



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106462662 B

(45) 授权公告日 2020.10.02

(21) 申请号 201580024701.1

(22) 申请日 2015.04.16

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106462662 A

(43) 申请公布日 2017.02.22

(30) 优先权数据  
61/991,646 2014.05.12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.11.11

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2015/052775 2015.04.16

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02015/173675 EN 2015.11.19

(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 李俊杰

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int.Cl.  
G16H 50/30 (2018.01)  
G06F 16/53 (2019.01)

(56) 对比文件  
US 2010280842 A1,2010.11.04  
CN 1934589 A,2007.03.21  
CN 102156715 A,2011.08.17  
CN 1839391 A,2006.09.27  
US 2004141639 A1,2004.07.22

审查员 钟容

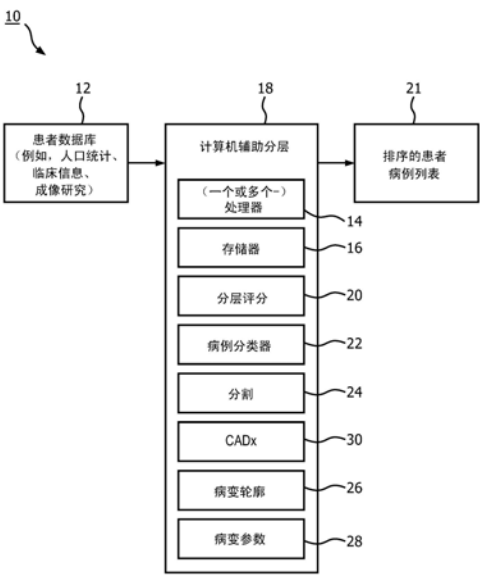
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

用于基于病例难度的计算机辅助患者分层的方法和系统

(57) 摘要

当评价患者病例以确定其复杂度时,计算机辅助分层技术被应用于分析历史患者病例诊断及其正确性,以便计算针对多个异常类型和/或解剖位置中的每个的分层评分(20)。当新患者病例被接收时,计算机辅助分层技术被应用于鉴于历史数据来评价患者病例并且向其分配分层评分。能够根据分层评分生成当前患者病例的排序的列表(21),并且能够根据其调节医师工作量,使得在医师之间和/或根据医师经验水平来平衡工作量。



1. 一种根据诊断难度水平对患者病例进行排序的方法,包括:  
针对多个患者病例中的每个:  
从数据库 (12) 检索针对患者的图像研究;  
接收针对被包括在所述图像研究中的患者图像中的病变的病变类型和位置信息;  
对病变位置处的所述图像进行分割以生成第一病变轮廓;  
根据所述第一病变轮廓来计算一个或多个病变参数 (28);  
计算一个或多个备选病变轮廓;  
根据所述一个或多个备选病变轮廓来计算一个或多个病变参数;  
根据所述第一病变轮廓与所述一个或多个备选病变轮廓之间的病变参数变化来计算针对所述患者病例的计算机辅助分层评分 (20); 并且  
根据被分配给每个患者病例的相应分层评分输出所述患者病例的排序的列表 (21)。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,每个患者病例根据分层评分 (20) 和临床经验而被分配给临床医师。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,计算一个或多个备选病变轮廓包括以下中的一项:  
对来自具有关于所述病变位置的集合分布的邻域的图像数据进行随机采样;以及  
采用多个不同分割算法来对所述病变位置处的所述图像进行分割。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述病变参数包括以下中的一个或多个:  
病变表面积;  
病变体积;  
所述病变的长轴;以及  
所述病变的短轴。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括根据针对至少一个患者病例的所述分层评分来将所述至少一个患者病例标记为由至少两个查看者进行查看的候选。
6. 根据权利要求1所述的方法,还包括根据针对至少一个患者病例的所述分层评分来将所述至少一个患者病例标记为针对作为教导病例的学术使用的候选。
7. 一种便于根据诊断难度水平对患者病例进行排序的系统 (10), 包括:  
计算机辅助分层模块 (18), 其包括处理器,所述处理器适于针对多个患者病例中的每个:  
从数据库 (12) 检索针对患者的图像研究;  
接收针对被包括在所述图像研究中的患者图像中的病变的病变类型和位置信息;  
对病变位置处的所述图像进行分割以生成第一病变轮廓;  
根据所述第一病变轮廓来计算一个或多个病变参数 (28);  
计算一个或多个备选病变轮廓;  
根据所述一个或多个备选病变轮廓来计算一个或多个病变参数;  
根据所述第一病变轮廓与所述一个或多个备选病变轮廓之间的病变参数变化来计算针对所述患者病例的计算机辅助分层评分 (20); 并且  
根据被分配给每个患者病例的相应分层评分输出所述患者病例的排序的列表 (21)。
8. 根据权利要求7所述的系统,其中,计算一个或多个备选病变轮廓包括以下中的一

项:

对来自具有关于所述病变位置的集合分布的邻域的图像数据进行随机采样;以及采用多个不同分割算法来对所述病变位置处的所述图像进行分割。

9. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述病变参数包括以下中的一个或多个:

病变表面积;

病变体积;

所述病变的长轴;以及

所述病变的短轴。

10. 一种具有被存储在其上的计算机可执行指令的计算机可读介质(16),所述计算机可执行指令用于根据诊断难度水平对患者病例进行排序,所述指令包括:

针对多个患者病例中的每个:

从数据库(12)检索针对患者的图像研究;

接收针对被包括在所述图像研究中的患者图像中的病变的病变类型和位置信息;

对病变位置处的所述图像进行分割以生成第一病变轮廓;

根据所述第一病变轮廓来计算一个或多个病变参数(28);

计算一个或多个备选病变轮廓;

根据所述一个或多个备选病变轮廓来计算一个或多个病变参数;

根据所述第一病变轮廓与所述一个或多个备选病变轮廓之间的病变参数变化来计算针对所述患者病例的计算机辅助分层评分(20);并且

根据被分配给每个患者病例的相应分层评分(20)输出所述患者病例的排序的列表(21)。

## 用于基于病例难度的计算机辅助患者分层的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本创新应用在医学诊断技术中,具体地关于其中的计算机辅助诊断。然而,将认识到,所描述的技术也可以应用于其他患者诊断系统、其他诊断情形、其他分层技术等。

### 背景技术

[0002] 准确的诊断对于患者的疾病管理和治疗是重要的。为了达到准确诊断,医师对于“困难”病例(即不常见或复杂病例)常常花费长时间阅读、学习和创建建议。另一方面,对于更容易诊断的病例,能够在非常短的时间中生成针对下一步骤的医师的诊断和建议。对于初级医生尤其如此,例如当他们被给以困难病例时,他们常常需要请求更资深同事的第二意见。亦即,对于医师而言,评估困难病例对容易病例能够具有显著的时间量和努力的差异。这的范例是放射科医师被要求评估其中病变清晰可见且明显恶性的图像对其中病变很难看见并且具有恶性和良性特性的混合的病例。

[0003] 在医院放射科实践中,放射科医师通常完成日常工作列表,所述日常工作列表被存储在放射科信息系统(RIS)或影像归档和通信系统(PACS)中并且包括当前被成像的患者。这些系统通常不考虑病例的“难度”,而是仅基于检查的类型将患者来分类,而不需要注意特定病例可能很难诊断或者不是这样。常规系统可以仅具有通过成像模态和专业对病例进行分类和呈现的智能。例如,他们能够仅基于器官(例如,乳房、肝脏等)和/或成像模态(CT、X射线、超声、DCE-MRI等)对病例进行分类。

### 发明内容

[0004] 本申请提供便于根据潜在诊断难度水平将患者病例进行分层的新的并且改进的系统和方法,其克服了上述问题和其他问题。

[0005] 根据一个方面,一种根据难度水平对患者病例进行排序的方法,包括,对多个患者病例中的每个:从数据库检索针对患者的图像研究;识别被包括在所述图像研究中的患者图像中的异常;分析患者人口统计信息和临床信息;并且根据所识别的异常和所述患者人口统计信息和所述临床信息来计算针对所述患者病例的计算机辅助分层评分;所述方法还包括:根据被分配给每个患者病例的相应分层评分输出所述患者病例的排序的列表。此外,所述方法包括:将多个先前诊断的患者病例存储在所述数据库中;评价针对所述多个先前诊断的患者病例的历史诊断准确性;运行分类器,所述分类器生成指示针对患者病例的多个类型中的每个的所述诊断准确性的准确性评分;接收描述当前患者病例类型的信息;并且基于当前患者病例的类型和针对所述当前患者病例的类型的所述准确性评分来生成针对所述当前患者病例的分层评分。

[0006] 根据另一方面,一种便于根据难度水平对患者病例进行排序的系统,包括计算机辅助分层模块,其包括处理器,所述处理器适于针对多个患者病例中的每个:从数据库检索针对患者的图像研究;识别被包括在所述图像研究中的患者图像中的异常;分析患者人口统计信息和临床信息;并且根据所识别的异常和所述患者人口统计信息和所述临床信息来

计算针对所述患者病例的计算机辅助分层评分。所述处理器还被配置为根据被分配给每个患者病例的相应分层评分输出所述患者病例的排序的列表(例如,到用户接口、打印机等)。所述系统还包括计算机可读介质,所述计算机可读介质存储多个先前诊断的患者病例,其中,所述处理器还被配置为:评价针对所述多个先前诊断的患者病例的历史诊断准确性;运行分类器,所述分类器生成指示针对患者病例的多个类型中的每个的所述诊断准确性的准确性评分;接收描述当前患者病例类型的信息;并且基于当前患者病例的类型和针对所述当前患者病例的类型的所述准确性评分来生成针对所述当前患者病例的分层评分。

[0007] 根据又一方面,一种具有被存储在其上的计算机可执行指令的计算机可读介质,所述计算机可执行指令用于根据难度水平对患者病例进行排序,所述指令包括,针对多个患者病例中的每个:从数据库检索针对患者的图像研究;识别被包括在所述图像研究中的患者图像中的异常;分析患者人口统计信息和临床信息;并且根据所述异常的识别和所述患者人口统计信息和所述临床信息来计算并且分配针对所述患者病例的计算机辅助分层评分。所述指令还包括:根据被分配给每个患者病例的相应分层评分输出所述患者病例的排序的列表。此外,所述指令包括:将多个先前诊断的患者病例存储在所述数据库中;评价针对所述多个先前诊断的患者病例的历史诊断准确性;运行分类器,所述分类器生成指示针对患者病例的多个类型中的每个的所述诊断准确性的准确性评分;接收描述当前患者病例类型的信息;并且基于当前患者病例的类型和针对所述当前患者病例的类型的所述准确性评分来生成针对所述当前患者病例的分层评分。

[0008] 一个优点在于改进了医师工作量平衡。

[0009] 另一优点在于能够针对额外的审查识别困难诊断。

[0010] 在阅读和理解下面详细描述后,本领域的普通技术人员将认识到本创新的其他优点。

## 附图说明

[0011] 附图仅出于图示各个方面的目的,并不应被解读为限制。

[0012] 图1图示了根据本文描述的一个或多个方面的便于执行计算机辅助患者分层以根据病例难度将患者进行分类的系统。

[0013] 图2图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于使用历史诊断准确性数据执行针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层的方法。

[0014] 图3图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于执行根据病变参数分析对针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层的方法。

[0015] 图4图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于使用计算机辅助诊断(CADx)执行针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层的方法。

[0016] 图5图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于执行针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层的方法。

## 具体实施方式

[0017] 描述的系统和方法通过根据与患者的诊断相关联的难度的水平将患者病例进行分层克服了上述问题。例如,为了最大化效率和准确性,针对医师工作列表的病例的分配包

括作为因子的难度。例如,较容易的病例能够被分配给初级医师,而更复杂的病例被留给更高级的人员。在另一范例中,病例的混合可以跨不同医师被等地分布。由此,当前创新便于评估病例的难度并且利用评估的结果来调节临床医师工作流程。例如,不仅基于器官类型或成像模态,而且基于诊断难度水平将患者病例分配给特定医师。在另一实施例中,如果病例被确定是高度复杂的,则生成警报,诸如推荐第二医师查看和/或病例是否将是有益的教导病例的警报。

[0018] 图1图示了根据本文描述的一个或多个方面的便于执行计算机辅助患者分层以根据病例难度将患者进行分类的系统10。所述系统采取要针对特定临床问题被评价的当前患者临床病例作为其输入。临床病例能够包括患者信息或数据,包括患者人口统计信息、临床信息、当前成像研究等。数据库12存储患者信息,包括但不限于人口统计信息,例如,性别、年龄、种族等。数据库也存储针对多个患者中的每个的临床信息,其可以包括例如家族史、病史、成像研究原因、当前状况、症状、当前处置、风险因子等。还在数据库中存储了针对一个或多个患者的采集的成像研究,包括例如CT扫描、MRI扫描、PET扫描、SPECT扫描、超声扫描、X射线等。

[0019] 临床问题可以被广泛描述为筛选任务(例如,异常的检测等)、诊断任务(例如,关于其性质和/或恶性的异常的特性)或评价任务(例如,疾病进展和/或处置效力的测量、评估)。通过指定用于评价的图像中的(一个或多个)位置可以缩小问题,诸如正在其中搜索异常(例如,搜索乳房病变)的器官或正在被评估的特定肿瘤。该信息能够被包括在与患者或图像信息相关联的元数据中(诸如,在私有DICOM域中或作为临床注释的计算机可解读部分)。

[0020] 所述系统还包括处理器14和存储器16,处理器14运行计算机可执行指令并且存储器16存储所述计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于执行本文所描述的各个功能、方法、技术、应用等。存储器16可以是控制程序被存储在其上的计算机可读介质,诸如磁盘、硬盘驱动器等。常用形式的计算机可读介质包括,例如,软磁盘、软盘、硬盘、磁带或任何其他磁性存储介质,CD-ROM、DVD或任何其他光学介质,RAM、ROM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM、其变型,其他存储芯片或盒,或处理器能够从其中读取和运行的任何其他有形介质。在该背景下,系统10可以被实施在以下上或为以下:一个或多个通用计算机、专用计算机、编程的微处理器或微控制器和外围集成电路元件,ASIC或其他集成电路、数字信号处理器、硬连线电子设备或逻辑电路,诸如分立元件电路、可编程逻辑设备,诸如PLD、PLA、FPGA、图形处理单元(GPU)或PAL等。

[0021] 在临床病例数据12上运行计算机辅助分层(CAS)模块18以生成分层评分20。评分可以是数值的(诸如0-100)或范畴的(诸如“容易”、“中等”和“困难”)。在一个实施例中,CAS模块使用成像数据来生成分层评分。在其他实施例中,CAS模块也使用人口统计和其他非成像信息,如以上描述的。计算机辅助分层模块18生成分层评分,其被用于基于关于临床问题的病例的预测的难度对患者病例进行分类。在另一实施例中,CAS模块18计算评估在表征给定病变中的难度的分层评分。

[0022] CAS模块18输出排序的患者列表21,所述患者列表能够根据与相应患者病例相关联的分层评分(例如,诊断难度的水平)进行排序。患者列表还能够包括,例如,针对指定患者推荐第二医师的查看(例如,第二意见)的警报,推荐特定病例被用作教导病例的警报等。

针对每个患者病例的分层评分或排序例如能够被用于确保困难病例被分配给高级医师,确保超出数量的困难病例不被分配给任何一个医师(以平衡医师之间的工作量)等。

[0023] 继续参考图1,图2图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于执行针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层。在50处,收集数据库(例如,先验地),包括,例如,患者人口统计信息、临床信息、成像研究信息等,并且在大量的病例上。数据库还包括阅读(诊断)放射科医师的诊断评估,例如关于指定病变是否是恶性或良性。数据库还包括如由病理学或其他辅助措施(诸如随着时间的稳定性(暗示良性过程))确定的实际诊断。由此,数据库包括指示放射科医师评估和放射科医师的评估是否正确两者的数据。在52处,使用机器学习技术,计算机分类器22执行数学变换,所述数学变换将数据库中的数据绘制成医师诊断评估(例如,肿瘤是否是恶性或良性)将匹配事实(即,如通过病理学等确定的实际正确诊断)的确定可能性的数值测量。亦即,CAS模块预测放射科医师是否很可能正确或不正确地评估病例。在一个范例中,在多个患者病例上的历史诊断准确性被用于将分层评分分配给当前患者病例。例如,CAS模块确定特定类型的病变是否以高于预定阈值的比率被误诊断,并且分配该特定类型的病变为“困难”等级或评分。进一步关于该范例,放射科医师可以定期地确定特定肿瘤或肿瘤位置是恶性的并且安排活检过程。如果活检定期地指示肿瘤是良性的,则特定肿瘤类型或位置(或其他肿瘤度量)能够与“困难”的分层评分相关联。将认识到,前述范例不限于作为用于分配分层评分的度量的误诊,而是可以采用其他度量,诸如图像的特性或描述在放射科报告中表达的不确定性水平的计算的度量。在54处,如先前描述的,当被应用到特定病变位置(或类型或其他度量)针对其被预指定的新病例时,由分类器生成的评分变成分层评分。在一个实施例中,CAS算法能够基于特定医师的诊断准确性提供针对每个放射科医师的分层评分。

[0024] 继续参考图1,图3图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于执行针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层。例如,CAS模块18计算评估在测量给定病变中的难度的分层评分。在60处,在要测量的特定病变被预指定的病例下,采取病变的位置作为输入参数。在62处,在指定病变位置上由处理器运行用于对在图像上的病变进行分割的分割算法24。在64处,这产生病变轮廓或掩膜26,病变轮廓或掩膜26能够被用于计算病变参数28,诸如表面积、体积、长轴、短轴或类似常用临床测量结果。在66处,多个备选病变轮廓(并且因此,备选掩膜)能够被计算,例如如下。例如,输入位置可以通过从具有集合分布的近邻随机地采样而扰动,诸如1或2mm标准差。备选地,多个不同分割算法可以利用相同的输入来运行,再次导致多种测量结果。在68处,从跨不同测量结果的变化直接导出分层评分。分层评分指示不同放射科医师或算法在其对特定病变的评估中将如何不同的估计。例如,如果对一个或多个输入参数的小改变导致在分割结果中的大改变,那么病例能够被分配“困难”分层评分。另一方面,如果在输入值中的大变化导致在输出值中的小差异,那么病例能够被分配“容易”分层评分。在一个实施例中,实际放射科医师工作流程可以是完全手动的。在另一实施例中,自动化分割被用于估计不确定性并且计算分层评分。

[0025] 继续参考图1,图4图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于执行针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层。CAS模块18计算评估在表征给定病变中的难度的分层评分。在80处,预指定要被表征的特定病变,并且采取病变的位置作为输入参数。在82处,由处理器运行计算机辅助诊断(CADx)算法30,以基于图像信息计算病变的恶性的可

能性。在另一实施例中,当在82处确定病变的恶性的可能性时,CADx算法能够使用在83处提供的图像信息和患者人口统计信息和临床信息。针对CADx的技术可以包括,例如,产生在0-100之间的评分的那些,其中,100指代恶性的最高可能性。在84处,然后能够直接基于CADx评分导出分层评分。非常高(或非常低)CADx评分(例如<20或>80)能够对应于“容易”病例。“中等”和“困难”病例能够类似地被映射。

[0026] 在86处,CAS模块分层评分输出被用于影响由临床医生以各种方式阅读病例的工作流程。例如,还能够基于医师的经验将病例分类并且分配给医师。例如,最困难的病例能够被分配给具有特定年限的经验的高级医师,而适度困难的病例被分配给更少经验的医师。在另一实施例中,病例能够被分类并分配给医师,以便减少跨医师的难度水平的变化,即对于每个医师,通过计算在针对该天的给定医师的病例中的全部上的分层评分的和来定义工作量度量,并且然后选择最小化在该工作量度量中的跨医师的变化的分布。

[0027] 在另一实施例中,病例能够在单一医师工作列表内被分类,以便将困难病例平均分布在当天中,例如,通过再次定义工作量度量,并且然后选择最小化针对单个医师的该工作量度量中的逐小时(或其他时间尺度)变化的分布。在另一实施例中,指示符能够被放置为靠近在工作列表内(例如RIS上)的患者,指示每个患者病例的复杂度。指示符可以是基于阈值的标志,针对高于特定复杂度水平的病例,或者数值或者指示该值的视觉指示符,诸如颜色标志、图形线等。

[0028] 根据另一范例,格外困难的病能够被标记为自动双重阅读,即由第二放射科医师阅读。这通过设置超过高于其该事件被触发的阈值的阈值来实施。在另一实施例中,困难病例能够被标记为能够包括在教导文件中或者作为病例研究。

[0029] 图5图示了根据本文描述的一个或多个方面的用于执行针对多个患者病例的诊断难度水平的计算机辅助分层。在100处,从特定患者的数据库中生成或检索成像研究。成像研究可以为任何适当的成像模态,诸如MRI、CT、超声、X射线、核等。在102处,识别异常(例如,病变)。在一个实施例中,使用计算机辅助检测识别异常。在另一实施例中,手动标注或识别异常。在104处,检索患者人口统计信息和/或临床信息。在106处,根据患者人口统计信息、临床信息和病变识别或前述信息的任何组合来计算机辅助分层评分。亦即,能够基于图像分割数据等使用CADx来计算评分。针对多个患者病例中的每个迭代地执行动作100、102、104和106。在108处,根据其分层评分将患者病例进行分类。

[0030] 根据范例,在43岁妇女上执行乳房动态对比增强(DCE)-磁共振成像(MRI)筛选研究。患者的家族史包括由于乳房癌在45岁去世的母亲。一旦DCE-MRI研究可用在医院PACS系统中,CAS算法就运行在该背景下的病例上。计算机辅助检测算法识别在患者的左乳房处的乳房病变。然后,计算机辅助诊断(CADx)算法被运行以导出针对恶性的可能性评分(例如,在0和100之间),其中,较高可能性评分对应于恶性的较大可能性。如果可能性评分在,例如0和20之间或在80和100之间,分层评分是“容易”;如果评分在20-30或70-80之间,分层评分是“中等”,并且如果CADx算法输出为30-70,评分是“困难”。能够采用计算机辅助检测和计算机辅助诊断算法两者(例如,通过执行病变的分割,基于图像和分割边界的特征提取,以及分类器以计算可能性评分)。

[0031] 进一步关于该范例,CAS算法还使用人口统计和与患者有关的其他非基于图像的信息。例如,在以上范例中,该妇女具有乳房癌的家族史,因此即使分层评分是“容易”,评分



由于该额外的临床信息而可能被提高为“中等”，作为结果，这继而可以使病例被分配到更有经验的医师或双重阅读。

[0032] 已经参考若干实施例描述了本创新。他人在阅读和理解上述详细描述之后可以进行修改和变化。本创新旨在被解释为包括所有这样的修改和变化，只要它们落在权利要求书或其等价方案的范围之内。

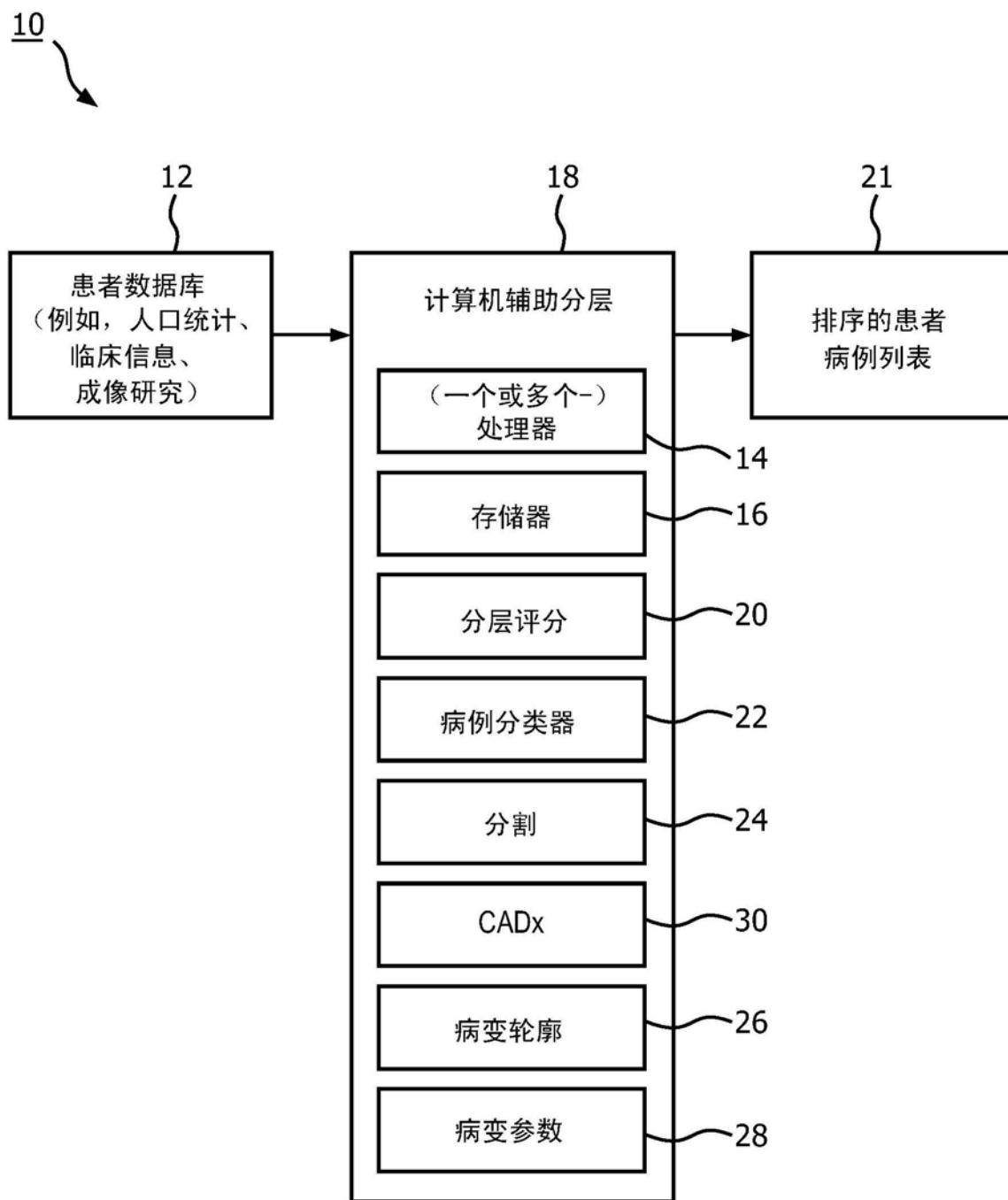


图1

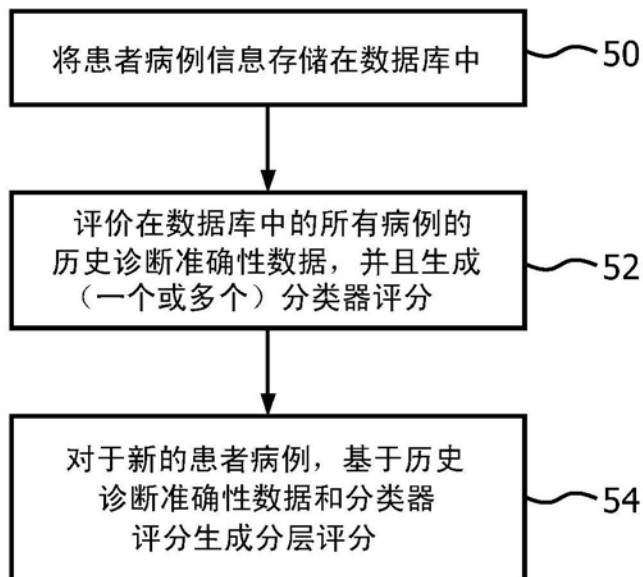


图2

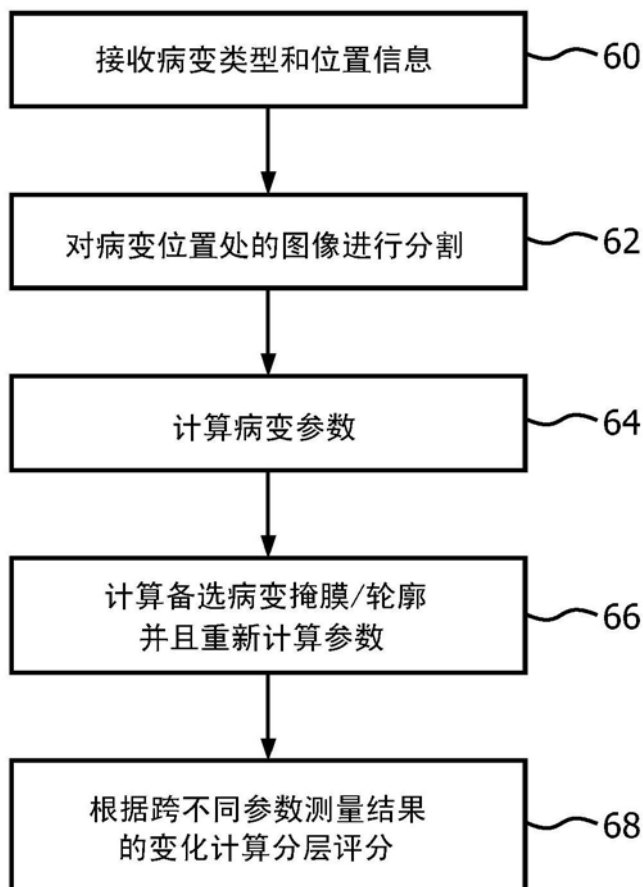


图3

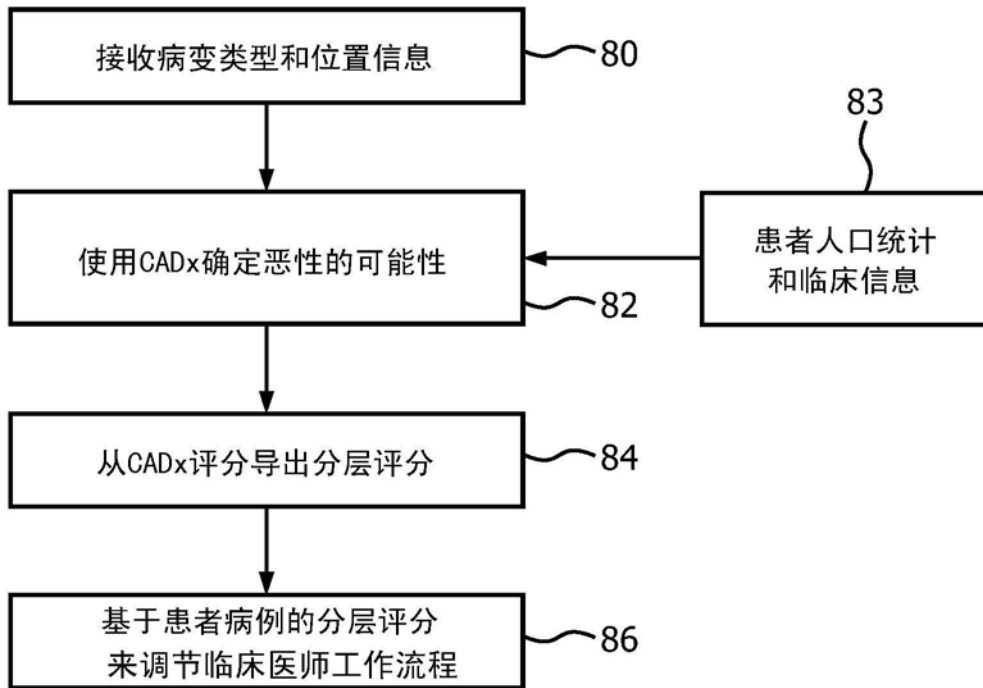


图4

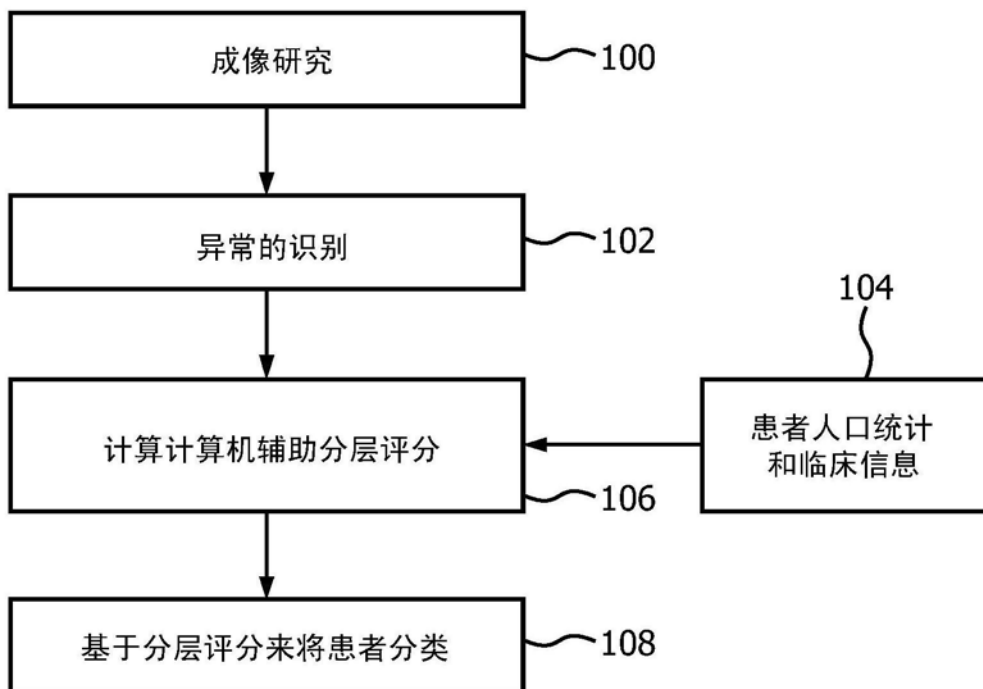


图5