



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107072613 B

(45) 授权公告日 2021.02.26

(21) 申请号 201580055357.2

(22) 申请日 2015.09.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107072613 A

(43) 申请公布日 2017.08.18

(30) 优先权数据
62/062,977 2014.10.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.04.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2015/057433 2015.09.29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02016/059493 EN 2016.04.21

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 L·博罗茨基 R·维姆科

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 王英 刘炳胜

(51) Int.Cl.

A61B 6/00 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

G06K 9/62 (2006.01)

G06T 7/00 (2017.01)

G16H 30/20 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

审查员 李占

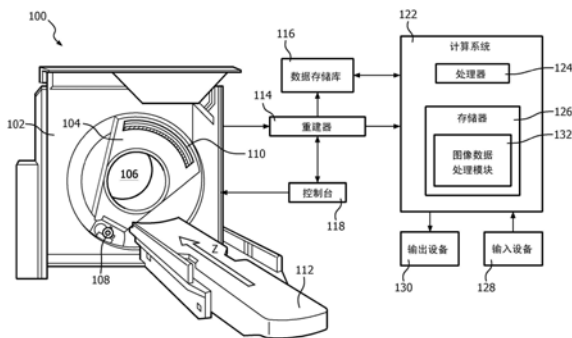
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

基于纵向特征对感兴趣组织的健康状态的分类

(57) 摘要

一种方法,包括:利用计算机实施的分类器,基于对象的至少一对图像中的所述对象的感兴趣组织的纵向特征的预定集合,来确定所述对象的所述至少一对图像中的对象的感兴趣组织的健康状态。所述对象的所述至少一对图像包括在第一时间处采集的所述感兴趣组织的第一图像和在第二时刻处采集的所述感兴趣组织的第二图像。所述第一时刻和所述第二时刻是不同的时刻。所述方法还包括视觉地显示指示所确定的健康状态的标记。



1. 一种计算方法,包括:

利用计算机实施的分类器,基于对象的至少一对图像中的所述对象的感兴趣组织的纵向特征的预定集合,来确定所述对象的所述至少一对图像中的所述对象的所述感兴趣组织的健康状态,

其中,所述对象的所述至少一对图像包括在第一时刻处采集的所述感兴趣组织的第一图像和在第二不同时刻处采集的所述感兴趣组织的第二图像;其中,所述感兴趣组织的所述纵向特征的预定集合包括如下中的一项或多项:所述感兴趣组织的形状的纵向改变、所述感兴趣组织的边缘的纵向改变、所述感兴趣组织的纹理的纵向改变、所述感兴趣组织的脉管分布的纵向改变、所述感兴趣组织的共存的纵向改变、或所述感兴趣组织的合并症的纵向改变;并且

视觉地显示指示所确定的健康状态的标记。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

对所述对象的所述至少一对图像进行配准;

在经配准的至少一对图像中识别至少一个感兴趣体积,其中,所述感兴趣组织被定位在所述至少一个感兴趣体积中;

从所识别的至少一个感兴趣体积中提取纵向特征的预定集合;并且

通过对所提取的纵向特征的集合进行分类来确定所述感兴趣组织的所述健康状态。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:

获得关于所述对象的非图像数据;并且

通过对所提取的纵向特征的集合和所述非图像数据进行分类来确定所述感兴趣组织的所述健康状态。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述非图像数据包括如下中的一项或多项:人口统计学结果、医学史、家族史、风险因子、分子测试结果、或遗传测试结果。

5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的方法,还包括:

根据所述至少一对图像来确定所述感兴趣组织的所述纵向特征的预定集合中的纵向特征。

6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的方法,还包括:

基于所确定的健康状态来确定数值评分的预定范围中的数值评分,其中,所述范围的第一评分指示没有疾病,并且所述范围的第二评分指示存在所述疾病,其中,视觉地显示所述标记包括视觉地显示所述数值评分。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述数值评分指示所述疾病的严重性。

8. 根据权利要求6至7中的任一项所述的方法,还包括:

创建映射,所述映射将数值评分的所述预定范围的不同子范围映射到严重性的不同水平和不同颜色;并且

基于所述映射利用指示所述评分的颜色来视觉地显示图形标记。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,健康状态分布由如下中的至少一项来分级:地理区域、年龄、性别、风险类型、或合并症。

10. 根据权利要求1至9中的任一项所述的方法,还包括:

接收所述感兴趣组织的图像的对的训练数据集,其中,每个对包括在不同时刻处采集

的图像,并且其中,训练数据的第一子集包括所述感兴趣组织的第一已知健康状态,并且所述训练数据的至少第二子集包括所述感兴趣组织的至少第二已知健康状态;

对所述训练数据集中的所述图像进行配准;

在经配准的训练数据集图像中识别所述感兴趣组织;

对所述经配准的训练数据集图像中的所述感兴趣组织的纵向特征的预定集合进行定趋势;

选择表示相关特征的集合的所述特征的集合的子集;并且

基于所述训练数据集和所述特征的集合的选定子集来创建并训练所述分类器,其中,所述分类器包括一个或多个子分类器。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括:

获得关于所述对象的非图像数据;并且

通过对所提取的纵向特征的集合和所述非图像数据进行分类来确定所述感兴趣组织的所述健康状态。

12. 根据权利要求10至11中的任一项所述的方法,还包括:

通过确定图像的对之间的特征的差异来对所述纵向特征的预定集合进行定趋势。

13. 一种计算系统(122),包括:

存储器(126),其存储图像数据处理模块的指令;以及

处理器(124),其运行所述指令,所述指令使所述处理器:

基于对象的至少一对图像中的所述对象的感兴趣组织的纵向特征的预定集合,来对所述对象的所述至少一对图像中的所述对象的所述感兴趣组织的健康状态进行分类,其中,所述对象的所述至少一对图像包括在第一时刻处采集的所述感兴趣组织的第一图像和在第二不同时刻处采集的所述感兴趣组织的第二图像,其中,所述感兴趣组织的所述纵向特征的预定集合包括如下中的一项或多项:所述感兴趣组织的形状的纵向改变、所述感兴趣组织的边缘的纵向改变、所述感兴趣组织的纹理的纵向改变、所述感兴趣组织的脉管分布的纵向改变、所述感兴趣组织的共存的纵向改变、或所述感兴趣组织的合并症的纵向改变;并且

视觉地显示指示所确定的健康状态的标记。

基于纵向特征对感兴趣组织的健康状态的分类

技术领域

[0001] 下文总体涉及计算机辅助诊断 (CADx), 并且更具体涉及基于对象的图像对和基于非图像的临床信息中的纵向特征来对对象的感兴趣组织的健康状态进行分类, 并且结合对计算机断层摄影 (CT) 的具体应用来描述。然而, 在本文中设想到了诸如超声 (US)、正电子发射断层摄影 (PET)、磁共振成像 (MRI) 的其他成像模态。

背景技术

[0002] 尽管癌症存活率和癌症处置的进展的趋势令人鼓舞, 但是在早期阶段对癌症的诊断对于积极的预后而言往往是至关重要的。另一方面, 癌症的假阳性诊断会导致具有可能的并发症、过度处置、患者焦虑、可避免的成本等的不必要的流程。计算机辅助诊断 (CADx) 系统能够辅助临床医师诊断各种癌症, 诸如肺、乳房、前列腺等, 目的是改进临床医师 (例如, 放射科医师) 的诊断表现。

[0003] CADx 系统已经使用来自单成像模态或者来自多种不同成像模态的组的图像数据来辅助临床医师。这样的成像模态的范例包括超声 (US)、计算机断层摄影 (CT)、正电子发射断层摄影 (PET)、磁共振成像 (MRI) 等。诸如人口统计学结果、医学和家族史、风险因子、分子和遗传测试的非成像数据也已经被使用。遗憾的是, CADx 系统已经提供了仅基于当前成像研究的辅助。

[0004] 举例来说, 当放射科医师在患者的当前肺图像中识别异常 (例如, 肺结节) 时, 放射科医师需要提出针对随后的动作的推荐, 诸如对所识别的结节的活检或者在特定时间间隔上的后续成像。肺癌 CADx 系统将处理当前图像 (以及任选地, 非图像数据), 并基于此产生结果, 其将辅助放射科医师在当前图像上形成针对所述患者的诊断。

发明内容

[0005] 在本文中所描述的各方面解决了以上提及的问题和其他问题。

[0006] 在一个方面中, 一种方法, 包括: 利用计算机实施的分类器, 基于对象的至少一对图像中的所述对象的感兴趣组织的纵向特征的预定集合, 来确定所述对象的所述至少一对图像中的所述对象的感兴趣组织的健康状态。所述对象的所述至少一对图像包括在第一时刻处采集的所述感兴趣组织的第一图像和在第二时刻处采集的所述感兴趣组织的第二图像。所述第一时刻和所述第二时刻是不同的时刻。所述方法还包括视觉地显示指示所确定的健康状态的标记。

[0007] 在另一方面中, 一种计算系统, 包括: 存储器, 其存储图像数据处理模块的指令; 以及处理器, 其运行所述指令。运行所述指令的所述处理器: 基于对象的至少一对图像中的所述对象的感兴趣组织的纵向特征的预定集合, 对所述对象的所述至少一对中图像的所述对象的感兴趣组织的健康状态进行分类。所述对象的所述至少一对图像包括在第一时刻处采集的所述感兴趣组织的第一图像和在第二时刻处采集的所述感兴趣组织的第二图像。所述第一时刻和所述第二时刻是不同的时刻。运行所述指令的所述处理器还视觉地显示指示所

确定的健康状态的标记。

[0008] 在另一方面中,一种计算机可读存储介质,被编码有计算机可读指令。所述计算机可读指令当由处理器运行时,使所述处理器:接收组织的图像的对的训练数据集,其中,每个对包括在不同时刻处采集的图像,并且其中,训练数据的第一子集包括所述组织的第一已知健康状态,并且训练数据的至少第二子集包括所述组织的至少第二已知不同健康状态;对所述训练数据集中的所述图像进行配准;在经配准的训练数据集图像中识别所述感兴趣组织;对经配准的训练数据集图像中的所述感兴趣组织的纵向特征的预定集合进行定趋势(trend);选择表示相关特征的集合的所述特征的集合的子集;并且基于所述训练数据集和所述特征的集合的选定子集来创建分类器,其中,所述分类器包括一个或多个子分类器。

附图说明

[0009] 本发明可以采取各种部件和部件布置以及各种步骤和步骤安排的形式。附图仅出于例示优选实施例的目的,而不应当被认为是限制本发明。

[0010] 图1示意性图示了具有图像数据处理模块、与成像系统连接的计算系统。

[0011] 图2示意性图示了图像数据处理模块的范例。

[0012] 图3图示了用于训练一个或多个分类器以基于训练数据集的纵向特征来确定感兴趣组织的健康状态的范例方法。

[0013] 图4图示了用于采用一个或多个分类器以基于评价数据集的纵向特征来确定感兴趣组织的健康状态的方法。

具体实施方式

[0014] 图1图示了诸如计算机断层摄影(CT)扫描器的成像系统100。

[0015] 在另一实施例中,成像系统100包括诸如超声(US)、正电子发射断层摄影(PET)、单光子发射断层摄影(SPECT)、X射线,磁共振成像(MRI)等成像系统的不同成像模态。另一实施例包括多于一个(相同或不同)成像系统100,包括个体成像系统和/或具有两种不同模态的混合成像系统。

[0016] 所图示的成像系统100包括大体固定的机架102和旋转机架104,所述旋转机架由固定机架102能旋转地支撑并且关于z轴旋转围绕检查区域106。诸如X射线管的辐射源108由旋转机架104能旋转地支撑、与旋转机架104一起旋转、并且发射贯穿检查区域106的辐射。

[0017] 探测器阵列110相对于辐射源108对着检查区域106对面的角度弧,并且探测穿过检查区域106的辐射,并且生成指示其的投影数据。诸如卧榻的对象支撑物112在检查区域106中支撑对象或目标并且能与扫描协调地移动。

[0018] 重建器114重建投影数据,从而生成图像数据。数据存储库116存储来自成像系统100和/或其他成像系统的图像数据。存储库的范例包括图片存档与通讯系统(PACS)、放射学信息系统(RIS)、医院信息系统(HIS),电子病历(EMR)、数据库、服务器等。数据能够经由医学数字成像和通信(DICOM)、健康水平7(HL7)等来传输。

[0019] 通用计算系统用作操作者控制台118。控制台118包括一个或多个处理器,所述一

个或多个处理器运行存储或编码在相对于系统100是本地或者远程的计算机可读存储介质中的一条或多条计算机可读指令(软件)。控制台118上驻留的软件允许操作者控制系统100的操作,例如,选择成像协议、启动扫描等。

[0020] 计算系统122包括至少一个处理器124(例如,微处理器、中央处理单元等),所述至少一个处理器124运行被存储在计算机可读存储介质(“存储器”)126中的至少一条计算机可读指令,所述计算机可读存储介质不包括瞬态介质而包括物理存储器和/或其他非瞬态介质。微处理器124还可以运行由载波、信号或其他瞬态介质承载的一条或多条计算机可读指令。在该范例中,所述指令包括图像数据处理模块132。

[0021] 如下文更详细描述,在一个实例中,图像数据处理模块132运行指令,所述指令使处理器124处理在至少两个不同时间(例如,初始采集和三月后的后续采集)处采集的图像数据,从其提取感兴趣组织(例如,肿瘤)的纵向特征或特性改变,并且采用所提取的纵向特征来确定感兴趣组织的健康状态(例如,良性或恶性、恶性的程度等)。

[0022] 纵向特征的范例包括体积的改变、纹理的改变、组成的改变、形状的改变、边缘的改变等。在本文中还预期了其他纵向改变和/或特性。这样的信息可以指示具体健康状态的可能性。这样,计算系统122能够提供相对于仅处理当前图像而也不处理早期采集的图像的配置的经改进的结果。

[0023] 在另一实施例中,图像数据处理模块132能够确定仅先前采集的图像的、仅当前图像的、和/或先前采集的和当前图像的组的健康状态,并且经由输出设备130视觉地呈现三个结果中的一个或多个,其能够由临床医师观察和/或查看。临床医师然后能够从模块132的视角看到改变的趋势。模块132能够额外地处理非图像数据。

[0024] 计算系统122还包括诸如显示器监视器、放映器等的(一个或多个)输出设备130以及诸如鼠标、键盘等的(一个或多个)输入设备128。计算系统122能够与成像系统100分离(如图所示)、为控制台的一部分、以及跨系统分布。应当意识到,在一个实例中,计算系统122能够为计算机辅助诊断(CADx)的一部分或者形成计算机辅助诊断(CADx)。

[0025] 图2示意性图示了图像数据处理模块132的范例。

[0026] 数据处理模块132接收一个或多个训练数据集202和评价数据集204作为输入。一个或多个训练数据集202用于至少基于感兴趣组织的纵向特征、或纵向特征和/或特性的改变来训练(一个或多个)分类器。一个或多个训练数据集202包括图像对,所述图像对对应于包括感兴趣组织的体积的图像和没有感兴趣组织的体积的图像,在这两者情况下的图像是在不同时间点处采集的。一个或多个训练数据集202还可以包括非图像数据。

[0027] 评价数据集204包括图像对,例如,患者的先前采集的图像和当前采集的图像,其使用(一个或多个)经训练的分类器来评价。在一个实例中,这两者采集对应于初始和后续(例如,3个月后)采集,例如,在其中怀疑感兴趣组织包括诸如癌症的肿瘤的情况下。评价数据集204还可以包括非图像数据。非图像数据的范例包括人口统计学结果、医学史、家族史、风险因子、分子测试结果、基因测试结果等。

[0028] 图像数据处理模块132还包括配准部件206。配准部件206空间地共配准一个或多个训练数据集202中的图像与评价数据集204中的图像。在所图示的实施例中,配准部件206采用来自配准算法库208的算法,配准算法库208包括已知和/或其他配准技术,包括仿射和/或弹性变换。通常,仿射变换是线性变换,并且包括旋转、缩放、平移等,并且通常,弹性

变换还允许翘曲,并且包括径向基函数、物理连续体模型、大变形模型等。

[0029] 图像数据处理模块132还包括感兴趣体积 (VOI) 识别部件210。VOI识别部件210识别一个或多个训练数据集202和评价数据集204的共配准的图像中的一个或多个VOI。在一个实例中,VOI识别部件210采用自动化的方法,使用计算机辅助检测方法。利用该方法,VOI识别部件210采用来自识别算法库212的算法,所述识别算法库212包括已知和/或其他识别技术。在另一实例中,VOI识别部件210利用用户输入。在又一实例中,VOI识别部件210利用自动化方法和用户输入的组合。

[0030] 图像数据处理模块132还包括分割部件214。分割部件214分割一个或多个训练数据集202和评价数据集204的共配准的图像中的VOI。在图示的实施例中,分割部件214采用来自分割算法库216的算法,分割算法库216包括已知和/或其他配准技术,包括自动化、手动、或半自动化(例如,计算机生成初始轮廓并且用户对其进行修改)的三维(3D)分割方法。

[0031] 图像数据处理模块132还包括特征提取部件218。特征提取部件218从一个或多个训练数据集202和评价数据集204的分割的区域和周围感兴趣组织提取特征。在图示的实施例中,特征提取部件218采用来自特征提取算法库220的算法,特征提取算法库220包括已知的和/或其他特征提取技术。

[0032] 适当的特征的范例包括,但不限于:形状(例如,圆、椭圆、不规则等)、边缘(例如,光滑、毛刺等)、纹理(例如,固体、半固体或非固体结节)、感兴趣组织周围的组织的脉管特征(例如,结节周围的血管的脉管特征)、器官架构特征(例如,器官形状和器质分析)、感兴趣组织的共存(例如,结节的总数量、空间分布、群系等)、合并症特征(肺气肿、慢性阻塞性肺病(COPD)等)、以及一个或多个其他特征。

[0033] 在于2007年9月18日提交的、序列号为12/441950的题为“Advanced computer-aided diagnosis of lung nodules”的申请中描述了范例特征提取算法,在此通过引用将其整体并入本文。在于2009年9月9日提交的、序列号为13/061959的题为“System and method for fusing clinical and image features for computer-aided diagnosis”的申请中描述了另一范例特征提取算法,在此通过引用将其整体并入本文。本文还预期了用于提取特征的其他方法。

[0034] 图像数据处理模块132包括纵向趋势化部件222。相对于训练,纵向趋势化部件222计算针对一个或多个训练数据集20的纵向趋势,包括计算针对其中的图像和/或非图像信息的纵向趋势。在一个实例中,这包括计算针对特征值或百分比改变的差异,或者分配归类改变的值,诸如从固态到非固态结节的改变作为“1”。在所图示的实施例中,纵向趋势化部件222采用来自纵向趋势算法库224的算法,纵向趋势算法库224包括已知的和/或其他纵向趋势化技术。

[0035] 图像数据处理模块132还包括特征选择部件226。相对于训练,特征选择部件226应采用来自特征选择算法228的特征选择算法,其使用训练数据集和选取的分类器来从所有可能的特征中识别最相关特征的集合。适当算法的范例包括,但不限于:穷举搜索、遗传算法、前向或后向消除算法等。

[0036] 图像数据处理模块132还包括分类器生成部件230。相对于训练,分类器生成部件230使用选定的特征建立并且训练一个或多个分类器,以用于对感兴趣组织的健康状态的估计。在图示的实施例中,分类器生成部件230采用来自分类器算法库232的算法,分类器算

法库232包括已知的和/或其他分类器技术。适当分类器的范例包括,但不限于:线性回归、逻辑回归、支持向量机、决策树等。分类器的系综(ensemble)包括,但不限于:诸如随机森林的决策树的系综。

[0037] 图像数据处理模块132还包括评价部件234。相对于评价,评价部件234采用经创建和训练的分类器中的一个或多个以根据评价数据集204的图像来确定感兴趣组织的健康状态。评价部件234生成指示评价结果的信号(即,健康状态评分或指示其的标记)。当使用针对评价的系综时,健康状态能够被导出作为健康状态估计的多数、健康状态估计的平均等。

[0038] 图像数据处理模块132还包括逻辑238。相对于评价,逻辑238格式化并且输出信号。所述信号能够经由输出设备130的显示器监视器来视觉地呈现和/或被传达到另一设备。在所图示的实施例中,逻辑238采用来自呈现算法库240的算法。例如,利用一种算法。逻辑238视觉地呈现数值评分。例如,评分可以在从0.0到1.0的范围中,其中,0.0的评分指示不存在疾病(例如,肿瘤为良性),其中,1.0的评分指示存在疾病(例如,肿瘤为恶性)。

[0039] 在另一范例中,逻辑238利用颜色编码和图形标记来视觉呈现所述评分。例如,在一个范例中,基于将评分阈值化为三种不同颜色(例如,绿色:评分 < 0.25 ;黄色:评分在 0.25 与 0.75 之间;红色:评分 > 0.75)来将评分视觉地呈现为交通灯。在另一实例中,所述评分被视觉地呈现为连续颜色条(例如,从绿色通过黄色到橙色到红色;绿色表示 0.0 的评分,并且红色表示 1.0 的评分)。在另一范例中,逻辑238在其他(匿名)病例的疾病分布(潜在地由地理区域、年龄、性别、风险类型、合并症分级的)的背景下视觉地呈现所述评分。

[0040] 图3图示了用于基于纵向特征来创建一个或多个分类器的范例方法。

[0041] 应当意识到,动作的顺序不是限制性的。这样,在本文中预期了其他顺序。另外,可以省略一个或多个动作和/或可以包括一个或多个额外的动作。

[0042] 在302处,获得训练数据集。

[0043] 如在本文中所描述的,这包括具有感兴趣组织(例如,肿瘤)的图像对(例如,先前和当前采集的)的子集以及没有感兴趣组织的图像对(例如,先前和当前采集的)的不同子集。

[0044] 在304处,配准图像。

[0045] 在306处,在经配准的图像中识别一个或多个感兴趣体积。

[0046] 在308处,针对感兴趣体积对特征的集合进行定趋势。

[0047] 在310处,选择特征的集合的子集。

[0048] 在312处,使用训练数据集和特征子集来创建并且训练一个或多个分类器,如在本文中和/或别处描述的。

[0049] 任选地,非图像数据可以额外地被用于创建和训练一个或多个分类器。

[0050] 可以通过被编码或嵌入在计算机可读存储介质上的计算机可读指令来实施以上内容,所述计算机可读指令当由(一个或多个)计算机处理器运行时,使所述(一个或多个)处理器执行所描述的动作。额外地或备选地,由信号、载波或其他瞬态介质来承载计算机可读指令中的至少一个。

[0051] 图4图示了用于基于纵向特征采用图3的一个或多个分类器的范例方法。

[0052] 应当意识到,动作的顺序不是限制性的。这样,本文预期其他顺序。另外,可以省略一个或多个动作和/或可以包括一个或多个额外的动作。

- [0053] 在402处,获得评价图像数据集。
- [0054] 如在本文中所描述的,这包括在不同时刻处(例如,相隔3个月)采集的区域的至少一对图像。
- [0055] 在404处,配准图像。
- [0056] 在406处,在经配准的图像中识别一个或多个感兴趣体积。
- [0057] 在408处,从每个感兴趣体积提取特征的预定集合。
- [0058] 任选地,可以获得非图像数据。
- [0059] 在410处,分类器被用于基于所提取的特征的预定集合来评价评价数据集。
- [0060] 在402处,视觉地呈现结果。
- [0061] 可以通过计算机可读指令来实施以上内容,所述计算机可读指令嵌入或编码在计算机可读存储介质上,所述计算机可读指令当由(一个或多个)计算机处理器运行时,使所述(一个或多个)处理器执行所描述的动作。额外地或者备选地,所述计算机可读指令中的至少一个由信号、载波或其他瞬态介质所承载。
- [0062] 已参考优选实施例描述了本发明。他人在阅读并理解了前述的详细描述后可以想到各种修改和变化。本发明旨在被解释为包括所有这些修改和变化,只要其进入权利要求及其等价方案的范围内。

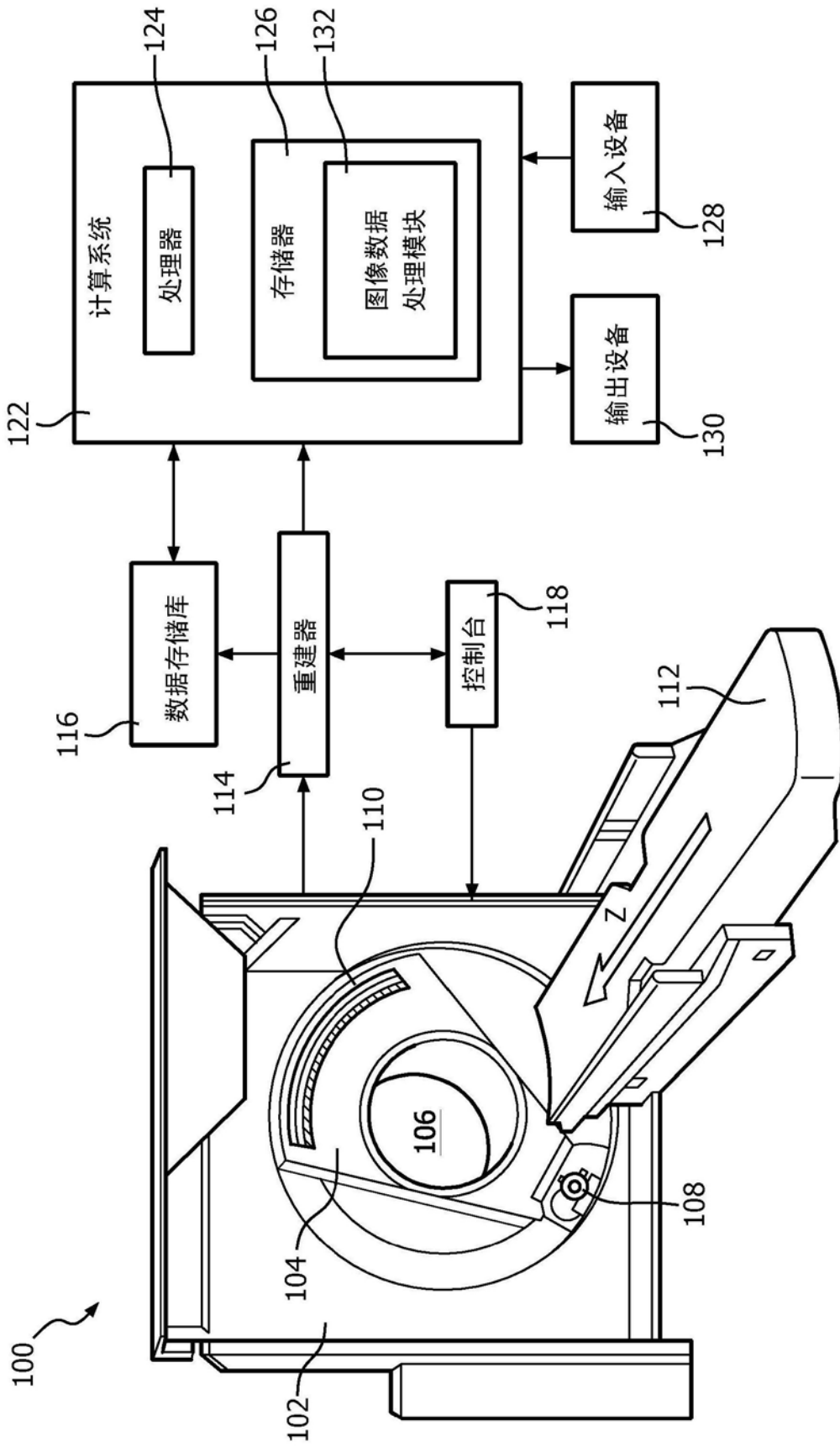


图1

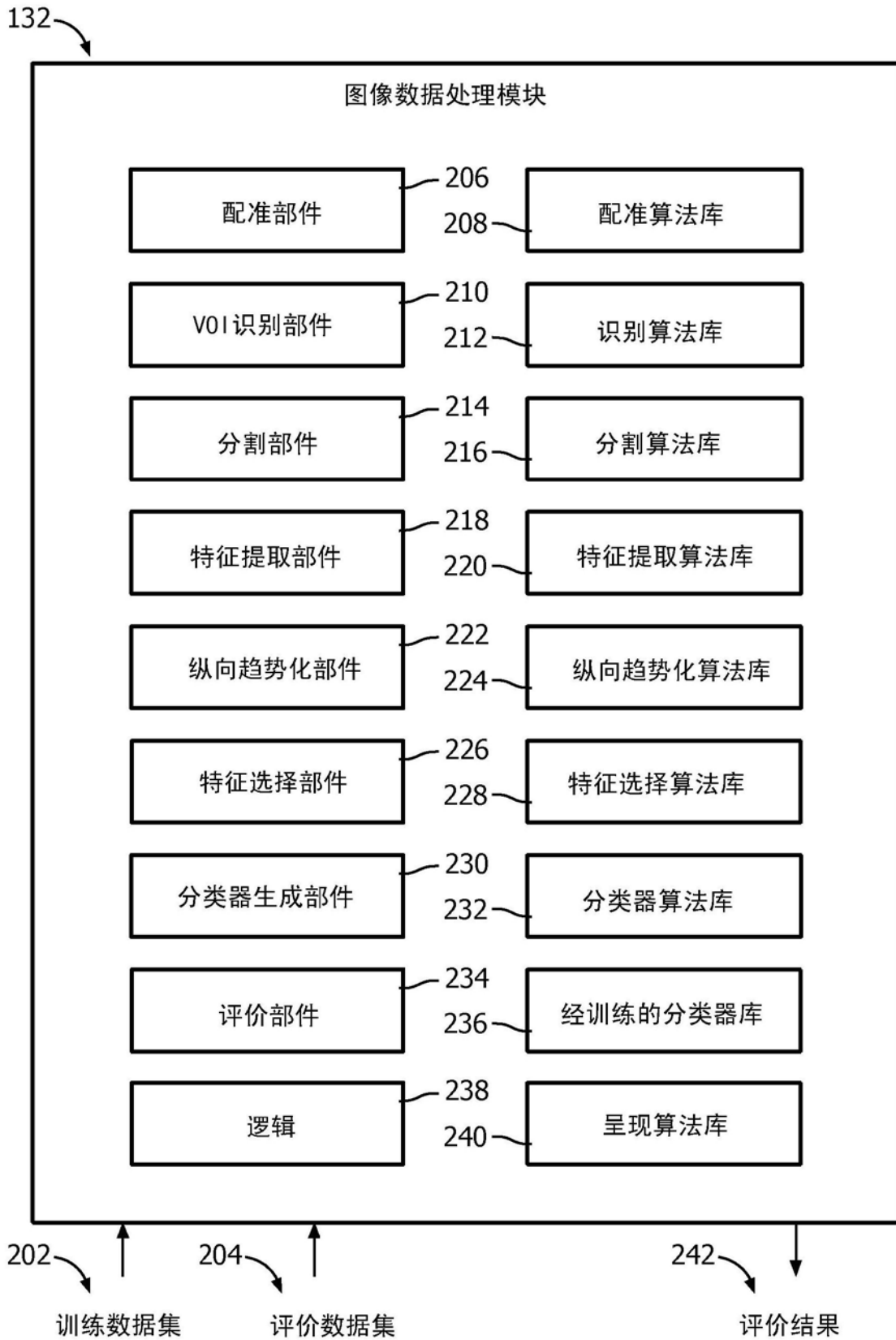


图2

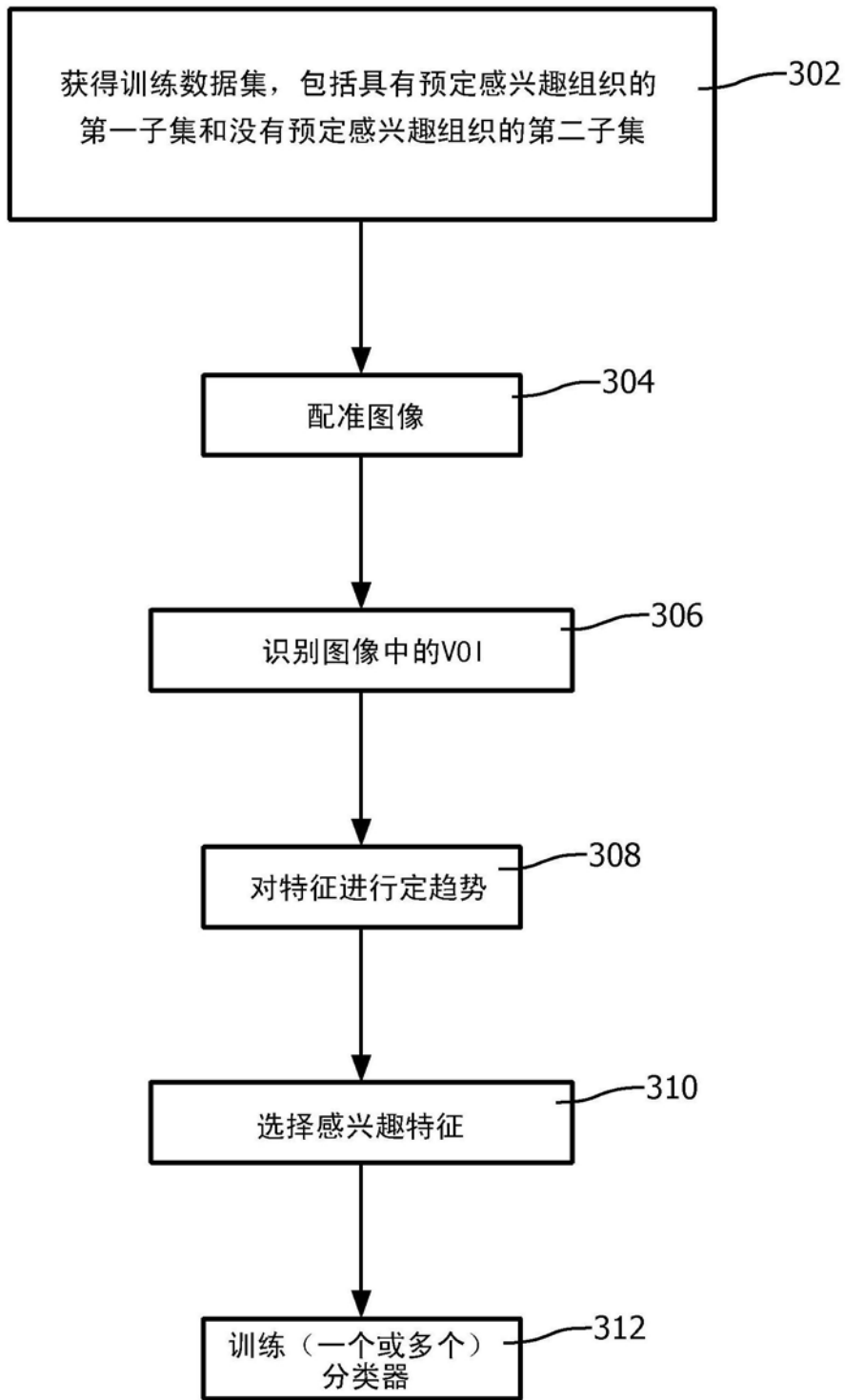


图3

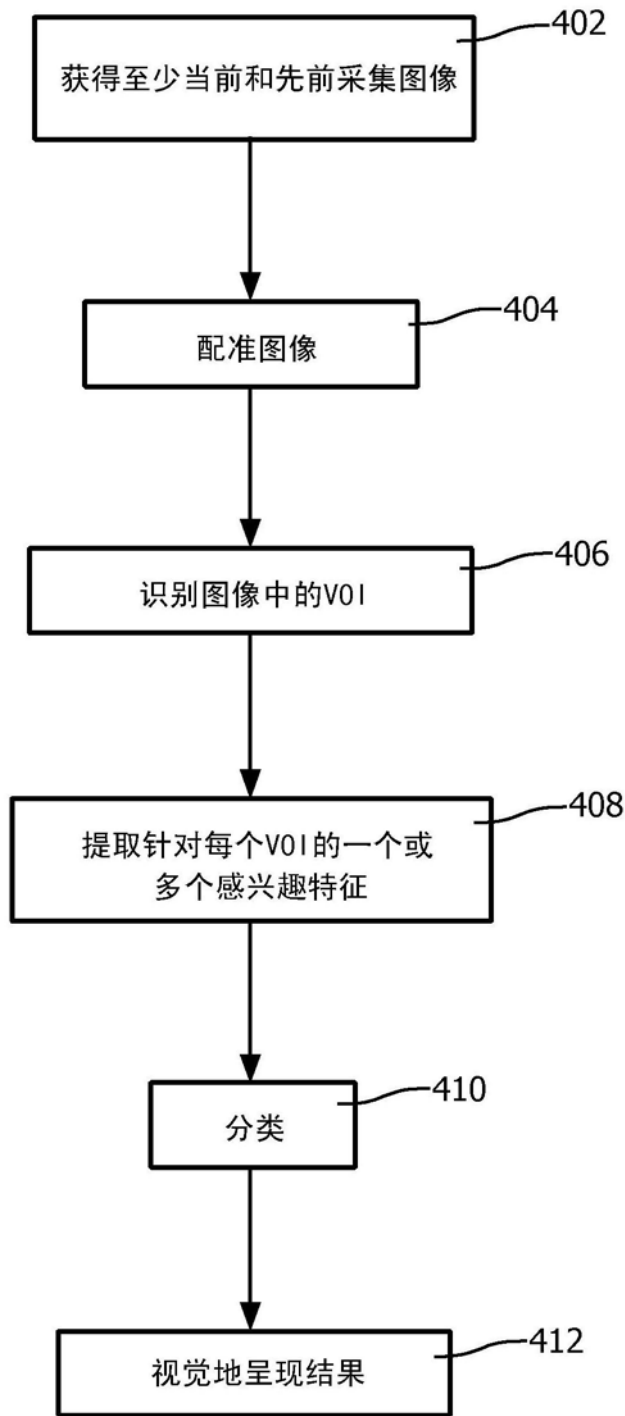


图4