理后的图像。所述处理可以指图像变换、图像增强、图像特征提取等一种或多种。在一些实施例中，所述图像特征可以包括颜色特征、纹理特征、形状特征、空间关系特征等一种或多种。将 1022 获取的血管中心线数据中的某些点作为种子点，可以通过判断与种子点相邻的邻域点的血管造影图像值是否符合当前血管模型条件的边界值，从而识别或提取出血管。

[0183] 图 10-D 是根据本申请的一些实施例所示的补充髌骨血管数据的一种示例性流程图。补充髌骨血管数据可以由第三血管生成子单元 903 实现。在 1031，第三血管生成子单元 903 可以根据之前已获取的图像数据（例如，611 获取的下肢图像数据），对图像中的髌骨部分进行定位。然后，可以对定位出来的髌骨部分的区域进行预处理。在一些实施例中，第三血管生成子单元 903 可以对定位出来的髌骨部分在中间的几层留空，对最上几层（例如，1~ m 层等）和最下几层（例如，1~ n 层等）的髌骨部分，在 x 方向（例如，沿着从被测物右侧髌骨到左侧髌骨的方向）上向外做扩展，以达到第一个灰度值小于一个阈值（例如，100 等）的点。这部分扩张出来的髌骨部分可以设为在 1035 中血管不能生长到的区域（即，生长控制数据集），以防止 1035 中所生长出来的血管中心线从髌骨上穿过。

[0184] 在 1032，第三血管生成子单元 903 可以识别断开血管数据中代表脚掌处血管的数据缺失点。

[0185] 在 1033，第三血管生成子单元 903 可以根据 1012 获取的代表髌骨处血管的数据缺失位点，设置数据补充区域。在一些实施例中，第三血管生成子单元 903 可以设置髌骨所在的 y 方向的坐标（例如，沿着从被测物前部到后部的方向，越靠近前部， y 坐标越小；越靠近后部， y 坐标越大）的范围附近（例如，与所

述坐标距离在一定阈值范围内)的断开血管数据为数据补充区域,这样可以避免或减少误选取脊椎骨附近的碎骨。

[0186] 在 1034, 第三血管生成子单元 903 可以将 1033 获取的数据补充区域进行排序。例如, 第三血管生成子单元 903 可以对 x 坐标(例如, 沿着从被测物右侧髌骨到左侧髌骨的方向, 越靠近右侧髌骨, x 坐标越小; 越靠近左侧髌骨, x 坐标越大)平均值越接近中心, y 坐标(例如, 沿着从被测物前部到后部的方向, 越靠近前部, y 坐标越小; 越靠近后部, y 坐标越大)平均值越大的数据补充区域赋予较高权值, 并得到一个排序用的数值, 降序排列, 以确定每个数据补充区域的顺序。所述 x 坐标的平均值可以指所述数据补充区域中多个像素点(或体素点)的 x 坐标的平均值。所述 y 坐标的平均值可以指所述数据补充区域中多个像素点(或体素点)的 y 坐标的平均值。所述数据补充区域的顺序可以指在数据补充过程中, 补充数据的先后顺序。

[0187] 在 1035, 第三血管生成子单元 903 可以根据 1034 所排列的顺序对数据补充区域进行补充操作。补充方法可按照图 10-C 所示的对数据补充区域进行补充操作。

[0188] 图 10-E 是根据本申请的一些实施例所示的生成血管的一种示例性流程图。血管的生成流程可以包括确定边界距离场值 1041、提取血管中心线 1042, 和获得血管的提取结果 1043。血管可以由第四血管生成子单元 904 生成。需要注意的是, 胫骨血管、脚掌血管, 和/或髌骨血管的生成过程也可以采用图 10-E 所示的流程。

[0189] 在 1041 中, 可以确定第二减影图像中的连通域的像素点/体素点的边界距离场值。边界距离场值的计算方法如前文所述。在一些实施例中, 第四血管生成子单元 904 可以根据边界距离场值确定第二减影图像中的一个或多个连通域。

[0190] 在 1042 中, 可以提取血管中心线。在一些实施例中, 第四血管生成子单元 904 可以基于 1041 中确定的边界距离场值, 以及最短路径算法, 提取血管中心线。在一些实施例中, 第四血管生成子单元 904 可以根据边界距离场值, 确定一个或多个血管中心线的生长点, 进而根据生长点提取血管中心线。例如, 第四血管生成子单元 904 可以根据边界距离场值, 获得第一血

管生长点和第二血管生长点，并且根据第一血管生长点和第二血管生长点，采用最短路径算法，提取血管中心线。在一些实施例中，第四血管生成子单元 904 可以排除第二骨骼掩膜中的骨骼区域，提取血管中心线。这意味着在提取血管中心线的过程中，可以绕开第二骨骼掩膜中的骨骼区域。这可能意味着，提取的血管中心线不会穿过骨骼区域。所述最短路径算法可以包括 Dijkstra 算法、Bellman-Ford 算法、A*搜索算法、Floyd-Warshall 算法、Johnson 算法、Viterbi 算法等。

[0191] 在 1043 中，可以基于血管中心线生长血管，以获得血管的提取结果。在一些实施例中，第四血管生成子单元 904 可以选取血管中心线上的一个或多个像素点/体素点作为种子点。在一些实施例中，可以基于种子点进行区域生长，以获得血管的提取结果。与 1042 类似，血管的生长可以绕开骨骼区域。

[0192] 图 11 是根据本申请的一些实施例所示的定位医学图像中人体某一特定部位的一种示例性流程图。该方法通过比较模板图像数据集和待定位图像数据集每一个层片上的一些特征，实现定位。

[0193] 在 1101，数据处理系统 130 可以生成代表目标部位的模板图像。在一些实施例中，模板图像可以包括一个或多个模板直方图。在一幅模板图像中，对待识别位置所在的层，提取一些特征 $f_i, i \in n$ ，对每个特征沿 z 方向形成模板直方图 $T_i, i \in n$ 。所述模板图像可以指包含目标部位所在区域的图像。例如，如果待定位的是骨骼，模板图像可以包含骨骼所在区域的图像。在一些实施例中，模板图像和待定位的图像可以来自于不同的被测物。所述的特征可以是某一灰度范围内的像素点（或体素点）的个数、骨头截面积等一种或几种的组合。所选取的这些特征具有一定的不变性。所述不变性可以指不同被测物的特征之间的差异较小（例如，差异可以在一定阈值范围内）。例如，因为 CT 造影图像中每一个组织都有特定的灰度值，所以对于不同的被测物，每一层片上的某一灰度范围内的像素点（或体素点）的个数具有一定的不变性。在一些实施例中，数据处理系统 130 可以根据一个参考图像生成模板图像。所述参考图像可以包括与待定位图像中的被测物具有相似部位的图像数据。具体地，数据处理系统 130 可以获取参考图像数据，提取参考图像数据的特征，并且根据特征生成模板图像。

[0194] 在 1102，数据处理系统 130 可以获取待定位的图像，每一层提取与 1101

中相同的一个或多个特征，对每个特征沿 z 方向（例如，沿着从被测物足部到头部的方向，越靠近足部， z 坐标越小；越靠近头部， z 坐标越大）生成待定位的图像直方图 h_i ， $i \in n$ 。

[0195] 在 1103，数据处理系统 130 可以比较待定位图像直方图与模板直方图。对于每个特征，可以将所对应的模板直方图 T_i 放在 h_i 上进行移动对比，每移动到一个位置，根据局部对应的最大值和最小值，拉伸模板直方图 T_i ，以及计算待定位图像直方图与模板直方图的相似度。其中相似度最大的位置为待定位部位的位置。所述相似度可以根据待定位图像直方图与模板直方图中的重叠位置的特征之间的差异计算。例如，可以将位置的特征的差值的绝对值之和除以模板的缩放因子，以获得这个特征对应的局部相似度。进一步地，可以将两个或多个特征对应的局部相似度之和作为总的局部相似度，进而，总的局部相似度最大的位置可以作为特定部位定位的位置。

实施例

[0196] 以下列举的实施例，仅为描述方便，并不能把本申请限制在所举实施例范围之内。

实施例 1

[0197] 图 12 是根据本申请的一些实施例所示的五个下肢血管提取结果的示例性图像。第一下肢血管 1201、第二下肢血管 1202、第三下肢血管 1203、第四下肢血管 1204、和第五下肢血管 1205 来源于五个不同的人体检测对象的图像数据。在图 12 中显示的下肢血管的提取过程中，采用了提取骨骼、提取血管断开部分、和生成血管的处理流程（例如，图 6-B 中显示的方法），但具体处理操作采用了不同的参数。在一些部位（例如，小腿、髌骨、或足骨部位等），采用了特殊的血管生成方法（例如，图 10-A、图 10-B 和图 10-C 中显示的方法）。

实施例 2

[0198] 图 13 是根据本申请的一些实施例所示的第二血管掩膜的一个示例性图像。第二血管掩膜为根据图 7-E 所示的方法获得的结果。如图 13 所示，第二血管掩膜包括了大部分的血管组织。

实施例 3

[0199] 图 14 是根据本申请的一些实施例所示的血管提取结果的一个示例性图像。图 14 所示血管为根据图 10-E 所示的方法获得的结果。

[0200] 上文已对基本概念做了描述，显然，对于本领域技术人员来说，上述发明披露仅仅作为示例，而并不构成对本申请的限定。虽然此处并没有明确说明，本领域技术人员可能会对本申请进行各种修改、改进和修正。该类修改、改进和修正在本申请中被建议，所以该类修改、改进、修正仍属于本申请示范实施例的精神和范围。

[0201] 同时，本申请使用了特定词语来描述本申请的实施例。如“一个实施例”、“一实施例”、和/或“一些实施例”意指与本申请至少一个实施例相关的某一特征、结构或特点。因此，应强调并注意的是，本说明书中在不同位置两次或多次提及的“一实施例”或“一个实施例”或“一替代性实施例”并不一定是指同一实施例。此外，本申请的一个或多个实施例中的某些特征、结构或特点可以进行适当的组合。

[0202] 此外，本领域技术人员可以理解，本申请的各方面可以通过若干具有可专利性的种类或情况进行说明和描述，包括任何新的和有用的工序、机器、产品或物质的组合，或对他们的任何新的和有用的改进。相应地，本申请的各个方面可以完全由硬件执行、可以完全由软件（包括固件、常驻软件、微码等）执行、也可以由硬件和软件组合执行。以上硬件或软件均可被称为“数据块”、“模块”、“子模块”、“引擎”、“单元”、“子单元”、“组件”或“系统”。此外，本申请的各方面可能表现为位于一个或多个计算机可读介质中的计算机产品，该产品包括计算机可读程序编码。

[0203] 计算机可读信号介质可能包含一个内含有计算机程序编码的传播数据信号，例如在基带上或作为载波的一部分。该传播信号可能有多种表现形式，包括电磁形式、光形式等等、或合适的组合形式。计算机可读信号介质可以是除计算机可读存储介质之外的任何计算机可读介质，该介质可以通过连接至一个指令执行系统、装置或设备以实现通讯、传播或传输供使用的程序。位于计算机可读信号介质上的程序编码可以通过任何合适的介质进行传播，包括无线电、电缆、光纤电缆、射频信号、或类似介质、或任何上述介质的组合。

[0204] 本申请各部分操作所需的计算机程序编码可以用任意一种或多种程序语

言编写,包括面向对象编程语言如 Java、Scala、Smalltalk、Eiffel、JADE、Emerald、C++、C#、VB.NET、Python 等,常规程序化编程语言如 C 语言、Visual Basic、Fortran 2003、Perl、COBOL 2002、PHP、ABAP,动态编程语言如 Python、Ruby 和 Groovy,或其他编程语言等。该程序编码可以完全在用户计算机上运行、或作为独立的软件包在用户计算机上运行、或部分在用户计算机上运行部分在远程计算机运行、或完全在远程计算机或服务器上运行。在后种情况下,远程计算机可以通过任何网络形式与用户计算机连接,比如局域网(LAN)或广域网(WAN),或连接至外部计算机(例如通过因特网),或在云计算环境中,或作为服务使用如软件即服务(SaaS)。

[0205] 此外,除非权利要求中明确说明,本申请所述处理元素和序列的顺序、数字字母的使用、或其他名称的使用,并非用于限定本申请流程和方法的顺序。尽管上述披露中通过各种示例讨论了一些目前认为有用的发明实施例,但应当理解的是,该类细节仅起到说明的目的,附加的权利要求并不仅限于披露的实施例,相反,权利要求旨在覆盖所有符合本申请实施例实质和范围的修正和等价组合。例如,虽然以上所描述的系统组件可以通过硬件设备实现,但是也可以只通过软件的解决方案得以实现,如在现有的服务器或移动设备上安装所描述的系统。

[0206] 同理,应当注意的是,为了简化本申请披露的表述,从而帮助对一个或多个发明实施例的理解,前文对本申请实施例的描述中,有时会将多种特征归并至一个实施例、附图或对其的描述中。但是,这种披露方法并不意味着本申请对象所需要的特征比权利要求中提及的特征多。实际上,实施例的特征要少于上述披露的单个实施例的全部特征。

[0207] 一些实施例中使用了描述数量的数字,应当理解的是,此类用于实施例描述的数字,在一些示例中使用了修饰词“大约”、“近似”或“大体上”来修饰。除非另外说明,“大约”、“近似”或“大体上”表明所述数字允许有 $\pm 20\%$ 的变化。相应地,在一些实施例中,说明书和权利要求中使用的数值参数均为近似值,该近似值根据个别实施例所需特点可以发生改变。在一些实施例中,数值参数应考虑规定的有效数位并采用一般位数保留的方法。尽管本申请一些实施例中用于确认其范围广度的数值域和参数为近似值,在具体实施例中,此类数值的设定在可行范围内尽可能精确。

[0208] 针对本申请引用的每个专利、专利申请、专利申请公开物和其他材料，如文章、书籍、说明书、出版物、文档等，特此将其全部内容并入本申请作为参考。与本申请内容不一致或产生冲突的申请历史文件除外，对本申请权利要求最广泛范围有限制的文件（当前或之后附加于本申请中的）也除外。需要说明的是，如果本申请附属材料中的描述、定义、和/或术语的使用与本申请所述内容有不一致或冲突的地方，以本申请的描述、定义和/或术语的使用为准。

[0209] 最后，应当理解的是，本申请中所述实施例仅用以说明本申请实施例的原则。其他的变形也可能属于本申请的范围。因此，作为示例而非限制，本申请实施例的替代配置可视为与本申请的教导一致。相应地，本申请的实施例不仅限于本申请明确介绍和描述的实施例。

权利要求

1. 一种方法，包括：

获取初始图像，所述初始图像包括多个图像数据，其中每个图像数据对应一个像素点（或体素点），所述图像数据包括目标数据集，所述目标数据集代表第一种结构；

从所述图像数据中提取第一参考数据集，所述第一参考数据集包括目标数据集和第二参考数据集，所述第二参考数据集包括第二种结构的数据；

从所述图像数据集中提取第二参考数据集；以及

根据所述第一参考数据集和第二参考数据集，获得所述目标数据集。

2. 权利要求 1 所述的方法，所述获得所述目标数据集包括：

根据所述第一参考数据集和第二参考数据集，获得框架数据集，所述框架数据集是所述目标数据集的一个子集；以及

对所述框架数据集进行至少一次数据补充，获得所述目标数据集。

3. 权利要求 2 所述的方法，所述第一种结构包括血管，所述第二种结构包括骨骼，所述目标数据集包括血管数据，所述第一参考数据集包括血管数据和骨骼数据，所述第二参考数据集包括骨骼数据，并且所述框架数据集包括血管断开部分的数据。

4. 权利要求 3 所述的方法，所述提取第一参考数据集包括：

确定初始图像中的至少一个连通域 CD1；

根据所述至少一个连通域 CD1，确定第一种子点；以及

根据所述第一种子点和一个第一阈值，对所述初始图像进行区域生长，以获得第一图像，所述第一图像中的像素点或体素点与所述第一参考数据集中的数据一一对应。

5. 权利要求 4 所述的方法，所述确定第一种子点包括：

确定所述至少一个连通域 CD1 的边界距离场值，以获得数据集 pfield-1；

根据所述数据集 pfield-1, 确定所述至少一个连通域 CD1 的圆度;

根据所述至少一个连通域 CD1 的圆度确定目标连通域; 以及

根据所述目标连通域, 确定所述第一种子点。

6. 权利要求 5 所述的方法, 所述确定所述至少一个连通域 CD1 的圆度包括:

根据所述数据集 pfield-1, 确定所述至少一个连通域 CD1 的半径;

根据所述至少一个连通域 CD1 的半径, 确定所述至少一个连通域 CD1 的圆形面积; 以及

根据所述至少一个连通域 CD1 的圆形面积和所述至少一个连通域 CD1 的实际面积, 确定所述至少一个连通域 CD1 的圆度。

7. 权利要求 5 所述的方法, 所述提取第二参考数据集包括:

根据所述第一图像, 计算边界距离场, 以获得数据集 pfield-2;

根据所述数据集 pfield-2, 分割所述第一种结构, 以获得血管掩膜;

从所述第一图像扣除所述血管掩膜, 以获得第一减影图像;

根据所述第一减影图像, 分割所述第二种结构, 以获得第一骨骼掩膜; 以及

根据所述初始图像和所述第一骨骼掩膜, 获得第二骨骼掩膜, 所述第二骨骼掩膜的像素点或体素点与所述第二参考数据集中的数据一一对应。

8. 权利要求 7 所述的方法, 所述获得血管掩膜包括:

根据所述第一种子点, 对所述第一图像进行区域生长, 以获得第一血管掩膜;

以及

对所述第一血管掩膜进行膨胀操作, 以获得所述血管掩膜。

9. 权利要求 7 所述的方法, 所述获得第一骨骼掩膜包括:

根据所述第一减影图像, 计算边界距离场, 以获得数据集 pfield-3;

根据所述数据集 pfield-3, 确定骨骼种子点; 以及

根据所述骨骼种子点, 对所述第一减影图像进行区域生长, 以获得所述第一骨骼掩膜。

10. 权利要求 7 所述的方法, 所述获得第二骨骼掩膜包括:
根据所述第一骨骼掩膜, 确定第一骨骼区域; 以及
对所述第一骨骼区域进行膨胀操作, 以获得第一临时骨骼掩膜。
11. 权利要求 10 所述的方法, 所述获得第二骨骼掩膜进一步包括:
根据第二阈值对所述初始图像进行区域生长, 以获得第二图像;
填充第二图像, 以获得填充后的第二图像;
根据所述第一临时骨骼掩膜和所述填充后的第二图像, 获得叠加图像; 以及
对所述叠加图像中的至少一个连通域 CD2 进行闭操作, 以获得第二骨骼掩膜。
12. 权利要求 10 所述的方法, 所述确定第一骨骼区域包括:
对所述第一骨骼掩膜进行腐蚀操作, 以获得至少一个连通域 CD3; 以及
根据所述至少一个连通域 CD3, 确定所述第一骨骼区域。
13. 权利要求 12 所述的方法, 所述确定第一骨骼区域进一步包括:
确定所述至少一个连通域 CD3 中面积或体积最大的一个连通域为所述第一骨骼区域。
14. 权利要求 7 所述的方法, 所述获得框架数据集包括:
从所述第一图像扣除所述第二骨骼掩膜, 以获得第二减影图像, 所述第二减影图像的像素点或体素点与所述框架数据集中的数据一一对应。
15. 权利要求 3 所述的方法, 所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充包括:
从所述框架数据集中选取第二种子点; 以及
根据一个第二阈值和所述第二种子点, 进行区域生长, 以获得所述目标数据集。
16. 权利要求 14 所述的方法, 所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充包

括：

根据所述第二减影图像，提取血管中心线；以及
根据所述血管中心线，生长血管。

17. 权利要求 16 所述的方法，所述提取血管中心线包括：

根据所述第二减影图像，计算边界距离场；
根据所述边界距离场，获得第一血管生长点和第二血管生长点；以及
根据所述第一血管生长点和所述第二血管生长点，采用最短路径算法，提取血管中心线。

18. 权利要求 17 所述的方法，所述提取血管中心线进一步包括：

确定所述第二骨骼掩膜中的第二骨骼区域；以及
排除所述第二骨骼区域，提取血管中心线。

19. 权利要求 16 所述的方法，所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充进一步包括：

对所述第二减影图像的像素点或体素点对应的数据进行排序。

20. 权利要求 19 所述的方法，所述对所述框架数据集进行至少一次数据补充进一步包括：

根据所述初始图像数据，定位第二结构的区域；
根据所述第二结构的区域，分割第二结构，以获得生长控制数据集；以及
对所述生长控制数据集进行扩展，以获得扩展后的数据集，所述扩展后的数据集对所述生长血管具有限定作用。

21. 权利要求 20 所述的方法，所述定位第二结构的区域包括：

获取参考图像数据；
提取所述参考图像数据的特征；
根据所述参考图像数据的特征生成模板直方图；

基于所述提取的参考图像数据的特征，提取所述图像数据的特征；
根据所述图像数据的特征生成样本直方图；以及
根据所述模板直方图和所述样本直方图的相似度定位所述第二结构的区域。

22. 权利要求 21 所述的方法，所述参考图像数据包括与所述第二结构相似的结构的数据。

23. 权利要求 21 所述的方法，所述参考图像数据的特征包括第二结构的数据的个数或截面积。

24. 权利要求 21 所述的方法，所述图像数据的特征包括第二结构的数据的个数或截面积。

25. 权利要求 21 所述的方法，所述参考图像数据和所述图像数据是来自于不同的检测对象的数据。

26. 一种非暂时性的计算机可读介质，包括可执行指令，所述指令被至少一个处理器执行时，导致所述至少一个处理器实现一种方法，包括：

获取图像，所述图像包括多个图像数据，其中每个图像数据对应一个像素点（或体素点），所述图像数据包括目标数据集，所述目标数据集代表第一种结构；

从所述图像数据中提取第一参考数据集，所述第一参考数据集包括目标数据集和第二参考数据集，所述第二参考数据集包括第二种结构的数据；

从所述图像数据集中提取第二参考数据集；以及

根据所述第一参考数据集和第二参考数据集，获得所述目标数据集。

27. 一个系统，包括：

至少一个处理器；以及

可执行指令，所述指令被至少一个处理器执行时，导致所述至少一个处理器实现一种方法，包括：

获取初始图像，所述初始图像包括多个图像数据，其中每个图像数据对应一个像素点（或体素点），所述图像数据包括目标数据集，所述目标数据集代表第一种结构；

从所述图像数据中提取第一参考数据集，所述第一参考数据集包括目标数据集和第二参考数据集，所述第二参考数据集包括第二种结构的数据；

从所述图像数据集中提取第二参考数据集；以及

根据所述第一参考数据集和第二参考数据集，获得所述目标数据集。

28. 权利要求 27 所述的系统，进一步包括权利要求 26 所述的非暂时性的计算机可读介质。

1/16

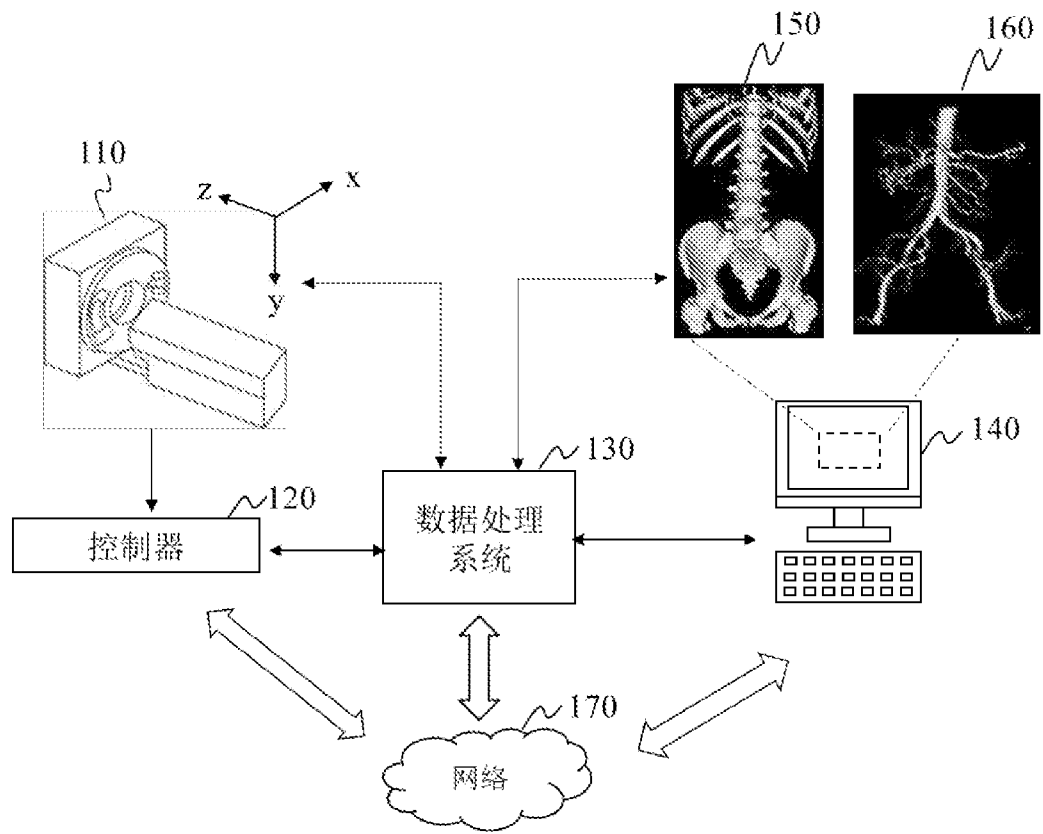


图 1

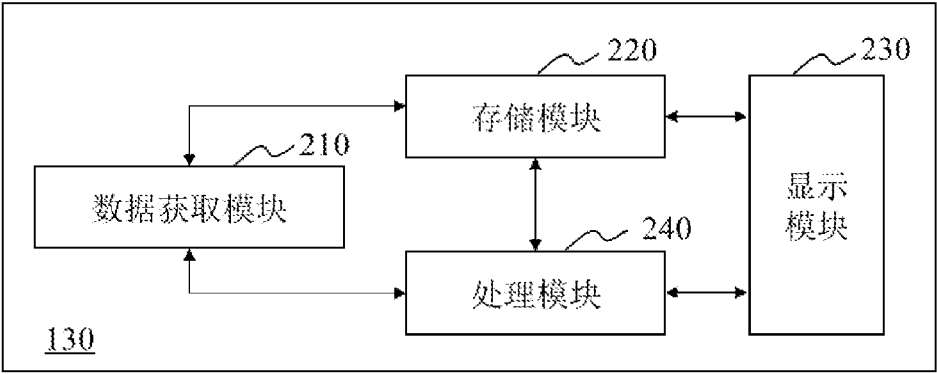


图 2

3/16

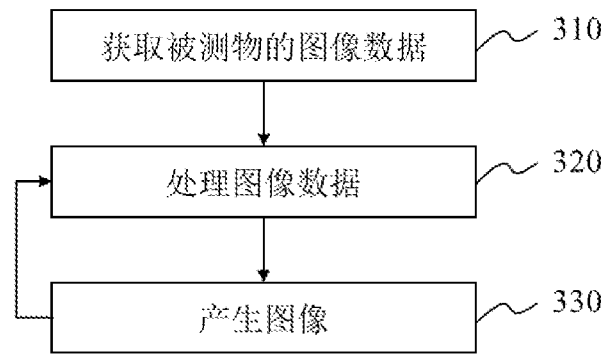


图 3

4/16

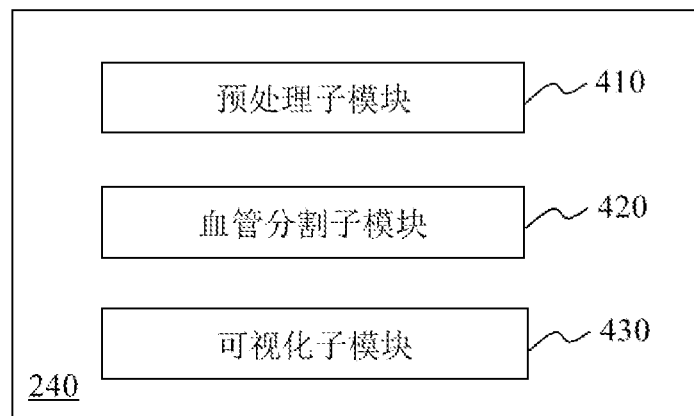


图 4-A

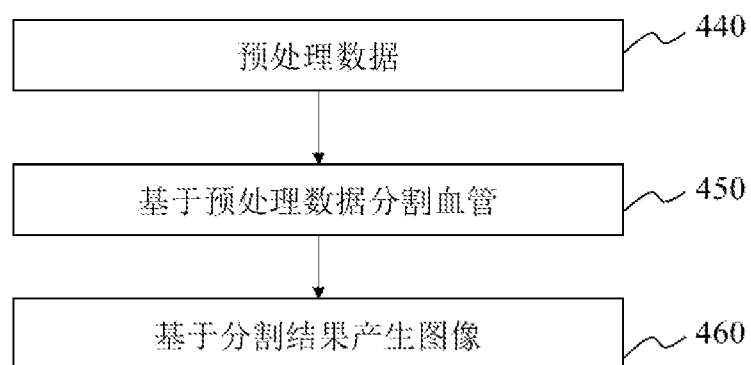


图 4-B

5/16

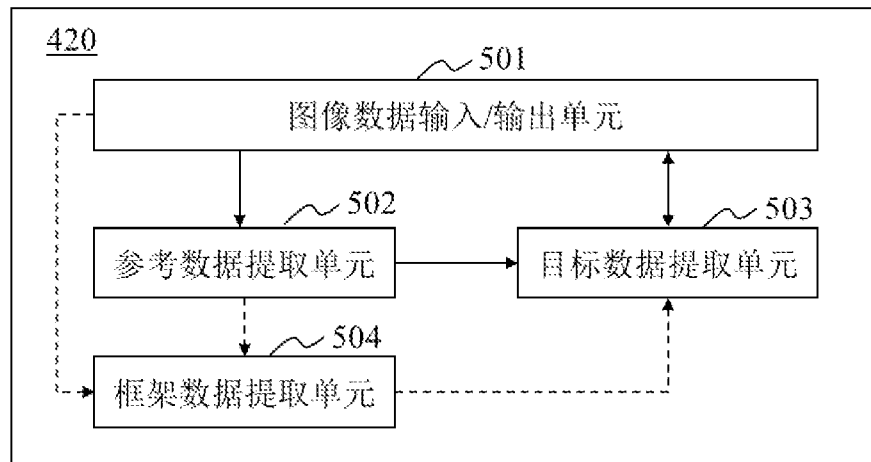


图 5-A

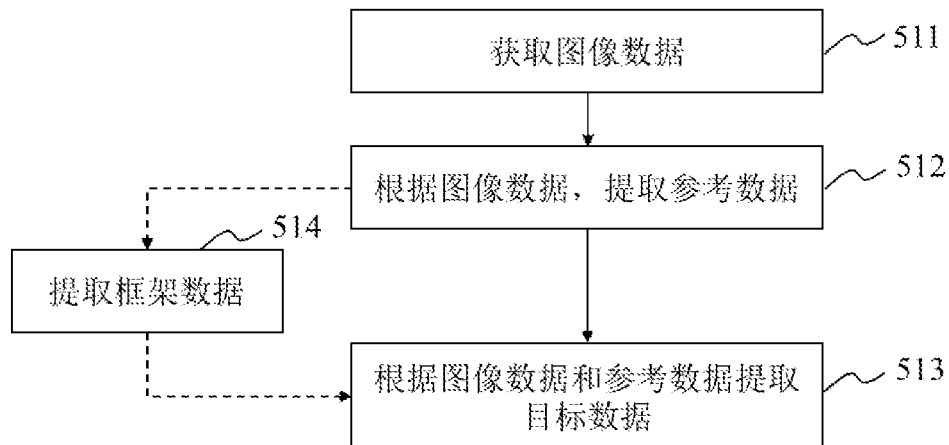


图 5-B

6/16

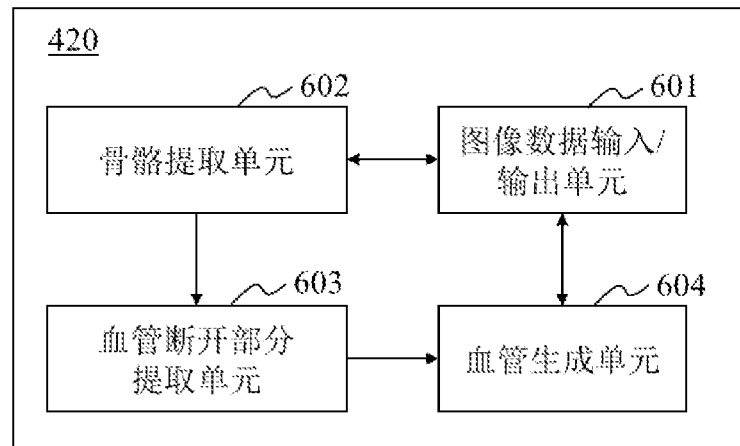


图 6-A

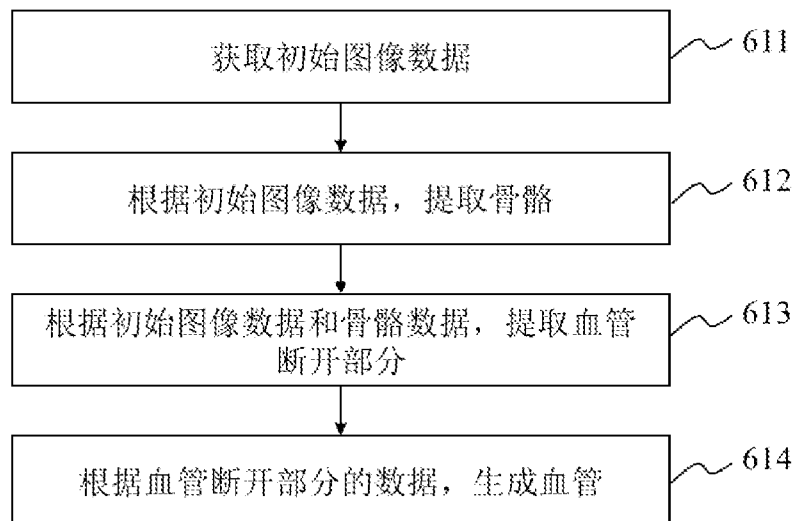


图 6-B

7/16

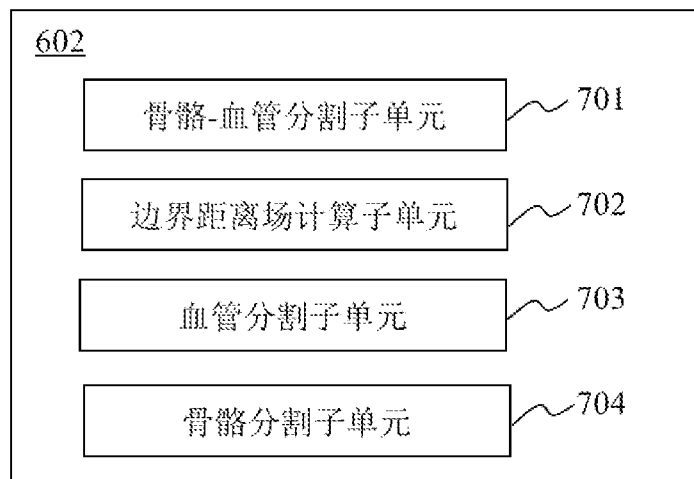


图 7-A

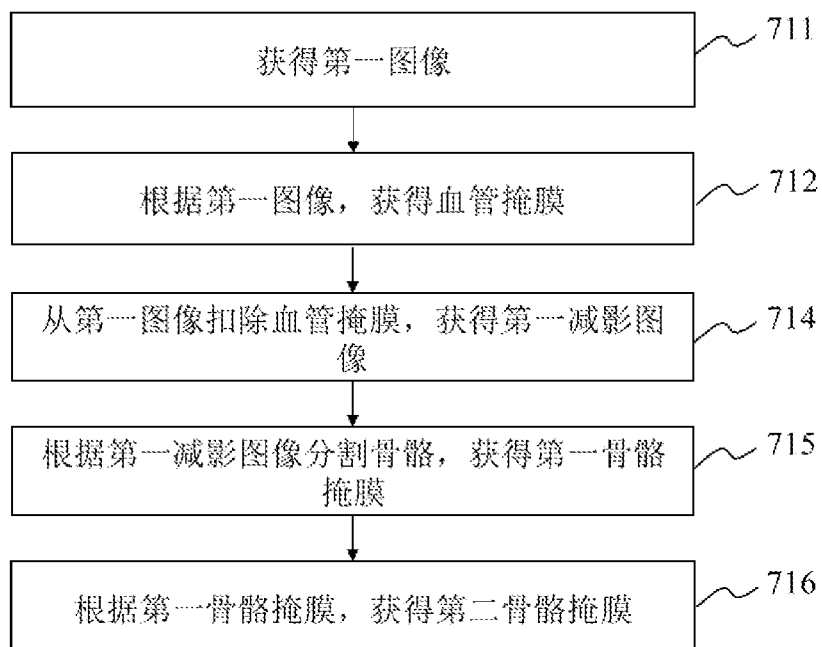


图 7-B

8/16

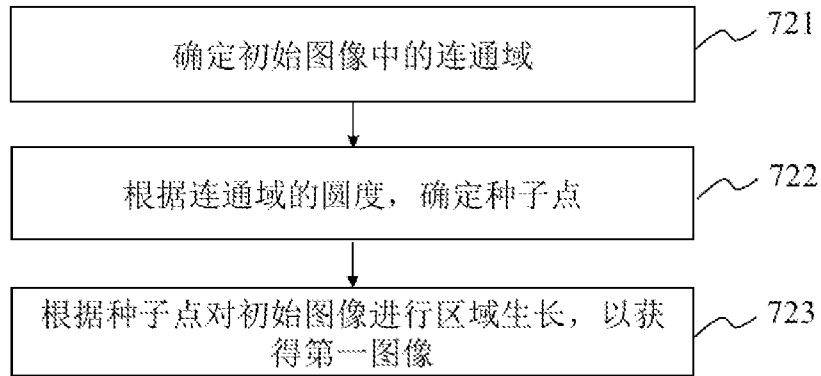


图 7-C

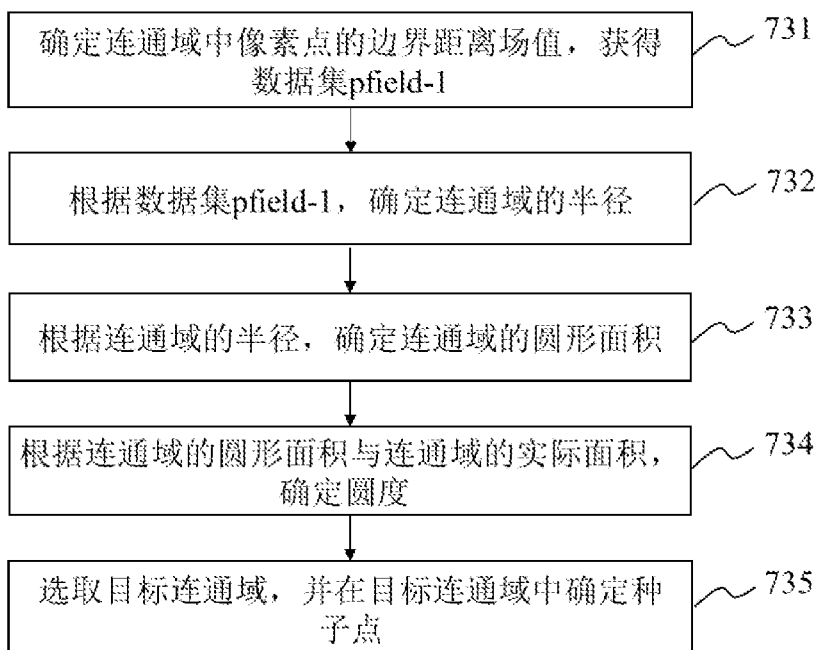


图 7-D

9/16

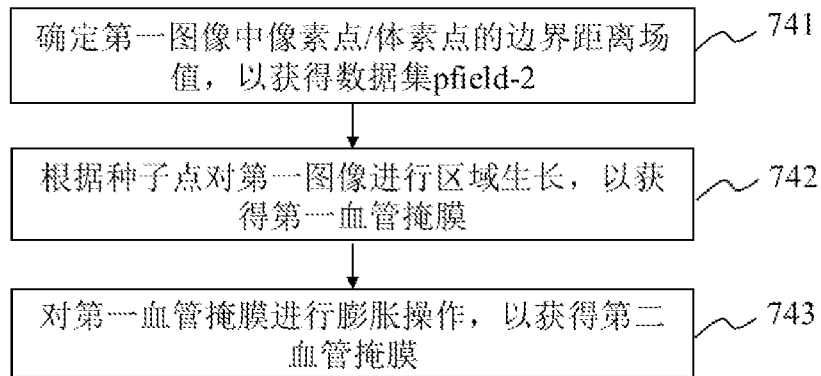


图 7-E

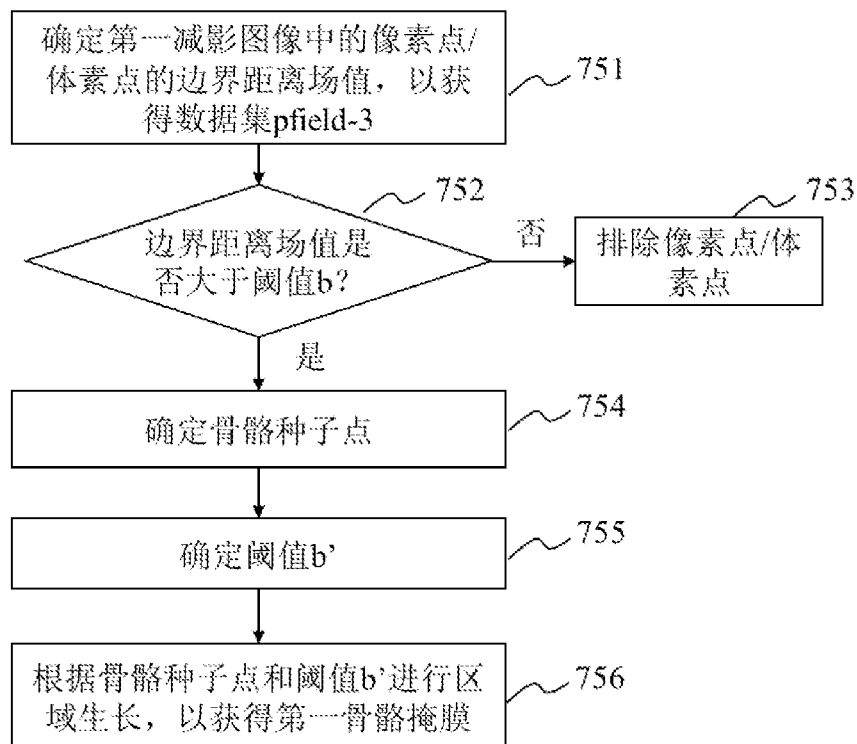


图 7-F

10/16

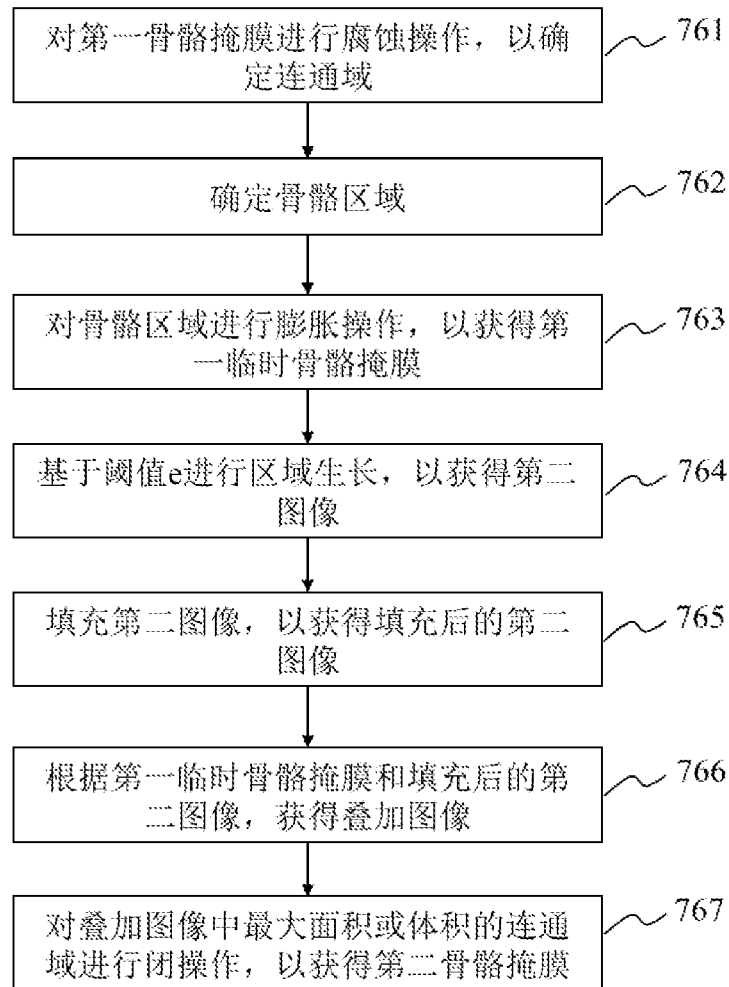


图 7-G

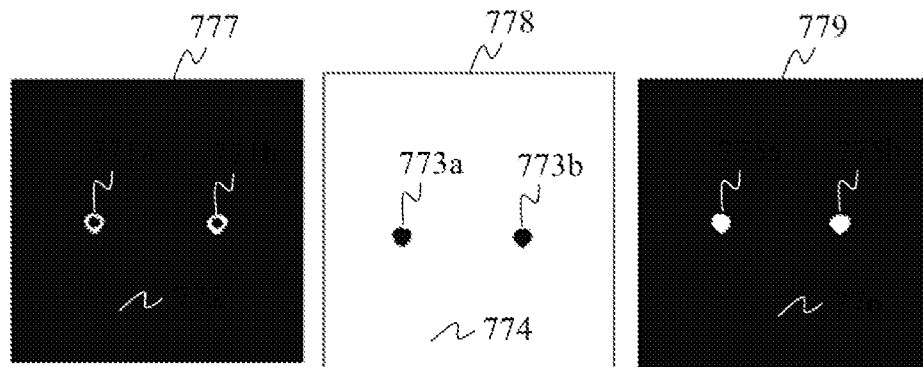


图 7-H

11/16

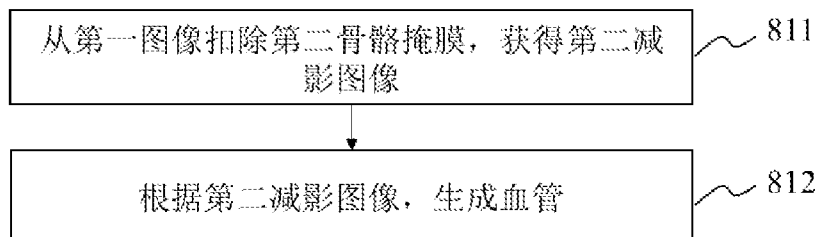


图 8

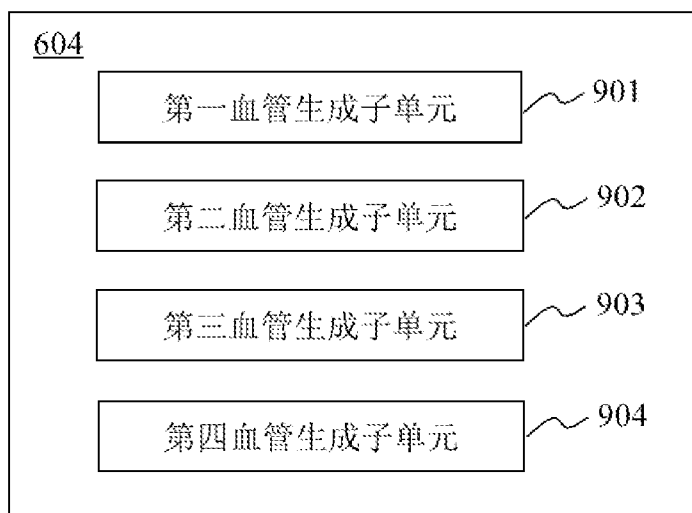


图 9

12/16

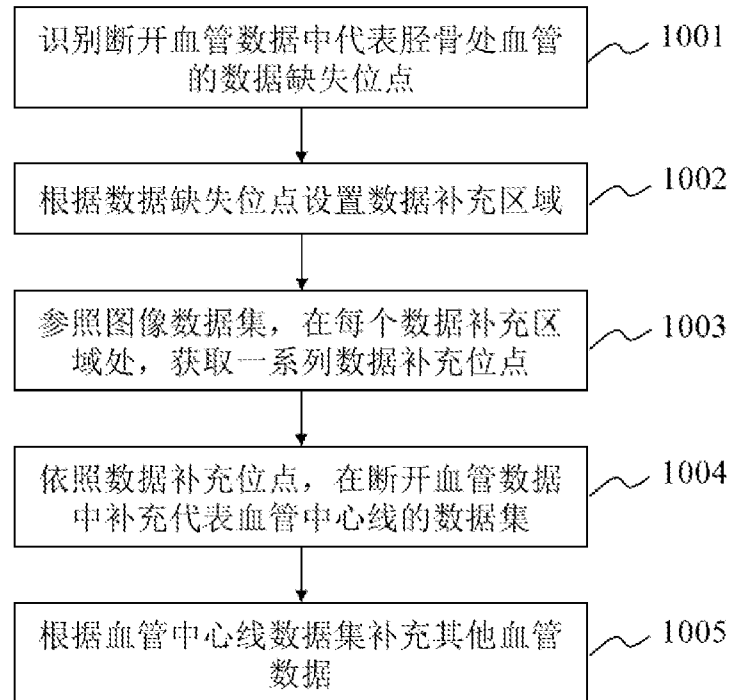


图 10-A

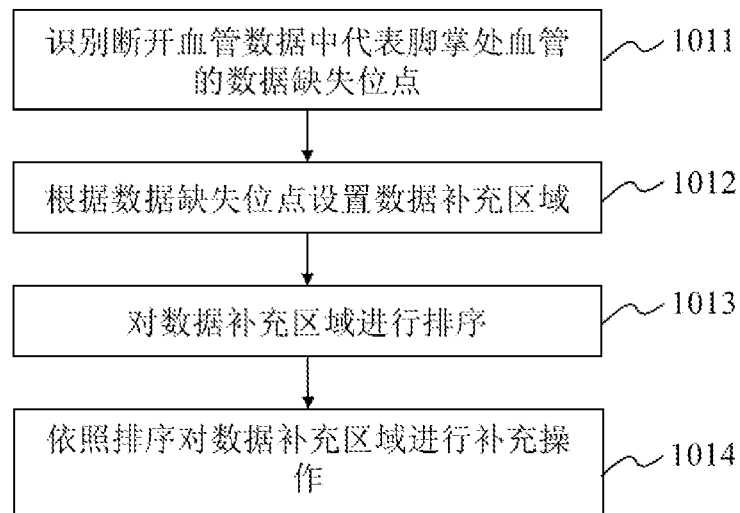


图 10-B

13/16

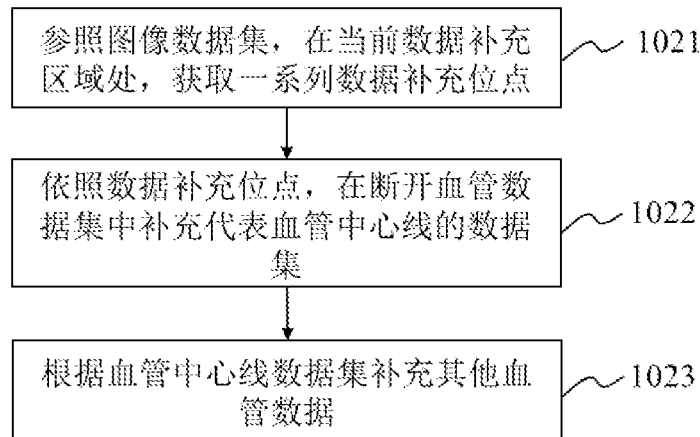


图 10-C

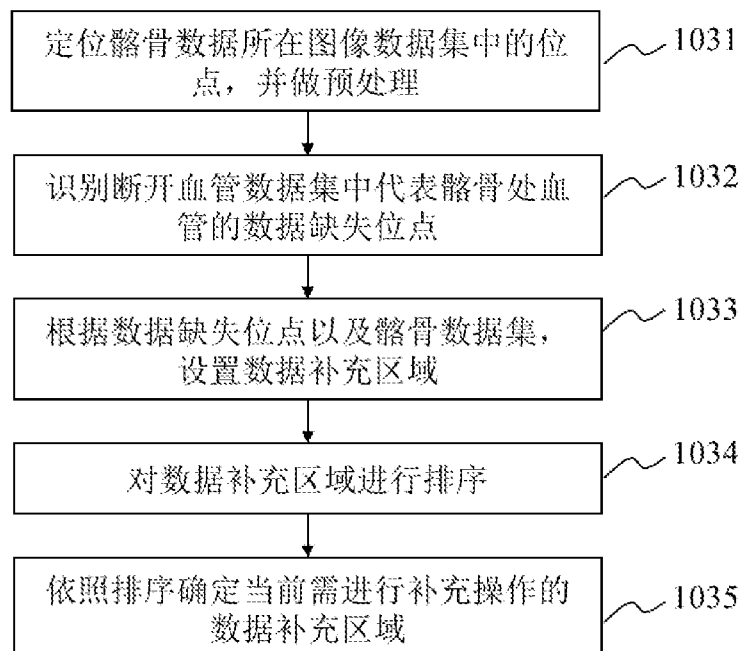


图 10-D

14/16

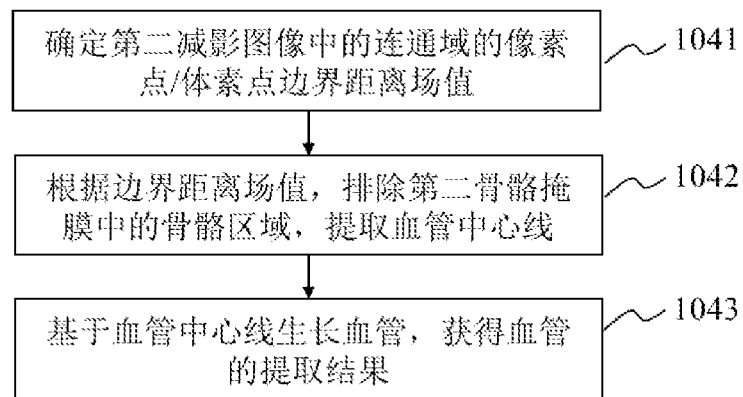


图 10-E

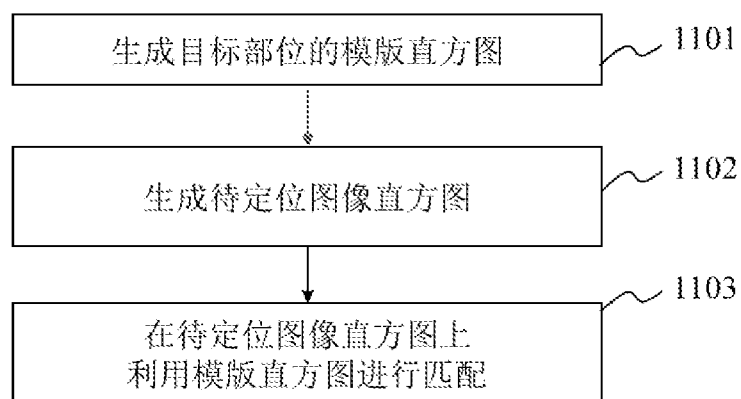


图 11

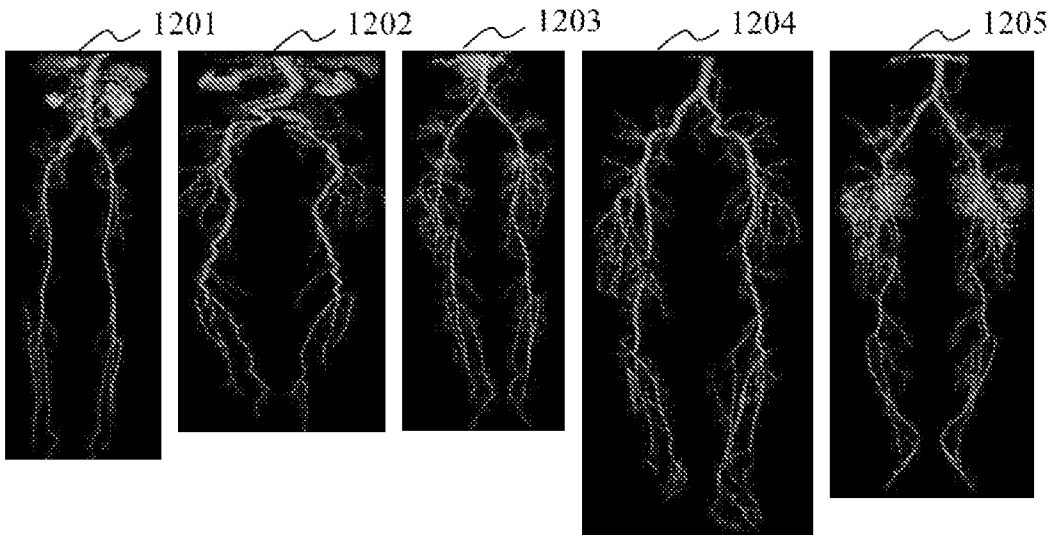


图 12

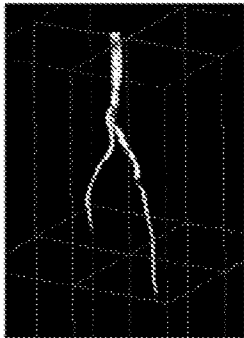


图 13

16/16

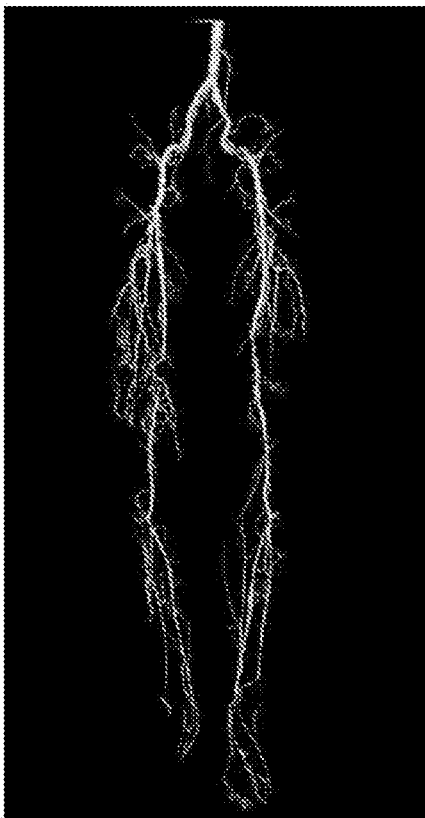


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/110071

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

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, DWPI, SIPOABS, CNKI: 血管, 骨, 数据, 集, 提取, 连通域, 掩膜, blood vessel, bone, data, collection, extract

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104978726 A (SHANGHAI UNITED IMAGING HEALTHCARE CO., LTD.), 14 October 2015 (14.10.2015), see figure 4, and description, paragraphs [0026]-[0054]	1-28
A	CN 101551862 A (XIDIAN UNIVERSITY), 07 October 2009 (07.10.2009), entire document	1-28
A	CN 101551906 A (XIDIAN UNIVERSITY), 07 October 2009 (07.10.2009), entire document	1-28
A	US 2016089010 A1 (FUJIFILM CORPORATION), 31 March 2016 (31.03.2016), entire document	1-28

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 22 April 2017	Date of mailing of the international search report 12 May 2017
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer MA, Yafan Telephone No.: (86-10) 62089420

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/110071

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104978726 A	14 October 2015	None	
CN 101551862 A	07 October 2009	CN 101551862 B	01 June 2011
CN 101551906 A	07 October 2009	CN 101551906 B	20 July 2011
US 2016089010 A1	31 March 2016	JP 2016067775 A	09 May 2016

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 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, DWPI, SIPOABS, CNKI: 血管, 骨, 数据, 集, 提取, 连通域, 掩膜, blood vessel, bone, data, collection, extract																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 104978726 A (上海联影医疗科技有限公司) 2015年 10月 14日 (2015 - 10 - 14) 参见附图4, 说明书[0026]-[0054]段</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101551862 A (西安电子科技大学) 2009年 10月 7日 (2009 - 10 - 07) 全文</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101551906 A (西安电子科技大学) 2009年 10月 7日 (2009 - 10 - 07) 全文</td> <td>1-28</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016089010 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 2016年 3月 31日 (2016 - 03 - 31) 全文</td> <td>1-28</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 104978726 A (上海联影医疗科技有限公司) 2015年 10月 14日 (2015 - 10 - 14) 参见附图4, 说明书[0026]-[0054]段	1-28	A	CN 101551862 A (西安电子科技大学) 2009年 10月 7日 (2009 - 10 - 07) 全文	1-28	A	CN 101551906 A (西安电子科技大学) 2009年 10月 7日 (2009 - 10 - 07) 全文	1-28	A	US 2016089010 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 2016年 3月 31日 (2016 - 03 - 31) 全文	1-28
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 104978726 A (上海联影医疗科技有限公司) 2015年 10月 14日 (2015 - 10 - 14) 参见附图4, 说明书[0026]-[0054]段	1-28															
A	CN 101551862 A (西安电子科技大学) 2009年 10月 7日 (2009 - 10 - 07) 全文	1-28															
A	CN 101551906 A (西安电子科技大学) 2009年 10月 7日 (2009 - 10 - 07) 全文	1-28															
A	US 2016089010 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 2016年 3月 31日 (2016 - 03 - 31) 全文	1-28															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> “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 </td> </tr> </table>			* 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													
* 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 2017年 4月 22日		国际检索报告邮寄日期 2017年 5月 12日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (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 马雅凡 电话号码 (86-10) 62089420															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/110071

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	104978726	A	2015年 10月 14日	无	
CN	101551862	A	2009年 10月 7日	CN	101551862 B 2011年 6月 1日
CN	101551906	A	2009年 10月 7日	CN	101551906 B 2011年 7月 20日
US	2016089010	A1	2016年 3月 31日	JP	2016067775 A 2016年 5月 9日