



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112585696 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 27

(21) 申请号 201980054424.7

(22) 申请日 2019.08.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112585696 A

(43) 申请公布日 2021.03.30

(30) 优先权数据
201841032562 2018.08.30 IN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.02.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/048401 2019.08.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/046986 EN 2020.03.05

(73) 专利权人 应用材料公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 P·P·普拉布德赛
G·K·莫哈努尔·拉胡纳坦
S·K·杰哈 A·西斯塔
N·M·昌丹

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
有限公司 11006
专利代理师 徐金国 赵静

(51) Int.Cl.
G16H 50/20 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 2018115055 A1, 2018.06.28
US 2014018681 A1, 2014.01.16
US 2013034279 A1, 2013.02.07
US 2017330320 A1, 2016.11.16

审查员 李明涛

权利要求书2页 说明书8页 附图5页

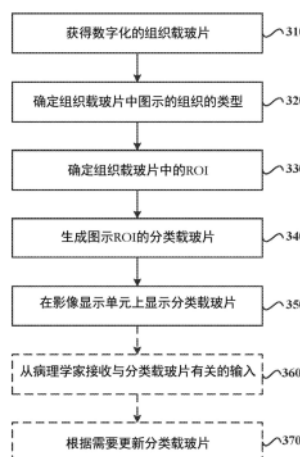
(54) 发明名称

用于自动肿瘤检测和分类的系统

(57) 摘要

本揭露内容的某些方面提供了用于对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的技术。方法通常包括从组织载玻片数据库获得数字化的组织载玻片,以及基于来自组织分类模块的输出来确定数字化的组织载玻片中所示的组织类型。所述方法进一步包括基于来自针对组织类型的肿瘤分类模型的输出,确定数字化的组织载玻片的关注区域(ROI),以及生成分类载玻片,所述分类载玻片显示所述数字化的组织载玻片的ROI和所述ROI的估计直径。所述方法进一步包括在影像显示单元上显示所述分类载玻片和用户界面(UI)元件,从而使病理学家能够输入与所述分类载玻片有关的输入。

300



1. 一种对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的方法,所述方法包括:
从组织载玻片数据库中获得数字化的组织载玻片;
基于来自组织分类模块的输出,确定所述数字化的组织载玻片中图示的组织类型;
基于来自针对所述组织类型的肿瘤分类模型的输出,确定所述数字化的组织载玻片的关注区域(ROI),其中所述ROI对应于所述数字化的组织载玻片的由所述肿瘤分类模型确定为肿瘤的区域;
生成分类载玻片,所述分类载玻片图示所述数字化的组织载玻片的所述ROI和所述ROI的估计直径;以及
在影像显示单元上显示所述分类载玻片和用户界面(UI)元件,从而使得病理学家能够输入与所述分类载玻片有关的输入。
2. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:
从所述病理学家接收与所述分类载玻片有关的输入;以及
基于从所述病理学家接收的所述输入来更新所述分类载玻片。
3. 如权利要求2所述的方法,其中与所述分类载玻片有关的所述输入是对所述分类载玻片的校正。
4. 如权利要求3所述的方法,其中使用对所述分类载玻片的所述校正来更新所述肿瘤分类模型。
5. 如权利要求3所述的方法,进一步包括:
将所述校正施加至所述分类载玻片;以及
将所述分类载玻片储存在分类载玻片储存装置中。
6. 一种系统,包括:
处理器;以及
存储器,所述存储器包括指令,所述指令当由所述处理器执行时,使所述系统执行对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的方法,所述方法包括:
从组织载玻片数据库中获得数字化的组织载玻片;
基于来自组织分类模块的输出,确定所述数字化的组织载玻片中图示的组织类型;
基于来自针对所述组织类型的肿瘤分类模型的输出,确定所述数字化的组织载玻片的关注区域(ROI),其中所述ROI对应于所述数字化的组织载玻片的由所述肿瘤分类模型确定为肿瘤的区域;
生成分类载玻片,所述分类载玻片图示所述数字化的组织载玻片的所述ROI和所述ROI的估计直径;以及
在影像显示单元上显示所述分类载玻片和用户界面(UI)元件,从而使得病理学家能够输入与所述分类载玻片有关的输入。
7. 如权利要求6所述的系统,所述方法进一步包括:
从所述病理学家接收与所述分类载玻片有关的输入;以及
基于从所述病理学家接收的所述输入来更新所述分类载玻片。
8. 如权利要求7所述的系统,其中与所述分类载玻片有关的所述输入是对所述分类载玻片的校正。
9. 如权利要求8所述的系统,其中使用对所述分类载玻片的所述校正来更新所述肿瘤

分类模型。

10. 如权利要求6所述的系统,其中所述UI元件允许所述病理学家重新界定所述ROI或改变所述ROI的分类。

11. 一种由肿瘤分类模块对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的方法,所述方法包括:

从病理学家辅助系统接收数字化的组织载玻片;

生成二进制掩码,其中所述二进制掩码指示所述数字化的组织载玻片中的关注区域(ROI);

基于经拟合以匹配所述ROI的椭圆来确定所述ROI的直径;

基于所述ROI的所述直径将所述ROI分类为肿瘤类别,其中所述肿瘤类别指示所述肿瘤类别中的肿瘤的阶段;

基于所述ROI生成分类载玻片,其中所述分类载玻片基于与每个ROI相关联的所述肿瘤类别将每个ROI显示为颜色编码的;以及

将所述分类载玻片传输到所述病理学家辅助系统。

12. 如权利要求11所述的方法,进一步包括:基于大小来分割所述ROI。

13. 如权利要求11所述的方法,其中所述分类载玻片将所述ROI显示为覆盖物。

14. 如权利要求11所述的方法,进一步包括:

从所述病理学家辅助系统接收由病理学家进行的对所述分类载玻片的校正;以及

基于对所述分类载玻片的所述校正,更新用于识别所述ROI的肿瘤分类模型。

15. 如权利要求11所述的方法,进一步包括:

从所述病理学家辅助系统接收对用于对所述数字化的组织载玻片进行染色的生物标志物的说明;以及

基于所使用的所述生物标志物来选择用于分析所述数字化的组织载玻片的肿瘤分类模型。

16. 如权利要求2所述的方法,其中与所述分类载玻片有关的所述输入是由所述肿瘤分类模型确定的对所述ROI的验证。

17. 如权利要求1所述的方法,其中所述病理学家使用所述分类载玻片来对所述数字化的组织载玻片中图示的组织进行诊断。

18. 如权利要求1所述的方法,其中所述UI元件允许所述病理学家重新界定所述ROI或改变所述ROI的分类。

19. 如权利要求1所述的方法,其中所述肿瘤分类模型是卷积神经网络。

20. 如权利要求1所述的方法,其中所述组织分类模块使用图形识别来确定与所述数字化的组织载玻片相关的人类解剖结构部分。

用于自动肿瘤检测和分类的系统

技术领域

[0001] 本揭露内容的各方面涉及机器学习,并且特别地涉及使用机器学习图形识别进行影像分类。

背景技术

[0002] 当前,对包含潜在癌性组织的特定载玻片进行诊断的过程对于执行该诊断的病理学家而言既费时又费力。在当前的过程中,病理学家必须人工分析组织载玻片的许多影像。通常在多个放大和缩放级别上扫描每个单独的载玻片。因此,为了确定给定组织是否包括肿瘤,代表一个组织的载玻片会花费大量时间。此外,若病理学家检测到肿瘤,则需要更多时间来分析肿瘤。总之,单个肿瘤的识别和分析通常需要病理学家耗费至少两个半小时的时间。而且,很多时候,病理学家无法确定自己的诊断,因此可能会将载玻片送至第二位病理学家处,此将使完整分析所需的时间至少翻倍。

[0003] 在一些情况下,需要由相对缺乏的合格病理学家分析大量的组织,此意味着病理学家的时间非常宝贵。在此类情况下,甚至在分析开始前可能需要几天的时间才能将载玻片交给病理学家。为了加快组织载玻片的分析,可以实施经由机器学习的分析。然而,现有的机器学习系统不能对组织载玻片中展示的肿瘤进行有效识别和分类。此外,现有系统不能适当地注释或标记组织载玻片以帮助病理学家进行诊断。因此,现有的机器学习系统不能有效地为病理学家节省时间或只能节省很少的时间。因此,需要避免现有系统的问题的用于自动检测和分类的方法和系统。

发明内容

[0004] 某些实施方式提供了一种用于对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的方法。该方法通常包括从组织载玻片数据库获得数字化的组织载玻片,以及基于来自组织分类模块的输出来确定数字化的组织载玻片中所指示的组织类型。该方法进一步包括:基于来自用于该组织类型的肿瘤分类模型的输出,确定数字化的组织载玻片的关注区域(region of interest;ROI),其中ROI对应于该数字化的组织载玻片的由该肿瘤分类模型确定为肿瘤的区域;以及生成分类载玻片,该分类载玻片显示该数字化的组织载玻片的ROI和ROI的估计直径。该方法进一步包括在影像显示单元上显示该分类载玻片和用户界面(user interface;UI)元件,从而使病理学家能够输入与该分类载玻片有关的输入。

[0005] 另一个实施方式提供了一种用于通过肿瘤分类模块对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的方法。该方法通常包括从病理学家辅助系统接收数字化的组织载玻片,以及生成二进制掩码,其中该二进制掩码指示该数字化的组织载玻片中的关注区域(ROI)。该方法进一步包括基于经拟合以匹配ROI的椭圆来确定ROI的直径,以及基于该ROI的直径将ROI分类为一肿瘤类别,其中该肿瘤类别指示该肿瘤类别中的肿瘤的阶段。该方法进一步包括:基于该ROI生成分类载玻片,其中该分类载玻片基于与每个ROI相关联的肿瘤类别将每个ROI显示为颜色编码;以及将该分类载玻片传输到病理学家辅助系统。

[0006] 以下描述和相关附图详细阐述了一个或多个实施方式的某些说明性特征。

附图说明

[0007] 附图描述了一个或多个实施方式的某些方面,因此不应视为限制本揭露内容的范围。

[0008] 图1描绘了用于对肿瘤进行自动检测和分类的示例性计算环境。

[0009] 图2描绘了用于呈现分类载玻片的示例性用户界面。

[0010] 图3是用于对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的示例性方法的流程图。

[0011] 图4是用于通过肿瘤分类模块来对肿瘤区域进行检测和分类的示例性方法的流程图。

[0012] 图5是对肿瘤进行自动检测和分类的示例性计算装置的方块图。

[0013] 为了便于理解,已尽可能使用了相同的附图标记来指示附图中共用的相同元件。可以预期的是,一个实施方式的元件和特征可以被有益地并入其他实施方式中,而无需进一步叙述。

具体实施方式

[0014] 图1描绘了用于对肿瘤进行自动检测和分类的示例性计算环境100。如图所示,计算环境100包括病理学家辅助系统110、载玻片源130和输出显示装置140。尽管显示为单独的实体,但是在其他实例中,病理学家辅助系统110、载玻片源130和输出显示装置140的功能可以由单个计算装置或分布式计算系统执行。在其他实施方式中,病理学家辅助系统110、载玻片源130和输出显示装置140可以经由诸如例如局域网(local area network; LAN)、广域网(wide area network; WAN)或互联网的网络连接。

[0015] 病理学家辅助系统110是至少包括处理器和存储器的计算装置,该计算装置能够通过处理器执行驻存在存储器中的软件。病理学家辅助系统110包括组织分类模块120、肿瘤分类模块122、分类载玻片124和病理学家输入126。组织分类模块120是软件对象,该软件对象包括使用图形识别的机器学习模型,该软件对象可用于识别在数字载玻片中展示的组织类型。数字载玻片是从载玻片源130获得的。载玻片源130是病理学家辅助系统110可用的各种数字载玻片收集和储存工具。载玻片源130包括显微镜132和载玻片数据库134。显微镜132是能够以各种分辨率和缩放水平创建组织载玻片的数字影像的电子显微镜,此可为对诊断过程有益的。显微镜132可以是任何合适的电子显微镜,诸如光学显微镜、荧光显微镜、电子显微镜或探针显微镜,并且可以利用各种光谱成像技术,诸如多光谱成像或高光谱成像。由显微镜132创建的数字影像储存在载玻片数据库134中。载玻片数据库134是储存数据库,其包括依据基于唯一ID(诸如特定组织)的载玻片而组织的多个数字载玻片影像。可以从载玻片数据库134存取在所有大小、分辨率和缩放水平下的来自给定组织的所有组织载玻片。

[0016] 组织分类模块120包括使用人类组织的标记影像训练的组织分类模型。在其他实例中,组织分类模块120可用于对其他类型的组织(诸如动物组织)进行分类。在此类实例中,可以使用动物组织的标记影像来训练组织分类模块120。组织分类模型的目的是识别载

玻片中展示的组织类型,而不是识别载玻片中展示的任何特定肿瘤区域。一旦组织分类模型识别出给定载玻片中展示的组织类型,组织分类模块120就验证存在针对该类型组织的肿瘤分类模型,并将该给定载玻片传递到肿瘤分类模块122。

[0017] 肿瘤分类模块122是软件对象,该软件对象包括多个机器学习分类模型,该软件对象可用于对特定类型的组织内的肿瘤进行检测和分类。可以对许多不同类型的组织进行肿瘤分析,并且对于每种类型的组织而言分析可能不同。例如,乳腺组织的分析可能与胰腺组织的分析不同,依此类推。因此,对不同的肿瘤分类模型进行分类可用于进行肿瘤分析的每种组织类型。在该实例中,肿瘤分类模块122至少包括针对由组织分类模块120识别的组织类型的肿瘤分类模型。

[0018] 肿瘤分类模块122的每个肿瘤分类模型都是机器学习模型,该机器学习模型能够识别数字载玻片影像的与组织中的肿瘤相对应的区域。例如,肿瘤分类模型可以是卷积神经网络(convolutional neural network;CNN)模型。CNN模型是使用根据人脑神经元模型化的机器学习演算法来进行训练的。

[0019] 为了训练诸如CNN模型的机器学习模型,将训练数据供应到机器学习模型以产生输出。机器学习模型通常具有一组初始化参数,这些初始化参数影响机器学习模型如何处理数据。训练数据通常具有基础真值(例如,已知值)分类。通常相对于该基础真值来评估输出。该评估的结果可用于调整或更新机器学习模型的参数,以便在后续运行时机器学习模型产生更准确的输出。一旦经过充分训练,机器学习模型就会以与用于训练机器学习模型的数据相同的形式接受输入,并基于该输入产生输出。使用由标记影像组成的训练数据来训练用于对视觉影像进行分类的CNN模型。在该实例中,训练数据可以是先前由合格病理学家诊断的数字影像载玻片。

[0020] 肿瘤分类模块122分析载玻片以检测该载玻片中展示的任何潜在的肿瘤区域。潜在的肿瘤区域称为关注区域(ROI)。通常,由肿瘤分类模块122进行肿瘤分类的过程开始于使用针对由组织分类模块120所识别的组织类型的肿瘤分类模型来创建用于识别ROI的二进制掩码。二进制掩码将影像过滤成在载玻片中仅显示连续的癌细胞区域。这些连续区域对应于ROI。一旦接收到该信息,肿瘤分类模块122随后就确定每个ROI的大小。肿瘤分类模块122随后基于大小将ROI分类为与肿瘤阶段相对应的各种肿瘤类别。肿瘤分类模块122随后基于相关联的肿瘤阶段对ROI进行颜色编码。由肿瘤分类模块122进行这些过程的结果是分类载玻片124,该分类载玻片124是经分析以显示颜色编码的ROI的载玻片的变更版本。

[0021] 一旦生成了分类载玻片124,病理学家辅助系统110就经由输出显示装置140来显示分类载玻片124。输出显示装置140是至少包括显示器的装置,该显示器可用于向输出显示装置140的用户呈现屏幕或其他信息。输出显示装置140可以是与病理学家辅助系统110分开的计算装置,或者可以是充当病理学家辅助系统110的输出装置的屏幕、监视器或显示器。

[0022] 一旦显示,病理学家就能够确定由肿瘤分类模块122进行的识别和分类是否正确。若是,则病理学家辅助系统110储存分类载玻片124。若病理学家确定分类载玻片124不正确,则经由输出显示装置140提供给病理学家的用户界面(UI)元件使病理学家能够输入对分类载玻片124中所图示的ROI的检测、定大小或分阶段的校正和修改。在此类情况下,病理学家辅助系统110使用这些校正和修改来更新用于识别ROI的肿瘤分类模型,并改善来自该

肿瘤分类模型的后续输出。

[0023] 图2描绘了用于呈现分类载玻片210的示例性用户界面200。分类载玻片210显示了标记为0001-0003的三个ROI。这些数字与在框220处针对每个ROI图示的肿瘤ID相对应。框230图示了与每个ROI的确定的阶段相对应的每个ROI的类型或肿瘤类别。

[0024] 对ROI分阶段通常基于ROI的大小。在此实例中,每个ROI的大小由该ROI的直径确定。在此实例中,将直径测量为ROI中彼此最远的点之间的距离。例如,肿瘤分类模型可以在ROI上放置椭圆,直到该椭圆处于最小可能状态,同时仍然覆盖整个ROI。随后,椭圆的长轴可以用作ROI的直径。分类载玻片210的ROI的直径在框240处图示。

[0025] 通常,用户界面200是使用病理学家辅助系统向病理学家呈现分类载玻片210的实例。在一些实施方式中,用户界面200可以提供额外UI元件,从而使病理学家能够对分类载玻片210进行校正。例如,若病理学家认为分类载玻片210不适当地测定了ROI的大小,则病理学家可能能够重绘绕ROI图示的线。病理学家亦可能能够指示ROI完全不正确,或者围绕分类载玻片210的应该显示ROI但没有显示ROI的区域绘线。取决于所使用的输出装置,病理学家可以使用各种输入装置对分类载玻片210进行校正或修改。例如,具有触控屏功能的装置(诸如智能手机或平板电脑)可以实现触敏控件,而具有鼠标和键盘的装置可以替代地提供用于输入的鼠标和键盘控件。

[0026] 图3是用于对组织载玻片中的肿瘤区域进行自动检测和分类的示例性方法300的流程图。方法300可以由病理学家辅助系统(诸如图1的病理学家辅助系统110)执行。方法300开始于310,其中病理学家辅助系统从组织载玻片数据库获得数字化的组织载玻片。如上所述,可以将数字化的发行载玻片储存在数据库中,并且可以针对单个组织样品以不同的大小和缩放水平制作许多不同的载玻片。可能需要对组织样品的所有此类载玻片进行分析以执行对组织的准确诊断,因此,尽管方法300描述了对单个数字化的组织载玻片的分析,但是可以多次执行方法300以完成完整诊断。一旦收到载玻片,病理学家辅助系统就将数字化的组织载玻片作为输入提供给组织分类模块。

[0027] 在320处,病理学家辅助系统基于来自组织分类模块的输出来确定数字化的组织载玻片中图示的组织类型。组织分类模块包括组织分类模型,该组织分类模型在该实例中用于识别人类解剖结构,并且因此是在人类解剖结构的标记影像上进行训练的。在方法300的一些实施方式中,组织分类模块使用图形识别来确定与数字化的组织载玻片相关的人类解剖结构部分。在其他实例中,组织分类模块可以替代地用于识别动物解剖结构。组织分类模型可以识别数字化的组织载玻片中图示的组织类型。组织分类模块随后可以验证病理学家辅助系统包括针对所识别的该组织类型的肿瘤分类。若是,则组织分类模块将数字化的组织载玻片与对该数字化的组织载玻片中图示的组织类型的说明一起传递给肿瘤分类模块。

[0028] 在330处,病理学家辅助系统基于来自肿瘤分类模型的关于组织类型的输出,确定数字化的组织载玻片的ROI。在方法300的一些实施方式中,肿瘤分类模型是卷积神经网络。ROI对应于该数字化的组织载玻片的由该肿瘤分类模型确定为肿瘤的区段。肿瘤分类模型使用二进制掩码来识别数字化的组织载玻片内的ROI。二进制掩码被配置为在数字化的组织载玻片内仅显示癌细胞。当仅显示癌细胞时,肿瘤分类模块可以在仅癌细胞的显示器上执行各种操作以估计在ROI中展示的肿瘤的大小和阶段。通常,ROI对应于被肿瘤分类模型

认为是肿瘤的区域,但是由合格的病理学家进行的进一步诊断可有益于确认ROI是否显示肿瘤。

[0029] 在340处,病理学家辅助系统生成分类载玻片,该分类载玻片显示了数字化的组织载玻片的ROI和该ROI的估计直径。如所论述的,肿瘤分类模块可以执行各种操作以估计ROI的大小(直径)。病理学家辅助系统可以使用该信息来生成分类载玻片,该分类载玻片突出分类载玻片内的ROI,并显示该ROI的估计大小。此种分类载玻片的示例是图2的分类载玻片210。

[0030] 在350处,病理学家辅助系统在影像显示单元上显示分类载玻片和用户界面(UI)元件,从而使病理学家能够输入与该分类载玻片有关的输入。通常,病理学家可以使用显示的信息来帮助对数字化的组织载玻片中图示的组织进行诊断。图2的用户界面200是此种显示的实例。在方法300的一些实施方式中,UI元件允许病理学家重新界定ROI或改变ROI的分类,诸如通过重新绘制ROI的线或将ROI指示为完全非肿瘤的。

[0031] 在360处,病理学家辅助系统任选地从病理学家接收与分类载玻片有关的输入。在方法300的一些实施方式中,与分类载玻片有关的输入是如上所述的对分类载玻片的校正。然而,在方法300的其他实施方式中,与分类载玻片有关的输入是由肿瘤分类模型确定的对ROI的验证。

[0032] 在370处,病理学家辅助系统基于从病理学家接收的输入来更新分类载玻片。若与分类载玻片有关的输入是对分类载玻片的校正,则该对分类载玻片的校正可用于更新肿瘤分类模型。通常,更新肿瘤分类模型可涉及改变机器学习的参数以改变机器学习模型的数据处理操作。对肿瘤分类模型进行更新亦可涉及用对训练数据中包括的分类载玻片的校正来重新训练肿瘤分类模型。

[0033] 若与分类载玻片有关的输入是对分类载玻片的校正,则方法300还可包括对分类载玻片施加校正,以及将分类载玻片储存在分类载玻片储存装置中。分类载玻片的此类储存可随后用于重新训练或修改用于识别ROI的肿瘤分类模型。

[0034] 图4是通过肿瘤分类模型来对肿瘤区域进行检测和分类的示例方法400的流程图。方法400可以由肿瘤分类模块(诸如图1的肿瘤分类模块122)执行。方法400开始于410,其中肿瘤分类模块从病理学家辅助系统接收数字化的组织载玻片。可以从数字化的组织载玻片数据库获得数字化的组织载玻片。数字化的组织载玻片可能先前已经由组织分类模型进行了分析,因此可以包括对该数字化的组织载玻片中图示的组织的说明。方法400的一些实施方式进一步包括从病理学家辅助系统接收对用于对数字化的组织载玻片进行染色的生物标志物的说明,以及基于所使用的生物标志物来选择用于分析数字化的组织载玻片的肿瘤分类模型。通常,生物标志物是用于制备供分析的组织载玻片的试剂。可以使用不同的试剂以使得能够分析所展示的组织样品的不同特征。肿瘤分类模块可以使用所识别的生物标志物来选择针对该组织类型和所使用的生物标志物两者的肿瘤分类模型。

[0035] 在420处,肿瘤分类模块生成二进制掩码,其中该二进制掩码指示该数字化的组织载玻片中的ROI。通常,二进制掩码可用于计算机化的图形中以分离某些视觉影像。在该情况下,基于来自肿瘤分类模型的输出,肿瘤分类模块创建二进制掩码,该二进制掩码通过过滤掉非肿瘤细胞来分离数字化的组织载玻片中图示的肿瘤细胞。结果是仅包括连续肿瘤细胞区域(亦即ROI)的影像。

[0036] 在430处,肿瘤分类模块基于经拟合以匹配ROI的椭圆来确定该ROI的直径。肿瘤的阶段可以通过使用肿瘤的大小(在该情况下为直径)来确立。在该实例中,肿瘤分类模块可以使椭圆与ROI拟合以估计直径。通常,肿瘤分类模块生成椭圆,并且可以对该椭圆进行重定大小、旋转、重分比例或其他方式的变换以与ROI拟合。椭圆有两个轴,亦即长轴和短轴。在椭圆完全覆盖ROI的时刻,肿瘤分类模块确定椭圆的长轴,并使用该长轴的长度作为ROI直径的估计值。

[0037] 在440处,肿瘤分类模块基于ROI的直径将该ROI分类为一肿瘤类别,其中该肿瘤类别指示肿瘤在肿瘤类别中的阶段。如所论述的,肿瘤的大小可以用来确定肿瘤的阶段。使用在430处确定的估计直径,肿瘤分类模块还可估计肿瘤的阶段,并且因此将ROI分类为与该阶段相对应的肿瘤类别。方法400的一些实施方式进一步包括基于大小来分割ROI。

[0038] 在450处,肿瘤分类模块基于ROI生成分类载玻片,其中该分类载玻片基于与ROI有关的肿瘤类别而将该ROI显示为颜色编码的。例如,被确定为第一阶段肿瘤的ROI可以是红色,而被确定为第二阶段肿瘤的ROI可以是黄色,等等。通过使得更易区分ROI,对ROI进行颜色编码可以辅助病理学家使用分类载玻片。在方法400的一些实施方式中,分类载玻片将每个ROI显示为分类载玻片上的覆盖物。为了生成分类载玻片,肿瘤分类模块可以将仅包括上述连续肿瘤细胞区域的影像与原始数字载玻片影像进行组合。通过用某些颜色描画仅肿瘤细胞影像的轮廓,可以实现颜色编码的效果。另外,通过对仅肿瘤细胞影像进行着色,可以实现覆盖效果。

[0039] 在460处,肿瘤分类模块将分类载玻片传输到病理学家辅助系统。在传输之后,病理学家辅助系统可以将分类载玻片提供给病理学家以帮助诊断数字化的组织载玻片。方法400的一些实施方式进一步包括从病理学家辅助系统接收由病理学家进行的对分类载玻片的校正,以及基于该对分类载玻片的校正来更新肿瘤分类模型。

[0040] 图5是用于肿瘤的自动检测和分类的示例性计算装置500的方块图。如图所示,计算装置500包括但不限于中央处理单元(central processing unit;CPU) 502;一个或多个输入/输出(input/output;I/O) 装置接口504,该一个或多个输入/输出(I/O) 装置接口504可以允许将各种I/O装置514(例如,键盘、显示器、鼠标装置、笔输入等)连接到计算装置500;网络接口506;存储器508;储存装置510;以及互连512。

[0041] CPU 502可以检索并执行在存储器508中储存的程序化指令。类似地,CPU502可以检索并储存驻存在存储器508中的应用程序数据。互连512在CPU 502、I/O装置接口504、网络接口506、存储器508和储存装置510之间传输程序化指令和应用程序数据。CPU 502被包括以代表单一CPU、多个CPU、具有多个处理核心的单一CPU等。I/O装置接口504可以提供用于从整合到或连接到计算装置500的一个或多个输入装置(诸如键盘、鼠标、触控屏等)捕获数据的接口。一种此类I/O装置可以是图1的输出显示装置140。例如,存储器508可以表示随机存取存储器(random access memory;RAM),而储存装置510可以是固态驱动器。尽管图示为单一单元,但是储存装置510可以是固定和/或可移式储存装置的组合,所述固定和/或可移式储存装置为诸如固定驱动器、可移式记忆卡、网络附属储存装置(network attached storage;NAS)或基于云端的储存装置。

[0042] 如图所示,存储器508包括组织分类模块522、肿瘤分类模块524和病理学家输入526。组织分类模块522和肿瘤分类模块524是基于储存在储存装置510中的指令执行的软件

对象。此类指令可以由CPU 502执行。病理学家输入526是暂时驻存在存储器508中的数据。

[0043] 如图所示,储存装置510包括载玻片数据库532、训练数据534和分类载玻片536。载玻片数据库532、训练数据534和分类载玻片536可以由在存储器508外执行的软件使用,以执行用于对数字化的组织载玻片中的肿瘤进行自动检测和分类的方法。特别地,组织分类模块522可以使用从载玻片数据库532获得的组织载玻片来识别载玻片中的组织的类型。基于组织类型,肿瘤分类模块524可以生成分类载玻片536。可以经由I/O装置接口504和I/O装置514向病理学家用户显示分类载玻片536,并且可回过来接收到病理学家输入526。随后,病理学家输入526可以用于更新肿瘤分类模块524。训练数据534可先前已用于训练组织分类模块522和肿瘤分类模块524的机器学习模型。

[0044] 提供前面的描述是为了使本领域的任何技术人员都能够实践本文所述的各种实施方式。本文论述的实例不限制权利要求中阐述的范围、适用性或实施方式。对这些实施方式的各种修改对本领域技术人员而言将是显而易见的,并且本文中限定的一般原理可应用于其他实施方式。例如,可以在不脱离本揭露内容的范围的情况下对所论述的元件的功能和布置进行改变。各种实例可以适当地省略、替代或添加各种程序或部件。例如,可以与所描述的顺序不同的顺序执行所描述的方法,并且可以添加、省略或组合各个步骤。而且,关于一些实例描述的特征可以在一些其他实例中组合。例如,可以使用本文阐述的任何数量的方面实施设备或实践方法。另外,本揭露内容的范围意欲涵盖使用其他结构、功能,或作为本文阐述的本揭露内容的各个方面的补充或替代的结构和功能实践的此类设备或方法。应当理解,本文揭示的揭露内容的任何方面可以由权利要求的一个或多个要素来体现。

[0045] 如本文所用,术语“确定”涵盖多种动作。例如,“确定”可包括计算、运算、处理、推导、调查、查找(例如,在表、数据库或另一数据结构中查找)、查明等。而且,“确定”可包括接收(例如,接收信息)、存取(例如,存取存储器中的数据)等。而且,“确定”可包括解析、选择、挑选、确立等。

[0046] 本文揭示的方法包括用于实现该方法的一个或多个步骤或动作。在不脱离权利要求的范围的情况下,方法步骤和/或动作可以彼此互换。换言之,除非指定了步骤或动作的特定顺序,否则可以在不脱离权利要求的范围的情况下修改特定步骤和/或动作的顺序和/或使用。此外,可以通过能够执行相应功能的任何合适的构件来执行上述方法的各种操作。该构件可包括各种硬件和/或软件部件和/或模块,包括但不限于电路、特殊应用集成电路(application specific integrated circuit;ASIC)或处理器。通常,在附图中图示了操作的情况下,这些操作可以具有使用类似编号的对应的配对手段加功能部件。

[0047] 可以用经设计以用于执行本文所述功能的通用处理器、数字信号处理器(digital signal processor;DSP)、特殊应用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(field programmable gate array;FPGA)或其他可编程逻辑装置(programmable logic device;PLD)、离散门或晶体管逻辑、分离的硬件部件或其任何组合来实施或执行结合本揭露内容描述的各种说明性逻辑区块、模块和电路。通用处理器可以是微处理器,但在替代方案中,处理器可以是任何市售的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器亦可以是图形处理单元(graphics processing unit;GPU),诸如通常在计算机图形和影像处理中使用的那些图形处理单元。处理器亦可以被实施为计算装置的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核心结合的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置。

[0048] 处理系统可以用总线架构来实施。取决于处理系统的特定应用和整体设计约束,总线可包括任何数量的互连总线和桥接器。总线可以将包括处理器、机器可读取介质和输入/输出装置等的各种电路联接在一起。用户界面(例如,小键盘、显示器、鼠标、操纵杆等)亦可以连接到总线。总线亦可以联接各种其他电路,诸如时序源、周边装置、电压调节器、功率管理电路以及本领域中众所周知的其他电路元件,因此将不再赘述。该处理器可以用一个或多个通用和/或专用处理器来实施。实例包括微处理器、微控制器、DSP处理器以及其他能够执行软件的电路系统。本领域技术人员将判断出如何根据特定应用和施加于整体系统上的整体设计约束最好地实施处理系统的所描述功能。

[0049] 若以软件实施,则功能可以作为一个或多个指令或代码在计算机可读取介质上储存或传输。软件应广义地解释为代表指令、数据或其任何组合,无论是被称为软件、固件、中间件、微码、硬件描述语言还是其他事物。计算机可读取介质包括计算机储存介质和通信介质,诸如促进将计算机程序从一个地方转移到另一个地方的任何介质。处理器可以负责管理总线和一般处理,包括执行储存在计算机可读取储存介质上的软件模块。计算机可读取储存介质可以耦接到处理器,以使得处理器可以从该储存介质读取信息,并且可以向该储存介质写入信息。或者,储存介质可以与处理器整合在一起。举例而言,计算机可读取介质可以包括传输线、由数据调制的载波及/或与无线节点分开的上面储存有指令的计算机可读取储存介质,所有这些装置都可以由处理器经由总线接口而访问。替代地或另外地,计算机可读取介质或其任何部分可以被整合到处理器中,诸如可以是具有高速缓存器和/或通用寄存器文件的情况。机器可读取储存介质的实例可包括例如RAM(随机存取存储器)、快闪存储器、ROM(只读存储器)、PROM(可编程只读存储器)、EPROM(可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(电可擦除可编程只读存储器)、寄存器、磁盘、光盘、硬驱动器、或任何其他合适的储存介质、或其任意组合。机器可读取介质可以体现在计算机程序产品中。

[0050] 软件模块可以包括单一指令或多个指令,并且可以分布在几个不同的代码区段上、不同程序之间、以及多个储存介质上。该计算机可读取介质可以包括多个软件模块。该软件模块包括指令,这些指令当由诸如处理器的设备执行时,使处理系统执行各种功能。软件模块可以包括发送模块和接收模块。每个软件模块可以驻存在单一储存装置中,或者分布在多个储存装置中。举例而言,当触发事件发生时,可以将软件模块从硬驱动器加载到RAM中。在软件模块的执行期间,处理器可以将一些指令加载到高速缓存器中以提高存取速度。随后可以将一个或多个高速缓存行加载到通用寄存器文件中,以用于由处理器执行。当提及软件模块的功能性时,应理解的是,此类功能性由处理器在执行来自该软件模块的指令时实现。

[0051] 所附权利要求书并不意欲限于本文所示的实施方式,而是符合与权利要求书的语言一致的全部范围。在权利要求中,除非特别说明,否则以单数形式提及元件并不意欲表示“一个且仅一个”,而是“一或多个”。除非另外特别说明,否则术语“一些”是指一或多个。权利要求要素不应根据35U.S.C. §112(f)的规定来解释,除非使用用语“用于……的构件”明确陈述该要素,或者在方法权利要求的情况下,使用用语“用于……的步骤”对要素进行陈述。本领域一般技术人员已知或以后将知道的贯穿本揭露内容所描述的各个方面的要素的所有结构和功能等同物均以引用方式明确并入本文,并且意欲由权利要求书涵盖。而且,无论在权利要求书中是否明确叙述了本文揭示的内容,都不意欲将此类揭示内容奉献给公众。

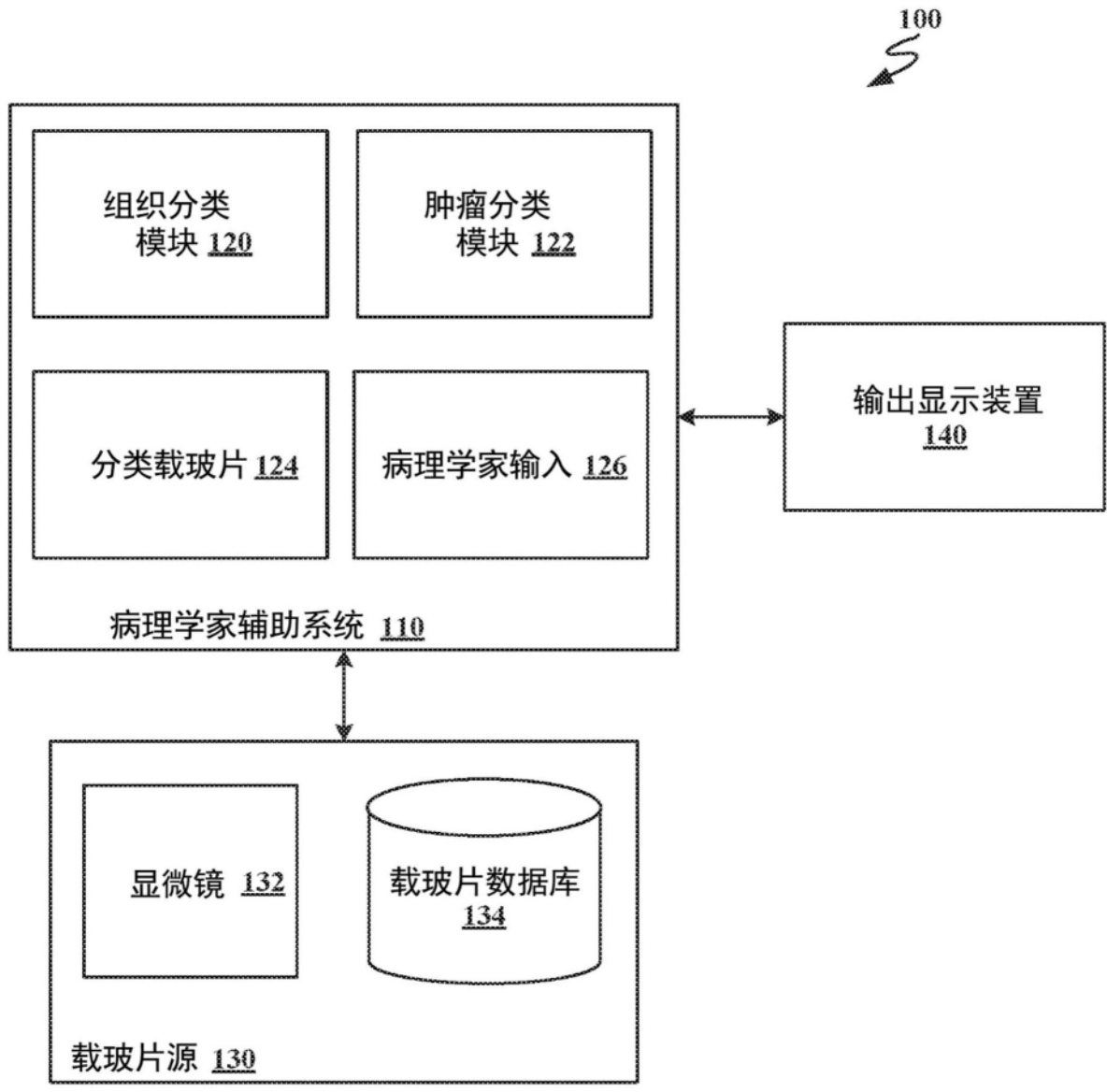


图1

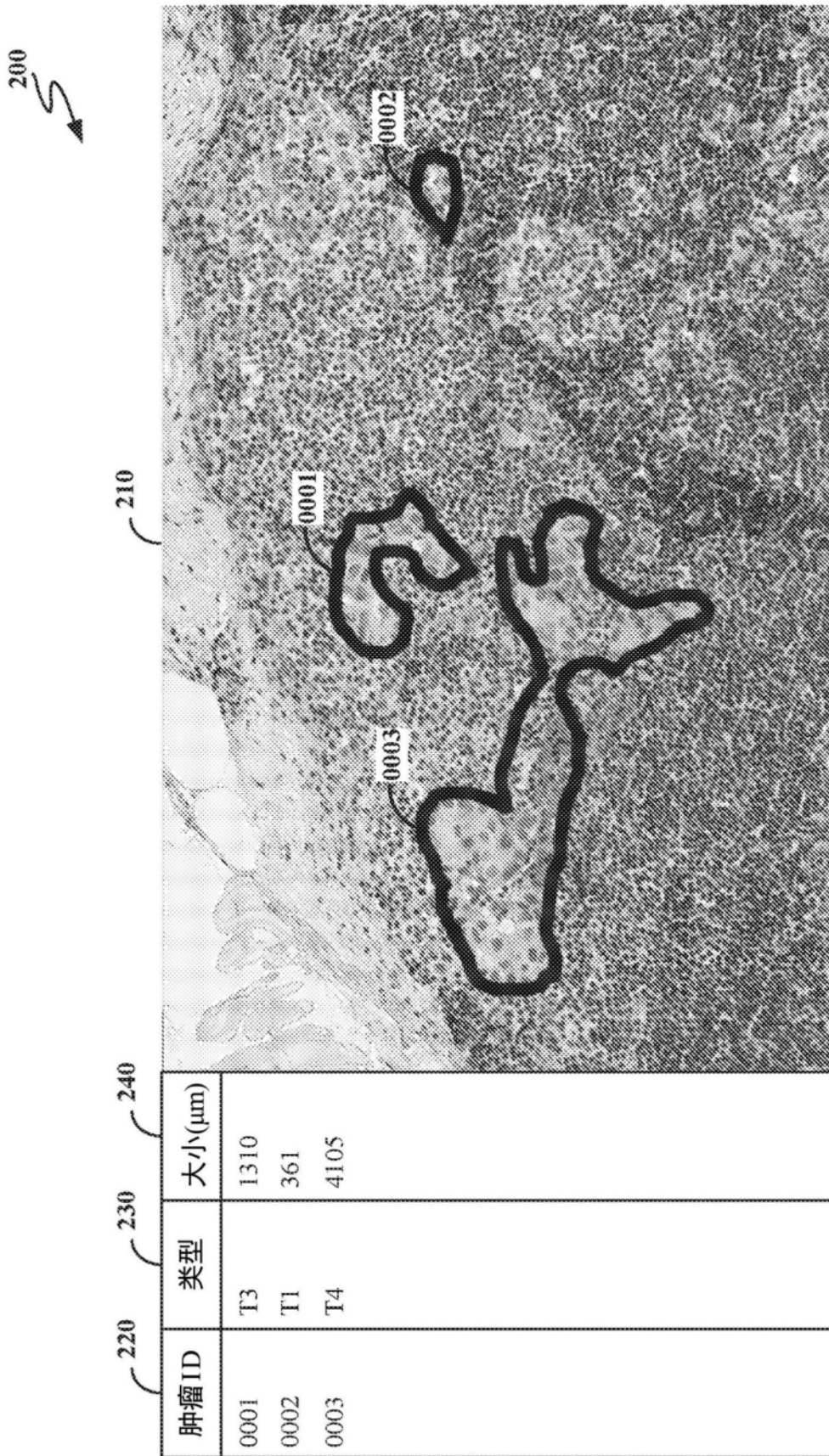


图2

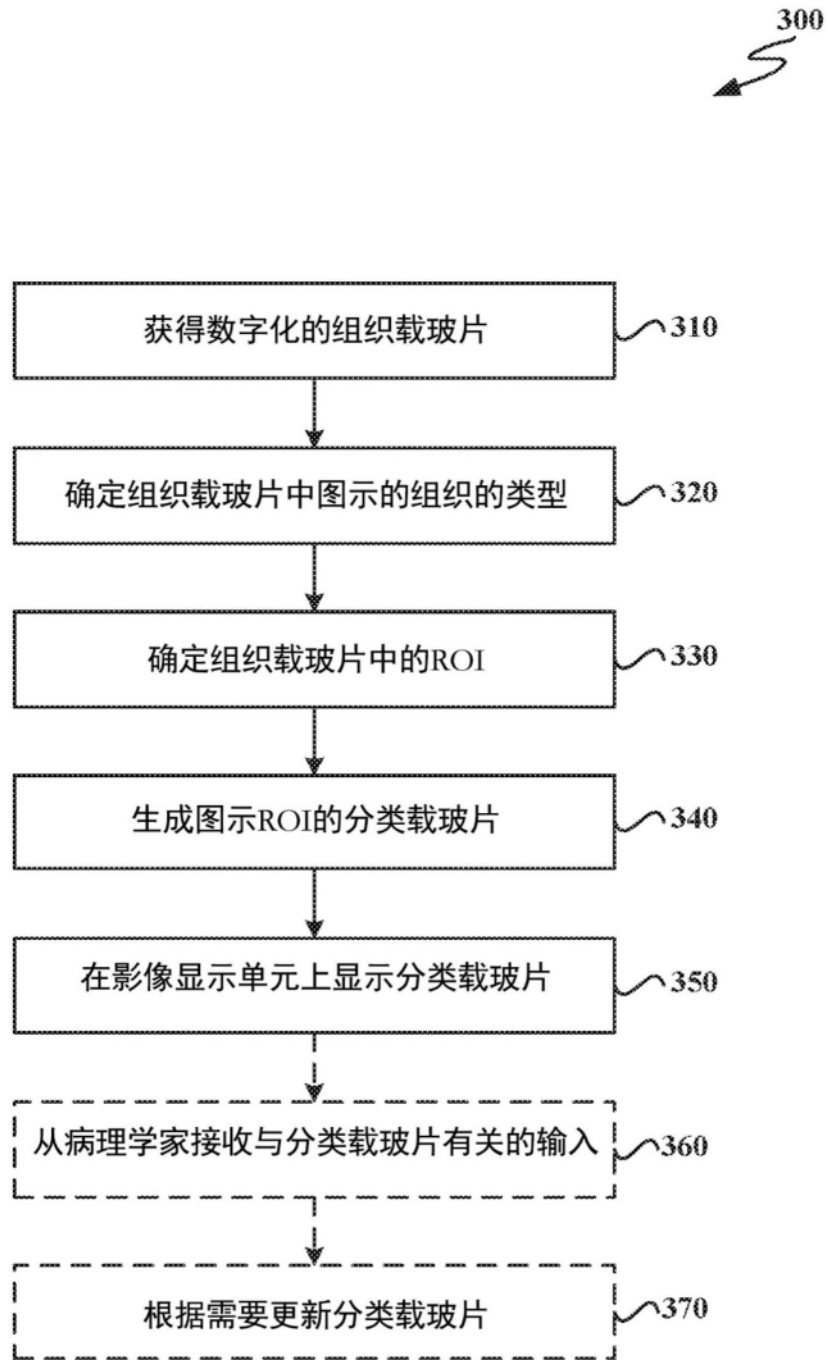


图3

400

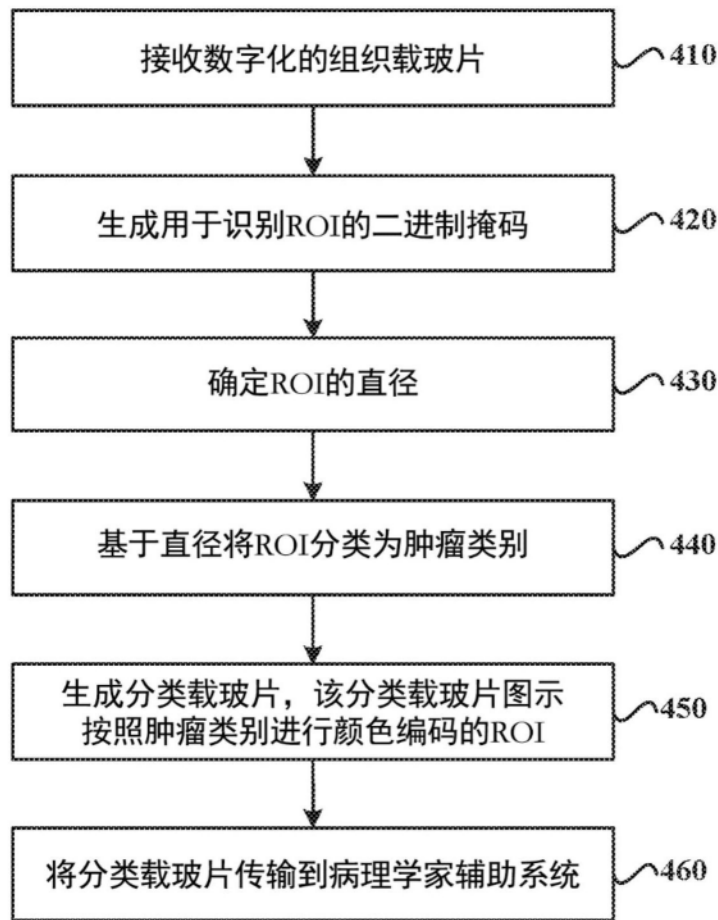


图4

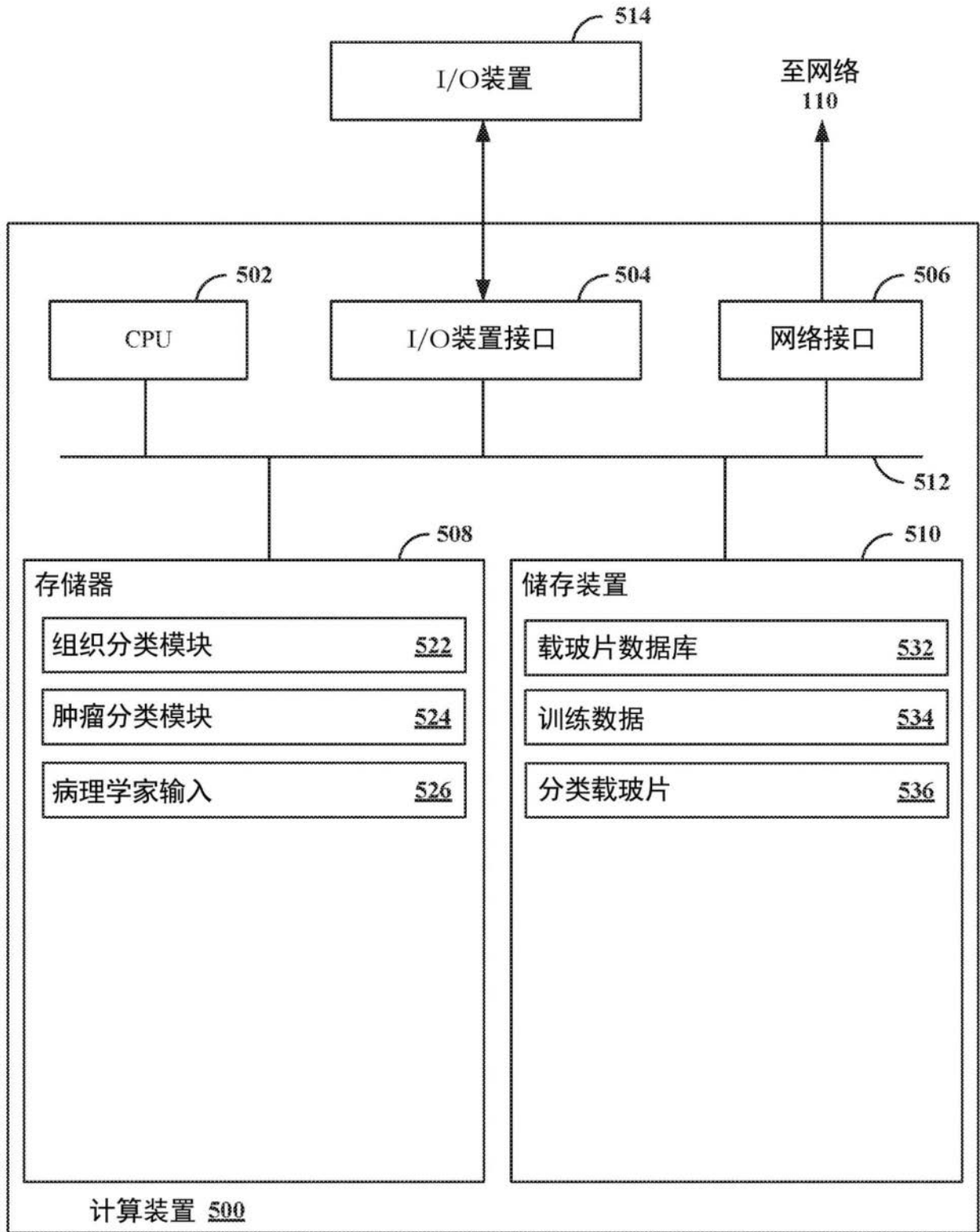


图5